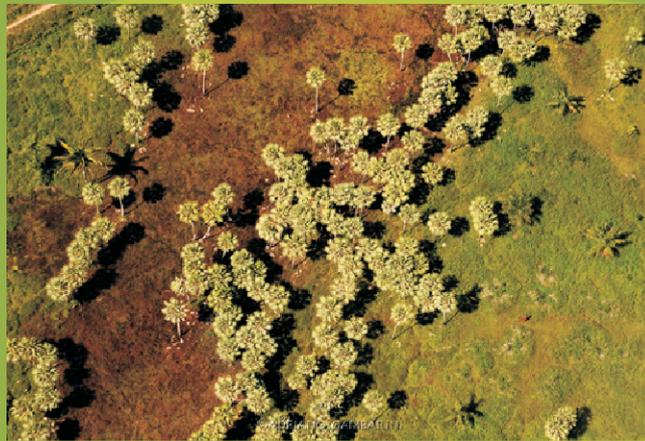


PROJETO PARNÁIBA



Estudo de Impacto Ambiental AHE CACHOEIRA

VOLUME II – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL
TOMO II – AII

Dezembro/2009

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA

APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DE CACHOEIRA 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 Cachoeira e Linha de Transmissão em 69 kV**, como partes de seu processo de licenciamento ambiental.

O **AHE Cachoeira** integra 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 km² abarcando terras dos municípios de Ribeiro Gonçalves e Santa Filomena, no Piauí e Loreto, Sambaíba e Tasso Fragoso, 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 Cachoeira 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 Cachoeira.

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.....	5-2
5.1.1.2.	Classificação Climática da Bacia do Rio Parnaíba.....	5-4
5.1.2.	Pluviometria Regional.....	5-5
5.1.2.1	Regime de Chuvas.....	5-6
5.1.3.	Evaporação Potencial.....	5-8
5.1.4.	Evapotranspiração de Referência.....	5-9
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.	Velocidade e Direção Predominante do Vento.....	5-17
5.1.9.	Insolação e Duração Efetiva do Dia.....	5-18
5.1.10.	Umidade Relativa do Ar.....	5-21
5.2.	RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS.....	5-22
5.2.1.	Caracterização Geral da Bacia Principal.....	5-21
5.2.2.	Rede Hídrica e Estações Fluviométricas.....	5-24
5.2.2.1.	Estações Fluviométricas.....	5-24
5.2.2.2.	Vazões da Rede Hídrica Principal.....	5-26
5.2.3.	Estruturas Hidráulicas Implantadas.....	5-33
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.....	5-36
5.2.4.1	Vazões Médias Mensais.....	5-36
5.2.4.2	Vazões Extremas.....	5-45
5.2.4.3	Vazões Mínimas.....	5-50
5.2.4.4	Remanso.....	5-51
5.2.4.5	Assoreamento e Vida Útil.....	5-55
5.2.4.6	Cálculo do Deflúvio Médio Anual.....	5-56

5.2.4.7 Estimativa da Retenção de Sedimento no Reservatório.....	5-58
5.2.4.8 Estimativa da Carga Anual de Sedimentos.....	5-58
5.2.4.9 Vida Útil do Reservatório.....	5-59
5.3. GEOLOGIA.....	5-62
5.3.1. Geologia Regional.....	5-62
5.3.1.1 Bacia Sedimentar do Parnaíba.....	5-62
5.3.1.2 Principais Estruturas Tectônicas.....	5-63
5.3.2. Geologia Local.....	5-66
5.3.3. Potencial Mineral.....	5-74
5.4. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS E HIDROGEOLOGIA.....	5-78
5.4.1. Aspectos Hidrogeológicos da Bacia Sedimentar do Parnaíba.....	5-78
5.4.2 Principais Aquíferos Identificados.....	5-82
5.4.1. Aspectos Hidrogeológicos da Bacia Sedimentar do Parnaíba.....	5-78
5.4.3. Mapas Potenciométrico e Hidrogeológico.....	5-90
5.4.3.1 Mapas Potenciométrico.....	5-90
5.4.4. Qualidade e Características Principais das Águas Subterrâneas na Região.....	5-94
5.5. GEOTECNIA.....	5-95
5.5.1. Geotecnia Regional.....	5-96
5.6. GEOMORFOLÓGIA.....	5-98
5.6.1. Unidades de Relevo.....	5-98
5.6.2. Tipos de Relevo.....	5-99
5.6.3. Ocorrência de Cavidades Naturais.....	5-101
5.7. PEDOLOGIA.....	5-102
5.7.1. Classes de Solos.....	5-102
5.7.1.1. Critérios Utilizados na Classificação dos Solos.....	5-102
5.7.1.2. Descrição das Unidades de Mapeamento.....	5-104
5.7.2. Aptidão Agrícola das Terras.....	5-106
5.7.3. Suscetibilidade a Erosão dos Solos.....	5-108

Anexo I – Mapa Geológico

Anexo II – Mapa Geomorfológico

Anexo III – Mapa Pedológico

Anexo IV – Mapa Aptidão Agrícola

Anexo V – Mapa de Erodibilidade	
5.8	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....5-111
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
6.1.3.	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 e Resultados.....6-2
6.1.4.2.	Considerações Gerais.....6-33
6.1.4.3.	Referências Bibliográficas.....6-33
Anexo VI - Mapa do Uso do Solo/Vegetação	
Anexo VII – Documentação Fotográfica - Vegetação	
6.1.5.	Fauna.....6-40
6.1.5.1.	Avifauna.....6-40
Referências Bibliográficas.....6-50	
Anexo VIII – Documentação Fotográfica - Avifauna	
6.1.5.2.	Mastofauna.....6-54
Referências Bibliográficas.....6-66	
Anexo IX – Documentação Fotográfica - Mastofauna	
6.1.5.3.	Herpetofauna.....6-71
Anexo X – Documentação Fotográfica - Herpetofauna	
Referências Bibliográficas.....6-107	
6.2	ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS.....6-110
6.2.1	Introdução.....6-110
6.2.2.	Procedimentos Metodológicos.....6-110
6.2.3.	Qualidade da Água.....6-111
6.2.4.	Fitoplâncton.....6-120
6.2.5.	Zooplâncton.....6-125
6.2.6.	Macroinvertebrados Bentônicos.....6-129
6.2.7.	Comparação dos Perfis Longitudinais.....6-132

6.2.8. Macrófitas Aquáticas	6-134
6.2.9. Ictiofauna e Recursos Pesqueiros	6-138
6.2.10. Referências Bibliográficas.....	6-146
7. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - AII DO MEIO SOCIOECONOMICO E CULTURAL.....	7-1
7.1. DEFINIÇÃO E ABRANGÊNCIA AS AII.....	7-1
7.2. ORIGEM E CARACTERIZAÇÃO SÓCIOECONÔMICA DOS MUNICÍPIOS PÓLO.....	7-2
7.2.1. Pólo Sub-Regional - Município de Floriano (PI)	7-2
7.2.2. Pólo Sub-Regional - Município de Teresina (PI)	7-8
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 Cachoeira 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; números 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 futuro AHE Cachoeira. Na **Figura 5.1-1** é apresentada a localização espacial contendo a rede de estações consideradas.

Quadro 5.1-1 Relação dos Municípios com suas Coordenadas Geográficas.

MUNICÍPIOS/COORDENADAS	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE (m)
Amarante	06° 14'	42° 51'	72,0
Flores do Piauí	07° 49'	42° 55'	270,0
Floriano	06° 46'	43° 01'	85,0
Francisco Ayres	06° 37'	42° 41'	130,0
Itaueira	07° 36'	43° 01'	230,0
Jerumenha	07° 05'	43° 30'	120,0
Nazaré do Piauí	06° 58'	42° 40'	54,0
São José do Peixe	07° 29'	42° 34'	160,0
Barão de Grajaú	05° 49'	46° 08'	149,0

Fonte: DHME (2004).

Os municípios relacionados acham-se localizados, entre 05° 49' e 07° 49' de latitude sul e 42° 34' e 46° 08' 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, nessa área tem destaque, uma vez que as terras dos municípios têm altitudes variando de 54,0 m a 270,0 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):

- Sistemas de Norte, representado pela Convergência Intertropical (CIT), 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, esse sistema atua com maior frequência no final de verão e principalmente em outubro, época que alcança sua posição mais meridional, produzindo, conseqüentemente, os máximos pluviométricos.
- 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.

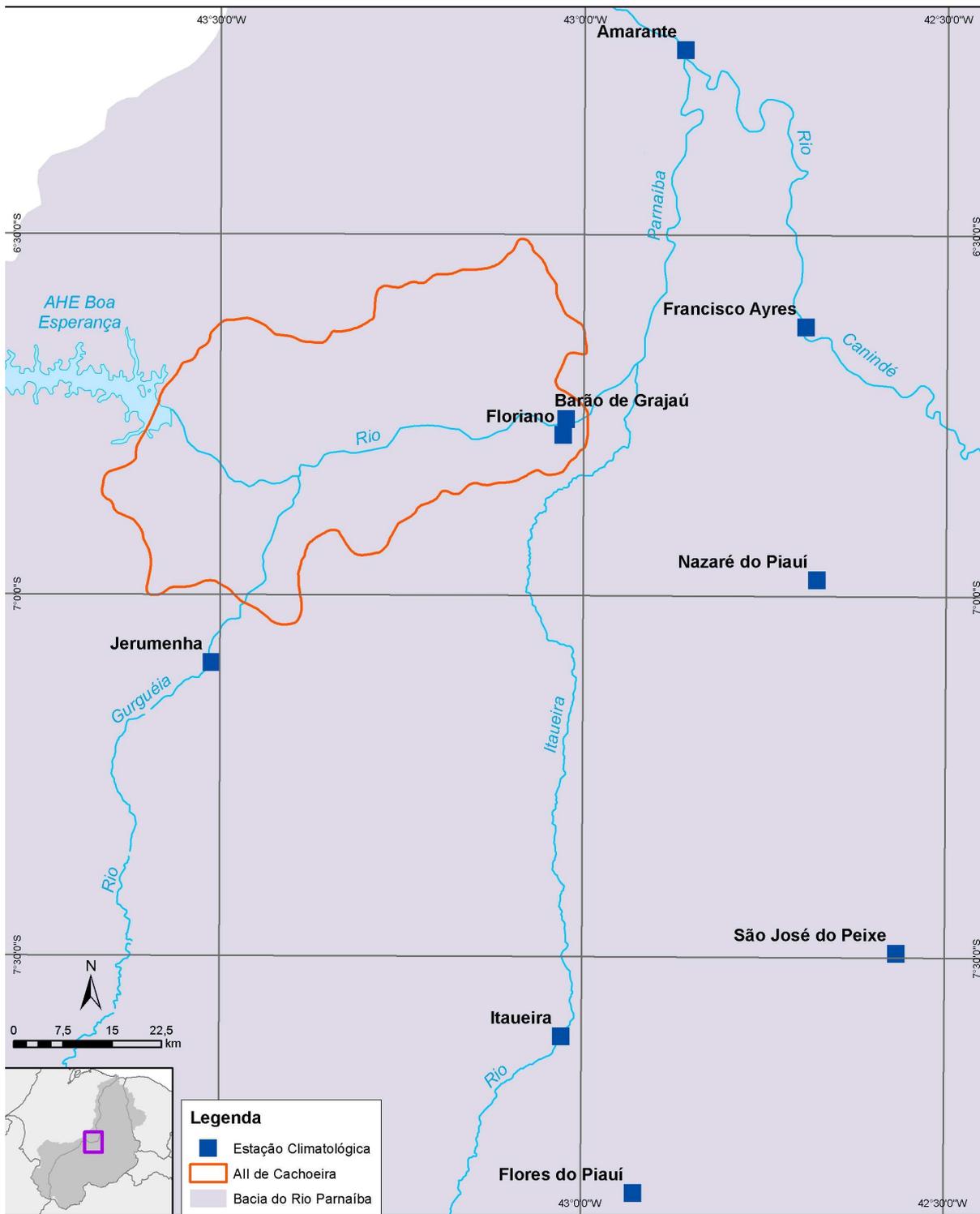


Figura 5.1-1 Localização espacial das estações meteorológicas consideradas.

5.1.1.2. Classificação climática da bacia do rio Parnaíba

O mecanismo do clima atuante na bacia do rio Parnaíba 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.

Condicionada 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 Köeppen, 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. É 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. É 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. É conseqüência 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 Cachoeira, período anual e mensal foram considerados 09 postos localizados na área e vizinhanças da região do aproveitamento, que possuem melhor disponibilidade e qualidade de dados.

A variabilidade de número de anos de observações dos postos pluviométricos na bacia do Rio Parnaíba é muito grande, visto que os pluviômetros foram instalados em tempo e espaço muito diferenciado (**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 46,9 anos de observações, variando de 16,4 anos para Francisco Ayres a 91,5 anos em Floriano (**Gráfico 5.1-1**). Conseqüentemente, no presente estudo foram considerados os anos equivalentes por posto, que é definido como sendo o Somatória $[P_{med} \text{ mês } i / P_{med} \text{ ano} * \text{num.anos} \text{ mês } i]$, $[i=1 \text{ a } 12]$. O conceito de número de anos equivalentes dá mais peso aos meses com maiores percentuais de chuva em relação ao total anual. Assim, a perda de uma informação em um mês de maior precipitação média mensal significa mais do que a perda de informação em um mês de baixa precipitação média mensal.

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

MUNICÍPIO/MESES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Amarante	91	91	91	91	91	90	90	91	90	91	92	92	91,1
Flores do Piauí	41	40	40	41	41	40	40	40	40	39	40	40	40,3
Floriano	91	91	91	91	91	91	92	92	92	92	92	92	91,3
Francisco Ayres	16	16	16	16	16	17	17	17	16	16	17	17	16,2
Itaueira	42	42	41	42	42	40	40	40	41	41	41	41	41,5
Jerumenha	39	40	40	39	39	41	41	41	40	42	40	41	39,9
Nazaré do Piauí	41	41	41	41	41	41	41	41	42	41	42	42	41,2
São José do Peixe	41	41	39	40	38	41	41	41	41	41	40	39	40,0
Grajaú	20	20	20	20	19	20	20	20	20	21	20	21	20,1
MÉDIA	46,9	46,9	46,6	46,8	46,4	46,8	46,9	47,0	46,9	47,1	47,1	47,2	46,9

Anos equivalentes por posto = Soma $[P_{med} \text{ mês } i / P_{med} \text{ ano} * \text{Num.anos} \text{ mês } i]$, $i=1 \text{ a } 12$

Fonte: DHME (2004)

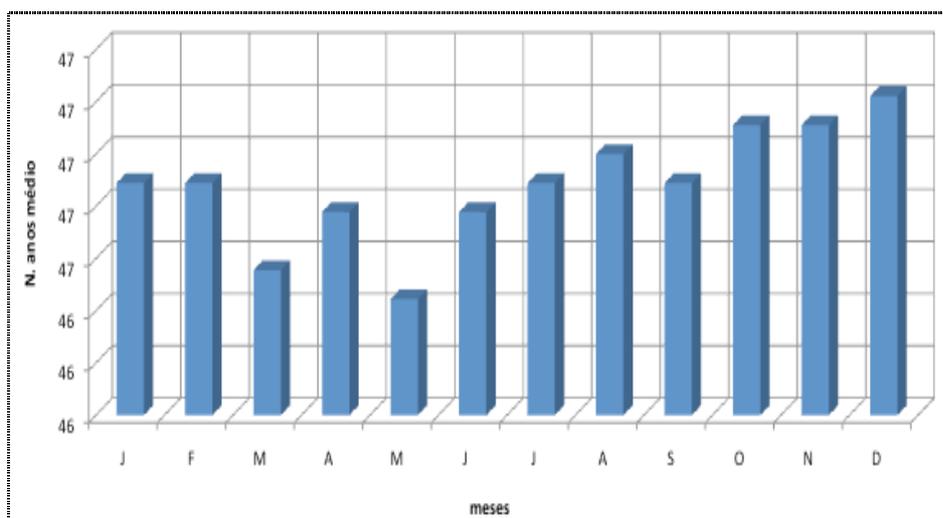


Gráfico 5.1-1 Número médio de anos com observações de chuvas

Fonte: DHME (2004).

5.1.2.1. Regime de chuvas

A área de influência climatológica do AHE Cachoeira está incluída no regime de precipitação da Região Sul do estado do Piauí, cujo período chuvoso inicia-se com chuva de pré-estação no mês de novembro e prolonga-se até o mês de abril (**Quadro 5.1-3**).

Quadro 5.1-3 Precipitações médias mensais (mm) em municípios situados na área de influência do AHE Cachoeira.

MUNICÍPIO/MESES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
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	1280,3
Flores do Piauí	145,1	149,6	152,7	90,5	29,5	2,4	0,7	0,2	4,4	42,1	100,3	106,6	824,1
Floriano	153,9	165,4	193,4	109,2	32,2	7,5	3,4	1,9	11,2	53,2	101,1	118,2	950,7
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	1007,7
Itaueira	160,9	137,2	165,5	101,2	24,6	2,5	2,9	1,0	7,3	37,4	105,2	157,7	903,3
Jerumenha	193,0	175,0	183,6	124,8	31,4	4,4	1,1	0,7	7,1	40,2	118,2	144,9	1024,4
Nazaré do Piauí	180,6	159,2	186,8	121,1	32,2	6,6	2,4	0,5	11,8	36,8	92,5	123,2	953,7
São José do Peixe	169,8	162,4	184,6	117,9	27,0	5,0	2,0	1,6	7,1	37,3	80,3	126,6	921,6
Grajaú	180,3	247,7	242,5	177,8	62,8	14,0	9,9	9,7	28,9	66,2	109,3	129,7	1279,0
MÉDIA	173,6	172,5	199,8	134,4	37,4	6,8	3,0	2,1	11,5	43,5	100,9	130,4	1016,1

Fonte: DHME (2004).

Os meses de maiores incidências de chuva vão de janeiro a março. A distribuição espacial dos totais anuais de chuva dos municípios da área de influência do empreendimento varia de 824,1 a 1.280,3 mm, enquanto que a média anual para esse grupo de municípios é de 1.016,1 mm.

Apesar dos índices pluviométricos relativamente elevados, as distribuições espacial, temporal, inter e intramensal e anual são irregulares devido aos fatores provocadores de

chuvas na região sofrerem bloqueios atmosféricos.

A compreensão do regime climático se completa com a análise do regime sazonal de precipitações. Embora a Região Sul do estado do Piauí tenha 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 novembro a abril, correspondendo a aproximadamente a 85% da precipitação total anual. Fevereiro e março são os meses mais chuvosos, com uma precipitação média de 38,0% da precipitação anual (média mensal para o grupo de municípios de 172,5 e 199,8 mm, respectivamente); vale destacar que os primeiros quatro meses do ano são responsáveis por 66% 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 Cachoeira variando de 2,1 a 43,5 mm. O trimestre mais seco nesses municípios é de junho a agosto, com valores médios mensais inferiores a 10 mm. Ademais, o período de junho a setembro registra 23,8 mm de chuva para as médias mensais no grupo de municípios em questão.

Os veranicos nesta área de estudo ocorrem nos meses de dezembro a fevereiro com intensidade moderada a forte, sendo registrados veranicos entre 17 e 22 dias de ocorrências do citado parâmetro climático. Para uma melhor visualização e entendimento dos elementos meteorológicos são apresentados os valores históricos por município e a representação média dos referidos elementos trabalhados são mostrados em tabelas e gráficos. As principais características pluviométricas desses nove postos encontram-se no **Quadro 5.1-3** e nos **Gráficos 5.1-2 e 5.1-3**.

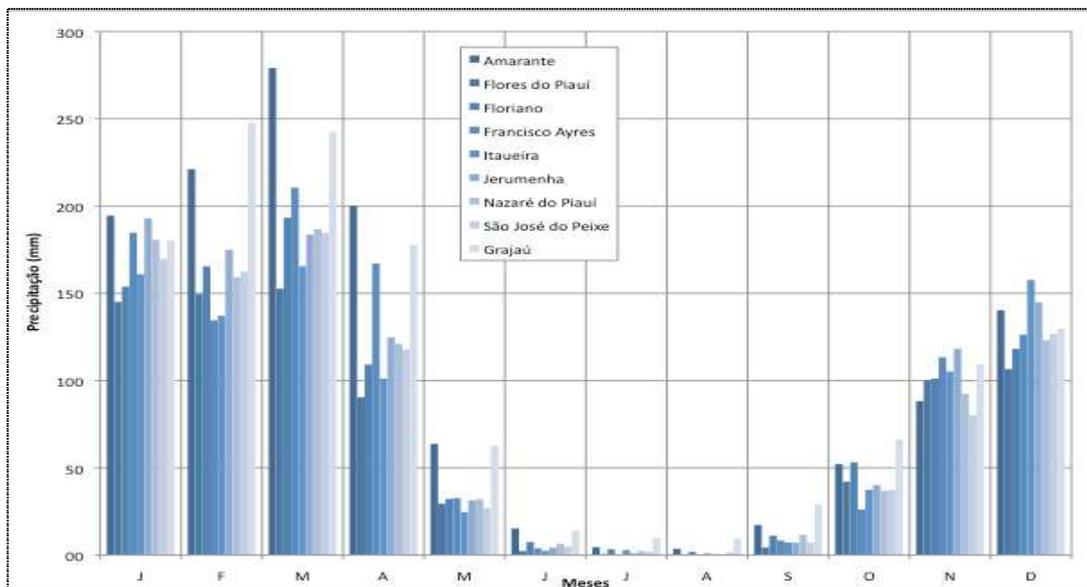


Gráfico 5.1-2 Precipitações médias mensais em municípios situados na área de influência do AHE Cachoeira.

Fonte: DHME (2004).

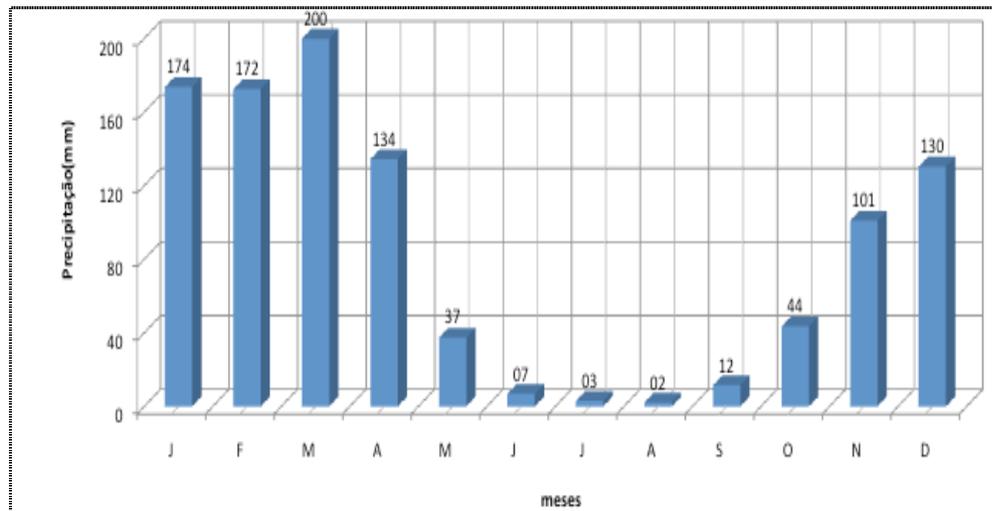


Gráfico 5.1-3 Precipitações médias mensais para o grupo de municípios presentes na área de influência do AHE Cachoeira

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.

O comportamento sazonal e espacial da evaporação é apresentado no **Quadro 5.1-4**, onde se observam valores de evaporação mensais compreendidos entre 55,8 mm, no mês de fevereiro no município de Barão de Grajaú (MA) e 307,3 mm, no mês de setembro no município de Amarante. Os valores médios anuais assinalados nos municípios oscilam de 1.313,6 a 2.751,0 mm. O **Gráfico 5.1-4** mostra os valores médios mensais da evaporação de referência para a área de influência do AHE Cachoeira, onde as taxas de evaporação estão nos meses de agosto a novembro. A taxa de evaporação média anual nos municípios considerados é de 2.441,4 mm, valor bastante alto quando comparado à precipitação (1.016,1 mm).

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

MUNICÍPIO/MESES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
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	2748,4
Flores do Piauí	174,0	146,3	172,9	164,0	169,7	157,7	165,5	202,9	245,3	260,8	224,3	194,0	2277,5
Floriano	203,8	170,8	198,9	193,4	208,1	201,9	218,3	262,6	297,2	301,4	268,3	226,2	2751,0
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	2713,7
Itaueira	185,1	156,6	183,2	174,9	182,1	171,1	180,3	217,0	254,0	266,9	232,8	204,0	2408,0
Jerumenha	187,1	157,4	187,0	182,1	194,2	185,7	200,4	248,3	291,8	295,9	249,1	208,1	2587,2
Nazaré do Piauí	194,3	162,1	187,3	178,9	187,9	179,7	190,7	230,1	265,7	279,1	250,6	217,2	2523,6
São José do Peixe	200,5	168,1	194,8	185,9	197,7	191,5	201,2	247,2	282,7	292,6	265,2	222,2	2649,6
Grajaú	68,5	55,8	60,2	64,9	88,5	123,4	163,4	183,7	159,1	161,3	100,3	84,5	1313,6
MÉDIA	180,1	150,6	175,1	169,1	181,6	178,5	194,0	234,6	265,2	273,7	237,5	201,5	2441,4

Fonte: DHME (2004).

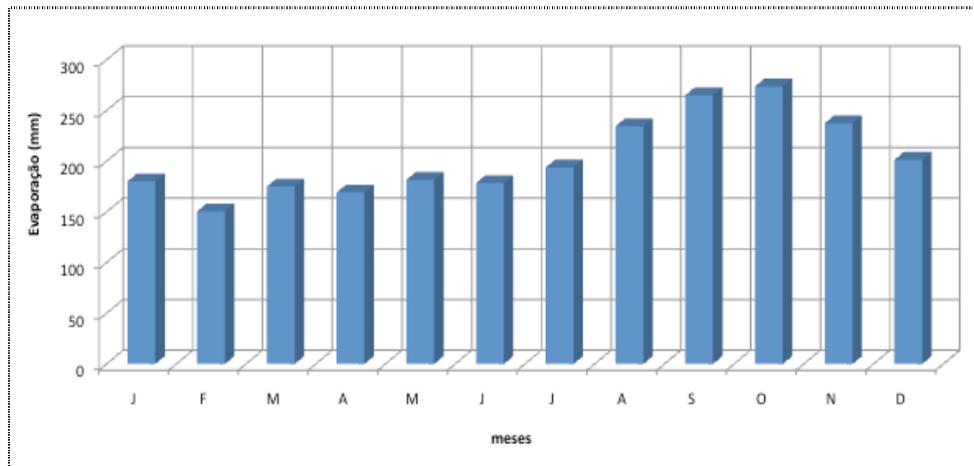


Gráfico 5.1-4 Evaporação de referência da área de influência do AHE Cachoeira.

Fonte: DHME (2004).

5.1.4. Evapotranspiração de referência

Vem a ser o 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 79,7 mm, no mês de fevereiro, e máximo de 262,4 mm, no mês de agosto, ambos extremos para o município de Barão de Grajaú, no estado do Maranhão. Os valores anuais de evapotranspiração de referência de cada município oscilam de 1.594,2 a 1.925,7 mm.

Quadro 5.1-5 Evapotranspiração de referência (mm) da área de influência do AHE Cachoeira

MUNICÍPIO/MESES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
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	1923,9
Flores do Piauí	121,8	102,4	121,0	114,8	118,8	110,4	115,9	142,0	171,7	182,6	157,0	135,8	1594,2
Floriano	142,7	119,6	139,3	135,4	145,7	141,3	152,8	183,8	208,1	211,0	187,8	158,3	1925,7
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	1899,6
Itaueira	129,5	109,6	128,2	122,4	127,4	119,7	126,2	151,9	177,8	186,8	163,0	142,8	1685,6
Jerumenha	131,0	110,2	130,9	127,5	136,0	130,0	140,3	173,8	204,3	207,1	174,4	145,6	1811,0
Nazaré do Piauí	136,0	113,5	131,1	125,2	131,6	125,8	133,5	161,1	186,0	195,3	175,4	152,1	1766,5
São José do Peixe	140,4	117,7	136,3	130,1	138,4	134,1	140,9	173,1	197,9	204,8	185,6	155,5	1854,7
Grajaú	97,9	79,7	86,0	92,7	126,4	176,3	233,4	262,4	227,3	230,4	143,3	120,7	1876,5
MÉDIA	131,6	109,9	127,4	123,6	134,3	135,0	149,0	179,1	198,5	204,7	174,3	147,9	1815,3

Fonte DHME (2004).

A evapotranspiração de referência média da área de influência (**Gráfico 5.1-5**) indica que os meses de maiores evapotranspiração estão centrados entre agosto e novembro, com oscilação de 179,1 a 204,7 mm. A evapotranspiração anual média da área de influência é de 1.815,3 mm, valor bastante elevado quando comparado à precipitação média.

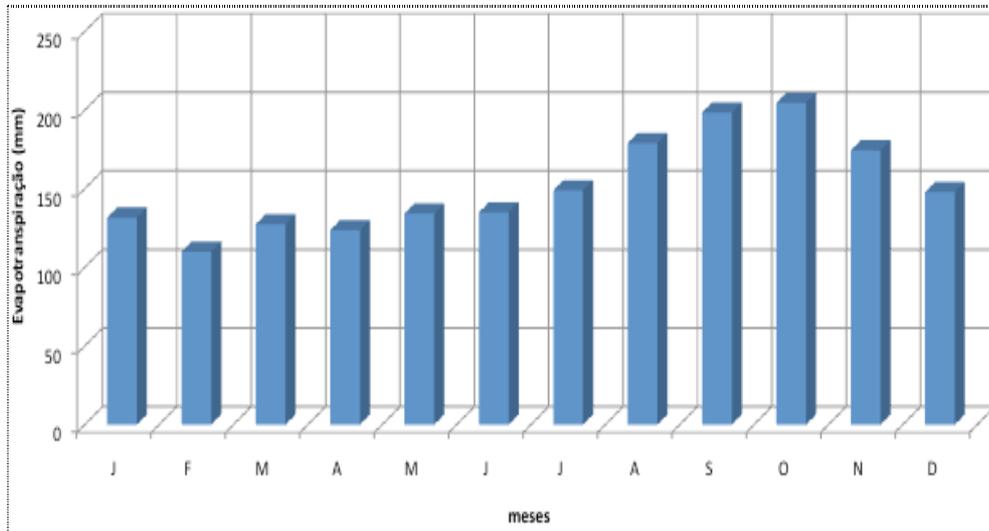


Gráfico 5.1-5 Evapotranspiração de referência média da área de influência do AHE Cachoeira.

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

5.1.5. Balanço hídrico

O 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. 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.

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, ocorrerão 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 nulo.

Quadro 5.1-6 Balanço hídrico médio segundo Thorntwaite e Mather para a região do aproveitamento Cachoeira.

LOCAL: REGIÃO CENTRAL DA ÁREA CLIMATOLÓGICA DO AHE CACHOEIRA									
LATITUDE: 06° 47' S			LONGITUDE: 43° 20' W			ALTITUDE (m): 156m			
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	26,1	173,6	131,6	42,0	42,0	42,0	131,6	0,0	0,0
FEV	25,7	172,5	109,9	62,5	100,0	58,0	109,9	4,6	0,0
MAR	26,1	199,8	127,4	72,4	100,0	0,0	127,4	72,4	0,0
ABR	26,2	134,4	123,6	10,8	100,0	0,0	123,6	10,8	0,0
MAI	26,3	37,4	134,3	-96,9	3,1	-96,9	134,3	0,0	0,0
JUN	26,3	6,8	135,0	-128,1	0,0	-3,1	9,9	0,0	125,0
JUL	26,5	3,0	149,0	-146,0	0,0	0,0	3,0	0,0	146,0
AGO	27,6	2,1	179,1	-176,9	0,0	0,0	2,1	0,0	176,9
SET	28,9	11,5	198,5	-187,0	0,0	0,0	11,5	0,0	187,0
OUT	28,8	43,5	204,7	-161,1	0,0	0,0	43,5	0,0	161,1
NOV	28,0	100,9	174,3	-73,4	0,0	0,0	100,9	0,0	73,4
DEZ	26,8	130,4	147,9	-17,5	0,0	0,0	130,4	0,0	17,5
ANO	26,9	1016,1	1815,3	-799,2	345,1	0,0	928,4	87,7	886,9

T = Temperatura média em graus Celsius

ÍNDICES (%):

P = Precipitação climatológica

ÍNDICE DE ARIDEZ (IA): **48,9**

EVP = Evapotranspiração Potencial

ÍNDICE DE UMIDADE (IU): **4,8**

P-EVP = Precipitação - Evapotranspiração Potencial

ÍNDICE HÍDRICO (IM): **-24,5**

ARM = Armazenamento

EVR = Evaporação Real

EXC = Excedente

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 $IM=100EXC-60DEF/EP$

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.

As temperaturas médias desta região oscilam de 25,7 a 28,9°C, com valor anual médio de 26,9°C. Quando não é detectado excedente, significa que a precipitação é igual ou

aproximada à evaporação real anual. Na área estudada foram detectados excedentes nos meses de 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 dezembro, com exceção nos meses de janeiro a abril, que se apresentam com valor zero. Segundo a classificação de Thornthwaite & Mather (1955), o clima é tropical semi-árido seco, com duração do período seco de quatro (4) meses. A evaporação real durante o percurso dos meses de novembro a maio é de elevada significância (**Gráfico 5.1-6**).

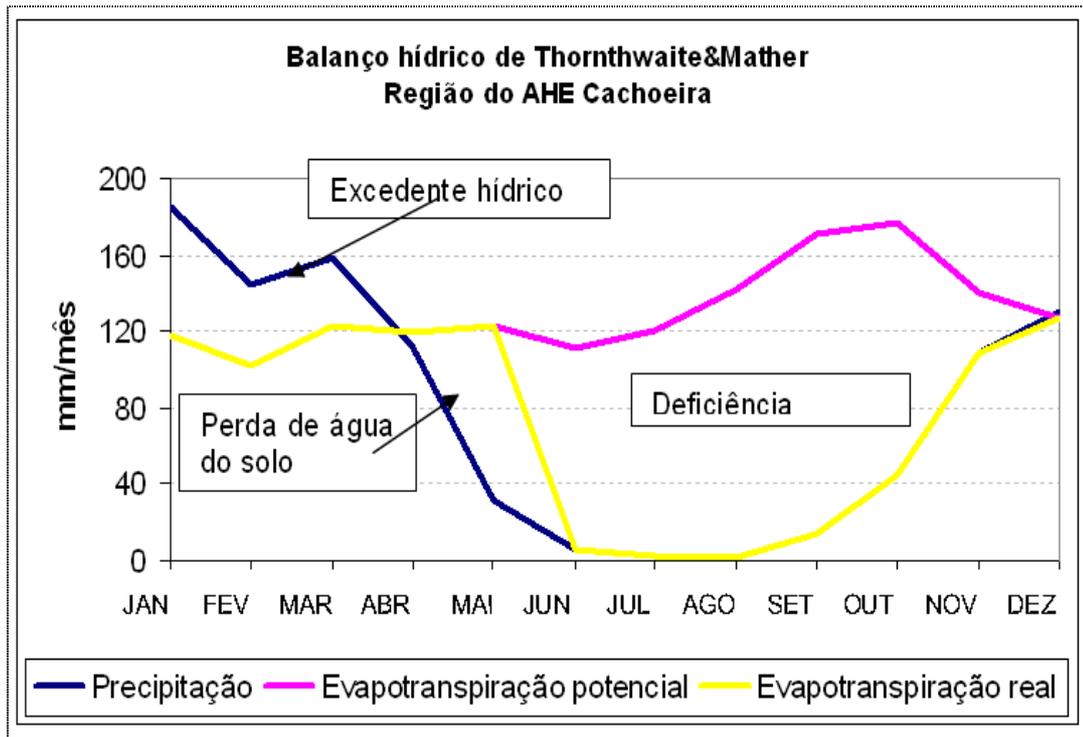


Gráfico 5.1-6 Comportamento médio da água no solo da área de influência do aproveitamento Cachoeira

5.1.6. Temperaturas do Ar e Amplitude Térmica

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

No **Quadro 5.1-7** e no **Gráfico 5.1-7** é apresentada a variação da temperatura média mensal da área de influência do AHE Cachoeira. As menores flutuações ocorrem no mês de fevereiro, com valores oscilando de 25,0°C a 25,9°C. Nos meses de setembro e outubro, a flutuação da temperatura média é mais elevada e oscila entre 27,3°C e 29,5°C. Nos demais meses, a flutuação é aleatória e não segue um comportamento padronizado. A temperatura média dos municípios que compõem a área de influência do AHE Cachoeira é de 26,9°C e as médias anuais municipais oscilam entre 26,1°C e 27,4°C.

Quadro 5.1-7. Temperaturas Médias Mensais (°C) da Área de Influência do AHE Cachoeira

MUNICÍPIO/MESES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	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	27,4
Flores do Piauí	25,4	25,0	25,6	25,5	25,5	25,3	25,4	26,5	27,9	28,1	27,2	26,1	26,1
Floriano	26,4	25,9	26,4	26,4	26,7	26,8	27,1	28,4	29,5	29,4	28,6	27,1	27,4
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	27,4
Itaueira	25,6	25,2	25,7	25,7	25,8	25,6	25,8	26,9	28,3	28,4	27,4	26,3	26,4
Jerumenha	26,0	25,6	26,2	26,3	26,5	26,4	26,7	27,9	29,2	29,1	28,0	26,6	27,0
Nazaré do Piauí	26,4	25,9	26,4	26,4	26,7	26,8	27,0	28,3	29,4	29,3	28,7	27,1	27,4
São José do Peixe	26,3	25,8	26,3	26,3	26,6	26,6	26,8	28,1	29,3	29,3	28,6	27,0	27,3
Grajaú	25,8	25,7	25,9	26,1	25,9	25,5	25,3	26,0	27,3	27,3	26,7	26,2	26,1
MÉDIA	26,1	25,7	26,1	26,2	26,3	26,3	26,5	27,6	28,9	28,8	28,0	26,8	26,9

Fonte: DHME (2004).

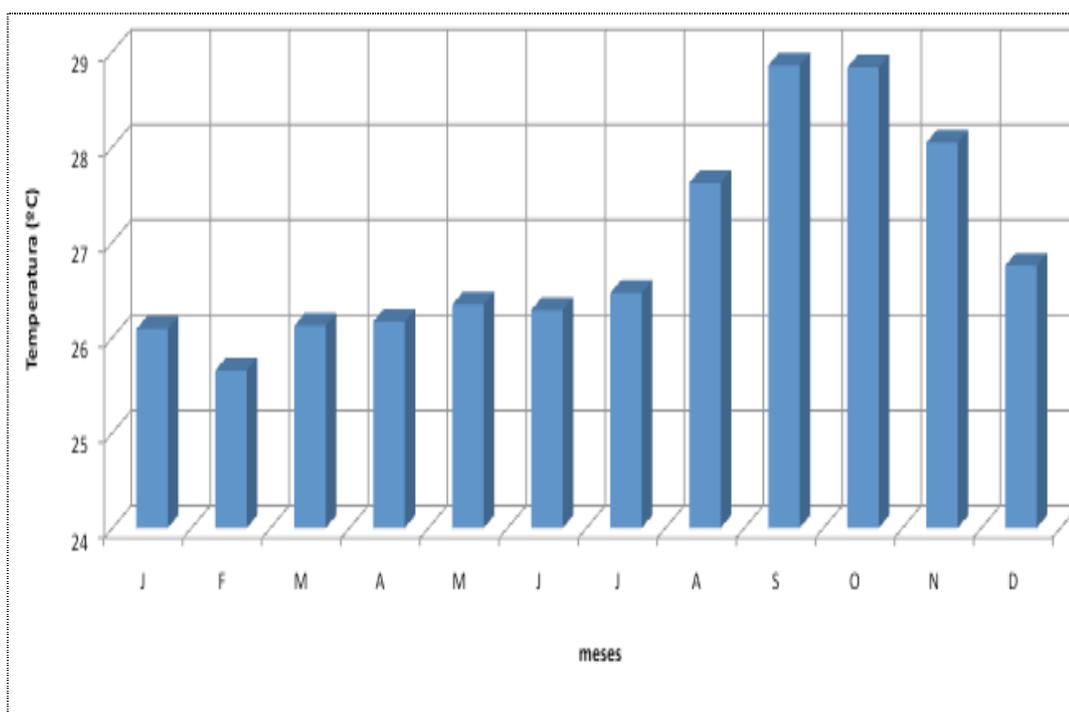


Gráfico 5.1-7 Temperaturas médias mensais da área de influência do AHE Cachoeira.

Fonte: DHME (2004).

O período de maior incidência de temperaturas máximas vai de junho à primeira quinzena do mês de novembro, com os valores variando entre 32,1°C e 36,7°C. A partir da segunda quinzena de novembro, 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 (**Quadro 5.1-8 e Gráfico 5.1-8**).

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

MUNICÍPIO/MESES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	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	33,6
Flores do Piauí	31,0	30,4	31,3	31,1	31,6	32,1	32,6	34,0	35,1	34,8	33,7	32,1	32,5
Floriano	31,9	31,0	31,9	32,0	32,8	33,5	34,2	35,7	36,7	36,0	35,1	33,2	33,7
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	33,6
Itaueira	31,2	30,5	31,5	31,3	31,9	32,4	32,9	34,4	35,5	35,1	33,9	32,3	32,7
Jerumenha	31,4	30,7	31,7	31,8	32,5	33,2	34,0	35,5	36,5	35,8	34,5	32,6	33,4
Nazaré do Piauí	32,1	31,1	32,0	32,0	32,8	33,3	33,9	35,4	36,5	36,0	35,2	33,3	33,6
São José do Peixe	32,0	31,1	32,0	32,0	32,8	33,3	33,8	35,2	36,4	35,8	35,1	33,2	33,6
Grajaú	31,5	31,3	31,3	31,7	32,3	32,9	33,7	34,9	35,2	34,3	33,1	32,2	32,9
MÉDIA	31,7	30,9	31,7	31,7	32,4	33,0	33,7	35,1	36,1	35,5	34,6	32,8	33,3

Fonte: DHME (2004).

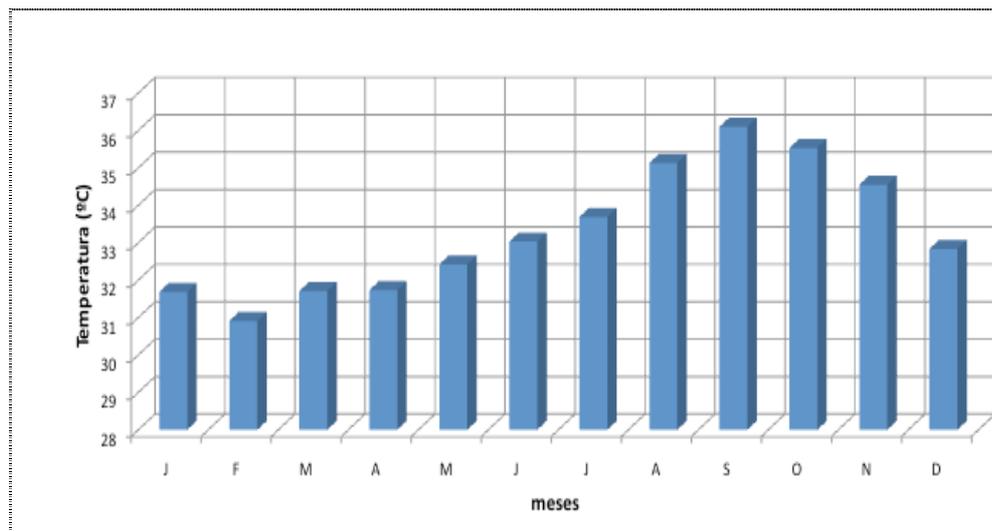


Gráfico 5.1-8 Temperaturas médias máximas da área de influência do AHE Cachoeira

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

No **Quadro 5.1-9** e no **Gráfico 5.1-9** observa-se a variação das temperaturas mínimas médias mensais para as estações consideradas na avaliação climatológica do AHE Cachoeira. As menores flutuações ocorrem nos meses de junho a agosto, com valores oscilando de 17,6°C a 21,4°C. Nos demais meses, a flutuação é aleatória e não segue critério padronizado.

A representação média da temperatura mínima da área de influência do aproveitamento Cachoeira (**Gráfico 5.1-9**) indica oscilação entre 19,9°C e 22,6°C; a temperatura média mínima anual da área da bacia é de 21,4°C.

QUADRO 5.1-9. Temperaturas Mínimas Médias Mensais (°C) da área de influência do AHE Cachoeira

MUNICÍPIO/MESES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	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	22,0
Flores do Piauí	21,1	21,2	21,0	21,0	20,4	19,4	19,1	19,5	21,2	21,8	21,8	21,3	20,7
Floriano	22,0	22,1	21,9	22,0	21,6	20,9	20,6	21,4	22,8	23,1	23,0	22,3	22,0
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	22,0
Itaueira	21,3	21,4	21,2	21,3	20,7	19,7	19,4	19,9	21,5	22,1	22,0	21,5	21,0
Jerumenha	21,7	21,9	21,7	21,9	21,4	20,5	20,2	20,9	22,3	22,7	22,5	21,9	21,6
Nazaré do Piauí	22,0	22,0	21,8	21,9	21,4	20,8	20,5	21,3	22,8	23,2	23,1	22,3	21,9
São José do Peixe	21,8	21,9	21,6	21,7	21,2	20,5	20,2	21,2	22,7	23,2	23,1	22,2	21,8
Grajaú	20,7	20,7	20,9	21,0	20,1	18,6	17,6	17,9	20,1	20,9	21,0	21,0	20,0
MÉDIA	21,7	21,7	21,6	21,7	21,1	20,2	19,9	20,5	22,1	22,6	22,5	21,9	21,4

Fonte: DHME (2004).

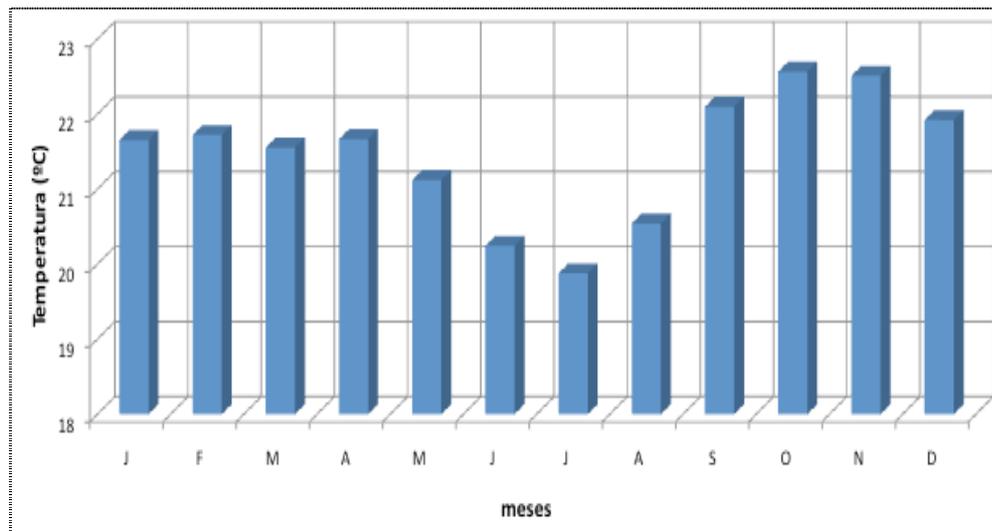


Gráfico 5.1-9 Temperaturas mínimas médias mensais (°C) da área de influência do AHE Cachoeira.

Fonte: DHME (2004).

Uma apreciação ilustrativa da variação dos extremos em relação às médias das temperaturas diárias, mês a mês, na região do AHE Cachoeira, pode ser realizada a partir dos dados divulgados para a estação climatológica de Floriano, apresentados no **Quadro 5.1-10**.

Quadro 5.1-10. Temperaturas Médias Mensais e Absolutas na Estação Climatológica de Floriano.

Mês	Temperatura (°C)				
	Médias Mensais			Absolutas	
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Máxima
Janeiro	22,4	26,1	31,1	18,6	38,6
Fevereiro	22,5	25,9	30,9	21,0	38,1
Março	22,7	26,1	31,5	19,4	37,9
Abril	22,5	26,3	30,0	19,5	36,9
Maió	21,9	26,6	30,7	17,0	37,4
Junho	21,3	24,6	33,5	16,5	38,0
Julho	21,4	25,0	33,8	16,4	37,7
Agosto	22,4	28,8	35,4	15,7	38,8
Setembro	23,9	29,6	36,2	16,4	40,2
Outubro	23,8	28,8	35,2	18,8	39,6
Novembro	23,3	30,2	33,9	20,3	40,4
Dezembro	22,8	26,3	32,1	19,4	39,3
ANO	22,6	27,0	32,9	15,7	40,4

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

A amplitude térmica média da área da bacia (**Gráfico 5.1-10**) oscila entre 9,2°C e 14,6°C. Os meses de ocorrência de amplitude térmica elevada vão de junho a novembro, com valores variando de 12,5°C a 14,6°C; janeiro e fevereiro são os meses de mínima amplitude, com flutuação entre 9,1°C e 10,6°C. A amplitude térmica média anual da área de influência do AHE Cachoeira é de 11,8°C.

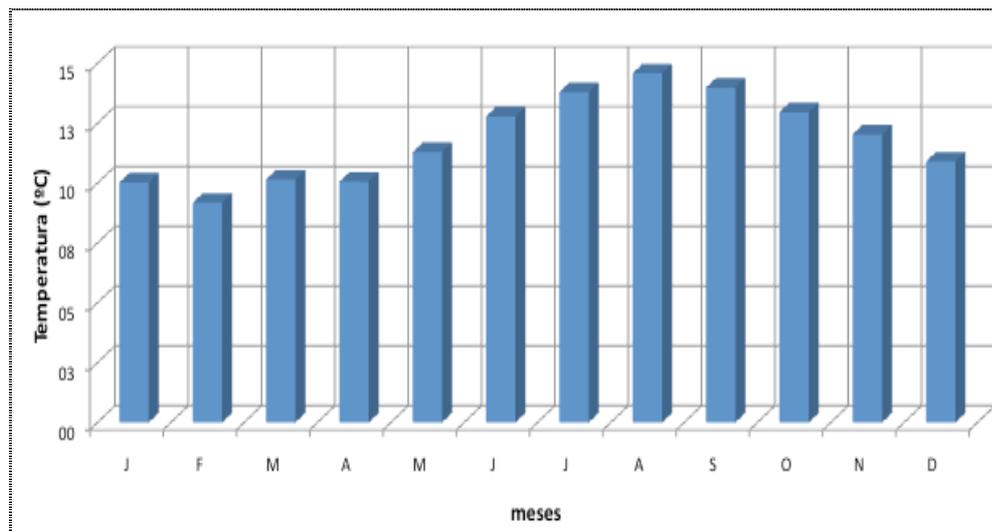


Gráfico 5.1-10 Representação da amplitude térmica média da área de influência do AHE Cachoeira.

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 **Gráfico 5.1-11** apresenta a flutuação da nebulosidade média nos postos estudados. Observam-se flutuações bem significativas entre os meses e variações que se refletem nos índices pluviométricos. A nebulosidade anual média da área da bacia oscila de 2,9 décimos (mínima), nos meses de julho e agosto, a 7,6 décimos (máxima), nos meses de janeiro e fevereiro. A média anual da nebulosidade para a área da bacia é de 5,5 décimos.

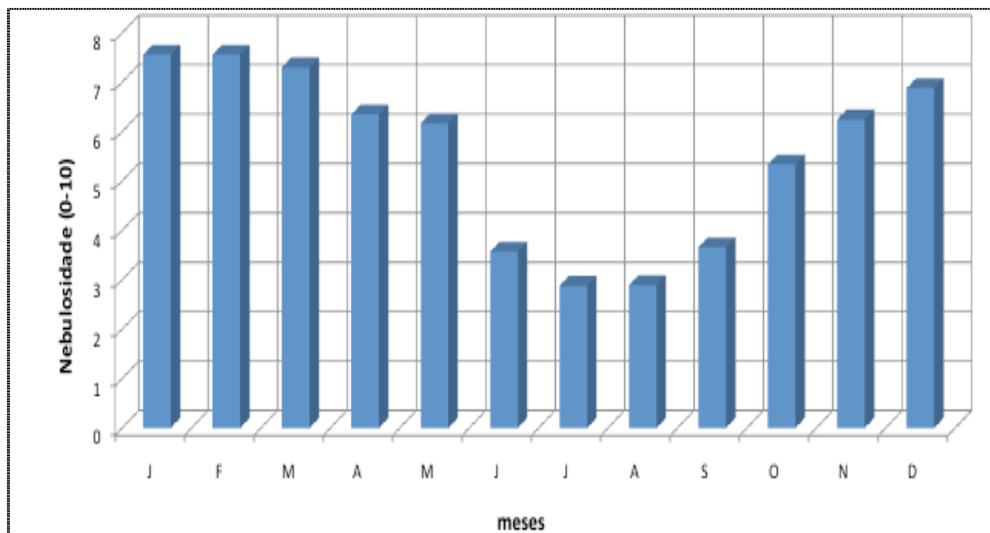


Gráfico 5.1-11 Nebulosidade (0-10) média nos postos estudados para o AHE Cachoeira.

Fonte: DHME (2004).

5.1.8. Velocidade e direção predominante do vento

O **Gráfico 5.1-12** mostra as flutuações médias mensais da velocidade do vento (m/s) da área de influência do AHE Cachoeira. Nos meses de abril, maio, setembro, outubro e novembro têm-se as menores intensidades de vento, com oscilações entre 1,3 e 1,5 m/s. Já nos meses de janeiro, fevereiro, março, junho, julho, agosto e dezembro as flutuações do vento são mais significativas, com 1,6 a 1,8 m/s, devido às oscilações dos sistemas atmosféricos atuantes. Salienta-se que nestes cálculos não foram contabilizadas as rajadas de ventos. A velocidade média anual do vento na área da bacia é de 1,6 m/s.

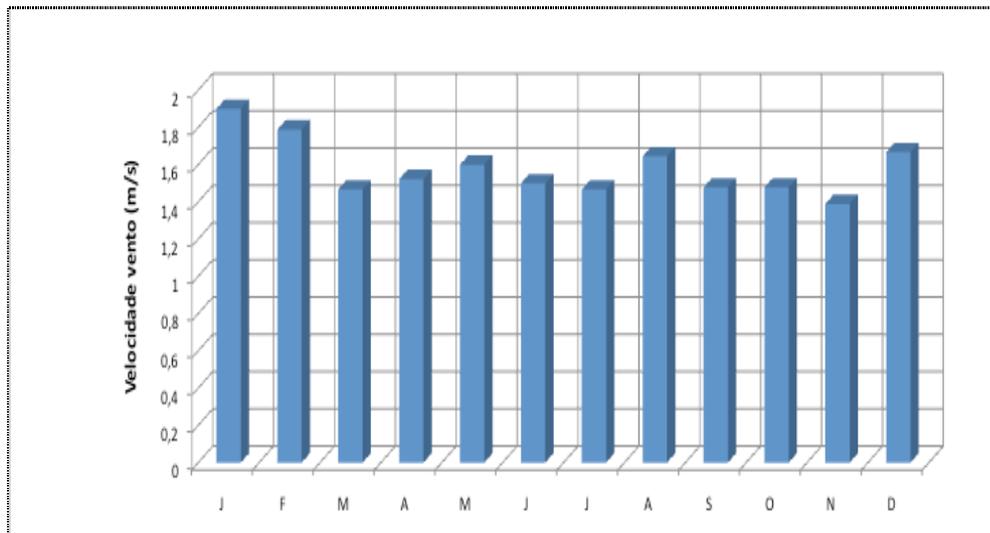


Gráfico 5.1-12 Velocidade vento média nos postos estudados para o AHE Cachoeira
 Fonte: DHME (2004).

A direção predominante do vento anual nos municípios da área de influência do AHE Cachoeira (**Quadro 5.1-11**) oscila de leste-sudeste (E-SE), passando por nordeste-sudeste (NE-SE) e sudeste-nordeste (SE-NE).

Quadro 5.1-11. Direção predominante do vento média nos postos estudados para o AHE de Cachoeira

MUNICÍPIO/MESES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	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
Flores do Piauí	E-SE	E	SE-E	E-SE	SE-E	NE-SE	E	E-SE	E-N	SE-E	N-E	NE-E	E-SE
Florianópolis	SE-NE	NE-SE	NW	SE	SW	E-SE	NE	NW	NE	NE	SE-NE	NE-SE	SE-NE
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
Itaueira	NE	N	E-SE	NE	E-SE	NE-SE	N	E-SE	NE-SE	NE-SE	NE-SE	NE-E	NE-SE
Jerumenha	E-SE	E-NE	NE	E-SE	SE-E	E-SE	E-SE	SE	NE	E-SE	SE-NE	NE-SE	SE-NE
Nazaré do Piauí	E-SE	NE-SE	SE-S	SE-E	NE-SE	NE-SE	E-SE	SE	SE	E-SE	NE-SE	SE-NE	SE-NE
São José do Peixe	E-SE	NE-SE	SE-S	E-SE	S-W	SE-S	E-SE	SE-S	SE	E-SE	SE	SW	E-SE
Grajaú	SE-NE	SE	NE	E-SE	E	SE	NE	SE	NE	SW	E	NE	SE-NE

Fonte: DHME (2004).

5.1.9. Insolação e duração efetiva do dia (fotoperíodo)

As oscilações da insolação são observadas no **Quadro 5.1-12** para a área de influência do AHE Cachoeira. Nota-se, durante os meses de dezembro a abril, uma redução da incidência da radiação direta sobre a superfície, visto que, nesse período, está ocorrendo a estação chuvosa; sua oscilação fica entre 116,7 a 195,0 horas por mês. 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 196,3 e 283,3 horas por mês.

As insolações médias anuais intermunicipais variam de 2.193,4 a 2.666,2 horas de insolação total.

Quadro 5.1-12. Insolação média estimada na área de influência do AHE Cachoeira

MUNICÍPIO/MESES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	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
Flores do Piauí	195,4	159,5	179,1	178,0	238,8	264,0	280,0	282,3	259,9	240,0	200,0	189,2	2666,2
Floriano	156,5	134,3	167,1	194,4	249,2	262,4	292,2	281,6	262,8	221,2	196,3	166,8	2584,8
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
Itaueira	193,2	159,3	182,3	170,3	238,5	264,5	278,8	283,3	259,1	239,9	199,8	189,4	2658,4
Jerumenha	157,4	135,5	168,3	193,8	240,0	262,5	280,0	282,0	258,8	221,0	222,2	166,7	2588,2
Nazaré do Piauí	159,3	136,5	170,1	193,8	243,3	262,3	278,6	281,4	257,7	221,0	224,4	166,3	2594,7
São José do Peixe	160,0	137,0	171,0	194,0	244,3	261,9	278,1	280,0	257,0	220,8	220,0	166,6	2590,7
Grajaú	140,8	116,7	134,4	163,4	215,5	246,9	265,6	253,7	206,1	160,0	147,0	143,3	2193,4
MÉDIA	164,8	138,6	167,9	185,8	238,1	261,2	278,6	279,1	252,2	219,8	211,2	171,1	2568,5

Fonte: DHME (2004).

A representação gráfica da insolação total encontra-se no **Gráfico 5.1-13**, onde se podem observar as flutuações e variações mês a mês para cada município da área estudada, enquanto no **Gráfico 5.1-14** são apresentadas as médias para o grupo de municípios considerados para a área de influência do AHE Cachoeira. A média anual da área estudada é 2.568,5 horas de brilho solar. O período de maio a novembro apresenta os maiores valores de insolação; a partir da segunda quinzena de novembro e prolongando-se até a primeira quinzena do mês de maio observamos uma redução significativa nos referidos índices de insolação.

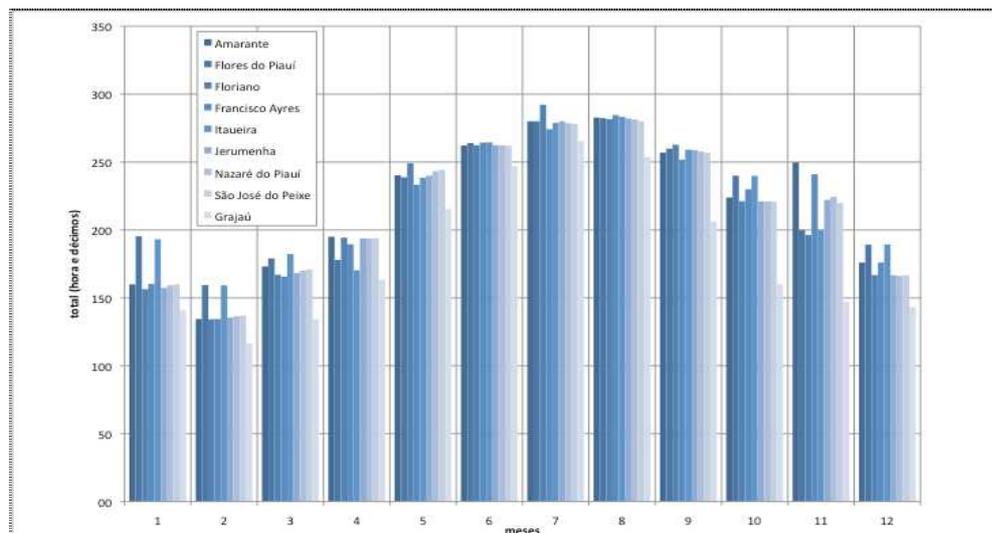


Gráfico 5.1-13 Insolação média dos municípios em hora e décimo da área de influência do AHE Cachoeira

Fonte: DHME (2004).

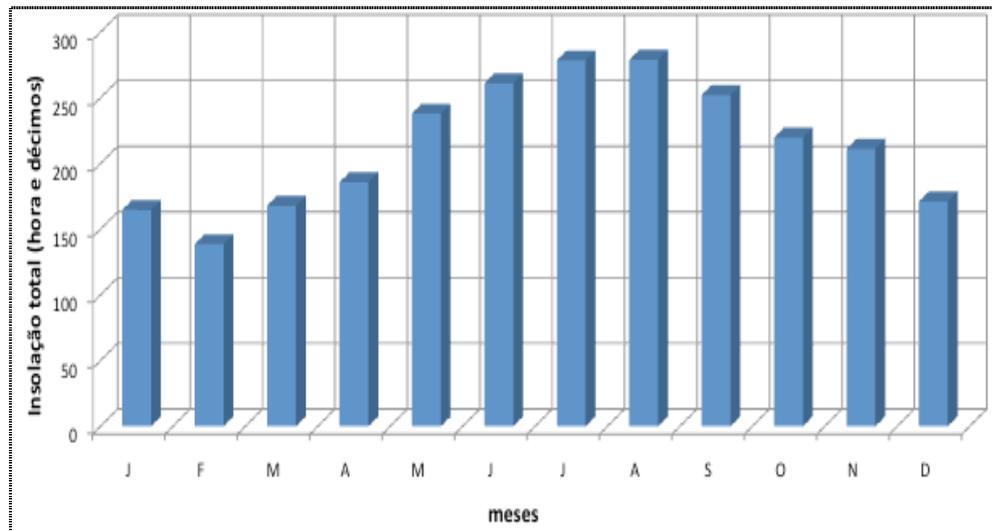


Gráfico 5.1-14 Representação da insolação total média em hora e décimo da área de influência do AHE Cachoeira

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 5.1-13** mostra o comportamento da duração astronômica para os municípios situados na área de influência do AHE Cachoeira. Observa-se que as variações do comprimento do dia situam entre 11:57 e 12:43 horas. Nos valores médios, observa-se que a duração do dia oscila entre 12:05 a 12:35 horas. A duração do dia médio anual é de 12:20 horas.

Quadro 5.1-13. Duração astronômica do décimo quinto dia do mês em hora e minuto da região do aproveitamento Cachoeira.

MUNICÍPIO/MESES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
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	12:23
Flores do Piauí	12:39	12:24	12:05	12:23	12:06	11:57	12:00	12:15	12:36	12:17	12:35	12:43	12:20
Floriano	12:34	12:20	12:04	12:26	12:11	12:03	12:06	12:19	12:37	12:15	12:30	12:37	12:20
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	12:23
Itaueira	12:38	12:23	12:05	12:24	12:06	11:57	12:01	12:16	12:36	12:17	12:34	12:43	12:20
Jerumenha	12:37	12:22	12:05	12:24	12:08	11:59	12:03	12:17	12:36	12:16	12:33	12:41	12:20
Nazaré do Piauí	12:34	12:21	12:04	12:25	12:10	12:02	12:05	12:08	12:37	12:15	12:31	12:38	12:19
São José do Peixe	12:38	12:23	12:05	12:24	12:07	11:58	12:01	12:06	12:36	12:17	12:34	12:42	12:19
Grajaú	12:21	12:30	12:31	12:22	12:09	12:33	12:17	12:09	12:09	12:17	12:31	12:06	12:19
MÉDIA	12:34	12:22	12:07	12:24	12:11	12:10	12:05	12:14	12:33	12:15	12:31	12:35	12:20

Fonte: DHME (2004)

5.1.10. 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 **Gráfico 5.1-15** mostra o comportamento da umidade relativa do ar média para a região do AHE Cachoeira. Tem-se uma umidade do ar oscilando de 50,7% a 79,7%, com média anual em torno de 66,7%. Os valores mensais apresentam discreta variação espacial, com reduções nos meses de agosto a outubro, em decorrência da ausência dos fatores provocadores de chuvas na área de estudo.

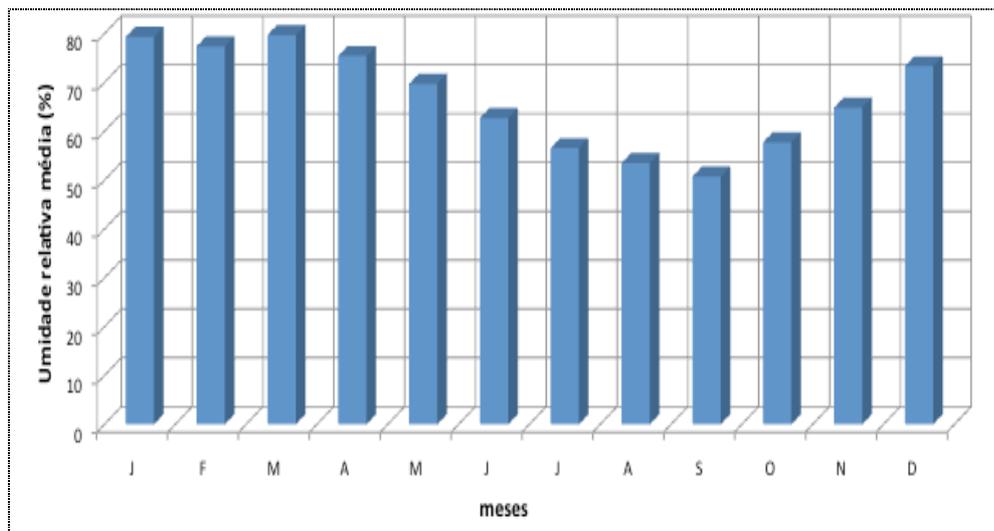


Gráfico 5.1-15 Representação da umidade relativa do ar média para a área de influência do AHE Cachoeira.

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 330.850km², distribuída entre os estados do Piauí (75,73%), Maranhão (19,02%), Ceará (4,35%) e 2.977,4km² 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 da Bacia do rio Parnaíba

Partição	Sub-Bacias	Área (km ²)	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 Itaueira
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 rio São Francisco. Nasce na chapada da Mangabeira ou Jalapão, a 709m 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.

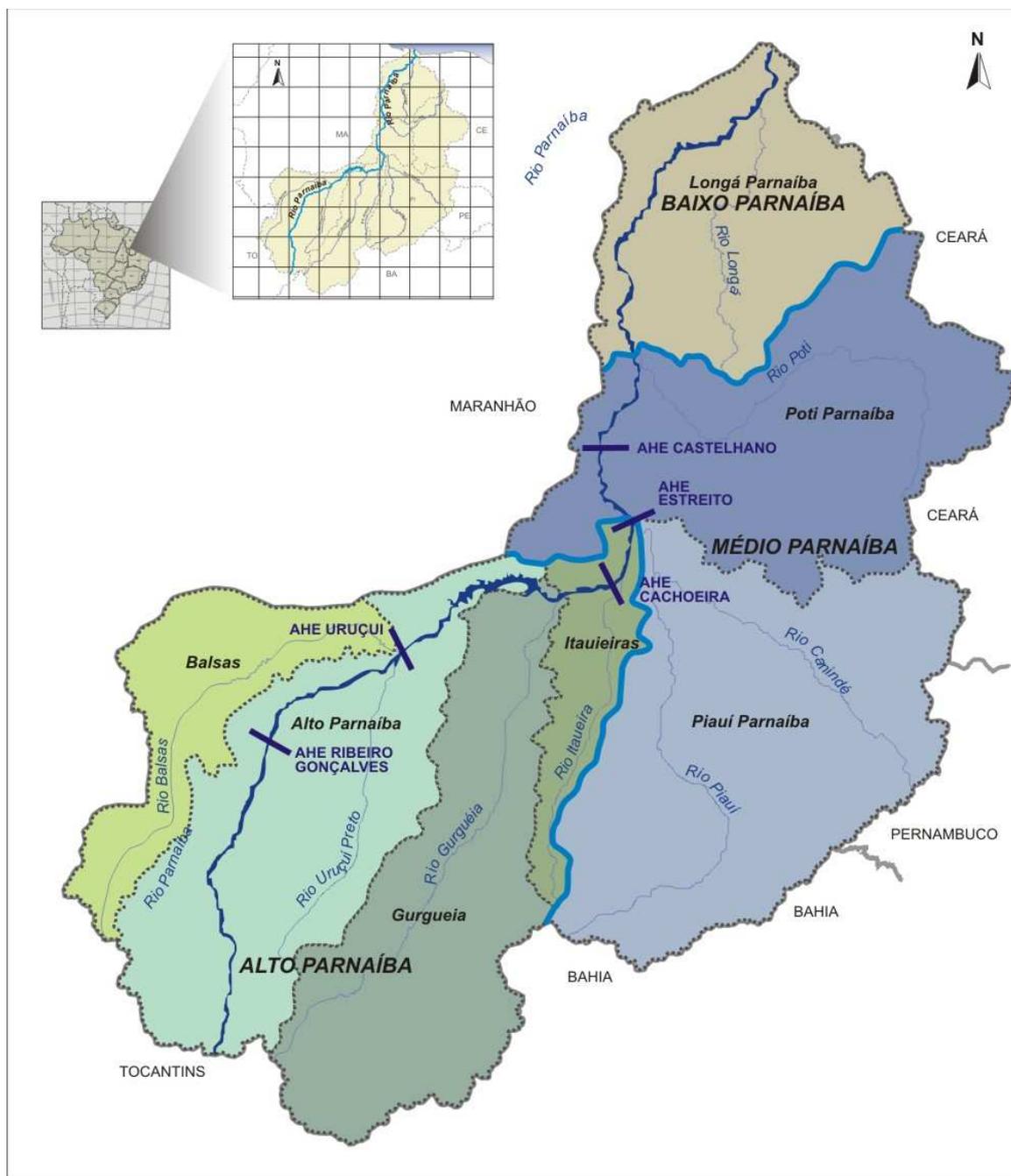
Após percorrer uma extensão de aproximadamente 1.344km, desemboca no Oceano Atlântico, conformado em um amplo e recortado delta disposto em três braços de rio na sua saída para o mar. Sua declividade é acentuada desde as suas nascentes até as proximidades da Vila Santa Filomena, na cota de 270m, sofrendo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

A 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.



LEGENDA

 Alto Parnaíba	 Itaueiras	 Potí Parnaíba
 Balsas	 Longá Parnaíba	 Piauí Canindé
 Gurgueia		

Figura 5.2-1. Sub-Bacias do Rio Parnaíba

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

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.

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. Ditas unidades de medição de vazão destas estações localizam-se no eixo do rio e em seus tributários principais, conforme apresentado 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.

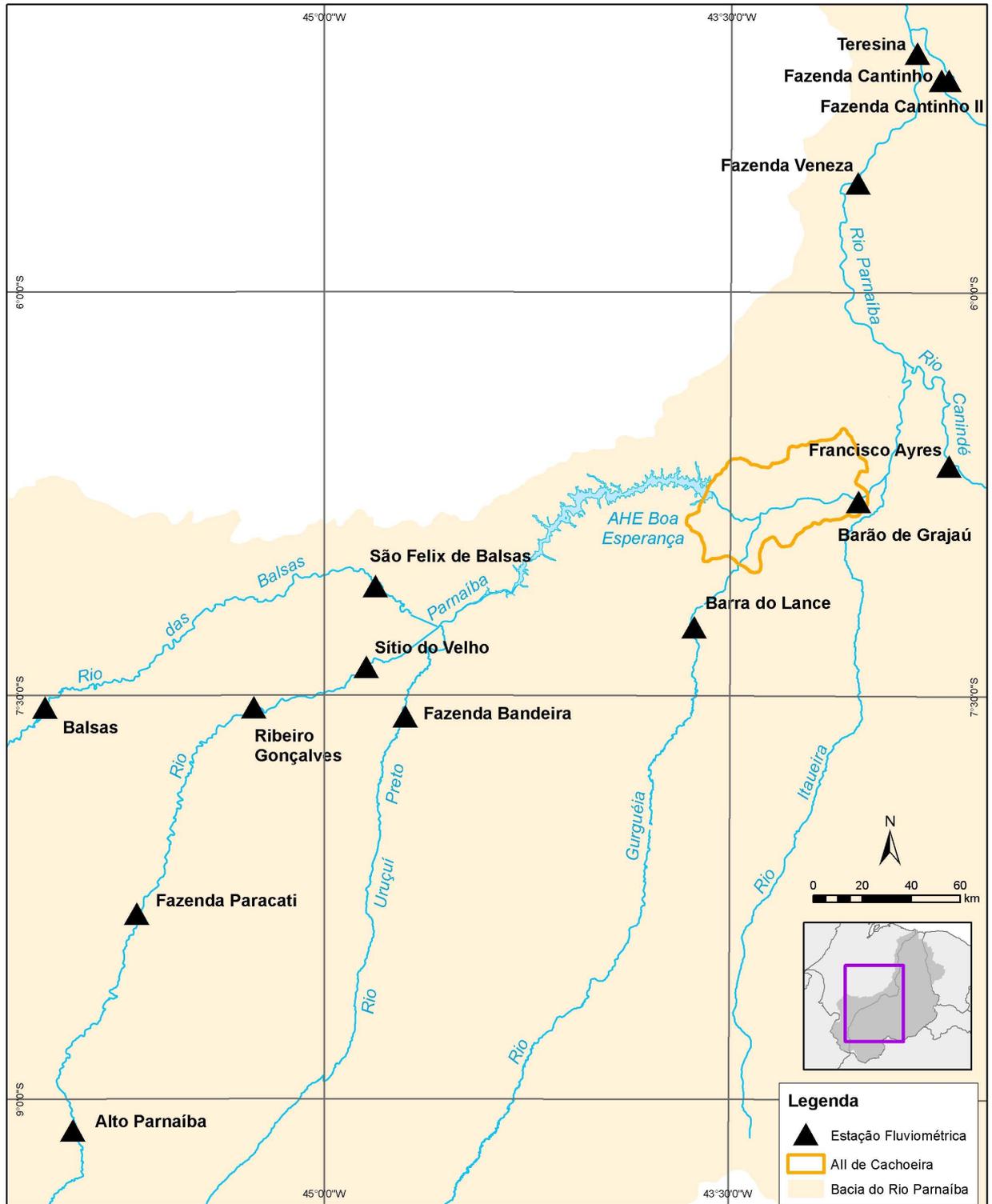


FIGURA 5.2-2 Localização geográfica das principais estações fluviométricas

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.

Quadro 5.2-2. Áreas de drenagem referentes às estações fluviométricas

Estação/Local	Curso d'água	Área de Drenagem (km ²)		Diferença (%)
		Fonte: Outros estudos	Fonte: Planimetria CNEC	
Alto Parnaíba	Parnaíba	13.600	13.779	-1,3
Fazenda Paracatí	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
UHE Boa Esperança	Parnaíba	84.686	85.984	-1,5
Araçá	Parnaíba	209.400	236.800	-11,6
AHE Cachoeira	Parnaíba	-	140.277	-
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
Barão de Grajaú	Parnaíba	140.242	140.707	-0,3

Fonte: CNEC – 2006

5.2.2.2. Vazões da Rede Hídrica Principal

A seguir são caracterizados os principais cursos tributários do Rio Parnaíba, considerando-se os formadores de seu alto curso, situados à montante do AHE Boa Esperança, e à jusante, os cursos d'água tributários afluentes até a cidade de Teresina. A caracterização do regime de vazões baseou-se nas informações disponíveis na rede de estações fluviométricas operadas pela Agência Nacional de Águas – ANA, conforme relação apresentada no **Quadro 5.2-3**.

Quadro 5.2-3. Estações Fluviométricas Consideradas nas Análises

Código	Estação	Curso d'água	UF	Área de Drenagem (km ²)	Localização		Início de operação
					Latitude	Longitude	
34020000	Alto Parnaíba	Parnaíba	PI	13.779 *	9° 07'	45° 56'	jan/65
34040000	Fazenda Paracatí	Parnaíba	PI	26.453 *	8° 18'	45° 41'	Jun/68
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
34270000	Barra do Lance	Gurguéia	PI	48.400	7° 14'	43° 38'	fev/67

Cont.

Quadro 5.2-3. Estações Fluviométricas Consideradas nas Análises

Código	Estação	Curso d'água	UF	Área de Drenagem (km ²)	Localização		Início de operação
					Latitude	Longitude	
34600000	Francisco Ayres	Canindé	PI	73.900	6° 38'	42° 41'	mar/83
34311000	Barão de Grajaú	Parnaíba	MA	140.707 *	6° 46'	43° 01'	mai/83
34660000	Fazenda Veneza	Parnaíba	PI	238.501 *	5° 35'	43° 02'	mai/55
34690000	Teresina	Parnaíba	PI	240.375 *	5° 06'	42° 49'	jul/63
34789000	Fazenda Cantinho	Poti	PI	50.000	5° 12'	42° 43'	jun/63 **
34790000	Fazenda Cantinho II	Poti	PI	50.000	5° 12'	42° 42'	ago/88

Fonte: ANA (2006) (*) Áreas definidas pela CNEC – 2006 (**) Desativada em fev/1991

As UHE de Boa Esperança e o AHE de Cachoeira, além da estação fluviométrica de Araçá (AHE Castelhana), têm os eixos dos seus barramentos localizados nas seguintes coordenadas geográficas:

	AHE Boa Esperança	AHE Cachoeira	AHE Castelhana
Latitude Sul	6° 44' 59"	6° 45' 06"	5° 44' 13"
Longitude Oeste	43° 34' 00"	43° 04' 53"	43° 04' 34"

Rio Parnaíba

Nasce na chapada das Mangabeiras com o nome de Água Quente, a 709m de altitude, tendo declividade inicial de 41,6m/km. No seu alto curso, tem como principais tributários o Rio Balsas, pela margem esquerda, e o Rio Uruçuí Preto, pela margem direita, compondo os tributários afluentes ao AHE Boa Esperança. À jusante de Boa Esperança, tem como principais cursos afluentes os rios Gurguéia, Itaueira, Canindé e Potí, estes dois últimos localizados à jusante do local do eixo do AHE Cachoeira.

Para a caracterização do regime de vazões, foram utilizados dados de sete estações fluviométricas implantadas ao longo de seu curso. À montante do AHE Boa Esperança foram consideradas quatro estações: Alto Parnaíba, Fazenda Paracatí, Ribeiro Gonçalves e Sítio do Velho. No trecho de jusante, cujas vazões são afetadas pela operação de Boa Esperança, foram consideradas as estações de Barão de Grajaú, Fazenda Veneza e Teresina.

Verifica-se que a produção hídrica de superfície 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/km², favorecidas pelo regime relativamente mais intenso de chuvas incidentes, onde são observados valores de precipitação média anual da ordem de 1.200mm. As vazões específicas decrescem à medida que se dirige em direção à jusante, sendo verificados 6,2 l/s/km² na estação fluviométrica de Sítio do Velho; 5,2 l/s/km² no AHE Boa Esperança, 3,6 l/s/km² na estação fluviométrica de Barão de Grajaú (o valor de longo termo determinado para o AHE Cachoeira foi de 3,4 l/s/km²) e 2,4 l/s/km² em Teresina.

As baixas vazões específicas observadas à jusante do AHE Boa Esperança devem-se às reduzidas vazões dos cursos tributários da margem direita e são provenientes 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 vazões intermitente.

O padrão sazonal de vazões do alto curso é pouco acentuado, com a ocorrência de um semestre relativamente úmido de novembro a abril, sendo março o mês onde geralmente ocorrem os maiores deflúvios. As menores vazões são observadas freqüentemente no mês de setembro.

Condição semelhante é observada na estação fluviométrica de Barão de Grajaú, mais próxima do eixo do AHE Cachoeira. Observa-se um semestre seco compreendido entre junho e novembro, sendo julho, com 342m³/s (2,4 l/s/km²), o mês onde são observadas as menores vazões. O semestre mais úmido compreende de dezembro a maio, sendo fevereiro, com 719m³/s (5,1 l/s/km²), o mês geralmente mais úmido. A vazão média de longo período nessa estação, compreendendo o histórico observado de 1967 a 2003 é de 502m³/s ou 3,6 l/s/km².

Considerando-se o histórico de vazões médias diárias observadas na estação fluviométrica de Fazenda Veneza, a partir de julho de 1973, verifica-se ocorrência de uma vazão máxima histórica de 4.488m³/s, em 29 de fevereiro de 1980, e uma vazão mínima de 173m³/s, em 21 de maio de 1980. Ressalta-se que o regime natural de vazões dessa estação encontra-se influenciado pela regularização promovida pela AHE Boa Esperança.

Os valores de níveis d'água de cada uma dessas ocorrências, baseados na referência local da régua limnométrica, indicam, respectivamente, cotas de 6,94m e de 0,59m, o que assinala uma variação de nível d'água no local de 6,35m.

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

Quadro 5.2-4. Regime de Vazões do Rio Parnaíba e dos Principais Cursos Afluentes

Estação Fluviométrica/AHE	Bacia	Área de drenagem (km ²)	Vazão média anual (m ³ /s)	Vazão média anual (l/s/km ²)	Semestre úmido
Balsas	Balsas	8.826	101,3	11,5	dez - mai
São Félix de Balsas	Balsas	24.219	190,9	7,9	dez - mai
Fazenda Bandeira	Uruçui Preto	15.543	35,2	2,3	dez - mai
Barra do Lance	Gurguéia	48.400	35,6	0,7	dez - mai
Francisco Ayres	Canindé	73.900	72,6	1,0	dez - mai
Alto Parnaíba	Parnaíba	13.779	116,9	8,5	nov – abr
Ribeiro Gonçalves	Parnaíba	32.912	229,5	7,0	nov – abr
Sítio do Velho	Parnaíba	36.757	226,9	6,2	nov – abr
AHE Boa Esperança	Parnaíba	85.984	444,0	5,2	dez - mai
AHE Cachoeira	Parnaíba	140.277	484,3	3,4	dez - mai
Barão de Grajaú	Parnaíba	140.707	502,0	3,6	dez - mai
Fazenda Veneza	Parnaíba	238.501	559,0	2,3	dez – mai
Teresina	Parnaíba	240.375	582,8	2,4	dez – mai
Fazenda Cantinho	Poti	50.000	153,0	3,1	dez – mai

Fonte: CNEC - 2006

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 km².

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

O rio das Balsas, tributário afluente da margem esquerda do rio Parnaíba, é o que apresenta maiores taxas de produtividade hídrica da bacia. Os deflúvios superficiais específicos apresentam valores decrescentes à medida que se aproxima de sua foz no rio Parnaíba. Neste trecho, os valores de vazões médias anuais variam entre 11,5 l/s/km², nas porções da alta bacia, e 7,8 l/s/km² 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 13,7 l/s/km². As vazões mínimas ocorrem em geral no mês de setembro com 4,0 l/s/km².

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 8 km 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 km² e uma vazão média anual em torno de 38 m³/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/km².

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/km², é o mês onde geralmente ocorrem os maiores deflúvios. As menores vazões são observadas freqüentemente no mês de setembro, com valores da ordem de 1,5 l/s/km².

Rio Gurguéia

Nasce na cota de 500 m, entre as serras de Alagoinhas e Santa Marta, drenando terrenos pertencentes à unidade morfoclimática de contato entre o cerrado e a caatinga. Do trecho inicial até uma extensão de 82 km, o rio apresenta-se com um regime intermitente, tornando-se perene a partir desse ponto até a sua foz no rio Parnaíba. Sua bacia abrange

uma superfície de 49.800 km², o curso d'água tem uma extensão de 532 km e apresenta um alinhamento praticamente retilíneo, com uma declividade média de 2,1 m/km.

Para a caracterização do regime de vazões desse tributário, utilizou-se como referência os dados observados na estação fluviométrica de Barra do Lance. O comportamento sazonal de vazões é bastante acentuado, com a ocorrência de um semestre seco, entre junho e novembro, e mínimas geralmente observadas no mês de setembro, com valores de vazões médias de 4,1 m³/s. O trimestre mais úmido abrange o período de fevereiro a abril, sendo abril, com 83 m³/s, o mês onde são normalmente verificadas as maiores vazões. A vazão média de longo termo é de 35,6 m³/s o que representa uma vazão específica de 0,74 l/s/km².

Rio Itaueira

Nasce na Chapada dos Gerais, na cota 700m, no Município de Caracol. Esse tributário apresenta-se com regime intermitente em todo o seu alto e médio curso. Só a partir da localidade de Itaueira, em seu baixo curso, passa a ser perene. Apresenta uma extensão de 300km e deságua a 15km à jusante da cidade de Floriano.

Rio Canindé

Nasce na serra Dois Irmãos, no município de Acauã, a uma altitude de 600m e percorre uma extensão de 350 km até desembocar nas vizinhanças da cidade de Amarante. Constitui, juntamente com o seu tributário Piauí, a maior sub-bacia hidrográfica do rio Parnaíba, com área de aproximadamente 75.700 km².

Esse curso d'água acha-se completamente inserido na zona semi-árida e contribui com 12% para a vazão total da bacia do rio Parnaíba. A área da bacia compreende, em sua maior extensão, terrenos pertencentes à unidade morfoclimática da caatinga. Em menor proporção, na região do baixo curso, são encontradas as unidades enquadradas nos domínios de contato entre o cerrado e caatinga e a floresta decidual mista.

Apresenta-se com um regime intermitente em seu alto, médio e baixo curso. Somente a 45km de sua foz, no município de Amarante, é que passa a ser perene. Dentre os afluentes, merece destaque o rio Piauí, que se apresenta intermitente em todo o seu curso e forma uma bacia hidrográfica com 38.000 km².

Para a caracterização do regime de vazões desse tributário, utilizou-se como referência os dados observados na estação fluviométrica de Francisco Ayres. O padrão sazonal de vazões é bastante acentuado, com a ocorrência de um semestre seco, entre junho e novembro, e mínimas geralmente observadas no mês de julho, com valores de vazões médias de 22,4 m³/s. O trimestre mais úmido abrange o período de fevereiro a abril, sendo março, com 155 m³/s, o mês onde são normalmente verificadas as maiores vazões. A vazão média de longo termo é de 58,5 m³/s o que representa uma vazão específica de 1,0 l/s/km².

Rio Poti

Tem suas cabeceiras nos contrafortes orientais da Serra Grande no estado do Ceará, na cota de 600m, sendo formado pela confluência dos riachos Santa Maria e Algodões.

Nesse manancial, as vazões específicas são crescentes à medida que se aproxima de sua foz no rio Parnaíba. Isso se deve às unidades morfoclimáticas percorridas por esse rio desde as suas nascente, abrangendo o domínio da caatinga e contatos entre cerrado-caatinga e floresta-cerrado, que, em função das peculiaridades inerentes a cada uma, promovem um aumento crescente dos volumes específicos naturais.

A caracterização do regime de vazões baseou-se em dados disponíveis de duas estações fluviométricas, respectivamente Fazenda Cantinho e Fazenda Cantinho II. Observa-se um padrão sazonal de vazão bastante acentuado, com a ocorrência de um semestre seco entre junho e novembro e mínimas geralmente observadas no mês de setembro, com valores de vazões médias de $5,3\text{m}^3/\text{s}$. O trimestre mais úmido abrange o período de março a maio, sendo abril, com $693\text{m}^3/\text{s}$, o mês onde são normalmente verificadas as maiores vazões. A média de longo termo é de $153\text{m}^3/\text{s}$ o que corresponde a uma vazão específica de $3,1\text{ l/s/km}^2$.

Padrão de Drenagem na Área de Influência do Reservatório

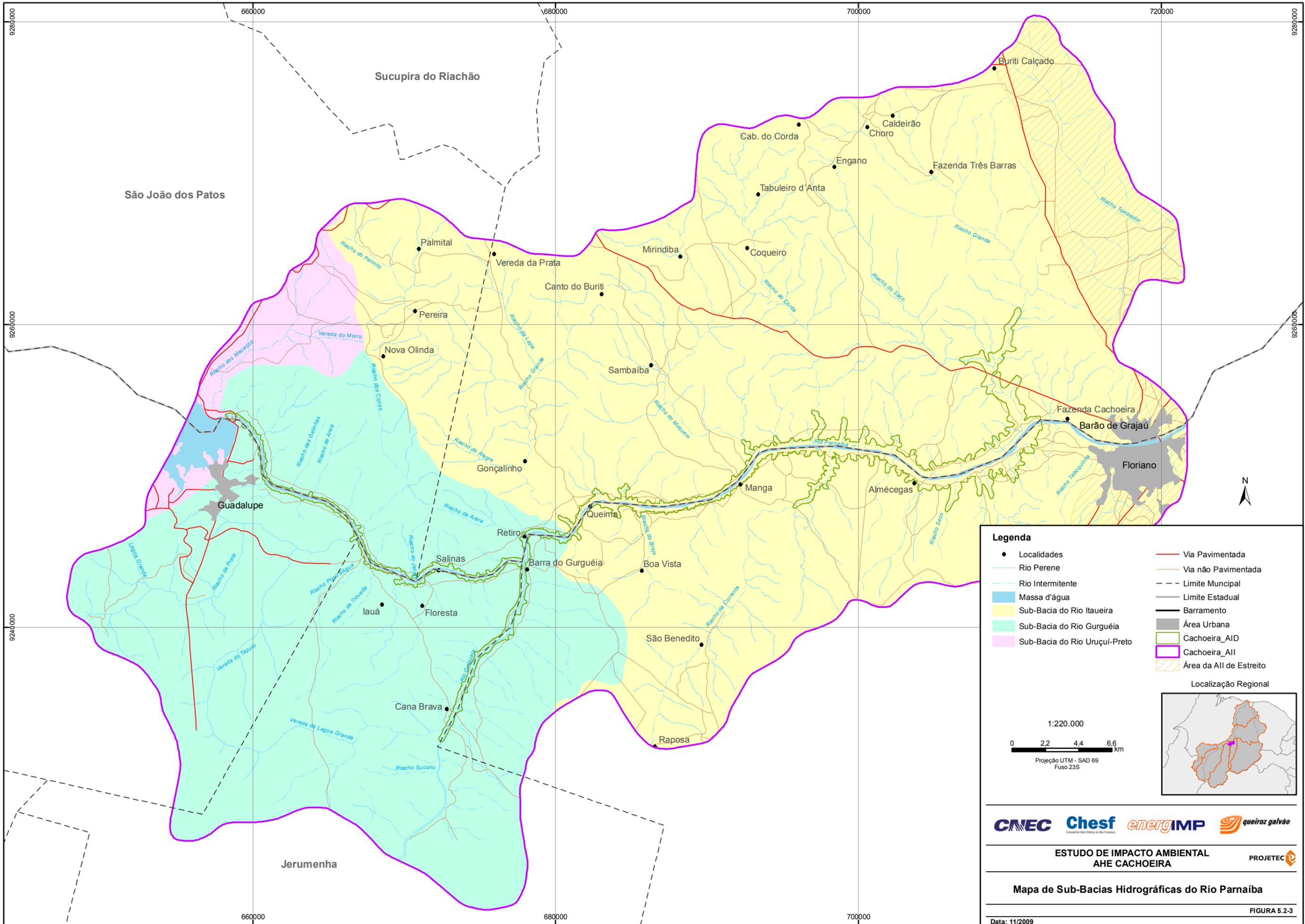
Condicionado a um padrão de precipitação menos intenso e tipos de solos pouco favoráveis a regulação dos deflúvios, a faixa abrangida pelo futuro reservatório e dominada quase exclusivamente por tributários com regime intermitente, conforme apresentados na **Figura 5.2-3**.

Na área de influência do reservatório de Cachoeira são destacados dois tributários perenes de maior relevância, os cursos dos rios Gurguéia e riacho da Prata que em função do porte das bacias contribuintes, o fluxo de vazões é mantido normalmente ao longo do ano.

Os demais tributários se caracterizam por apresentar regime intermitente, com vazões mantidas durante o período mais úmido do ano. De acordo com os dados disponíveis na estação pluviométrica de 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 95 mm. 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 Cachoeira, o curso do Parnaíba apresenta conformação do álveo encaixada e regime de escoamento turbulento. Ressalta que as vazões veiculadas a jusante apresentam-se influenciadas pela operação da usina de Boa Esperança, que detém nas 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 (Código: 34311000), 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



Legenda

- Localidades
- Rio Perene
- Rio Intermitente
- Massa d'água
- Sub-Bacia do Rio Itaueira
- Sub-Bacia do Rio Gurguéia
- Sub-Bacia do Rio Uruçui-Preto
- Via Pavimentada
- Via não Pavimentada
- - - Limite Municipal
- Limite Estadual
- Barramento
- Área Urbana
- Cachoeira_AID
- Cachoeira_AII
- ▨ Área da AII de Estreito

Localização Regional

1:220.000

0 2.2 4.4 6.6 km

Projeção UTM - SAD 69 Fuso 23S

CNEC Chesf energIMP queiroz galvão

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL AHE CACHOEIRA

Mapa de Sub-Bacias Hidrográficas do Rio Parnaíba

PROJETEC

Data: 11/2009

FIGURA 5.2-3

5.2.3. Estruturas hidráulicas implantadas

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 Hidro Elétrica 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 da AHE Boa Esperança:

- Nível d'água máximo maximorum: 306.50m
- Nível d'água máximo normal: 304.00m
- Nível d'água mínimo normal: 298.00m
- Capacidade instalada: 237,30MW
- Área do reservatório: 352,2km²
- Volume total do reservatório: 5.085 * 10⁶m³
- Volume útil: 1.917 * 10⁶m³

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 afluições 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 m³/s, e em Teresina, situada em torno de 3.000 m³/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	Afluência (m ³ /s)	Defluência (m ³ /s)
1981	2.067	1.824
1985	2.878	1.851
1997	2.300	1.218
2002	2.920	1.359

Fonte: CHESF/ DORH (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 de Boa Esperança

Data	Cota (m)	Volume de espera (10 ⁶ m ³)
30 nov	302,91	412
31 dez	302,10	683
31 jan	302,10	683
28 fev	302,10	683
31 mar	302,10	683
30 abr	302,22	644
31 mai	304,00	0

Fonte: CHESF/DORH (2005)

Com base em um período típico de operação do UHE Esperança, compreendido entre 01/janeiro/2001 a 31/dezembro/2005, são apresentados nas **Figuras 5.2-4 e 5.2-5**, 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.

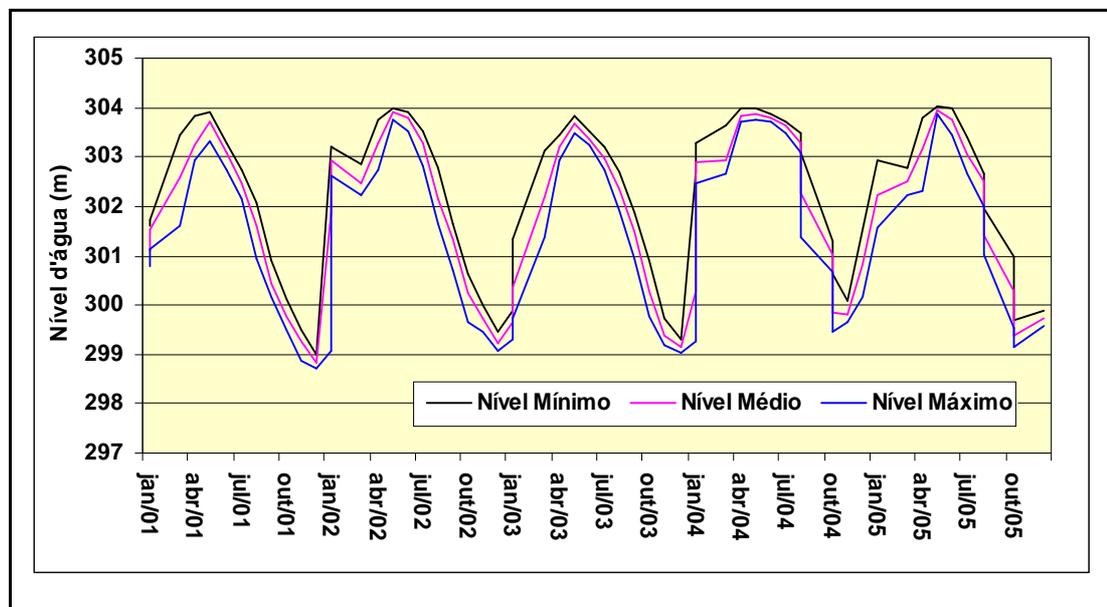


Figura 5.2-4. Evolução Temporal do Nível d'Água – UHE Boa Esperança

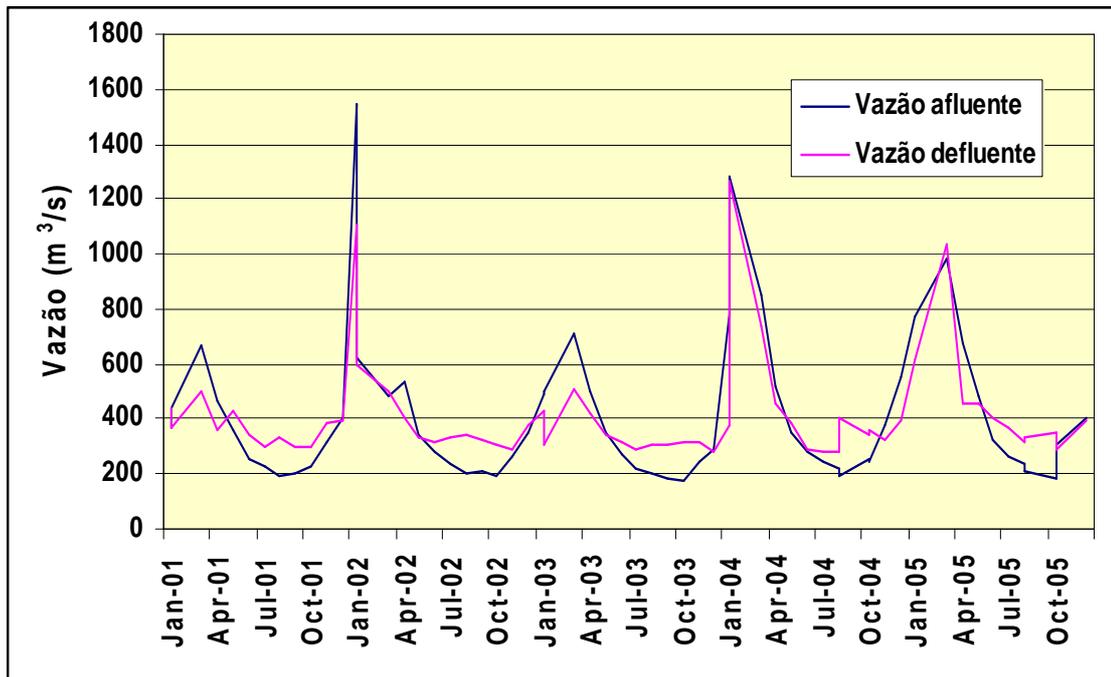


Figura 5.2-5. Evolução das Vazões Diárias Afluentes e Defluentes de Boa Esperança

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 AHE Cachoeira, 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 Cachoeira uma série de vazões médias mensais compreendendo o período de janeiro de 1931 a dezembro de 2004.

Considerando-se a proximidade da barragem de Cachoeira com o eixo do AHE Boa Esperança, foram utilizadas as séries de dados de vazões médias mensais desse 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 Cachoeira.

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 1960.
- 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. Nessas 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 Cachoeira através da aplicação da seguinte relação:

$$Q_{CAC} = Q_{BE} + 0,36 \cdot (Q_A - Q_{BE})$$

Onde:

- Q_{CAC} = Vazão média mensal no local da barragem do AHE Cachoeira, em m³/s;
- Q_{BE} = Vazão média mensal em Boa Esperança, em m³/s;
- Q_A = Vazão média mensal em Araçá, em m³/s.

No **Quadro 5.2-7**, a seguir, é apresentada a série de vazões médias mensais afluentes estabelecida para o aproveitamento de Cachoeira, compreendendo o período de janeiro de 1931 a dezembro de 2005. Referem-se a vazões médias mensais sem uso consuntivo, ou seja, das quais foram subtraídas as parcelas referentes aos usos consuntivos, e foram as utilizadas nas simulações energéticas¹.

Verifica-se que a vazão média de longo termo obtida de janeiro de 1931 a dezembro de 2005 foi de 512 m³/s, a menor vazão média mensal, 165 m³/s, ocorrida em setembro de 1935, e a maior vazão média mensal foi 2.067 m³/s ocorrida em abril de 1985.

O ano mais seco foi 1988, com vazão média anual de 332 m³/s, e o ano mais úmido foi 1985, com vazão média anual de 877 m³/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 Cachoeira. Para as vazões médias mensais é indicada também a produtividade hídrica da bacia hidrográfica contribuinte, expressa em l/s/km², considerando a área de drenagem da bacia de 140.277 km².

¹ - Fonte: Relatório CNEC - VCAC/GE.00/RT.0003: AHE Cachoeira - Estudos de Viabilidade – Relatório Final: Adendo 2 – Incorporação da Reconstituição das Séries de Vazões Naturais Médias Mensais

Quadro 5.2-7. Série de Vazões Médias Mensais no Local do AHE Cachoeira

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1931	358	354	546	847	711	409	298	257	247	252	426	689	449
1932	654	611	607	543	577	393	290	263	247	368	344	320	435
1933	374	747	887	963	925	476	309	258	222	266	570	966	580
1934	1067	996	1290	637	474	256	248	249	252	251	451	1034	601
1935	1197	967	834	1024	644	360	255	249	165	291	489	655	594
1936	815	1272	699	879	604	273	248	236	224	208	557	727	562
1937	546	770	820	888	595	389	283	245	236	300	504	694	522
1938	1130	708	1072	863	492	329	239	227	211	254	249	632	534
1939	797	1200	999	503	263	435	283	252	369	301	557	463	535
1940	1149	1233	1410	1125	382	256	247	226	271	256	558	641	646
1941	472	1087	1042	828	328	273	264	243	224	240	386	331	476
1942	731	884	778	404	334	250	231	225	229	362	598	903	494
1943	842	935	1191	845	341	266	254	244	226	242	526	766	556
1944	707	631	703	630	357	272	247	239	210	320	469	1001	482
1945	1042	968	966	1009	663	399	297	282	260	385	562	770	634
1946	644	844	845	732	433	346	282	286	260	254	562	521	501
1947	663	685	1315	1309	431	313	297	275	279	293	637	753	604
1948	700	597	919	706	494	296	288	270	271	352	320	845	505
1949	701	681	768	716	454	341	299	290	267	310	846	697	531
1950	533	665	775	817	435	282	272	259	258	300	475	682	479
1951	486	451	722	741	567	332	263	253	241	248	249	487	420
1952	550	631	955	728	451	298	246	228	291	282	363	733	479
1953	601	662	723	590	281	230	227	223	246	253	479	538	421
1954	504	780	769	566	382	262	239	231	222	192	497	456	425
1955	462	521	524	958	331	212	210	204	205	258	404	550	403
1956	500	556	717	450	377	263	237	227	208	230	654	768	432
1957	1213	705	1138	1101	441	303	281	255	267	284	353	648	582
1958	824	595	883	591	315	268	284	260	234	441	419	552	472
1959	800	733	851	445	349	286	241	236	222	297	441	415	443
1960	960	804	1826	1329	353	275	258	246	220	243	378	513	617
1961	622	1030	892	532	381	254	242	224	221	229	279	494	450
1962	819	852	1173	721	554	314	243	236	217	262	554	832	565
1963	623	994	702	571	429	299	240	232	223	204	341	912	481
1964	1280	1245	998	933	724	317	278	240	223	317	491	484	628
1965	542	587	710	970	464	265	258	224	185	394	472	380	454

Cont.

Quadro 5.2-7. Série de Vazões Médias Mensais no Local do AHE Cachoeira

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1966	569	1159	743	623	354	279	233	211	229	304	474	689	489
1967	518	919	911	1141	444	282	237	237	250	273	666	807	557
1968	811	876	1021	526	406	303	278	251	224	315	698	699	534
1969	702	708	1012	424	401	297	251	226	213	259	415	738	471
1970	947	658	621	589	535	282	248	222	209	421	613	548	491
1971	487	618	644	803	417	301	253	236	224	332	526	529	447
1972	539	628	628	517	352	283	253	243	230	298	468	597	420
1973	599	540	757	698	426	314	268	252	214	426	456	631	465
1974	677	834	1449	1490	947	508	396	333	301	419	516	548	701
1975	616	775	833	868	516	377	368	291	250	382	449	535	522
1976	553	859	664	702	431	315	283	268	254	471	499	512	484
1977	673	738	652	810	726	412	331	286	285	391	395	588	524
1978	941	800	1439	854	894	460	364	327	293	383	423	636	651
1979	945	1491	805	703	590	389	343	335	336	365	510	487	608
1980	835	2037	1236	634	443	382	346	312	352	368	570	684	683
1981	711	587	1112	1091	447	367	325	306	272	367	599	488	556
1982	1016	744	855	693	401	326	310	295	295	313	334	379	497
1983	606	886	772	554	349	310	285	263	259	300	367	633	465
1984	529	593	795	1071	456	320	274	245	284	306	330	404	467
1985	1044	1412	1272	2067	903	548	423	372	347	453	541	1138	877
1986	1179	1069	1295	994	644	467	399	354	326	462	448	505	678
1987	580	486	954	816	494	348	309	292	277	327	429	565	490
1988	589	606	1107	933	505	365	310	285	249	313	376	707	529
1989	544	587	932	1095	724	419	340	309	301	353	536	1131	606
1990	939	741	823	626	411	325	320	265	279	347	378	422	490
1991	908	664	744	766	451	331	300	267	257	262	403	409	480
1992	723	1184	490	513	342	277	249	236	243	245	392	571	455
1993	460	609	524	463	354	264	242	228	239	275	313	405	365
1994	545	579	893	724	374	326	278	233	214	229	336	487	435
1995	679	629	640	946	636	376	299	251	226	240	373	521	485
1996	618	534	706	684	480	325	284	236	216	288	461	397	436
1997	798	539	1005	978	609	357	288	268	257	290	290	442	510
1998	515	448	496	341	306	238	221	199	191	217	362	450	332
1999	498	487	739	373	367	257	223	207	224	232	455	749	401

Cont.

Quadro 5.2-7. Série de Vazões Médias Mensais no Local do AHE Cachoeira

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2000	826	981	964	808	459	319	302	253	240	233	361	704	538
2001	414	499	745	525	389	302	263	225	238	260	350	449	388
2002	1678	727	547	586	372	299	257	228	240	219	296	399	487
2003	570	579	814	560	382	303	246	229	217	216	295	322	394
2004	1012	1597	1010	567	376	299	268	243	209	273	258	396	542
2005	585	821	1033	717	527	340	282	259	234	204	325	439	480
Mínima	358	354	490	341	263	212	210	199	165	192	249	320	332
Média	732	803	890	778	480	325	279	256	247	301	450	608	512
Máxima	1678	2037	1826	2067	947	548	423	372	369	471	846	1138	877

Fonte: CNEC (2008)

Quadro 5.2-8. Vazões Médias Mensais Geradas no Local do AHE Cachoeira

Mês	Mínima(m ³ /s)	Média		Máxima(m ³ /s)
		(m ³ /s)	(l/s/km ²)	
Janeiro	358	732	5,22	1678
Fevereiro	354	803	5,72	2037
Março	490	890	6,34	1826
Abril	341	778	5,55	2067
Mai	263	480	3,42	947
Junho	212	325	2,32	548
Julho	210	279	1,99	423
Agosto	199	256	1,82	372
Setembro	165	247	1,76	369
Outubro	192	301	2,15	471
Novembro	249	450	3,21	846
Dezembro	320	608	4,33	1138
Vazão média anual	332	512	3,65	877

Fonte: CNEC (2008)

- **Histograma de Vazões Médias Mensais Afluentes ao AHE Cachoeira**

Na **Figura 5.2-5**, a seguir, é apresentado o histograma de vazões médias mensais retratando o comportamento sazonal de vazões.

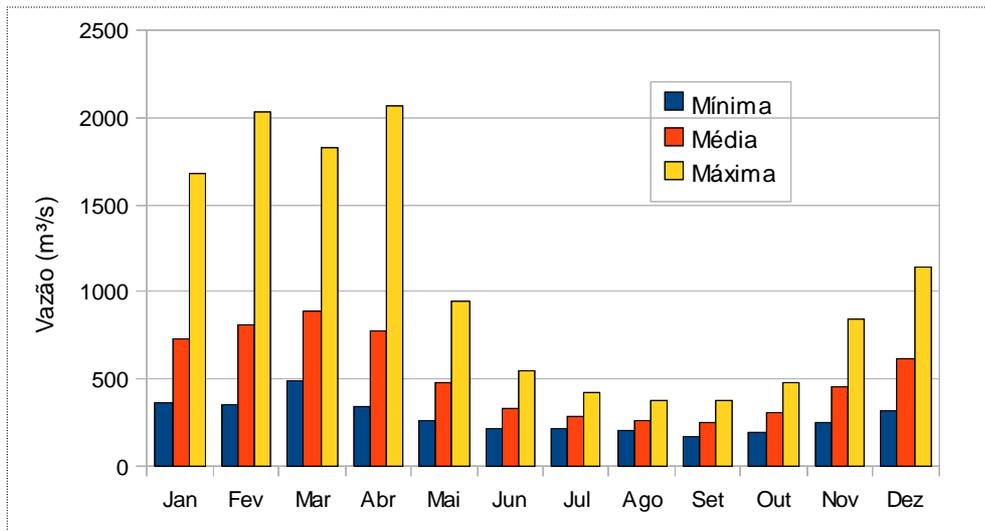


Figura 5.2-5 Histograma de Vazões Médias Mensais - AHE Cachoeira

- **Curva de Permanência de Vazões Mensais Afluentes ao AHE Cachoeira**

Na **Figura 5.2-6**, a seguir, é representada a curva de permanência de vazões médias mensais para o local do AHE Cachoeira, 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.

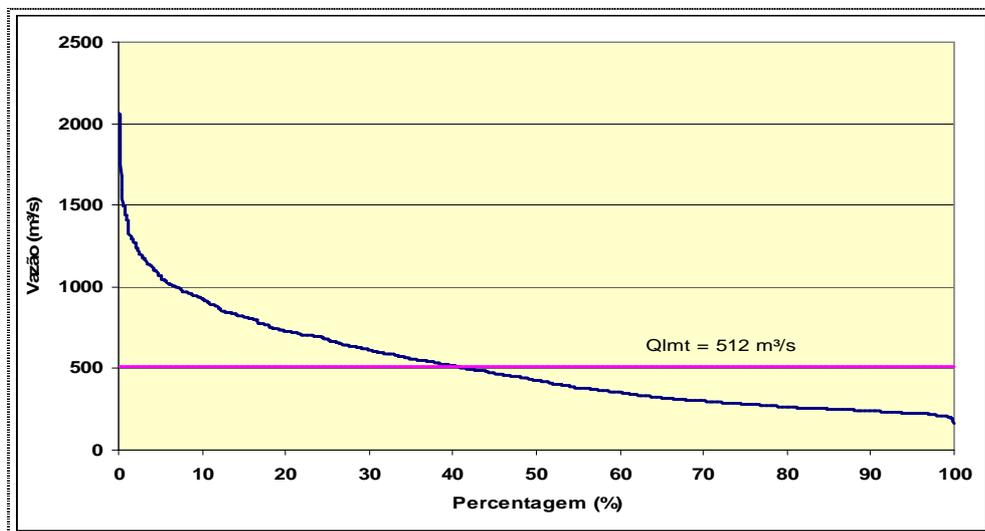


Figura 5.2-6 Curva de Permanência de Vazões Mensais

Na **Figura 5.2-6**, acima, 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 mensais geradas para o local do aproveitamento cobrindo o período de janeiro de 1931 a dezembro de 2004.

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

Quadro 5.2-9. Permanência de Vazões Médias Mensais

Porcentagem do Tempo	Vazão (m³/s)	Porcentagem do Tempo	Vazão (m³/s)
100	165	50	426
95	224	45	469
90	239	40	517
85	251	35	558
80	263	30	613
75	282	25	681
70	299	20	728
65	320	15	817
60	352	10	932
55	382	5	1071

Fonte: CNEC (2005)

▪ **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 Cachoeira o valor de $Q_{90\%}$ obtido pela curva de permanência foi de $Q_{90\%}=239 \text{ m}^3/\text{s}$.

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

A curva cota-área-volume do reservatório do AHE Cachoeira 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 100,00m 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:

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

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 **Figura 5.2-7**).

Quadro 5.2-10. Curva Cota – Área – Volume do Reservatório de Cachoeira

Cota (m)	Área (km ²)	Volume (10 ⁶ m ³)
100,00	0,000	0,000
105,00	3,697	9,243
110,00	16,064	58,647
115,00	3,3345	182,171

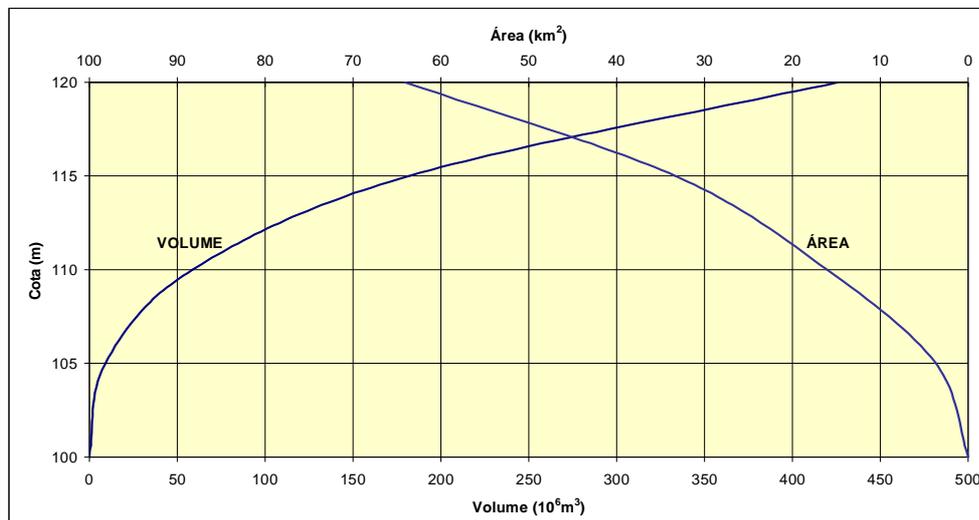


Figura 5.2-7 Curva Cota – Área – Volume do Reservatório de Cachoeira

▪ **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

Variável	Valor	Unidade
Nível d'Água Máximo Normal	116,42 m	m
Volume Nível d'Água Máximo Normal	236 x 10 ⁶ m ³	m ³
Vazão Média de Longo Termo	512 m ³ /s	m ³ /s
Tempo de Residência	5 dias	dias

Fonte: CNEC (2008)

▪ Curva-Chave do Canal de Fuga

A curva-chave do canal de fuga do AHE Cachoeira foi baseada em dados observados na estação fluviométrica de Floriano, Código PB-FDS-04, instalada pela CHESF e de dados fluviométricos disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas - SIH - da Agência Nacional de Águas – ANA.

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.
- Elementos hidráulicos e geométricos obtidos do levantamento de seção transversal. 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, 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 adotaram-se os critérios e normas recomendados 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:

$$Q = 98,282 \cdot [H - 100]^{1,7038}$$

onde:

- Q = vazão, em m³/s;
- H = cota do nível d'água, em m.

Os pares de valores relacionando a cota do nível d'água e a vazão são apresentados no **Quadro 5.2-12**, a seguir.

Quadro 5.2-12. Curva-Chave do Canal de Fuga

Cota (m)	Vazão (m³/s)	Cota (m)	Vazão (m³/s)
100,00	0	108,00	3.397
101,00	98,3	109,00	4.152
102,00	320	110,00	4.969
103,00	639	111,00	5.845
104,00	1.043	112,00	6.779
105,00	1.525	113,00	7.770
106,00	2.081	114,00	8.815
107,00	2.706	115,00	9.915

Fonte: CNEC (2005)

Na **Figura 5.2-8**, 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.

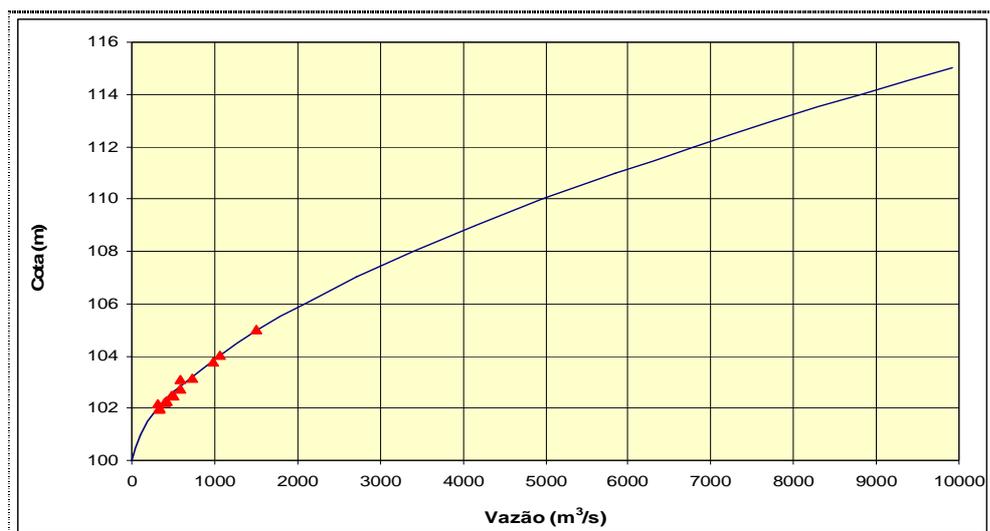


Figura 5.2-8 Curva-Chave do Canal de Fuga

5.2.4.2. Vazões Extremas

Para a determinação das vazões máximas de projeto associadas a diversas recorrências para o local do AHE Cachoeira, 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 Cachoeira, já que as vazões desse 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^3/s
- **A** = área da seção transversal de escoamento, em m^2
- **x** = comprimento longitudinal do trecho, em km
- **t** = tempo, em s
- **q** = vazão lateral, em m^3/s
- **S₀** = declividade do fundo, em m/m
- **S_F** = 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, o seu comprimento e os coeficientes α e β relacionando a área da seção molhada e a vazão.

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

Na **Figura 5.2-9** é apresentado o esquema topológico considerado nos trabalhos de modelagem matemática. Nesse processo, o curso d'água à jusante da UHE Boa Esperança, até o eixo do aproveitamento de Cachoeira, foi subdividido em 3 trechos de rio, onde foram realizados o traslado e o amortecimento das ondas de cheias.

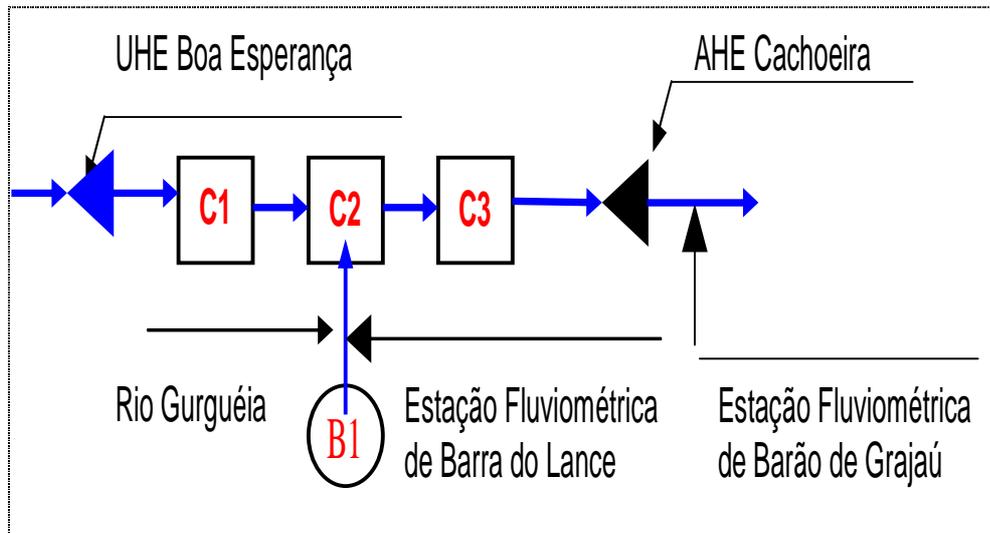


Figura 5.2-9 Esquema matemático da Modelagem Matemática

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 dessa forma a área intermediária de abrangência das bacias contribuintes até o eixo do AHE Cachoeira.

No **Quadro 5.2-13** são apresentados para cada trecho de rio os valores dos parâmetros numéricos α e β e do comprimento considerado como parâmetro de entrada do modelo.

Quadro 5.2-13. Parâmetros de Entrada do Modelo

Trecho	α	β	Comprimento (km)
C1	3,0	0,75	22
C2	3,0	0,75	22
C3	3,0	0,75	22

Fonte: CNEC – 2006

Considerando o período comum de dados de vazões afluentes à 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 utilizado 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 diárias anuais dispostas em ordem decrescente e as respectivas determinações da média, do desvio padrão e do coeficiente de assimetria da amostra.

A partir dos parâmetros obtidos são apresentadas no **Quadro 5.2-15**, a seguir, as vazões máximas de projeto associadas aos diversos períodos de retorno, considerando-se a aplicação da distribuição do tipo Exponencial.

A distribuição exponencial é definida pela seguinte expressão:

$$Q_{TR} = Q_{MLT} + K_{TR} \times \sigma_Q ,$$

onde:

- Q_{TR} = Vazão máxima esperada para o TR escolhido, em m³/s
- Q_{MLT} = Média da vazão máxima diária de longo termo
- TR = Tempo de recorrência ou período de retorno, em anos
- σ_Q : = Desvio-padrão da amostra de vazões máximas
- K_{TR} : = Coeficiente associado ao período de retorno (fator de frequência da distribuição adotada)
- **Amortecimento da Onda de Cheia de Projeto do Vertedor da Barragem**

Os estudos de amortecimento de cheias 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.

Quadro 5.2-14. Vazões Máximas Anuais no Local do AHE Cachoeira

Ordem	Ano Hidrológico		Vazão máxima (m ³ /s)	Ordem	Ano Hidrológico		Vazão máxima (m ³ /s)
1	1979	1980	3.181,7	18	1981	1982	1.488,7
2	1984	1985	2.988,1	19	1987	1988	1.405,8
3	2001	2002	2.645,6	20	1999	2000	1.377,9
4	1977	1978	2.619,1	21	1986	1987	1.350,6
5	1996	1997	2.557,5	22	1982	1983	1.315,5
6	1978	1979	2.441,9	23	1988	1989	1.290,1
7	2003	2004	2.316,3	24	1972	1973	1.213,3
8	1973	1974	2.168,6	25	1994	1995	1.204,5
9	1985	1986	2.027,5	26	1975	1976	1.184,7
10	1980	1981	2.027,4	27	1993	1994	1.165,0
11	1989	1990	2.001,7	28	2002	2003	1.148,3
12	1991	1992	1.878,7	29	1998	1999	1.053,1
13	1976	1977	1.653,5	30	1974	1975	1.049,2
14	2004	2005	1.629,5	31	1992	1993	903,9
15	2000	2001	1.551,1	32	1995	1996	862,1
16	1990	1991	1.536,0	33	1997	1998	686,5
17	1983	1984	1.529,9				
Média (m³/s)							1.680,4
Desvio Padrão (m³/s)							639,9
Coef. de Assimetria							0,72

Fonte: CNEC (2005)

Quadro 5.2-15. Vazões Máximas de Projeto no AHE Cachoeira

Período de Retorno (anos)	Vazões de Projeto (m ³ /s)
2	1.484
5	2.070
10	2.514
25	3.100
50	3.544
100	3.988
200	4.431
500	5.018
1.000	5.461
2.000	5.905
5.000	6.491
10.000	6.935

Fonte: CNEC (2005)

O amortecimento da cheia de projeto baseou-se na resolução interativa 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. Nesse processo, são consideradas a curva cota-volume do reservatório e a curva cota-descarga do vertedor.

O vertedouro do AHE Cachoeira possui 9 vãos, com 11,00 m de altura e 9,00 m de largura cada um, controlados por comportas tipo segmento e soleira vertente com perfil tipo Creager com a crista na elevação 105,42 m.

O vertedouro tem capacidade para escoar o pico da vazão de cheia milenar, de 5.461 m³/s, com o reservatório operando no seu nível d'água máximo normal.

A onda de cheia decamilenar, cuja vazão de pico atinge 6.935 m³/s, é amortecida no reservatório com sobrelevação de 1,58 m acima do nível máximo normal (116,42 m); assim, o nível d'água atinge a elevação máxima de 118,00 m. Nessa situação a vazão máxima descarregada é de 6.783 m³/s. Com base nesse estudo o nível d'água máximo maximorum foi estabelecido na elevação 118,00 m.

Na **Figura 5.2-10** estão representadas as ondas de cheias afluentes e defluentes e na **Figura 5.2-11** correspondente evolução do nível d'água no reservatório.

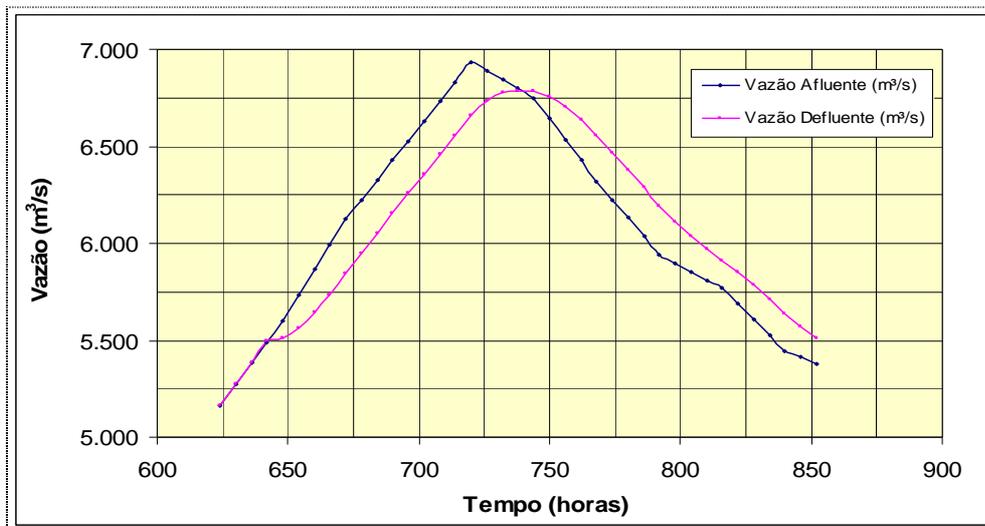


Figura 5.2-10 Amortecimento da Onda de Cheia

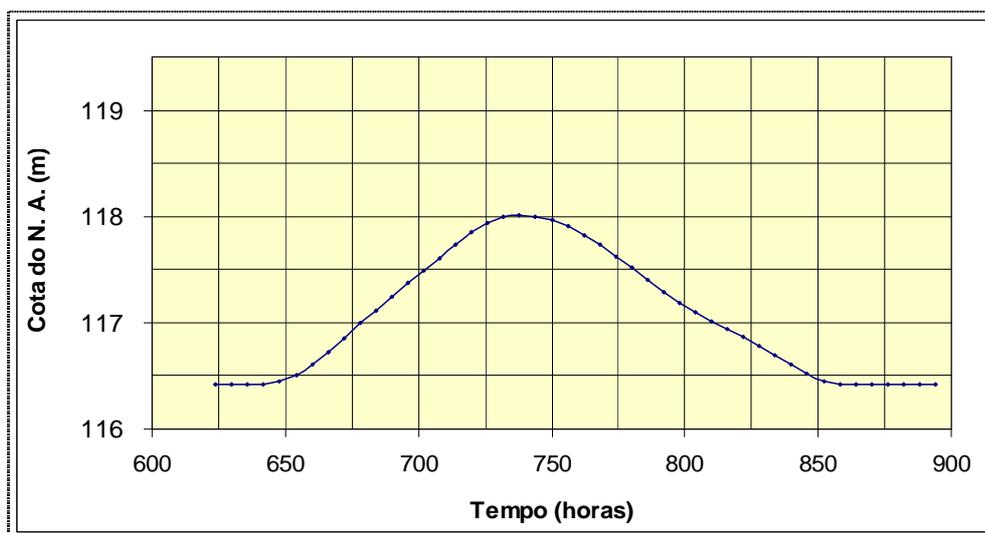


Figura 5.2-11 Evolução do Nível d'Água no Reservatório

As figuras acima ilustram a capacidade do reservatório de amortecer as ondas de cheias de grande magnitude, como é o caso da vazão decamilenar, com efeito regulador a partir de 5.461 m³/s e abatimento de 152 m³/s na vazão de pico da onda de cheia decamilenar.

5.2.4.3. 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 obtidas da pesquisa é apresentada no **Quadro 5.2-16**.

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

Ano	Q _{min, 7dias} (m ³ /s)	Ano	Q _{min, 7dias} (m ³ /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 7 dias consecutivos e período de retorno de dez anos, $Q_{7,10}$ para o local da estação fluviométrica, que resultou em 264,4 m³/s.

A vazão mínima $Q_{7,10}$ no local no eixo de Cachoeira foi obtida através da relação entre a área de drenagem do local do aproveitamento (140.277 km²) e a estação fluviométrica de Barão de Grajaú (140.707 km²), ou seja: $Q_{7,10} = 265$ m³/s.

5.2.4.4. Remanso

Os estudos de remanso foram desenvolvidos para o trecho do rio Parnaíba considerando o curso d'água em condição natural e com a presença do futuro reservatório do AHE Cachoeira. Para cada uma dessas 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 sócio-econômica e ambiental na área de influência do aproveitamento.

A determinação das curvas de remanso foi fundamentada no emprego de técnicas de modelagem matemática, utilizando-se como ferramenta o modelo HEC-RAS / River Analysis System, do U.S. Army Corps of Engineers (Hydrologic Engineering Center).

As linhas d'água de remanso foram calculadas considerando-se duas hipóteses: a primeira considerou o curso d'água em condições naturais e a segunda considerou o curso d'água alterado pela implantação do reservatório. Para cada hipótese, foram admitidas afluências das vazões de cheias 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 à vazão média de longo período no local do eixo, igual a 484m³/s.

O trecho do rio Parnaíba considerado na modelagem matemática tem início no local previsto para o barramento e estende-se por aproximadamente 62km para montante, passando

pelos municípios de Barão de Grajaú (MA), Floriano (PI), Jerumenha (PI), Guadalupe (PI) e São João dos Patos (MA).

Para a composição dos dados de entrada do modelo de simulação, consideraram-se 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, elaboradas nas escalas de 1:100.000 e 1:250.000.
- Levantamento topobatimétrico de 8 seções transversais ao longo do rio Parnaíba, no trecho à montante do local do eixo do AHE de Cachoeira.
- Distância entre duas seções consecutivas obtidas através da restituição aerofotogramétrica.
- Dados da curva-chave definida para o local do canal de fuga do AHE Cachoeira.
- Pontos atingidos por cheias excepcionais ocorridas no passado, pesquisados junto à população das localidades de Manga, município de Barão de Grajaú, cujos níveis d'água foram amarrados topograficamente.
- Dados operacionais do reservatório e curva de descarga do vertedouro do AHE Cachoeira.
- Dados complementares obtidos durante as inspeções de campo.

O esquema topológico considerado no processo de modelagem compreendeu 8 seções transversais situadas entre o eixo de Cachoeira e um local próximo à barragem da UHE Boa Esperança.

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 Cachoeira 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 do estudo de viabilidade do aproveitamento.

Como condições de contorno de jusante foram considerados os dados da curva-chave definida para o local do canal de fuga e, a 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 0,035 para o leito do rio e 0,040 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 a montante, e níveis d'água a jusante junto ao eixo do AHE Cachoeira.

Os níveis d'água a 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 Cachoeira e,
- Com a implantação do reservatório, utilizou-se a curva de descarga do vertedouro. Para vazões de até 5.461m³/s (cheia milenar) o nível d'água do reservatório é controlado pelas comportas e é mantido na cota do nível d'água máximo normal, de 116,42m. 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 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**, a seguir:

Quadro 5.2-17. AHE Cachoeira - Condições de Contorno

Evento	Condição de Contorno		
	Montante	Jusante: Nível d'água (m)	
	Vazão Afluyente (m ³ /s)	Condição natural	Com Reservatório
Vazão Média	512	102,63	116,42
Tr= 2 anos	1.484	104,92	116,42
Tr =10 anos	2.514	106,70	116,42
Tr =25 anos	3.100	107,58	116,42
Tr =50 anos	3.544	108,20	116,42
Tr =100 anos	3.988	108,79	116,42
Tr = 1.000 anos	5.461	110,57	116,42
Tr = 5.000 anos	6.491	111,70	117,50
Tr =10.000 anos	6.935	112,16	118,00

Fonte: CNEC

As linhas de remanso para as condições naturais e com a existência do AHE Cachoeira são mostradas nos **Quadros 5.2-18 e 5.2-19** e nas **Figuras 5.2-12 e 5.2-13**.

Quadros 5.2-18. Curvas de Remanso – Condições Naturais

Seção	Distância	Fundo do Canal (m)	Cota do Nível d'água (m)					
			Tempo de Recorrência TR (anos)					
			Vazão	10	50	1.000	10.000	
01	Eixo	0,00	98,60	102,63	106,70	108,20	110,57	112,16
02	M94D- M93E	7.766	100,63	103,97	108,56	110,15	112,48	113,80
03	M91D- M92E	17.720	96,15	106,17	111,48	113,17	115,53	116,78
04	M90D- M89E	28.060	103,56	108,09	113,80	115,62	118,27	119,69
05	M87D- M88E	37.979	105,06	110,24	115,82	117,67	120,45	122,03
06	M86D- M85E	47.947	104,56	111,85	117,74	119,66	122,50	124,15
07	M83D- M84E	55.461	104,30	113,24	119,27	121,21	124,03	125,61
08	M82D- M81E	61.970	99,42	114,17	121,38	123,55	126,70	128,39

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

Seção	Distância (m)	Cota do Fundo do Canal (m)	Cota do Nível d'água (m)					
			Tempo de Recorrência TR (anos)					
			Vazão Média	10	50	1.000	10.000	
01	Eixo	0,00	98,60	116,42	116,42	116,42	116,42	118,00
02	M94D- M93E	7.766	100,63	116,42	116,48	116,53	116,68	118,27
03	M91D- M92E	17.720	96,15	116,43	116,68	116,91	117,51	119,09
04	M90D- M89E	28.060	103,56	116,46	117,21	117,85	119,18	120,76
05	M87D- M88E	37.979	105,06	116,50	117,95	119,01	120,94	122,60
06	M86D- M85E	47.947	104,56	116,58	119,01	120,43	122,79	124,48
07	M83D- M84E	55.461	104,30	116,70	120,04	121,66	124,20	125,80
08	M82D- M81E	61.970	99,42	116,95	121,78	123,78	126,77	128,47

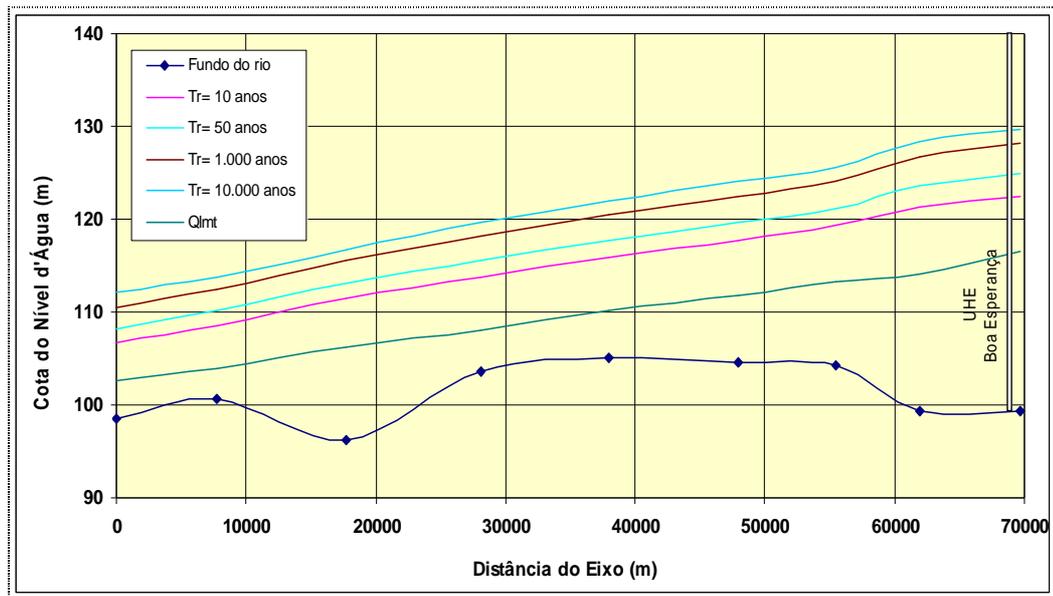


Figura 5.2-12 Curvas de Remanso – Condições Naturais

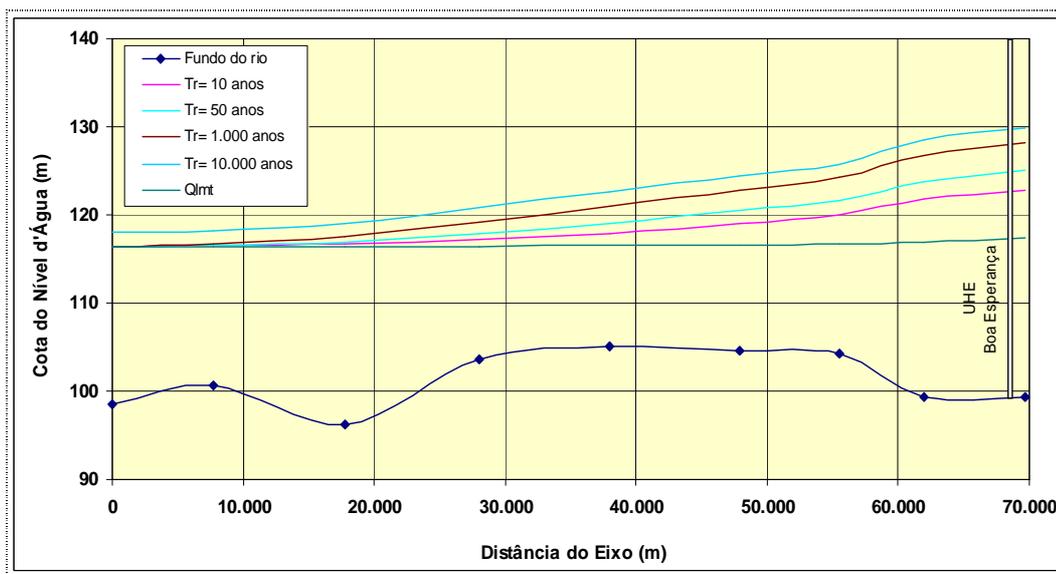


Figura 5.2-13. Curvas de Remanso – Com a AHE Cachoeira

5.2.4.5. 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 e

- 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, mostrando-se, para cada uma, 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 ²)	Nº de Medições	Período
34311000	Barão de Grajaú	ANA	Parnaíba	140.707	45	02/1992 a 10/2003
PB-FDS-04	Florianópolis	CHESF	Parnaíba	140.277	15	11/2004 a 10/2005

Fonte: ANA e CNEC (2005)

Durante os estudos de viabilidade foram também desenvolvidas 15 campanhas de coleta de sedimento de fundo na estação PB-FDS-07.

5.2.4.6. 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:

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

onde:

- $Q_{líquida}$: é a descarga líquida, em m³/s/km² ;
- $Q_{sólida}$: é a descarga sólida, em ton/dia/km² e
- a e n : são os coeficientes resultantes do processo de correlação.

Esse procedimento de regionalização em relação à área de drenagem, utilizando-se vazões líquidas e sólidas referenciadas a cada km² de área de contribuição, 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	$Q_{sólida} = 50000 \times Q_{líquida}^{2,65330}$	$Q_{líquida} > 0,003534$

Fonte: CNEC – 2006

A respectiva representação gráfica da curva-chave de sedimentos é mostrada na **Figura 5.2-14**.

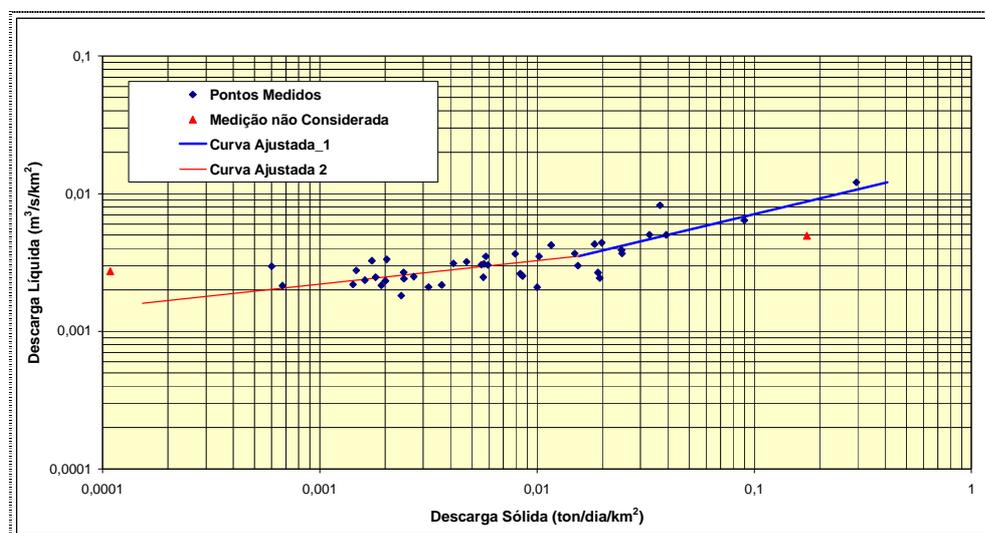


Figura 5.2-14. Curva-Chave de Sedimentos – Estação de Barão de Grajaú

Os valores da descarga sólida em suspensão foram calculados a partir das séries de vazões medias mensais afluentes ao eixo de Cachoeira, 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 afluentes, resultantes da compilação do período analisado de 1931 a 2004.

Quadro 5.2-22. Descargas Sólidas Afluentes – AHE Cachoeira

Ano	Mínima (ton)	Média (ton)	Máxima (ton)
Ano	15.155	222.587	1.903.840
Jan	20.538	233.941	2.942.197
Fev	9.481	293.604	1.983.396
Mar	5.280	252.017	2.663.355
Abr	1.374	58.567	340.203
Mai	741	11.936	76.633
Jun	629	5.143	31.197
Jul	408	2.911	15.946
Ago	209	2.023	11.226
Set	202	6.551	41.384
Out	792	31.020	145.871
Nov	4.142	103.831	612.872
Dez	207.584	1.224.132	6.018.959

Fonte: CNEC – 2006

5.2.4.7. 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 utilizada 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, de acordo com o estabelecido por Brune, 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 ³ /s)	512
Volume afluente anual (m ³ x 10 ⁶)	15.267,6
Cota do nível d'água máximo (m)	116,42
Capacidade do reservatório (m ³ x 10 ⁶)	235,82
Relação (Capacidade / Vol. Afluente anual)	0,015
Retenção de sedimento (%)	58

Fonte: CNEC – 2006

5.2.4.8. 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 (ton/ano)	1.224.132
Retenção de sedimento em suspensão (%)	58
Sólidos suspensos retidos (ton/ano)	709.997
Descarga sólida de arraste (ton/ano)	244.826
Sólidos totais retidos (ton/ano)	1.909.645

Fonte: CNEC – 2006

5.2.4.9. Vida Útil do Reservatório

Na avaliação do volume de assoreamento, a descarga sólida calculada em t/ano é transformada em m³/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, que tem por base as parcelas areia, silte e argila que compõem os sedimentos, além do grau de compactidade 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:

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

Onde:

- **P** = peso específico após T anos, em t/m³;
- **P_o** = peso específico inicial, em t/m³;
- **T** = tempo de permanência, em anos;
- **K** = coeficiente definido em função da granulometria do sedimento e obtido com base no tipo de operação do reservatório.

O peso específico **P_o** é definido como:

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

Onde:

- **W_c**, **W_m** e **W_s** são os coeficientes de compactação da argila, silte e areia, obtidos 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 contidas 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	
	Wc	Kc	Wm	km	Ws	Ks
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. Bureau of Reclamation

De acordo com as amostragens realizadas, o sedimento de fundo é constituído essencialmente por frações de areia média 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 em cada aproveitamento, são apresentados no **Quadro 5.2-26** os volumes anuais de assoreamento correspondente a um período de 100 anos de operação, ou seja, o dobro da vida útil do aproveitamento, normalmente adotada em 50 anos.

Quadro 5.2-26 Estimativa do Volume Anual de Assoreamento

Parâmetro	Valor
Sólidos totais retidos (ton/ano)	1.909.645
Volume anual retido ($\text{m}^3 \times 10^6$)	1,229
Volume anual retido em 100 anos ($\text{m}^3 \times 10^6$)	122,9

Fonte: CNEC – 2006

A verificação da vida útil do aproveitamento é apresentada no **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 ($\text{m}^3 \times 10^6$)		122,9
Nível d'água máximo normal (m)	Cota (m)	116,42
	Volume ($\text{m}^3 \times 10^6$)	235,82
	Volume comprometido do reservatório em 100 anos (%)	52,0

Fonte: CNEC – 2006

Considerando-se os valores apontados, estima-se a vida útil do reservatório na ordem de 190 anos para completar o volume correspondente ao seu nível d'água máximo normal.

O sedimento que se deposita no reservatório tem uma distribuição que depende de fatores relacionados à sua dimensão e tipos de partículas. As partículas mais pesadas, que geralmente são transportadas por arrasto, são depositadas na entrada do reservatório; as partículas menores avançam mais para o interior do reservatório formando uma sequência de deltas de acumulação, evoluindo em direção ao eixo e acumulando junto à 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 rio abaixo pelas unidades geradoras.

▪ Enchimento do Reservatório

No estudo de enchimento foi avaliado o tempo necessário para o reservatório atingir a cota do nível d'água máximo normal, na elevação 116,42 m, correspondente a um volume acumulado de $236 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Nessa estimativa foi utilizada a série de vazões médias mensais afluentes ao eixo do aproveitamento, cobrindo o período de janeiro de 1931 a dezembro de 2004 e, para atendimento aos condicionantes ambientais, considerou-se a liberação para jusante da vazão sanitária de $133 \text{ m}^3/\text{s}$, correspondente a 50% da vazão $Q_{7,10}$ (vazão mínima de 7 dias consecutivos e período de retorno de 10 anos), 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**.

Quadro 5.2-28 AHE Cachoeira – Tempo de Enchimento do Reservatório

Mês de Início	Vazão Afluente (m^3/s)	Vazão Sanitária (m^3/s)	Tempo de Enchimento (dias)
Jan	732	133	4
Fev	803	133	4
Mar	890	133	3
Abr	778	133	4
Mai	480	133	7
Jun	325	133	14
Jul	279	133	18
Ago	256	133	22
Set	247	133	23
Out	301	133	16
Nov	450	133	8
Dez	608	133	5

Fonte: CNEC – 2008

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 naturezas variadas, denominadas genericamente de embasamento cristalino e constituídas por migmatitos, granulitos, ortognaisses, xistos e rochas metabásicas, dentre outros tipos litológicos. O limite da bacia sedimentar está caracterizado ao norte pelo Cráton de São Luís; ao sul pela Faixa de dobramentos Brasília; a leste pelo Cráton São Francisco e pela 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 km² 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. Nunes *et al.* (1973), 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. Dentre os trabalhos de maior relevância estão os realizados por Góes (1995), Góes e Feijó (1994) e Góes e Coimbra (1996), que redefiniram a Bacia do Parnaíba, caracterizando-a como Província Sedimentar do Meio Norte, e a subdividiram em quatro bacias menores com gênese diferenciada: Parnaíba, Alpercatas, Grajaú e Espigão Mestre. Góes e Rossetti (2001) demonstraram que as bacias do Grajaú e São Luis pertencem ao mesmo arcabouço estrutural, com história evolutiva e sedimentação relacionadas, e a denominaram Bacia de São Luis-Grajaú.

O mapa geológico regional das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís é apresentado na **Figura 5.3-1**.

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 e Wooldridge (1964), que atribuíram uma sedimentação em três megaciclos, delimitados por discordâncias regionais. Posteriormente, Góes e 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.

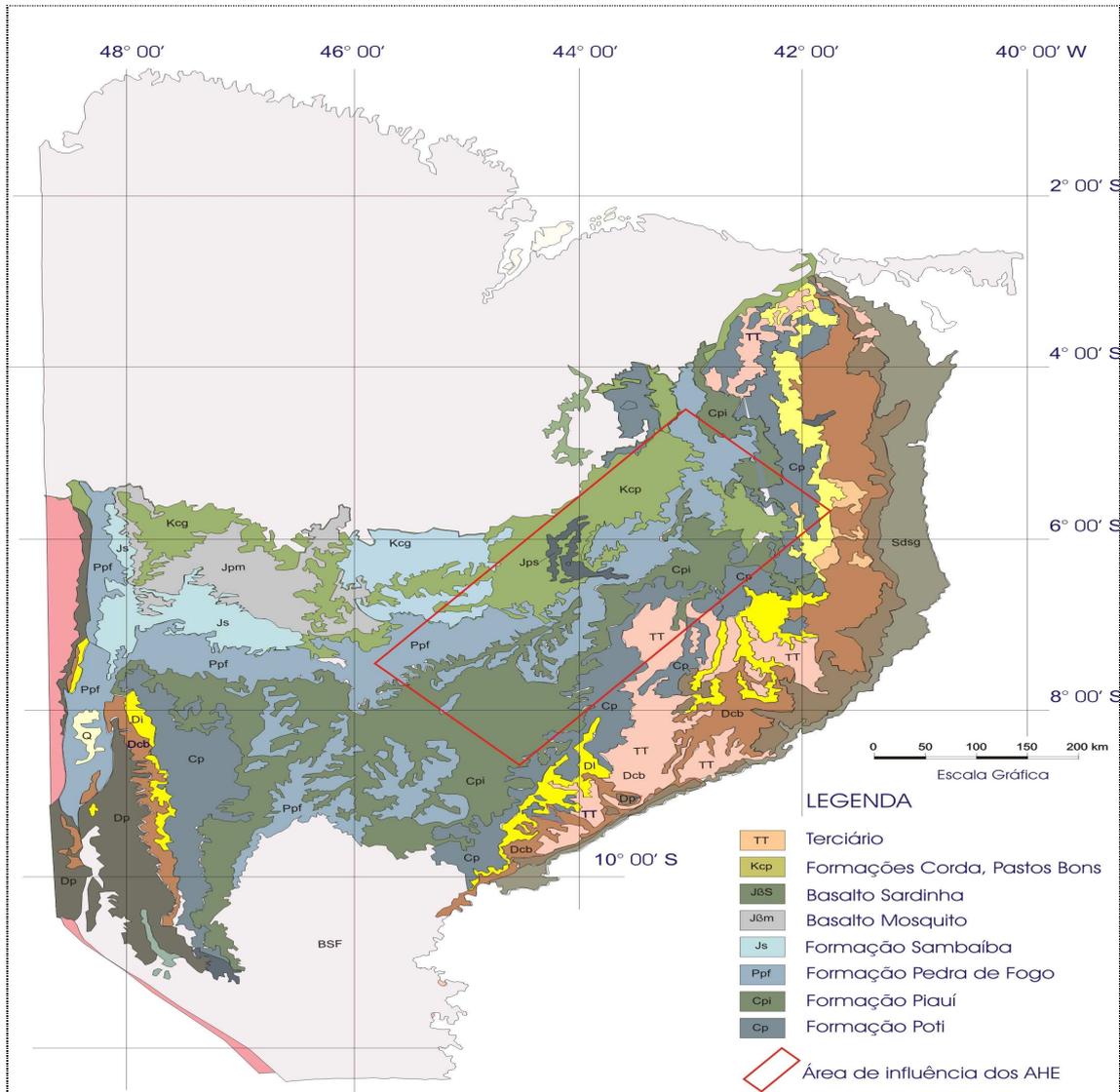
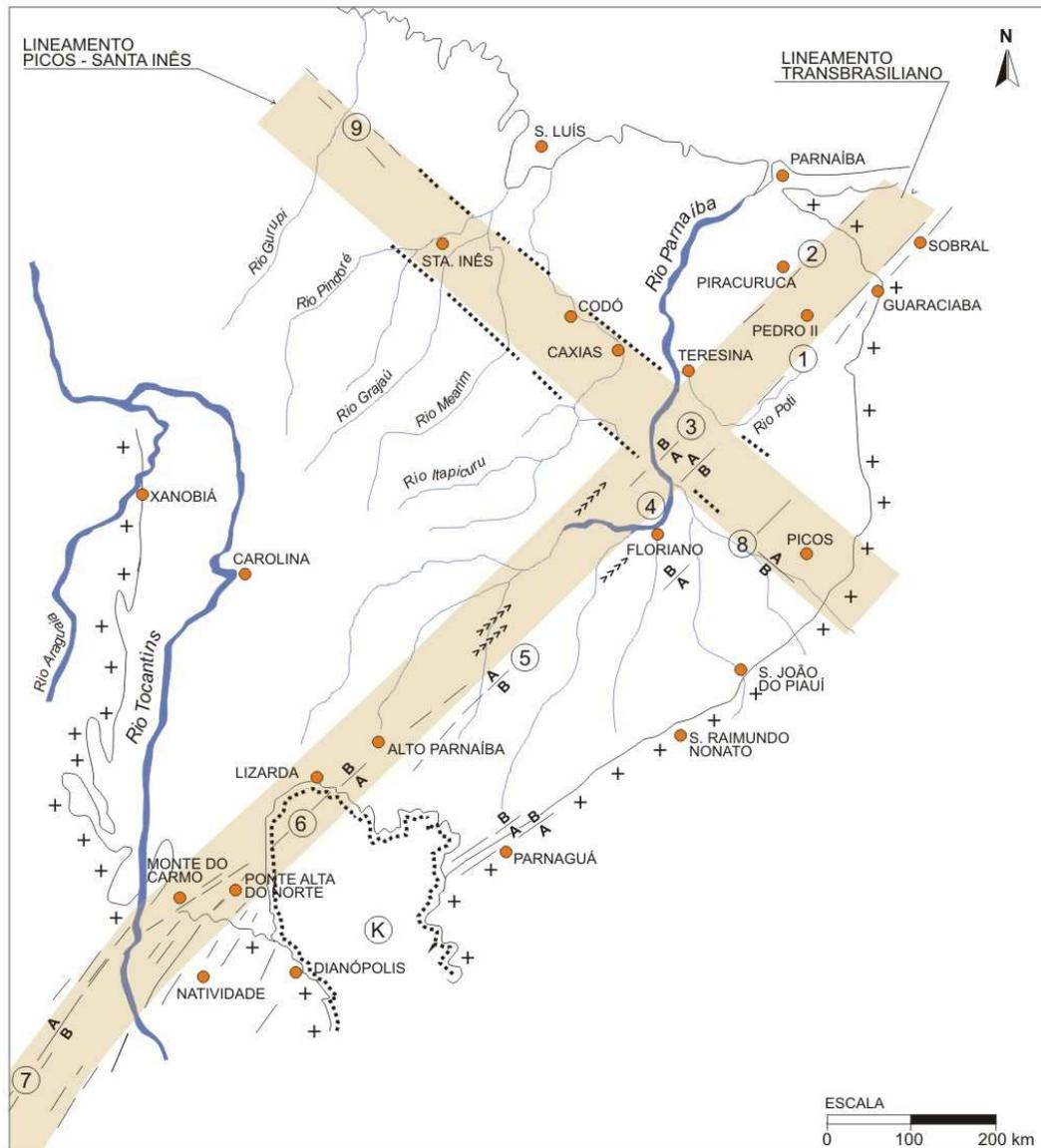


Figura 5.3-1 Mapa geológico regional das bacias Parnaíba Grajaú e São Luis (Carvalho & Santos, 2004).

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, inscrita em uma geometria hexagonal. 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 (Carozzi *et al.*, 1975; Fortes, 1978; Góes *et al.*, 1990 apud Santos e Carvalho, 2004) (**Figura 5.3-2**).



Fonte : Cunha, 1986.

LEGENDA

- LIMITES DA BACIA
- LIMITES DA COBERTURA CRETÁCICA
- FALHAS NORMAIS
- DIQUES DE DIABÁSIO
- ALINHAMENTO MORFOLÓGICO

SISTEMA DE FALHAS

- ① SOBRAL - PEDRO II / GUARACIABA
- ② JAGUARAPI
- ③ DESCANSO
- ④ SÃO FRANCISCO
- ⑤ FALHA DO BOTE
- ⑥ PONTE ALTA / LIZARDA / ESCONDIDO
- ⑦ ÁGUA BONITA
- ⑧ RIO CANINDÉ / MARCIANA
- ⑨ FAIXA CISALHAMENTO TENTUGAL ?

DISTRIBUIÇÃO DAS FALHAS, DIQUES E ALINHAMENTOS MORFOLÓGICOS QUE DEFINEM OS LINEAMENTOS TRANSBRASILIANO E PICOS-SANTA INÊS
Bacia do Rio Parnaíba

Figura 5.3-2 Distribuição das falhas, diques e alinhamentos morfológicos que definem os lineamentos Transbrasiliano e Picos-Santa Inês. Observar o posicionamento da cidade de Sobral, onde é registrada a ocorrência de sismos em fevereiro de 2008, em relação às áreas onde será construída a AHE de Cachoeira (Cunha, 1986).

Figueiredo e 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. Todavia o reconhecimento da atuação das estruturas datadas do Ciclo Brasileiro durante o Paleozóico foi evidenciado por Carozzi et al. (1975); Fortes (1978); Cunha (1986) e Cordani et al. (1994). As estruturas são pertencentes à direção nordeste do Lineamento Transbrasiliano, noroeste do Lineamento Picos-Santa Inês e norte-sul do Lineamento Tocantins-Araguaia (**Figura 5.3-3**). No Paleozóico os eventos que ocorreram na margem oeste da América do Sul, então pertencente ao continente Gondwana, tiveram influência na Bacia do Parnaíba e após o término do Ciclo Brasileiro (Cambro-Ordoviciano), por subsidência termomecânica, os grábens foram preenchidos pelo progressivo afundamento ao longo das faixas tectonicamente instáveis, a partir do final do Ordoviciano (Caputo e Lima, 1984).

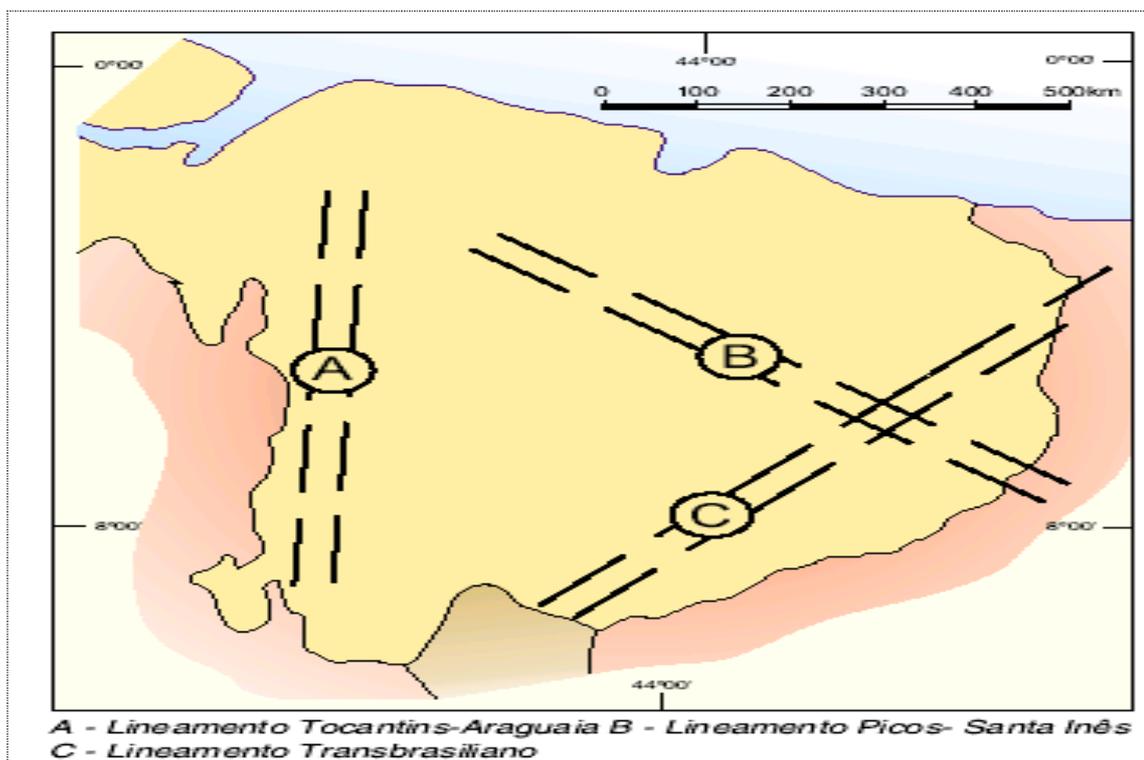


Figura 5.3-3 Estruturas do Ciclo Brasileiro de compartimentação no Paleozóico (segundo Fortes, 1978 apud Santos e Carvalho, 2004). Estas estruturas condicionaram os processos de deposição e estão interferindo na estruturação do relevo atualmente.

Salienta-se que o Lineamento Transbrasiliano 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 será instalada a hidrelétrica de Cachoeira e está bem marcado nas direções das drenagens que estão a sul da área.

Em análise mais detalhada na área de influência direta e indireta (**Mapa Geológico – Anexo I**) observa-se o predomínio das escarpas e vales condizentes com a direção NE-SW, corroborando a influência do Lineamento Transbrasiliano. O arranjo da drenagem posicionada a norte da área onde será construído o AHE Cachoeira apresenta a influência da direção NW-SE, associada ao Lineamento Picos-Santa Inês, pois tanto as escarpas exibem este alinhamento nas bordas dos tabuleiros, como a drenagem apresenta seus eixos coincidentes com esta direção estrutural, antes de assumir a direção NE-SW. Esta

diferenciação pode estar relacionada com as idades das estruturas, onde as mais antigas estão retratadas nos rios de maior ordem (como o Rio Parnaíba), enquanto as mais novas estão condicionando os rios de menor ordem.

5.3.2. Geologia local

A caracterização geológica da All (**Mapa Geológico – Anexo I**) onde será implantado o AHE Cachoeira exibe as seguintes unidades: Formação Poti, Carbonífero inferior do Grupo Canindé; formações Piauí e Pedra de Fogo, respectivamente Carbonífero Superior e Permiano do Grupo Balsas; e finalizando com as Coberturas Detríticas de Planalto depositadas no Terciário.

- **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 5.3-4**): 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 e 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 e 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 deltaicas. Cruz *et al* (1973) descreveram na porção superior da formação depósitos fluviais meandrantés. Della Favera (1990), detalhando a interpretação de Mesner e 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 parasseqüências 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 e 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.

Litologicamente essa formação 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 Favera, 1990; Lima Filho, 1992)

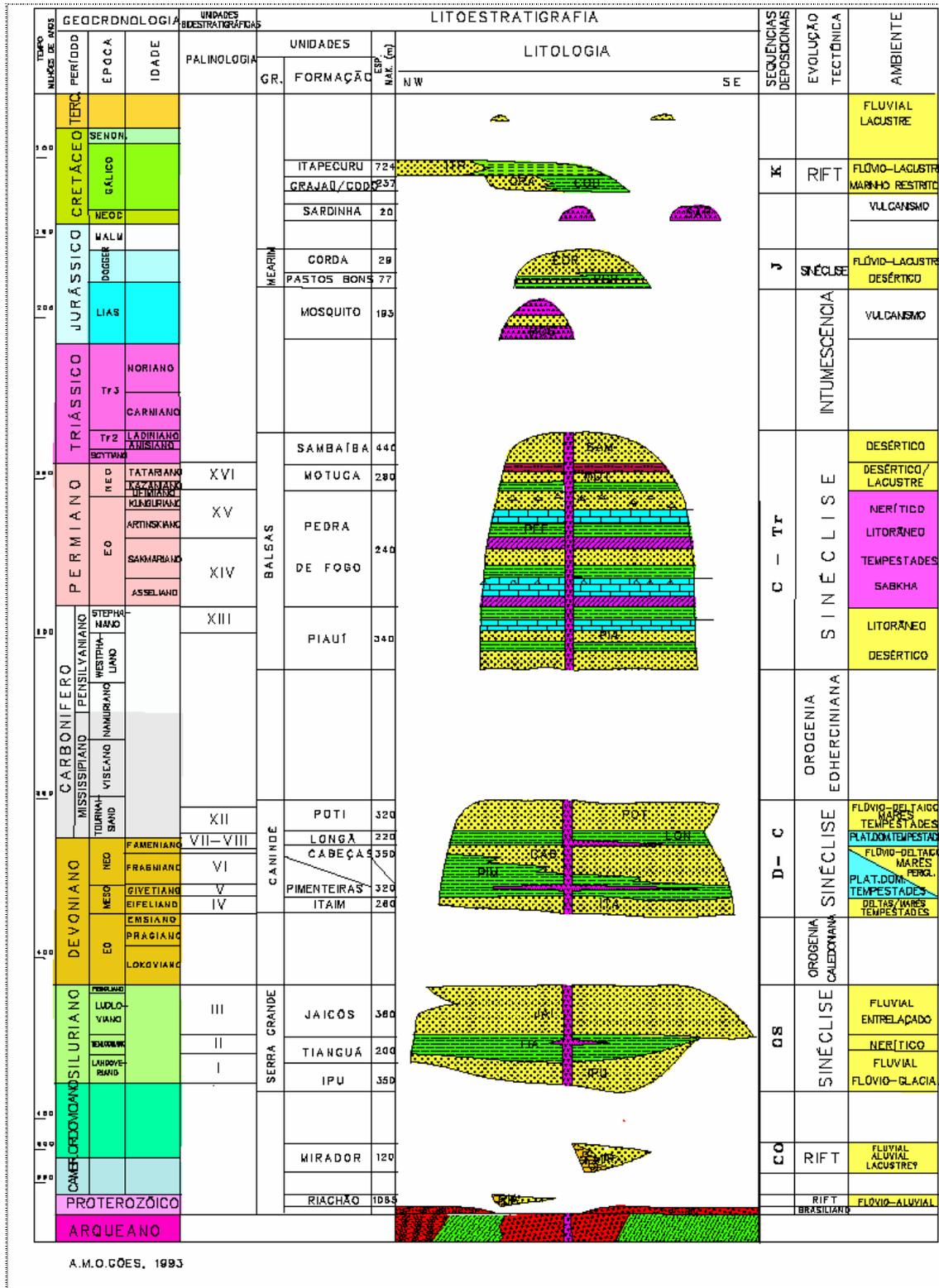


Figura 5.3-4 Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraíba.

Fonte: Góes e Feijó (1994)

Na AII do AHE Cachoeira, a Formação Poti apresenta-se como a unidade basal, sendo observada principalmente na calha do Rio Parnaíba e em alguns afluentes. Em área mapeável, a maior exposição ocorre principalmente a partir da cidade de Barão de Grajaú e se estende até as proximidades de Guadalupe que corresponde a 57,1% da AII. Entretanto, a maior ocorrência situa-se no estado do Maranhão, porção centro-norte, na margem esquerda do rio Parnaíba. Nessa margem, a Formação Poti está em contato com a Formação Piauí, a NNE, e a Formação Pedra de Fogo, a NW. Na margem direita do rio Parnaíba, está em contato com a Formação Piauí, a NE, e a SW, com as Coberturas Detríticas de Planalto.

A Formação Poti apresenta uma faciologia característica de ambiente marinho de águas rasas, variando a flúvio-deltáico. Della Favera (1990) caracterizou para o topo da formação um sistema transgressivo com lobos sigmoisais deltaicos e tempestitos. Ianuzzi (1994) descreve em áreas abatidas por tempestade, plataformas terrigenas com eventual formação de pântano e laguna. Góes (1995) identificou em afloramento registro de depósitos fluviais (granodecrescência ascendente) e de plataforma com tempestades (pelitos laminados, lamas de *offshore*, estratificações cruzadas *hammockys*) e ainda estruturas *linsen* que correspondem às áreas de depósitos litorâneos e marinhos rasos de uma costa recortada por baías, deltas e estuários.

O conteúdo fóssilífero encontrado no pacote sedimentar da Formação Poti refere-se a uma associação diversificada. A fauna é restrita em níveis da 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 5.3-5**), que fornecem indicações marinhas. Dos vertebrados, há descrito um espinho do peixe condricte *Xenacanthus* e restos de Paleoniscidae (Duarte, 1936; Salgado, 1970).

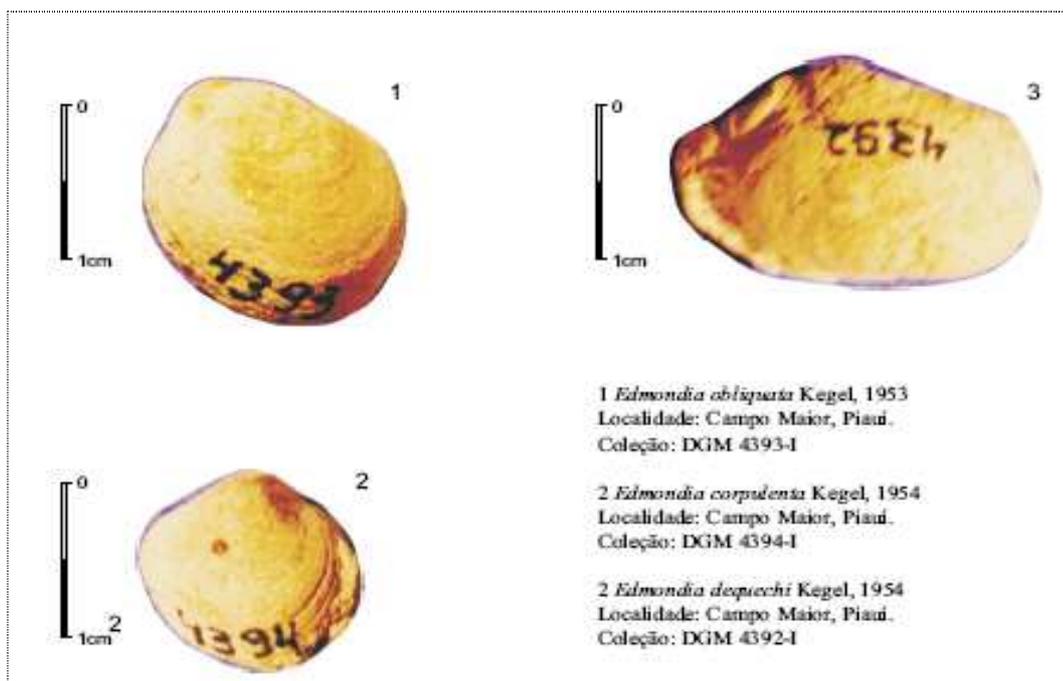


Figura 5.3-5 Bivalves fósseis da Formação Poti.

Fonte: Carvalho e Santos (2004)

Nas porções mais superiores foram encontrados microfósseis (esporomorfos) de idade Tournaisiano (mais antiga) e Viseano (mais nova) (Daemon, 1974; Leite, 1978; Sundaram *et al.*, 1981; Quadros, 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 salobras. Esses fósseis reafirmam a variação ambiental da Formação Poti com a porção inferior marinha e na porção superior a 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 5.3-6).

▪ 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 e 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 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.

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; 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 de terrestrialização. 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).

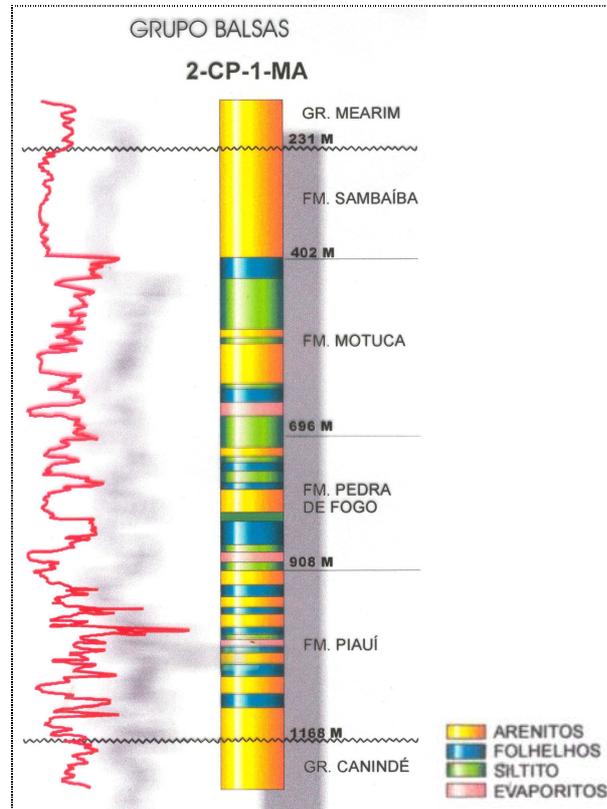


Figura 5.3-6 Perfil de referência do Grupo Balsas. A linha em vermelho representa o perfil de raios gama.

Fonte: Góes e Feijó (1994).

Litologicamente, a Formação Piauí é constituída por camadas de arenitos róseos de cor avermelhada e arroxeadas, com grãos foscas, estratificações cruzadas acanaladas, estratificação cruzada de grande escala, com as lâminas em ângulos agudos com a superfície horizontal, cujas superfícies de acamamento são de base quase horizontal, interpretadas como deposição de duna eólica, que intercalam estratificações plano-paralelas, decorrente de uma sedimentação interdunar. Os bancos de arenitos róseos, com estratificação cruzada acanalada estão amplamente distribuídos na parte inferior da formação, e indicam o predomínio das deposições subaéreas. Os arenitos róseos são recobertos por folhelhos vermelhos, intercalando marcas de onda e gretas de dissecação, situados no centro da bacia, e interpretados como lagunar ou lacustre. Os folhelhos avermelhados em variações laterais de fácies intercalam carbonatos (Calcário Mocambo). Bancos de calcarenitos apresentam seqüências rítmicas, com folhelhos com acamamento lenticular, folhelhos avermelhados e carbonatos argilosos listrados, creme, intercalados. As lentes de arenito incluem camadas lamosas, interpretadas como pequenas cristas de areia originadas por ação de ondas em substrato lamoso em ambiente marinho costeiro. Em alguns locais, os arenitos finos têm geometria sigmoidal mostrando uma sedimentação que encerra frentes deltaicas penetrando em sistema lacustre Ribeiro e Melo (1996).

Lima e 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, deltaico, 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.

Na área em que será construído o empreendimento, a Formação Piauí ocupa em torno de 27,65% da All, sendo observada na porção centro-norte e leste a partir do eixo da barragem e a sudoeste em contato principalmente com a Formação Poti, que entalha o canal do Rio Parnaíba. Essa formação, segundo Góes e Feijó (1994), apresenta espessura de 340 m. Nas proximidades do eixo da barragem de Cachoeira, tem uma exposição (**Figura 5.3-7A**) caracterizada por um arenito amarelado com porções esbranquiçadas e avermelhado, com textura variando de média a grossa com porções conglomeráticas, notadamente observa-se a configuração de um paleo-canal fluvial (**Figura 5.3-7B**).



Figura 5.3-7A Vista geral do afloramento de arenito da Formação Piauí, próximo local projetado para o eixo da barragem de Cachoeira



Figura 5.3-7B Detalhe da porção mais conglomerática da Formação Piauí, caracterizando um paleocanal, próximo do local projetado para o eixo da barragem de Cachoeira.

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 (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 e Wooldridge (1964), e analisada por Campanha & Rocha Campos (1979), Assis (1979, 1980) e Anneli *et al.* (1994). Há apenas um registro macroflorístico (Dolianti, 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, com eixo de deposição deslocado para oeste (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) 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.

Na área do empreendimento, essa formação ocupa aproximadamente 8,25% da All, situando-se na porção oeste. Apresenta um caimento para o oeste-noroeste em direção a Bacia de São Luis-Grajaú. Vale salientar que o eixo de erosão (relacionado às encostas) e transporte de sedimentos está condicionado pela drenagem situada na margem esquerda do Rio Parnaíba. Nessa porção são amplos os terrenos em que afloram a Formação Poti, posicionada estratigraficamente abaixo da Formação Pedra de Fogo.

A seqüência sedimentar inicia-se por arenitos róseos de granulação bimodal, com estratificação cruzada de grande porte relacionada a dunas gigantes com base plana. Intercalam na base níveis de oncólitos e para o topo arenitos róseos de grã fina intercalam-se com esteiras algálicas e níveis de estromatólitos. No topo, os arenitos de granulação fina são vermelhos, com acamamento lenticular, gretas de dissecação, *tepees*, estruturas sigmóides de baixios arenosos e baixios de maré. Esses arenitos estão intercalados com argilitos vermelhos. A base da coluna indica uma regressão, relacionada com ambiente desértico avançando sobre planícies costeiras marcados pelos arenitos de estratificação cruzada, indicativos de dunas eólicas. Para o topo, a seqüência é transgressiva, com os sedimentos pelíticos de ambientes subaquáticos sob influências onde ocorrem os níveis de atividade orgânica como esteiras algálicas e estromatólitos (Santos & Carvalho, 2004).

Com relação às ocorrências fossilíferas na Formação Pedra de Fogo inclui-se uma variedade de estromatólitos, vegetais (palinomorfos, esporomorfos e troncos), e ainda de vertebrados. Cruz *et al.* (1973b), descreveram em seus relatórios palinológicos uma flora desenvolvida e variada de gimnospermas, pteridófitas e esfenófitas, confirmando a idade permiana. Posteriormente, em novas identificações de esporomorfos, 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, Sakmariiano, Artinskiano e Kunguriano, e à base do Neopermiano, no intervalo Ufimiano. Santos & Carvalho (2004) observaram no membro Trisidela madeiras fósseis 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 5.3-8**). Caldas *et al.* (1989) estudaram a ocorrência de inúmeros troncos, visando sua preservação e descreveram um novo gênero de Pteridospermophyta, *Teresinoxylon eusebioi*.

▪ Coberturas Lateríticas de Planalto

Essa unidade representa uma cobertura areno-ferruginosa constituída por arenitos mal selecionados, apresentando níveis conglomeráticos e intercalações com níveis argilosos.

Ocorrem em amplas áreas as porções entre os cursos fluviais, com áreas de abrangência de dezenas a centenas de quilômetros.

Na AII do AHE Cachoeira está situada na porção sul a sul-sudoeste da cidade de Floriano e estendem-se até as proximidades do rio Gurguéia, ocupando cerca de 6% dessa área. Normalmente caracterizam as chapadas onde a ocorrência de níveis de silexitos mantém as escarpas que limitam as chapadas. As coberturas detríticas estão em contato com as formações Pastos Bons e Corda, a leste da cidade de Floriano, e com as formações Poti e Piauí, tanto a norte como a sudoeste.



Figura 5.3-8 Tronco fóssil localizado *in situ*, nas margens do rio Poti, em Teresina

Fonte: Santos e Carvalho (2004).

5.3.3. Potencial mineral

Para a análise dos processos de direitos minerários existentes na AII do futuro AHE Cachoeira 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 feita 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 (All) do empreendimento, através de ferramenta do ArcGIS 9.0, mantendo-se as áreas de direitos minerários contidas no limite da bacia.

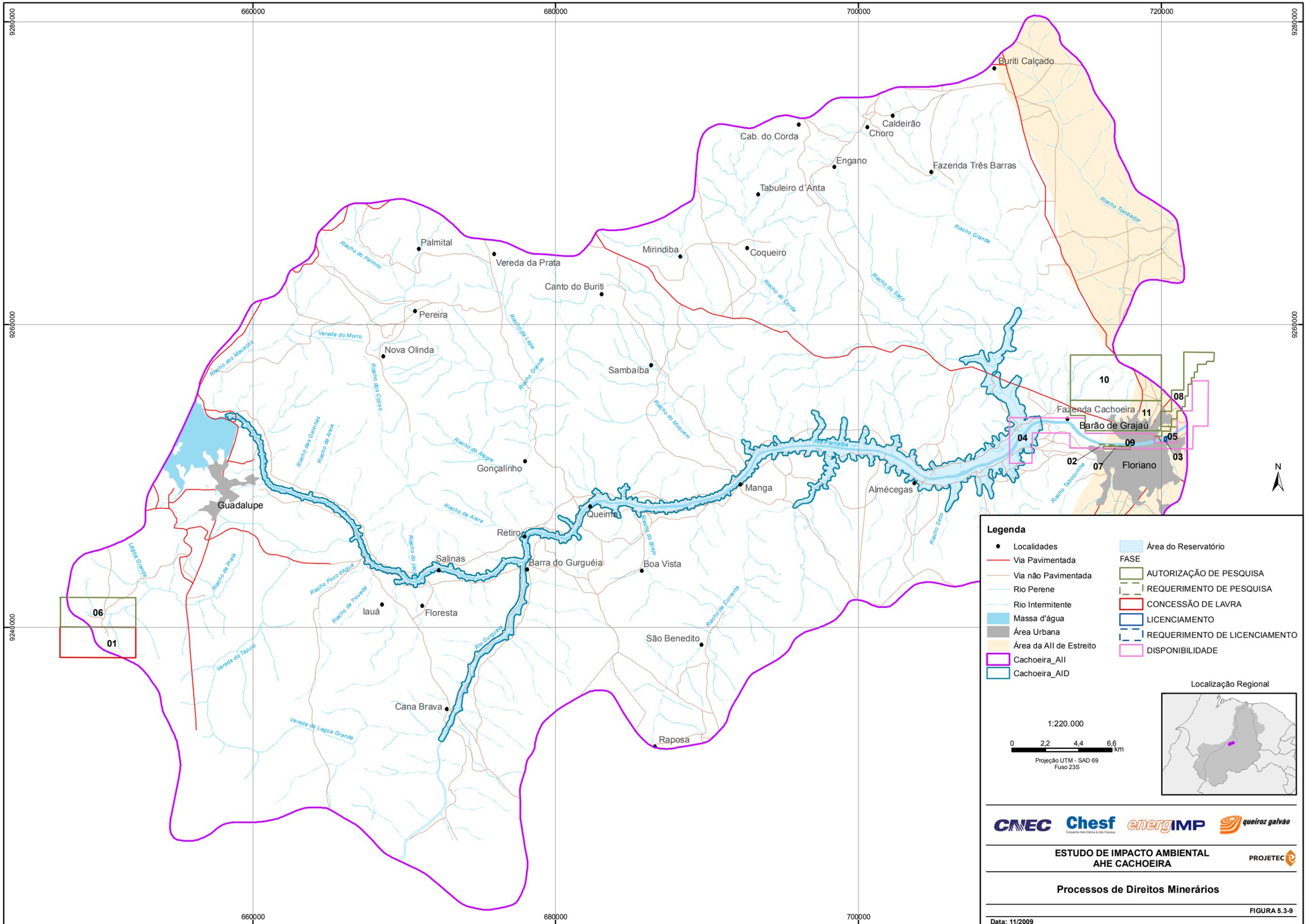
As áreas requeridas foram classificadas em nove fases, referentes ao tipo e/ou estágio de tramitação do processo no DNPM: requerimento de pesquisa (RP), autorização de pesquisa (AP), requerimento de lavra (RL), concessão de lavra (CL), licenciamento (LI), requerimento de lavra garimpeira (RLG), concessão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

Verificou-se que na All do AHE Cachoeira existem 11 áreas de direitos minerários, conforme indicadas na **Figura 5.3-9** e relação especificada na **Tabela 5.3-1**.

Das áreas de direitos minerários requeridas ao DNPM tem-se: (1) 1 área em fase de requerimento para areia; (2) 6 áreas em fase de autorização de pesquisa para argila, ilmenita, atapulgita e ouro; (3) 1 requerimento de lavra para areia; (4) 1 concessão de lavra para argila; (5) 1 licenciamento para areia; e (6) 1 área em disponibilidade em função da não aprovação do relatório final de pesquisa mineral.

Tabela 5.3-1. Reserva das substâncias minerais na área de influência indireta (All) do aproveitamento hidroelétrico de Cachoeira

Número localização no mapa	Código DNPM	ANO	AREA (ha)	FASE	REQUERENTE	SUBSTÂNCIA	USO	ÚLTIMO EVENTO
01	800390	1983	1000,00	CL	Atapulgita Mineração Ltda	argila	não informado	1693 - CONC LAV/RAL AUTO DE INFRAÇÃO LAVRADO EM 08/07/2009
02	803015	2009	17,64	RP	Manoel Ribeiro & Carvalho Ltda	areia	construção civil	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 19/01/2009
03	803075	2006	4,99	LI	Fredson Veloso Falcão	areia	construção civil	760 - LICEN/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 01/04/2009
04	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
05	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
06	804221	2008	979,25	AP	Itaoeste Serviços e Participações Ltda,	atapulgita	industrial	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 01/07/2009
07	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
08	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
09	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
10	806251	2004	1800,00	AP	Corcovado Granitos Ltda	ilmenita	industrial	255 - AUT PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 07/04/2009
11	806252	2004	1100,00	AP	Corcovado Granitos Ltda	ilmenita	industrial	230 - AUT PESQ/ARQUIVAMENTO AUTO INFRAÇÃO PUBL EM 20/04/2009



Legenda

- Localidades
- Via Pavimentada
- Via não Pavimentada
- Rio Perene
- Rio Intermitente
- Massa d'água
- Área Urbana
- Área da AII de Estreito
- Cachoeira_AII
- Cachoeira_AID

FASE

- AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA
- REQUERIMENTO DE PESQUISA
- CONCESSÃO DE LAVRA
- LICENCIAMENTO
- REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO
- DISPONIBILIDADE



5.4. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS E HIDROGEOLOGIA

5.4.1. Aspectos Hidrogeológicos da Bacia Sedimentar do Parnaíba

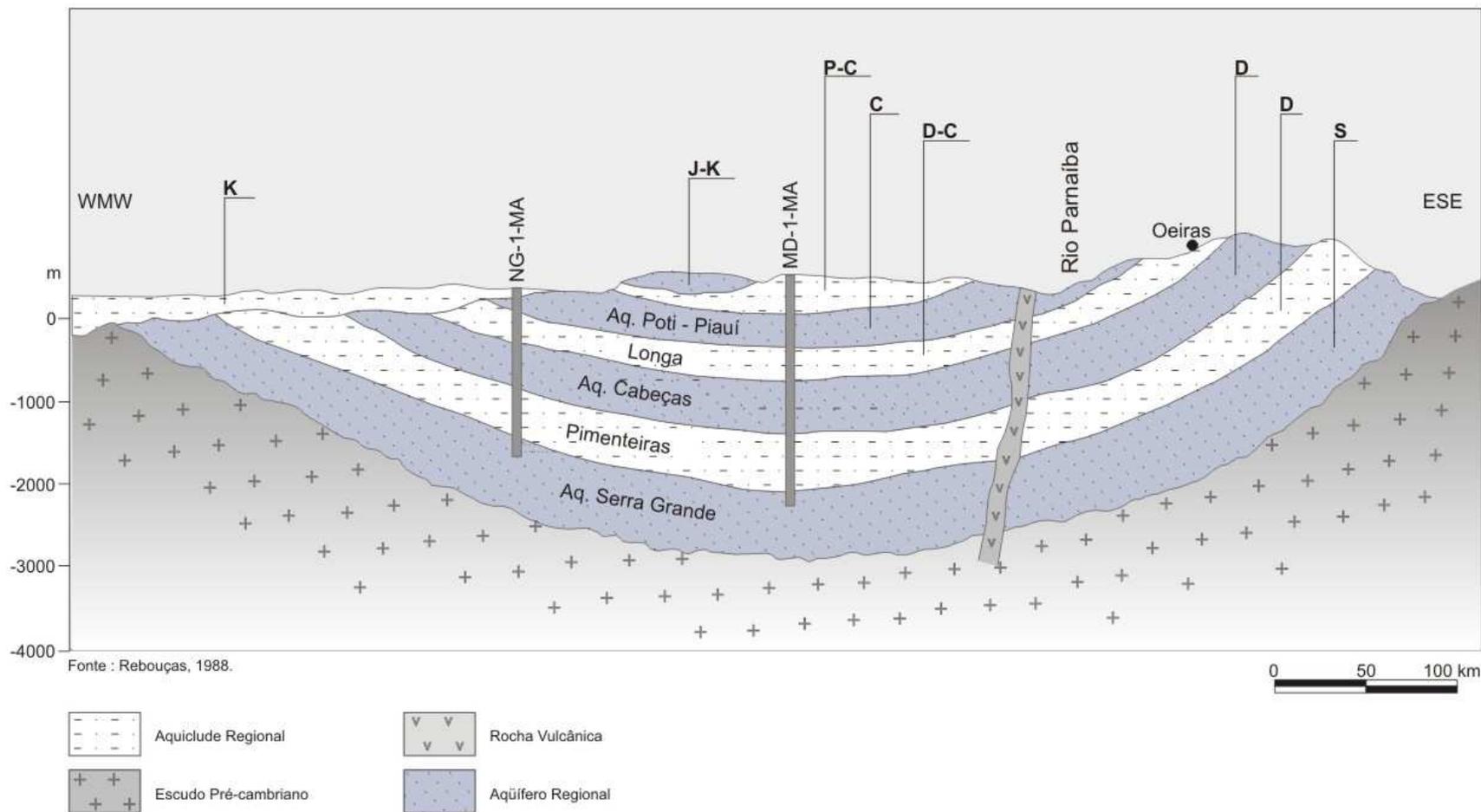
A Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba está totalmente inserida na Bacia Sedimentar do Parnaíba, que compreende a quase totalidade dos estados do Maranhão e Piauí, além de pequenas partes dos estados do Ceará, Goiás e Pará, totalizando uma superfície de cerca de 600.000 km².

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 3.000 m, assentado discordantemente sobre as rochas cristalinas do 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 Itapecurú) com maiores possibilidades de armazenar e liberar grandes quantidades de água, e os clásticos finos e pelitos (formação Pimenteiras, Longá, Pedra de Fogo e Pastos Bons) que, por serem menos permeáveis, caracterizam-se como camadas confinantes das formações mais permeáveis.

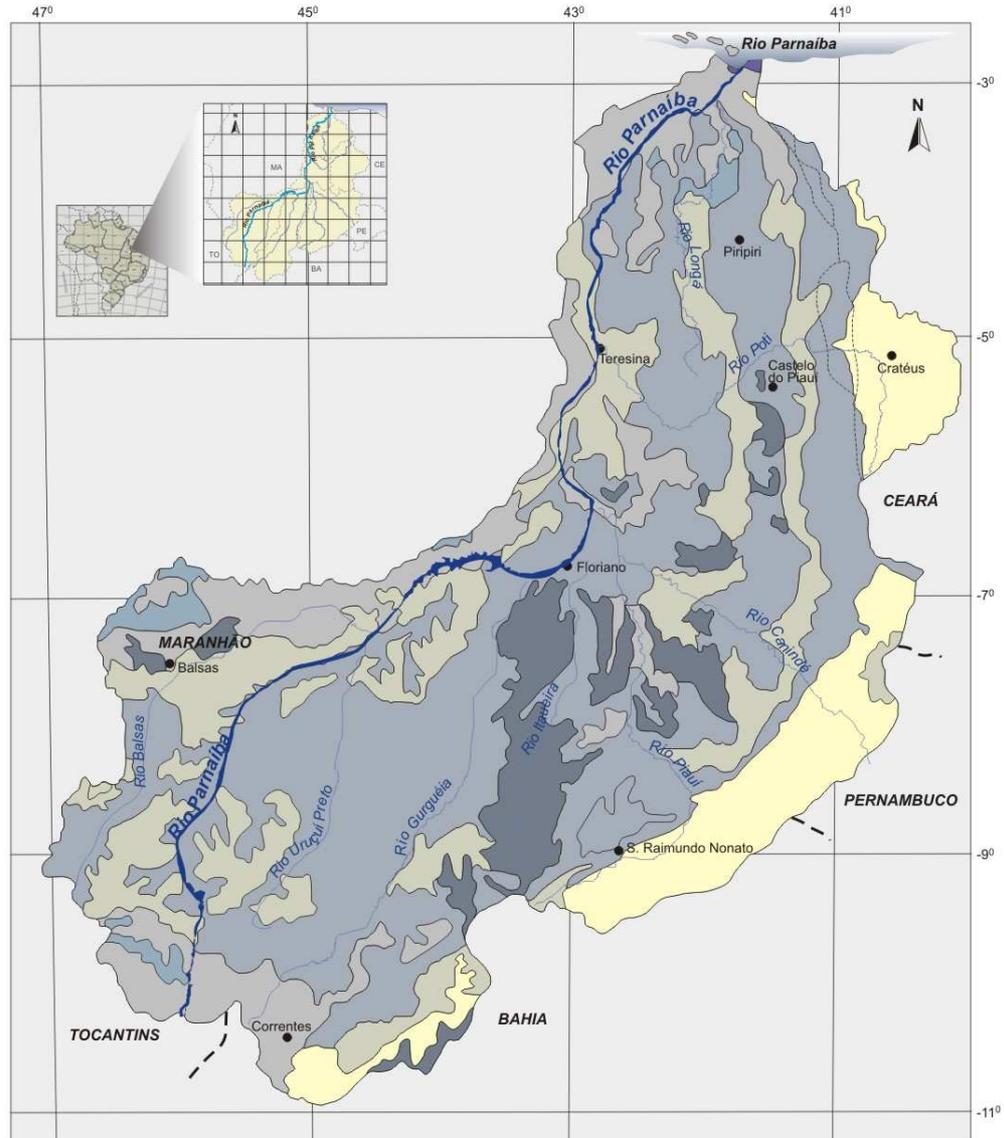
Na Bacia do Parnaíba foram executados importantes estudos hidrogeológicos de caráter regional e local, entre os quais podemos citar: Inventários Hidrogeológicos Básicos do Nordeste, Pesquisa Sistemática da Água Subterrânea na Bacia do Parnaíba (Piauí e Maranhão) e Bacia do Apodí; Estudo de Reconhecimento 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 do Conhecimento, dentre outros. Desses trabalhos, o Inventário Hidrogeológico, apesar de ter 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 5.4-1**. As **Figuras 5.4-2 e 5.4-3** 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 5.4-1 Seqüência aquífera esquemática na Bacia Sedimentar do Parnaíba



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

LEGENDA

AQUÍFEROS 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.

AQUÍFEROS 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.

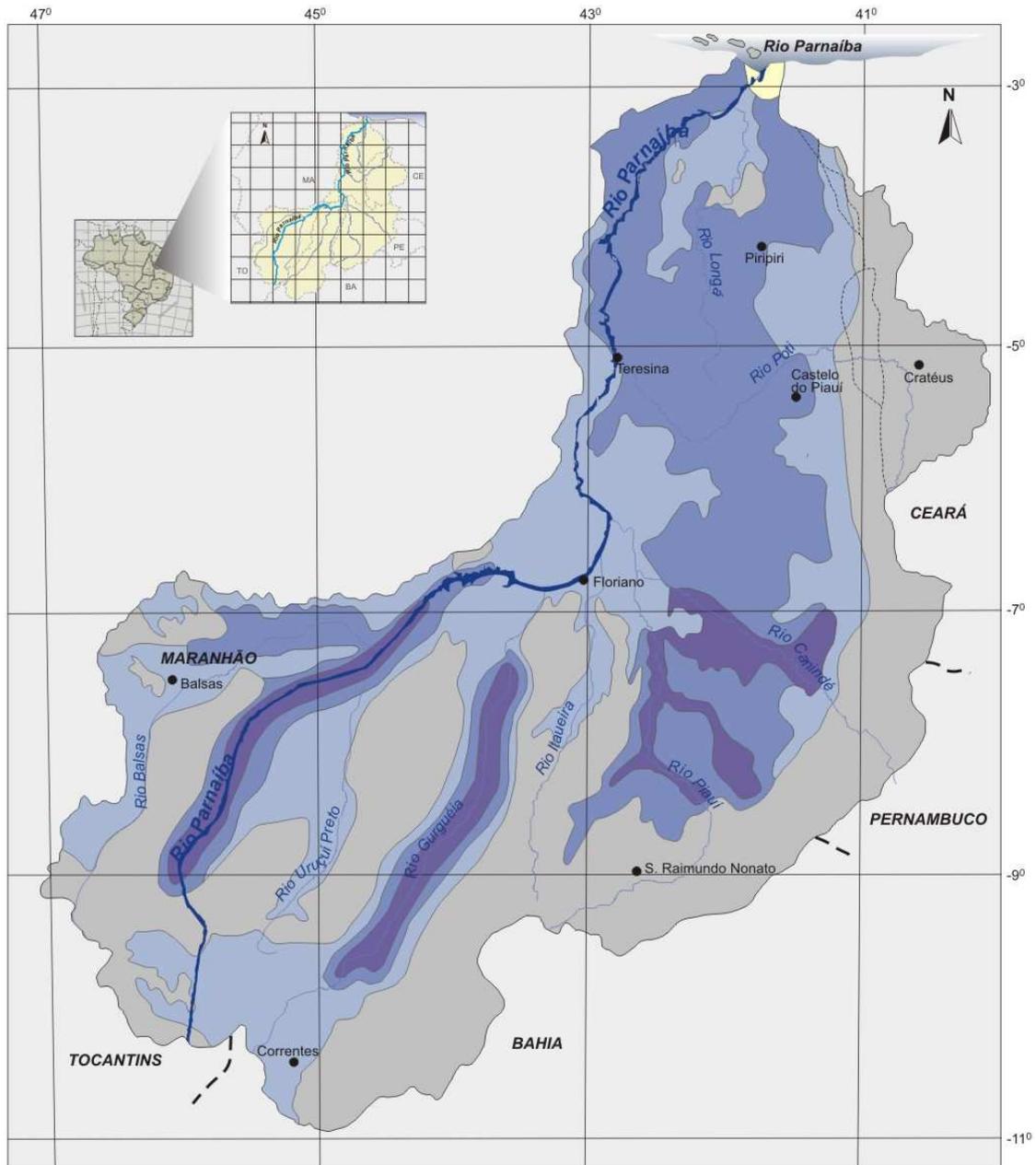
AQUÍFEROS EM ROCHAS POROSAS COM IMPORTÂNCIA HIDROGEOLÓGICA RELATIVA MUITO PEQUENA

- 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.

AQUÍFEROS 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 5.4-2. Distribuição espacial 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 m³/h/m e vazão superior a 100 m³/h para rebaixamento do nível d'água de 25 m
- ELEVADA A MÉDIA**
Poços com capacidade específica entre 4 e 1m³/h/m e vazão entre 100 e 25 m³/h para rebaixamento do nível d'água de 25 m
- MÉDIA A FRACA**
Poços com capacidade específica entre 1 e 0,13 m³/h/m e vazão entre 25 e 3,25 m³/h para rebaixamento do nível d'água de 25 m
- MUITO FRACA**
Poços com capacidade específica inferior a 0,13 m³/h/m para rebaixamento do nível d'água de 25 m
- SEM INFORMAÇÃO**

PRODUTIVIDADE DOS AQUIFEROS
Bacia do Rio Parnaíba

Figura 5.4-3 Distribuição espacial da produtividade dos aquíferos da Bacia Sedimentar do Parnaíba.

5.4.2. Principais aquíferos identificados

▪ 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 metros de espessura, como registrado em poços do DNOCS no Vale do Gurguéia, os quais produzem descargas da ordem de 400m³/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 Pimenteiros, na área de confinamento do aquífero.

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

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 5.4-1**.

Quadro 5.4-1 Características hidrodinâmicas do Aquífero Serra Grande.

POÇO BOMBEADO		PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS				
		Transmissividade – T (m ² /s)		Condutividade Hidráulica – K (m/s)		Coefficiente de Armazenamento -S
Número	Local	Rebaixamento	Recuperação	Rebaixamento	Recuperação	Rebaixamento
144/18	Violeto	2,43 x 10 ⁻³	2,12 x 10 ⁻⁶	9,72 x 10 ⁻⁶	8,48 x 10 ⁻⁶	-
Média para o poço 122/18		2,27 x 10 ⁻³		9,10 x 10 ⁻⁶		
258/18	Sta. Rita nº 3	5,30 x 10 ⁻³	-	-	-	0,76 x 10 ⁻³
262/18	S. João do Piauí	1,50 x 10 ⁻³	-	-	-	9,8 x 10 ⁻⁵
Média para o aquífero		3,02 x 10 ⁻³		9,10 x 10 ⁻⁶		4,29 x 10 ⁻⁴

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 à 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 Violetto 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 km²) e da pluviometria média anual da área (880mm/ano), calculou a infiltração anual, obtendo um valor igual a 16,55 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).

▪ **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 aquítardo 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 metros 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 aquítardo 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 aquítardo são fornecidos pelos aquíferos Cabeças e Serra Grande por infiltração vertical descendentes e ascendente, respectivamente.

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

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 (1979) 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).

▪ 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, respectivamente. 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 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 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 constam no **Quadro 5.4-2**.

Quadro 5.4-2. Características hidrodinâmicas do aquífero Cabeças.

POÇO BOMBÉADO	LOCAL	PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS		
		Transmissividade – T (m ² /s)	Condutividade Hidráulica -K (m/s)	Coefficiente de Armazenamento -S
47/18	Brejo	6,35 x 10 ⁻³	2,76 x 10 ⁻⁴	-
75/18	Canto do Buriti	2,67 x 10 ⁻³	2,76 x 10 ⁻⁴	2,97 x 10 ⁻⁴
138/18	Cristino Castro	4,78 x 10 ⁻³	2,17 x 10 ⁻⁴	-
161/18	Lagoa Cercada	2,0 x 10 ⁻³	8,43 x 10 ⁻⁵	-
309/18	Santa Luz	6,75 x 10 ⁻³	4,39 x 10 ⁻⁵	0,60 x 10 ⁻⁵
124/18	Bom Lugar	2,05 x 10 ⁻²	-	-
126-131/18	Pj. Gurguéia	1,69 x 10 ⁻²	-	-
132-137/18	Pj. Gurguéia	1,68 x 10 ⁻²	-	-
143/18	Violeto nº1	1,79 x 10 ⁻²	6,77 x 10 ⁻⁵	-
144/18	Violeto nº2	2,17 x 10 ⁻²	8,19 x 10 ⁻⁵	1,37 x 10 ⁻⁵
157/18	Col. do Gurguéia	1,95 x 10 ⁻²	7,05 x 10 ⁻⁵	1,96 x 10 ⁻⁵
193/18	Paus	1,35 x 10 ⁻²	5,56 x 10 ⁻⁵	2,66 x 10 ⁻⁵
Valores Médios		1,81 x 10 ⁻²	6,89 x 10 ⁻⁵	1,99 x 10 ⁻⁵
200/13	Salinas	2,7 x 10 ⁻³	1,2 x 10 ⁻⁵	5,9 x 10 ⁻⁴
201/13	Salobro	1,06 x 10 ⁻³	7,0 x 10 ⁻⁶	-
160/13	Oeiras	2,3 x 10 ⁻⁴	2,0 x 10 ⁻⁶	-
230/13	Fonte de Fátima	3,1 x 10 ⁻³	-	-
231/13	Lagoa do Boi	1,0 x 10 ⁻³	-	1,6 x 10 ⁻⁴
232/13	Lagoa Comprida	5,0 x 10 ⁻³	-	-
318/13	Vermelha	4,0 x 10 ⁻⁵	-	-
Valores médios		2,0 x 10 ⁻³	1,0 x 10 ⁻⁵	5,1 x 10 ⁻⁴

Fonte: Pessoa (1979) e 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 3,8 m/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 10⁶ m³/ano, para uma seção de 165 km de comprimento situada na área

confinada, um gradiente hidráulico médio de 3,2 m/km, e uma transmissividade com valor de $2,9 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

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, contribui 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 $118.450 \times 10^6 \text{ m}^3$.

▪ **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 aquítardo 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 aquítardo 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).

▪ **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 aquítardos, 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 m.

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 a 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 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 5.4-3** (Pessoa, 1979).

Quadro 5.4-3. Características hidrodinâmicas do aquífero Poti-Piauí

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

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

No trabalho de autoria da 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, condutividade hidráulica e armazenamento estão representados no **Quadro 5.4-4**.

Quadro 5.4-4. Características hidrodinâmicas do aquífero Poti

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

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

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 x 10⁻³ m²/s e 1,2 x 10⁻³ m²/s, tem-se uma zona de regular capacidade produtiva. Naturalmente, esses resultados refletem a heterogeneidade do aquífero que resulta das grandes variações litológicas da formação.

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 x 10⁻³ m²/s
K = 5,1 x 10⁻⁶ m/s
S = 4,7 x 10⁻⁴
- Aquífero Poti argiloso: T = 1,6 x 10⁻⁴ m²/s
K = 7,8 x 10⁻⁷ m/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 (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 m/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 $7,5 \times 10^{-4}$ m²/s, 3,75 m/km e 35.000 m, respectivamente, é de $3,1 \times 10^6$ m³/ano, o que corresponde a $8,7 \times 10^{-4}$ m³/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 $61,44 \times 10^6$ m³/ano.

A reserva permanente do aquífero, constituídas pelos volumes de saturação e acumulação sob pressão, foi de $118,086 \times 10^6$ m³ para a folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, (Pessoa, 1979). Para a folha 13 do mesmo inventário a reserva permanente foi de 15.765×10^6 m³.

▪ **Aqüitardo Pedra de Fogo e Pastos Bons**

Depositada sobre o sistema aquífero Poti-Piauí, o aquítardo 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 aquítardo Pastos Bons é constituído por siltitos, folhelhos e argilitos verdes a castanho-avermelhado depositado sobre o aquífero Sambaíba. Do ponto de vista hidrogeológico esses aquítardos 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 aquítardo Pedra de Fogo é de $8,90 \times 10^5$ m³/ano, considerando uma taxa de infiltração de 0,23%, uma pluviometria média de 910 mm/ano e uma área de afloramento igual a 425 km².

A reserva permanente do aquítardo Pedra de Fogo, constituídas pelos volumes de saturação e acumulação sob pressão, foi de 17×10^6 m³ para a folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste (Pessoa, 1979).

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

▪ **Aquífero Sambaíba e Corda**

Os Aquíferos Sambaíba e Corda, que ocorrem na região onde será instalada o AHE Cachoeira localizam-se em topografias elevadas. O primeiro próximo a São Raimundo do Mangabeiras e o segundo a sudoeste de Floriano, a leste de 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 (710 mm/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.

5.4.3. Mapas Potenciométrico e Hidrogeológico

5.4.3.1. Mapa Potenciométrico

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 de caracterização regional do fluxo subterrâneo.

Na área de estudo (AI) existem 582 poços cadastrados pela CPRM e destes 317 tinham informação de nível estático (NE). 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 5.4-4** 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.

As maiores concentrações de poços estão no entorno da cidade de Floriano e o bombeamentos desses poços influencia o traçado das curvas potenciométricas, mostrando claramente uma zona de sumidouro a sudeste de Floriano. Fora essa área a curvas potenciométricas parece mostrar o escoamento natural do aquífero na direção da rede de drenagem.

Do lado do Maranhão, apesar de não haver informações, pode-se admitir comportamento semelhante, ainda mais porque do lado do Maranhão também dominam afloramentos das formações Poti e Piauí.

Devido à alta densidade de poços em alguns locais, principalmente no entorno das sedes municipais, tal como em Floriano, inviabilizou a colocação da indicação das cargas hidráulicas em cada poço, o que carregaria o mapa com muita informação, assim, a indicação das cargas hidráulicas fica restrita na **Figura 5.4-4**.

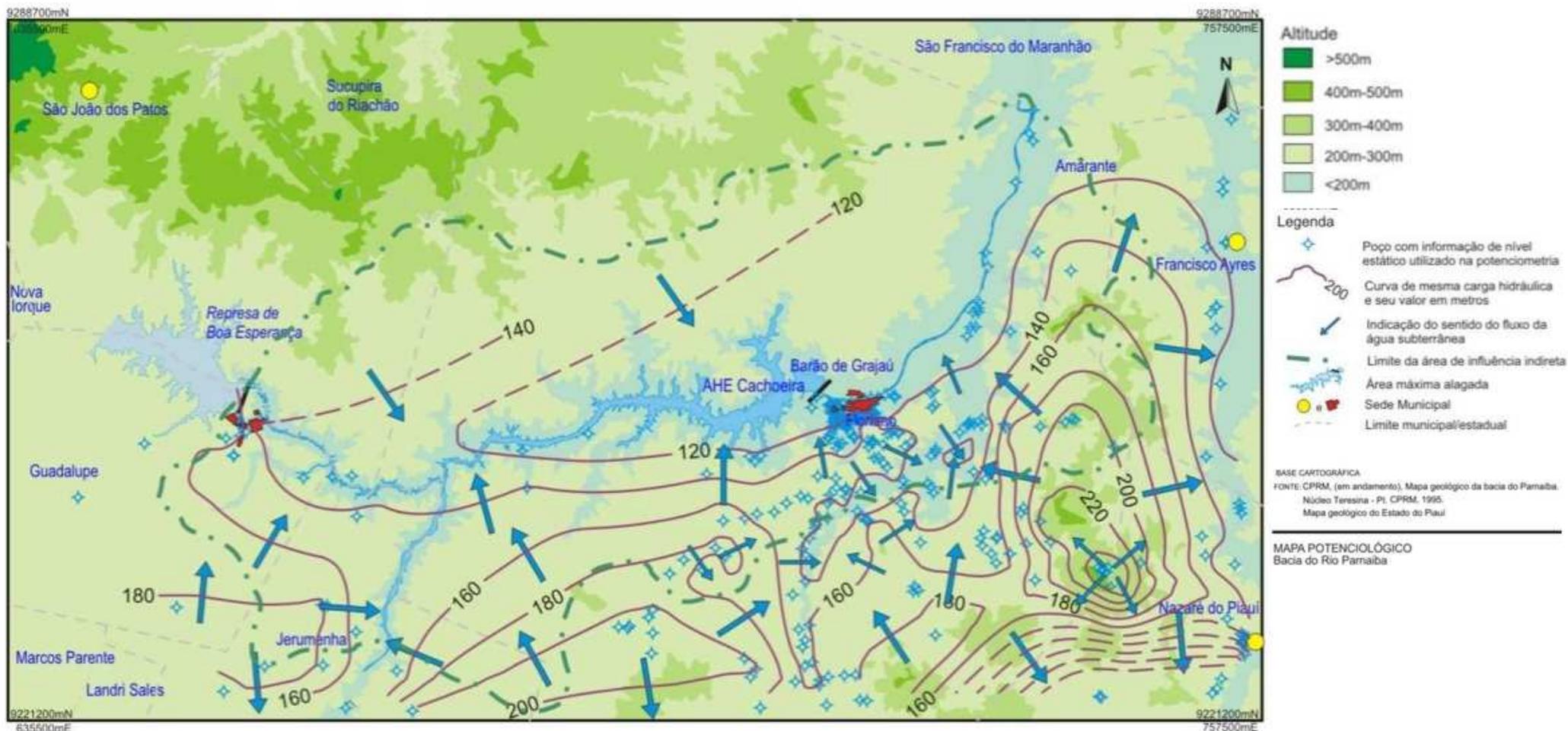


Figura 5.4-4 Mapa Potenciométrico do AHE Cachoeira (Escala aproximada 1:100.000).Fonte: Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba (CPRM 1995).

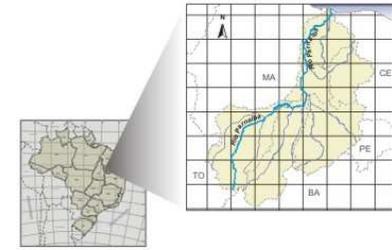
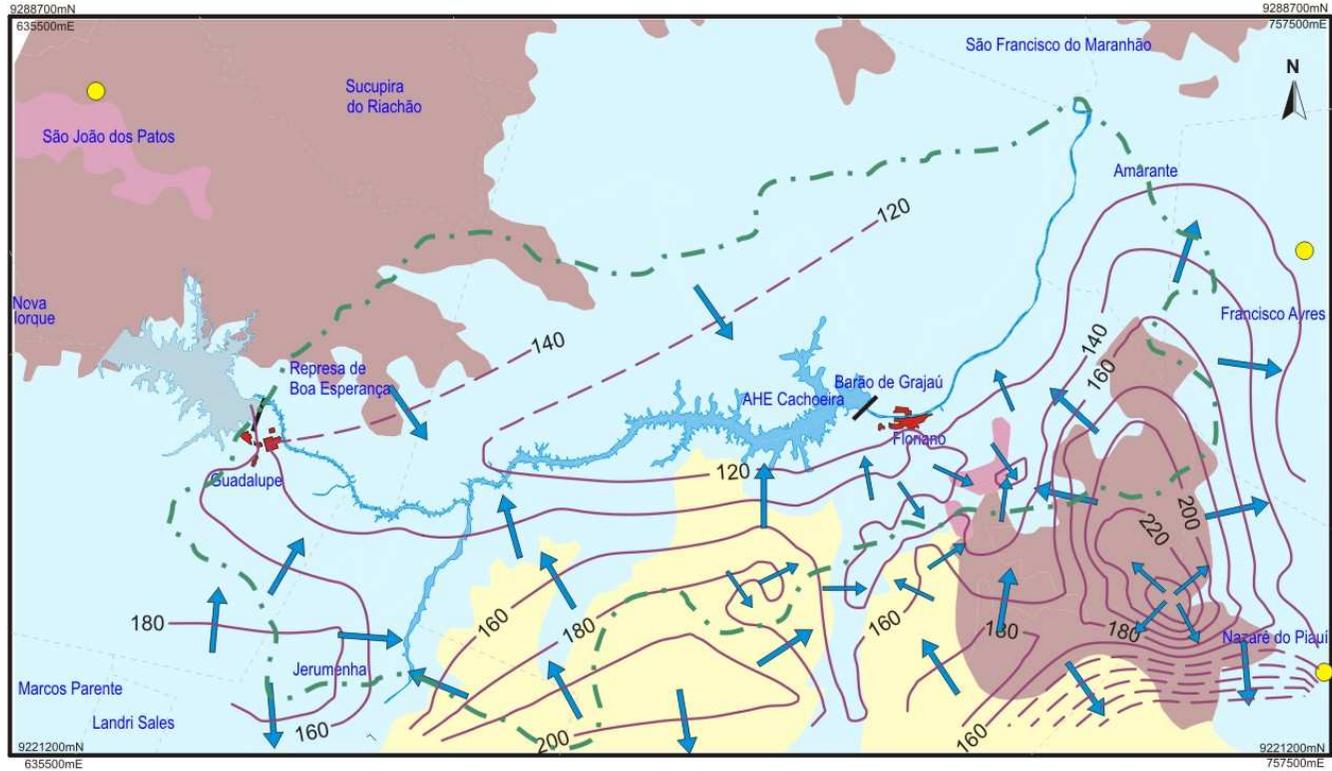
Do ponto de vista hidrogeológico a área é dividida em duas grandes unidades, uma unidade aquífera e uma unidade aquífero/aquífera, tal como mostrado no mapa da **Figura 5.4-5**.

A unidade aquífera é formada pelas formações Poti/Piauí, do período Carbonífero, cuja zona de afloramento representa mais de 60% da área. Essa unidade aquífera é denominada de sistema aquífero Poti/Piauí, que é constituído de arenitos finos a médios, 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 247 poços cadastrado no sistema Poti/Piauí com informação de vazão, é de 8,0 m³/h, a mínima de 0,8 m³/h e a máxima de 168 m³/h. Em relação ao conteúdo de sais a água é boa, sendo registrada uma condutividade elétrica da água máxima de 3780 µS/cm, o que corresponde a cerca de 2457 mg/L de sólidos totais dissolvidos - STD, mas, 10 poços, dentre 534 com informação de condutividade elétrica da água, tiveram os STD acima 1000 mg/L, valor máximo permitido pela Ministério da Saúde para considerar a água como potável em relação ao STD. A condutividade elétrica média é de 309 µS/cm (201,0 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. Em menor quantidade aparece a formação Pastos Bons, constituída por siltitos e folhelhos. Ocorre ainda na área derrames de basaltos e diabásios, do cretáceo superior, que são unidades sem qualquer vocação hidrogeológica, representando os aquíferos.

Por último aparecem grandes manchas de coberturas arenosas, recentes, de idade quaternária/terciária. Em geral são de pouca espessura e aproveitadas, quando possível, para abastecimentos localizados de pequenas propriedades.



- Legenda**
- 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

- Hidrogeologia**
- Aquitardo: Formações areno-argilosas, com intercalção de calcário, podendo localmente se comportar como aquífero. Baixa vocação hidrogeológica.
 - Derrames basálticos e diabásicos
 - Aquífero: Formações arenosas com intercalações de siltilos e folhelhos. Vocação hidrogeológica média. Poços com produção média da ordem de 15m³/h. Vazão máxima de 70 m³/h
 - Coberturas terciárias arenosas

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

MAPA HIDROGEOLÓGICO
 Bacia do Rio Parnaíba

Figura 5.4-5 Mapa Hidrogeológico do AHE Cachoeira

5.4.4. 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 5.4-5**, 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 300 mg/l, enquanto que, em apenas 4,2%, esse valor excede 1.000 mg/l (SUDENE, 1978).

Quadro 5.4-5 Distribuição de freqüência dos resíduos secos das águas subterrâneas da folha 13 – Teresina – SE.

VARIAÇÃO DA SALINIDADE EM RESÍDUO SECO (mg/L)	FREQUÊNCIA		
	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
TOTAIS	167	100,0	-

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 5.4-6**, 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 5.4-6. Distribuição de freqüência dos resíduos secos das águas subterrâneas da folha 18 – São Francisco – NE.

VARIAÇÃO DA SALINIDADE EM RESÍDUO SECO (mg/L)	FREQUÊNCIA		
	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
400-500	04	5,8	88,4
500-600	03	4,3	92,7
> 600	05	7,3	100
TOTAIS	69	100,0	-

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 5.4-7**).

Quadro 5.4-7. 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: 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, 1978).

Segundo SUDENE (1978), 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%. Esses quatro grupos constituem, pois, 94,6 % das águas em estudo. Os outros grupos que aparecem são de ocorrência bem limitada.

5.5. GEOTECNIA

As propriedades mecânicas dos solos e das rochas influenciam o comportamento de diversos fenômenos verificados nas barragens e seus reservatórios. A geotecnia subsidia a obtenção dessas informações, complementando o modelo geomecânico elaborado e a leitura adequada do território estudado.

O modelo geomecânico representa todo o conhecimento geológico (litologias, estruturas, etc) e geotécnico (grau de alteração, fraturamento, resistência das rochas e das descontinuidades, etc.) disponível e a sua dinâmica e interação frente às novas condições impostas pelas intervenções de uma obra (escavações, aterros e estruturas civis assentadas ou enterradas).

O modelo geomecânico será tanto mais representativo quanto melhor forem as informações obtidas através das investigações diretas (mapeamento de campo, sondagens manuais e mecânicas) e investigações indiretas (foto-interpretação, geofísica, etc.).

Mesmo durante a execução da obra, o modelo deverá ser constantemente atualizado e até reformulado de acordo com as novas evidências que porventura surgirem, coletadas nas escavações.

As classes de maciço do modelo geomecânico e as estruturas geológicas singulares determinam as recomendações de tratamentos a serem implementados para a estabilização do maciço frente às solicitações da obra.

5.5.1. 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 hidrelétricos. 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, estado do Piauí.

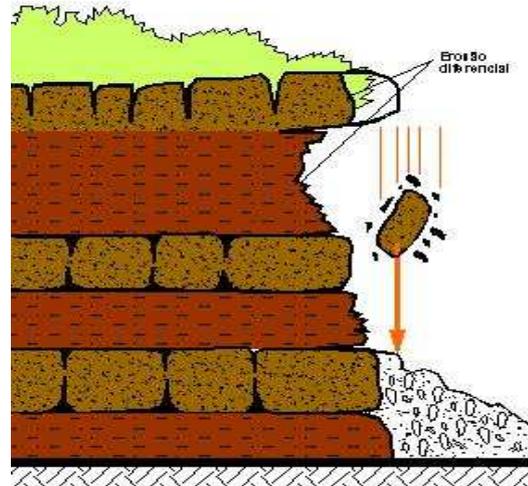
Essa caracterização regional fornece uma visão macro do território que poderá ser impactado pelo AHE de Cachoeira. Salienta-se que as informações em que se baseia essa caracterização regional são de caráter qualitativo, baseadas na caracterização geológica, registro fotográfico e observações diretas 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 na Bacia Sedimentar do Parnaíba, composta essencialmente por intercalações de sedimentos arenosos e silto-argilosos. Geomorfologicamente, a área é constituída por um conjunto de relevos predominantemente tabulares, apresentando formas em chapadas, e relevos residuais em formas de mesas com vertentes íngremes. O material removido pelos processos erosivos funde-se às aluviões gerados pelo Rio Parnaíba.

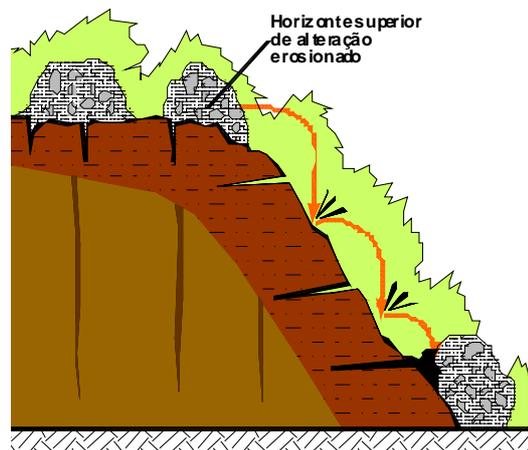
Essa relativa homogeneidade geológica transfere-se à paisagem, que apresenta um quadro monotemático de perfis de solos avermelhados, ricos em ferro, muito alterados e profundos, mimetizando em muitos casos sua origem litológica.

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 as altas declividades verificadas em alguns casos. Nesse aspecto, foram detectados basicamente quatro (4) tipos de mecanismos erosão – instabilidade, ilustrados nas **figuras 5.5-1, 5.5-2 e 5.5-3**.



Figuras 5.5-1 Mecanismo 1 - Queda de blocos por erosão diferencial no talude em função da litologia. No esquema à direita arenitos representados em bege e folhelhos em marrom.



Figuras 5.5-2 Mecanismo 2 - Queda de blocos por erosão do horizonte superior de alteração



(A) Instabilidade de terraços aluviais por erosão hídrica do Rio Parnaíba.

(B) Voçorocas ocasionadas pelo escoamento de águas pluviais.

Figuras 5.5-3 Mecanismo 3 - Erosão hídrica

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. A **Figura 5.5-4** ilustra alguns cortes de talude na região da AAR, apresentando sulcos e ravinamentos por erosão.

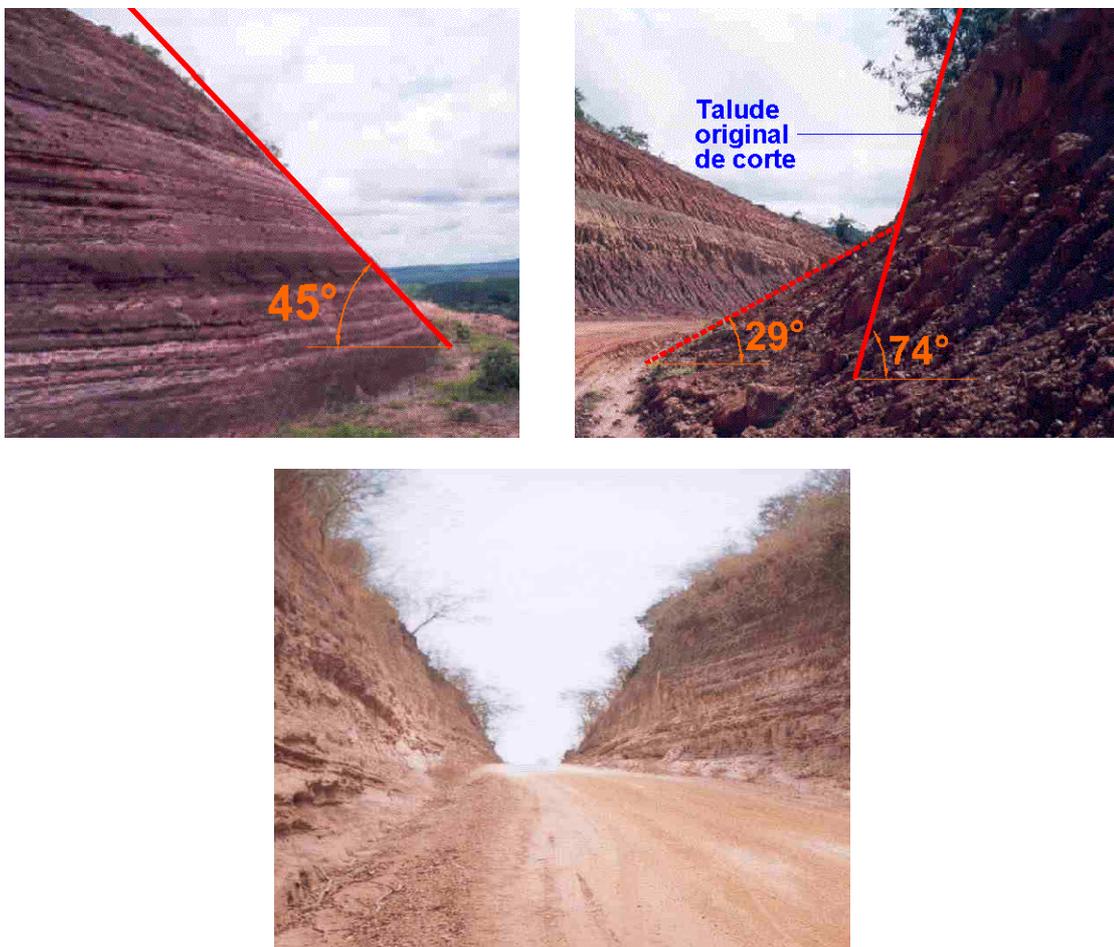


Figura 5.5-4 Cortes de taludes na Área de Abrangência Regional (AAR)

5.6. GEOMORFOLOGIA

5.6.1. Unidades de Relevo

A Bacia Sedimentar do Parnaíba está compartimentada nas seguintes unidades morfoestruturais: o Planalto Ocidental do Médio São Francisco, o Planalto da Bacia

Sedimentar do Parnaíba, o Planalto Central do Maranhão–Piauí e a Depressão Interplanáltica de Parnaguá.

▪ **Planalto Ocidental 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 de idade Cretácea. Nas cabeceiras meridionais do rio Parnaíba recebe o nome de Chapada das Mangabeiras.

▪ **Planalto da Bacia do Parnaíba**

Apresenta-se com maior predominância na área investigada, compreendendo superfícies estruturais tabulares em forma de mesetas e chapadões, cortadas pelos vales dos rios Parnaíba, Gurguéia e Balsas. Esta estrutura corresponde a Superfície Sul-americana de King (1956), posicionada entre as altitudes de 600 a 900 m. A porção centro–sul do planalto forma uma superfície com leve caimento para NNE, enquanto no interior da bacia tem-se um caimento monoclinal, onde o sistema de cuevas e chapadões exibem rebordos festonados localmente dissimulados por pedimentos.

Nas bordas da área de planalto, o relevo de cuesta passa a morros testemunhos e colinas isoladas, desaparecimento sobre as unidades inferiores ou do embasamento cristalino, principalmente nas proximidades dos vales dos rios, onde as colinas ficam arredondadas. Feições observadas a partir da região de Floriano para norte, em direção à Teresina. Em direção à Ribeiro Gonçalves, a região de Floriano para sul, os vales do Rio Parnaíba torna-se cada vez mais fechados, com morros testemunhos e mesetas exibindo escarpas íngremes.

▪ **Depressão Interplanáltica de Parnaguá**

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.

▪ **Pediaplano Central do Maranhão**

É a uma unidade morfoestrutural que apresenta grande extensão na porção central dos estados do Maranhão e Piauí, e é o resultado da coalescência dos vales pedimentados dos rios Canindé, Mearim, Corda, Alpercatas, Parnaíba e Gurguéia.

5.6.2. Tipos de Relevo

Na área de influência indireta do AHE Cachoeira o arranjo morfológico reflete camadas inclinadas para o centro da bacia. Observa-se principalmente na margem direita do rio Parnaíba (lado do Piauí) que os padrões erosivos são coincidentes com o mergulho regional das camadas sedimentares.

A topografia da área do AHE Cachoeira exibe relevo com média altimétrica em torno de 200 m, principalmente nas áreas das chapadas, situadas a sul em direção as cabeceiras dos rios Gurguéia, Corrente e Itaueira.

A unidade morfoestrutural de maior relevância na AII é a borda do Planalto da Bacia do Parnaíba, onde se destaca as superfícies estruturais pediplanadas (ESsp – 50,6% da AII) exibindo feições do tipo mesetas e chapadas (Mapa Geomorfológico em Anexo). Na região Guadalupe-PI e São João dos Patos, próximo a Barragem da Boa Esperança, são encontradas extensas superfícies elaboradas em rochas sedimentares, com amplos vales interplanálticos pedimentados e algumas áreas dissecadas devido a retomada de erosão (Evpd – 39,6% da AII), evidenciando o retrabalhamento das encostas devido o soerguimento dos rebordos da bacia. As chapadas submetidas ao processo de pedimentação estão expressas em rocha de composição arenítica em relevo cuestiforme, nos sopés destas estruturas têm-se depósitos pedimentados. A **Figura 5.6-1** apresenta aspectos da morfologia dos terrenos onde é possível observar as chapadas (correlacionadas às porções mais elevadas) e as respectivas encostas com depósitos pedimentados. As unidades sedimentares que normalmente suportam estas estruturas são: a Formação Piauí e as Coberturas Detríticas de Planalto.

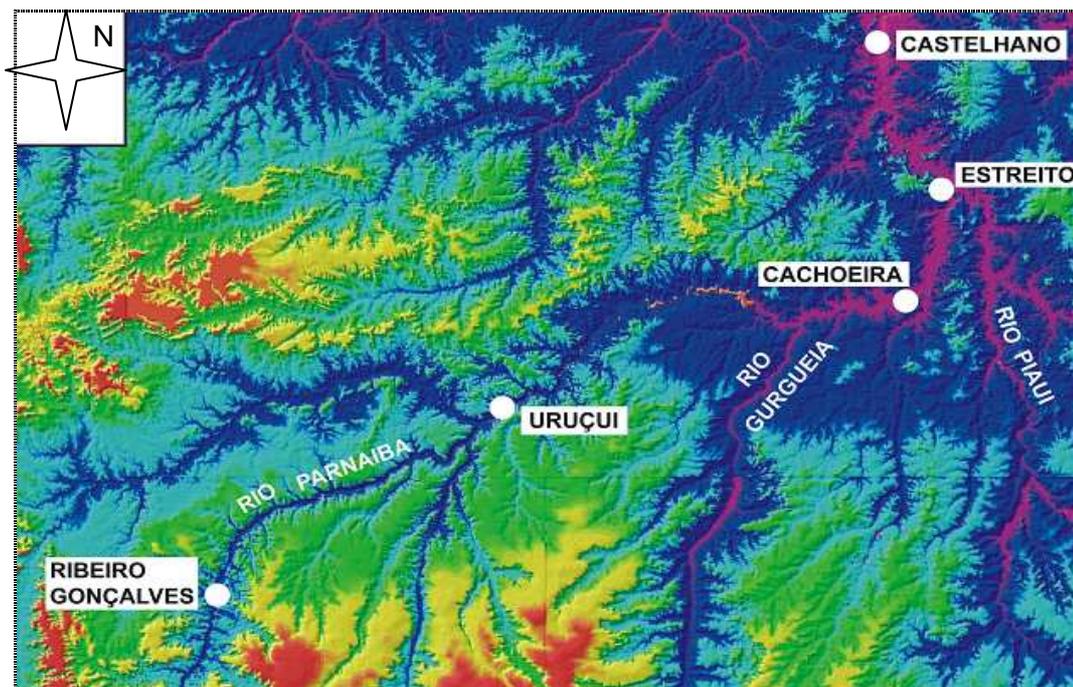


Figura 5.6-1 Aspecto morfológico na região do AHE de Cachoeira, Bacia do Rio Parnaíba

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)

Na região entre Barão de Grajaú, Floriano e Caraíba do Norte, a retomada de erosão está expressa pelos vales pedimentados (Evpd) que convergem geralmente sem ruptura de declive, para a calha fluvial. Neste ponto têm-se áreas mais arrasadas com amplas porções de relevo rebaixado, suavemente ondulado.

Nas encostas mais próximas do rio Parnaíba, o espaçamento das curvas de nível é amplo, indicando uma quebra de relevo suave, condizente com as feições erosivas do tipo vales pedimentados com declividade suave para a calha principal. Na porção a norte da área em que será construído o empreendimento, do lado do Maranhão, as encostas apresentam curvas de nível mais próximas explicitando uma maior declividade do terreno, principalmente onde são mapeadas feições erosivas do tipo dissecação em meseta (dm – 8,3%), que normalmente atuam como divisores de água. Estas feições erosivas caracterizam um rejuvenescimento erosivo na área na porção a norte do empreendimento, todavia o mergulho se dá principalmente para noroeste em direção ao centro da bacia.

Nas encostas tem-se a dissecação em ravina (dr – 0,5%), formas de dissecação superficial resultante do entalhamento por drenagem incipiente, juntamente com formas de dissecação em mesa (dm) que representa a atuação dos processos erosivos nos interflúvios tabulares. Estas feições são observadas principalmente na margem esquerda do rio Parnaíba antes da barragem de Boa Esperança no sentido Barão de Grajaú a Guadalupe.

Entre a cidade de Floriano, onde será construída a barragem do AHE Cachoeira, e a Barragem de Boa Esperança, na área circunvizinha ao rio Parnaíba, têm maior destaque o dissecamento em mesa (dm), que evidenciam o retrabalhamento das encostas principalmente nas vertentes com média e alta inclinação, suportada principalmente pela Formação Piauí.

Na margem direita do rio Parnaíba (**Mapa Geomorfológico – Anexo II**), o comportamento da rede de drenagem apresenta essencialmente dois compartimentos. A partir da cidade de Floriano (no lado do estado do Piauí) observa-se um adensamento dos drenos de 1ª e 2ª ordens com pouca extensão, a direção preferencial é NE-SW com estreitos divisores de água, subordinadamente NE-SW, esta caracterização reflete o padrão estrutural. Contudo o denso arranjo da drenagem mostra um maior escoamento e transporte de sedimento a partir da cidade de Floriano em direção a área de Estreito. A partir da cidade de Floriano em direção a cidade de Jerumenha (SW) o padrão torna-se mais espaçado com amplos divisores de água, com a população de drenos observada principalmente nas vertentes de retrabalhamento das unidades da Formação Piauí, que alimentam o rio Correntes. De um modo geral, na margem direita do Parnaíba e afluentes, exibem uma maior taxa de infiltração com áreas de surgência nas encostas indicada pela grande quantidade de drenos secundários, evidenciando o intenso processo erosivo.

Notadamente este comportamento da drenagem exhibe o intenso retrabalhamento das encostas durante os períodos de chuva quando grande volume de sedimento forma os pedimentos de sopé de encosta que mascaram os contatos litológicos principalmente a norte da cidade de Floriano, ou seja, após a área de sangradouro do AHE Cachoeira.

Nas áreas de planalto onde se têm as coberturas lateríticas, a sudoeste da cidade de Floriano, os depósitos de natureza arenítica apresentam uma taxa de infiltração maior que de escoamento, esta característica é evidenciada pelo pouco número de drenos que bordejam as chapadas, arranjo observado nas coberturas situadas a sul-sudoeste nas proximidades do rio Gurguéia.

5.6.3. Ocorrência de cavidades naturais

Com relação ao levantamento sobre a potencialidade de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas na AII do AHE Cachoeira, 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), 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 indicam a presença de duas cavidades naturais subterrâneas na All, conforme indicadas no mapa geomorfológico do Anexo II.

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 – Item 1.1 – Procedimentos Metodológicos do 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. 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. Dessa forma constata-se que predominam na mesma os solos das classes dos Latossolos, Argissolos e Neossolos, sendo que a distribuição destes varia predominantemente em função do relevo local, do tipo de material rochoso originário e da resistência deste aos processos de intemperismo.

Dentro desse 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**

Essa classe compreende solos minerais, não hidromórficos, profundos, 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 dessas 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 90.954,7 hectares (38,6%), 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 84.553 hectares (35,9%), 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, 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 57.534,1 hectares (24,4%), ocorrendo predominantemente nos setores com relevo ondulado a montanhoso, associados predominantemente aos Argissolos Vermelho-Amarelos. Como consequência disto, e de maneira a proporcionar uma melhor visualização dos resultados obtidos, foi elaborado o **Mapa Pedológico – Anexo III** da Área de Influência Indireta (AII).

5.7.1.2. *Descrição das Unidades de Mapeamento*

Na área em estudo foram identificadas 16 unidades de mapeamento de solos, cujos símbolos e classificação, seguem as normas e procedimentos adotados no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), possibilitando seu enquadramento taxonômico segundo o sistema classificatório vigente no país (vide **Mapa Pedológico – Anexo III**).

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

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

UNIDADE	DESCRIÇÃO
LAd 1	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia relevo plano
LAd 3	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado textura arenosa e média/média e argilosa ambos fase cerrado subcaducifólio e cerrado subcaducifólio/caatinga relevo plano e suave ondulado
LAd 4	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado e proeminente textura média e argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico A moderado e proeminente textura média e média/argilosa ambos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia relevo plano e suave ondulado
LAd 5	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 plano e suave ondulado
LAd 6	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)

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

UNIDADE	DESCRIÇÃO
LAd 7	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A fraco e moderado textura média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A fraco e moderado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A fraco e moderado textura média/argilosa todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/caatinga relevo plano e suave ondulado
PVAd 1	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
PVAd 2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado textura arenosa e média/média e argilosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média ambos fase relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado textura arenosa e média/média e argilosa fase relevo suave ondulado e ondulado todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/caatinga
PVAd 3	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ambos A fraco e moderado textura arenosa e média/média e argilosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A fraco e moderado textura média todos fase cerrado subcaducifólio e cerrado subcaducifólio/caatinga relevo plano e suave ondulado
PVAd 4	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
PVAd 5	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
PVAd 6	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)
PVAd 7	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 HÁPLICO 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
RLd 1	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

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

UNIDADE	DESCRIÇÃO
RLd 2	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
RLd 3	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

Quadro 5.7-2. Distribuição absoluta (ha) e relativa (%) das unidades de mapeamento na área de influência indireta do AHE Cachoeira.

UNIDADE DE MAPEAMENTO	AII	
	ÁREA (km ²)	PORCENTAGEM
LAd 1	5,39	0,23
LAd 3	286,41	12,17
LAd 4	119,08	5,06
LAd 5	296,48	12,60
LAd 6	92,16	3,92
LAd 7	110,03	4,67
PVAd 1	307,29	13,05
PVAd 2	37,94	1,61
PVAd 3	77,48	3,29
PVAd 4	319,90	13,59
PVAd 5	10,50	0,45
PVAd 6	83,08	3,53
PVAd 7	9,35	0,40
RLd 1	183,48	7,79
RLd 2	345,50	14,68
RLd 3	46,36	1,97
Água	23,47	1,00
TOTAL	2.353,89	100

Cont.

5.7.2. 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 Órticos 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 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 (km²) e relativos (%) da área estudada, encontram-se expressos no **Quadro 5.7-3**. Da mesma maneira, e visando proporcionar uma melhor visualização da distribuição espacial dos resultados obtidos, e que se encontram expressos abaixo, foram elaborados os mapas de aptidão agrícola das terras da área estudada (**Mapa de Aptidão Agrícola – Anexo IV**).

Quadro 5.7-3. Distribuição absoluta e relativa das classes de aptidão agrícola das terras

CLASSE	UNIDADES DE MAPEAMENTO	All	
		ÁREA (km ²)	%
2(a)bc	LAd 1; LAd 3; LAd 4; LAd 5; LAd 7.	817,39	34,72
3(abc)	LAd 6; PVAd 2; PVAd 3.	207,58	8,82
4(p)	PVAd 1; PVAd 4; PVAd 5; PVAd 6; PVAd 7.	730,11	31,02
6	RLd 1; RLd 2; RLd 3.	575,34	24,44
Água	-	23,47	1,00
TOTAL GERAL		2.353,89	100

5.7.3. Suscetibilidade a Erosão dos Solos

A caracterização das principais classes de suscetibilidade à erosão foi estabelecida a partir da metodologia descrita por Leprun (1986), no que tange aos riscos potenciais de erosão hídrica dos solos do nordeste brasileiro.

Segundo conclusões apresentadas pelo autor acima citado, a área em estudo apresenta, de forma generalizada, uma fraca suscetibilidade à erosão hídrica, em virtude de predominarem 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 desse contexto, e utilizando-se além dos critérios acima citados, os parâmetros de avaliação da suscetibilidade à erosão descritos por Ramalho Filho e 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 no **Mapa de Erodibilidade – Anexo V**.

▪ **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 Háplico 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 dessas 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 dessas 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 5.7-4**.

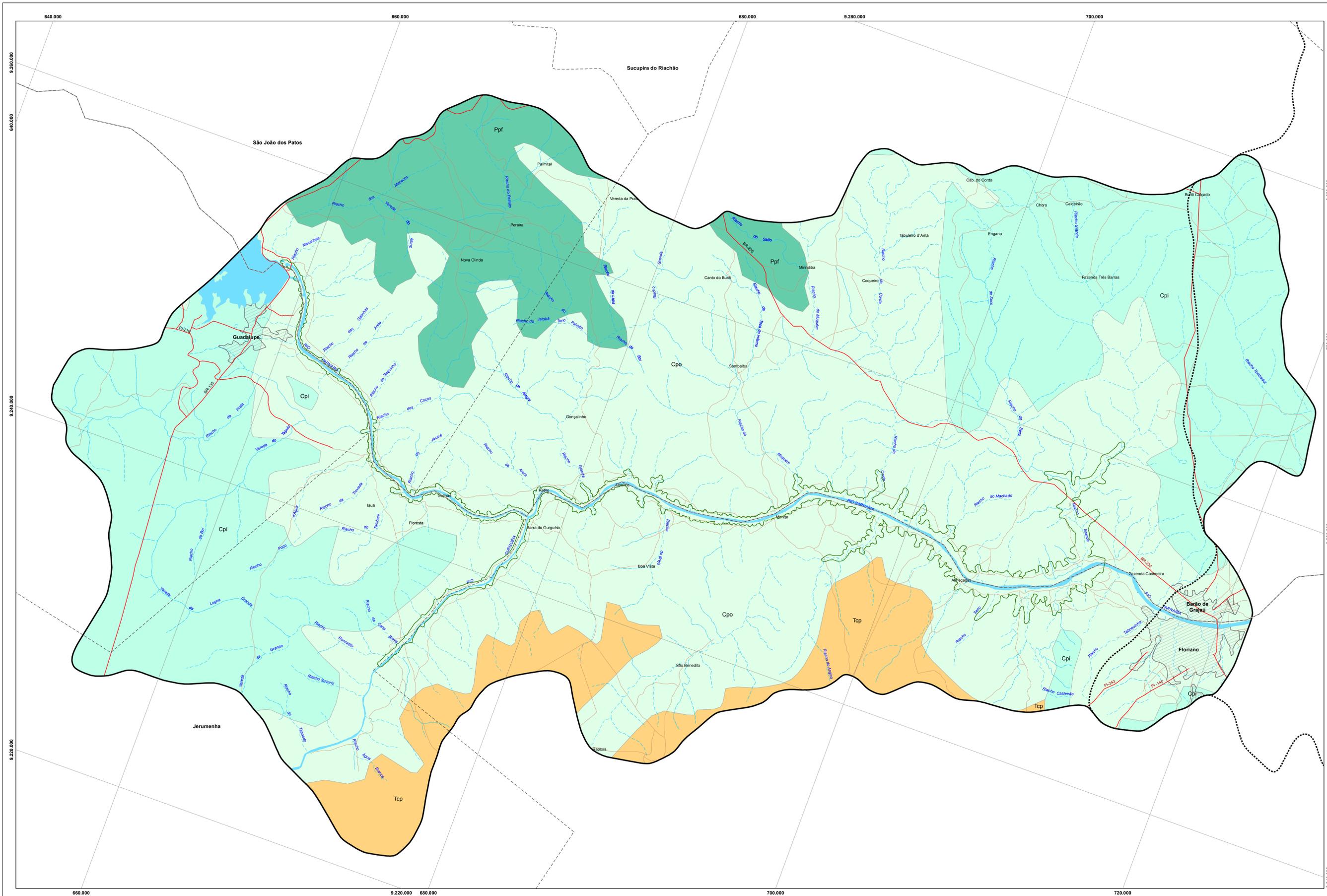
Quadro 5.7-4. Distribuição absoluta e relativa das classes de suscetibilidade à erosão.

CLASSE	UNIDADES DE MAPEAMENTO	All	
		ÁREA (km ²)	%
1	LAd 1; LAd 3; LAd 4; LAd 5; LAd 7.	707,36	30,05
2	LAd 6; PVAd 2; PVAd 3.	207,57	8,82
3	PVAd 1; PVAd 4; PVAd 5; PVAd 6; PVAd 7.	840,16	35,69
4	RLd 1; RLd 2; RLd 3.	575,33	24,44
Água		23,47	1,00
TOTAL GERAL		2.353,89	100

Anexo I

Mapa Geológico

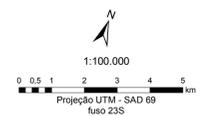
AHE Cachoeira



- Geologia**
- Coberturas Detricas de Planalto**
- Tcp Sedimentos areno-argilosos e lateriticos
- Formação Pedra de Fogo**
- Ppf Silix e calcário colítico 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 ao arroxeado, predominantemente fino a médio, e bem selecionado, eventualmente conglomerático, folhelho vermelho e calcário estranquiado
- Formação Poti**
- Cpo Arenitos cinza esbranquiados intercalados e laminados com folhelhos e siltos

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 - Cachoeira
 - Área de Influência Indireta - Estreito
 - Área de Influência Indireta - Cachoeira



Fonte:
 - Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba. CNEC, 2002. Estradas, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pela imagem Landsat, ortofoto, 2/18/06 de 01/07/2008
 - Geologia: Mapas Geológicos do Projeto RadamBrasil (1973a,b,c), escala 1:1.000.000, folhas: SC 2324 Rio São Francisco/Araçá; SB 2324 Teresina/Jaguaripe; SB2425 Jaguaribe/Nasí (1981)
 - Mapa geológico da bacia do Parnaíba. Núcleo Teresina - PI. CPRM, 1995.



Chesf
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

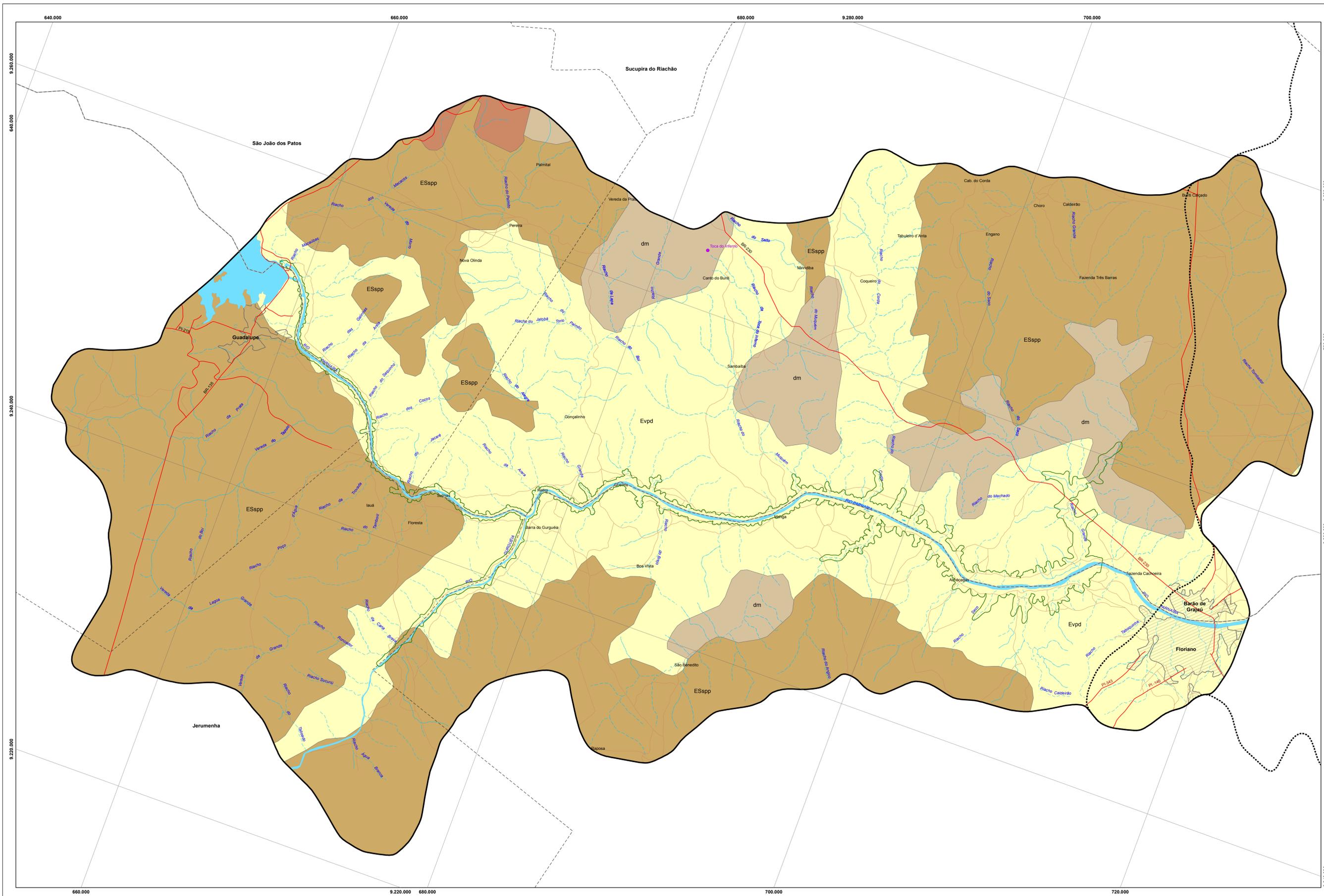
*energ***IMP**



Anexo II

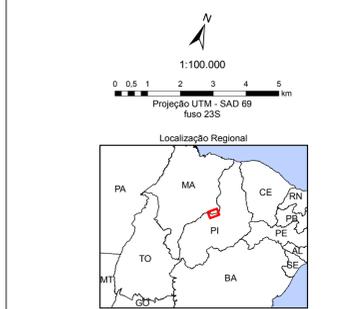
Mapa Geomorfológico

AHE Cachoeira



- Geomorfologia**
- 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 aplanados e vales pedimentados com retomada de erosão recente
- Tipos de Dissecação**
- dm
Dissecação em mesas. Formas resultantes da evolução do processo de dissecação em interflúvios tabulares
 - dr
Dissecação em ravinas. Forma de dissecação superficial resultante do entalhamento por drenagem incipiente
- Cavidades Naturais

- 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 - Cachoeira
 - Área de Influência Indireta - Estreito
 - Área de Influência Indireta - Cachoeira

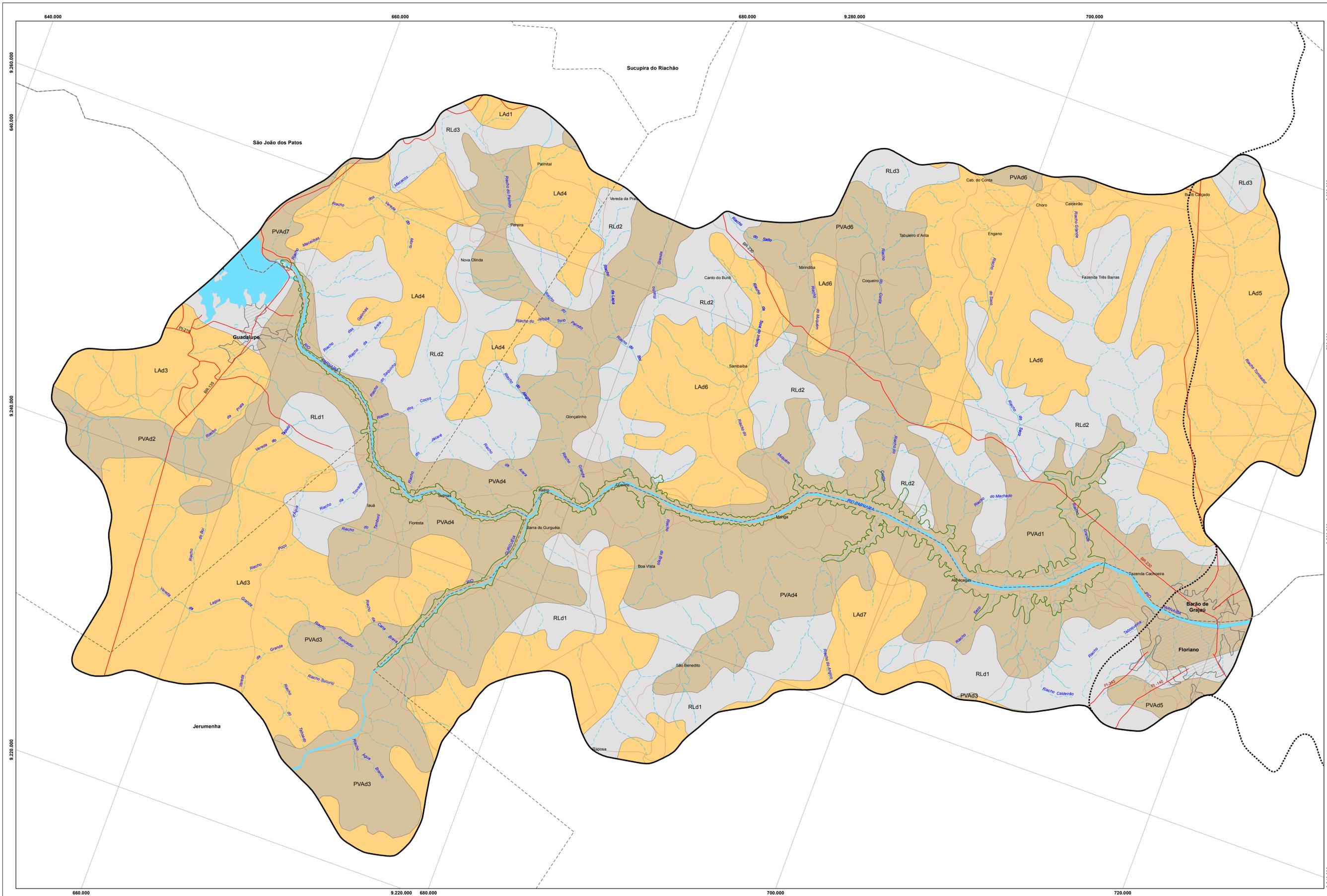


Fonte:
 - Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Pernambuco. CNEC, 2002. Estradas, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pela imagem Landsat, órbita-ponto, 219-065 de 01/07/2008
 - Geomorfologia: Mapas Geomorfológicos do Projeto Radambrasil (1973a,b,c), escala 1:1.000.000, folhas: SC.23204 Rio São Francisco-Araçuaí; SB. 23204 Foz de Jaquebe; SB2425 Jaguaribe/Natal (1981)
 - Cavidades Naturais: Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas, CECAV, 2009.

Anexo III

Mapa Pedológico

AHE Cachoeira

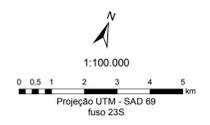


Pedologia

- Latossolo Amarelo
- Argissolo Vermelho-Amarelo
- 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 - Cachoeira
 - Área de Influência Indireta - Estreito
 - Área de Influência Indireta - Cachoeira



Fonte:
 - Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba. CNEC, 2002. Estradas, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pela imagem Landsat, órbita ponto, 2 19-065 de 01/07/2006
 - Pedologia: Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Piauí e do Estado do Maranhão. EMBRAPA, 1988



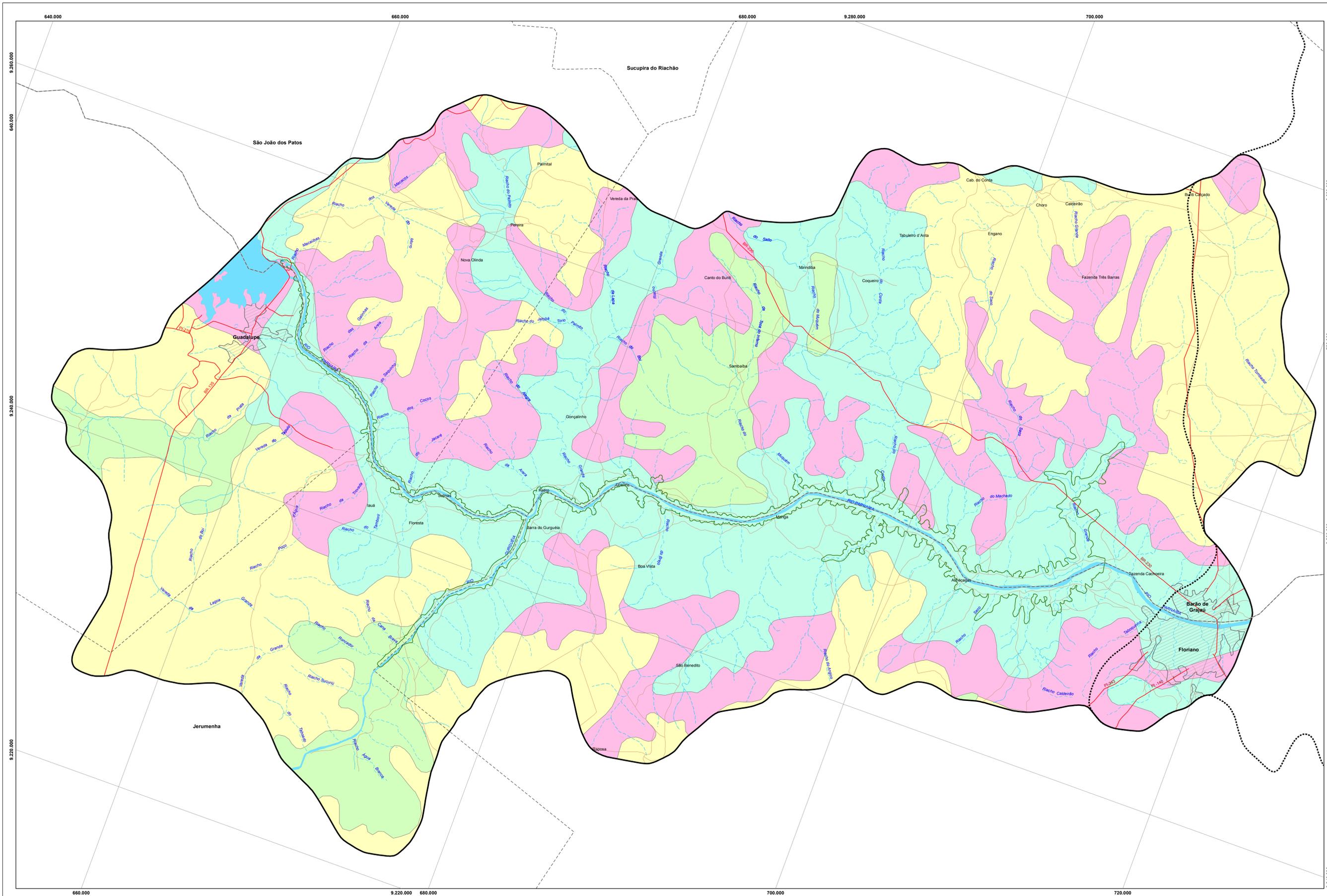
ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
 AHE CACHOEIRA

Projeto: **Mapa de Pedologia**

Data: 11/2009

Anexo IV

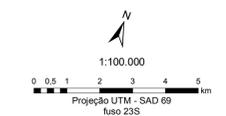
Mapa Aptidão Agrícola AHE Cachoeira



- 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 plínticos relevo plano e suave ondulado, e os Neossolos Flúvicos Ta e TD 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 (Latossolos), 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/medida 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
- 6** Inapta para uso agrícola (preservação da flora e fauna)
 Esta classe, inapta para uso agrícola, compreende terras onde predominam os Argissolos Vermelho - Amarelos Distróficos e Eutróficos plínticos relevo suave ondulado e ondulado, e os Chernossolos Hálicos Críticos vértices 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
 - Barramento
- Localidades**
 - ▭ Área Urbana
- Sistema Viário**
 - Via Pavimentada
 - - - Via não Pavimentada
- Limites**
 - - - Limite Municipal
 - Limite Estadual
 - Área de Influência Direta - Cachoeira
 - Área de Influência Indireta - Estreito
 - Área de Influência Indireta - Cachoeira



Fonte:
 Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Pamaliba - CNEC, 2002. Estrada, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pela imagem Landsat, data: 05/07/2008
 Aptidão Agrícola: Ramalho Filho e Desk, 1995

Anexo V Mapa Erosão AHE Cachoeira

5.8. 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 fâunula 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 fâunula 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.dnpm.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 Distinção 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.
- LEMONS, R.C. de & SANTOS, R.D. dos. Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo 3ª ed. Campinas. SBCS/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 Piauí e parte do Ceará. Brasil, Insp. Obr. Contra Secas, Rio de Janeiro, ser. I, D, 32, 146 p. 1914.
- SRTM-NASA. Imageamento do nordeste do Brasil. 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 All do Meio Biótico.

6. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AII DO MEIO BIÓTICO

6.1. ECOSISTEMAS TERRESTRES

6.1.1. Introdução

O presente estudo trata da caracterização dos ecossistemas terrestres, abrangendo flora e fauna vertebrada, diagnosticados na Área de Influência Indireta (AII) do AHE Cachoeira. Ressalta-se que, embora o AHE Cachoeira esteja inserido dentro do contexto biogeográfico da Bacia do Parnaíba, que sofre influência de três grandes Biomas brasileiros (Cerrado, Caatinga e Amazônia), sua Área de Influência Indireta (AII), segundo o WWF, está completamente inserida no Bioma Cerrado. No entanto, sua área situa-se em proximidade com o Bioma Caatinga. Dessa forma, os fatores que condicionam seus aspectos florísticos e faunísticos aqui apresentados sofrem influência principalmente desses dois Biomas.

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 2 (**Tomo II - Capítulo 1 - Procedimentos Metodológicos**)

6.1.3. Mapeamento, Caracterização e Análise do Uso da Terra e da Cobertura Vegetal

O Mapa de Vegetação/uso do Solo (**ANEXO VI – Volume 2 Tomo II**) para o AHE Cachoeira foi elaborado a partir da fotointerpretação 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 serviu de subsídio para que a equipe de mapeamento confeccionasse os mapas. 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: Uso do Solo (Km²) na AII e AID do AHE Cachoeira.

Uso	Área (km ²)			%*
	AII	AID	AII + AID	
Formações Ripárias	129,85	7,32	137,17	5,34
Savana Arborizada/Cerrado strictu sensu	1.084,17	6,69	1.090,86	0,61
Savana Florestada/Cerradão	158,59	1,11	159,7	0,70
Transição Cerrado/Caatinga	830,24	17,47	847,71	2,06
Usos Agropecuários Diversos	102,19	1,00	103,19	0,97
Água	23,47	7,83	31,3	25,02
Área Urbana	25,38		25,38	0
TOTAL	2.353,89	41,42	2.395,31	1,73

* % de AID contida em (AII + AID)

6.1.4. Vegetação

6.1.4.1. Métodos e Resultados

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, através 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 Cachoeira as caracterizações florísticas e fitofisionômicas foram realizadas considerando 15 sistemas (estações) de amostragem e as fitossociológicas em oito em cada uma das duas campanhas de campo, totalizando 16 levantamentos fitossociológicos: 8 em áreas de fisionomia savânica e 8 em áreas de fisionomia florestal.

6.1.4.1.1. Fitofisionomias

Para o levantamento fitofisionômico, além das 15 estações agrupadas em tipologias savânicas e florestais (**Tabela 6.1.4-1; Figura 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 Cachoeira produzidos em 2009, quando foram identificadas as principais fitofisionomias, sendo os principais parâmetros utilizados para a sua classificação o predomínio de ervas, arbustos ou árvores, presença de dossel e 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.

Dessa forma, pode-se concluir que a caracterização fitofisionômica da região da All Cachoeira 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 da outra, de tal forma que elementos de diferentes tipologias de vegetação se interrelacionam.

Há vários níveis de transição entre estas formações: Cerrado com indivíduos de Caatinga, Carrasco com proporção quase igual 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).

Entretanto, devido às intervenções ocorridas, estas formações encontram-se alteradas em alguns pontos. Assim, a regeneração da vegetação local ocorreu de forma diferenciada, de acordo com as novas condições criadas, ou seja, a antropização dos Cerrados, as diferenças no grau de encharcamento dos solos e períodos alagados, a chegada de propágulos de Caatinga e o estabelecimento de espécies (adaptação ao estresse hídrico) foram responsáveis pela configuração das atuais fitofisionomias na área do empreendimento.

Na região, é muito comum à ocorrência de babaçus (*Attalea speciosa*) onde a floresta úmida cede lugar à vegetação típica dos cerrados, estes são encontrados isolados ou formando agrupamentos (Babaçuais). As Florestas Secundárias de Babaçu concentram as maiores extensões de matas onde predominam os babaçus, formando, muitas vezes e espontaneamente, agrupamentos homogêneos, bastante densos e escuros, tal a proximidade entre as palmeiras.

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 por IBGE (Veloso, 1991), Projeto Radam Brasil (1973) foi possível observar as seguintes tipologias:

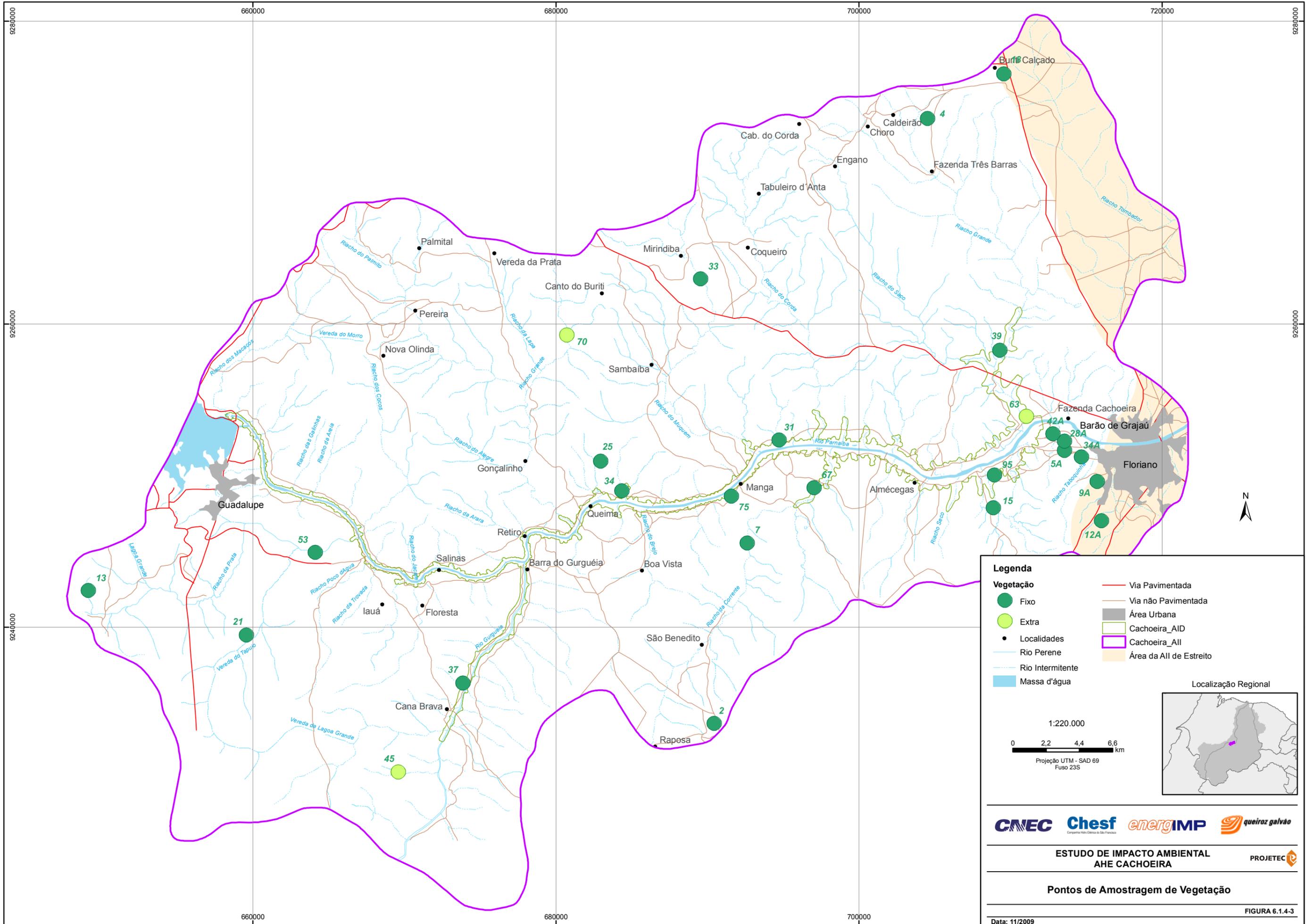
- **Vegetação Savânica** - Savana Arborizada (Cerrado *stricto sensu*), Transição Savana Arborizada-Savana Estépica Arbórea (Transição Cerrado/Caatinga Arbórea), Transição Savana Arborizada/Savana Estépica Arbustiva (Transição Cerrado/Caatinga Arbustiva);
- **Vegetação Florestal** - Savana Florestada (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 AII (**Tabela 6.1.4-1**) e as suas respectivas descrições.

Tabela 6.1.4-1: Estações de amostragem de vegetação analisadas na AII relativas ao AHE Cachoeira com seu respectivo número, tipo, fitofisionomia e coordenadas UTM.

Estação	Tipo	Fitofisionomia	Coordenadas E	Coordenadas N
2	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)	690424	9233659
4	FLORESTA	Savana Florestada alterada (Cerradão)	704499	9273567
7	FLORESTA	Floresta Ombrófila Aberta Secundária com Babaçu Aluvial (Babaçual) – Mata Ciliar	692600	9245563
13	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)	649124	9242426
33	FLORESTA	Floresta Aberta com Babaçu (Babaçual)	689521	9262993
25	SAVANA	Transição Savana Arborizada– Savana Estépica Arbórea (transição Cerrado –Caatinga Arbórea)	682936	9250959
18	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)	709537	9276509
21	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)-	659558	9239474
9A	SAVANA	Transição Savana Arborizada– Savana Estépica Arbustiva (transição Cerrado –Caatinga Arbustiva)	715701	9249624
12A	SAVANA	Transição Savana Arborizada– Savana Estépica Arbustiva (transição Cerrado –Caatinga Arbustiva) -	715980	9247033
42A	SAVANA	Transição Savana Arborizada– Savana Estépica Arbórea (Transição Cerrado–Caatinga Arbórea)	712762	9252767
5A	FLORESTA	Transição Savana Florestada – Savana Estépica Arbórea (Transição Cerradão/Caatinga arbórea)	713529	9251655
28A	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)	713531	9252283
34A	SAVANA	Savana Arborizada alterada (Cerrado alterado com elementos de Caatinga)	714651	9251233
70	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado alterado)	680702	9259277

Todos os pontos de amostragem onde foram implantadas as estações estão apresentados na **Figura 6.1.4-1 “Pontos de Amostragem de Vegetação”** para as Áreas de Influência Direta e Indireta do AHE Cachoeira.



CNEC Chesf energIMP queiroz galvão

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL AHE CACHOEIRA

Pontos de Amostragem de Vegetação

PROJETEC

Data: 11/2009

FIGURA 6.1.4-3

- **Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)**

As áreas de Cerrado stricto sensu (**Fotos 6.1.4-1 e -5 Anexo - VII**) 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 de altura (*Tabebuia* spp, *Parkia platycephala*, *Annona cacans*, *Tachigali paniculata*, *Qualea parviflora*, *Caryocar coriaceum*). Por se tratar de uma região ecotonal, estas áreas apresentam fisionomia típica de Cerrado censo restrito, mas sempre com elementos de Caatinga.

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 brasiliana*, *Hymenaea* spp, *Luehea paniculata*, *Luetzelburgia auriculata*, *Machaerium acutifolium*, *Machaerium opacum*, *Martiodendron mediterraneum*, *Mouriri pusa*, *Myracrodruon urundeuva*, *Parkia platycephala*, *Plathymenia 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 pyriformium*), 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 pode se encontrar também áreas de Cerrado censo restrito com espécies de Caatinga e indivíduos de Babaçu.

A vegetação presente nas margens dos rios pode se apresentar tal qual a fitofisionomia dominante, se encontrando na grande maioria das vezes bastante degradada.

- **Savana Florestada (Cerradão)**

A fisionomia da área estabelecida como Cerradão (**Foto 6.1.4-2 Anexo - VII**) (savana florestada) possui estrutura florestal e composição florística similar à do cerrado stricto sensu. Apresenta aspectos xeromórficos e cobertura arbórea. 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 15m de altura, entretanto não há formação de dossel bem definido, ocorrendo presença tanto de babaçu como de espécies de caatinga, como: 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 caesalpiniiifolia*).

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 angélica.*, *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)**

Nas formações de transição Cerrado/Caatinga esta tipologia (**Foto 6.1.4-3 Anexo - VII**) se apresenta sob solo areno-argilo-pedregoso, com indivíduos de tingui-de-bola (*Magonia pubescens*), caroba (*Jacaranda* sp), pereiro (*Aspidosperma pyriforme*), marmeleiro (*Croton blanchetianus*), cansanção (*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).

Neste tipo de fisionomia observa-se ainda alta freqüência de *Combretum* sp, *Mimosa* sp, e *Bauhinia* sp.

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)**

Caracteriza-se, sobretudo, pela predominância de estrato arbustivo combinando espécies de Caatinga com elementos típicos de Cerrado (**Foto 6.1.4-4 Anexo - VII**).

Na área de estudo a Transição Cerrado/Caatinga Arbustiva apresenta-se antropizada em vários trechos sendo, caracterizada por agrupamentos 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 pyriforme*), cajá (*Spondias mombin*), 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, se apresentando muito freqüentemente 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, sendo também observadas nas vegetações remanescentes espécies como *Vochysia* sp, *Inga* sp, *Cedrela* sp e canelas (*Nectandra* sp e *Ocotea* sp). A maior parte desse ambiente, com a retirada da mata, tem dado lugar à 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).

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).

As Florestas Ombrófilas Abertas Secundárias Aluviais (**Matas Ciliares**) são encontradas acompanhando os rios e, permitindo a manutenção, em seu interior, de uma alta umidade relativa durante o ano todo. As árvores são predominantemente eretas, com 20 a 25m de altura, formada por espécies sempre-verdes, adensamentos de palmeiras como Babaçu (*Atalea speciosa*) e Buriti (*Mauritia flexuosa*) e indivíduos de 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.

Transição Savana Florestada/ Savana Estépica Arbórea (Transição Cerradão/Caatinga arbórea)

Esta fisionomia denominada como Transição Cerradão/Caatinga arbórea possui estrutura florestal e composição florística com elevada densidade de espécies de Caatinga e elementos de Cerradão.

As espécies mais frequentes 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*), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), *Alibertia edulis*, *Caesalpinia ferrea*, *Callisthene fasciculata*, *Hymenaea* spp, *Magonia pubescens*, *Psidium* spp, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Anacardium occidentale*, *Annona cacans*, *Annona crassiflora*, *Aspidosperma multiflorum* *Astronium fraxinifolium*, *Bowdichia virgiliodes*, *Byrsonima* spp, *Caryocar coriaceum* *Combretum mellifluum*, *Curatella americana*, *Dimorphandra gardneriana*, *Diospyros sericea*, *Ferdinandusa speciosa*, *Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora*, *Salvertia convallariodora*, *Schefflera* sp, *Tachigali paniculata*.

Algumas fisionomias regionais podem ser contempladas nas **Fotos 6.1.4-6 a -10 no Anexo VII**

6.1.4.1.2. Florística

Com objetivo de caracterizar e complementar as estações de amostragem do ponto de vista florístico, além da listagem de espécies obtida pelo levantamento fitossociológico, realizaram-se 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 fisionômica e fitossociológica (**Tabela 6.1.4-2 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 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 Nº 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 foi montada uma matriz de presença e ausência, somente com as espécies identificadas, (Média de Grupo – UPGMA) e o índice de similaridade (Jaccard) utilizando o 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 para as áreas de influência direta e indireta e as fisionomias Savana e Floresta.

- **Florística Resultados**

O levantamento florístico realizado revelou a presença de 22 famílias e 164 espécies (**Tabela 6.1.4-2**). 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 (46), seguida por Bignoniaceae com oito.

No município de Floriano (Piauí), o estrato arbóreo foi caracterizado especialmente pela presença de *Caryocar coriaceum* (piqui), *Parkia platycephala*. (faveira) e *Magonia pubescens* (tingui). Também muito freqüente a "fava-danta" (*Dimorphandra gardneriana* L.), que se encontrava florida na estação chuvosa.

A “caroba” (*Jacaranda brasiliana*) e o “xixá” (*Sterculia striata*) na região, ocorrem ocasionalmente e aparentemente com distribuição restrita, pois só foi observada no município de Floriano.

No estrato arbustivo as espécies mais freqüentes na região foram *Calliandra umbellifera* e *Bauhinia sp* que estava também em início de frutificação.

Nas áreas próximas da lagoa, no estrato herbáceo, formando verdadeiros “tapetes” com suas flores branco-amareladas, destacaram-se *Euploca lagoensis* e *Euploca parciflora*

Ainda no estrato herbáceo, é freqüente na área a “batata de vaqueiro” (*Mandevilla tenuifolia*) cujas às raízes tuberosas, na época de seca servem de alimentos para a população rural.

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 e *Astronium fraxinifolium* está na lista com deficiência de dados (Instrução Normativa IBAMA No 06 de 26/09/2008).

Tabela 6.1.4-2 Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (All) do AHE Cachoeira.

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Nome Popular	Bioma
Alismataceae	<i>Echinodorus sp</i>	X	X	Herb.		
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale L.</i>	X	X	Arv.	Cajueiro	Cerrado/ Caatinga
	<i>Astronium fraxinifolium Schott</i>	X	X	Arv.	Gonçalo-alves	Cerrado
	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	X	X	Arv.	Aroeira	Cerrado/ Caatinga
	<i>Spondias mombim L.</i>	X	X	Arv.	Cajá	Caatinga
	<i>Tapirira guianensis Aubl.</i>	X		Arv.	Peito-de-pomba	
Annonaceae	<i>Annona crassiflora Mart.</i>	X	X	Arv.	Araticum	Cerrado
	<i>Annona sp</i>	X	X	Arb.		
Apocynaceae	<i>Allamanda blanchetii A.DC.</i>	X	X	Arb.		Cerrado
	<i>Aspidosperma macrocarpum Mart.</i>	X	X	Arv.	Carapanaúba	Cerrado/F. Amazônica
	<i>Aspidosperma multiflorum A.DC.</i>	X	X	Arv.		
	<i>Aspidosperma parvifolium A. DC.</i>	X	X	Arv.		
	<i>Himatanthus obovatus Müll.Arg.</i>	X	X	Arv.		
	<i>Mandevilla scabra (Roem. & Schult.) K.Schum.</i>	X	X	Trep.		Cerrado
	<i>Mandevilla tenuifolia (J.C.Mikan) Woodson</i>	X	X	Herb.		
Arecaceae	<i>Attalea speciosa Mart. ex Spreng.</i>	X	X	Arv.	Babaçu	
	<i>Bactris sp</i>	X	X	Arb.		
	<i>Copernicia prunifera (Mill) H.E.Moore</i>	X	X	Arb.	Carnaúba	Caatinga
	<i>Mauritia flexuosa L.</i>	X	X	Arv.	Buriti	Cerrado

Tabela 6.1.4-2 Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AI) do AHE Cachoeira.

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Nome Popular	Bioma
Asclepiadaceae	<i>Schubertia grandiflora</i> Mart. ex Zucc.	X	X	Trep.		Cerrado
	<i>Petalostelma martianum</i> (Decne) E.Fourn.	X	X	Trep		
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma</i> sp	X	X	Arb.		
	<i>Arrabidaea</i> sp	X	X	Trep.		
	<i>Cuspidaria argentea</i> (Wawra) Sandwith	X	X	Trep.		Cerrado
	<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	X	X	Arv.	Ipezinho-branco	Cerrado
	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	X	X	Arv.	Ipê-do-cerrado	Cerrado
	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	X	X	Arv.	Ipê-pardo	Cerrado
	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	X	X	Arv.		
	<i>Zeyhera montana</i> Mart.	X	X	Arb.	Bolsa-de-pastor	Caatinga
Boraginaceae	<i>Cordia rufescens</i> A.DC.	X	X	Arb.	Grão-de-galo	Caatinga
	<i>Euploca lagoensis</i> (Warm.) Diane & Hilger	X	X	Herb.		Caatinga
	<i>Euploca parciflora</i> (Mart.) Diane & Hilger	X	X	Herb.		Caatinga
	<i>Euploca procumbens</i> (Mill.) Diane & Higer	X	X	Herb.		Caatinga
	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	X	X	Herb.		
Bromeliaceae	<i>Encholirium</i> sp		X	Herb.		
Cactaceae	<i>Cereus</i> sp	X	X	Arb.		
	<i>Opuntia</i> sp		X	Subarb.		
	<i>Pilosocereus</i> sp		X	Arb.		
Caryocalaceae	<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	X	X	Arv.	Piqui	Cerrado
Chrysobalanaceae	<i>Exellodendron cordatum</i> (Hook. f.) Prance	X	X	Arb.		
	<i>Hirtella ciliata</i> Mart. ex Zucc.	X	X	Arb	Azeitona-do-mato	Cerrado
	<i>Hirtella</i> sp	X	X	Arb		
Combretaceae	<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler		X	Arv.	Mirindiba	Cerrado
	<i>Buchenavia grandis</i> Ducke	X	X	Arv.		
	<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	X	X	Arv.		
	<i>Combretum duarteianum</i> Cambess.	X	X	Arb.	Mofumbo	Cerrado
	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	X	X	Arb.		Caatinga
	<i>Combretum mellifluum</i> Eichler	X	X	Arb.		
	<i>Terminalia</i> sp	X	X	Arb.		

Hábito: Arv.= Árvore, Arb= Arbusto, Trep.=Trepadeira, Herb.=Herbácea, Par.=Parasita, Epi.=Epífita

Cont.

Tabela 6.1.4-2 Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AI) do AHE Cachoeira.

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Nome Popular	Bioma
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	X	X	Arb.		Cerado
	<i>Rourea</i> sp	X	X	Arb.		
Convolvulaceae	<i>Evolvulus cordatus</i> Moric.		X	Herb.		Cerrado
	<i>Evolvulus elegans</i> Moric.		X	Herb.		Cerrado
	<i>Evolvulus filipes</i> Mart.	X	X	Herb.		
	<i>Evolvulus nummularis</i> (L.) L.	X	X	Herb.	Muquim	Cerrado
	<i>Evolvulus elegans</i> Moric.	X				
	<i>Ipomoea</i> sp	X	X	Trep.		
Capparaceae	<i>Operculina alata</i> (Ham.) Urb.	X	X	Trep.		
	<i>Cleome aculeata</i> L.	X	X	Herb.	Caçandê	Cerrado
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp	X	X	Herb.		
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	X	X	Arb.	Lixeira	Cerrado
Ebenaceae	<i>Dyosporos</i> sp	X	X	Arb.		
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp	X	X	Arb.		
	<i>Manihot</i> sp	X	X	Arb.		
	<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.	X	X	Subarb.		Caatinga
	<i>Phyllanthus nitidus</i> Müll.Arg.	X	X	Herb.		Caatinga
	<i>Phyllanthus orbiculares</i> L.C.Rich.	X	X	Herb.		Caatinga
Euphorbiaceae	<i>Tragia volubilis</i> L.	X	X	Herb.	Urtiga	Caatinga
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> cf. <i>deciduum</i> A.St.-Hil.		X	Arb.		
	<i>Erythroxylum</i> ssp	X	X	Arb.		
Flacourtiaceae	<i>Banara</i> sp	X	X	Arb.		
	<i>Casearia eichleriana</i> Sleumer	X	X	Arb.		
Iridaceae	<i>Casearia grandiflora</i> A.St.-Hil	X	X	Arb.	Guaçatonga	Cerrado
	<i>Cipura paludosa</i> Aubl.	X	X	Herb.		Cerrado
	<i>Cipura</i> sp	X	X	Herb.		
Krameriaceae	<i>Krameria</i> □ <i>atifólia</i> Mart.	X	X	Subarb.		
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> cf. <i>gardneriana</i> A.Juss.	X	X	Arv.		
	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	X	X	Arb.		
Melastomataceae	<i>Mouriri pusa</i> Gardn.	X	X	Arv.	Puçá	Cerrado
Menyanthaceae	<i>Nymphoides</i> sp	X	X	Herb.		
Leguminosae Mimosoideae	<i>Albizia inopinata</i> (Harms) L.P.Lewis	X	X	Arv.		Cerrado
	<i>Calliandra umbellifera</i> Benth.	X	X	Arb.		
	<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	X	X	Arv.	Fava-danta	Cerrado
	<i>Enterolobium</i> sp	X	X	Arv.		
	<i>Inga</i> sp	X	X	Arv.		
	<i>Mimosa acutistipula</i> Benth.	X	X	Arb.		Cerrado
	<i>Mimosa verrucosa</i> Benth.	X	X	Arb.		

Hábito: Arv.= Árvore, Arb= Arbusto, Trep.=Trepadeira, Herb.=Herbácea, Par.=Parasita, Epi.=Epífita

Cont.

Tabela 6.1.4-2 Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AI) do AHE Cachoeira.

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Nome Popular	Bioma	
	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	X	X	Arb.	Faveira-de-bolota Vinhático	Cerrado	
	<i>Neptunia cf. plena</i> (L.) Benth.	X	X	Herb.			
	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	X	X	Arv.			
	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	X	X	Arv.			
	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	X	X	Arv.			
	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.		X	Arv.			
	<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.		X				
Leguminosae Caesalpinioideae	<i>Bauhinia dubia</i> G.Don	X	X	Arb.	Pata-de-vaca	Cerrado	
	<i>Bauhinia catingae</i> Harms	X	X	Arb.	Catingueira	Cerrado	
	<i>Caesalpinia bracteosa</i> Tul.	X	X	Arb.			
	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.	X	X	Arv.	Pau-ferro	Cerrado	
	<i>Cenostigma gardnerianum</i> Tul.	X	X	Arv.	Canela-de-velho		
Leguminosae Caesalpinioideae	<i>Chamaecrista supplex</i> (Mart ex Benth.) Briton & Killip	X	X	Herb.	Jatobá Jatobá Catinga-de-porco Carvoeiro Fedegoso-branco Caingá Catsnduba	Cerrado	
	<i>Chamaecrista calycioides</i> (DC. ex Collad.) Greene	X	X	Herb.		Cerrado	
	<i>Copaifera</i> sp	X	X	Arv.		Cerrado	
	<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	X	X	Arv.			
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	X	X	Arv.		Jatobá	Cerrado
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> (Mart.) Hayne	X	X	Arv.		Jatobá	Cerrado
	<i>Hymenaea velutina</i> Ducke		X	Arv.			
	<i>Martiodendron mediterraneum</i> (Mart. ex Benth.) R.Koeppen	X	X	Arv.		Catinga-de-porco	Caatinga
	<i>Sclerolobium</i> sp		X	Arv.		Carvoeiro	Cerrado
	<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel	X	X				
	<i>Senna occidentale</i> (L.) Link.	X	X	Subarb.		Fedegoso-branco	Cerrado
	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	X	X	Subarb.			
	<i>Tachigali aurea</i> Tul.	X	X	Arv.			
<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	X	X	Arv.	Catsnduba	Cerrado		
Leguminosae Papilionoideae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	X	X	Arv.	Angelim-doce	Cerrado	
	<i>Arachis</i> sp	X	X	Herb.	Sucupira-preta		
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	X	X	Arv.			
	<i>Clitoria</i> SP	X	X	Arb.	Cumbaru		
	<i>Dalbergia micoslobium</i> Benth	X	X	Arv.			
	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	X	X	Arv.			
	<i>Galactia striata</i> (Jacq.) Urb.	X	X	Arb.	Cumbaru		Cerrado
<i>Harpalice brasiliana</i> Benth.	X	X	Arb.				

Hábito: Arv.= Árvore, Arb= Arbusto, Trep.=Trepadeira, Herb.=Herbácea, Par.=Parasita, Epi.=Epífita

Cont.

Tabela 6.1.4-2 Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AI) do AHE Cachoeira.

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Nome Popular	Bioma
	<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemao) Ducke	X	X	Arv.	Pau-mocó	Caatinga
	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	X	X	Arv.	Jacarandá-do-campo	Cerrado
	<i>Machaerium opacum</i> Vogel	X	X	Arv.	Jacarandá-roxo	Cerrado
	<i>Machaerium aff. punctatum</i> (Poir.) Pers.	X	X	Arv.		
	<i>Vaitera</i> sp	X	X	Arv.		
Malpighiaceae	<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb	X	X	Arv.		
Moraceae	<i>Ficus</i> spp	X	X	Arv.		
Myrtaceae	<i>Campomanesia</i> sp	X	X	Arv.	Cagaita	Cerrado
	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	X	X	Arv.		
	<i>Eugenia</i> sp	X	X	Arb.		
	<i>Psidium</i> sp	X	X	Arb.		
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp	X	X	Herb.		
Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers.	X	X	Arb.	Marupá	Cerrado
Passifloraceae	<i>Passiflora cincinnata</i> Mart.	X	X	Trep.		
	<i>Passiflora foetida</i> L.	X	X	Trep.		Cerrado
Poaceae	<i>Urochloa fasciculata</i> (Sw.) R.D.Webster	X	X	Herb.		Cerrado
Polygonaceae	<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	X	X	Arv.	Novateiro-preto	Cerrado
Portulacaceae	<i>Portulaca halimoides</i> L.	X	X	Herb.	Bredoeiro	Caatinga
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i> (L. Rich.) A. Rich. ex DC.	X	X	Arb.	Marmelada	Cerrado
	<i>Borreria scabiosoides</i> Cham & Schult.	X	X			Caatinga
	<i>Declieuxia fruticosa</i> Kuntze	X	X	Subarb.		Cerrado
	<i>Chomelia</i> sp	X	X	Arb.		
	<i>Tocoyena brasiliensis</i> Mart.	X	X	Arb.		
Sapotaceae	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. et Schlecht.) K. Schum.		X	Arb.	Jenipapo-branco	Cerrado
	<i>Rosenbergiodendron aff. densiflorum</i> (K.Schum.) Fagerl.	X	X	Arb.		Caatinga
Salviniaceae	<i>Salvinia</i> sp	X	X	Arb.		
Sapindaceae	<i>Allophylus</i> sp	X	X	Arb.		
	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil	X	X	Arv.	Tingui	Cerrado
Sapotaceae	<i>Pouteria cf. glomerata</i> (Miq.) Radlk.	X	X	Arv.		
Scrophulariaceae	<i>Angelonia</i> sp.	X	X	Herb.		
Simaroubaceae	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	X	X	Arv.	Simarauba	Cerrado
Sterculiaceae	<i>Helicteres mucosa</i> Mart.	X	X	Arb.		Cerrado

Hábito: Arv.= Árvore, Arb= Arbusto, Trep.=Trepadeira, Herb.=Herbácea, Par.=Parasita, Epi.=Epífita

Cont.

Tabela 6.1.4-2 Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AII) do AHE Cachoeira.

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Nome Popular	Bioma
Tiliaceae	<i>Helicteres spp</i>	X	X	Arb.	Chichá-do-cerrado	Cerrado
	<i>Sterculia striata A.St.-Hil. & Naudin</i>	X	X	Arv.		
	<i>Corchorus argutus Kunth</i>	X	X	Subarb.	Açoita-cavalo	Caatinga
	<i>Luehea paniculata Mart.</i>	X	X	Arb.		Cerrado
Verbenaceae	<i>Aegiphyla sp</i>	X	X	Arb.		Amazônia
	<i>Lippia sp</i>	X	X	Arb.		
	<i>Amasonia campestris (Aubl.) Moldenke</i>	X	X	Herb.		
	<i>Stachytarpheta sp</i>	X	X	Herb.		
Vockysiaceae	<i>Calisthene fasciculata Mart</i>	X	X	Arv.	Carvoeiro	Cerrado
	<i>Qualea grandiflora Mart.</i>	X	X	Arv.	Pau-terra	Cerrado
	<i>Qualea parviflora Mart.</i>	X	X	Arv.	Pau-terra	Cerrado
	<i>Salvertia convallariodora A.St.-Hil.</i>	X	X	Arv.	Capotão	Cerrado
	<i>Vochysia sp</i>	X	X	Arv.		

Hábito: Arv.= Árvore, Arb= Arbusto, Trep.=Trepadeira, Herb.=Herbácea, Par.=Parasita, Epi.=Epífita

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 fisionomia savânica e Área de Influência Indireta (AII) com fisionomia florestal. Em cada fitofisionomia foram alocadas quatro Estações para a amostragem, ou seja, em cada tipo vegetacional foram alocadas quatro conjuntos de unidades amostrais (pontos quadrantes, ver adiante). 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 AHE Cachoeira está sumarizado na **Tabela 6.1.4-3**.

Tabela 6.1.4-3 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 do AHE de Cahoeira.

	Total de estações	Campanhas	Estações	Total de pontos	Total de indivíduos amostrados
All - Savana	4	2	18, 2, 21 e 25,	160	640
All - Floresta	4	2	33, 4, 45, 7	160	640

As áreas selecionadas foram amostradas através do método ponto quadrante (Curtis & Macintosh 1950; Müller- Dombois & 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 Excel. 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.

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 10m em dois transectos paralelos, sendo determinada, aleatoriamente, uma mesma direção e sentido para todos os pontos de todas as Estações (**Figura 6.1.4-2**). Cada ponto quadrante representa o centro por onde passam duas linhas imaginárias perpendiculares dividindo-o em quatro quadrantes. Essas foram demarcadas com o auxílio de uma cruzeta de madeira de um metro de comprimento.

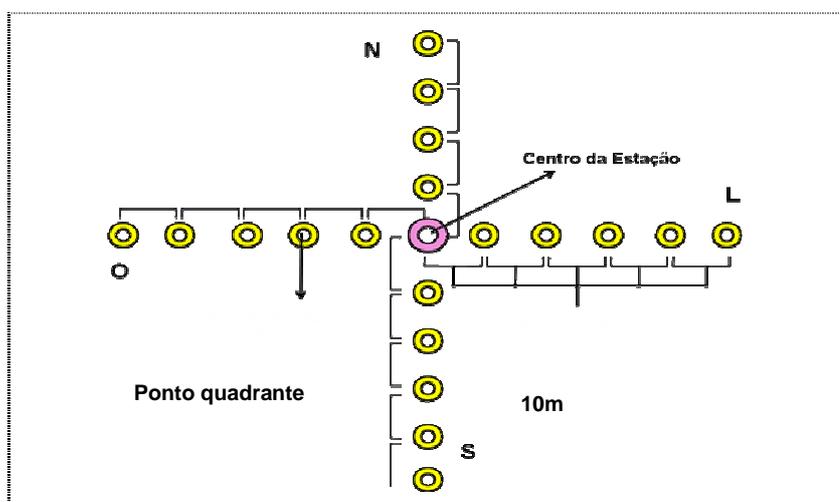


Figura 6.1.4-2 Distribuição esquemática dos pontos quadrante nos blocos de amostragem (Estações) da vegetação existente na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento Cachoeira. L = Leste; N = Norte; O = Oeste; S = Sul.

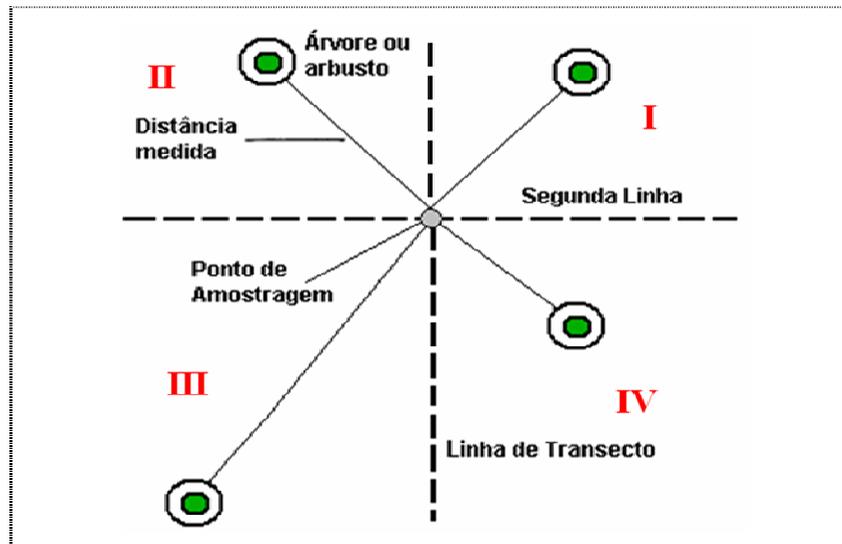


Figura 6.1.4-3 Esquema da disposição espacial do método do ponto quadrante (Müller-Dombois & Ellenberg, 1974) utilizada para a amostragem da vegetação existente na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento Cachoeira.

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 (CAP) 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.

Para cada indivíduo amostrado foram coletadas as seguintes informações (**Figura 6.1.4-3**): número do quadrante; distância, em metros, do indivíduo ao centro do ponto quadrante; CAP ou (C30) 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: Frequência, Dominância e Densidade Absolutas e Relativas (Müller-Dombois & 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, Equitabilidade de Pielou e Coeficiente de Mistura de Jentsch.

Para avaliar se o esforço amostral foi suficiente para estimar os parâmetros avaliados no presente estudo elaborou-se uma curva cumulativa de espécies em função do número de unidades amostrais (curva do coletor) para cada fitofisionomia.

- **Resultados Fitossociologia**

- **Vegetação Savânica**

Segundo a amostragem do método do ponto quadrante, a comunidade vegetal da área de influência indireta (All) tipo savânica é representada pelas fitofisionomias: **Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu), Transição Savana Arborizada/ Savana Estépica Arbórea (Transição Cerrado/ Caatinga)**, se organiza com 33 famílias botânicas, 59 gêneros e 82 espécies. De todas as famílias amostradas destacam-se, quanto ao número de espécies: Fabaceae (9 spp.), Caesalpinaceae (9), Mimosaceae (8), Apocynaceae (6), Combretaceae e Volchysiaceae, ambas com cinco espécies (**Gráfico 6.1.4-1**). Dezoito famílias contribuíram com apenas uma espécie para a diversidade amostrada.

Quando se considera o número de indivíduos amostrados em todas as estações a maior importância recai sobre Volchysiaceae, família bastante comum nas áreas de Cerrado stricto sensu, que contribuem com três das quatro estações amostradas. Essa família totaliza 203 indivíduos (31,72%), ou seja, um terço dos indivíduos amostrados lhes pertence (**Gráfico 6.1.4-2**). Mimosaceae é a segunda família que mais contribuiu para os indivíduos amostrados, 73 (11.41%), seguida de Myrtaceae com 59 indivíduos (9.22%) e Combretaceae 52 (8.13%). *Piptadenia moniliformis* (27), *Qualea parviflora* (25) e *Eugenia dysenterica* (23) (Tabela 6.1.4- 4). Quando se analisa a Densidade Relativa verifica-se que *Q. grandiflora* foi responsável por 20,94% dos indivíduos amostrados, quase quatro vezes mais que *C. fasciculata*. Dessas cinco espécies mais densas, três pertencem à família Volchysiaceae, explicando o seu destaque frente às outras famílias amostradas quando se considera o total de indivíduos.

A Dominância Total foi de 20.597 m².ha⁻¹, dos quais 2,765 m².ha⁻¹ (13.42%) pertencem à *Q. grandiflora*, 1.458 m².ha⁻¹ (7.08%) à *P. platycephala* e 1.105 m².ha⁻¹ (5.37%) à *P. moniliformis*, espécies, portanto, mais dominantes (**Tabela 6.1.4-4**). Novamente *Q. grandiflora* foi a espécie em destaque devido a sua alta densidade e não pela presença de indivíduos com maiores áreas basais.

A Densidade Total da área foi de 1635.235 ind.ha⁻¹, sendo *Qualea grandiflora* com 134 indivíduos a espécie mais densa, seguida por *Callisthene fasciculata* (35 indivíduos),

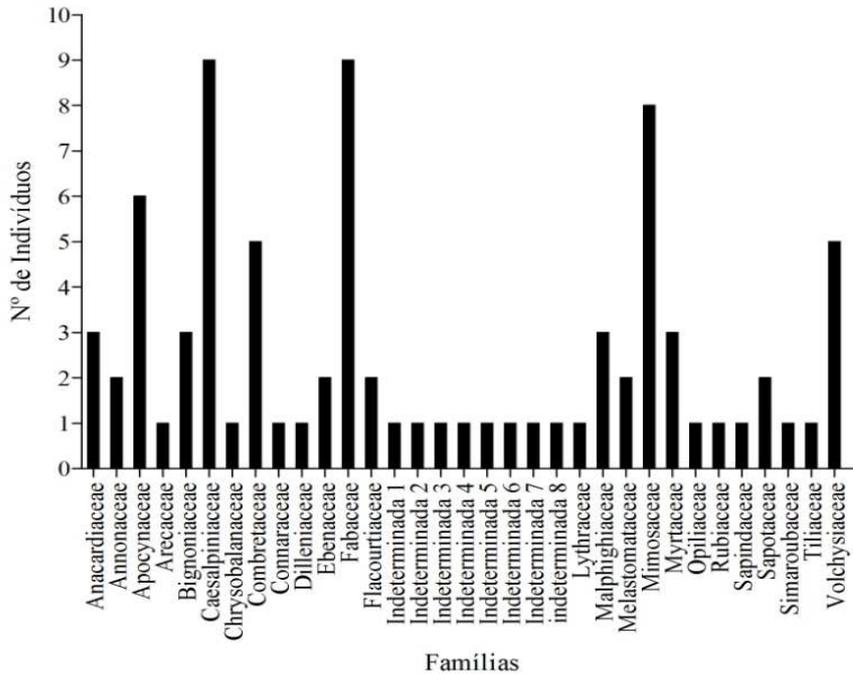


Gráfico 6.1.4-1 Riqueza de espécies por família botânica levantadas na área de influência indireta, fitofisionomia Savânica, do empreendimento Cachoeira.

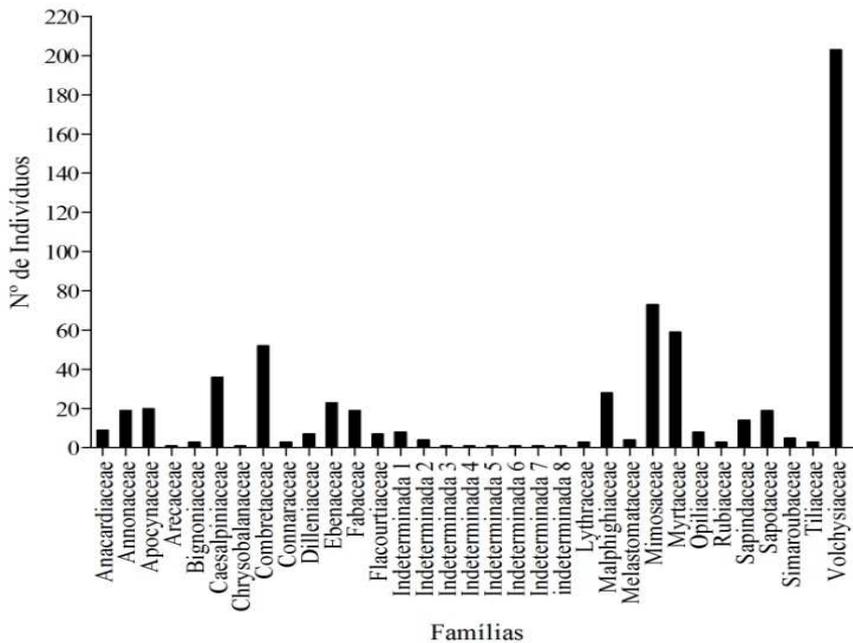


Gráfico 6.1.4-2 Total de indivíduos por família botânica levantadas na área de influência indireta, fitofisionomia Savânica, do empreendimento Cachoeira.

Segundo o método utilizado, a fitofisionomia Savânica apresenta uma freqüência total de 307,5 sendo novamente *Q. grandiflora* a espécie mais destacada, ou seja, a mais freqüente (Tabela 6.1.4-4). Ainda se destacam quanto a sua distribuição espacial, o *Psidium* sp 1, seguida de *P. moniliformis*, *E. dysenterica*, *Q. parviflora*.

A espécie com maior VI foi *Q. grandiflora*, 51,029, evidentemente por apresentar a maior Dominância, Frequência e Densidade Relativas. *C. fasciculata* e *P. moniliformis* ocuparam a segunda e terceira posição no ordenamento e totalizaram um VI semelhante: 14, 104 e 13, 649, respectivamente (**Tabela 6.1.4-4**). Percebe-se, portanto, que *Q. grandiflora* alcançou um Valor de Importância quase quatro vezes maior que as duas espécies que lhes seguem.

O pau-terra (*Quarea grandiflora*) é uma planta decídua, heliófita, seletiva xerófila característica dos cerrados e campos cerrados, sendo encontrada em terrenos secos e bem drenados. Ocorre tanto em formações primárias como secundárias, e geralmente com alta frequência de indivíduos (Lorenzi, 2000).

O carvão-branco (*Callisthene fasciculata*) ocorre principalmente no interior de áreas primárias e secundárias sobre terrenos bem drenados e férteis (Lorenzi, 2000).

A jurema-preta (*Piptadenia moniliformis*) é uma planta decídua, heliófita, seletiva xerófila, pioneira, característica e exclusiva das Caatingas do Nordeste. Apresenta caráter invasor a ponto de ser considerada pelos pecuaristas como séria praga em áreas de pastagem (Lorenzi, 2000).

Observa-se, portanto que as espécies de maiores VIs são representativas de Cerrado e de Caatinga, sendo este dado resultante da amostragem de três fragmentos de Cerrado *stricto sensu* e de um fragmento de Transição Cerrado/ Caatinga.

Tabela 6.1.4-4. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostrados na fitofisionomia savânica da Área de Influência Indireta (AII), ordenadas segundo o Valor de Importância (VI) - AHE Cachoeira.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	134	1,0822	20,94	16,67	13,42	51,029
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	35	0,3848	5,47	3,86	4,77	14,104
<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	27	0,4325	4,22	4,07	5,37	13,649
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	10	0,5708	1,56	2,03	7,08	10,675
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	23	0,2324	3,59	4,07	2,88	10,541
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	25	0,1977	3,91	4,07	2,45	10,423
<i>Psidium</i> sp 1	23	0,0658	3,59	4,27	0,82	8,678
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	16	0,3207	2,5	2,03	3,98	8,511
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	14	0,2663	2,19	2,64	3,3	8,133
<i>Caesalpinia bracteosa</i> Tul.	15	0,2637	2,34	2,44	3,27	8,054
<i>Curatela americana</i> L.	7	0,4296	1,09	1,42	5,33	7,846
<i>Pouteria ramiflora</i> Radlk.	11	0,3545	1,72	1,63	4,4	7,743
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	18	0,06	2,81	3,05	0,74	6,606
<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hil.	8	0,3046	1,25	1,02	3,78	6,045
<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb.	15	0,0905	2,34	2,44	1,12	5,906
<i>Pouteria cf. glomerata</i> (Miq.) Radlk.	8	0,2603	1,25	1,42	3,23	5,902
<i>Anacardium occidentale</i> L.	5	0,3291	0,78	1,02	4,08	5,88

N = Número de Indivíduos; AB = Área Basal; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa.
Cont.

Tabela 6.1.4-4 Parâmetros fitossociológicos das espécies amostrados na fitofisionomia savânica da Área de Influência Indireta (AII), ordenadas segundo o Valor de Importância (VI) - AHE Cachoeira.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Diospyros hispida</i> A.DC.	14	0,0809	2,19	2,44	1	5,63
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	11	0,1506	1,72	2,03	1,87	5,619
<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	8	0,2181	1,25	1,63	2,71	5,582
<i>Eugenia</i> sp 1	13	0,0309	2,03	1,83	0,38	4,244
<i>Machaerium punctatum</i> Pers.	4	0,2254	0,62	0,81	2,8	4,234
<i>Diospyros cf. inconstans</i> Jacq.	9	0,0788	1,41	1,83	0,98	4,213
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	14	0,0312	2,19	1,42	0,39	3,997
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	7	0,1356	1,09	1,22	1,68	3,996
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	8	0,0829	1,25	1,63	1,03	3,905
<i>Annona coriacea</i> Mart.	9	0,0718	1,41	1,42	0,89	3,72
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	10	0,0249	1,56	1,83	0,31	3,701
<i>Combretum mellifluum</i> Eichler	11	0,023	1,72	1,63	0,29	3,63
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	8	0,0469	1,25	1,42	0,58	3,255
Indeterminada 1	8	0,0152	1,25	1,42	0,19	2,861
<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	5	0,0731	0,78	1,02	0,91	2,705
Indeterminada 2	4	0,0628	0,62	0,81	0,78	2,217
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	6	0,0203	0,94	1,02	0,25	2,205
<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	9	0,0058	1,41	0,61	0,07	2,088
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	5	0,0209	0,78	1,02	0,26	2,056
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	6	0,0052	0,94	0,81	0,06	1,815
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	4	0,0375	0,62	0,61	0,47	1,7
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	3	0,0427	0,47	0,61	0,53	1,609
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	1	0,0861	0,16	0,2	1,07	1,427
<i>Luehea paniculata</i> Mart.	3	0,0264	0,47	0,61	0,33	1,406
<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.	2	0,0506	0,31	0,41	0,63	1,347
<i>Andira cf. cujabensis</i> Benth	3	0,0209	0,47	0,61	0,26	1,338
<i>Mimosa acutistipula</i> (Mart.) Benth	2	0,0605	0,31	0,2	0,75	1,266
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	2	0,0426	0,31	0,41	0,53	1,248
<i>Tocoyena formosa</i> K.Schum.	3	0,0135	0,47	0,61	0,17	1,246
<i>Mouriri guianensis</i> Aubl.	3	0,0279	0,47	0,41	0,35	1,221
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	3	0,0079	0,47	0,61	0,1	1,176
<i>Samanea cf. tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	2	0,0368	0,31	0,41	0,46	1,176

N = Número de Indivíduos; AB = Área Basal; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa.
Cont.

Tabela 6.1.4-4 Parâmetros fitossociológicos das espécies amostrados na fitofisionomia savânica da Área de Influência Indireta (AII), ordenadas segundo o Valor de Importância (VI) - AHE Cachoeira.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	1	0,0645	0,16	0,2	0,8	1,159
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	2	0,0414	0,31	0,2	0,51	1,03
<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	2	0,0243	0,31	0,41	0,3	1,02
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	1	0,0509	0,16	0,2	0,63	0,991
<i>Byrsonima correaefolia</i> A. Juss.	2	0,0204	0,31	0,41	0,25	0,972
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	3	0,0066	0,47	0,41	0,08	0,957
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	2	0,0185	0,31	0,41	0,23	0,949
<i>Lafoensia vandelliana</i> Cham. & Schtdl.	3	0,0059	0,47	0,41	0,07	0,948
<i>Sclerobium paniculatum</i> Vogel	3	0,0057	0,47	0,41	0,07	0,946
<i>Andira cordata</i> Arroyo ex R.T. Penn. & H.C. Lima	1	0,0472	0,16	0,2	0,59	0,945
<i>Bauhinia catingae</i> Harms	3	0,0027	0,47	0,41	0,03	0,909
<i>Jacaranda ulei</i> Bureau & K. Schum.	1	0,0424	0,16	0,2	0,53	0,886
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	1	0,0424	0,16	0,2	0,53	0,886
<i>Mouriri pusa</i> Gard.	1	0,039	0,16	0,2	0,48	0,843
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1	0,0368	0,16	0,2	0,46	0,816
Indeterminada 3	1	0,0336	0,16	0,2	0,42	0,777
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	2	0,0037	0,31	0,41	0,05	0,765
<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E.Moore	1	0,0268	0,16	0,2	0,33	0,692
<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	1	0,0168	0,16	0,2	0,21	0,567
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	1	0,0054	0,16	0,2	0,07	0,426
<i>Callisthene microphylla</i> Warm.	1	0,0042	0,16	0,2	0,05	0,412
<i>Exellodendron gardneri</i> (Hook. f.) Prance	1	0,0035	0,16	0,2	0,04	0,403
<i>Casearia eichleriana</i> Sleumer	1	0,0032	0,16	0,2	0,04	0,399
<i>Arrabidaea dispar</i> Bureau ex K. Schum.	1	0,0029	0,16	0,2	0,04	0,395
Indeterminada 4	1	0,0023	0,16	0,2	0,03	0,388
<i>Martiodendron mediterraneum</i> (Mart. ex Benth.) R.C.Koeppen	1	0,002	0,16	0,2	0,03	0,385
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	1	0,0011	0,16	0,2	0,01	0,374
Indeterminada 8	1	0,001	0,16	0,2	0,01	0,371
<i>Himatanthus</i> sp1	1	0,0008	0,16	0,2	0,01	0,369
Indeterminada 7	1	0,0006	0,16	0,2	0,01	0,367
<i>Machaerium acutifolium</i> Mart. ex Benth.	1	0,0006	0,16	0,2	0,01	0,367
Indeterminada 5	1	0,0005	0,16	0,2	0,01	0,366
Indeterminada 6	1	0,0002	0,16	0,2	0	0,362

N = Número de Indivíduos; AB = Área Basal; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa.

Em relação a distribuição vertical, em média, os indivíduos amostrados apresentaram uma altura de 5,48 metros. A menor altura foi de 0,70 m, registrada em três indivíduos de *Q. grandiflora*. No total, foram identificadas 22 classes de altura, sendo a classe de 2 a 2,99 m a mais destacada, somando 127 indivíduos (**Gráfico 6.1.4-3**). A maior parte da comunidade se encontra entre 1 e 9,99 metros de altura. A menor classe de altura (0-0,99 m) foi composta apenas por 11 indivíduos.

Os indivíduos amostrados se distribuem em 15 classes diamétricas e tem, em média, um diâmetro de 9,5 cm. Os maiores perímetros registrados foram 150 e 132 cm, ambos registrados em indivíduos de *P. platycephala*. Além dessa espécie, *A. occidentale*, *S. convallariodora*, *C. americana* e *Q. grandiflora*, se destacaram ao apresentarem indivíduos nas maiores classes de diâmetro. Analisando a **Gráfico 6.1.4-4**, percebe-se que as classes diamétricas de 3-5,99 e 6-8,99 cm abarcam as maiores quantidades de indivíduos, 140 e 138, respectivamente.

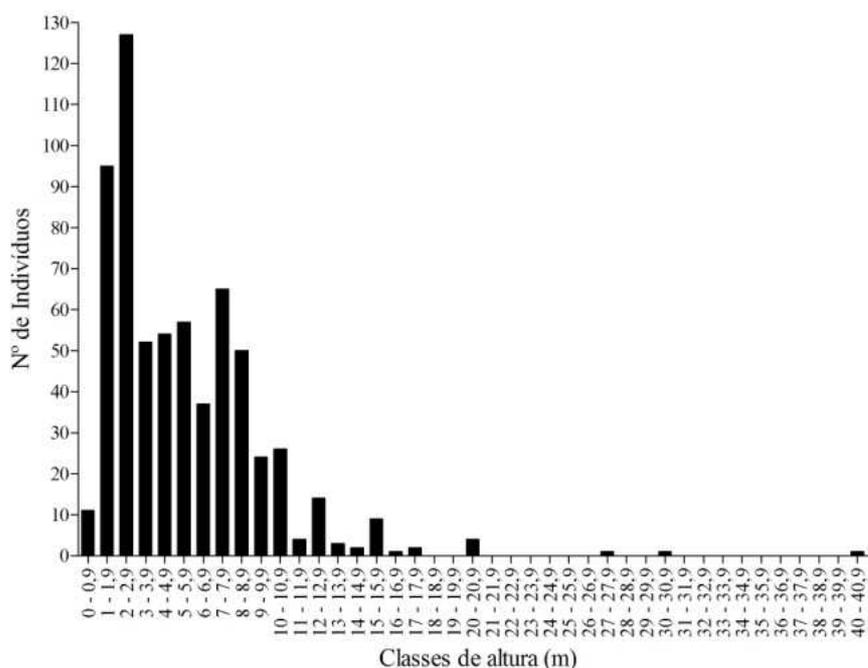


Gráfico 6.1.4-3 Distribuição dos indivíduos em classes de altura (m) na área de influência indireta, fitofisionomia Savânica do empreendimento Cachoeira.

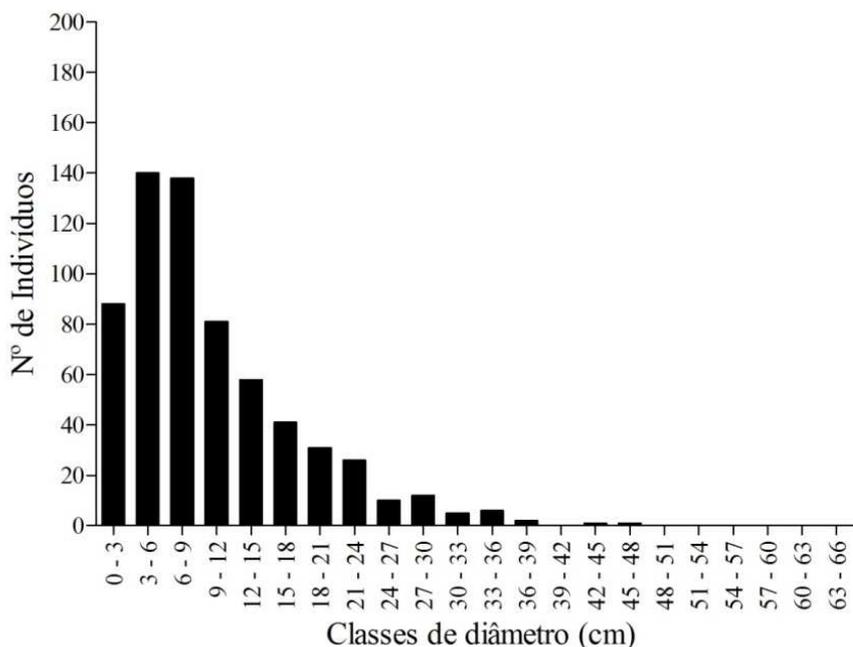


Gráfico 6.1.4-4 Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro (cm) na área de influência indireta, fitofisionomia Savânica do empreendimento Cachoeira.

- **Vegetação Florestal**

Na área de influência indireta (All), as fitofisionomias florestais representadas por **Floresta Aberta com Babaçu, Savana Florestada alterada (Cerradão), Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Babaçual) – Mata Ciliar**, foram amostradas pelo método do ponto quadrante um total de 28 famílias botânicas, 54 gêneros e 70 espécies. As famílias mais ricas foram: Caesalpinaceae (11 espécies), Fabaceae (7), Combretaceae e Mimosaceae, ambas com seis espécies. Dezesete famílias foram representadas por apenas uma espécie (**Gráfico 6.1.4-5**).

Ao analisar o total de indivíduos amostrados por família botânica (**Gráfico 6.1.4-6**), verifica-se que as famílias mais importantes diferem consideravelmente daquelas de maior riqueza. Nesse caso, Arecaceae é a família mais abundante, totalizando 131 (23,39%) indivíduos, seguida de Combretaceae com 95 indivíduos (16,96%) e Mimosaceae com 66 (11,79%). Essas três famílias são bem representativas das Florestas de Babaçu, Cerradão e áreas de transição de Caatinga.

Segundo a amostragem utilizada, a comunidade apresenta uma Densidade Total de 863.816 ind.ha⁻¹. *Attalea speciosa* (Babaçu), com 121 indivíduos, é a espécie de maior densidade. Essa alta densidade justifica o destaque da família Arecaceae quando se considera o total de indivíduos amostrados. Espera-se, portanto, que a cada cinco indivíduos amostrados na área um desses seja *A. speciosa* com 40 indivíduos, *Casearia sylvestris*, *Combretum duarteanum* foram a segunda e terceira espécies mais densas.

A Dominância Total foi 30,21 m².ha⁻¹ dos quais 59,19% (17,881 m².ha⁻¹) se devem aos indivíduos de *A. speciosa*. Ou seja, quase 60% do espaço horizontal ocupado pela comunidade vegetal pertencem a essa espécie.

A Freqüência Total da comunidade foi de 272,14 e, dada a sua alta densidade, *A. speciosa* também se destacou como a espécie de maior distribuição espacial, sendo a sua Freqüência Absoluta igual a 32,14 (11,81%). Seguem no ordenamento, *C. duarteanum*, *Casearia sylvestris*, *D. gardneriana* e *T. actinophylla*.

A espécie com o maior Valor de Importância (VI) foi, evidentemente, *A. speciosa* (92,606) ao totalizar a maior Densidade, Freqüência e Dominância Relativa (**Tabela 6.1.4-5**). *Casearia sylvestris*, *C. duarteanum* e *T. actinophylla* apresentaram VI semelhantes, ocupando a segunda, terceira e quarta posição no ordenamento, respectivamente.

O babaçu (*Attalea speciosa*) é uma planta perenifólia e heliófita, muito comum na região de estudo, onde apresentam expressiva dispersão, chegando a formar populações puras, denominadas babaçuais (Lorenzi, 2000).

A guaçatonga (*Casearia sylvestris*) é uma planta pioneira característica e preferencial dos sub-bosques, ocorrendo também em formações secundárias (Lorenzi, 2000). *Combretum duarteanum* e *Terminalia actinophylla* são espécies de Cerradão que foi representado pela Estação 4, trata-se de uma área alterada, porém bastante representativa da área de estudo.

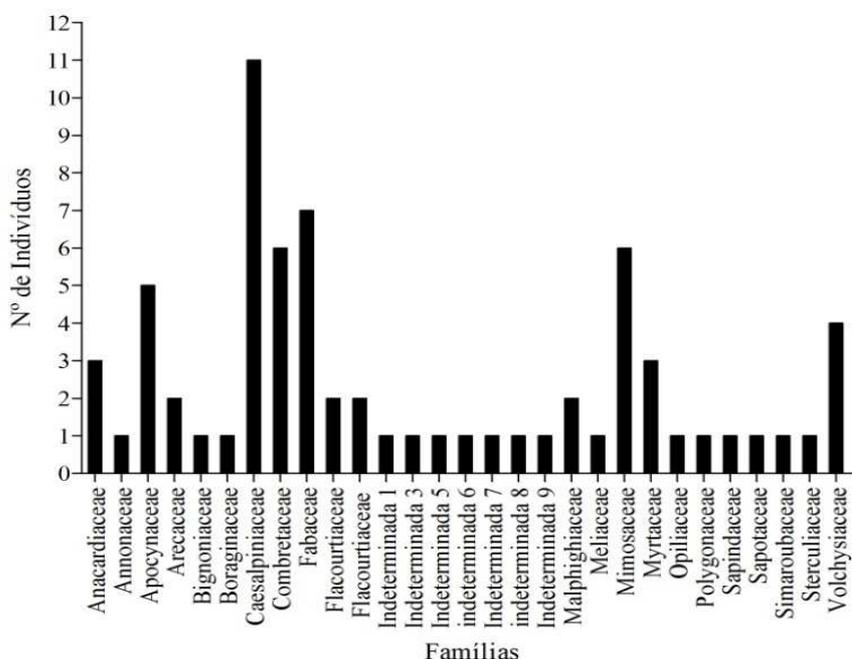


Gráfico 6.1.4-5 Riqueza de espécies por família botânica levantadas na área de influência indireta, fitofisionomia Florestal do empreendimento Cachoeira.

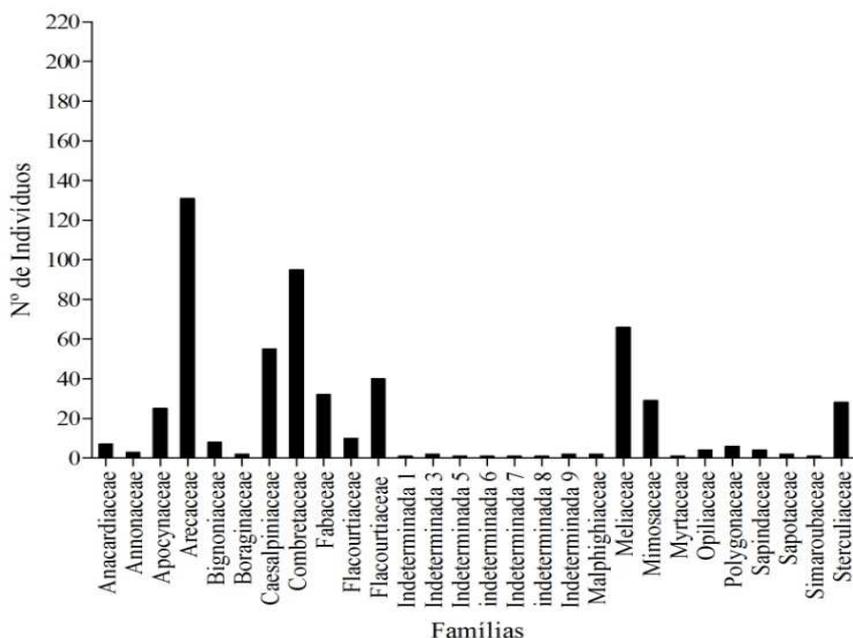


Gráfico 6.1.4- 6 Total de indivíduos por família botânica levantadas na área de influência indireta, fitofisionomia Florestal do empreendimento Cachoeira.

Tabela 6.1.4-5 Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na área de influência indireta, fitofisionomia Florestal do empreendimento Cachoeira, ordenadas segundo o Valor de Importância (VI).

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	121	11,5917	21,61	11,81	59,19	92,606
<i>Indeterminada 1</i>	40	0,3914	7,14	7,09	2	16,228
<i>Combretum duarteum</i> Cambess.	40	0,2296	7,14	7,35	1,17	15,664
<i>Terminalia actinophylla</i> Mart.	29	0,995	5,18	3,94	5,08	14,196
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	20	1,0045	3,57	3,41	5,13	12,112
<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	18	0,3945	3,21	4,2	2,01	9,428
<i>Caesalpinia bracteosa</i> Tul.	17	0,2896	3,04	3,41	1,48	7,927
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	18	0,207	3,21	2,89	1,06	7,158
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	11	0,4123	1,96	1,84	2,11	5,907
<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	11	0,19	1,96	2,62	0,97	5,559
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	10	0,2137	1,79	2,62	1,09	5,502
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	12	0,1892	2,14	2,1	0,97	5,209
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	11	0,0937	1,96	2,62	0,48	5,068
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	12	0,0582	2,14	2,36	0,3	4,802
<i>Fabaceae</i>	5	0,467	0,89	1,31	2,38	4,59

N = Número de Indivíduos; AB = Área Basal; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa.

Cont.

Tabela 6.1.4-5 Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na área de influência indireta, fitofisionomia Florestal do empreendimento Cachoeira, ordenadas segundo o Valor de Importância (VI).

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	11	0,0851	1,96	2,1	0,43	4,498
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	9	0,1346	1,61	1,84	0,69	4,132
<i>Arecaceae</i>	10	0,047	1,79	2,1	0,24	4,126
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	8	0,1639	1,43	1,57	0,84	3,84
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	8	0,0906	1,43	1,84	0,46	3,728
<i>Andira cordata</i> Arroyo ex R.T. Penn. & H.C. Lima	7	0,1704	1,25	1,57	0,87	3,695
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	8	0,0708	1,43	1,84	0,36	3,627
<i>Cenostigma gardnerianum</i> Tul.	2	0,5761	0,36	0,26	2,94	3,561
<i>Hymenaea martiana</i> Hayne	7	0,1018	1,25	1,31	0,52	3,082
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	6	0,1307	1,07	1,31	0,67	3,051
<i>Casearia eichleriana</i> Sleumer	7	0,0905	1,25	1,31	0,46	3,025
<i>Tabebuia aurea</i> Benth. & Hook. F. ex S. Moore	8	0,0478	1,43	1,31	0,24	2,985
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	5	0,0691	0,89	1,05	0,35	2,295
<i>Psidium</i> sp 1	6	0,0339	1,07	1,05	0,17	2,294
<i>Bauhinia catingae</i> Harms	5	0,0144	0,89	1,31	0,07	2,279
<i>Eugenia</i> sp 1	5	0,0205	0,89	1,05	0,1	2,047
<i>Pouteria</i> cf. <i>glomerata</i> Radlk.	4	0,1027	0,71	0,79	0,52	2,026
<i>Copaifera luetzelburgii</i> Harms	3	0,1203	0,54	0,79	0,61	1,937
<i>Machaerium acutifolium</i> Mart. ex Benth.	4	0,0645	0,71	0,79	0,33	1,831
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	3	0,0614	0,54	0,79	0,31	1,637
<i>Martiodendron mediterraneum</i> (Mart. ex Benth.) R.C.Koepfen	4	0,0261	0,71	0,79	0,13	1,635
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	4	0,0156	0,71	0,79	0,08	1,581
<i>Thiloa glaucocarpa</i> (Mart.) Eichler	3	0,041	0,54	0,79	0,21	1,532
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	3	0,0397	0,54	0,79	0,2	1,526
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allem.	3	0,0227	0,54	0,79	0,12	1,439
<i>Rollinia</i> cf. <i>edulis</i> Triana & Planch.	3	0,013	0,54	0,79	0,07	1,39
Indeterminada 5	2	0,0822	0,36	0,52	0,42	1,302
<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	2	0,0624	0,36	0,52	0,32	1,201
<i>Anacardium occidentale</i> L.	1	0,145	0,18	0,26	0,74	1,182
<i>Callisthene microphylla</i> Warm.	2	0,0364	0,36	0,52	0,19	1,068
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	2	0,0176	0,36	0,52	0,09	0,972
<i>Cordia toqueve</i> Aubl.	2	0,0122	0,36	0,52	0,06	0,945
<i>Dalbergia micoslobium</i> Benth	2	0,005	0,36	0,52	0,03	0,908

N = Número de Indivíduos; AB = Área Basal; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa.

Tabela 6.1.4-5 Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na área de influência indireta, fitofisionomia Florestal do empreendimento Cachoeira, ordenadas segundo o Valor de Importância (VI).

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Trichilia hirta</i> L.	2	0,0052	0,36	0,52	0,03	0,908
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	2	0,0036	0,36	0,52	0,02	0,9
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	3	0,007	0,54	0,26	0,04	0,834
Indeterminada 9	1	0,0401	0,18	0,26	0,2	0,646
<i>Cassia ferruginea</i> Schrad. ex DC.	1	0,0161	0,18	0,26	0,08	0,523
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	1	0,0154	0,18	0,26	0,08	0,52
<i>Himatanthus</i> sp1	1	0,0072	0,18	0,26	0,04	0,478
<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler	1	0,0062	0,18	0,26	0,03	0,473
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	1	0,0058	0,18	0,26	0,03	0,471
<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb.	1	0,0046	0,18	0,26	0,02	0,464
Indeterminada 8	1	0,0033	0,18	0,26	0,02	0,458
<i>Casearia eichleriana</i> Sleumer	1	0,0032	0,18	0,26	0,02	0,457
<i>Banara</i> sp1	1	0,0029	0,18	0,26	0,01	0,456
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	1	0,0029	0,18	0,26	0,01	0,456
<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	1	0,0029	0,18	0,26	0,01	0,456
<i>Machaerium aff. punctatum</i> Pers.	1	0,003	0,18	0,26	0,02	0,456
<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	1	0,003	0,18	0,26	0,02	0,456
Indeterminada 6	1	0,0024	0,18	0,26	0,01	0,453
Indeterminada 7	1	0,002	0,18	0,26	0,01	0,451
Mimosaceae	1	0,002	0,18	0,26	0,01	0,451
<i>Casearia grandiflora</i> A. St. -Hil	1	0,0018	0,18	0,26	0,01	0,45
Indeterminada 3	1	0,0018	0,18	0,26	0,01	0,45

N = Número de Indivíduos; AB = Área Basal; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa.

A altura média dos indivíduos amostrados foi de 7,04 metros, a altura máxima foi de 21 m (classe 21-21,99 m), atingida por um indivíduo de *T. actinophylla*. Dos nove indivíduos mais altos, sete pertencem a essa mesma espécie, além de um representante de *E. dysenterica* e outro de *A. speciosa*, ambas com 18 metros. A menor altura registrada para a área foi de 1,50 m (classe 1-1,99 m) para um indivíduo de *Q. grandiflora*. Foram registradas 20 classes de altura, sendo a classe entre 5-5,99 m a que mais acumulou indivíduos, 98 no total. A maior parte da população se concentra entre 4 e 7,99 metros. A menor classe (0-0,99m) não apresentou nenhum indivíduo (**Gráfico 6.1.4-7**).

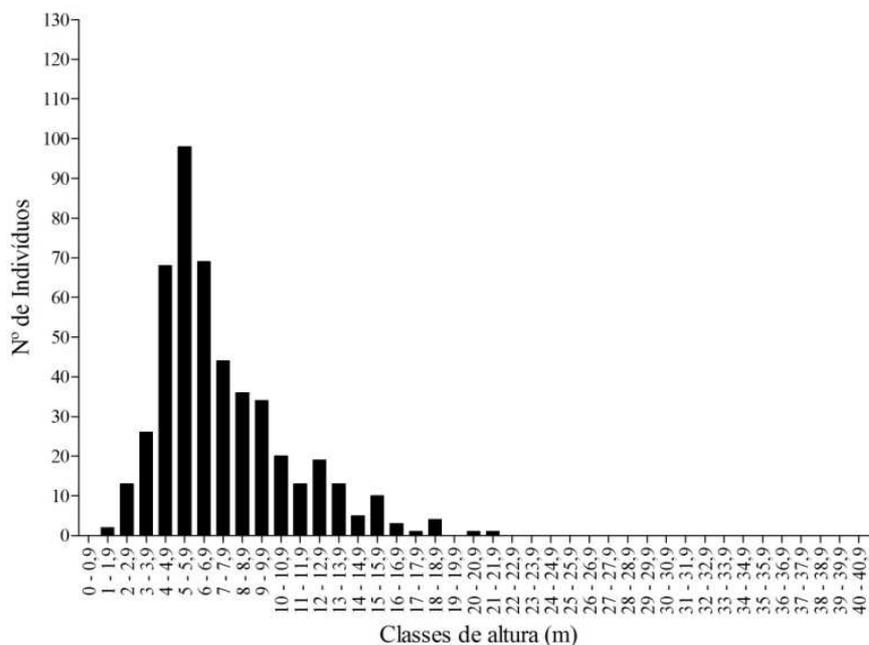


Gráfico 6.1.4-7 Distribuição dos indivíduos em classes de altura nas fitofisionomias florestais da Área de Influência Indireta (AII) - AHE Cachoeira.

A comunidade vegetal analisada se distribui em 20 classes de diâmetros, com amplitude de 0,96 a 63,66 cm. O maior diâmetro foi registrado em um indivíduo de *C. gardnerianum* e o menor em um representante de *T. actinophylla*. As espécies presentes nas últimas cinco classes de diâmetro foram: *T. actinophylla*, *P. platycephala*, *A. speciosa* e *C. gardnerianum*, cada qual com um indivíduo. Analisando a Figura 6.1.4- 10, percebe-se que a distribuição dos indivíduos é máxima na classe de 6-8,99 cm (120 indivíduos) para decrescer até a classe 30-32,99 cm, quando aumenta em número nas classes 33-35,99 cm e 36-38,99 cm, para depois decrescer novamente (**Gráfico 6.1.4-8**).

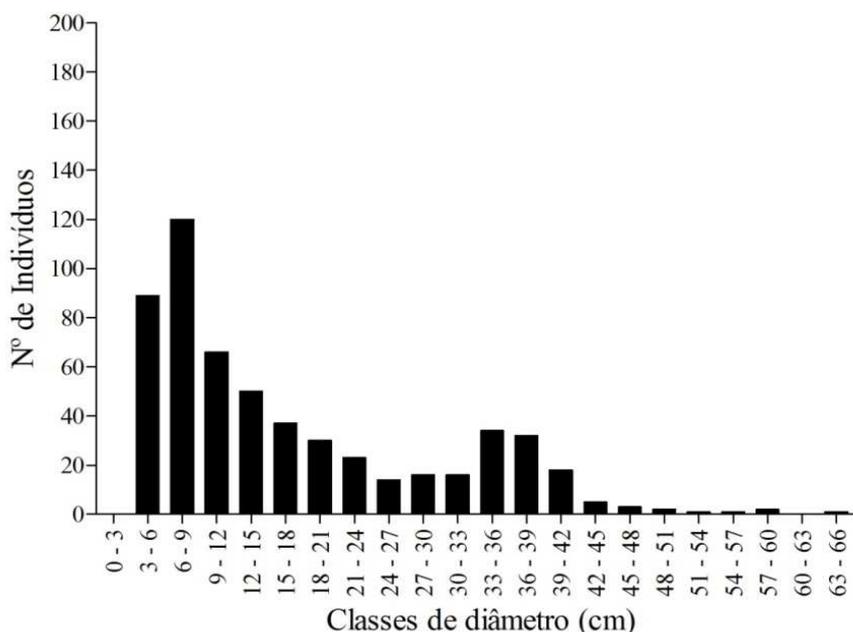


Gráfico 6.1.4-8 Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro altura nas fitofisionomias florestais da Área de Influência Indireta (All) - AHE Cachoeira.

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.

- **Resultados Declividade**

A área de influência indireta do empreendimento apresenta relevo predominantemente plano, concentrando aproximadamente 82% da área em uma faixa de declividade inferior a três por cento. 13% da All possui declividade entre 3 e 8%, o que caracteriza um relevo suave ondulado. Essa faixa de declividade é encontrada às margens de quase toda All, principalmente próximo a Boa Esperança e nas margens do afluente Gurguéia. Quatro por cento da área apresenta relevo ondulado. Maiores declividades somam 1% da All.

No lado piauiense da bacia é encontrado relevo com baixas altitudes, assim como menor concentração de declividades superiores a 8%. Essas condições são tanto mais propícias à ocupação, como mais reduzem a complexidade da paisagem, conseqüentemente da vegetação. Além disso, as baixas declividades também reduzem a propensão à degradação do solo, atuando como condicionante da evolução dos processos erosivos (Bertoni & Lombardi Neto, 1999).

Oposto às condições observadas no Piauí, no lado maranhense o terreno se eleva de 100 até 500m de altitude, no extremo norte da All. 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). Essas diferenças ocasionam uma reestruturação fitossociológica e, por conseguinte uma composição paisagística mais complexa. Guedes (1999) e Coutinho *et al.* (2005) indicam 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, se localizando em regiões planas. Essa distribuição é compatível com o esperado, visto que esse relevo é predominante na All. A vegetação levantada é, dessa forma, representativa para essa forma de relevo.

Tabela 6.1.4-6. Intervalos de declividade do terreno para a All do AHE Cachoeira.

Faixa de declividade (%)	Relevo	Área (Km²)	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%

6.1.4.1.5. Análises Granulométricas 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 uma das 8 estações, para análise granulométrica e textural. As coletas foram individualizadas para cada ponto (estação) de amostragem e embaladas em caixas de papelão. A análise granulométrica seguiu a metodologia indicada pela Embrapa (1997).

• Resultados Granulometria

Pelo resultado das análises granulométricas foi possível se identificar quatro classes texturais: Areia, Areia Franca, Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa. Notou-se que solos

com característica arenosa são amplamente distribuídos. A **Tabela 6.1.4-7** destaca os teores médios de areia, silte e argila, indicando a alta concentração de areia em todas as classes texturais.

Tabela 6.1.4-7 Valores médios das frações de solo nas classes texturais.

Classe Textural	Areia %	Argila %	Silte %
Areia	90,68	5,88	3,80
Areia Franca	86,20	9,75	4,05
Franco Arenosa	71,95	14,03	20,57
Franco Argilo Arenosa	69,95	21,10	8,95

Agrupando-se as quatro classes texturais em dois grupos principais, observamos a seguinte distribuição:

- **Classe 1 – Textura arenosa = AR e ARF (Areia e Areia Franca)**
- **Classe 2 – Textura média = FAR e FAGAR (Franco arenosa e Franco argilo arenosa)**

A **Tabela 6.1.4-8** indica uma maior frequência de solos Médios. Os solos Médios, embora possuam fração de areia menor que a classe dos Arenosos, também são solos que tiveram suas partículas menores carreadas. Solos Médios são mais bem aproveitados para agropecuária, pois além de reter mais água e ter boa estrutura, retém fertilizantes por mais tempo no sistema. Essas características conferem maior aptidão agrícola.

Tabela 6.1.4-8 Número de amostras de solos por classe textural em cada local.

Textura	Savana	Floresta
ARF	2	0
FAR	1	3
FAGAR	1	1

6.1.4.1.6. Análises Estatísticas

- **Solo**

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.

Buscando relacionar os solos com as formações vegetais as estações amostrais tiveram solo coletados e analisados, utilizando-se o teste exato de Fisher ao nível significância de 5% de probabilidade, reagrupando as classes texturais da seguinte forma:

- **Classe 1 – Textura arenosa = AR e ARF (Areia e Areia Franca)**
- **Classe 2 – Textura média = FAR e FAGAR (Franco arenosa e Franco argilo arenosa)**

6.1.4.2. Considerações Gerais

A partir dos dados levantados, pode-se concluir que:

As famílias mais ricas da Área de Influência Indireta (All) também dominam em número de espécies em outros estudos da região. A mesma relação é encontrada quando se considera o número de indivíduos, ou seja, as famílias mais abundantes na All são aquelas mais abundantes em outros inventários.

A riqueza de espécies nas fitofisionomias savânicas foi maior que nas florestais. Esses dados podem ser justificados pela realidade da All, localizada em uma área ecotonal, onde não existe a dominância de um bioma e, possivelmente, pela predominância dos babaçuais nas áreas florestais, áreas estas que poderiam apresentar maior riqueza.

Na fitofisionomia savânica o pau terra (*Qualea grandiflora* Mart.) apresentou uma Importância Relativa muito discrepante em relação às outras espécies, que pode ser explicado por diferentes razões, como: estado seral da formação vegetal; presença de perturbação antrópica; beneficiamento da espécie; pluviosidade; e condições edáficas favoráveis à espécie.

A mesma realidade foi encontrada nas fitofisionomia florestais, a qual é dominada por *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng, em função da antiga ocupação da área.

As comunidades vegetais florestais se organizam em estratos e em classes diamétricas maiores, em relação à outra fitofisionomia, como era esperado.

Na All ocorrem 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 (esparcos) e Florestas Ombrófilas abertas secundárias de Babaçu com indivíduos de Caatinga e /ou Cerrado, além de áreas de Cerrado antropizadas com indivíduos de babaçu, o que pode ser demonstrado através das análises fisionômicas, florística e fitossociológicas.

Na região de estudo ocorreram intensas formas de ocupação nas diferentes fisionomias vegetacionais resultando em um significativo grau de perturbação. As formações remanescentes estão representadas por pequenas ilhas de fragmentos isolados, imersos em uma matriz agrícola.

A partir da composição florística ecotonal com elementos de Cerrado, Caatinga e Floresta de Babaçu é possível constatar-se que a All do empreendimento de Cachoeira demonstra uma complexidade de mosaicos fisionômicos. Desta forma, não se verificam diferenças florísticas relevantes entre as estações, já que nestas ocorrem espécies comuns entre Cerrado, Caatinga, Cerradão e Floresta de Babaçu.

Das espécies amostradas neste estudo com 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).

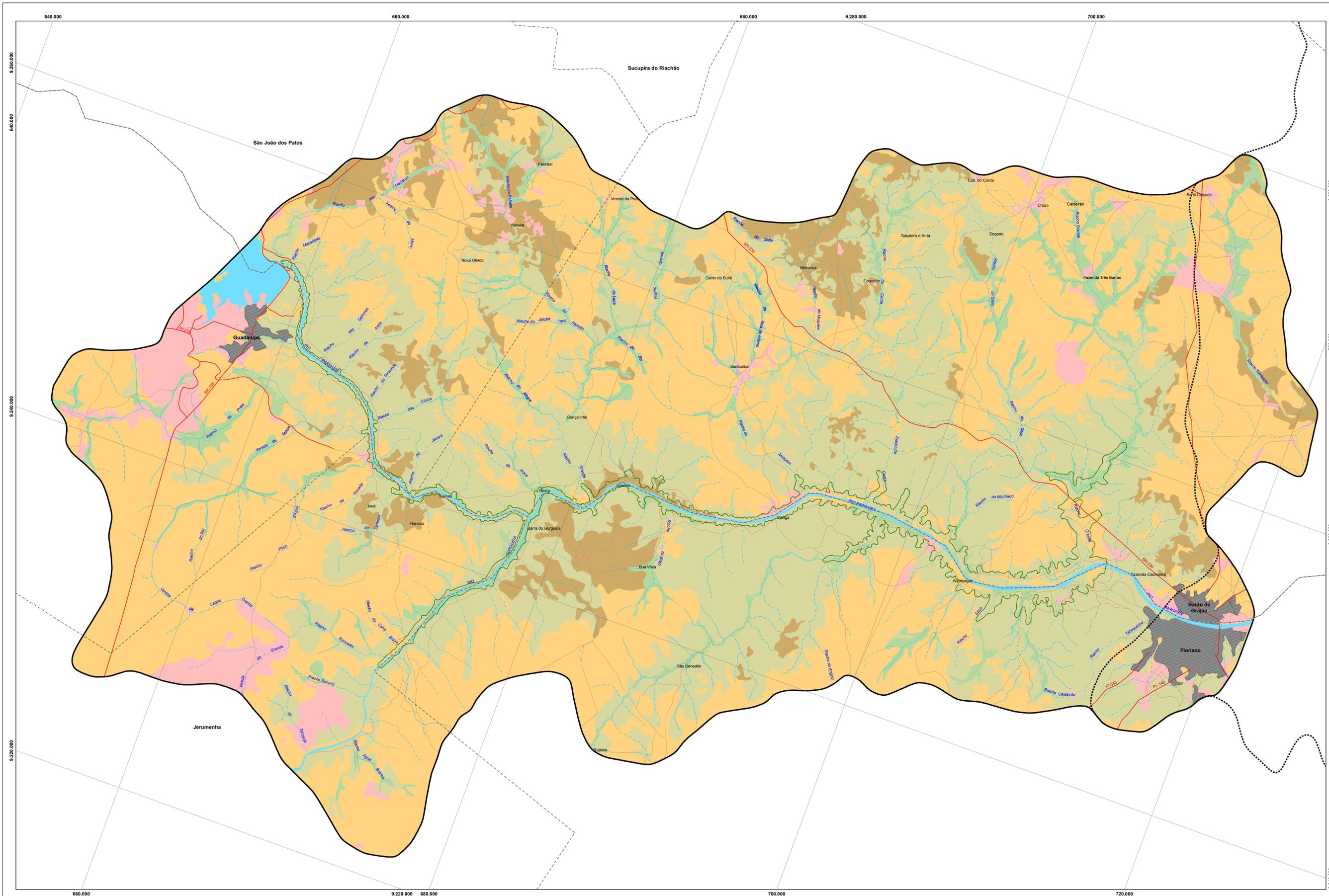
6.1.4.3. Referências Bibliográficas

As referências estão citadas conjuntamente no item 9.1.4.9 Referências Bibliográficas.

Anexo VI

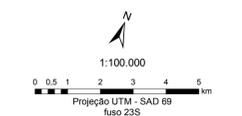
Mapa de Vegetação / Uso do Solo

AHE Cachoeira



- Domínio do Cerrado - Savana "latu sensu"**
- Savana Florestada (Cerradão)
 - Savana Arborizada (Cerrado "Stricto sensu")
 - Transição Cerrado/Caatinga
 - Formações Ripárias
- Uso da Terra**
- Usos Agropecuários Diversos
 - Área Urbana

- 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 - Cachoeira
 - Área de Influência Indireta - Estreito
 - Área de Influência Indireta - Cachoeira



Fonte:
 - Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Pernambuco, CNEC, 2002. Estradas, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pela imagem Landsat, órbita ponto, 2 19-065 de 01/07/2008.
 - Uso do Solo: Interpretação da Imagem Landsat, órbita ponto, 219-065 de 01/07/2008, CNEC, 2009.

Anexo VII

Documentação Fotográfica – Vegetação

AHE Cachoeira



Foto 6.1.4-1 Cerrado stricto sensu na Estação 21, do AHE Cachoeira.



Foto 6.1.4-2 Savana Florestada alterada (Cerradão alterado), na região de Cachoeira.



Foto 6.1.4-3 Estação 25 (All- Savana)- Transição Savana Arborizada– Savana Estépica Arbórea (transição Cerrado –Caatinga Arbórea).

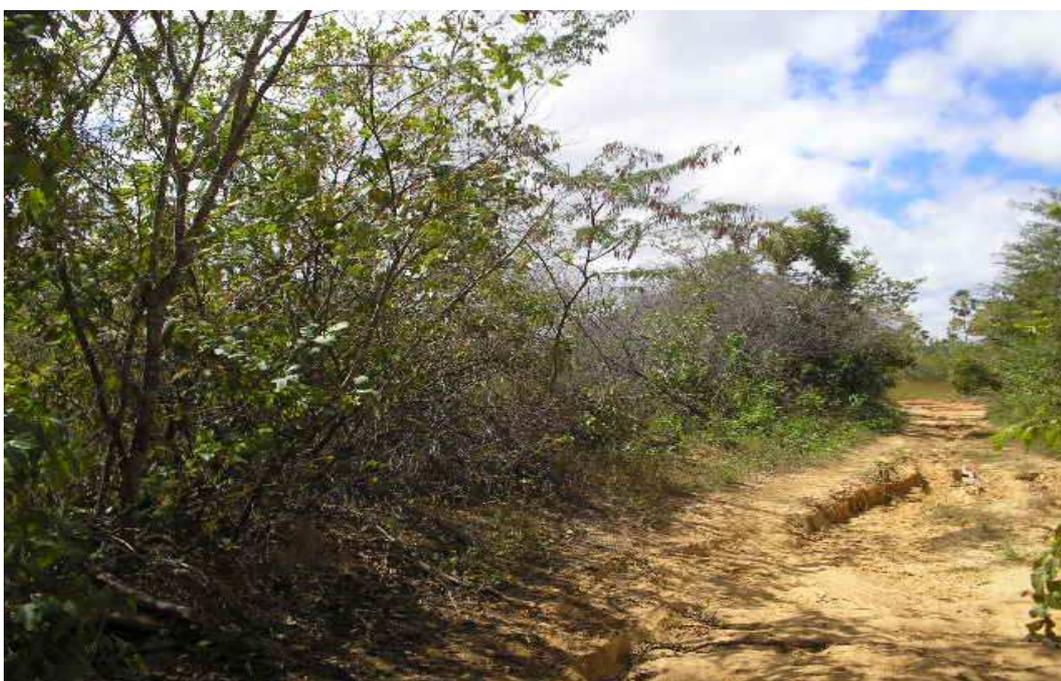


Foto 6.1.4-4 Aspecto geral da Estação 42a (All- Savânica)- Transição Savana Arborizada– Savana Estépica Arbustiva (Transição Cerrado –Caatinga arbustiva).



Foto 6.1.4-5 Cerrado *sensu strictu* perturbado na AII do AHE Cachoeira.



Foto 6.1.4-6 Transição Savana Arborizada-Savana Estépica Parque (Transição Cerrado-Caatinga Parque).

**Foto 6.1.4-7**

Aspecto de área alagada com indivíduos de Carnaúbas (*Copernicia prunifera*).

**Foto 6.1.4-8**

Vista aérea de região alagada com população de Carnaúbas (*Copernicia prunifera*).



Foto 6.1.4-9 Área alagada – Campo úmido e indivíduos de carnaúba (*Copernicia prunifera*).



Foto 6.1.4-10 Vista aérea de fitofisionomia Savana Parque (Cerrado).

6.1.5. FAUNA

6.1.5.1. Avifauna

Foram desenvolvidos entre os meses de março e junho de 2009, estudos sobre a fauna de aves do rio Parnaíba, no trecho situado entre os municípios de Guadalupe e Floriano, estado do Piauí, utilizando-se metodologia de “Transects” (Herzog *et al.*, 2002) e de “Area Search” (Marantz e Oren, 2000). Os trabalhos incluíram levantamentos de campo e pesquisa bibliográfica; as aves foram detectadas a partir de observação direta com binóculos, e principalmente através do reconhecimento e registro sonoro de suas vocalizações.

Foram trabalhados 19 pontos de amostragem, incluindo pontos pré-selecionados com base em imagens de satélite, e um ponto extra, definido durante a segunda campanha de campo, em função de sua relevância para o grupo avifauna. As amostragens contemplaram todos os ambientes e fisionomias vegetais existentes na área de influência do empreendimento. Em termos biogeográficos, a área se situa numa zona de tensão ecológica entre os Domínios do Cerrado e da Caatinga, com a presença de representantes dos dois Biomas.

Considerando os resultados duas campanhas de campo, atingiu-se a soma de 151 espécies de aves para a área de Influência do AHE Cachoeira. Dentre as aves assinaladas para a área, apenas uma consta na Lista Brasileira de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA, 2003), o arapaçu-do-nordeste (*Xiphocolaptes falcirostris*), incluído na categoria “vulnerável”. Além desta, há mais duas espécies apontadas pela IUCN (2008) como ameaçadas de extinção, o papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*) e o mineirinho (*Charitospiza eucosma*), ambas enquadradas na categoria “quase ameaçadas”. Nas comunidades de aves detectadas na Área de Influência do AHE Cachoeira, há principalmente espécies de ampla distribuição que ocorrem nos Biomas Cerrado e Caatinga.

Dentre as espécies típicas do Cerrado registradas na área, destacam-se a perdiz (*Rhynchotus rufescens*), a seriema (*Cariama cristata*), a gralha-do-campo (*Cyanocorax cristatellus*), o tucanuçu (*Ramphastos toco*) e o papa-formigas-vermelho (*Formicivora rufa*).

As espécies típicas da Caatinga, como a codorna-do-nordeste (*Nothura boraquira*), o casaca-de-couro (*Pseudoseisura cristata*), o corrupião (*Icterus jamacaii*) e o carretão (*Compsothraupis loricata*) e do golinho (*Sporophila albogularis*), foram registradas principalmente no entorno das áreas úmidas com a presença de carnaúbas.

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 nesta região uma interpenetração com fisionomias vegetais amazônicas, como as Matas de Cocais, o 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 Vegetação/Usos do Solo – **Anexo VI**).

As aves foram detectadas em cada ponto de amostragem através de observação direta com binóculos (Swarovski 10x40), 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. Utilizou-se com frequência a técnica do play-back, gravando as aves com maior dificuldade de visualização e induzindo-as a se aproximarem, através da reprodução de seu próprio canto.

Esta metodologia apresenta, entre outras vantagens, a possibilidade de se detectar espécies difíceis de visualizar ou capturar, 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 em estudo, reproduzindo-se estas gravações em ambiente adequado para cada espécie na área estudada.

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 em sua distribuição geográfica, procurou-se obter sempre uma documentação adequada do registro, através da gravação da vocalização da espécie, ou quando possível de 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.

Listaram-se as aves registradas em cada ponto de amostragem e em cada ambiente, de modo a permitir uma análise dos resultados enfocando a distribuição das espécies de acordo com a cobertura vegetal, e não unicamente 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.

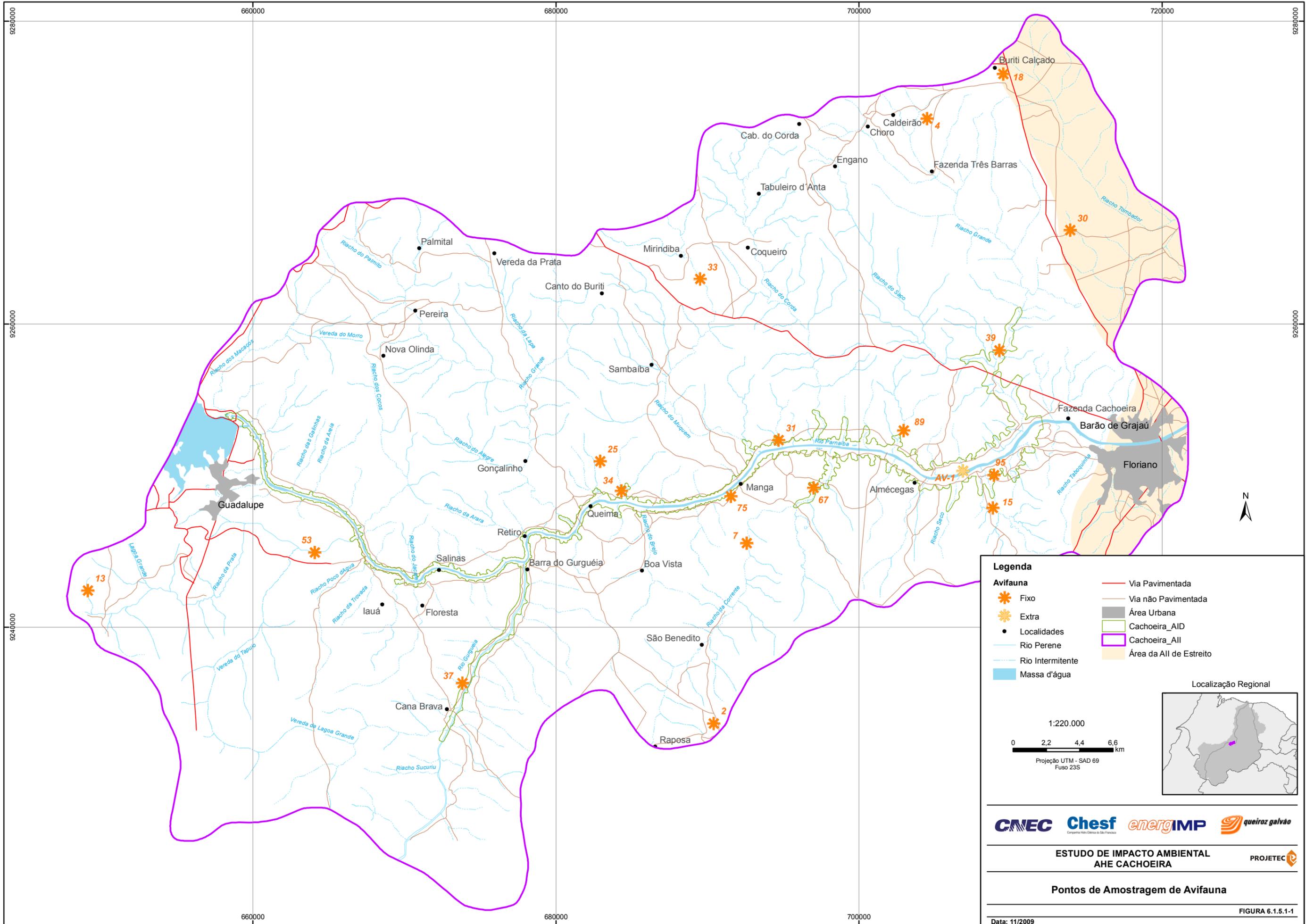
- *Pontos de Amostragem*

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 18 pontos, incluindo pontos previamente selecionados e pontos extras, escolhidos durante os trabalhos de campo, em função da relevância das áreas ou ambientes considerados para o grupo avifauna.

Na segunda campanha foi amostrado um ponto extra ao longo do rio Parnaíba, em transecção fluvial realizada a montante da cidade de Floriano, totalizando 19 pontos amostrados.

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 estão representados na **Figura 6.1.5.1-1**.



Legenda

Fixo	Via Pavimentada
Extra	Via não Pavimentada
Localidades	Área Urbana
Rio Perene	Cachoeira_AID
Rio Intermitente	Cachoeira_All
Massa d'água	Área da AII de Estreito

1:220.000

0 2,2 4,4 6,6 km

Projeção UTM - SAD 69
Fuso 23S

Localização Regional

CNEC Chesf energIMP queiroz galvão

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
AHE CACHOEIRA

Pontos de Amostragem de Avifauna

PROJETEC

Data: 11/2009

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 Cachoeira.

Ponto	Ambiente Amostrado e localização nas áreas de influência	Coordenadas (UTM)	
		Leste	Sul
2	Savana – All	690424	9233659
4	Mata – All	704498	9273566
7	Mata – All / All (LT)	692600	9245562
13	Mata – All	649123	9242425
15	Mata – All	708833	9247875
18	Savana – All	709537	9276509
25	Savana – All	682935	9250958
30	Savana – All	713944	9266216
31	Savana – AID	694699	9252354
33	Mata – All	689521	9262993
34	Mata – AID	684334	9249003
37	Savana – AID	673840	9236320
39	Mata – AID	709263	9258281
53	Mata – All	664097	9244938
67	Mata – AID	697013	9249198
75	Savana – AID	691549	9248642
89	Savana – AID	702959	9252982
95	Savana – AID	708911	9250044
AV-1	Mata Ciliar – AID	706866	9250327

All – Área de Influência Indireta; AID – Área de Influência Direta; LT – Linha de Transmissão.

Foi definido durante a segunda campanha, em função da sua relevância para o grupo avifauna o ponto extra, a saber:

Ponto AV-1 – Situado na mata ciliar do rio Parnaíba, a montante de Floriano, amostrado na segunda campanha de campo, selecionado em função da importância de se amostrar detalhadamente a avifauna da mata ciliar do rio Parnaíba, dentro do contexto de licenciamento do empreendimento. As amostragens neste ponto permitiram registrar espécies ribeirinhas não registradas na primeira campanha dos trabalhos de campo.

6.1.5.1.2. Caracterização da Avifauna dos Pontos de Amostragem da All

A Tabela 9.1.5.1-1 (Volume II - Tomo III - Capítulo 9 - AID) 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).

Registrou-se 118 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 33 espécies à lista, totalizando 151 espécies.

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, apenas uma consta na Lista Brasileira de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA, 2003), o arapaçu-do-nordeste (*Xiphocolaptes falcirostris*), incluído na categoria “vulnerável”. Além desta, há mais duas espécies apontadas pela IUCN (2008) como ameaçadas de extinção, o papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*) e o mineirinho (*Charitospiza eucosma*), ambas enquadradas na categoria “quase ameaçadas”.

Nas comunidades de aves detectadas na Área de Influência do AHE Cachoeira, há principalmente espécies de ampla distribuição que ocorrem nos Biomas Cerrado e Caatinga.

Há ainda raros elementos florestais, concentrados nas formações ciliares e nas formações florestais mais secas situadas nas cabeceiras dos afluentes do rio Parnaíba, como no ponto 4 (**Foto 6.1.5.1-1 - Anexo VIII**). Estas espécies, no entanto, ao que tudo indica estão muito pouco representadas na área do empreendimento como um todo.

As espécies típicas do Cerrado *sensu stricto* ocorrem notadamente nas áreas mais afastadas da calha do rio Parnaíba, como no ponto 2 na (**Foto 6.1.5.1-2 - Anexo VIII**)

Cabe notar a presença de algumas aves que ocorrem predominantemente no Bioma Caatinga, e que foram registradas de forma pontual, no entorno de áreas úmidas com a presença de carnaúbas, como no ponto 15 (**Foto 6.1.5.1-3 - Anexo VIII**).

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.

- **Savana (Cerrado)**

Os ambientes de Cerrado estão bem representados ao longo da maior parte da área de influência do AHE Cachoeira, principalmente nas localidades mais afastados da calha do rio Parnaíba, onde dominam a paisagem.

Várias espécies de aves típicas deste Bioma foram registradas na área, como a perdiz (*Rhynchotus rufescens*), a seriema (*Cariama cristata*), a gralha-do-campo (*Cyanocorax cristatellus*), o tucanuçu (*Ramphastos toco*) e o mineirinho (*Charitospiza eucosma*), este último ameaçado de extinção (IUCN, 2008).

Dentre os pontos amostrados, talvez o mais representativo desta fisionomia vegetal seja o ponto 2, onde se registrou espécies como o papa-formigas-vermelho (*Formicivora rufa*), o suiriri-cinza (*Suiriri suiriri*) e o sertanejo (*Sublegatus modestus*). Estas aves ocorrem preferencialmente em formações mais homogêneas de Cerrado, e não foram registradas em outros pontos onde a vegetação possuía um aspecto de transição entre Cerrado e Caatinga.

Durante as campanhas de campo a maioria das aves estava claramente em período de descanso reprodutivo. Durante a primeira campanha, ao contrário do que se observou na segunda, havia ainda algumas espécies se reproduzindo, notadamente aves da família Columbidae (pombas, rolinhas e afins).

Dentre estas, cabe mencionar duas espécies típicas de formações abertas, e de ampla distribuição nos Domínios do Cerrado e da Caatinga, a fogo-apagou (*Scardafella squammata*; **Foto 6.1.5.1-4 - Anexo VIII**) e a rolinha-de-asa-canela (*Columbina minuta*).

- **Floresta**

Os ambientes florestais se distribuem de forma extremamente pontual na área de influência do AHE Cachoeira. Em geral apresentam porte reduzido e uma característica mista entre Cerrado e Caatinga.

Tal aspecto se reflete também na comunidade de aves, que em geral é constituída de espécies de ampla distribuição, e que ocorrem não somente em ambientes florestais, mas em formações vegetais mais abertas, como a estrelinha-preta (*Synallaxis scutata*), o assanhadinho-de-cauda-preta (*Myiobius atricaudus*) e o tico-tico-do-mato-de-bico-preto (*Arremon taciturnus*).

Espécies florestais com exigências ecológicas mais estritas como o arapaçu-do-nordeste (*Xiphocolaptes falcirostris*), o arapaçu-grande (*Dendrocolaptes platyrostris*) e o rabo-branco-do-maranhão (*Phaethornis maranhaoensis*), foram registradas de forma pontual, apenas ao longo de formações ciliares, como aquelas dos pontos 13 (AII) e 39 (AID).

As Florestas Ciliares amostradas na área de influência do AHE Cachoeira são caracterizadas em sua grande maioria pela pequena extensão, e se situam 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, foi realizada amostragem extra 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 arredio-do-rio (*Craniolaema vulpina*), o martim-pescador-verde (*Chloroceryle amazona*), a andorinha-do-rio (*Tachycineta albiventer*) e o irerê (*Dendrocygna viduata*).

A presença de espécies que ocorrem predominantemente no bioma Cerrado, como o urubú-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*), convivendo lado a lado com o urubú-de-cabeça-amarela (*Cathartes burrovianus*), espécie congênere típica do Bioma Caatinga, evidencia a característica transicional da área.

Cabe notar que não foi registrada nenhuma espécie tipicamente amazônica nos ambientes florestais da área de influência do AHE Cachoeira, ao contrário do que se observou a montante de Ribeiro Gonçalves e a jusante de Amarante.

- **Áreas Úmidas**

De maneira geral, observou-se que as áreas úmidas ao longo da área de influência do AHE Cachoeira encontram-se bastante descaracterizadas devido ao intenso uso para atividades agro-pastoris.

As Áreas Úmidas amostradas durante as campanhas de campo se concentraram nas imediações de formações ciliares com a presença de carnaúbas, e todas elas apresentavam pequena extensão.

Na comunidade de aves presente nestas áreas, há principalmente espécies paludícolas de distribuição ampla, mas cuja ocorrência se restringe a este tipo de ambiente, como a ananaí (*Amazonetta brasiliensis*), o socozinho (*Butorides striata*) e a jaçanã (*Jacana jacana*).

Notou-se também a presença de algumas aves que ocorrem predominantemente no Bioma Caatinga, e que foram registradas somente no entorno de área úmida com a presença de carnaúbas, como a codorna-do-nordeste (*Nothura boraquira*), o casaca-de-couro (*Pseudoseisura cristata*), o corrupião (*Icterus jamacaii*) e o carretão (*Compsothraupis loricata*), além do golinho (*Sporophila albogularis*), espécie citada em entrevista com morador local.

Nas amostragens realizadas ao longo do rio Parnaíba, observou-se que os bancos de areia, as ilhas e os afloramentos rochosos ao longo das margens do rio são escassos. Este ambiente em geral é bastante atrativo para as aves, mas na área do empreendimento apenas aves comuns como o quero-quero (*Vanellus chilensis*), a batuíra-de-esporão (*Vanellus cayanus*) e a andorinha-do-rio (*Tachycineta albiventer*) foram observados nestas áreas.

6.1.5.1.3. 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 de forma decisiva 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 118 e o acréscimo obtido na segunda campanha foi de 31 espécies, ou 26,27 %, dentre as quais 7 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 24 espécies num total de 118, ou seja, 20,33 %.

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 em média de 20 %.

Dentre as 118 espécies registradas na primeira campanha de campo, 95 (ou 80,5 %) 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. Em contrapartida a comunidade avifaunística como um todo se revelou bastante pobre em espécies, conforme ilustrado no **Gráfico 6.1.5.1-1**.

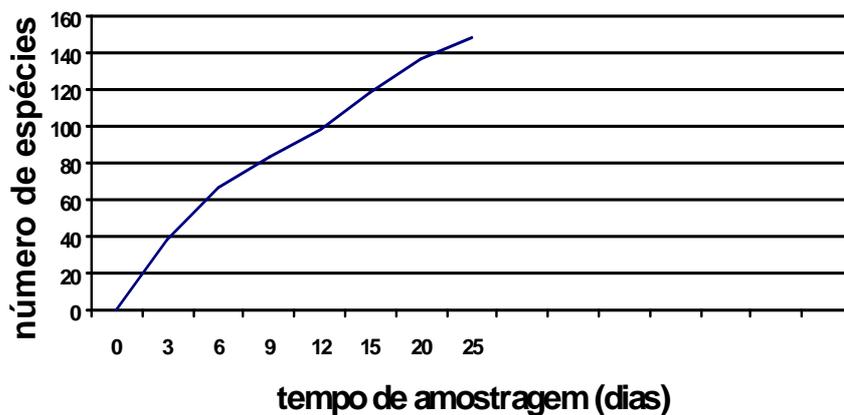


Gráfico 6.1.5.1-1 Curva acumulativa de espécies por unidade de tempo.

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, Ferry e Frochot, 1981; Blake e Loiselle, 2001; Fjeldsa, 1999; Rappole, Winker e Powell, 1998; Hasselmayer e Quinn, 2000), bem como os efeitos negativos da padronização de tempo de amostragem em levantamentos qualitativos (Smith *et al.*, 1998).

Recentemente foram propostas e testadas novas metodologias utilizando este mesmo princípio, dentre os quais se destacam 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 de que forma a 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 consequentemente 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

6.1.5.1.4. *Composição, Riqueza e Diversidade de Espécies*

Os resultados das campanhas de campo revelaram uma relativa pobreza na riqueza específica da comunidade de aves local, mesmo levando-se em conta que as amostragens foram realizadas durante o período de descanso reprodutivo da maioria das espécies da região.

Foi possível registrar para a região 40 famílias somando um total de 151 espécies, todavia 36 espécies foram registradas exclusivamente na AII e 73 outras também ocorreram na AID somando para a AII 109 espécies.

6.1.5.1.5. *Espécies Bioindicadoras*

É notório não somente o número relativamente baixo de espécies registradas, mas a ausência, ou baixa frequência de ocorrência, de espécies mais exigentes ecologicamente. Nota-se na comunidade local de aves, por exemplo, um reduzido número de espécies das famílias Accipitridae (gaviões e afins), Psittacidae (araras, papagaios e periquitos) e principalmente da família Dendrocolaptidae.

As aves da família Dendrocolaptidae, conhecidas popularmente como arapaçus ou subideiras, deslocam-se pelos troncos das árvores como os pica-paus, são em geral espécies essencialmente florestais, e consideradas excelentes indicadoras de boa qualidade ambiental.

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 Cachoeira.

6.1.5.1.6. *Espécies Raras, Ameaçadas e de Valor Cinegético*

No que se refere às espécies ameaçadas de extinção registradas na área de influência do AHE Cachoeira, o arapaçu-do-nordeste (*Xiphocolaptes falcirostris*) é citado como ameaçado de extinção no Brasil (MMA,2003) e globalmente (IUCN, 2008), em ambas as publicações enquadrado na categoria “vulnerável”.

Além deste, o papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*) e o mineirinho (*Charitospiza eucosma*) são citados pela IUCN (2008) como ameaçados, na categoria “quase ameaçada”.

O arapaçu-do-nordeste (*Xiphocolaptes falcirostris*) é uma espécie essencialmente florestal, bastante exigente ecologicamente, e com distribuição predominante no nordeste do país. Um único registro da espécie foi obtido no ponto 13, localizado em Guadalupe, na margem esquerda do rio Parnaíba, quando um casal vocalizava em ambiente de Floresta Ciliar com presença de carnaúbas. Há registros históricos da espécie para a região, especificamente nas localidades de Timon, São Francisco do Maranhão, Presidente Dutra, Teresina e Amarante (Collar *et al.*, 1992; Silva e Oren, 1997).

O papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*) é uma espécie característica do Domínio do Cerrado, e habita em geral formações de Cerrado mais abertas, extensas e bem conservadas. Sua presença na área do empreendimento foi apontada em entrevista com morador local no ponto 15, que descreveu de forma clara a espécie e as características que a diferenciam das outras espécies de papagaios presentes na região.

Segundo informações desta mesma pessoa, a espécie é conhecida localmente como papagaio-silora, e é observada geralmente em grupos com 8 a 10 indivíduos, que neste local se alimentam de mangas e cajus presentes nos quintais das chácaras. Foi relatado ainda que os papagaios vivem na “chapada”, local distante da área do ponto 15, e que aparecem apenas na época em que os frutos das mangueiras e cajueiros estão maduros.

Incurções realizadas na região durante os trabalhos de campo, indicam que provavelmente a localidade citada como “chapada” pelo morador, abrange a Fazenda Tamboril (coordenadas UTM 701974 S e 9242009 W), uma Reserva Particular do Patrimônio Natural com extensas áreas preservadas de Cerrado *sensu stricto*.

Os primeiros registros desta espécie para a região do médio curso do rio Parnaíba são bastante recentes. Anteriormente as localidades de ocorrência da espécie mais próximas da área do empreendimento eram a Chapada das Mangabeiras (Santos, 2001) e Parnaguá (Hellmayr, 1929), ambas situadas no sul do Piauí.

Olmos e Brito (2007), reportaram os primeiros registros do papagaio-galego para a bacia do rio Parnaíba, obtidos ao longo do Reservatório de Boa Esperança, nas imediações da cidade de Guadalupe.

O mineirinho (*Charitospiza eucosma*) é um representante típico do Domínio do Cerrado, que habita tanto formações de Cerrado *sensu stricto*, quanto ambientes mais abertos, como campos cerrados. Obteve-se durante os trabalhos de campo registros desta espécie somente no ponto 2. Neste local foi observado um grupo com cerca de 15 indivíduos, durante a primeira campanha de campo. Na segunda campanha, observou-se no mesmo ponto um grupo que continha pelo menos 40 indivíduos, adultos e imaturos, associados a um bando misto de aves.

Dentre as espécies de aves que habitam a área de influência do empreendimento, a que merece maior atenção no que se refere à conservação é o arapaçu-do-nordeste (*Xiphocolaptes falcirostris*), por se tratar de uma ave essencialmente florestal, endêmica do nordeste do Brasil, com exigências ecológicas bastante restritas, e globalmente ameaçadas de extinção (IUCN, 2008; MMA, 2003).

Referências bibliográficas

As referências bibliográficas citadas no presente capítulo sobre Avifauna da All do empreendimento Cachoeira estão apresentadas no **Volume II - Tomo III - Capítulo 9**, conjuntamente às referências de AID.



Anexo VIII

Documentação Fotográfica Avifauna

AHE Cachoeira



Foto 6.1.5.1-1 Ambiente florestal no ponto 4. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira, 2009.



Foto 6.1.5.1-2 Cerrado *sensu strictu* no ponto 2. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira, 2009.



Foto 6.1.5.1-3 Área úmida com a presença de carnaúbas no ponto 15. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira, 2009.



Foto 6.1.5.1-4 Fogo-apagou (*Scardafella squammata*) nidificando. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira, 2009.

6.1.5.2. Mastofauna

6.1.5.2.1. Métodos

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 20m utilizando armadilhas Sherman® (8 x 8 x 23cm) e Tomahawk® (14 x 14 x 40cm), 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 2–4m entre si. Como isca utilizou-se banana, amendocrem (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 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 prenhes, ou com indicativos de já terem procriado previamente. 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 500m 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 800–1.500m 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 ponto.

Entrevistas: Para complementação da listagem de espécies também foram realizadas entrevistas e registradas todas as espécies por quaisquer formas fora dos pontos previamente estabelecidos (visualizações, 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 10m (L. Aguiar, E. Fisher, com. pess.). Foram utilizadas redes com 6 e 12 metros de comprimento por 3 metros de largura e malha de 20mm. Estas permaneceram abertas das 17:30h às 00:30h por três noites consecutivas em nove pontos amostrais na primeira campanha e apenas uma nos demais, 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:*

Para a abundância das espécies de mamíferos, consideramos 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: 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 All) de cada reservatório consideramos 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) consideramos cada grupo separadamente, conforme apresentação dos dados nas respectivas tabelas.

Foram calculados os índices de diversidade de Shannon e Simpson para os grupos de pequeno mamíferos, morcegos e mamíferos de médio-grande porte para cada reservatório através do Software Bio-Dap. Para os dois primeiros grupos utilizamos os totais de capturas, enquanto para o último, utilizou-se 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 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, não considerando aqueles 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), já que os dados não passaram no teste de normalidade para uso de teste paramétrico (Zar 1999). Para tal foi utilizado o software ©Sigma Stat (ver. 2.0). Consideramos 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. De uma maneira geral, observa-se na região de Cachoeira uma área de Cerrado com influência do bioma da Caatinga. Entretanto, do ponto de vista do Parnaíba como um todo, na região de Tasso Fragoso a Uruçuí encontrasse um Cerrado típico, já na área de Parnarama a influência amazônica é mais perceptível. A presença das matas de babaçu seria a influência mais perceptível da Amazônia, enquanto a transitoriedade com a Caatinga estaria na presença de alguns cactos e da carnaúba (ver seção de flora para maiores detalhes). Na região do AHE Cachoeira foram amostrados 35 pontos, sendo 23 consolidados e 12 pontos extras. Estes compreenderam tanto fisionomias savânicas quanto de mata, nas áreas de influência direta e indireta – **Tabela 6.1.5.2-1** e **Figura 6.1.5.2-1**. Observações ocasionais também foram realizadas ao longo de toda região, nas áreas de influência direta e indireta, complementando o levantamento. Uma boa parte dos pontos extras foi estabelecida em áreas acessíveis 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.

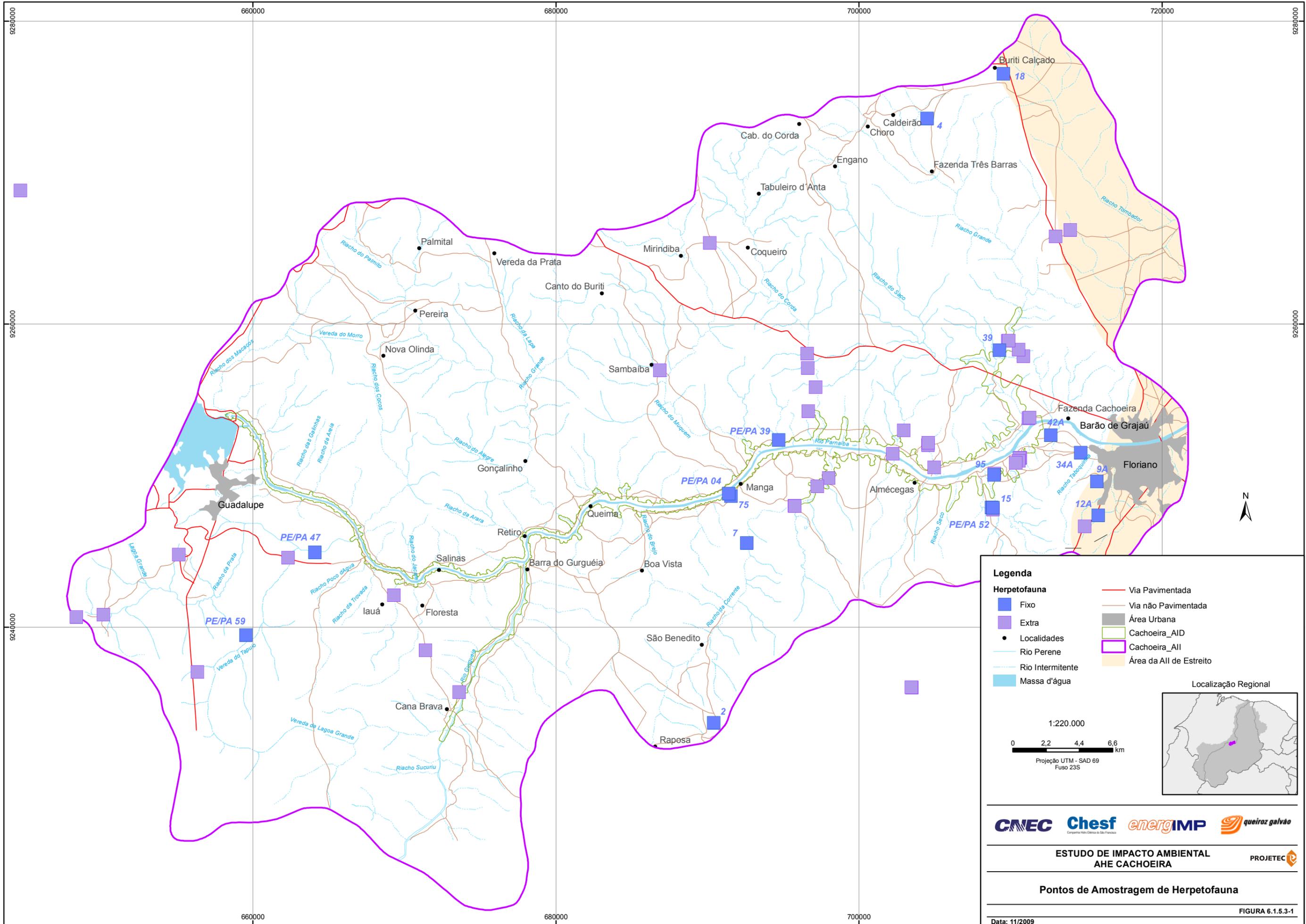
Tabela 6.1.5.2-1 Localidades amostradas nas duas campanhas na área de influência da AHE Cachoeira, MA/PI.

Ponto	Ambiente	Coordenada	Pequenos	Médio-Grande	Morcegos
Cac 2	Savana - AII	Cachoeira	23M 0690147/9233612	pitfall/livetrap	vestígios
Cac 04	Mata - AII	Cachoeira	23M 0704997/9271678	pitfall/livetrap	vestígios
Cac 5A	Mata AID - LT	Cachoeira	23M 0713529/9251654		vestígios
Cac 07	Mata - AII / AII - LT	Cachoeira	23M 0693075/9247333	pitfall/livetrap	vestígios
Cac 9A	Savana- AII - LT	Cachoeira	23M 0715701/9249624		vestígios
Cac 12A	Savana AII - LT	Cachoeira	23M 0715590/9247234		vestígios
Cac 13	Savana AII	Cachoeira	23M 0650325/9241370		vestígios
Cac 15	Mata - AID	Cachoeira	23M 0708695/9247826	pitfall/livetrap	vestígios
Cac 18	Savana - AII	Cachoeira	23M 0709561/9276614	pitfall/livetrap	vestígios
Cac 21	Savana AII - LT	Cachoeira	23M 0659557/9239474		vestígios
Cac 25	Savana - AII / AID - LT	Cachoeira	23M 0682935/9250958		vestígios
Cac 28A	Savana AID - LT	Cachoeira	23M 0713733/9252145		vestígios
Cac 30	Savana - AII	Cachoeira	23M 0713513/9265968	pitfall	vestígios
Cac 31	Savana - AID	Cachoeira	23M 0694699/9252354		vestígios
Cac 33	Mata - AII	Cachoeira	23M 0688146/9262376		vestígios
Cac 34	Mata - AID	Cachoeira	23M 0684334/9249003		vestígios
Cac 37	Savana - AID	Cachoeira	23M 0673840/9236320		vestígios
Cac 39	Mata - AID	Cachoeira	23M 0709880/9258906	pitfall/livetrap	vestígios
Cac 42A	Mata AID - LT	Cachoeira	23M 0712877/9252807		vestígios
Cac 53	Mata AID	Cachoeira	23M 0664193/9244435		vestígios

Cont.

Tabela 6.1.5.2-1 Localidades amostradas nas duas campanhas na área de influência da AHE Cachoeira, MA/PI.

Ponto	Ambiente	Coordenada	Pequenos	Médio-Grande	Morcegos
Cac 63	Mata - AID	Cachoeira	23M 0711232/9253838	pitfall	vestígios
Cac 67	Mata AID	Cachoeira	23 M 697013/9249198		vestígios
Cac 70 alternativo	Savana - All	Cachoeira	23M 0680702/9250276		vestígios
Cac 75	Savana - AID	Cachoeira	23M 0691549/9248642	pitfall/livetrapp	vestígios
Cac 89	Savana - AID	Cachoeira	23M 0704450/9252142	pitfall	vestígios
Cac 95	Savana - AID	Cachoeira	23M 0708890/9250047	pitfall/livetrapp	vestígios
Cac Extra 3	Savana - All	Cachoeira	23M 0689395/9247226		vestígios
Cac Extra 4	Mata e Savana - All	Cachoeira	23M 0685510/9247142		vestígios
Cac Extra 5	Mata - All	Cachoeira	23M 0684097/9243258		vestígios
Cac Extra 6	Savana (predominante)	Cachoeira	23M 0683101/9244356		vestígios
Cac Extra 7	Savana - All	Cachoeira	23M 0676056/9262092		vestígios
Cac Extra 8	Mata - All	Cachoeira	23M 0664040/9265964		vestígios
Cac Extra 9	Savana - All	Cachoeira	23M 0667549/9260314		vestígios
Cac Extra 10	Savana - All	Cachoeira	23M 0686985/9251974		vestígios
Cac Extra 11	Mata - AID	Cachoeira	23M 0689488/9248700		vestígios



Legenda

Fixo	Via Pavimentada
Extra	Via não Pavimentada
Localidades	Área Urbana
Rio Perene	Cachoeira_AID
Rio Intermitente	Cachoeira_All
Massa d'água	Área da All de Estreito

1:220.000

0 2,2 4,4 6,6 km

Projeção UTM - SAD 69
Fuso 23S

Localização Regional

CNEC Chesf energIMP queiroz galvão

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL AHE CACHOEIRA

Pontos de Amostragem de Herpetofauna

ProjeteC

Data: 11/2009

FIGURA 6.1.5.3-1

6.1.5.2.1.6. Caracterização da Mastofauna da Área de Influência Indireta:

Na área de influência indireta foram identificadas 26 espécies de mamíferos, o que representaria 56.5% das espécies encontradas em todo o AHE Cachoeira e 22% do total de espécies identificadas para toda a área do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (**Tabela 6.1.5.2-2, Tabela 6.1.5.2-3**). Destas, quatro 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 mais frequentemente encontradas foram os marsupiais *Gracilinanus* cf. *agilis* (3.5% do total geral de todos os registros de mamíferos na All) e *Monodelphis domestica* (3.5%). Na All deste reservatório os pequenos roedores apresentaram baixa representatividade. Das espécies de médio-grande porte os registros mais abundantes foram para as raposas *Cerdocyon thous* (20%) e *Pseudalopex vetulus* (11.8%), seguidas pelos tatus *Euphractus sexcinctus* (8.2%) e *Dasypus novemcinctus* (5.9%). Dentre as espécies de quirópteros a maior abundância de registros foi para *Phyllostomus discolor* (8.2%).

Não foi observada nenhuma diferença significativa na diversidade (riqueza-abundância) de mamíferos encontrados nas fisionomias savânicas e de mata na All ($H = 0.173$, $P = 0.677$), seguindo ao mesmo padrão observado nas outras áreas e em toda a região como um todo. Maiores detalhes sobre a mastofauna no item “Considerações gerais sobre a mastofauna”.

Das espécies ameaçadas de extinção ou de especial interesse de toda a região do Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI), as registradas na All de Cachoeira são de quatro felinos (**Tabela 6.1.5.2-2**). De qualquer forma é relevante a presença destas espécies, inclusive da onça-vermelha (*Puma concolor*). Entretanto, mesmo que quase todas tenham apresentado frequência de ocorrência baixa (1%), já que a área apresenta considerável ação antrópica este número torna-se até significativo.

Os registros fotográficos obtidos na All para algumas das espécies distribuídas na região podem ser encontrados no **Anexo IX** nas **Fotos de 6.1.5.2-1 a Foto 6.1.5.2-5**.

Tabela 6.1.5.2-2 Lista das espécies de mamíferos encontrados na região do AHE Cachoeira, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
DIDELPHIMORPHIA					
Didelphidae					
<i>Didelphis marsupialis</i>	Mucura	C, A, F	Fl, Ce	C	Cac 91, 95
<i>Didelphis albiventris</i>	Mucura	C, F	Fl, Ce	C	Cac 15
<i>Monodelphis domestica</i>		C, A	Fl, Ce	C	Cac 7, 39, 30, 15, 8
<i>Thylamys karimii</i>		C	Ce	C	Cac 04
<i>Gracilinanus agilis</i>		C	Fl, Ce	C	Cac 39, 15, 2, 95, 4
<i>Marmosa murina</i>		C	Fl, Ce	C	Cac 15, 95, 8, 39
PILOSA					
Myrmecophagidae					
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Mambira	F, K, I, E	Fl, Ce	C	Cac 7B, extra 8
CINGULATA					
Dasypodidae					
<i>Cabassous unicinctus</i>	Tatu-rabo-de-couro	K, I, E	Fl, Ce	C	Cac 13, 18, 7, extra 4
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatu-verdadeiro	F, I, E	Fl, Ce	C	Cac 33, 70, 75, 53, 4, 42A, 9A, 12A, 37, 7, extra 5, extra 8, extra 11
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	F, I, E	Fl, Ce	C	Cac 7, 37, 67, 75, 21, 13, 5, 12A, 33, extra 3, extra 4, extra 6, extra 7, extra 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.

Cont.

Tabela 6.1.5.2-2 Lista das espécies de mamíferos encontrados na região do AHE Cachoeira, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
CHIROPTERA					
Phyllostomidae					
<i>Phyllostomus discolor</i>		C	FI, Ce	C	Cac 21, 33, 18, 04
<i>Phyllostomus hastatus</i>		C	FI, Ce	PF	Cac 04, 95
<i>Artibeus obscurus</i>		C	FI, Ce	C	Cac 75, 5A, 42A, 95
<i>Artibeus lituratus</i>		C	FI	PF	Cac 4, 39, 9A
<i>Artibeus jamaicensis</i>		C	FI	R	Cac 39
<i>Artibeus planirostris</i>		C	FI	R	Cac 5A
<i>Carollia perspicillata</i>		C	FI, Ce	C	Cac 39, 89, 75, 18, 34, 4, 95, 28A, 42A
<i>Micronycteris schmidtorum</i>		C	Ce	R	Cac 12A
<i>Plathyrrhinus lineatus</i>		C	FI, Ce	C	Cac 42A, 75, 39
<i>Diaemus youngi</i>	Morcego-vampiro	C	Ce	R	Cac 37
<i>Desmodus rotundus</i>	Morcego-vampiro	C, E	FI, Ce	C	Cac 67, 95
<i>Uroderma bilobatum</i>		C	FI	R	Cac 4
PRIMATES					
Callithrichidae					
<i>Callithrix jacchus</i>	Soim	A, E	FI, Ce	C	Cac extra 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 do AHE Cachoeira, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
Cebidae					
<i>Cebus libidinosus</i>	Macaco-prego	A, E	Fl, Ce	PF	Cac extra 8
CARNIVORA					
Canidae					
<i>Pseudalopex vetulus</i>	Raposa	A, F, K, I, E	Fl, Ce	C	Cac 7, 13, 18, 04, 28A, 5A, 42A, 12A, 15, 33, 39, 70, 89, 96, 21, extra 10
<i>Cerdocyon thous</i>	Raposa	A, F, K, I, E	Fl, Ce	C	Cac 2, 21, 13, 5A, 28A, 42A, 4, 7, 15, 18, 33, 36, 37, 39, 63, 67, 75, 89, 95, extra 3, extra 5, extra 6, extra 8, extra 9, extra 10, extra 11
Procyonidae					
<i>Nasua nasua</i>	Quati	F, I, E	Fl, Ce	PF	Cac extra 8
<i>Procyon cancrivorus</i>	Guaxinim	F, I, E	Fl, Ce	C	Cac 7, 63
Mustelidae					
<i>Eira barbara</i>	Papa-mel	A, E	Fl, Ce	R	Cac extra 8
Mephitidae					
<i>Conepatus semistriatus</i>	Gambá	F, K, I, E	Fl, Ce	PF	Cac 70
Felidae					
<i>*Leopardus pardalis (VU)</i>	Gato-maracajá	F, A, I, E	Fl, Ce	R	Cac extra 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.

Cont.

Tabela 6.1.5.2-2 Lista das espécies de mamíferos encontrados na região do AHE Cachoeira, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
* <i>Leopardus wiedii</i> (VU)	Gato-peludo	F, I, E	FI, Ce	R	Cac 33, extra 8
* <i>Leopardus tigrinus</i> (VU)	Gato-macambira	C, F, K, I, E	FI, Ce	R	Cac 39, 21, 53, extra 8
* <i>Leopardus colocolo</i> (VU)	Gato-palheiro	F, K, I	Ce	R	Cac 18, 89, extra 3
<i>Puma yagouaroundi</i>	Gato-mourisco	F, A, K, I, E	FI, Ce	R	Cac 63, 67, 95, 18, 37, 42A, extra 6
ARTIODACTYLA					
Cervidae					
<i>Mazama americana</i>	Veado-mateiro	F, I, E	FI, Ce	PF	Cac 39
<i>Mazama gouazoubira</i>	Veado-catingueiro	F, I, E	FI, Ce	C	Cac 34, 21, 34A
RODENTIA					
Cricetidae					
<i>Cerradomys scotti</i>		C	FI, Ce	C	Cac 15, 95
<i>Oligoryzomys</i> sp. 1		C	FI, Ce	C	Cac 39, 7
<i>Rhipidomys macrurus</i>		C	FI, Ce	PF	Cac 39
<i>Calomys</i> cf. <i>expulsus</i>		C	FI, Ce	C	Cac 95, 15
<i>Wiedomys pyrrhorhinus</i>		C	Ce	PF	Cac 75
Roedor não identificado 1		C	FI	R	Cac 39

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 do AHE Cachoeira, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
Agoutidae					
<i>Agouti paca</i>	Paca	F, I, E	FI, Ce, R	C	Cac 7, 53, extra 11
Dasyproctidae					
<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	Cutia	A, F, I, E	FI, Ce	C	Cac 13, 21, 33, 53, extra 6, extra 8
Echimyidae					
Roedor não identificado 2		C	FI	R	Cac 39

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.

Tabela 6.1.5.2-3. Frequência de ocorrência de mamíferos na área de influência indireta (AII) do AHE Cachoeira, Maranhão/Piauí.

ESPÉCIE	MATA – AII	SAVANA – AII
<i>Monodelphis domestica</i>	2,20	2,20
<i>Gracilinanus cf. agilis</i>	2,20	4,40
<i>Tamandua tetradactyla</i>	1,10	0,00
<i>Cabassous unicinctus</i>	2,20	1,10
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	3,30	2,20
<i>Euphractus sexcinctus</i>	4,40	3,30
<i>Artibeus lituratus</i>	2,20	0,00
<i>Carollia perspicillata</i>	1,10	2,20
<i>Mimon crenulatum</i>	0,00	2,20
<i>Pseudalopex vetulus</i>	4,40	6,59
<i>Cerdocyon thous</i>	8,79	9,89
<i>Procyon cancrivorus</i>	1,10	0,00
<i>Conepatus semistriatus</i>	0,00	1,10
* <i>Leopardus wiedii</i>	1,10	0,00
* <i>Leopardus tigrinus</i>	0,00	1,10
* <i>Leopardus colocolo</i>	0,00	1,10
* <i>Puma yagouaroundi</i>	0,00	1,10
<i>Mazama gouazoubira</i>	0,00	1,10
<i>Oligoryzomys sp. 1</i>	2,20	0,00
<i>Cuniculus paca</i>	2,20	0,00
<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	3,30	1,10
<i>Thrichomys inermis</i>	0,00	2,20
<i>Thylamys karimii</i>	2,20	0,00
<i>Dasyopus sp.</i>	1,10	0,00
<i>Micronycteris shimidtroum</i>	0,00	2,20
<i>Phyllostomus discolor</i>	3,30	4,40
<i>Phyllostomus hastatus</i>	1,10	0,00
<i>Uroderma bilobatum</i>	1,10	0,00

* espécie ameaçada de extinção ou de especial interesse

6.1.5.2.1.7. Referências Bibliográficas

Item apresentado conjuntamente no item 9.1.4.2.5. no Volume II do EIA AHE Cachoeira.



Anexo IX

Documentação Fotográfica – Mastofauna

AHE Cachoeira



Foto 6.1.5.2-1 *Tamandua tetradactyla* – CAC 7B Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira, 2009 .All



Foto 6.1.5.2-2 *Cerdocyon thous* – CAC 21 Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira, 2009 All



Foto 6.1.5.2-3 *Leopardus tigrinus* – CAC 21 Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira, 2009 AII



Foto 6.1.5.2-4 *Mimon crenulatum* – CAC 02 Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira, 2009 AII



Foto 6.1.5.2-5 *Monodelphis domestica* – CAC 07 Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira, 2009 All

6.1.5.3. Herpetofauna

A herpetofauna consiste no conjunto de espécies de répteis (lagartos, serpentes, anfisbenas, quelônios e crocodilianos) e anfíbios (anuros, salamandras e cecílias) encontrados numa determinada região. Ambos os grupos desempenham um importante papel no equilíbrio e manutenção dos ecossistemas.

Os anfíbios anuros, em especial, são bons modelos para estudos ambientais por serem relativamente fáceis de estudar quando comparado a outros grupos de vertebrados, além de serem sensíveis a alterações no seu ambiente devido às características de sua biologia, como a alta permeabilidade da pele e ciclo de vida bifásico (Beebee 1996; Feio et al. 1998; Gasparini 2004; Ramos & Gasparini 2004). Além disso, os anfíbios constituem um grupo chave no funcionamento da teia alimentar, consumindo uma variedade de insetos e servindo de presas para muitos grupos de vertebrados (Duellman & Trueb 1994), podendo o seu declínio populacional afetar a estrutura trófica da teia dentro de toda a comunidade local (Blaustein & Wake 1990). Existem inúmeros registros comprovados de declínios populacionais de anfíbios ao redor do mundo, incluindo florestas tropicais brasileiras (Weygoldt 1989 Wake 1991, 2007; Ron & Merino-Viteri 2000; Stuart et al. 2004; Mendelson et al. 2006). Apesar dos motivos dos declínios não serem totalmente conhecidos (Becker et al. 2007; Lips et al 2008), existem fortes indícios de que os anfíbios estão sofrendo com maior intensidade os efeitos das mudanças climáticas globais e, portanto, devem receber atenção especial em termos de estudo e conservação (Silvano & Segalla 2004; Stuart et al. 2004). Mesmo em áreas preservadas são observados efeitos da diminuição das populações e extinções, o que indica o pouco conhecimento sobre as causas dos declínios o que parece corroborar com estudos que indicam a maior sensibilidade deste grupo à degradação ambiental, incluindo poluentes, radiação, chuva ácida, parasitas, destruição e alteração de habitats (Beebee 1996; Becker et al., 2007; Lips et al., 2008). A alteração na paisagem, de origem natural ou antrópica pode causar impacto significativo sobre as espécies de anfíbios de uma determinada região.

Os répteis são também um importante grupo para o conhecimento do estado de conservação dos ambientes naturais. Ocupando, geralmente, posições mais elevadas nas cadeias alimentares (algumas vezes como predadores de topo) funcionam como excelentes bioindicadores do grau de conservação dos ecossistemas e dos níveis de alteração ambiental (Leite et al. 1993).

Dados recentes indicam a ocorrência de ao menos 849 espécies de anfíbios (SBH 2009) e 708 de répteis no Brasil (Bérnills 2009). Para os biomas Cerrado e Caatinga existe ainda uma grande demanda de informações básicas sobre a herpetofauna, especialmente em relação à composição e distribuição das espécies ao longo da sua extensão, bem como as relações ecológicas das espécies com o meio e espécies simpátricas. Para áreas com influência savânica, no Brasil as informações disponíveis sobre a composição da herpetofauna se concentram na região central (Vitt et al., 2002; Werneck & Colli 2006) ou em formações abertas como enclaves de Cerrado na floresta Amazônica (Gainsbury & Colli 2003; França et al., 2006). Costa et al, (2007) estimam uma maior riqueza de espécies de Squamata no Cerrado central do Brasil, mas argumentam que a região norte e nordeste do bioma (aonde se localiza o presente empreendimento) ainda é mal amostrada e necessita de maiores esforços.

Na bacia do rio Parnaíba, o conhecimento da herpetofauna é muito pequeno, restringindo-se a alguns dados gerados pela represa de Boa Esperança e aos levantamentos de fauna

realizados na Unidade de Conservação de Uruçuí-Una. O presente estudo da herpetofauna realizado nos cinco reservatórios em estudo na bacia do rio Parnaíba gerou um grande volume de informações contribuindo significativamente com o conhecimento da herpetofauna da região, bem como das formações abertas brasileiras como um todo.

6.1.5.3.1. Métodos

6.1.5.3.1.1. Área de Estudo

O AHE Cachoeira localiza-se na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, entre os estados do Piauí e Maranhão, na microrregião do Médio Parnaíba. O eixo da barragem situa-se a 672 km da foz do Parnaíba, a montante da cidade de Uruçuí. O reservatório possui área de inundação na cota máxima normal de aproximadamente 52 km² incluindo parte dos municípios de Floriano, Jerumenha e Guadalupe, no Piauí, além dos municípios de Barão de Grajaú e São José dos Patos, no Estado do Maranhão.

A área possui vegetação predominantemente savânica e situa-se na porção nordeste do bioma Cerrado, mas as características gerais da vegetação e solo evidenciam alguma influência do bioma da Caatinga. Na região de entorno da área do empreendimento há inúmeras propriedades particulares onde é feito o cultivo de soja ou a criação de gado, principalmente bovino e caprino.

6.1.5.3.1.2. Amostragem

Foram realizadas duas campanhas de campo à área do empreendimento em questão – primeira campanha de 04 a 20 de março / segunda campanha de 05 a 19 de junho, ambas em 2009 – totalizando 33 dias de campo.

As metodologias de amostragem utilizadas foram a procura visual (PA), inventário auditivo (“audio survey”) – (PE) e armadilhas de interceptação e queda (AQ). Os métodos utilizados são largamente empregados para estudos da herpetofauna (Heyer et al 1994), comprovadamente complementares (Ribeiro-Jr. et al 2008) e devem ser usados concomitantemente. Os pontos amostrados na primeira e segunda campanha estão listados na **Tabelas 6.1.5.3-1** e apresentados no mapa de pontos de amostragem de Herpetofauna (**Figura 6.1.5.3-1**).

Tabela 6.1.5.3-1 Pontos amostrados na All do reservatório do AHE Cachoeira.

Ponto	Coordenadas		Método	Campanha
4	704498	9273566	AQ, PE, PA	1, 2
2	690424	9233681	AQ, PE, PA	1, 2
7	692600	9245562	AQ, PE, PA	1, 2
18	709537	9276509	AQ, PE, PA	1, 2
30	713945	9266217	AQ, PE, PA	1
12A	715791	9247382	AQ, PE, PA	2
34A	714637	9251510	AQ, PE, PA	2

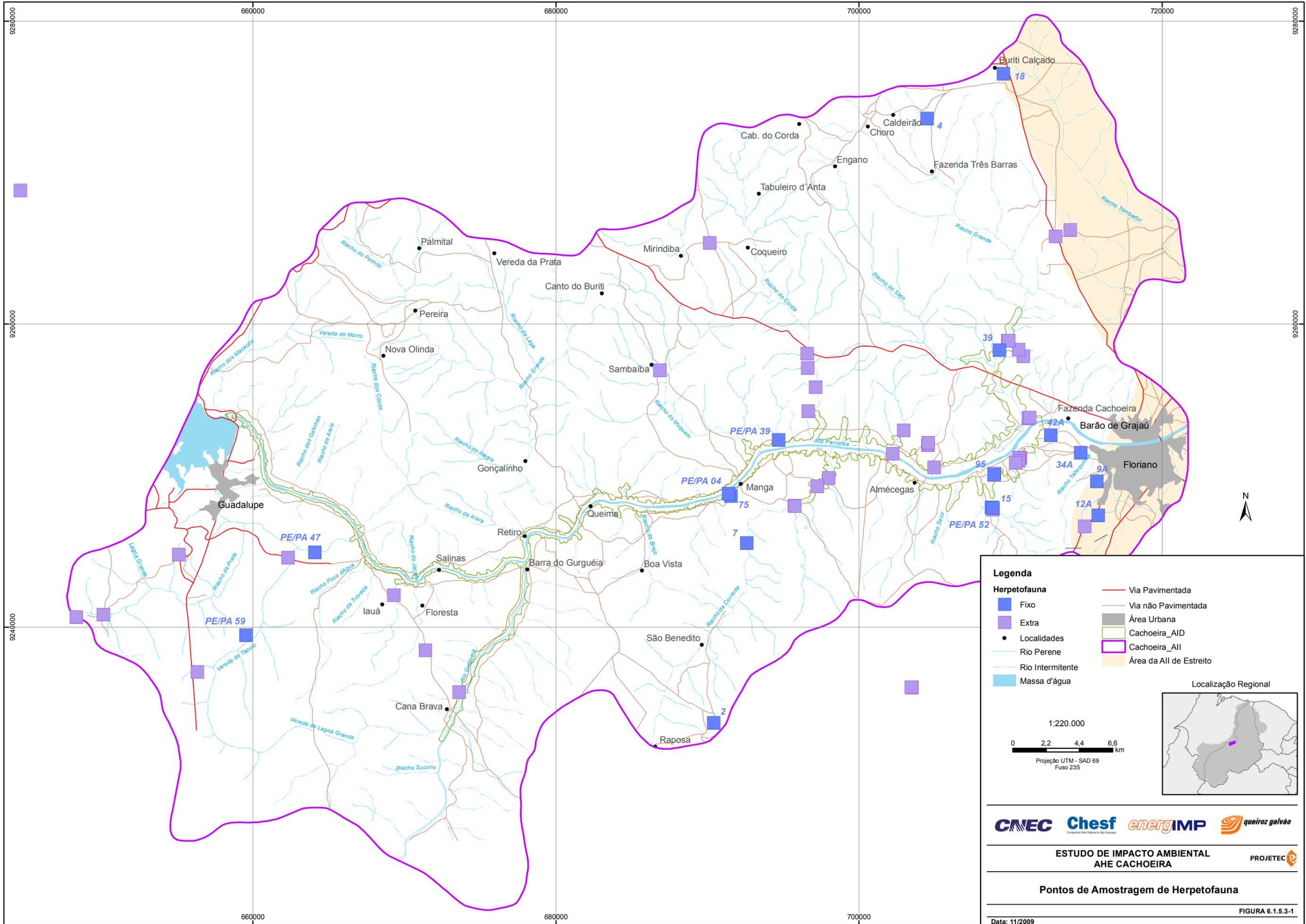
Legenda: AQ = Armadilha de Queda, PE = Ponto de Escuta, PA = Procura ativa.

Cont.

Tabela 6.1.5.3-1 Pontos amostrados na All do AHE Cachoeira.

Ponto	Coordenadas		Método	Campanha
42A	712668	9252674	AQ, PE, PA	2
9A	715701	9249623	AQ, PE, PA	2
PE/PA 01	613507	9264216	PE, PA	1
PE/PA 02	712978	9265778	PE, PA	1
PE/PA 05	714901	9246646	PE, PA	1
PE/PA 07	703485	9236022	PE, PA	1
PE/PA 08	828662	9516350	PE, PA	1
PE/PA 09	662335	9244586	PE, PA	1
PE/PA 10	866338	9641187	PE, PA	1
PE/PA 11	858980	9576642	PE, PA	1
PE/PA 12	861513	9584653	PE, PA	1
PE/PA 19	704554	9252022	PE, PA	1
PE/PA 20	704572	9252162	PE, PA	1
PE/PA 21	690154	9265362	PE, PA	1
PE/PA 22	644658	9268825	PE, PA	1
PE/PA 25	710851	9257884	PE, PA	2
PE/PA 26	710541	9258314	PE, PA	2
PE/PA 27	669303	9242116	PE, PA	2
PE/PA 29	671407	9238474	PE, PA	2
PE/PA 32	648356	9240664	PE, PA	2
PE/PA 33	650143	9240830	PE, PA	2
PE/PA 34	655124	9244786	PE, PA	2
PE/PA 41	697151	9255842	PE, PA	2
PE/PA 42	696621	9257098	PE, PA	2
PE/PA 43	696582	9258060	PE, PA	2
PE/PA 44	703466	9236030	PE, PA	2
PE/PA 49	686856	9256945	PE, PA	2
PE/PA 52	708745	9247894	PE, PA	2
PE/PA 58	656341	9237048	PE, PA	2
PE/PA 59	659557	9239474	PE, PA	2

Legenda: AQ = Armadilha de Queda, PE = Ponto de Escuta, PA = Procura ativa.



Legenda

Fixo	Via Pavimentada
Extra	Via não Pavimentada
Localidades	Área Urbana
Rio Perene	Cachoeira_AID
Rio Intermitente	Cachoeira_All
Massa d'água	Área da All de Estreito

Localização Regional

1:220.000

0 2.2 4.4 6.6 km

Projeção UTM - SAD 69
Fuso 23S

CNEC Chesf energIMP queiroz galvão

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL AHE CACHOEIRA

Pontos de Amostragem de Herpetofauna

PROJETEC

Data: 11/2009

FIGURA 6.1.5.3-1

As armadilhas de queda foram dispostas em grades onde cada grade correspondeu a uma unidade amostral. Os ambientes amostrados foram categorizados como de Mata ou de Savana. Cada grade 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 em uma mesma linha, com distância entre linhas de quatro metros, sendo a área delimitada pela grade de 8 x 16 m (128 m²). No total, foram instalados 180 baldes. Os baldes foram revisados diariamente durante 8-9 dias consecutivos.

Nos pontos de escuta foram registradas as espécies de anuros que estavam vocalizando num raio de 50 metros e uma estimativa do número de indivíduos de cada espécie que estavam vocalizando em cada ponto. Foram ainda realizadas gravações testemunho nos pontos de escuta onde foram registrados anuros em vocalização.

Adicionalmente, para que a composição de espécies da área como um todo seja mais bem amostrada, também foram contabilizados os espécimes observados nas estradas, vivos ou atropelados e outros registros ocasionais - como fotos trazidas até nossa equipe por terceiros - desde que a identificação seja confiável e que os dados complementares fossem suficientes. Além disso, os registros de herpetofauna provenientes das armadilhas do tipo *Tomahawk* e *Sherman* utilizadas pela equipe de mastozoologia na área do empreendimento também foram considerados.

6.1.5.3.1.3. Pontos Amostrados

No total da AII foram amostrados 37 pontos, sendo 10 consolidados e 27 extras. Alguns pontos de armadilha de queda foram amostrados nas duas campanhas de campo, enquanto outros foram amostrados uma única vez. A descrição dos pontos bem como o método de amostragem realizado em cada um deles é apresentado na referida tabela como (AQ = Armadilha de Queda; PE = Ponto de Escuta; PA = Procura Ativa). As descrições foram feitas pelos pesquisadores em campo e seus registros fotográficos encontram-se no **Anexo X (Fotos 6.1.5.3-1 e -10)**

Pontos Fixos

Ponto 2 - Savana AII (AQ, PE, PA)

Área de savana aberta com fisionomia típica de cerrado. Grande quantidade de árvores baixas e razoavelmente espaçadas com troncos retorcidos e casca espessa. Sub-bosque com alguns arbustos e grande quantidade de gramíneas altas. Terreno plano, com solo composto por terra marrom e pouco folhiço acumulado. Ponto reamostrado da primeira campanha. **(Foto 6.1.5.3-1 - Anexo X)**.

Ponto 4 – Mata AII (AQ, PE, PA)

Área de mata com dossel parcialmente aberto. Algumas árvores com troncos de grande diâmetro presentes e algumas com alturas superiores a 15 metros. Sub-bosque denso com pequenas árvores jovens, arbustos, herbáceas e gramíneas. Folhiço pouco denso. Terreno em declive que segue em direção a uma gruta seca, aonde corre um riacho temporário em épocas de chuva intensa. Solo formado por terra rica em matéria orgânica, dada sua coloração escura. Ponto reamostrado da primeira campanha. **(Foto 6.1.5.3-2 - Anexo X)**.

Ponto 7 – Mata AII (AQ, PE, PA)

Mata com dossel fechado. Árvores grossas e com espaçamento médio entre elas. Sub-

bosque formado por árvores jovens, muitas palmeiras e gramíneas. Solo arenoso em terreno plano. Pouco folhiço presente e inúmeras folhas secas de palmeira no solo. Ponto reamostrado da primeira campanha. (**Foto 6.1.5.3-3 - Anexo X**).

Ponto 9A – Savana AII (AQ, PE, PA)

Estrato arbóreo alto com árvores de altura aproximada de 10 metros, algumas com troncos grossos, espaçadas entre si em aproximadamente 10 metros. Dossel parcialmente aberto, causando sombreamento apenas parcial no solo. Sub-bosque relativamente denso com árvores jovens, arbustos, poucas gramíneas e algumas bromeliáceas ocasionalmente encontradas bem espaçadas entre si. Muitos galhos secos no chão e quantidade média de folhiço. Solo composto por terra escura, rica em matéria orgânica. Terreno em declive (**Foto 6.1.5.3-4 - Anexo X**).

Ponto 12A – Savana AII (AQ, PE, PA)

Área de savana aberta dominada por gramíneas altas. Poucas árvores baixas de tronco médio e retorcido e casca grossa. Árvores espaçadas entre si. Solo arenoso, com muita gramínea e pouco folhiço, exceto embaixo das árvores, onde o folhiço se acumula para formar uma camada espessa. Terreno plano na área das armadilhas com um declive a cerca de 50 metros da armadilha, aonde há um pequeno riacho em solo pedregoso. Mata ciliar do córrego presente, mas escassa (**Foto 6.1.5.3-5 - Anexo X**).

Ponto 18 – Savana AII (AQ, PE, PA)

Área de savana com dossel aberto e árvores baixas de troncos retorcidos e casca espessa. Poucas árvores altas, atingindo pouco mais do que 10 metros. Espaçamento entre as árvores maiores de cerca de 5 metros. Sub-bosque com diversos arbustos e gramíneas. Pouco folhiço presente no solo. Solo em terreno plano composto por terra rica em matéria orgânica. Ponto reamostrado da primeira campanha (**Foto 6.1.5.3-6 - Anexo X**).

Ponto 34A – Savana AID (AQ, PE, PA)

Área de savana aberta. Árvores baixas (8 a 10 metros) e de tronco pouco espesso. Troncos retorcidos e com casca grossa. As armadilhas foram instaladas com parte na área aberta e parte coberta por vegetação. Sub-bosque denso composto predominantemente por árvores jovens e gramíneas. Algumas áreas da armadilha bem sombreadas outras com radiação solar direta (**Foto 6.1.5.3-7 - Anexo X**).

Ponto 42A - Mata AII (AQ, PE, PA)

Pequena mancha de floresta em meio a savana predominada por gramíneas. Não pode ser considerada como área de mata fechada, mas não se enquadra nas características de uma área considerada aberta. Dossel fechado com muitas árvores finas, cipós e lianas. Altura média entre 6 e 8 metros. Presença de algumas árvores altas (altura máxima de 10-12 metros). Folhiço pouco denso. Solo arenoso, com areia branca e fina. Sub-bosque relativamente fechado, com predominância de pequenos arbustos e árvores jovens. Solo sombreado (**Foto 6.1.5.3-8 - Anexo X**).

Ponto PE/PA 52

Solo argiloso, com poucas gramíneas e pouco folhiço. O terreno é apresenta formações rochosas sem declives. A vegetação é predominantemente arbórea com sub-bosque arbustivo com exceção das formações rochosas onde há predominância de gramíneas e bromélias.

Ponto PE/PA 59

Solo predominante argiloso com bastante cascalho, pouco folhiço e gramíneas. O terreno é pouco acidentado, ocorrendo poucos e pequenos afloramentos rochosos e nenhuma ranhura pluvial. A vegetação é formada por árvores espaçadas e algumas gramíneas.

Pontos Extras

Ponto 30 – Savana All (AQ, PE, PA).

Fisionomia vegetal aberta, tipo savana formada algumas árvores com cerca de 5 m de altura, muitos arbustos e vegetação herbácea, com a predominância de gramíneas. Terreno plano, com solo arenoso e com folhiço pouco denso. Ponto amostrado na primeira campanha.

Ponto PE/PA 1

Poça na estrada, com água barrenta, rasa, com no máximo 30 cm de profundidade. Localizada no caminho para o ponto 30. Apresenta vegetação alterada na margem da estrada, herbácea e arbustiva.

Ponto PE/PA 2

Poça na estrada, com água barrenta, rasa, com no máximo 30 cm de profundidade. Localizada no caminho para o ponto 30. Apresenta pequena declividade, solo argiloso e vegetação arbórea e herbácea (capim) presente em uma das margens do corpo d'água.

Ponto PE/PA 5

Poça do lado direito da estrada de asfalto em direção a vila da Manga. Neste local ocorre o acúmulo de água formando poças temporárias, com solo arenoso e leve declividade em direção as poças. Não apresenta folhiço. Há muita vegetação herbácea dentro e no entorno das poças, além de macrófitas. Ausência de vegetação arbustiva próxima às poças.

Ponto PE/PA 7

Lagoa com muitas carnaúbas ao lado da estrada de asfalto em direção a vila da Manga. O local apresenta leve declividade em direção a lagoa. O solo é arenoso e argiloso no entorno da lagoa estando em grande parte encharcado. A vegetação consiste em carnaúbas e gramíneas. No entorno da lagoa há algumas árvores e arbustos, com pouco folhiço embaixo.

Ponto PE/PA 8

Esta área refere-se ao ponto 53. O local encontra-se em uma mata ciliar as margens de um rio de médio porte. Apresenta declividade acentuada, solo arenoso e razoável presença de folhiço. Presença de vegetação arbórea e arbustiva, com sub-bosque presente e pouca vegetação herbácea (**Foto 6.1.5.3-9 - Anexo X**).

Ponto PE/PA 9

Riacho de fundo rochoso próximo ao ponto 53. O terreno apresenta declividade média, solo rochoso (pedregoso) e arenoso. Vegetação esparsa com muitas moitas de macambira, gramíneas e razoável presença de vegetação herbácea e arbustiva.

Ponto PE/PA 10

O local fica próximo ao ponto 13. O terreno apresenta leve declividade em direção a um riacho, o solo é argiloso e arenoso. No local ocorre a formação de áreas alagadas (poças)

nas margens do riacho. Vegetação composta por algumas árvores, várias carnaúbas, poucos arbustos e vegetação herbácea e gramíneas abundantes.

Ponto PE/PA 11

O local fica próximo ao ponto 21. O terreno apresenta declividade acentuada, solo arenoso e razoável presença de folhiço. No local ocorre a formação de poças e há muita vegetação arbórea, alguns arbustos e pouca vegetação herbácea no entorno das mesmas.

Ponto PE/PA 12

Riacho de pequeno porte, com fundo arenoso, próximo ao ponto 21. O terreno apresenta declividade acentuada e razoável presença de folhiço. Muita vegetação arbórea, alguns arbustos e pouca vegetação herbácea.

Ponto PE/PA 19

Margem de rio com pouca declividade, solo argiloso com alguns trechos rochosos e folhiço ausente. A vegetação é composta por muitas plantas herbáceas na margem, sendo predominantes as gramíneas, vários arbustos e algumas árvores esparsas.

Ponto PE/PA 20

Beira de igarapé com pouca declividade, solo argiloso com trechos rochosos e folhiço ausente. A vegetação é composta por muitas plantas herbáceas ao longo da margem, sendo a maioria gramíneas. Também estão presentes vários arbustos e algumas árvores esparsas.

Ponto PE/PA 21

Fisionomia vegetal aberta com muita declividade, solo pedregoso e com ausência de folhiço. A vegetação é composta por moitas de arbustos com algumas árvores pequenas, que crescem em meio às rochas e pouca vegetação herbácea.

Ponto PE/PA 22

Fragmento de mata com solo arenoso e argiloso, folhiço denso. A vegetação é formada por árvores de médio a grande porte (10-20 m de altura), alguns arbustos e muita vegetação herbácea. Há formação de sub-bosque com dossel fragmentado.

Ponto PE/PA 25

Riacho sobre leito pedregoso, estreito com máximo de 2m de largura. Ausência de árvores. Gramíneas, herbáceas e pequenos arbustos presentes. Presença de palmeiras do tipo carnaúba. Terreno pedregoso e com pouca declividade.

Ponto PE/PA 26

Riacho sobre leito pedregoso com água parcialmente represada e com máximo de 5m de largura. O solo das margens é pedregoso e estão presentes poucas árvores de aproximadamente 3 metros de altura. Gramíneas, herbáceas e arbustos presentes. Baixa declividade do terreno.

Ponto PE/PA 27

Riacho com leve queda d'água sobre leito pedregoso e arenoso com o máximo de 5 metros de largura. Solo arenoso e pedregoso nas margens. Árvores escassas e com 5 metros de altura no máximo. Presença de arbustos, bromélias terrestres, cactos, gramíneas e herbáceas.

Ponto PE/PA 29

Brejo em mata degradada. Presença de poucas árvores de grande porte com tronco queimado. Arbustos e gramíneas presentes. Solo de terra preta e sem declividade.

Ponto PE/PA 32

Riacho com máximo de 3 metros de largura. Mata com árvores altas com mais de 6 metros de altura. Presença de troncos mortos nas margens. Herbáceas, gramíneas e arbustos presentes. Solo arenoso com baixa declividade.

Ponto PE/PA 33

Riacho sobre leito arenoso. Largura máxima de aproximadamente 5 metros. Árvores de grande porte com aproximadamente 6 metros de altura. Herbáceas, arbustos e gramíneas presentes. Terreno com declividade acentuada em uma das margens do riacho. Poças presentes nas proximidades do riacho. Terreno sem declividade. Solo argiloso ou arenoso.

Ponto PE/PA 34

Lagoa grande ao lado de uma plantação. Presença de ciperáceas, herbáceas e gramíneas. Árvores e arbustos escassos. Solo arenoso em terreno sem declividade.

Ponto PE/PA 41

Área de córrego estreito, sem água corrente (perpendicular a estrada), interrompida artificialmente por barragem de concreto paralelo à estrada. Máximo de cerca de 1,5 m de profundidade. Terreno levemente ondulado, lajeado de pedra do leito do córrego, com solo arenoso (areia branca) recobrimo parcialmente as pedras. A vegetação das margens fecha sobre o leito do lajeado de pedras, com pouca entrada de luz e umidade do ambiente relativamente alta. Vegetação composta por arvoretas de cerca de 2 a 3 m de altura, configurando um cerrado com árvores e arbustos esparsos. Estrato herbáceo composto por gramíneas e plantas herbáceas. Folhijo praticamente ausente.

Ponto PE/PA 42

Área de córrego sem água corrente (perpendicular à estrada), interrompido artificialmente por barragem de concreto paralelo à estrada. Máximo de cerca de 1,5 m de profundidade. Terreno levemente ondulado, lajeado de pedra do leito do córrego, com solo arenoso (areia branca) recobrimo parcialmente as pedras. Vegetação das margens composta por arvoretas de cerca de 2 a 3 m de altura, configurando um cerrado com árvores e arbustos esparsos. Estrato herbáceo composto por gramíneas e plantas herbáceas. Folhijo praticamente ausente.

Ponto PE/PA 43

Área de córrego sem água corrente (perpendicular à estrada), interrompido artificialmente por barragem de concreto paralelo à estrada. Máximo de cerca de 1,5 m de profundidade. Terreno levemente ondulado, lajeado de pedra do leito do córrego, com solo arenoso (areia branca) recobrimo parcialmente as pedras. Vegetação das margens composta por árvores de 2 a 3 m de altura, configurando um cerrado com árvores e arbustos esparsos. Estrato herbáceo composto por gramíneas e plantas herbáceas bastante lignificadas, praticamente sem folhijo.

Ponto PE/PA 44

Lagoa na beira da estrada margeada por arbustos e vegetação emergente. Corpo d água pouco profundo (até 1 m). Parte da lagoa inclui área de pasto com algumas palmeiras (carnaúba). Vegetação da margem paralela mais distante da estrada formada por arbustos e

vegetação secundária. Solo arenoso e argiloso com pouco folhiço (**Foto 6.1.5.3-10 - Anexo X**).

Ponto PE/PA 49

Riacho de água parada em leito rochoso com área de entorno coberta por mata ciliar formada por árvores baixas e arbustos esparsos, solo arenoso coberto por gramínea rala e pouco folhiço.

Ponto PE/PA 58

Árvores de pequeno porte (5 a 8m) afastadas entre si. Arbustos e árvores jovens também esparsos com não mais que 5m, formando aglomerados densos em alguns pontos. Estrato herbáceo de gramíneas e pontos herbáceos lignificados não cobrindo todo o chão (manchas de solo exposto) com mais ou menos 80 cm. Folhiço quase sempre ausente, com exceção de pontos abaixo de grandes árvores, só ocorrem gramíneas com cerca de 80 cm. Solo muito compacto, arenítico com manchas vermelhas com um cascalho fino, presente em quase toda a área. Terreno com baixa declividade. Ausência de corpo d'água próximo.

6.1.5.3.2. Caracterização da Herpetofauna dos Pontos de Amostragem da All

O relatório preliminar sobre a herpetofauna da região do empreendimento em questão mostrou que a maioria das espécies encontradas (principalmente de anfíbios) possui uma alta plasticidade ecológica. Isso implica em dizer que, de maneira geral, as espécies aparentam não estar restritas a um tipo de habitat, como área de floresta ou área de savana, por exemplo. Dentre as espécies mais comuns, diversas ocorreram tanto em ambientes de floresta, quanto em ambientes savânicos. Embora haja uma elevada dificuldade em documentar tal fato no campo, a ocorrência de algumas espécies pode estar mais relacionada com a disponibilidade de microhabitats específicos do que com a característica geral do ambiente. No caso dos anfíbios o ambiente aquático é fundamental, devido ao seu ciclo de vida possuir estágio larval aquático na maioria das espécies (Duellman & Trueb, 1994).

A segunda campanha de campo confirmou o prognóstico feito no primeiro relatório, o que implica em dizer que a herpetofauna da região é influenciada diretamente pelas formações savânicas. A maioria das espécies encontradas são características de ambientes abertos. As **Tabelas 6.1.5.3-2 e 6.1.5.3-3** mostram os registros feitos pelas armadilhas de queda e nos pontos de escuta / procura ativa, respectivamente. Os registros fotográficos de parte das espécies ocorrentes na All podem ser encontrados no **Anexo X Fotos 6.1.5.3-11 a -33**.

Adicionalmente algumas espécies foram encontradas ocasionalmente, em estradas ou em armadilhas instaladas para a captura de mamíferos. Infelizmente, muitos dos registros feitos por terceiros não possuem informação precisa sobre a localidade, só as proximidades, logo só é possível inferir a área de influência, mas não é possível fornecer o ponto exato da observação.

Das espécies registradas ocasionalmente na área de influência indireta do reservatório Cachoeira constam: as serpentes *Boa constrictor*, *Crotalus durissus*, *Mastigodryas bifossatus*, *Leptodeira annulata*, *Philodryas nattereri* e *Xenodon merremi*, além dos lagartos *Anolis chrysolepis*, *Iguana iguana* e *Tupinambis merianae*.

6.1.5.3.3. *Análises Estatísticas*

Para analisar a riqueza de espécies de anuros em cada ambiente, foram confeccionadas curvas de rarefação de espécies (senso Gotelli & Colwell 2001) e 1000 aleatorizações. O programa gera 1000 curvas de acumulação de espécies aleatorizando a ordem das amostras; assim, cada ponto da curva corresponde à média de riqueza acumulada nas 1000 curvas e está associado a um desvio-padrão. Para a estimativa de riqueza foi usado o estimador Jackknife 1. Ambas as curvas foram geradas pelo programa EstimateS, versão 8.0 para Windows. As curvas de acumulação só foram produzidas para os dados de armadilha de queda. Foi utilizado como unidade amostral cada dia de amostragem.

6.1.5.3.3.1. *Avaliação do Esforço Amostral*

No total foram realizadas duas campanhas de campo ao empreendimento em questão – primeira campanha de 04 a 20 de março / segunda campanha de 05 a 19 de junho, ambas em 2009 – totalizando 33 dias de campo.

6.1.5.3.3.1.1. *Armadilhas de queda*

Durante as duas campanhas foram amostrados 9 pontos sendo quatro deles comuns às duas campanhas constituindo um total de 13 réplicas. Durante a primeira campanha foram amostrados com armadilhas de queda 5 pontos em área de influência indireta (4, 7, 2, 30, 18). Quatro desses pontos foram amostrados novamente durante a segunda campanha de campo, sendo que foram adicionados os pontos 42A, 9A, 12A e 34A. As curvas de rarefação não mostraram tendência à estabilização, o que indica que novas espécies devem ser registradas com o aumento no número de dias amostrados (é válido lembrar que aqui só são considerados os dados das armadilhas de queda). A riqueza encontrada está abaixo da estimada pelo estimador Jackknife 1 (**Gráfico 6.1.5.3-1**).

Tabela 6.1.5.3-2 Número de indivíduos por espécie encontrada nos pontos amostrados por armadilhas de interceptação e queda na área de influência indireta do AHE Cachoeira.

Espécie	Mata						Savana						
	1ª Campanha		2ª Campanha				1ª Campanha			2ª Campanha			
	4	7	4	42A	7	9A	2	30	18	12A	18	2	34A
<i>Ameiva ameiva</i>					2	5		1					
<i>Cnemidophorus</i> sp 1		1		6		4	7	2	3	3	3	4	7
<i>Cnemidophorus</i> sp 2										1		5	1
<i>Dermatonotus mulleri</i>		3					1	1	1	1			
<i>Eupemphix nattereri</i>		3					1						
<i>Hemidactylus brasiliensis</i>													1
<i>Hypsiboas raniceps</i>													1
<i>Leptodactylus fuscus</i>							1		1				
<i>Leptodactylus macrosternum</i>				1			1			1			
<i>Leptodactylus troglodytes</i>		2	1		1		5			1	1		
<i>Mabuya bistrata</i>										1			
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	1			1	1	4	1	4	1				3
<i>Phimophis iglesiasi</i>													1
<i>Phrynops geoffroanus</i>										1			
<i>Phyllopezus pollicaris</i>												1	
<i>Physalaemus albifrons</i>		2		2		1				2			1
<i>Physalaemus cuvieri</i>		39	1	42	16	15	1	1		18	2	4	9
<i>Pleurodema diplolister</i>				3			8				1	6	
<i>Proceratophrys cristiceps</i>	4	15			1		1			22	13	1	
<i>Rhinella granulosa</i>	2						2						
<i>Rhinella schneideri</i>		1											
<i>Scinax cf. fuscovarius</i>													1
<i>Scinax ruber</i>													3
<i>Tropidurus hispidus</i>	5			1		7	17	2	2				1
<i>Tropidurus oreadicus</i>			2	1	1	1				4	11	14	2
<i>Vanzosaura rubricauda</i>	2									1			

Tabela 6.1.5.3-3 Espécies registradas nos pontos de procura ativa e pontos de escuta (PE/PA) na área de influência indireta do AHE Cachoeira.

Espécies	Pontos																													Ocorrências por espécie								
	1	2	5	7	8	9	10	11	12	19	20	21	22	23	25	26	27	29	32	33	34	37	38	41	42	43	44	46	49		52	58	59					
Amphibia																																						
<i>Pseudopaludicola</i> sp.			X	X	X				X					X	X	X	X	X	X			X			X	X	X		X					16				
<i>Leptodactylus macrosternum</i>				X		X	X								X	X	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X		X		14				
<i>Leptodactylus vastus</i>			X	X		X				X	X					X			X	X		X			X	X		X	X					14				
<i>Physalaemus albifrons</i>	X	X	X	X	X	X	X			X				X			X																	11				
<i>Rhinella schneideri</i>					X		X												X	X	X	X					X	X	X		X			10				
<i>Scinax ruber</i>			X	X		X	X											X				X						X	X					10				
<i>Phyllomedusa azurea</i>		X	X	X		X			X	X	X			X																					8			
<i>Physalaemus cuvieri</i>									X		X							X	X		X				X					X	X				8			
<i>Dendropsophus cf. microcephalus</i>	X	X	X			X	X	X											X	X		X									X				7			
<i>Hypsiboas raniceps</i>						X				X								X		X	X		X							X					7			
<i>Leptodactylus troglodytes</i>					X								X			X		X				X			X							X			7			
<i>Pleurodema dipolister</i>	X				X	X				X	X									X								X							7			
<i>Corythomantis greeningi</i>					X	X					X	X						X													X					6		
<i>Dendropsophus nanus</i>			X	X			X													X																5		
<i>Dendropsophus rubicundulus</i>			X	X		X															X															5		
<i>Proceratophrys cristiceps</i>						X			X	X	X	X																									5	
<i>Scinax cf. fuscovarius</i>							X			X	X														X												4	
<i>Dendropsophus minutus</i>																						X			X												3	
<i>Elachistocleis cf. piauiensis</i>			X		X																X			X													3	
<i>Leptodactylus</i> sp.					X			X	X																												3	
<i>Dendropsophus melanargyreus</i>										X	X																										2	
<i>Leptodactylus fuscus</i>			X											X																							2	
Crocodylia																																						
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>															X	X				X											X					4		
<i>Caiman crocodilus</i>							X																														1	
Squamata-Lagartos																																						
<i>Tropidurus oreadicus</i>									X								X								X				X	X		X					6	
<i>Phylllopezus pollicaris</i>					X				X				X						X										X									5
<i>Tropidurus semitaeniatus</i>					X	X					X							X						X														5
<i>Iguana iguana</i>						X													X	X																		3
<i>Cnemidophorus</i> sp 1																															X						2	
<i>Tropidurus hispidus</i>					X																																	1
Squamata-Serpentes																																						
<i>Oxyrhopus trigeminus</i>									X								X																					2
<i>Epicrates</i> sp.													X																									1
<i>Liophis poecilogyrus</i>																							X															1
<i>Psomophis joberti</i>																					X																	1
Testudines																																						
<i>Phrynops geoffroanus</i>																																		X				1
Total de espécies por ponto	3	3	6	8	11	13	8	2	8	8	8	3	3	4	2	5	10	4	8	7	9	6	3	3	3	2	2	3	5	11	3	4	1					

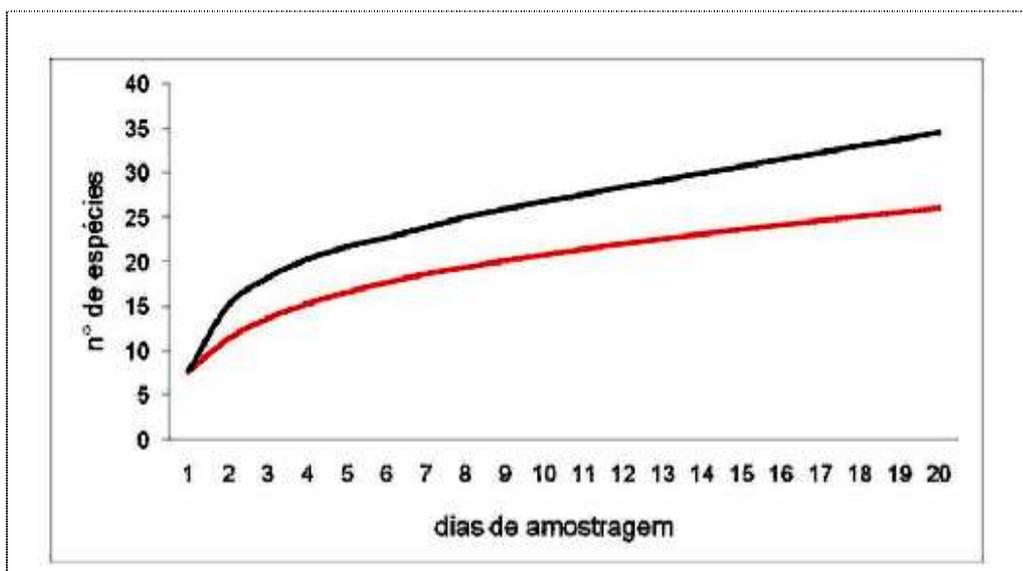


Gráfico. 6.1.5.3-1 Curva de rarefação de espécies capturadas por meio de armadilhas de interceptação e queda em Área de Influência Inireta. A linha preta corresponde a riqueza estimada pelo Jackknife 1 e a vermelha corresponde à riqueza observada.

Algumas espécies certamente foram subamostradas mesmo com um esforço de amostragem relativamente elevado. Entre essas espécies estão principalmente as serpentes e quelônios. O encontro desses animais na natureza é bastante difícil e a amostragem pelas armadilhas de queda é ineficiente, principalmente para serpentes de maior porte, as quais conseguem sair das armadilhas com relativa facilidade. Para que as serpentes sejam amostradas com maior adequação, é necessário um aumento considerável no esforço amostral cabível em estudos de longo prazo. Estudos já realizados em outras regiões mostram que aproximadamente 75% das espécies de serpentes, por exemplo, são coletadas após um período de pelo menos 400 horas de coleta (Maschio, 2008).

6.1.5.3.3.1.2. Pontos de escuta e procura ativa

Do total de 35 espécies identificadas nos 37 pontos de escuta e de procura ativa o grupo mais representativo para a AID foi o dos Amphibia com 22 espécies, seguido dos Squamata com 10 espécies das quais seis (6) lagartos e quatro (4) serpentes e por fim duas espécies crocódilianas e uma espécie de quelônio.

Entre os anfíbios mais amplamente registrados nos pontos de escuta e procura ativa estão os Leiuperidae (*Pseudopaludicola sp.* (registro em 16 pontos **Foto 6.1.5.3-24 Anexo X**) e *Physalaemus albifrons* (registro em 11 pontos **Volume II Tomo III Capítulo 9 - Anexo IV Foto 9.1.5.3-10**) e Leptodactylidae (*Leptodactylus macrosternum* (registro em 14 pontos **Foto 6.1.5.3-25 - Anexo X**), *Leptodactylus vastus* (registro em 14 pontos **Foto 6.1.5.3-26 - Anexo X**).

Especialmente em procura ativa foi possível registrar as quatro espécies de serpentes, as duas espécies de crocódilianos, as seis espécies de lagartos e a espécie de quelônio *Phrynops geoffroanus* (**Foto 6.1.5.3-33 - Anexo X**), além da contribuição para o registro dos demais anfíbios.

Os pontos 9, 8, 49 e 27 foram os pontos com maior diversidade identificada em procura ativa e ponto de escuta, sendo que todos têm estreita associação com matas ciliares ou ombrófilas.

A procura ativa foi realizada nos pontos determinados pela coordenação e nos pontos extras. A maioria dos pontos determinados no plano de trabalho foi amostrada por procura ativa pelo menos uma noite e durante o dia nas revisões das armadilhas de queda. A procura ativa noturna nestes pontos não gerou resultados, demonstrando que o esforço para padronizar a amostragem em todos os pontos não permitiria atingir o objetivo da amostragem que era comparar as fisionomias, as áreas de influência e as campanhas. Desta forma, diante da situação encontrada em campo, optou-se por investir o esforço amostral nos pontos extras, onde a procura ativa era eficiente na obtenção de tanto de resultados quantitativos, como de diversidade.

Os Pontos de Escuta realizados nos sítios reprodutivos de anfíbios registra em apenas uma noite a maioria das espécies que utilizam o local, fornecendo uma estimativa de abundância de cada espécie. Assim optou-se por amostrar o maior número de réplicas espaciais dos principais tipos de ambientes presentes na AID e na AII em detrimento do número de repetições num mesmo local.

Muitos ambientes amostrados eram temporários e encontram-se secos na 2ª campanha e sem nenhum resultado. Por outro lado, o melhor conhecimento da região, permitiu a descoberta de novas áreas ainda não amostradas, que apesar de não terem réplicas na 1ª campanha, deveriam ser amostradas por representar condições que ainda não haviam sido amostradas na região e que poderiam aumentar a diversidade observada e melhorar o diagnóstico da mesma.

Desta forma, o número de réplicas de ambientes amostrados por Ponto de Escuta em uma noite permitiu identificar padrões de variação entre ambientes, entre as Áreas de Influência Indireta e Direta e entre as campanhas. A procura ativa produz a maior parte dos resultados em um levantamento, porém é um método bem mais subjetivo que as armadilhas. O método de Ponto de Escuta foi concebido neste trabalho como uma tentativa de padronizar e gerar dados quantitativos a partir da procura ativa, aproveitando melhor a eficiência deste método. Os resultados produzidos são promissores, mas o método deve ser aperfeiçoado à medida que a sua utilização permita que suas falhas sejam percebidas.

A procura ativa diurna, realizada durante cada revisão diária das armadilhas, detectou principalmente as espécies mais abundantes registradas também pelos baldes, por exemplo, sempre eram visualizados *Tropidurus oreadicus* e *Cnemidophorus* cf. *mumbuca* (**Volume II Tomo III Capítulo 9 Anexo IV Foto 9.1.5.3-18 e -19**) nestas ocasiões. As armadilhas de queda têm uma enorme vantagem de obter um registro quantitativo mais exato e bem menos subjetivo destas espécies, uma vez que as armadilhas estão abertas todo o tempo, amostrando simultaneamente todos os lugares e são montadas exatamente da mesma forma, enquanto os pesquisadores apresentam experiência e habilidades distintas e é impossível amostrar os pontos simultaneamente. As espécies mais raras e difíceis de serem detectadas pelas armadilhas de queda, como serpentes e lagartos grandes foram raríssimos nestes pontos. A maior parte dos pontos não obteve nenhum registro e os dados não são suficientes para comparar os pontos com qualquer análise. Assim os registros destas espécies foram considerados apenas para determinação da composição de espécies.

Os pontos encontravam-se a grande distância, em estradas de condição ruim, tornando o tempo um fator muito limitante na revisão diária de todos os pontos. Assim tomou-se a decisão de priorizar a revisão dos baldes em detrimento de um registro quantitativo dos exemplares observados na procura ativa diurna, que tomaria muito tempo, comprometeria a revisão de todas as armadilhas, produzindo dados sobre as mesmas espécies, porém de qualidades bem inferior a das armadilhas. Por este motivo, resolveu-se utilizar os dados de

procura ativa diurna apenas qualitativamente. Em muitos pontos amostrados, tanto extras, como aqueles pré-determinados no Plano, não houve registro algum e para simplificação do relatório, não foram apresentados na tabela de resultados e em alguns casos excluídos também das Tabelas de Pontos Amostrados.

6.1.5.3.4. Considerações sobre a Herpetofauna característica All (resultados)

No total foram encontradas 61 espécies sendo 36 de répteis e 25 de anfíbios. De maneira geral, os resultados obtidos correspondem aos esperados, com a predominância de espécies de formações abertas, demonstrando que essas áreas, da região estudada, são capazes de manter uma significativa herpetofauna.

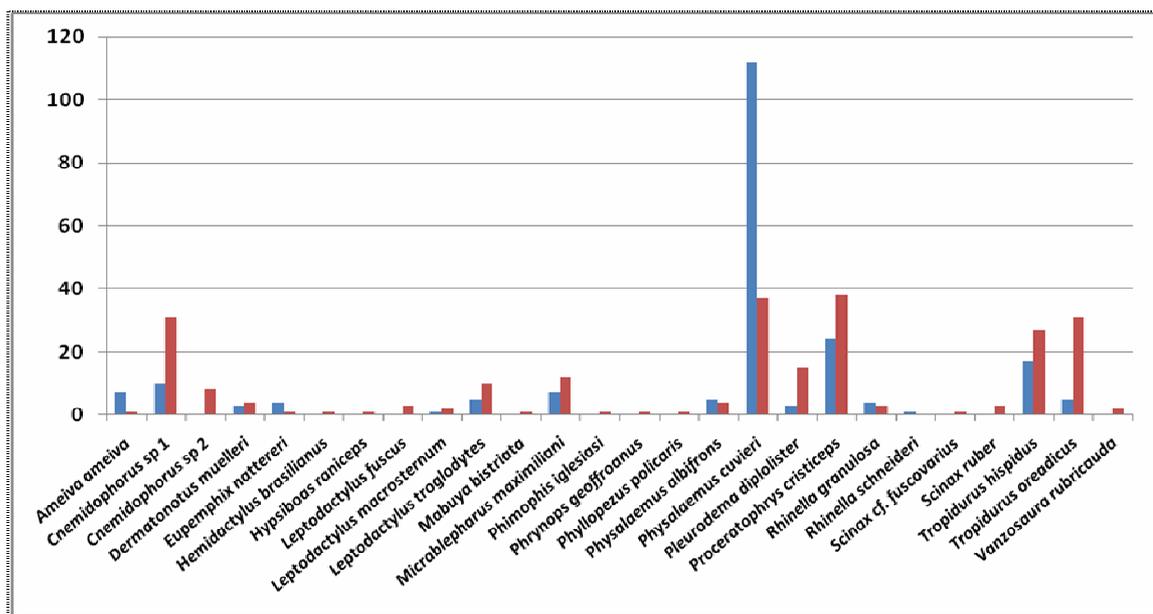


Gráfico. 6.1.5.3-2. Abundância das espécies amostradas por armadilha de queda na área de influência indireta do AHE Cachoeira em áreas de Mata (barras azuis) e Savana (barras vermelhas).

Apenas quatro espécies foram encontradas exclusivamente na área de influência indireta do empreendimento: o lagarto *Anolis chrysolepis* (Foto 6.1.5.3-34 – Anexo X) e as serpentes *Liophis poecilogyrus* (Foto 6.1.5.3-13 – Anexo X), *Phimophis iglesiasi* (Foto Foto 6.1.5.3-15 – Anexo X) e *Crotalus durissus* (Foto 6.1.5.3-35 – Anexo X). Não é possível,entretanto, dizer que essas espécies são exclusivas da All, visto que são espécies de difícil observação e um número baixo de indivíduos foi encontrado (apenas um indivíduo foi encontrado para duas dessas quatro espécies). É provável que essas espécies sejam encontradas também na All com um aumento do esforço de amostragem.

6.1.5.3.4.1. Composição, Riqueza e Diversidade de Espécies

A herpetofauna da área de influência indireta do reservatório Cachoeira é composta predominantemente por espécies de formações abertas. As espécies mais comumente amostradas, tanto em áreas de mata como em áreas de savana, foram os anfíbios *Physalaemus cuvieri* (Foto 6.1.5.3-23 – Anexo X) e *Proceratophrys cristiceps* (Volume II Tomo III Capítulo 9 Anexo IV Foto 9.1.5.3-6) seguidos dos lagartos *Cnemidophorus* sp. 1 (Foto 6.1.5.3-30 – Anexo X), *Tropidurus hispidus* (Foto 6.1.5.3-31 – Anexo X) e *T. oreadicus* (Volume II Tomo III Capítulo 9 Anexo IV Foto 9.1.5.3-19) (Gráfico. 6.1.5.3-2) .A maioria das espécies apresentou poucos registros, o que é esperado devido ao curto período de amostragem.

De maneira geral, aquelas espécies que foram as mais abundantes nas áreas de mata foram as mais abundantes também nas áreas de savana, indicado uma certa similaridade em relação ao uso de habitat pela herpetofauna local.

O número total de espécies pode ser considerado baixo para os padrões Neotropicais, mas não podemos considerar que isso indique uma depauperação da fauna local. Principalmente em função do número baixo de espécies ser característico de áreas com predominância de formações savânicas (Costa et al. 2007; Loebman & Mai 2008), como é o caso da área estudada.

6.1.5.3.4.2. *Espécies Bioindicadoras*

Sabe-se que os anfíbios possuem uma estreita relação com o ambiente aquático e que certas características aumentam sua vulnerabilidade a alterações no clima e habitat. O problema é que não sabemos como cada espécie responde a essas alterações. Existem registros de declínios de espécies em áreas onde algum tipo de alteração climática ocorreu (Ron 2000), mas por outro lado existem espécies que aparentemente tornam-se mais abundantes em ambientes levemente alterados (Duellman 1999; Lima et al., 2006). Portanto, a identificação de espécies bioindicadores para esse grupo requer estudos específicos e de maior duração.

Ainda assim, considerando espécies de anfíbios aparentemente tolerantes a certo grau de perturbação do habitat, é possível listar os hilídeos *Dendrosophus nanus*, *D. minutus* (**Foto 6.1.5.3-20 – Anexo X**) e *Phyllomedusa azurea*, os leptodactilídeos *Leptodactylus fuscus* (**Volume II Tomo III Capítulo 9 Anexo IV Foto 9.1.5.3-12**) e *L. troglodytes* (**Volume II Tomo III Capítulo 9 Anexo IV Foto 9.1.5.3-13**) além do leiuperídeo *Physalaemus cuvieri* (**Foto 6.1.5.3-23 – Anexo X**). Entre os répteis, os lagartos teídeos *Ameiva ameiva* (**Volume II Tomo III Capítulo 9 Anexo IV Foto 9.1.5.3-17**) *Cnemidophorus* sp.1 (**Foto 6.1.5.3-30 – Anexo X**), além dos tropidurídeos *Tropidurus oreadicus* (**Volume II Tomo III Capítulo 9 Anexo IV Foto 9.1.5.3-19**) e *T. semitaeniatus* (**Foto 6.1.5.3-32 – Anexo X**) podem possuir maior tolerância ambiental, podendo ser encontrados inclusive em ambientes quase que totalmente urbanos. A presença de muitos indivíduos dessas espécies em detrimento de outras espécies, embora já seja esperada, pode indicar algum grau de distúrbio no ambiente e merece atenção especial.

6.1.5.3.4.3. *Espécies Raras, Ameaçadas e de Valor Cinegético*

Embora algumas espécies tenham sido encontradas poucas vezes (muitas das serpentes, por exemplo) não se pode considerar que nenhuma das espécies encontradas na área do empreendimento em questão como rara. O que certamente ocorre é que as espécies pouco comuns na amostragem possuem hábitos discretos o que dificulta o registro das mesmas.

Nenhuma das espécies encontradas nas áreas de influência do empreendimento está incluída na lista nacional das espécies da fauna ameaçada de extinção (Fundação Biodiversitas 2005). No entanto, algumas espécies estão listadas no apêndice II do CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). Isso quer dizer que apesar de não estarem diretamente ameaçadas, essas espécies merecem atenção especial em termos de caça, ou exploração comercial. As espécies listadas no Apêndice II do CITES são as seguintes: 02 Lagartos (*Iguana iguana*, e *Tupinambis merrianae*); 03 Serpentes (*Boa constrictor*, *Corallus hortulanus*, *Epicrates* sp.) e 02 Crocodilianos (*Caiman crocodilus* e *Paleosuchus palpebrosus*).



Anexo X

Documentação Fotográfica Herpetofauna

AHE CACHOEIRA



Foto 6.1.5.3-1 Ponto de amostragem 2. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-2 Ponto de amostragem 4. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-3 Ponto de amostragem 7. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-4 Ponto de amostragem 9A. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-5 Ponto de amostragem 12A. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-6 Ponto de amostragem 18. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-7 Ponto de amostragem 34A. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-8 Ponto de amostragem 42A. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-9 Ponto de amostragem PE/PA 8. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-10 Ponto de amostragem PE/PA 44. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-11 *Hemidactylus brasilianus*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009. IAll



Foto 6.1.5.3-12 *Iguana iguana*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-13 *Liophis poecilogyrus*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-14 *Oxyrhopus trigeminus*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-15 *Phimophis iglesiasi*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-16 *Psomophis joberti*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-17 *Caiman crocodilus*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-18 *Rhinella schneideri*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-19 *Corythomantis greeningi*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-20 *Dendropsophus minutus*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-21 *Phyllomedusa azurea*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-22 *Scinax ruber*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-23 *Physalaemus cuvieri*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-24 *Pseudopaludicola* sp. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-25 *Leptodactylus macrosternum*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-26 *Leptodactylus vastus*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-27 *Elachistocleis* cf. *piauensis*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-28 *Micrablepharus maximiliani*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-29 *Mabuya bistrriata*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-30 *Chemidophorus* sp 1. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-31 *Tropidurus hispidus*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-32 *Tropidurus semitaeniatus*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-33 *Phrynops geoffroanus*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-34 *Anolis chrysolepis*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.



Foto 6.1.5.3-35 *Crotalus durissus*. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Cachoeira 2009.

6.1.5.3.5. Referências Bibliográficas

- BECKER, C.G., FONSECA, F.R., HADDAD, C.F.B., BATISTA, R.F. & PRADO, P.I. (2007). Habitat split and the global decline of amphibians. *Science* 318: 1775-1777.
- BEEBEE, T.J.C. (1996). *Ecology and Conservation of Amphibians*. Chapman & Hall, London. 214 pp.
- BLAUSTEIN, A.R. & WAKE, D.B. (1990). Declining amphibian populations: a global phenomenon? *Trends in Ecology and Evolution*, 5(7):203-204.
- COLWELL, R. K. (2006). EstimateS, Version 8.0: Statistical **Estimation** of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide).
- COSTA, G.C., NOGUEIRA, C., MACHADO, R.B. & COLLI, G.R. (2007). Squamate richness in the Brazilian Cerrado and its environmental-climatic associations. *Diversity and Distributions* 13: 714-724.
- DUELMANN, W.E. (1999). *Patterns of Distribution of Amphibians: a Global Perspective*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London.
- DUELLMAN, W.E. & TRUEB, L. (1994). *Biology of Amphibians*. McGraw Hill, N. York, 670 p.
- FEIO, R.N., BRAGA, U.M., WIEDERHECKER, H.C., & SANTOS, P.S.. (1998). Anfíbios do Parque Estadual do Rio Doce- MG. Universidade Federal de Viçosa e IEF. Imprensa Universitária – UFV. 32pp.
- FRANÇA, F.G.R., MESQUITA, D.O., & COLLI, G.R. (2006). A checklist of snakes from Amazonian Savannas in Brazil, housed in the Coleção Herpetológica da Universidade de Brasília, with new distribution records. *Occasional Papers of the Oklahoma Museum of Natural History* 17: 1-13.
- FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. (2005). *Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção: incluindo as espécies quase ameaçadas e deficientes em dados*. Belo Horizonte. Fundação Biodiversitas. 160 p.
- GAINSBURY, A. M. E COLLI, G. R. (2003). Lizard assemblages from natural Cerrado enclaves in southwestern Amazonia: the role of stochastic extinctions and isolation. *Biotropica* 35(4): 503-519.
- GASPARINI, J. L. (2004). *Diversidade de anfíbios anuros em fragmentos florestais de altitude do município de Santa Teresa, Espírito Santo, sudeste do Brasil*. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES.
- GOTELLI, N.J. & COLWELL, R.K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*. 4:379-391.
- HEYER, W. R., DONNELLY, M.A., MCDIARMID, R.W. HAYEK, L.C. AND FOSTER, M.S. (1994). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington.

- LIPS, K.R., DIFFENDORFER J., MENDELSON JR., SEARSM, M.W. (2008) Riding the wave: reconciling the roles of disease and climate change in amphibian declines. *PLoS Biology* 6:441-454.
- LOEBMANN, D. & MAI, A.C.G. (2008). Amphibia, Anura, Coastal Zone, state of Piauí, Northeastern Brazil. *Check List* 4: 161–170.
- MENDELSON, JR 3RD, LIPS K.R., GAGLIARDO, R.W., RABB, G.B., COLLINS, J.P., DIFFENDORFER, J.E., DASZAK, P., IBÁÑEZ, D.R., ZIPPEL, K.C., LAWSON, D.P., WRIGHT, K.M., STUART, S.N., GASCON, C., DA SILVA, H.R., BURROWES, P.A., JOGLAR, R.L., LA MARCA, E., LÖTTERS, S., DU PREEZ, L.H., WELDON, C., HYATT, A., RODRIGUEZ-MAHECHA, J.V., HUNT, S., ROBERTSON, H., LOCK, B., RAXWORTHY, C.J., FROST, D.R., LACY, R.C., ALFORD, R.A., CAMPBELL, J.A., PARRA-OLEA, G., BOLAÑOS, F., DOMINGO, J.J., HALLIDAY, T., MURPHY, J.B., WAKE, M.H., COLOMA, L.A., KUZMIN, S.L., PRICE, M.S., HOWELL, K.M., LAU, M., PETHIYAGODA, R., BOONE, M., LANNOO, M.J., BLAUSTEIN, A.R., DOBSON, A., GRIFFITHS, R.A., CRUMP, M.L., WAKE, D.B., BRODIE, E.D. JR.. (2006) Confronting amphibian declines and extinctions. *Science* 313: 48
- MASCHIO, G.F. (2008). História Natural e Ecologia das Serpentes da Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço/Portel, Pará, Brasil. Tese de doutorado, Universidade Federal do Pará / Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA.
- RAMOS, A.D. & GASPARINI, J.L. (2004). *Anfíbios do Goiapaba-Açu, Fundão, Estado do Espírito Santo*. Gráfica Santo Antônio, Vitória, ES. 75 p.
- RIBEIRO-JÚNIOR, M. A., GARDNER, T.A. & ÁVILA-PIRES, T.C.S. (2008). Evaluating the effectiveness of herpetofaunal sampling techniques across a gradient of habitat change in a tropical forest landscape. *Journal of Herpetology*, 42:733-749.
- RON S.R., MERINO-VITERI, A. (2000) Amphibian declines in Ecuador: overview and first report of chytridiomycosis from South America. *Froglog* 42: 2–3.
- SILVANO, D.L. & SEGALLA, M.V. (2005). Conservação de anfíbios no Brasil. *Megadiversidade* 1: 79-86.
- STUART, S. N., J. S. CHANSON, N. A. COX, B. E. YOUNG, A. S. L. RODRIGUES, D. L. FISCHMAN, AND R. W. WALLER. (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306: 1783-1786.
- VITT, L.J., CALDWELL, J.P., COLLI, G.R., GARDA, A.A., MESQUITA, D.O., FRANÇA, F.G.R. & BALBINO, S.F. (2002). Um guia fotográfico dos répteis e anfíbios da região do Jalapão no Cerrado brasileiro. *Special Publications in Herpetology. Sam Noble Oklahoma Museum of Natural History*.
- WAKE, D.B. (1991) Declining amphibian populations. *Science* 253: 860.
- WAKE, D.B. (2007) Climate change implicated in amphibian and lizard declines. *Proceedings of the National Academy of Science* 104:8201-8202.



WERNECK, F.P. & COLLI, G.R. (2006) The lizard assemblage from Seasonally Dry Tropical Forest enclaves in the Cerrado biome and its association with the Pleistocenic Arc. *Journal of Biogeography* 33: 1983-1992.

WEYGOLDT, P. (1989). Changes in the Composition of Mountain Stream Frog Communities in the Atlantic Mountains of Brazil Frogs as Indicators of Environmental Deteriorations. *Studies on Neotropical Fauna & Environment* 24: 249-256.

6.2. ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

6.2.1. Introdução

Os ecossistemas fluviais resultam da interação do ambiente aquático com a bacia de drenagem que percorre. As características químicas e estruturais do solo determinam suas características hidroquímicas que, por sua vez, são fortemente influenciadas pelos diferentes usos do solo pelo homem.

A geologia e a geomorfologia da bacia de drenagem podem criar acidentes geográficos conspícuos, com segmentos de grande velocidade da água e turbulência, seguidos ou intercalados por trechos de planalto ou planícies, onde surgem importantes ambientes lacustres adjacentes e sazonalmente conectados com a calha do rio principal.

Atualmente compreende-se um rio como um sistema contínuo, em que um compartimento é resultado tanto de suas próprias especificidades físicas, químicas e biológicas, como também é reflexo das condições ambientais do trecho a montante.

De maneira geral os sistemas fluviais podem ser divididos em três segmentos: crenal, ritral e potamal (Schafer, 1985), em que as zonas crenal e ritral são predominantemente heterotróficas, de fluxo rápido e com menor grau de trofia. A zona potamal, por sua vez, apresenta calha larga e profunda sobre trecho de baixa declividade e menor velocidade, em que os processos biológicos autóctones passam a prevalecer sobre a entrada de matéria orgânica, o que a torna autotrófica.

O rio Parnaíba teve sua zonação ecológica parcialmente alterada quando, em 1970, foi inaugurada a UHE Boa Esperança. Os reflexos desse rompimento podem ser sentidos nos trechos imediatamente a jusante da barragem, porém, são atenuados ao longo do curso, na medida em que outros tributários afluem ao rio Parnaíba.

Os cinco empreendimentos estudados pela CHESF - AHEs Ribeiro Gonçalves, Uruçuí, Cachoeira, Estreito e Castelhana, foram analisados de forma integrada no contexto da Área de Influência Indireta, no sentido de destacar melhor as semelhanças e diferenças entre os trechos a montante e a jusante de Boa Esperança, haja vista a homogeneidade entre os ambientes afetados pelos projetos de cada partição. Dessa forma, as informações sobre qualidade da água e comunidades aquáticas foram analisadas segundo esse agrupamento.

6.2.2. Procedimentos Metodológicos

O diagnóstico da Área de Influência Indireta dos aproveitamentos hidrelétricos estudados se baseou nas informações coletadas no contexto dos levantamentos para o diagnóstico ambiental da Área de Influência Direta. Os dados obtidos foram reordenados e analisados tendo por meta elaborar um panorama do trecho desde Ribeiro Gonçalves até Castelhana, comparando-se também os segmentos de bacia a montante da UHE Boa Esperança – composto por Ribeiro Gonçalves e Uruçuí – e os segmentos a jusante da UHE Boa Esperança – que engloba os trechos de Cachoeira, Estreito e Castelhana.

Nesse sentido, foram avaliadas as informações de qualidade da água e das comunidades aquáticas (limnologia) trançando, por meio dos principais indicadores, um perfil longitudinal a partir dos pontos de coleta localizados ao longo da calha do Parnaíba. Cabe destacar que a malha amostral de qualidade da água é representada por 26 estações de coleta, enquanto que as comunidades aquáticas compreendem 12 estações seqüenciais, de montante para

jusante, conforme esquematizado nas ilustrações gráficas. Para avaliar o comportamento das variáveis analisadas, destaca-se nesse perfil o ponto BES-R, situado no reservatório da UHE Boa Esperança, indicativo do ambiente lêntico amostrado na calha do rio Parnaíba.

A seguir, são descritos os principais resultados obtidos de qualidade da água, do fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos, macrófitas aquáticas, ictiofauna e recursos pesqueiros.

6.2.3. Qualidade da Água

Os ecossistemas fluviais tropicais têm suas características hidroquímicas e biológicas sazonalmente alteradas pela principal função de força do sistema - o ciclo hidrológico, marcado por um período de chuvas e seguido por outro de estiagem.

Durante o período chuvoso, as grandes vazões transportam elevada quantidade de compostos provenientes da bacia de drenagem. A concentração das variáveis químicas e biológicas é regida por esse regime hidrológico, pelas características físicas e químicas do solo, pela cobertura vegetal e pelo uso antrópico da terra.

A análise conjunta dos resultados obtidos em cada empreendimento permite traçar um panorama geral do rio Parnaíba desde Ribeiro Gonçalves até Castelhana. Conforme citado, os resultados analíticos foram ordenados na seqüência longitudinal de montante para jusante.

Um dos principais processos que caracterizam o período chuvoso é o transporte de sedimentos. Nessa época aumentam a concentração de sólidos suspensos e a turbidez da água. O **Gráfico 6.2.3-1** apresenta a variação longitudinal de sólidos suspensos no rio Parnaíba. A bacia de contribuição do trecho de Ribeiro Gonçalves contribuiu muito com o aporte de sólidos suspensos, provavelmente reflexo da expansão do cultivo de soja na região. O carreamento de sólidos reduziu consideravelmente em abril após o final da estação chuvosa. Uma pequena elevação pôde ser observada a partir do ponto CAS-05, localizado a montante de Amarante.

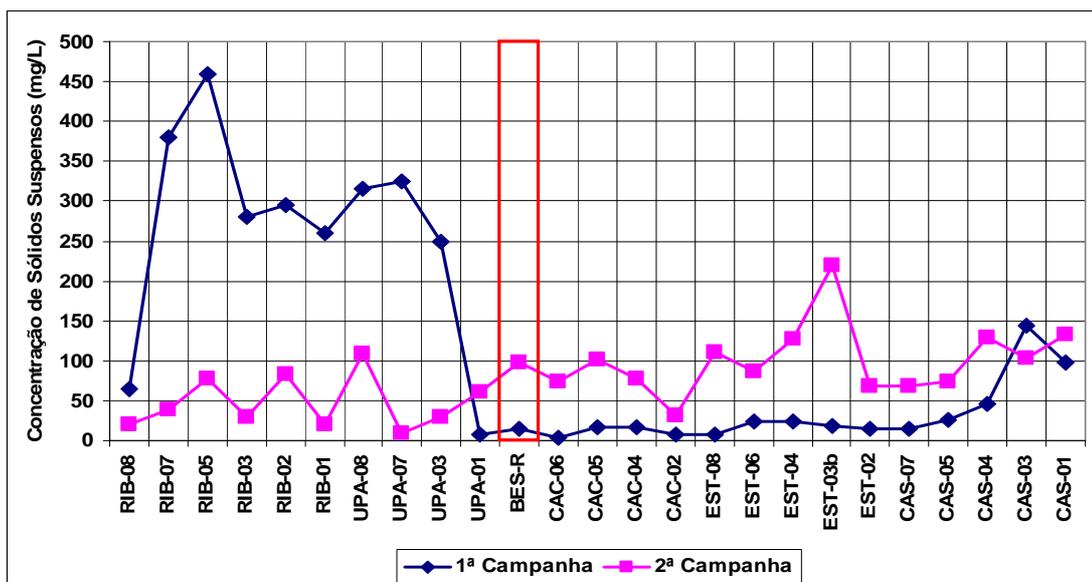


Gráfico 6.2.3-1 Variação Longitudinal de Sólidos Suspensos Totais no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

A concentração de sólidos em suspensão tem reflexo na turbidez da água, cuja variação longitudinal é apresentada no **Gráfico 6.2.3-2**. Os índices de turbidez foram mais reduzidos nas proximidades do reservatório de Boa Esperança (Ponto BES-R). Nova elevação foi percebida no trecho de Castelhana, a jusante de Amarante.

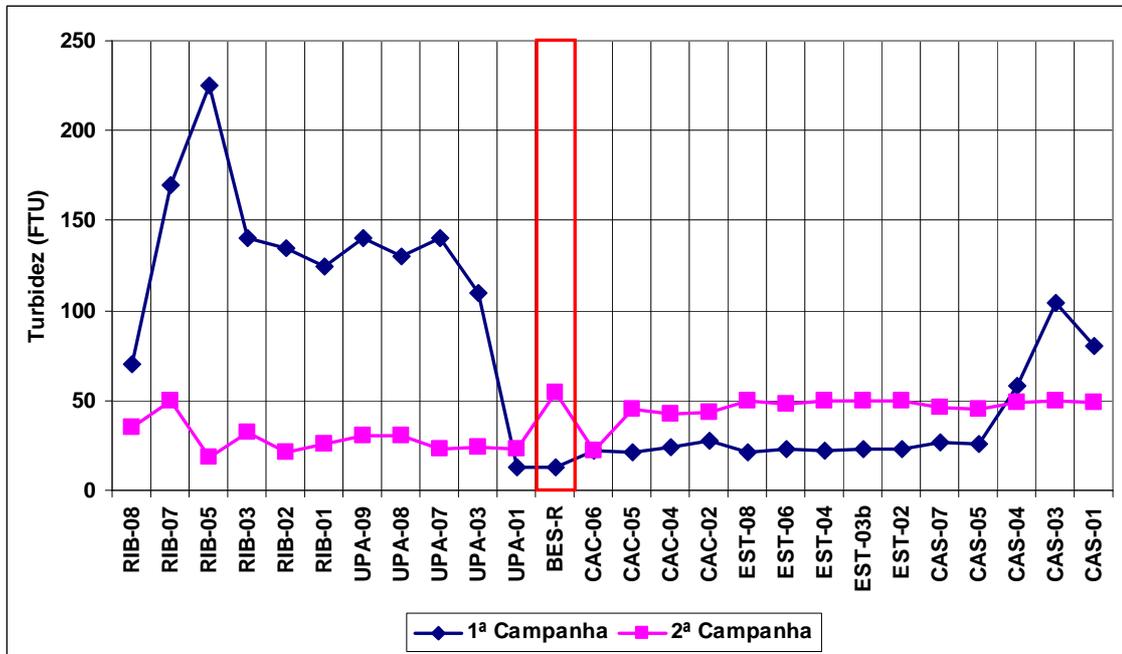


Gráfico 6.2.3-2 Variação Longitudinal de Turbidez no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

Encerrado o período chuvoso, houve considerável redução da turbidez a montante de Uruçuí (UPA-01), mas a oscilação ao longo do curso do rio reflete o período de vazante, entre a chuva e a seca.

Acoplado aos sedimentos está o fósforo, um dos mais importantes elementos determinantes do estado trófico dos ambientes aquáticos (**Gráfico 6.2.3-3**). Nos sistemas fluviais o fósforo está fortemente relacionado com a lixiviação dos solos. Durante o período chuvoso foram registradas elevadas concentrações de fósforo a montante do reservatório de Boa Esperança, nos trechos de Ribeiro Gonçalves e Uruçuí.

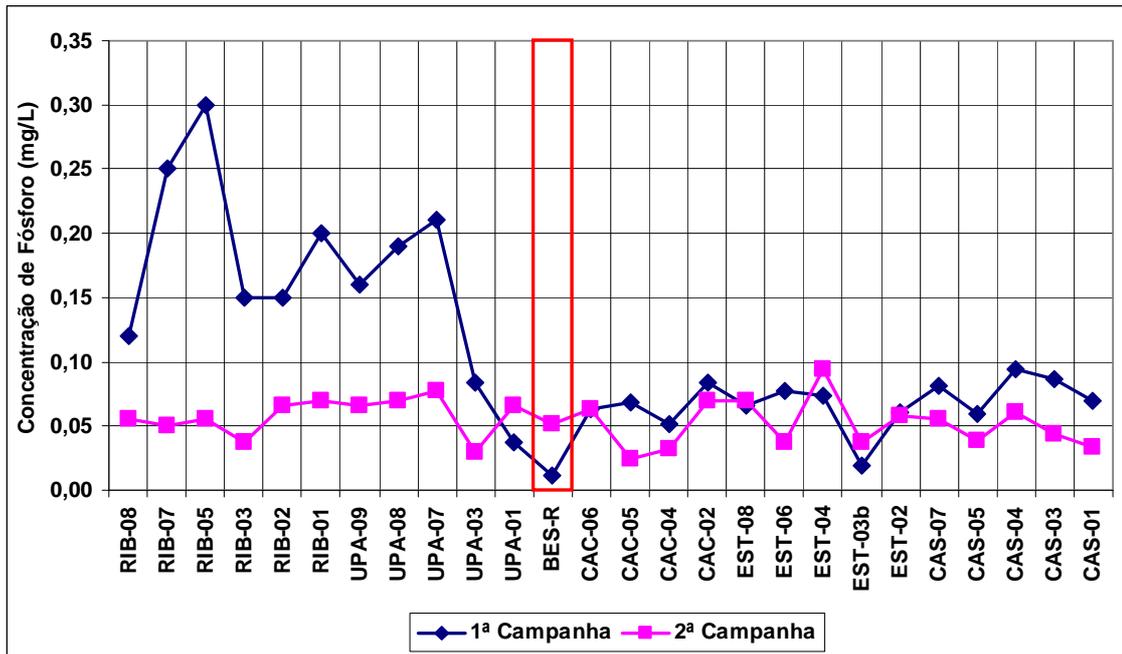


Gráfico 6.2.3-3 Variação Longitudinal de Fósforo Total no Rio Parnaíba, março e junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

A jusante da barragem a concentração de fósforo teve pouca oscilação, no mesmo patamar de variação ocorrido em março, e abaixo de 0,1 mg/L, limite de classe 2 estabelecido para ambientes lóticos, segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

O teor de cloretos nas águas do rio Parnaíba é consideravelmente mais alto que a concentração dos rios da maioria das bacias hidrográficas brasileiras. A variação de cloretos ao longo do rio Parnaíba teve uma variação oposta a dos sólidos suspensos durante a estação chuvosa, com concentrações destacadamente inferiores no trecho a montante de Boa Esperança (**Gráfico 6.2.3-4**). Os dados obtidos durante o período chuvoso sugerem que o aumento de cloretos a jusante de Boa Esperança deve estar relacionado com a lixiviação dos solos salinizados do semi-árido, cujos afluentes intermitentes alcançam o rio Parnaíba pela margem direita, nos trechos sob influência dos reservatórios de Cachoeira, Estreito e Castelhana.

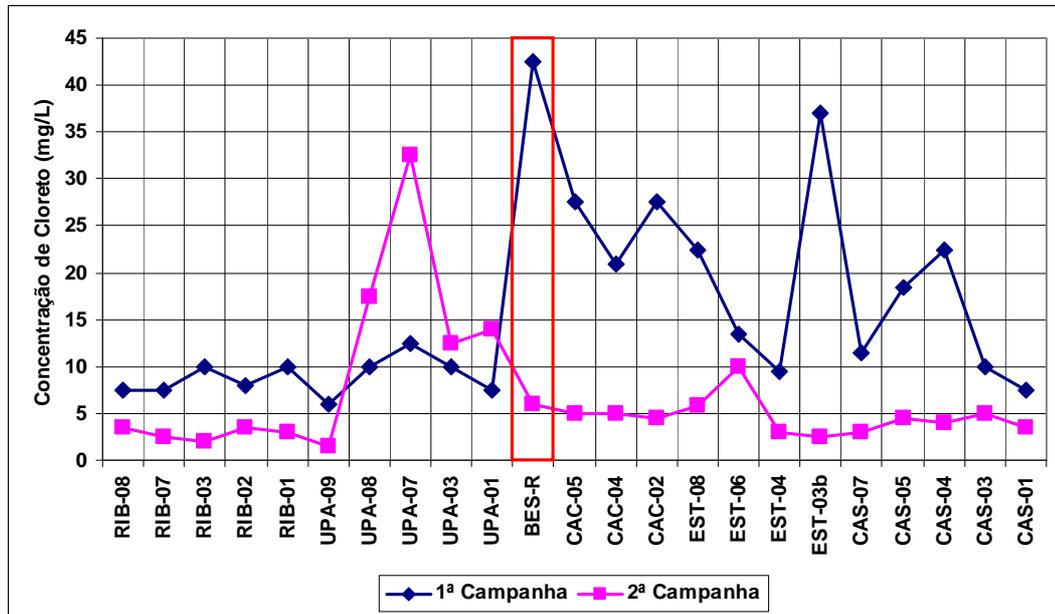


Gráfico 6.2.3-4 Variação Longitudinal de Cloretos no Rio Parnaíba, março e junho de 2009 (1ª e 2ª Campanha, respectivamente).

A condutividade da água é influenciada pelo incremento de sais ao longo do rio Parnaíba (**Gráfico 6.2.3-5**), mas não teve relação direta com a concentração de cloreto.

A homogeneidade da condutividade no Alto Parnaíba em ambas as coletas contrasta com o gradual aumento verificado em março. A condutividade reflete a concentração de sais dissolvidos na água, não apenas cloreto, e a tendência desta variável é aumentar durante o período seco, devido à menor vazão. Dois pontos se destacam na curva de condutividade no mês de abril: o próprio reservatório de Boa Esperança (BES-R) e a foz do rio Gurguéia, a montante de CAC-02.

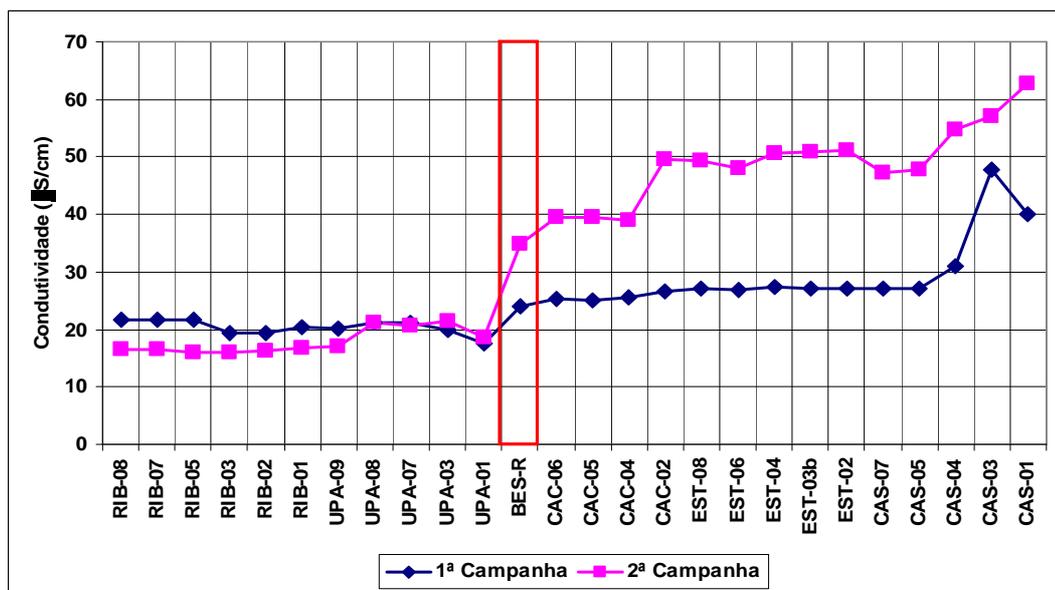


Gráfico 6.2.3-5 Variação Longitudinal de Condutividade Elétrica no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

A despeito da ocupação ao longo do rio Parnaíba, apenas o município de Floriano possui mais de cinquenta mil habitantes. A presença de coliformes termotolerantes pareceu obedecer a pulsos localizados, possivelmente devido à entrada de drenagens temporárias (**Gráfico 6.2.3-6**). Pelo menos cinco pulsos foram identificados, mas não se localiza a jusante dos núcleos urbanos situados às margens do rio Parnaíba, de modo que podem ser interpretados como lixiviação de áreas de pastagem. Essa variação foi fortemente atenuada em março.

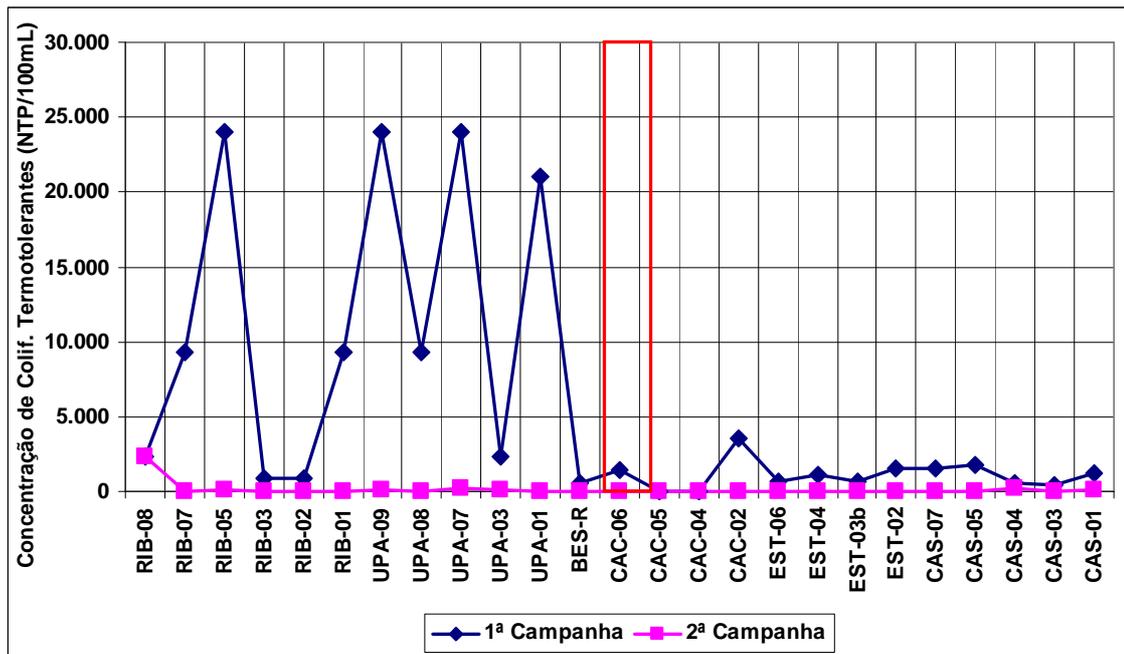


Gráfico 6.2.3-6 Variação Longitudinal de Coliformes Termotolerantes no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª Campanha, respectivamente).

O nitrogênio é um importante nutriente que pode estimular o crescimento de plantas e determinar o estado trófico dos ecossistemas aquáticos. No rio Parnaíba, no ciclo estudado, não foi detectada relação aparente das concentrações das formas nitrogenadas com o regime de vazões. Em ambientes plenamente oxigenados, as moléculas orgânicas nitrogenadas são rapidamente decompostas e o radical NH_4^+ é dissolvido na água. O nitrogênio amoniacal é oxidado a nitrato, passando rapidamente pelo estado intermediário, o nitrito, que é quimicamente instável. As fontes de nitrogênio orgânico podem ser tanto efluentes urbanos como material alóctone oriundo de áreas florestadas (serrapilheira) ou áreas desmatadas para uso antrópico. O nitrogênio amoniacal pode ter como origem os esgotos domésticos e também os fertilizantes amplamente utilizados na agricultura mecanizada.

Apesar da ausência de relação com o ciclo hidrológico, o nitrogênio orgânico (**Gráfico 6.2.3-7**) apresentou picos de concentração nos dois extremos do curso do rio Parnaíba. No trecho de Ribeiro Gonçalves as altas concentrações podem estar relacionadas com a expansão agrícola, enquanto que no trecho impactado pelo AHE Castelhana as fontes podem ter origem antrópica, provenientes das cidades de Amarante, São Francisco do Maranhão e Palmeirais.

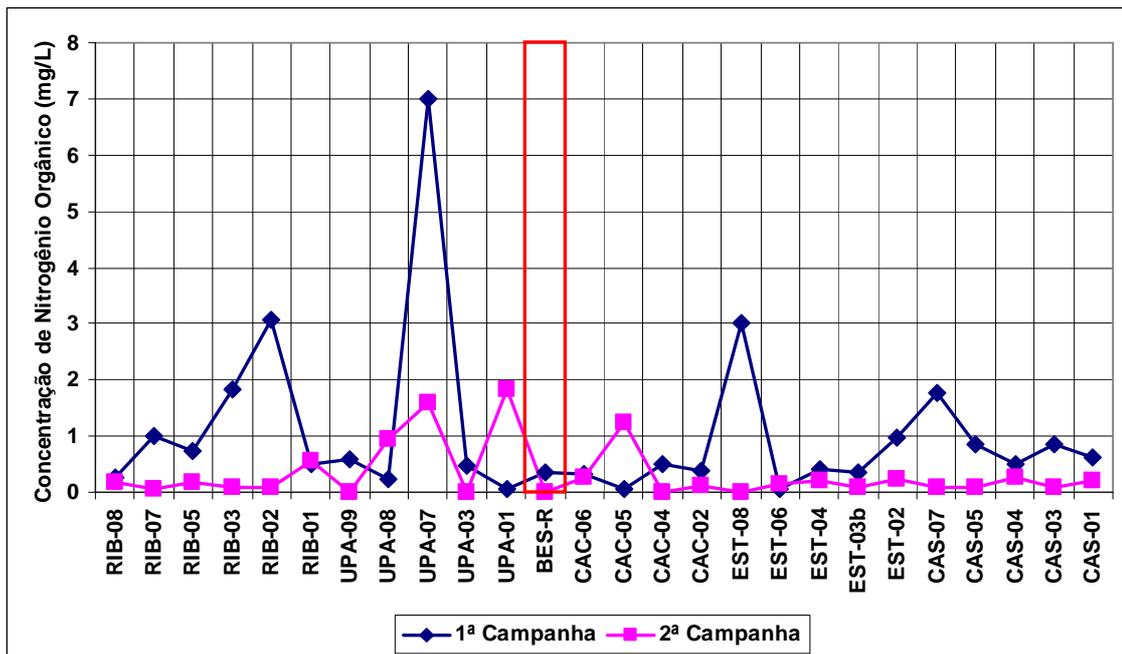


Gráfico 6.2.3-7 Variação Longitudinal de Nitrogênio Orgânico no Rio Parnaíba, março e junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

O nitrogênio amoniacal (**Gráfico 6.2.3-8**) apresentou a mesma distribuição e pode ter origem semelhante à do nitrogênio orgânico.

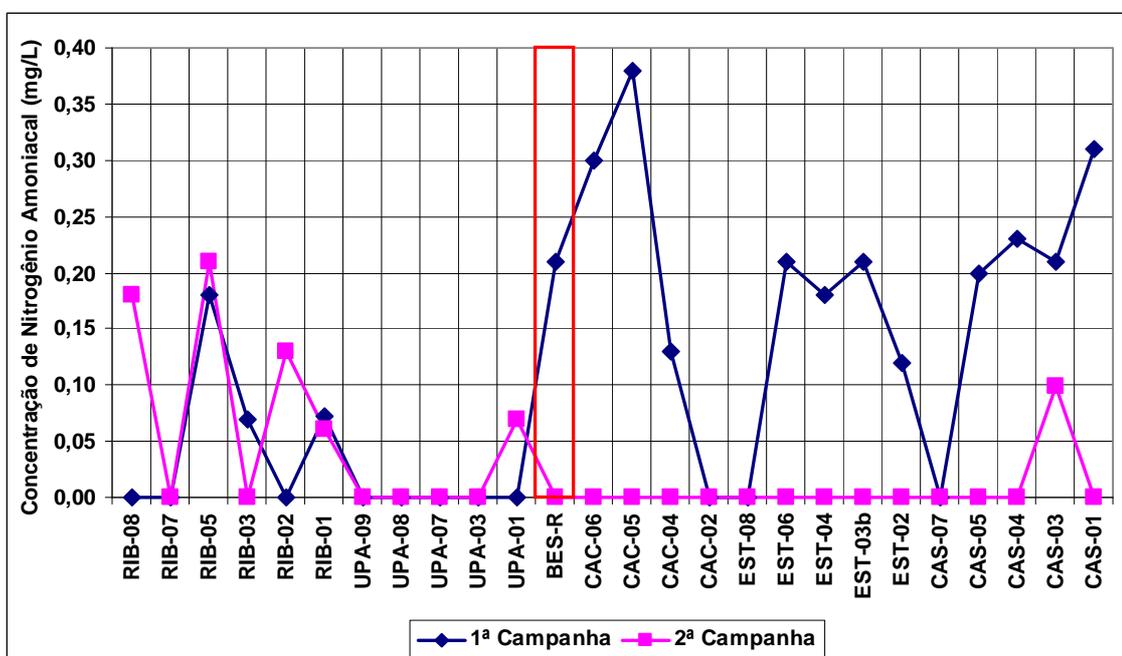


Gráfico 6.2.3-8 Variação Longitudinal de Nitrogênio Amoniacal no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

Entretanto a variação do nitrato apresentou um padrão oposto ao das formas reduzidas de nitrogênio (**Gráfico 6.2.3-9**). Concentrações mais elevadas tendem a ser encontrada a montante de Boa Esperança, ocorrendo um pico mais pronunciado no ponto UPA-07 na primeira campanha. Aparentemente há uma correspondência com as concentrações de cloreto, mas não é possível identificar fontes de nitrato na bacia de drenagem do Semi-Árido, ao menos até o momento.

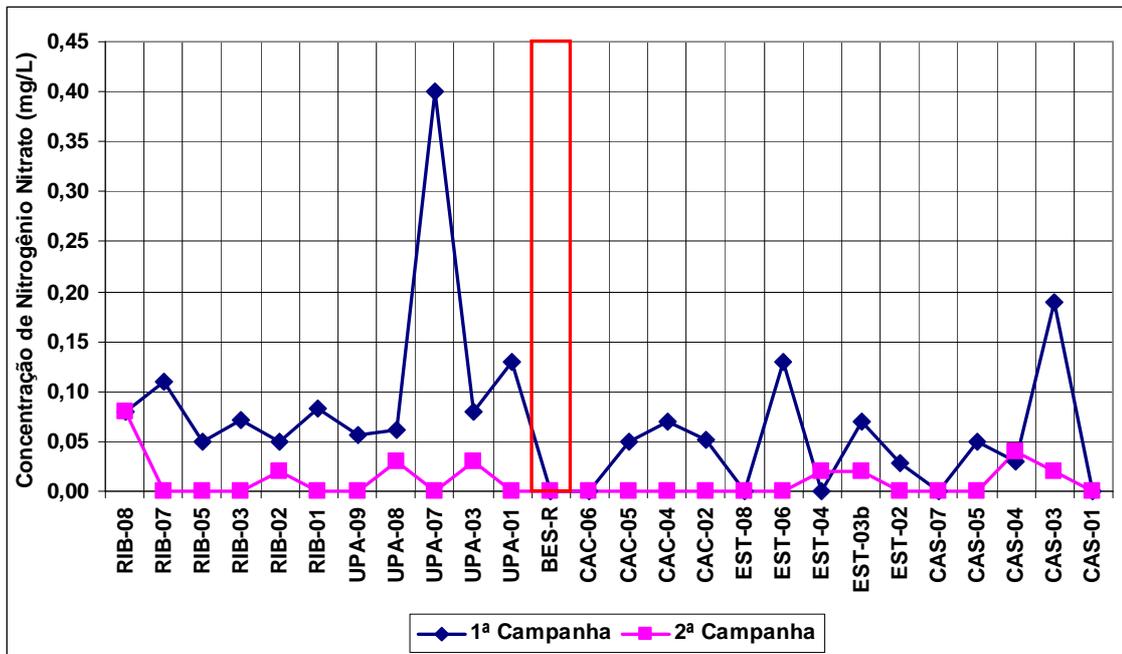


Gráfico 6.2.3-9 Variação Longitudinal de Nitrato no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

Outro caso é a variação do nitrito que apresentou um padrão diferente das demais formas de nitrogênio (**Gráfico 6.2.3-10**). A presença de nitrogênio na forma de nitrito ocorreu em pontos espaçados com maior frequência na 1ª campanha (março/2009). Em ambientes bem oxigenados, os produtos amoniacais são rapidamente convertidos a nitritos, que são extremamente instáveis no ambiente e, em seguida, a nitratos, elementos conservativos facilmente assimilados pelos organismos autótrofos (algas e vegetais em geral).

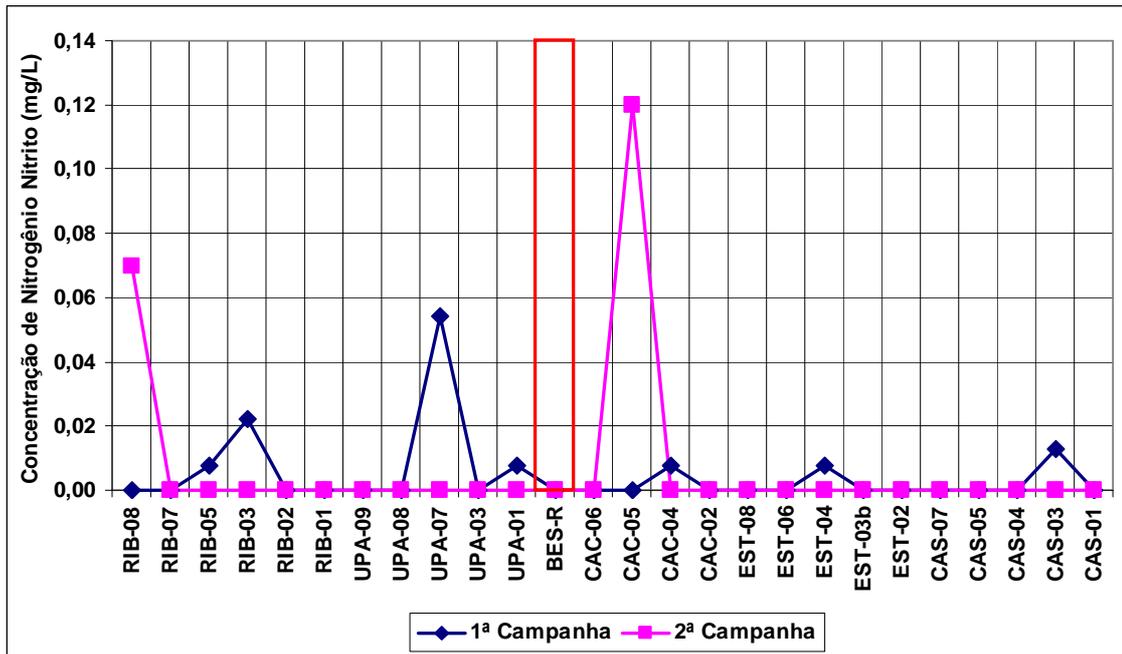


Gráfico 6.2.3-10 Variação Longitudinal de Nitrito no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

A influência do pH nos ecossistemas aquáticos naturais ocorre diretamente sobre os aspectos fisiológicos dos organismos ou, indiretamente, contribuindo para a precipitação dos elementos químicos e na toxicidade de compostos diversos. Os valores de pH da 2ª campanha (junho/2009) são menores que os da 1ª campanha (março/2009), especialmente a montante do município de Ribeiro Gonçalves (**Gráfico 6.2.3-11**). Por muitas vezes os pontos amostrais apresentam pH inferior (mais ácidos) ao permitido para águas classe 2 (Resolução CONAMA 357/05), devido provavelmente às características geológicas naturais da região.

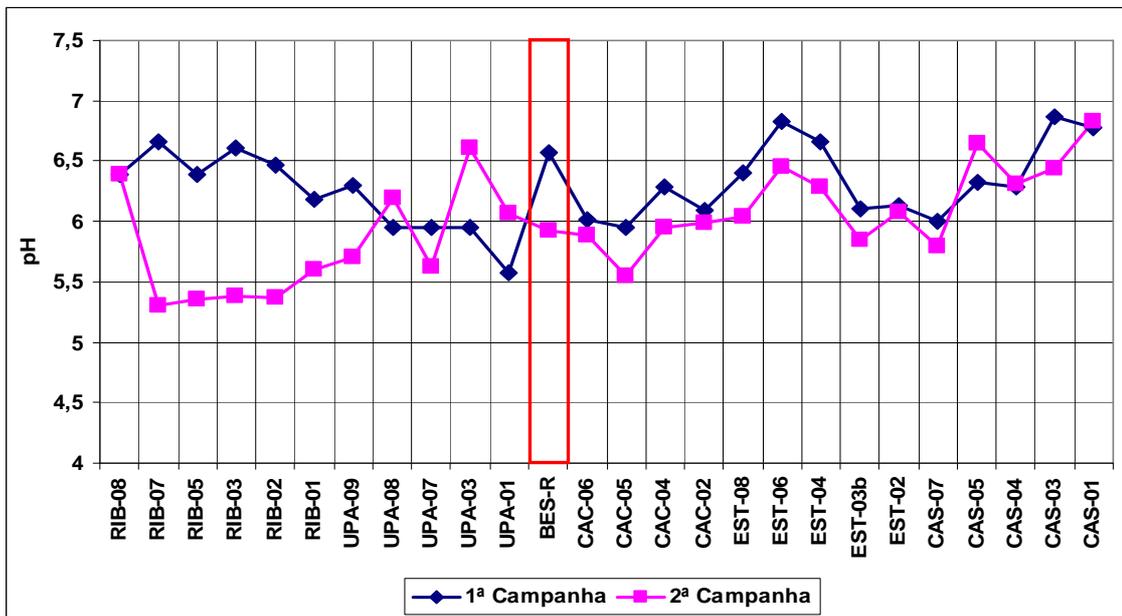


Gráfico 6.2.3-11 Variação Longitudinal do pH no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

O oxigênio dissolvido (OD) é uma condicionante nas reações biológicas em ambientes aquáticos. Durante as campanhas de campo, observou-se uma diminuição do teor de oxigênio dissolvido logo a jusante da Usina de Boa Esperança. Esta condição é devida à cota da tomada d'água da casa de força, que capta água a certa profundidade do reservatório, onde a concentração do oxigênio dissolvido é ligeiramente inferior da observada na superfície da água. Contudo, o ambiente retorna à normalidade nas proximidades do município de Floriano e a jusante da confluência com o rio Gurgueia (Gráfico 6.2.3-12).

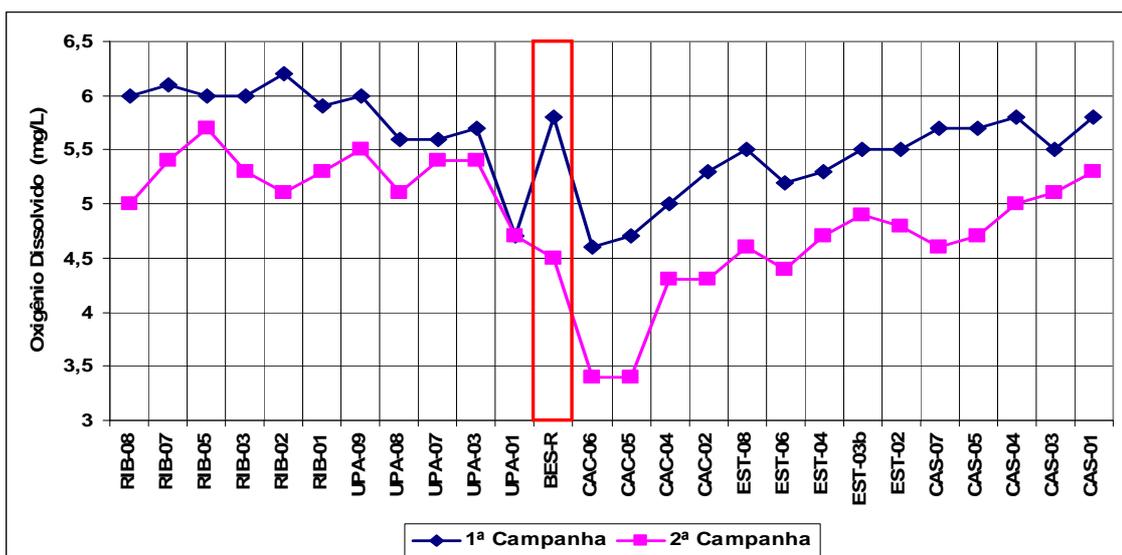


Gráfico 6.2.3-12 Variação longitudinal do Oxigênio Dissolvido (OD) no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

As temperaturas da água no rio Parnaíba durante o período das campanhas de monitoramento variaram de 26 °C até 32 °C, atingindo seu ápice no reservatório da usina de Boa Esperança. Tal fato é explicado devido ao aumento do espelho d'água que atua como um anteparo para a radiação solar, além de influenciar na redução da velocidade de escoamento que diminui as trocas de calor com a atmosfera e com camadas d'água mais profundas. (Gráfico 6.2.3-13)

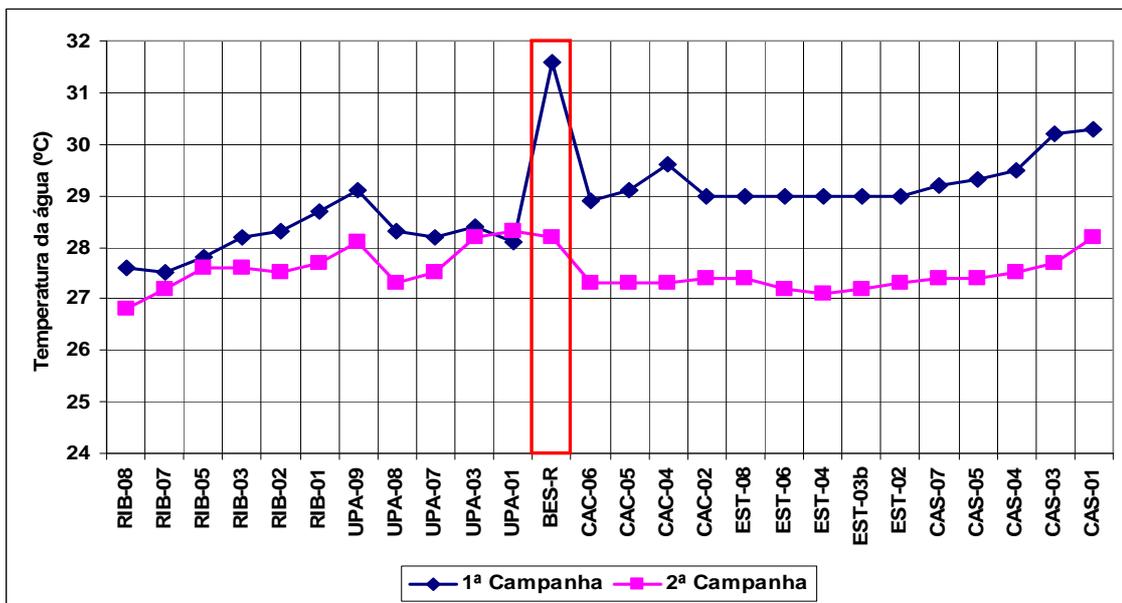


Gráfico 6.2.3-13 Variação Longitudinal da Temperatura no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

Os resultados obtidos durante os estudos para o diagnóstico ambiental da bacia do Parnaíba produziram um panorama consistente das características geoquímicas da região, que refletiram nas condições de qualidade da água. Os dados revelam um ambiente frágil, cujo manejo inapropriado poderá repercutir negativamente na qualidade ambiental dos futuros reservatórios. Os trechos de Ribeiro Gonçalves aparentemente encontram-se sob influência do desmatamento das áreas de Cerrado para a plantação de soja entre outros cultivos. No extremo oposto, o trecho do reservatório de Castelhana tem indícios de impacto das áreas urbanas de Amarante, São Francisco do Maranhão e Palmeirais.

Por outro lado, os dados mostram que o reservatório de Boa Esperança tem influência sobre a qualidade da água a jusante da barragem e atenua os impactos da ocupação humana na bacia a montante, especialmente no tocante ao transporte de sedimentos e de fósforo.

6.2.4. Fitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica reúne organismos microscópicos que vivem nas camadas superficiais das águas, deslocando-se com a correnteza. Fazem parte dessa comunidade as algas e as cianobactérias, um dos grupos autotróficos mais primitivos, antes denominados algas azuis.

Os organismos que fazem parte da comunidade fitoplanctônica realizam fotossíntese, exercendo no ambiente aquático papel similar ao das plantas no ambiente terrestre.

Algumas espécies de cianobactérias podem assimilar diretamente do ar o gás nitrogênio, de forma que o fósforo é o principal fator limitante ao seu desenvolvimento, sobretudo em ambientes lênticos, que são caracterizados pela baixa velocidade de corrente e pela zona eufótica mais pronunciada.

O levantamento dos organismos planctônicos em todas as estações amostradas nas duas campanhas, considerando os cinco empreendimentos e o reservatório de Boa Esperança, aponta a presença de 218 táxons distribuídos em nove classes taxonômicas: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Cyanobacteria, Dinophyceae, Euglenophyceae, Zygnemaphyceae e Xanthophyceae, conforme a **Tabela 6.2.4-1**.

Tabela 6.2.4-1 Número de Táxons de Fitoplâncton Identificados na All dos Aproveitamentos Estudados.

Divisão	Táxons
Zygnemaphyceae	63
Chlorophyceae	48
Bacillariophyceae	45
Euglenophyceae	34
Cyanobacteria	18
Dinophyceae	3
Chrysophyceae	3
Cryptophyceae	3
Xanthophyceae	1

Nesse inventário, as classes que mais contribuíram para a riqueza específica foram Zygnemaphyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Euglenophyceae.

Dentre essas, destacaram-se as zignemafíceas, algas encontradas em grande variedade nos ambientes aquáticos de águas límpidas, habitando preferencialmente em corpos d'água oligotróficos, porém, algumas espécies se desenvolvem em águas com maior nível de eutrofização. A presença de diversas espécies pertencentes à essa classe indica que o trecho amostrado não sofre influências antrópicas significativas, como introdução de despejos industriais ou produtos resultantes de atividades de extração de minério.

A diversidade de táxons identificados é justificada pela variedade de ambientes vistoriados, que incluiu o rio Parnaíba, seus afluentes, o reservatório de Boa Esperança e lagoas marginais tanto do Alto (AHEs Ribeiro Gonçalves e Uruçuí) quanto do Médio Parnaíba (AHEs Cachoeira, Estreito e Castelhana). A participação relativa das divisões taxonômicas é apresentada a seguir no **Gráfico 6.2.4-1**.

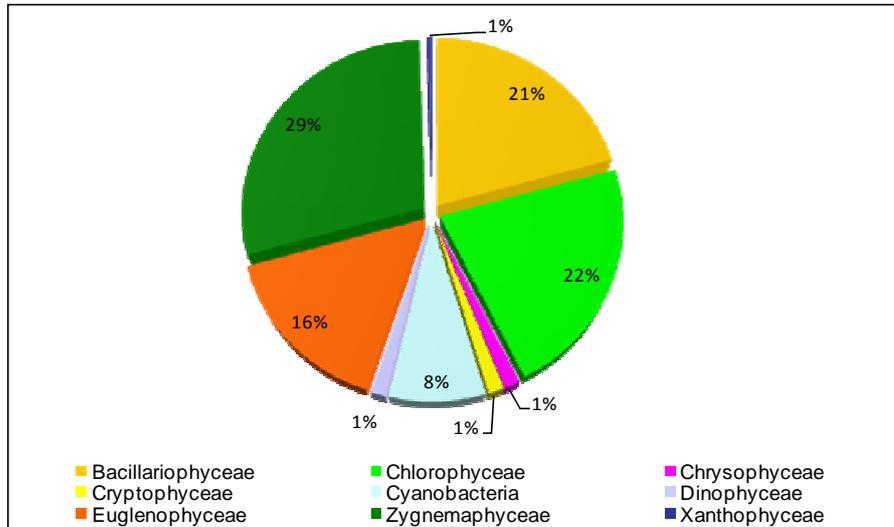


Gráfico 6.2.4-1 Participação Relativa das Divisões Taxonômicas na Composição do Fitoplâncton

A variação longitudinal (de montante para jusante) entre as comunidades fitoplanctônicas de montante para jusante no rio Parnaíba (**Gráfico 6.2.4-2**) evidenciou no trecho inicial (Alto Parnaíba) uma baixa riqueza de táxons, especialmente onde se inserem os AHEs Ribeiro Gonçalves e Uruçuí. A alta velocidade de corrente, além do predomínio de águas ácidas que caracterizam esses rios e os elevados níveis de turbidez registrados na primeira campanha constituíram fatores limitantes ao desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica.

Nota-se uma tendência de incremento de algas a partir do reservatório de Esperança (BES-R), ambiente lântico, cujas características hidrodinâmicas, aliada à maior incidência da luz solar na coluna d'água, favorecem o desenvolvimento do fitoplâncton.

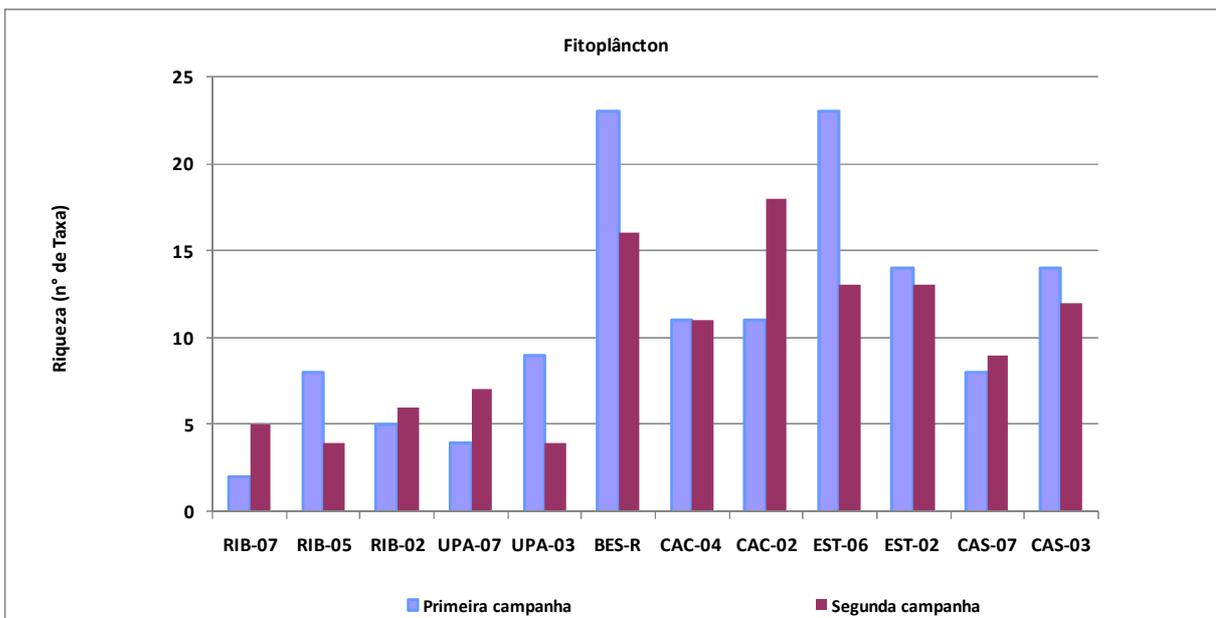


Gráfico 6.2.4-2 Riqueza de táxons do Fitoplâncton no rio Parnaíba - Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

A **Tabela 6.2.4-2** apresenta a relação de táxons identificados com frequência igual ou superior a 50%. Dentre esses se destacam *Chlorella vulgaris* (Chlorophyceae), *Trachelomonas volvocina* (Euglenophyceae), *Aulacoseira granulata*, *Eunotia sp1.* (Bacillariophyceae), *Cryptomonas erosa* (Cryptophyceae). Essas algas foram identificadas em pelo menos três dos cinco empreendimentos projetados no rio Parnaíba. O gênero *Cryptomonas* (Cryptophyceae) enquadra-se como uma C-estrategista, adaptado a ambientes com alta turbulência e alta concentração de nutrientes. Segundo Branco (1986, op. citado), as algas do gênero *Trachelomonas* têm carapaça formada quase exclusivamente por hidróxido de ferro e manganês, sendo indicadores também de precipitação desses elementos em sistemas aquáticos.

As bacilariofíceas inventariadas nas campanhas de amostragem (março e junho de 2009) foram predominantemente da subclasse Penatae, e a espécie *Aulacoseira granulata* – pertence à subclasse cêntrica. *Aulacoseira* é muito comum em ambientes lóticos e em lagos e reservatórios durante os períodos de ausência de estratificação térmica.

Tabela 6.2.4-2 Táxons de Fitoplâncton com Frequência Maior ou Igual a 50% na All dos Aproveitamentos Estudados.

Classes	Táxons	RIB	URU	CAC	EST	CAS
Cyanobacteria	<i>Microcystis aeruginosa</i>			X		
	<i>Oscillatoria sp.</i>					X
Chlorophyceae	<i>Chlorella vulgaris</i>		X	X		X
	<i>Coelastrum microporum</i>			X		
	<i>Chlorococcum infusionum</i>		X			
	<i>Choricystis cylindracea</i>		X			
	<i>Monoraphidium tortile</i>		X		X	
	<i>Pediastrum duplex</i>					X
	<i>Pediastrum sp.</i>					X
	<i>Pediastrum simplex</i>					X
	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>					X
	Euglenophyceae	<i>Euglena acus</i>		X		X
<i>Euglena sp.</i>			X	X		X
<i>Euglena splendens</i>			X			
<i>Euglena velata</i>			X			
<i>Phacus ovum</i>						X
<i>Strombomonas ovalis</i>					X	
<i>Strombomonas sp1.</i>					X	
<i>Trachelomonas oblonga</i>					X	X
Bacillariophyceae	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>		X			
	<i>Trachelomonas volvocina</i>	X	X	X	X	X
	<i>Aulacoseira granulata</i>			X	X	X
	<i>Achnanthes sp.</i>	X				
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>					X
	<i>Cymbella sp1.</i>	X				
	<i>Eunotia sp1.</i>	X	X		X	
	<i>Gomphonema parvulum</i>					X
	<i>Gyrosigma spenceri</i>					X
	<i>Navicula sp1.</i>		X		X	

Cont.

Tabela 6.2.4-2 Táxons de Fitoplâncton com Frequência Maior ou Igual a 50% na All dos Aproveitamentos Estudados.

Classes	Táxons	RIB	URU	CAC	EST	CAS
	<i>Navicula</i> sp2.		X			
	<i>Nitzschia</i> palea		X			
	<i>Nitzschia</i> sp1.					X
	<i>Stauroneis</i> sp.		X			
	<i>Synedra</i> radians		X			
	<i>Synedra</i> radians				X	
	<i>Synedra</i> sp.					X
	<i>Synedra</i> ulna			X		
Cryptophyceae	<i>Cryptomonas</i> erosa		X	X	X	X
	<i>Cryptomonas</i> pyrenoidifera		X			
Zygnemaphyceae	<i>Closterium</i> sp.				X	
	<i>Euastrum</i> sp1.				X	
	<i>Mougeotia</i> sp.				X	
	<i>Staurastrum</i> leptocladum			X	X	
Dinophyceae	<i>Peridinium</i> sp1.			X	X	

As cianobactérias são as algas que despertam maior preocupação em relação aos impactos ambientais resultantes da construção de reservatórios. Algumas espécies, quando proliferam em grande quantidade, podem liberar compostos potencialmente tóxicos no ambiente aquático, devendo ser monitoradas com regularidade, especialmente nos mananciais destinados ao abastecimento público.

Os estudos atuais revelaram, na All dos empreendimentos previstos no rio Parnaíba, baixa diversidade e densidade de cianobactérias, porém, destaca-se a presença de *Microcystis aeruginosa* nas áreas do AHE Cachoeira e Castelhana, provavelmente oriundo do reservatório de Boa Esperança. Essa espécie é potencialmente tóxica, mas sua presença em reservatórios é normal, desde que em baixas concentrações. O crescimento excessivo dessa espécie indica presença de fontes poluidoras na bacia hidrográfica.

A densidade da comunidade fitoplanctônica variou longitudinalmente, com concentrações algais mais elevadas no reservatório Boa Esperança e nos trechos analisados a jusante desse reservatório (**Gráfico 6.2.4-3**).

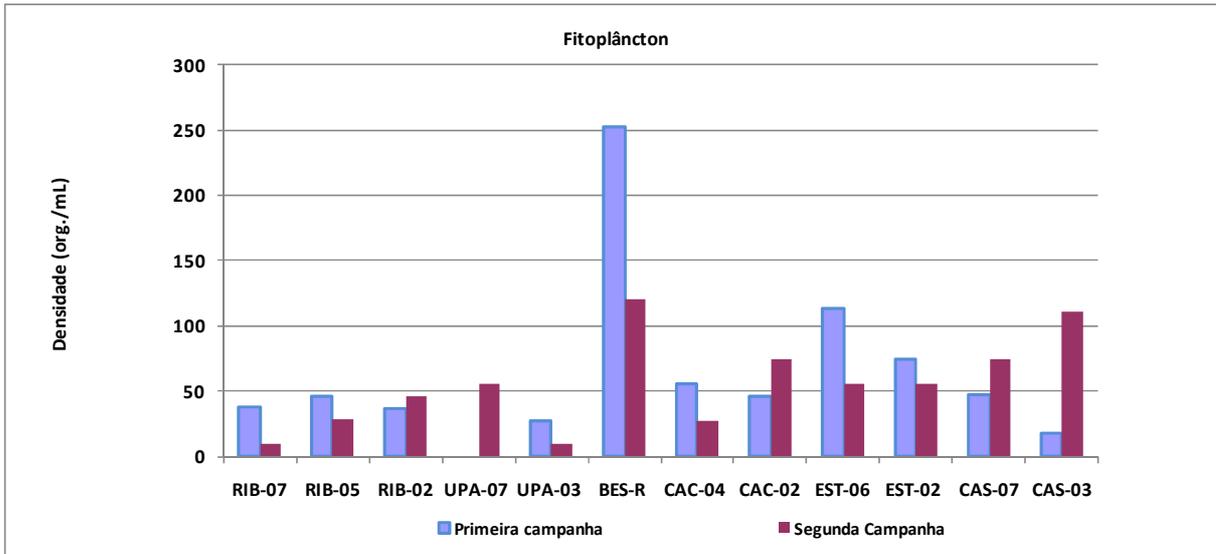


Gráfico 6.2.4-3 Densidade do Fitoplâncton (org./mL) no Rio Parnaíba - Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

A comunidade fitoplanctônica, portanto, não indicou sinais de poluição no curso do rio Parnaíba. Contudo, deve-se salientar que o período amostrado foi fortemente influenciado pelas intensas precipitações que caracterizaram as campanhas de amostragem. Conforme citado, o grande volume de água dos rios, a forte correnteza e a elevada turbidez da água são fatores limitantes para o desenvolvimento de comunidades planctônicas.

6.2.5. Zooplâncton

O zooplâncton desempenha papel relevante nos ambientes aquáticos, pois representa o elo na cadeia alimentar entre o fitoplâncton e outros animais. Nos sistemas aquáticos continentais (como lagos, rios e reservatórios) o zooplâncton é representado por quatro grupos taxonômicos principais: os protozoários, rotíferos, cladóceros e copépodes.

O levantamento dos organismos zooplanctônicos realizado nos cinco empreendimentos projetados na bacia do rio Parnaíba, e do ponto amostrado na UHE Boa Esperança, indica a presença de 146 táxons, pertencentes aos seguintes grupos taxonômicos: Filo Rotifera - Classe Digononta e Monogononta, Filo Arthropoda - Classe Insecta, Classe Arachnida; Subfilo Crustacea- Subordem Cladocera, Ordem Cyclopoida, Ordem Calanoida, Subordem Hydracarina, Ordem Harpacticoida, Classe Ostracoda, Ordem Amphipoda, Filo Annelida, Filo Mollusca, Filo Nematoda, Filo Tardigrada e Filo Protozoa (**Tabela 6.2.5-1**).

Os rotíferos constituíram o grupo mais especioso nas campanhas realizadas nos meses março e junho de 2009 (**Gráfico 6.2.5-1**). Várias pesquisas realizadas na América do Sul revelam os rotíferos como o grupo de maior riqueza específica do zooplâncton (Paggi & José de Paggi, 1990, Lansac -Tôha et al., 1997).

Esses seres possuem hábito filtrador alimentando-se de bactérias, de pequenas algas e de matéria orgânica particulada. Caracterizam-se por ter um ciclo de vida curto, resultando em uma taxa de renovação populacional elevada, o que representa uma vantagem competitiva frente a condições de instabilidade do meio aquático, pois a comunidade se adapta mais rapidamente a mudanças nos regimes hídricos e às alterações na qualidade da água.

Tabela 6.2.5-1 Número de táxons de Zooplâncton Identificados na All dos Aproveitamentos Estudados.

Composição Taxonômica		Nº de táxons
Filo ROTIFERA	Classe Digononta	1
	Classe Monogononta	80
Filo ARTHROPODA	Classe Insecta	8
	Classe Arachnida	1
Subfilo Crustacea	Subordem Cladocera	20
	Ordem Cyclopoida	11
	Ordem Calanoida	5
	Subordem Hydracarina	1
	Ordem Harpacticoida	1
	Classe Ostracoda	2
	Ordem Amphipoda	1
Filo ANNELIDA		1
Filo MOLLUSCA		1
Filo NEMATODA		1
Filo TARDIGRADA		1
Filo PROTOZOA		11

Alguns organismos, tais como as larvas de insetos, ácaros, anelídeos, moluscos, nematódeos e tardígrados, que vivem associados ao fundo ou à vegetação aquática (enraizada ou flutuante) foram registrados nas amostras planctônicas durante as campanhas realizadas, devido, entre outros fatores, ao deslocamento e mistura de água pelos ventos, correntes e descargas de rios. A presença de moluscos e turbelários entre os componentes zooplânctônicos é uma indicação também da correnteza dos rios sobre as comunidades marginais, cuja força das águas promove o arraste de organismos de hábitos bentônicos ou perifíticos.

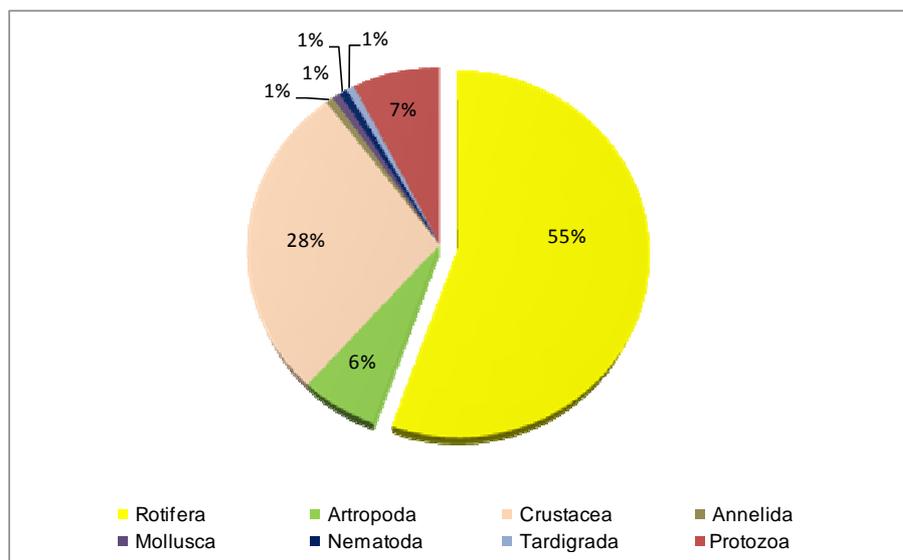


Gráfico 6.2.5-1 Participação Relativa das Divisões Taxonômicas na Composição do Zooplâncton

Em relação à variação longitudinal nos trechos analisados ao longo do rio Parnaíba foram registradas maiores riqueza de táxons no reservatório de Boa Esperança (BES-R) e no Ponto CAS-03, a jusante da cidade de Palmeirais (**Gráfico 6.2.5-2**).

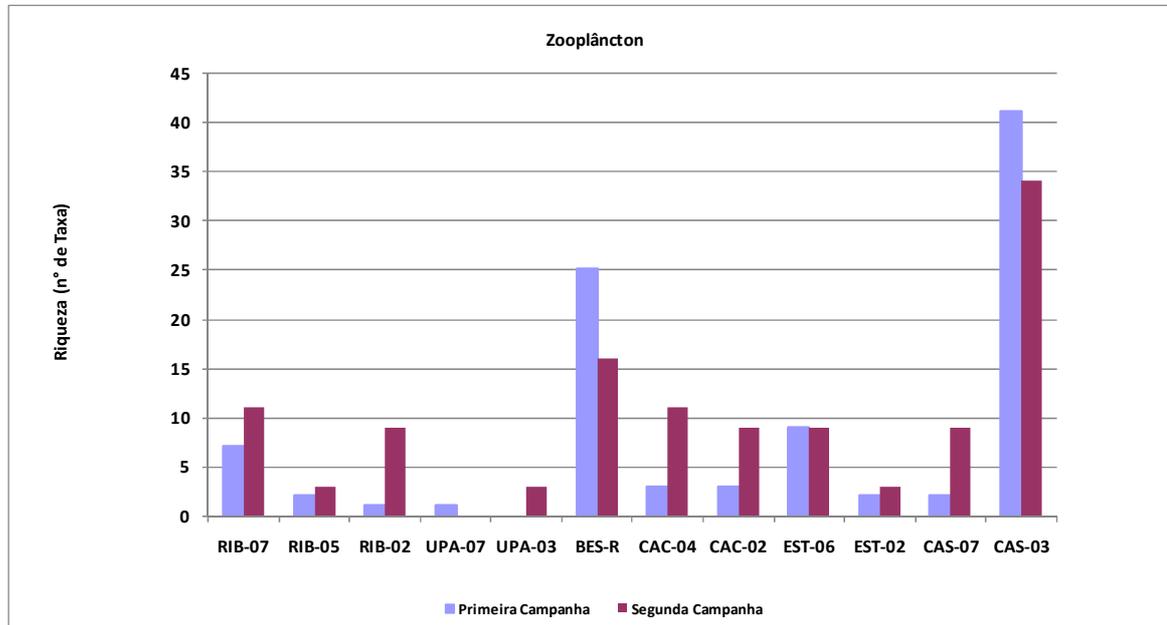


Gráfico 6.2.5-2 Riqueza de táxons do Zooplâncton no Rio Parnaíba - Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

No sentido de apontar a contribuição dos ambientes marginais para a riqueza de espécies de zooplâncton, representou-se no **Gráfico 6.2.5-3** o número de táxons registrado, em ambas as campanhas, nos pontos de coleta amostrados em sistemas lênticos.

Verifica-se que a riqueza dos ambientes laterais é consideravelmente maior que a calha fluvial do rio Parnaíba. Esses dados reforçam a importância de lagoas marginais e de áreas alagáveis para a manutenção da diversidade das espécies ícticas. Rios são, via-de-regra, ambientes heterotróficos, com uma pequena biomassa de produtores e grande biomassa de decompositores, detritívoros ou consumidores primários. Apesar das limitações para a produção primária, os elos consumidores intermediários se desenvolvem a partir da disponibilidade de matéria orgânica proveniente das margens ou de ambientes sazonalmente alagáveis.

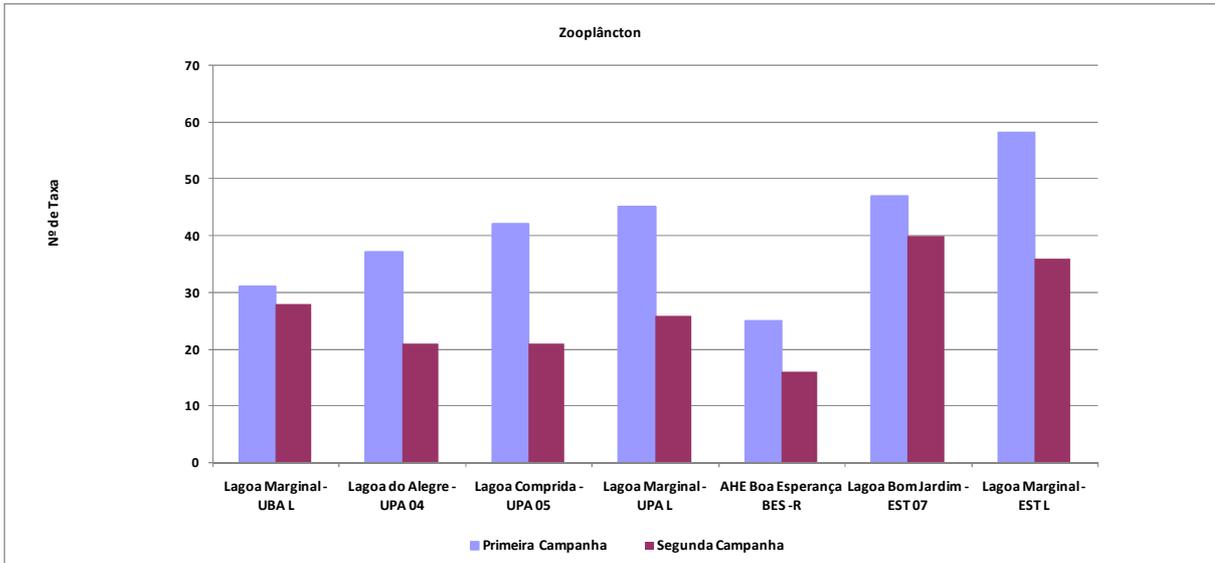


Gráfico 6.2.5-3 Riqueza de táxons dos Ambientes Lênticos nas ALL dos Aproveitamentos Estudados - Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

O **Gráfico 6.2.5-4** indica a variação longitudinal de densidade (org./m³) de organismos zooplancônicos no Alto e Médio Parnaíba, mostrando maiores valores no reservatório de Boa Esperança. Registra-se uma nítida redução na densidade de organismos nos trechos analisados a montante e jusante desse reservatório. Esse resultado pode estar associado não somente à mudança ambiental de condições lênticas para lólicas, mas também à combinação de certos fatores como a elevada turbidez e a velocidade de correnteza que caracterizou principalmente a primeira campanha (março/2009).

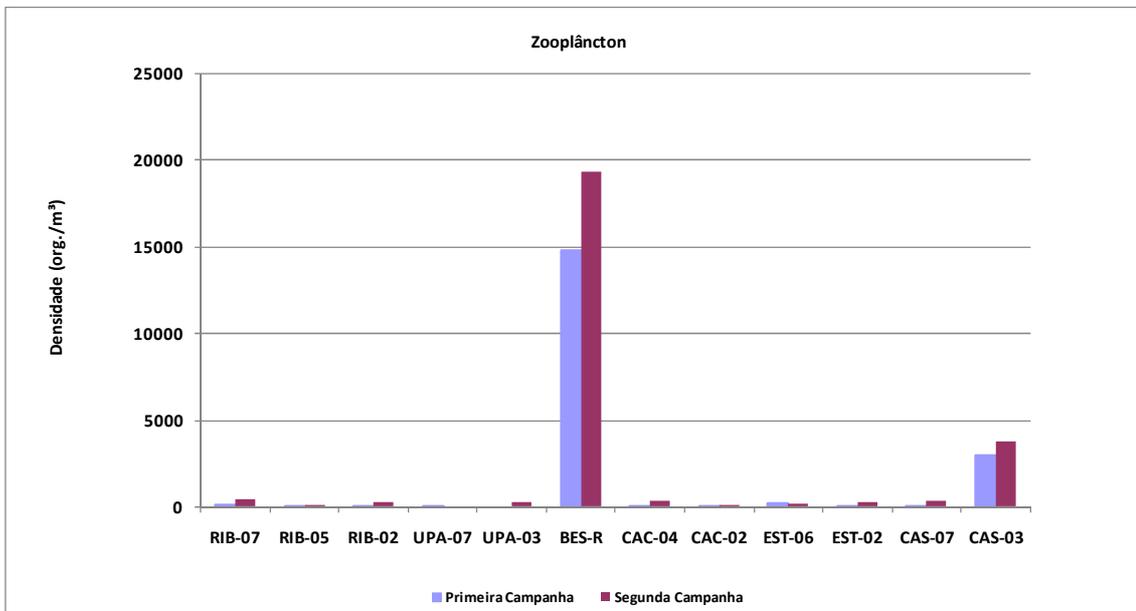


Gráfico 6.2.5-4 Densidade do Zooplâncton (org./m³) no Rio Parnaíba - Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente)

6.2.6. Macroinvertebrados Bentônicos

A comunidade bentônica compreende organismos de vários níveis tróficos, formando importante elo na teia alimentar dos sistemas aquáticos, no qual transferem energia obtida a partir de vários níveis tróficos para inúmeras espécies de peixes e de aves.

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos de águas continentais são dominadas por insetos aquáticos, com grande diversidade em rios e riachos. As ordens Díptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, e Odonata constituem a maior porcentagem da biomassa, ocorrendo também a contribuição de outros grupos importantes como moluscos, anelídeos e crustáceos (Tundisi & Tundisi, 2008).

O levantamento dos organismos bentônicos indica a presença no ambiente estudado de 99 táxons, considerando os cinco empreendimentos e o reservatório de Boa Esperança. Esses organismos são representantes dos seguintes grupos taxonômicos: Filo Arthropoda: Classe Insecta, Classe Arachnida; Classe Malacostraca; Filo Mollusca: Classe Bivalvia, Classe Gastropoda; Filo Annelida: Classe Oligochaeta, Classe Hirudinea e Filo Nematoda, conforme a **Tabela 6.2.6-1**.

Tabela 6.2.6-1 Número de táxons de Macroinvertebrados Bentônicos Identificados na All dos Aproveitamentos Estudados.

Grupo	Número de táxons
Filo ARTHROPODA	
Classe Insecta	90
Classe Arachnida	3
Classe Malacostraca	1
Filo MOLLUSCA	
Classe Bivalvia	1
Classe Gastropoda	1
Filo ANNELIDA	
Classe Hirudinea	1
Classe Oligochaeta	1
Filo NEMATODA	1

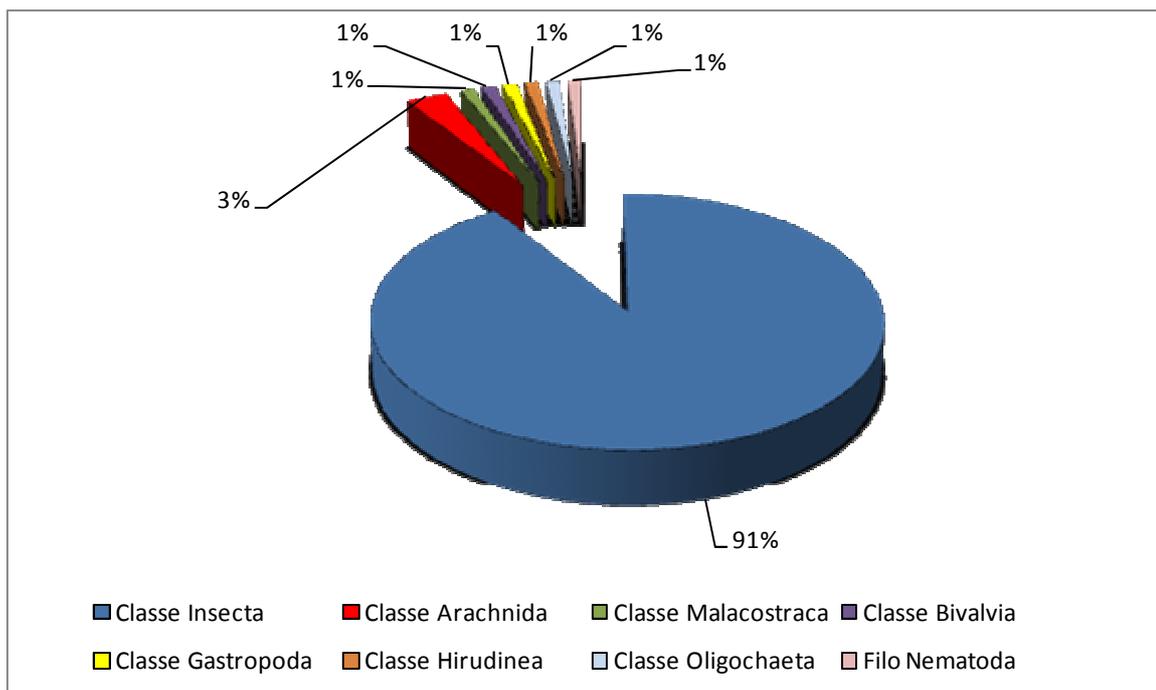
Reproduzindo um padrão observado nos sistemas aquáticos tropicais, os cursos d'água amostrados apresentam como principais representantes dos macroinvertebrados bentônicos as larvas de insetos. Tais seres passam parte da vida ou mesmo seu ciclo completo associado ao substrato de fundo, sendo que para alguns deles a fase larvária é muito mais prolongada que a adulta. Na All do rio Parnaíba, 90 táxons de insetos foram identificados, distribuídos entre 11 ordens, destacando-se entre as mais numerosas Diptera, Coleoptera e Hemiptera (**Tabela 6.2.6-2**).

Os Coleoptera, Diptera e Hemiptera são considerados organismos tolerantes frente às adversidades ambientais, embora algumas espécies desses grupos sejam habitantes típicos de ambientes não poluídos.

Tabela 6.2.6-2 Ordens e Famílias da Classe Insecta na All dos Aproveitamentos Estudados.

Ordem	Família
Ordem Diptera	18
Ordem Coleoptera	17
Ordem Hemiptera	15
Ordem Odonata	11
Ordem Ephemeroptera	8
Ordem Trichoptera	8
Ordem Orthoptera	3
Ordem Collembola	3
Ordem Plecoptera	5
Ordem Neuroptera	1
Ordem Lepidoptera	1

A diversidade de táxons identificada é justificada pela variedade de ambientes vistoriados, que incluiu o rio Parnaíba, seus afluentes, o reservatório de Boa Esperança e lagoas marginais tanto do Alto quanto do Médio Parnaíba. A participação relativa das divisões taxonômicas é apresentada no **Gráfico 6.2.6-1**.


Gráfico 6.2.6-1 Participação Relativa das Divisões Taxonômicas na Composição de Macroinvertebrados Bentônicos.

Em relação à variação longitudinal nos trechos analisados ao longo do rio Parnaíba foram registradas maiores riqueza de táxons de macroinvertebrados bentônicos nos Pontos CAC-04, UPA-03, EST-06 e EST-02 (**Gráfico 6.2.6-2**).

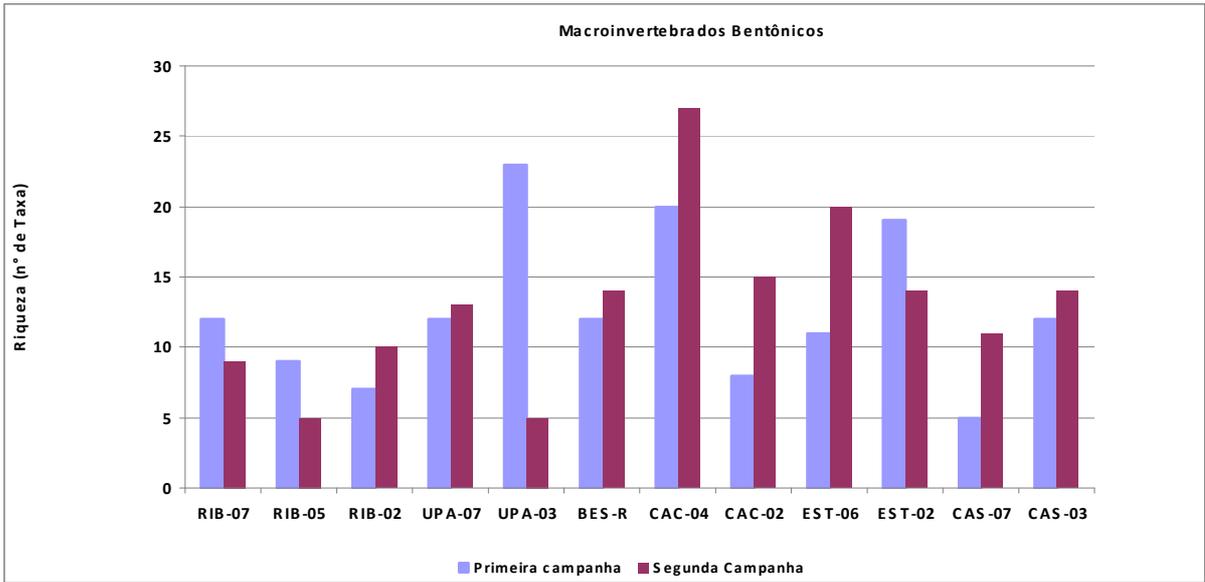


Gráfico 6.2.6-2 Valores de Riqueza Total de Macroinvertebrados Bentônicos (Nº de táxons).

Do ponto de vista quantitativo, verificou-se um pico de densidade na calha do Parnaíba a jusante do reservatório de Boa Esperança, especialmente no segmento correspondente ao AHE Cachoeira. Nesse trecho, começam a se restabelecer as concentrações de oxigênio dissolvido na calha do rio Parnaíba, favorecendo as espécies oportunistas já existentes no ambiente aquático, como os quironomídeos, que toleram ampla diversidade ecológica (Gráfico 6.2.3-3).

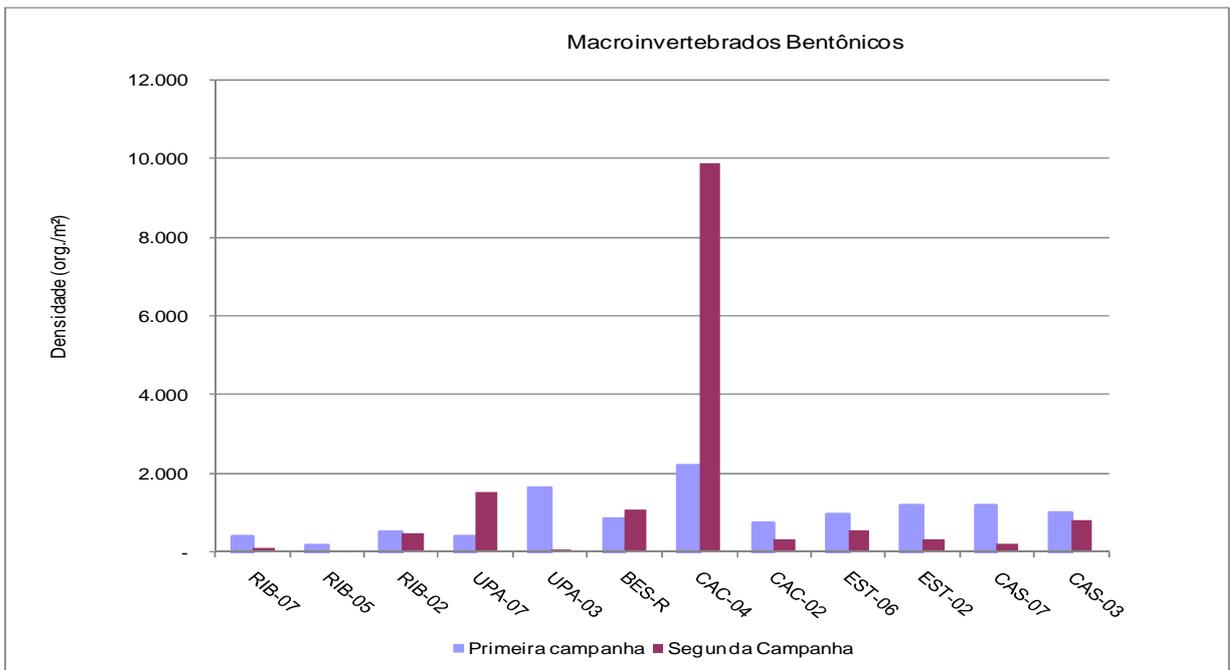


Gráfico 6.2.6-3 Valores Médios de Densidade dos Macroinvertebrados Bentônicos (org./m³) no rio Parnaíba - Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

6.2.7. Comparação dos Perfis Longitudinais

Abaixo são comparados os perfis longitudinais de duas variáveis distintas, sendo que tal comparação visual pretende mostrar a dependência entre elas e como a variação de uma implica na variação da outra.

- Fitoplâncton x Velocidade de escoamento

Dentre as variáveis abióticas de grande significância para o estabelecimento dos organismos aquáticos está a velocidade de corrente. A correnteza atua no ambiente aquático provocando ressuspensão de material particulado com conseqüente movimento contínuo dessas partículas, o que contribui para o aumento da turbidez. Concomitantemente, o aumento desses sólidos propicia maior absorção da radiação, elevando a temperatura e diminuindo conseqüentemente a solubilidade do oxigênio. A intensidade destes fatores interfere nas comunidades aquáticas.

Conforme apresentado no **Gráfico 6.2.7-1**, observa-se um nítido contraste da densidade de fitoplâncton detectada em ambiente lântico (Ponto BES-R) no reservatório de Boa Esperança, em comparação aos trechos de correnteza amostrados na calha do rio, sobretudo na partição do Alto Parnaíba (AHes Ribeiro Gonçalves e Uruçuí).

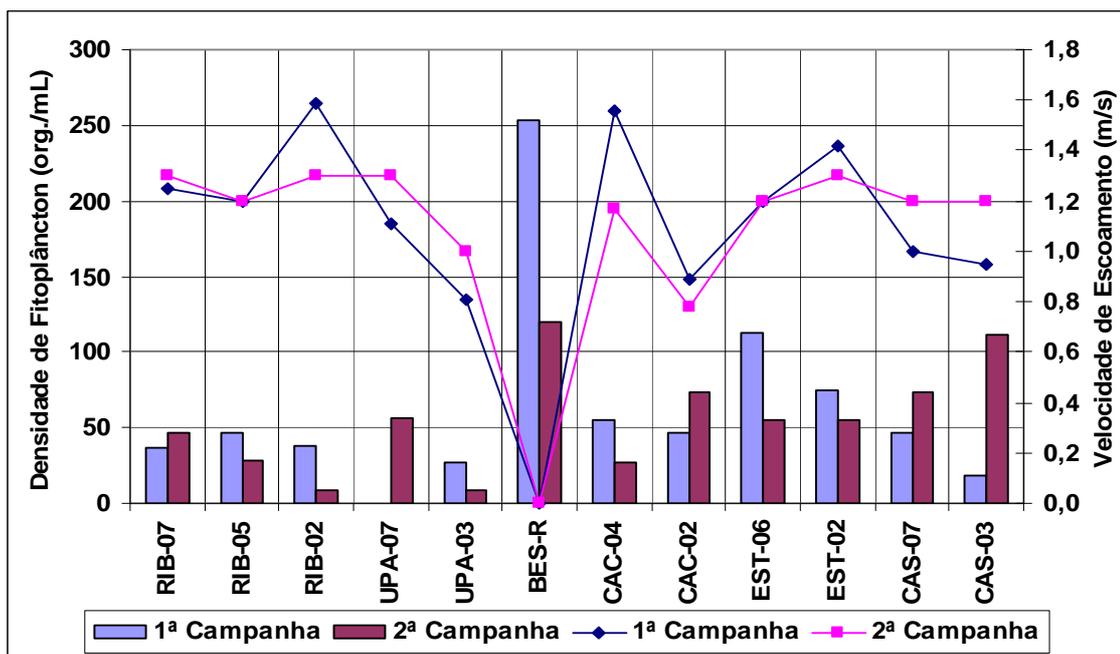


Gráfico 6.2.7-1 Comparação da Densidade do Fitoplâncton (org./mL) e Velocidade de Escoamento (m/s).

- Zooplâncton x Velocidade de escoamento

Considerando que os organismos do zooplâncton têm sua distribuição de larga escala ligada diretamente ao movimento das massas de água, a estrutura dessa comunidade pode ser modificada de acordo com a origem e mistura das águas que predominam numa determinada região (BOLTOVSKOY, 1999).

Conforme dados apresentados no **Gráfico 6.2.7-2**, os resultados das densidades de zooplâncton foram similares àqueles obtidos para a comunidade fitoplanctônica, evidenciando a relevância dos sistemas lênticos, representado pela UHE Boa Esperança, no incremento dessas populações em relação ao regime fluvial lótico identificado ao longo do rio Parnaíba.

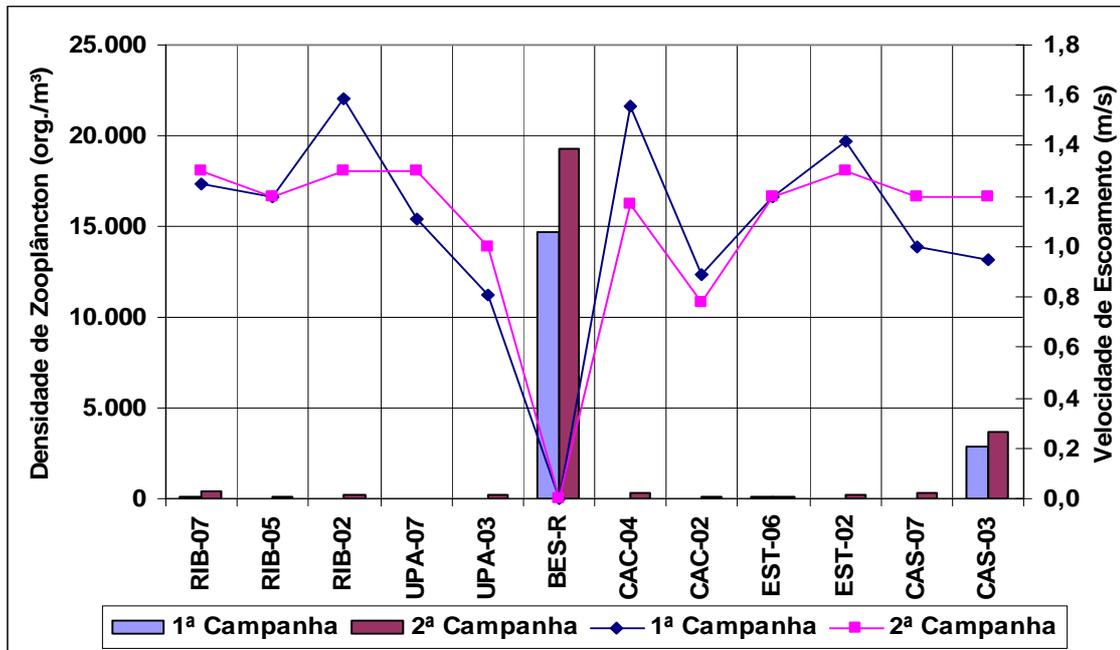


Gráfico 6.2.7-2 Comparação da Densidade do Zooplâncton (org./m³) e Velocidade de Escoamento (m/s).

- Macroinvertebrados Bentônicos x Velocidade de escoamento

Conforme exposto no **Gráfico 6.2.7-3** a maior velocidade de corrente registrada no Ponto CAC-04 aparentemente não interferiu no estabelecimento dos macroinvertebrados bentônicos. No Ponto CAC 04, os valores médios de densidade se aproximam de 10.000 org./m³, devido, principalmente, à contribuição da família Chironomidae. Esses dípteros são dominantes tanto em ambientes lóticos como lênticos devido à sua tolerância a situações adversas como hipóxia (CALLISTO *et al*, 2001).

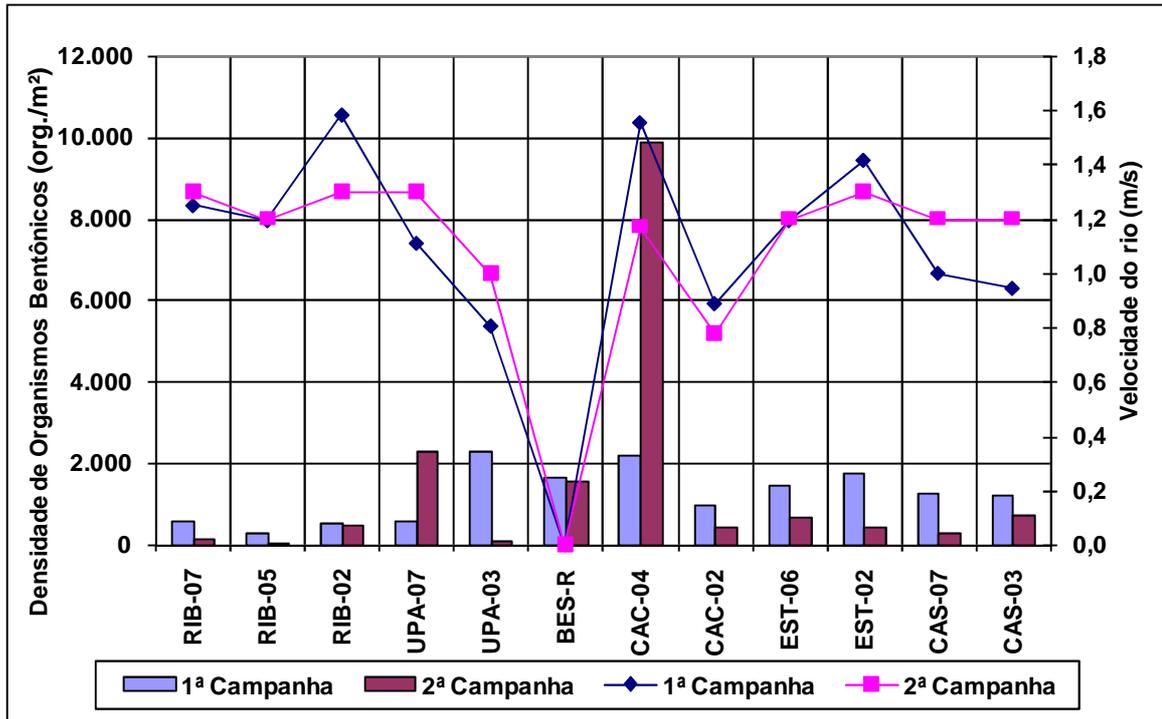


Gráfico 6.2.7-3 Correlação de Densidade dos Macroinvertebrados Bentônicos dos Pontos Amostrados nas Margens (org./m²) e Velocidade de Escoamento (m/s).

6.2.8 Macrófitas Aquáticas

Os levantamentos de macrófitas aquáticas na área de influência indireta foram realizados em dois períodos distintos. O primeiro levantamento ocorreu nos meses de abril e julho de 2005. Uma segunda vistoria foi realizada em março e julho de 2009, após um ciclo de chuvas muito intensas que não favoreceu a colonização de macrófitas nas margens dos locais vistoriados. Nesse sentido, a análise a seguir refere-se aos dados obtidos em 2005 para fins de estudo dos impactos ambientais dos empreendimentos hidrelétricos na bacia do rio Parnaíba.

Nesse período, foram identificados 38 táxons reunidos em 23 famílias. Para a análise comparativa da distribuição das famílias e das espécies, os projetos das UHEs Ribeiro Gonçalves e Uruçuí foram agrupados em partições da bacia situadas a montante da UHE Boa Esperança, e os projetos Cachoeira, Estreito e Castelhana a jusante da UHE Boa Esperança. A **Tabela 6.2.8-1** mostra a frequência de registros por família.

Tabela 6.2.8-1 Freqüência de Ocorrência das Famílias de Macrófitas na All dos Aproveitamentos Estudados.

Famílias	Montante da UHE Boa Esperança		Jusante da UHE Boa Esperança			Total de registros
	RIB	URU	CAC	EST	CAS	
Hydrocharitaceae	5	3	1	2	4	15
Araceae		2	3		2	7
Cyperaceae	2	1	1	1	2	7
Pontederiaceae	3	2			2	7
Cabombaceae	1	1	1	1	2	6
Onagraceae		2	1		3	6
Nymphaeaceae	2	2		1	1	6
Cyclanthaceae			1	1	1	3
Limncharitaceae	1			1	1	3
Salviniaceae		1		1	1	3
Alismataceae		2			1	3
Scrophulariaceae	1	1			1	3
Blechnaceae				1	1	2
Melastomataceae			1		1	2
Characeae					1	1
Convolvulaceae					1	1
Rubiaceae			1			1
Acanthaceae	1					1
Commelinaceae	1					1
Marsileaceae		1				1
Mimosaceae		1				1
Poaceae	1					1
Polygonaceae		1				1
Total de registros	18	20	10	9	25	82

Foram registradas 82 ocorrências de macrófitas em todos os ambientes vistoriados, 38 a montante da UHE Boa Esperança e 44 a jusante.

Ao todo, 11 famílias tiveram ampla distribuição, tanto a montante quanto a jusante de Boa Esperança (48% do total de famílias registradas), em que se destaca Hydrocharitaceae, com um total de quinze ocorrências. Seis famílias ocorreram exclusivamente no trecho a montante, e outras seis foram encontradas somente a jusante.

Os 38 táxons foram distribuídos pelas cinco áreas amostradas conforme indicado na **Tabela 6.2.8-2**.

Tabela 6.2.8-2 Distribuição de Macrófitas Aquáticas na All dos Aproveitamentos Estudados.

Espécie	Montante da UHE Boa Esperança		Jusante da UHE Boa Esperança		
	RIB	URU	CAC	EST	CAS
<i>Cabomba aquatica</i> Aub.	X	X	X	X	X
<i>Egeria densa</i> Planch.	X	X	X		X
<i>Eleocharis sellowiana</i> Kunt.	X	X	X		X
<i>Nymphaea ampla</i> (Salisb.) DC.	X	X		X	X
<i>Bacopa aquatica</i> Aubl.	X	X			X
<i>Carludovica</i> aff. <i>palmata</i> Ruiz & Pav.			X	X	X
<i>Cyperus meyenianus</i> Kunth.	X			X	X
<i>Hydrocleys nymphoides</i> (Willd.) Buchen.	X	X			X
<i>Limnocharis</i> sp.	X			X	X
<i>Ludwigia sedoides</i> (Humb. & Bonpl.) Hara		X	X		X
<i>Salvinia auriculata</i> L.		X		X	X
<i>Valisneria</i> aff. <i>americana</i> Michx.		X		X	X
<i>Valisneria</i> sp.	X			X	X
<i>Aciotis</i> aff. <i>annua</i> Tri.			X		X
<i>Blechnum serrulatum</i> Rich.				X	X
<i>Echinodorus grandifolius</i> (Cham. & Schleht.) Micheli		X			X
<i>Eichhornia diversiflora</i> (Vahl) Urb.	X	X			
<i>Eichhornia heterosperma</i> E.J.Alexander		X			X
<i>Heteranthera limosa</i> (SW.) Willd.	X				X
<i>Ludwigia tomentosa</i> (Cambss.) Hara		X			X
<i>Montrichardia linifera</i> (Arruda Camara) Schott.		X			X
<i>Philodendron imbe</i> Schatt.			X		X
<i>Philodendron</i> sp		X	X		
<i>Anthurium</i> sp			X		
<i>Borreria</i> sp			X		
<i>Cabomba</i> sp					X
<i>Chara zeylanica</i> Klein ex. Willd					X
<i>Commelina</i> sp.	X				
<i>Eichhornia</i> sp.	X				
Hydrocharitaceae spX	X				
<i>Hygrophila costata</i> Nees	X				
<i>Ipomoea</i> sp.					X
<i>Ludwigia helminthorrhiz</i> (Mart.) Hara					X
<i>Marsilea</i> sp.		X			
<i>Neptunia Pena</i> (L.) Benth.		X			
<i>Nymphaea</i> sp.	X				
Poaceae sp3	X				
<i>Polygonum acre</i> HBK		X			
Total de táxons	17	18	10	9	25

A maior riqueza taxonômica foi encontrada em Castelhana (25), seguida de Uruçuí (18), ambas com o maior número de pontos amostrados. Treze dos dezoito táxons de Uruçuí foram encontrados também em Castelhana.

A **Tabela 6.2.8-3** apresenta o agrupamento dos táxons em função da frequência de ocorrência nos empreendimentos a montante e a jusante da UHE Boa Esperança. Somente uma espécie – *Cabomba aquatica* – foi encontrada em todos os cinco aproveitamentos. Ao mesmo tempo, *Egeria densa* foi a única espécie registrada nos três aproveitamentos a

jusante de Boa Esperança e *Carludovica* aff. *palmata* foi a única a ocorrer nos dois aproveitamentos de montante.

Tabela 6.2.8-3 Distribuição de táxons por freqüência a montante e a jusante da UHE Boa Esperança, considerando os cinco aproveitamentos hidrelétricos estudados.

Freqüência a montante	Freqüência a jusante				TOTAL
	3	2	1	0	
2	1	3	2	1	7
1	0	6	6	9	21
0	1	3	6		10
Total	2	12	14	10	38

Ao todo foram registrados dez táxons exclusivos para o trecho de montante e dez táxons exclusivos para o trecho de jusante. Os outros 28 táxons ocorreram em pelo menos um empreendimento de cada partição.

Não se pode afirmar que existam diferenças marcantes entre as comunidades a montante e a jusante da UHE Boa Esperança. O reservatório não é obstáculo para a dispersão das macrófitas aquáticas, pois os propágulos e sementes podem passar sem danos pelo vertedouro ou pelas turbinas.

É nítido o número inferior de registros no trecho imediatamente a jusante da UHE Boa Esperança, representado por Cachoeira e Estreito. A menor riqueza pode estar ligada ao menor número de pontos amostrais, mas também à baixa diversidade de ambientes desse trecho do rio.

Se não existem diferenças marcantes na distribuição espacial das macrófitas, percebeu-se uma notada variação sazonal. Durante a estação chuvosa foram feitos 62 registros de ocorrência de plantas aquáticas, contra 20 registros durante a estação seca (**Tabela 6.2.8-4**). Somente três espécies foram encontradas tanto na seca quanto na cheia: *Egeria densa*, em Ribeiro Gonçalves, e *Echinodorus grandipholia* e *Nymphaea ampla*, em Uruçui. Durante o período seco, parece ocorrer uma drástica redução das comunidades de macrófitas, especialmente a jusante da UHE Boa Esperança. Em Cachoeira e Estreito não foi documentada a presença de macrófitas durante a campanha de período seco.

Tabela 6.2.8-4 Registros de táxons de Macrófitas Aquática na All dos Aproveitamentos Estudados em Função de Sazonalidade.

Período	Montante da UHE Boa Esperança		Jusante da UHE Boa Esperança			Total
	RIB	URU	CAC	EST	CAS	
Chuvoso	10	12	10	9	21	62
Seco	8	8	0	0	4	20
Total	18	20	10	9	25	82

6.2.9 Ictiofauna e Recursos Pesqueiros

Os levantamentos ictiológicos realizados para os estudos de impactos ambientais dos AHE Ribeiro Gonçalves, Uruçuí, Cachoeira, Estreito e Castelhana reuniram 126 táxons da fauna ictífica da bacia do rio Parnaíba. A lista de táxons é superior à lista apresentada nos estudos de inventário, compiladas de Roberts e Soares (**Tabela 3.4.1-2 do Cap. 3 – AAR do Meio Biótico**).

Considerando o dois conjuntos, verificam-se 48 identificações incertas, seja em qualquer nível taxonômico. As identificações em nível de espécies somaram 134, das quais somente 25 são comuns. Cinquenta e seis espécies foram identificadas no âmbito do estudo atual, e outras 53 constam da lista compilada dos trabalhos de Roberts e Soares. O estudo ambiental dos empreendimentos hidrelétricos no rio Parnaíba foi, portanto, de grande relevância para o conhecimento da biodiversidade ictífica dessa bacia hidrográfica.

A usina de Boa Esperança foi inaugurada em 07 de abril de 1970 e é um marco na ocupação do rio Parnaíba, uma barreira física que impediu migrações reprodutivas e a dispersão de espécies nos dois sentidos.

Uma análise comparativa entre a diversidade ictífica a montante da UHE Boa Esperança (Ribeiro Gonçalves e Uruçuí) e a jusante da UHE Boa Esperança (Cachoeira, Estreito e Castelhana), deve levar em conta outros fatores, além da própria UHE Boa Esperança. O trecho a montante tem maior pluviosidade e rios perenes, enquanto os principais contribuintes do trecho de jusante são mais irregulares e podem ter regime intermitente. Se a bacia a montante da UHE Boa Esperança é um ambiente mais apropriado para a ictiofauna, o trecho de jusante da UHE Boa Esperança mantém sua conexão com o trecho de jusante onde a produção pesqueira tem números significativos.

Quase quarenta anos depois da construção de Boa Esperança, a ictiofauna dos segmentos a montante e a jusante dela não difere muito. Dos 126 táxons distribuídos pelos cinco aproveitamentos, 102 táxons foram identificados a montante do reservatório de Boa Esperança e 93 no trecho a jusante da barragem. Trinta e três táxons foram coletados exclusivamente a montante, e 24 exclusivamente a jusante (**Tabela 6.2.9-1**). Esse resultado mostra que, apesar da barreira geográfica, ainda não foi possível estabelecer nítida distinção entre os dois segmentos. Áreas propícias à migração ou reprodução foram mantidas tanto a jusante quanto a montante de Boa Esperança, sejam lagoas marginais ou afluentes perenes, como os rios Longá e Poti, no Médio/Baixo Parnaíba, e Uruçuí-Preto e Balsas, no Alto Parnaíba.

Apesar do grande número de espécies comuns aos dois segmentos, a distribuição geográfica revela discrepâncias dentro de cada trecho. A AID de Uruçuí apresentou a maior diversidade, com 95 táxons. No trecho de Cachoeira foram encontrados 74 táxons seguido de Castelhana (60), Ribeiro Gonçalves (50) e, finalmente, Estreito (46).

Apesar de Cachoeira, Estreito e Castelhana estarem inseridas num mesmo trecho do Médio Parnaíba, sem barreiras de isolamento significativo entre elas, a maior semelhança entre Cachoeira e Castelhana decorre, sobretudo das estações amostradas no trecho de influência de Estreito estarem localizadas em rios intermitentes e apenas uma delas no próprio rio Parnaíba, além do próprio caráter predominantemente temporário do rio Itauéiras, principal tributário na área desse aproveitamento. Além disso, o rio Gurguéia, principal tributário na área de Cachoeira tem características mais perenes que os demais tributários

dos demais aproveitamentos considerados, o rio Canindé (AHE Castelhana) e, sobretudo o rio Itaueiras (AHE Estreito).

A **Tabela 6.2.9-1** apresenta a lista de táxons, sua ocorrência por empreendimento, e por trecho de rio.

Tabela 6.2.9-1 Levantamento ictiofaunístico na área de influência dos AHE do rio Parnaíba, baseado em dados coletados em abril e julho/2005 e março e maio/09.

Espécie	AHE RIB	AHE URU	AHE CAC	AHE EST	AHE CAS	Constância	Jusante	Montante
<i>Acestrorhynchus</i> sp.	X	X				40		X
<i>Ageneiosus inermis</i>	X					20		X
<i>Anchoviella</i> sp.		X			X	40	X	X
<i>Ancistrus</i> sp1.	X	X	X		X	80	X	X
<i>Ancistrus</i> sp2.	X	X	X		X	80	X	X
<i>Apareiodon</i> sp.			X	X	X	60	X	
<i>Aspidoras</i> cf. <i>raimundi</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Astyanax</i> aff. <i>marionae</i>				X		20	X	
<i>Astyanax bimaculatus</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Astyanax fasciatus</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Astyanax</i> sp.	X	X			X	60	X	X
<i>Auchenipterus menezesi</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Bagropsis</i> sp.		X				20		X
<i>Brachychalcinus parnaibae</i>	X	X				40		X
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	X	X	X			60	X	X
<i>Bryconamericus</i> sp.		X				20		X
<i>Bryconops</i> cf. <i>affinis</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Caenotropus labyrinthicus</i>		X				20		X
<i>Characidium</i> sp.	X	X	X	X	X	100	X	X
Cheirodontinae		X				20		X
<i>Cichla</i> sp.		X	X			40	X	X
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Cichlasoma</i> sp.		X				20		X
<i>Colossoma macropomum</i>			X			20	X	
<i>Colossoma</i> sp.			X			20	X	
<i>Corydoras</i> aff. <i>treitlii</i>		X			X	40	X	X
<i>Corydoras</i> aff. <i>vittatus</i>		X	X		X	60	X	X
<i>Corydoras treitlii</i>	X	X	X			60	X	X
<i>Crenicichla</i> sp.	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Curimata cyprinoides</i>		X	X	X	X	80	X	X
<i>Curimatella</i> aff. <i>dorsalis</i>		X				20		X
<i>Cyphocharax gilberti</i>		X	X	X	X	80	X	X
<i>Eigenmannia</i> sp1.		X				20		X
<i>Eigenmannia</i> sp2.	X	X	X			60	X	X
<i>Geophagus parnaibae</i>		X	X	X	X	80	X	X
<i>Geophagus surinamensis</i>		X				20		X
<i>Gymnotus carapo</i>	X	X				40		X
<i>Hassar affinis</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Hemigrammus gracilis</i>				X		20	X	
<i>Hemigrammus</i> sp.		X	X			40	X	X
<i>Hemiodus parnaguae</i>	X	X		X	X	80	X	X
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	X	X	X			60	X	X
Heptapteridae sp1.	X	X	X		X	80	X	X

Cont.

Tabela 6.2.9-1 Levantamento ictiofaunístico na área de influência dos AHE do rio Parnaíba, baseado em dados coletados em abril e julho/2005 e março e maio/09.

Espécie	AHE RIB	AHE URU	AHE CAC	AHE EST	AHE CAS	Constância	Jusante	Montante
<i>Heptapteridae</i> sp2.	X					20		X
<i>Hoplerhythrinus unitaeniatus</i>	X	X				40		X
<i>Hoplias malabaricus</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Hypheosobrycon gracilis</i>					X	20	X	
<i>Hypheosobrycon santae</i>		X				20		X
<i>Hypheosobrycon</i> sp.	X	X			X	60		X
<i>Hypheosobrycon</i> sp1.		X				20		X
<i>Hypheosobrycon</i> sp2.		X				20		X
<i>Hypoptopomatinae</i>		X	X			40	X	X
<i>Hypoptopomatinae</i> sp1.					X	20	X	
<i>Hypostomus</i> sp.	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Hypostomus</i> sp1.			X	X	X	60	X	
<i>Hypostomus</i> sp2.	X		X		X	60	X	X
<i>Hypostomus</i> sp3.	X					20		X
<i>Imparfinnis</i> sp.	X	X	X		X	80	X	X
<i>Leporinus elongatus</i>		X				20		X
<i>Leporinus friderici</i>	X	X		X		60	X	X
<i>Leporinus lacustris</i>	X	X				40		X
<i>Leporinus piau</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Leporinus reinhardtii</i>					X	20	X	
<i>Leporinus</i> sp.		X	X	X	X	80	X	X
<i>Limatulichthys</i> aff. <i>griseus</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Loricaria parnahybae</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Loricariichthys platymetopon</i>	X	X				40		X
<i>Metynnis lippincottianus</i>		X	X			40	X	X
<i>Moenkhausia dichroura</i>		X	X		X	60	X	X
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	X	X	X		X	80	X	X
<i>Myleus asterias</i>		X				20		X
<i>Parodon nasus</i>			X			20	X	
<i>Pellona flavipinnis</i>	X	X				40		X
<i>Phenacogaster franciscoensis</i>			X	X	X	60	X	
<i>Phenacogaster</i> sp.	X		X			40	X	X
<i>Phenacorhamdia hoehnei</i>			X		X	40	X	
<i>Piabina</i> sp.	X		X	X	X	80	X	X
<i>Pimelodella</i> sp.		X				20		X
<i>Pimelodella</i> sp1.	X	X	X	X		80	X	X
<i>Pimelodella</i> sp2.		X	X			40	X	X
<i>Pimelodidae</i>		X				20		X
<i>Pimelodus maculatus</i>	X	X	X			60	X	X
<i>Pimelodus</i> sp.	X	X	X	X		80	X	X
<i>Pimelodus</i> sp1.	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Pimelodus</i> sp2.			X	X		40	X	
<i>Pinirampus pinirampu</i>				X		20	X	
<i>Pituna compacta</i>		X				20		X
<i>Plagioscion squamosissimus</i>			X	X	X	60	X	
<i>Platydoras costatus</i>		X	X			40	X	X
<i>Poecilia</i> sp.		X	X		X	60	X	X
<i>Poecilia vivipara</i>		X				20		X
<i>Poptella compressa</i>	X	X	X		X	80	X	X
<i>Potamotrygon sygnatha</i>			X		X	40	X	
<i>Prochilodus argenteus</i>		X				20		X

Cont.

Tabela 6.2.9-1 Levantamento ictiofaunístico na área de influência dos AHE do rio Parnaíba, baseado em dados coletados em abril e julho/2005 e março e maio/09.

Espécie	AHE RIB	AHE URU	AHE CAC	AHE EST	AHE CAS	Constância	Jusante	Montante
<i>Prochilodus brevis</i>				X	X	40	X	
<i>Prochilodus costatus</i>		X	X		X	60	X	X
<i>Prochilodus lacustris</i>		X			X	40	X	X
<i>Prochilodus nigricans</i>		X	X	X		60	X	X
<i>Prochilodus sp.</i>			X	X		40	X	
<i>Psellogrammus kennedyi</i>	X	X	X		X	80	X	X
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>		X				20		X
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>			X			20	X	
<i>Pseudotilosurus microps</i>		X	X			40	X	X
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>			X		X	40	X	
<i>Pygocentrus nattereri</i>		X	X	X	X	80	X	X
<i>Rhamphichthys rostratus</i>	X	X	X			60	X	X
<i>Roeboides gr. Affinis</i>		X				20		X
<i>Roeboides margareteae</i>			X			20	X	
<i>Roeboides sazimai</i>			X	X	X	60	X	
<i>Satanoperca jurupari</i>		X			X	40	X	X
<i>Schizodon aff. knerii</i>		X	X	X	X	80		X
<i>Schizodon cf. rostratus</i>	X	X	X	X		80	X	
<i>Serrasalmus brandtii</i>		X	X	X	X	80	X	X
<i>Serrasalmus rhombeus</i>		X	X	X		60		X
<i>Serrasalmus sp.</i>		X			X	40	X	
<i>Sorubim lima</i>		X	X			40	X	X
<i>Steindachnerina elegans</i>	X	X	X		X	80	X	X
<i>Steindachnerina sp.</i>				X	X	40	X	
<i>Sternopygus macrurus</i>		X				20		X
<i>Synbranchus marmoratus</i>		X				20		X
<i>Tetragonopterinae</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Tetragonopterus chalcus</i>		X	X	X	X	80	X	X
<i>Tetragonopterus sp.</i>				X	X	40	X	
<i>Trachelyopterus sp.</i>		X				20		X
<i>Triportheus signatus</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Leporinus sp1.</i>		X	X			40	X	X

A **Tabela 6.2.9-2** apresenta a distribuição dos táxons conforme a frequência de ocorrência nos empreendimentos a montante e a jusante da UHE Boa Esperança. Dezesete táxons estiveram presentes em todos os aproveitamentos, 45 táxons ocorreram nos dois empreendimentos do Alto Parnaíba e 31 táxons ocorreram nos três empreendimentos do Médio Parnaíba.

Tabela 6.2.9-2 Distribuição de táxons por frequência a montante e a jusante da UHE Boa Esperança, considerando os cinco aproveitamentos hidrelétricos estudados.

Frequência a montante	Frequência a jusante				TOTAL
	3	2	1	0	
2	17	12	9	7	45
1	9	7	15	26	57
0	5	8	11		24
Total	31	27	35	33	126

No outro extremo, 24 táxons ocorreram somente à jusante de Boa Esperança, mas somente cinco deles foram comuns aos trechos de Cachoeira, Estreito e Castelhana (*Roeboides sazimai*, *Plagioscion squamosissimus*, *Phenacogaster franciscoensis*, *Hypostomus* sp1 e *Apareiodon* sp.). Destaca-se entre elas a corvina (*Plagioscion squamosissimus*) que teve importância no desembarque pesqueiro da cidade de Uruçuí (**Tabela 3.4.1-2 do Cap. 3 – AAR do Meio Biótico**).

Outros 33 táxons ocorreram somente à montante de Boa Esperança, dos quais apenas sete estiveram presentes nos trechos de Ribeiro Gonçalves e Uruçuí: *Pellona flavipinnis*, *Loricariichthys platymetopon*, *Leporinus lacustris*, *Hoplerythrinus unitaeniatus*, *Gymnotus carapo*, *Brachychalcinus parnaibae* e *Acestrorhynchus* sp.

Os 17 táxons identificados na área de todos os cinco aproveitamentos estão listados são: *Aspidoras* cf. *raimundi*, *Astyanax bimaculatus*, *Astyanax fasciatus*, *Auchenipterus menezesi*, *Bryconops* cf. *affinis*, *Characidium* sp., *Cichlasoma sanctifranciscense*, *Crenicichla* sp., *Hassar affinis*, *Hoplias malabaricus*, *Hypostomus* sp., *Leporinus piau*, *Limatulichthys* aff. *Griséus*, *Loricaria parnahybae*, *Pimelodus* sp1., *Tetragonopterinae*, *Triportheus signatus*

O **Gráfico 6.2.9-1** sintetiza a distribuição dos táxons por empreendimento, de acordo com classe de frequência. A distribuição das classes é semelhante em Ribeiro Gonçalves e Estreito, que tiveram a menor riqueza taxonômica. Há franca predominância das espécies mais comuns e um número muito reduzido de espécies exclusivas.

Os trechos de Cachoeira e Castelhana tiveram padrão de distribuição das classes de frequência muito semelhantes, em que predominam comuns a 80% dos empreendimentos, e também com um número muito baixo de espécies exclusivas.

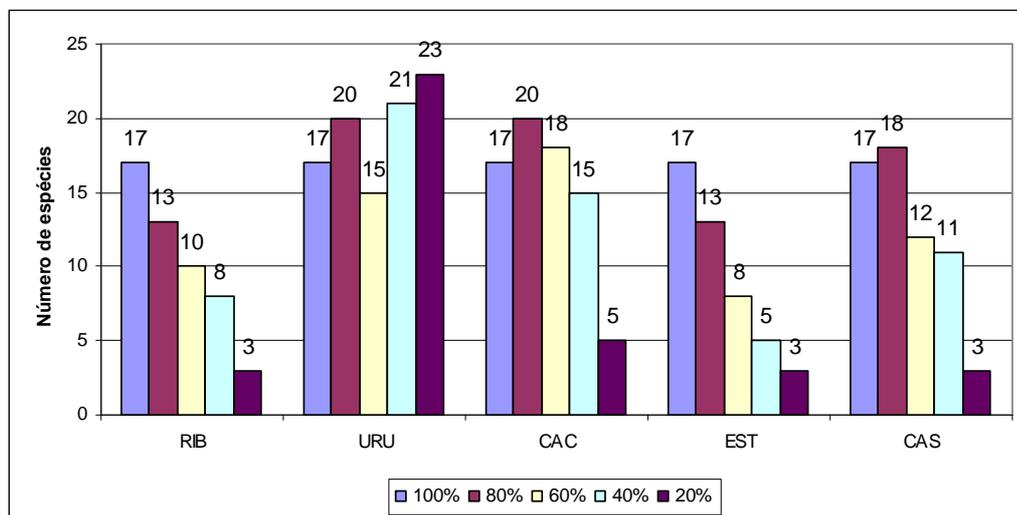


Gráfico 6.2.9-1 Distribuição dos táxons por empreendimento, conforme a classe de frequência.

O trecho de Uruçuí, que abrange também o rio Balsas, apresentou não apenas a maior riqueza taxonômica, mas também a predominância de táxons exclusivos ou pouco frequentes (40%). Talvez o maior número de pontos de coleta (16) e a maior diversidade de ambientes amostrados justifiquem a maior riqueza de espécies, mas é preciso destacar que

o maior número de táxons foi registrado no ponto UR-13, inserido na cabeceira do reservatório de Boa Esperança.

Todavia a grande riqueza registrada em Cachoeira diverge do esperado, uma vez que o trecho teve apenas quatro pontos de coleta. Merece destaque a similaridade entre ambos os segmentos de rio, já que 57 táxons foram comuns, enquanto Cachoeira e Castelhana têm 47 táxons em comum. Em síntese, a grande similaridade entre montante e jusante de Boa Esperança é resultado da homogeneidade entre os trechos de Uruçuí e Cachoeira.

Também vale destacar que seis exemplares de *Pseudoplatystoma fasciatum* foram capturados por pescadores durante os levantamentos complementares de 2009, com até 80 centímetros de tamanho. A ocorrência de adultos de grande tamanho dessa espécie a jusante da barragem de Boa Esperança, assim como a similaridade entre Cachoeira e Uruçuí, sugere que ambos os trechos conseguem manter populações viáveis de grandes migradores. Outros rios e outras áreas de crescimento podem estar sendo utilizadas por esta e outras espécies ictíicas, a jusante da barragem. Os rios Gurguéia, Poti e Longá (fora da área de estudo) podem ser alternativas viáveis, apesar das restrições sazonais de vazão, comuns no Semi-Árido.

Uma avaliação precisa do papel destes ecossistemas para a ictiofauna do alto Parnaíba carece de estudos de longo prazo, que permitam avaliar a reprodução e o crescimento das espécies nos mesmos, e que fogem ao escopo do presente trabalho. Lamentavelmente, estes estudos requerem um longo prazo de execução e inexistem para a bacia do Parnaíba como um todo, e o trecho em questão, em particular.

Com relação à presença de espécies endêmicas, a **Tabela 6.2.9-3** apresenta a distribuição das seis espécies endêmicas na bacia, documentadas neste estudo.

Tabela 6.2.9-3 Espécies comuns a todos os cinco empreendimentos estudados na bacia do Parnaíba.

Espécies	AHE RIB	AHE URU	AHE CAC	AHE CAS	AHE EST
<i>Aspidoras cf. raimundi</i>	X	X	X	X	X
<i>Hassar affinis</i>	X	X	X	X	X
<i>Schizodon cf. rostratus</i>	X	X	X		X
<i>Hemiodus parnaguae</i>	X	X		X	X
<i>Brachyhalcinus parnaibae</i>	X	X			
<i>Potamotrygon sygnatha</i>			X	X	

Aspidoras cf. raimundi e *Hassar affinis* foram as espécies mais comuns, distribuída entre todas as áreas estudadas. *Schizodon rostratus* e *Hemiodus parnaguae* foram também freqüentes, nos dois segmentos do rio, a montante e a jusante do reservatório da UHE Boa Esperança. Já *Brachyhalcinus parnaibae* só ocorreu a jusante da UHE boa Esperança, enquanto *Potamotrygon sygnatha* só ocorreu a montante daquele reservatório.

Não foram identificadas espécies ameaçadas de extinção.

O levantamento complementar junto a pescadores locais mostrou capturas, predominantemente de espécies de pequeno porte **Tabela 6.2.9-4**. O maior espécime, de *Pseudoplatystoma fasciatum*, teve 870 mm, mas foi um dos poucos exemplares acima do

tamanho mínimo de captura determinado pelo IBAMA (www.ibama.gov.br). Muitos dos exemplares de menor tamanho não tinham mais que 20 % do tamanho mínimo.

Essa situação indica sobrepesca e risco para os estoques pesqueiros. Não é possível apontar exatamente as causas da redução dos estoques do rio Parnaíba neste momento, mas a necessidade de complementação de renda ou alimentar parece exigir que os pescadores locais capturem espécimes sexualmente imaturos.

A implantação de reservatórios em cascata pode provocar o isolamento das comunidades ictíicas. A viabilidade dessas comunidades dependerá da presença de tributários que mantenham condições ecológicas adequadas à migração e à reprodução das espécies de ambientes fluviais. A intermitência dos afluentes da margem direita no Médio Parnaíba é um fator restritivo para a manutenção de comunidades ictíicas nos reservatórios das usinas planejadas para esse trecho.

Os levantamentos de ovos e larvas possibilitam indicar a capacidade dos tributários de sustentar a reprodução das espécies ictíicas.

Tabela 6.2.9-4 Total de capturas, faixa e tamanho dos espécimes e tamanho mínimo de captura autorizado das espécies coletadas por pescadores na AID dos aproveitamentos hidrelétricos.

AHE	ESPÉCIE	CAPTURAS	TAMANHO DE CAPTURA		TAMANHO MÍNIMO
			Mín.	Máx.	
URU	<i>Acestrorhynchus sp.</i>	2	153	162	-
RIB	<i>Ageneiosus inermis</i>	1	189	189	350
EST RIB CAC	<i>Auchenipterus menezes</i>	17	120	135	-
RIB URU CAC	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	9	91	510	-
URU	<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	1	82	82	-
CAC	<i>Colossoma macropomum</i>	3	330	650	550
URU EST CAS	<i>Curimata cyprinoides</i>	35	65	126	-
URU EST	<i>Geophagus parnaibae</i>	5	58	125	-
RIB URU CAC ST	<i>Hassar affinis</i>	27	89	180	-
EST	<i>Hemiodus parnaguae</i>	10	109	130	-
RIB URU CAC	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	9	157	310	400
EST	<i>Hypostomus sp.</i>	3	95	125	-
RIB URU EST	<i>Leporinus friderici</i>	28	92	215	250
URU CAC CAS	<i>Leporinus sp.</i>	18	170	400	250
CAC URU	<i>Mettnis lippincottianus</i>	2	101	110	-
URU	<i>Myleus asterias</i>	2	155	162	400
RIB	<i>Pellona flavipinnis</i>	1	412	412	-
RIB	<i>Pimelodus maculatus</i>	6	165	191	250
RIB URU CAC EST	<i>Pimelodus sp.</i>	44	78	295	150
CAC EST	<i>Pimelodus sp.1</i>	8	90	144	150
CAC EST	<i>Pimelodus sp.2</i>	2	123	252	150

Cont.

Tabela 6.2.9-4 Total de capturas, faixa e tamanho dos espécimes e tamanho mínimo de captura autorizado das espécies coletadas por pescadores na AID dos aproveitamentos hidrelétricos.

AHE	ESPÉCIE	CAPTURAS	TAMANHO DE CAPTURA		TAMANHO MÍNIMO
CAC	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	31	240	730	200
URU CAC	<i>Platydoras costatus</i>	9	121	207	-
EST CAS	<i>Prochilodus brevis</i>	37	117	195	-
URU CAS	<i>Prochilodus lacustris</i>	3	127	325	-
URU CAC EST	<i>Prochilodus nigricans</i>	7	165	292	200
CAC EST	<i>Prochilodus sp.</i>	23	65	240	-
URU	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	1	263	263	800
CAC	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	6	555	870	800
URU CAC EST CAS	<i>Pygocentrus nattereri</i>	21	63	245	-
CAC	<i>Pygocentrus sp.</i>	5	82	736	-
CAC	<i>Roeboides microlepis</i>	1	118	118	-
RIB URU EST	<i>Schizodon rostratus</i>	20	102	330	-
URU CAC EST	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	5	113	170	-
CAC EST CAS	<i>Serrasalmus sp.</i>	4	100	183	-
URU CAC	<i>Sorubim lima</i>	3	255	320	350
EST	<i>Tetragonopterus sp.</i>	23	55	91	-
RIB EST CAS	<i>Triportheus signatus</i>	44	90	166	-

Um dos principais impactos da construção de barragens é a obstrução de rotas migratórias de peixes. A solução mais defendida por ambientalistas é a adoção de sistemas de transposição que permitam a continuidade da migração. A proposição desses sistemas não considera dois aspectos que merecem ser destacados, a fim de trazer a discussão para um plano mais realista:

- As escadas foram concebidas para as espécies de salmonídeos, que cumprem somente um ciclo reprodutivo. Os indivíduos morrem pouco depois do acasalamento e da desova. As espécies migratórias cumprem vários ciclos reprodutivos e podem viver durante muitos anos;
- A ictiofauna dos rios brasileiros não migra necessariamente para o mesmo local, podendo escolher diversas opções que lhes sejam apresentadas pelo ambiente, enquanto os salmonídeos retornam sempre ao mesmo ambiente de reprodução.

A partir desses argumentos pode-se concluir que a necessidade de percorrer o rio principal da bacia hidrográfica é secundário, desde que ocorram rios contribuintes, geralmente de mesma ordem, ou que contenham ambientes capazes de permitir o acasalamento e a desova. Esta é uma das explicações para a existência de espécies migratórias tanto a jusante quanto a montante da UHE Boa Esperança.

Após a reprodução, a tendência natural dos peixes migradores é descer o rio, mas o ambiente lântico de um reservatório não é reconhecido como atraente, de modo que as

populações irão vaguar entre o remanso e as águas correntes a montante até o próximo ciclo reprodutivo.

Portanto, a instalação de sistemas de transposição permite a migração ascendente, mas são via de mão única, e provocam o impacto de acúmulo de populações a montante (com conseqüente aumento da pressão da pesca), e a redução de populações a jusante da barragem. O caso mais notório – e amplamente divulgado na mídia - ocorreu no rio Paranapanema, quando da instalação de escadas de peixe nas barragens de Canoas 1 e 2. Houve protestos dos pescadores do reservatório imediatamente a jusante – UHE Capivara – que resultaram no fechamento definitivo do sistema de transposição. Os impactos da escada foram relatados por Pelicice & Agostinho (2008)

Cabe finalmente dizer que a adoção de práticas adequadas de conservação da ictofauna passa pela conservação dos afluentes e que, caso sejam adotados sistemas de transposição nas usinas a serem implantadas no rio Parnaíba, todas as práticas de conservação ou repovoamento se perderão com a migração dos plantéis de peixes para os reservatórios de montante, anulando todo o esforço empregado.

6.2.10. Referências Bibliográficas

O Item é apresentado conjuntamente ao item 9.3.2 - Referências Bibliográficas.

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 DA AII

A Área de Influência Indireta (AII) definida para o Meio Socioeconômico do AHE Cachoeira, 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.¹

Os municípios pólos de atração em relação aos municípios da AID do empreendimento Teresina e Floriano ocupam lugar diferenciado na hierarquia funcional. Nesse contexto, Uruçuí pode ser considerado como um centro local ascendente com a perspectiva de se tornar um centro regional.

A população da AII do AHE Cachoeira corresponde a cerca de 20% da população total² 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 ²)	População Residente (2000)	População Residente (2007)
PIAUI			
Teresina (Pólo Regional)	1.756	715.360	779.939
Floriano (Pólo Sub-Regional)	3.410	54.591	56.090
Guadalupe	1.020	10.308	9.587
Jerumenha	1.694	4.515	4.371
Barão de Grajaú	2.247	13.349	16.565
São João dos Patos	1.501	23.182	23.576
TOTAL	11.628	821.305	890.128

Fonte: IBGE. Censo 2000; Contagem Populacional, 2007.

Tendo em vista que a maior parte da AII do AHE Cachoeira 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 no Volume II (Capítulo 10 – Área de Influência Direta do Meio Socioeconômico) este documento está focado no detalhamento dos municípios

¹ A definição dos pólos de atração à região do AHE Cachoeira foi baseada nos estudos sobre as “Regiões de Influência das Cidades” (IBGE. REGIC, 2000, 2007), detalhado no Vol-II Capítulo 4 item 4.3 - ESTRUTURA E HIERARQUIZAÇÃO URBANA DA AAR deste documento.

² Somente Teresina corresponde a aproximadamente 18% da população total da Região Hidrográfica do Parnaíba, considerando os dados do último Censo (IBGE, 2000).

pólos de Teresina e Floriano e sua articulação com os demais municípios que integram sua área de influência.

7.2. ORIGEM E CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA 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.

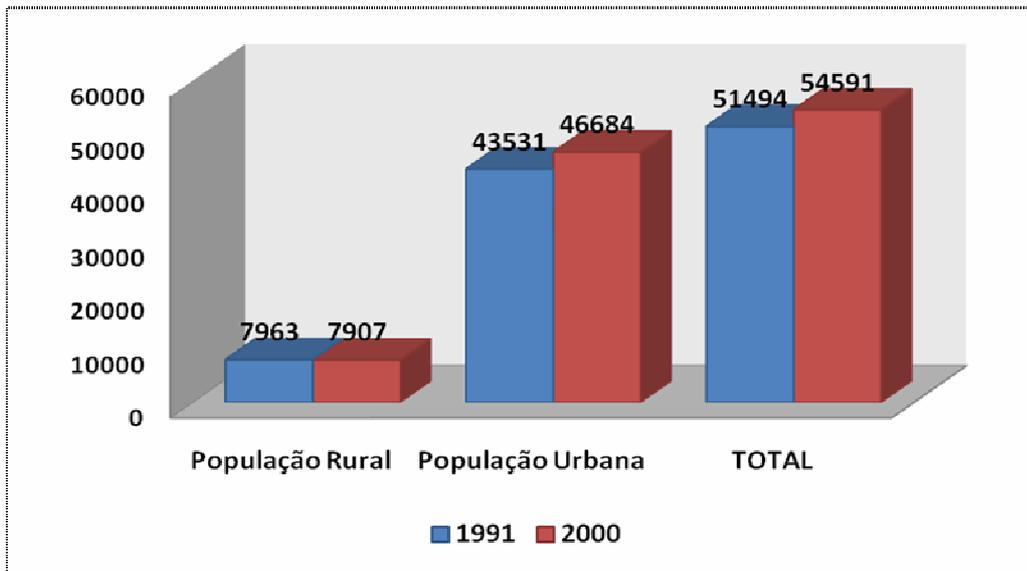


Gráfico 7.2.1-1 População Residente por situação de domicílio Floriano – PI. 1991 / 2000.

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.

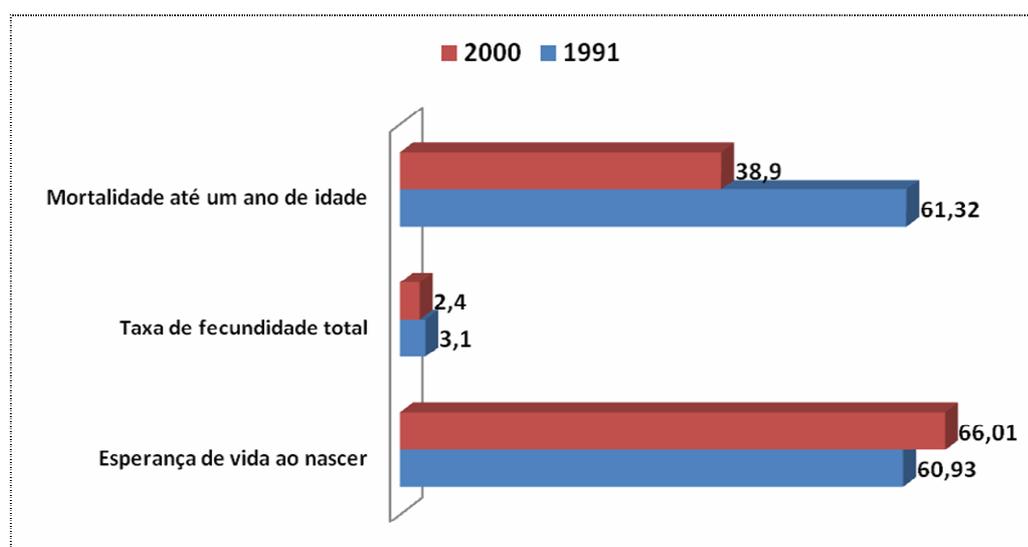
Faixa Etária	1991		2000	
	Hab.	%	Hab.	%
Menos de 15 anos	19.934	38,7	16.874	30,91
15 a 64 anos	29.062	56,4	34.354	62,93
65 anos e mais	2.498	4,9	3.362	6,16
TOTAL	51.494	100	54.591	100

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**).

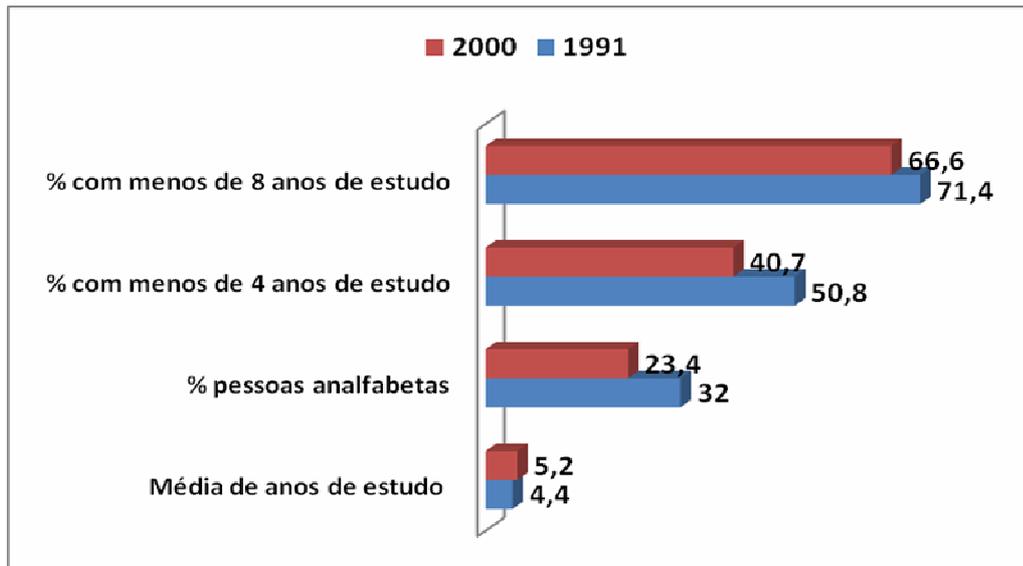


Gráfico 7.2.1-3 Nível educacional da população adulta (> 25 anos – 1991 / 2000) Floriano/ PI.

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**).

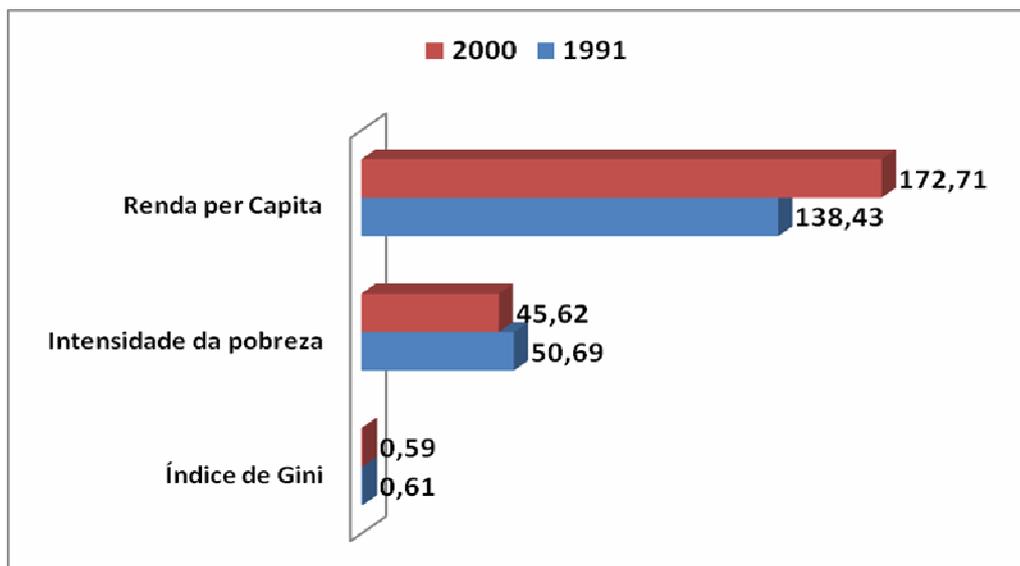


Gráfico 7.2.1-4 Indicadores de renda, pobreza e desigualdade Floriano/PI.

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, $1 - \text{IDH}$) 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.

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).

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.

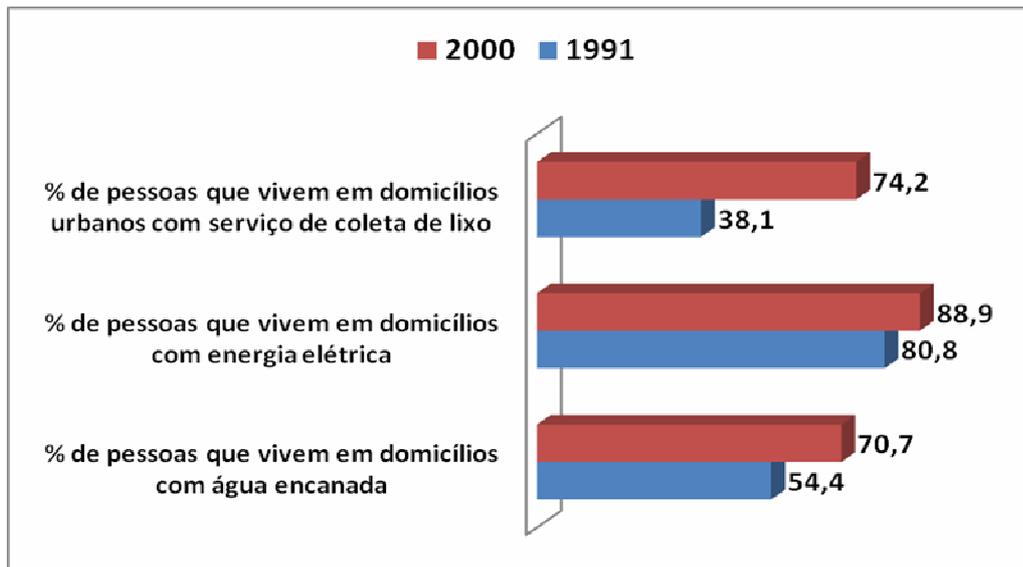


Gráfico 7.2.1-5 Acesso a serviços básicos 1991/2000 Floriano/PI.

Fonte: PNUD. Atlas do Desenvolvimento do Brasil, 2003.

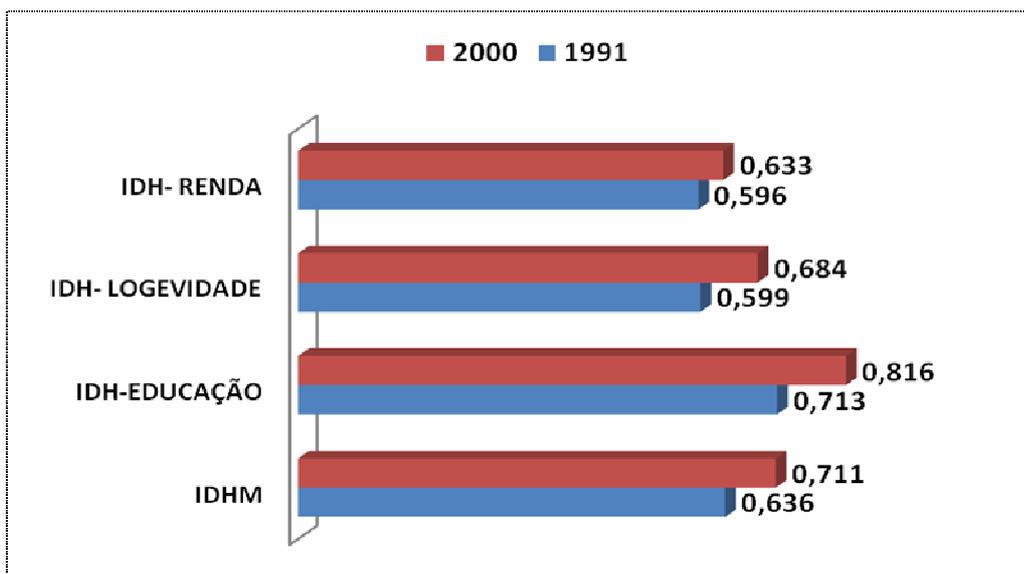


Gráfico 7.2.1-6 IDH – M de Floriano PI (1991/2000).

Fonte: PNUD. Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003.

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 – Agenda 2015³, 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 capitanias 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 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

³ 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.

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, foi criado 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 Capítulo 4 – Área de Abrangência Regional do Meio Socioeconômico no item 4.3. Estrutura e Hierarquização Urbana da AAR), 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 7.2.4-1**). 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.

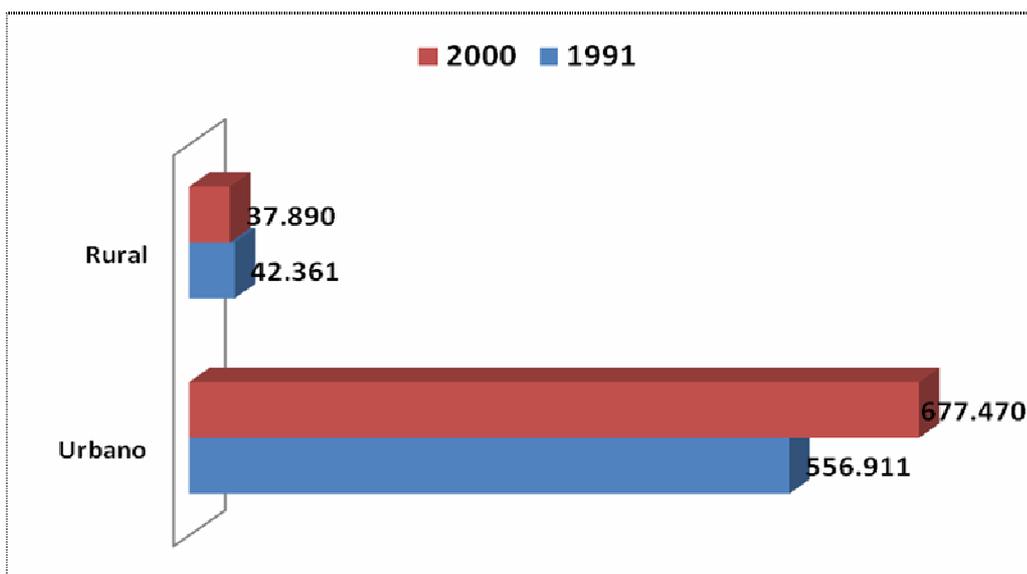


Gráfico 7.2.4-1 Teresina – População por situação de domicílio, 1991/2000.

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.

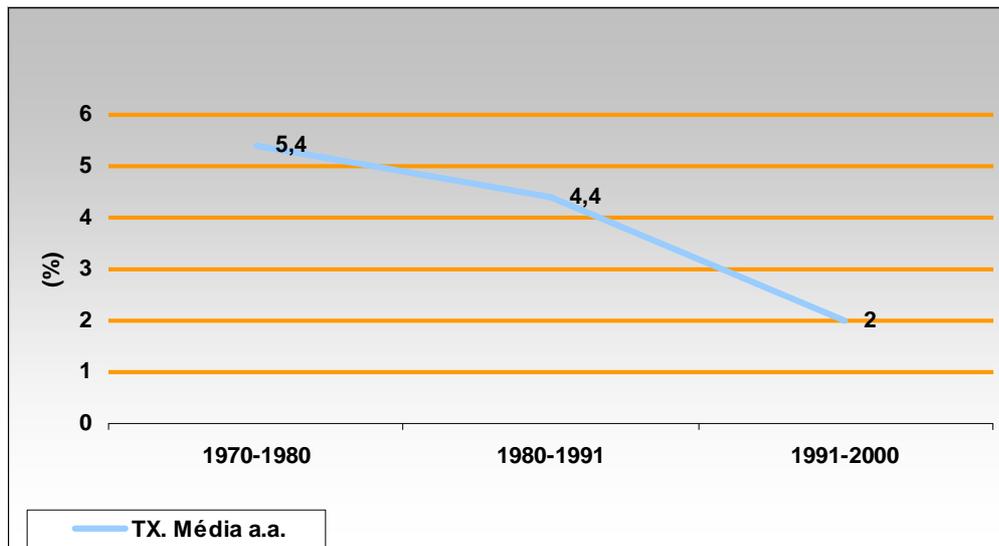


Gráfico 7.2.4-2 Crescimento da população, 1970 – 2000.

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 7.2.4-1**).

Quadro 7.2.4-1 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
Total	598.114	100,00	715.360	100,00

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 7.2.4-3**).

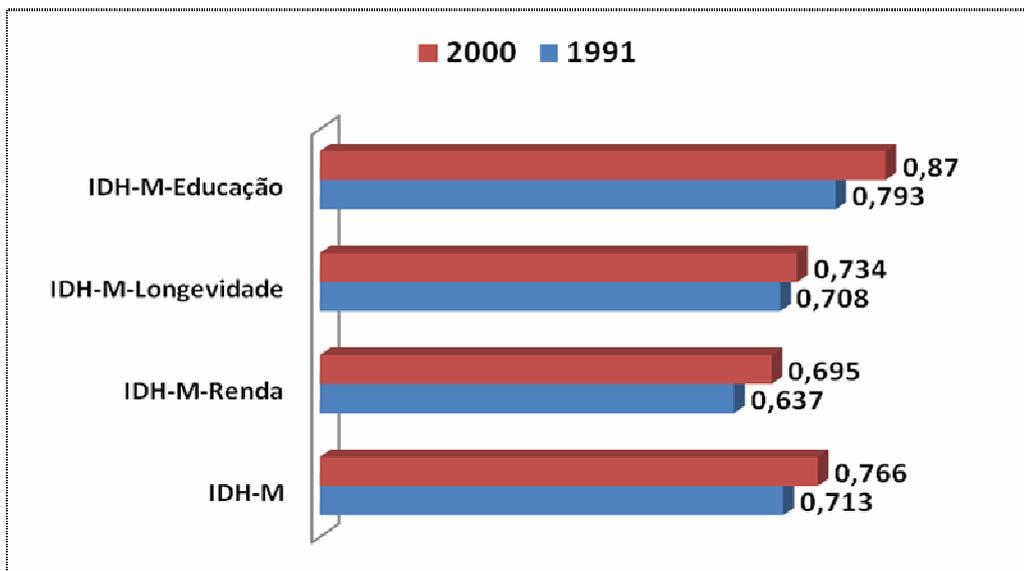


Gráfico 7.2.4-3 Teresina – IDH – M e seus componentes, 1991 e 2000.

Fonte: PNUD. Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003.

O **Gráfico 7.2.4-4** 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.

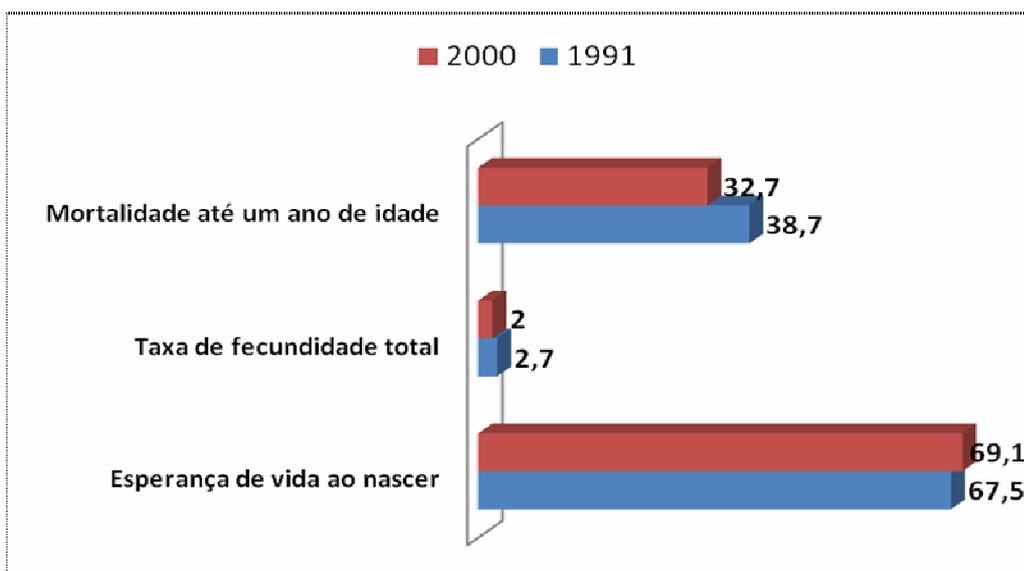


Gráfico 7.2.4-4 Teresina – Indicadores de longevidade, mortalidade e fecundidade de 1991 e 2000.

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.

Segundo informações coletadas (Prefeitura de Teresina, 2002), em relação ao esgotamento sanitário, até o final dos anos 1990 os esgotos domésticos coletados e tratados em Teresina correspondiam a apenas 4% do total de ligações de água. Era um baixíssimo índice de tratamento de esgotos e, evidentemente, implicava em sérias condições de insalubridade para a 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.

Em relação aos resíduos sólidos, 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 7.2.4-5**, abaixo, apresenta a evolução da cobertura desses serviços nos últimos dois censos.

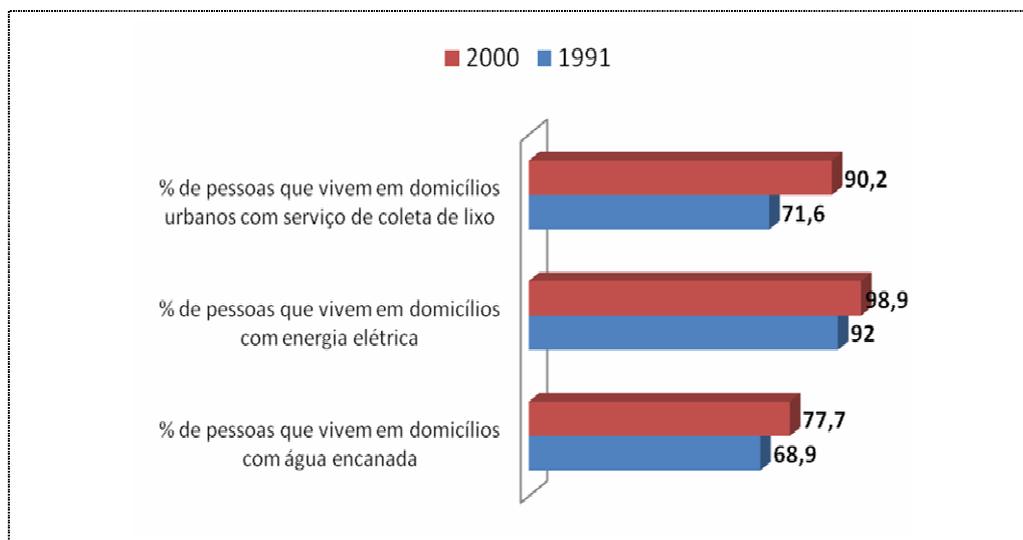


Gráfico 7.2.4-5 Acesso a serviços básicos em Teresina/PI, 1991 e 2000.

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 infraestrutura 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 infraestrutura 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. Neste nível de ensino ainda persiste o problema da defasagem idade/série, havendo mais alunos matriculados do que a população teresinense na faixa etária própria, de 15 a 17 anos (52.690 pessoas em 2000).

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 7.2.4-6**).

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.

No **Quadro 7.2.4-2** 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. 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 (PACs) 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.

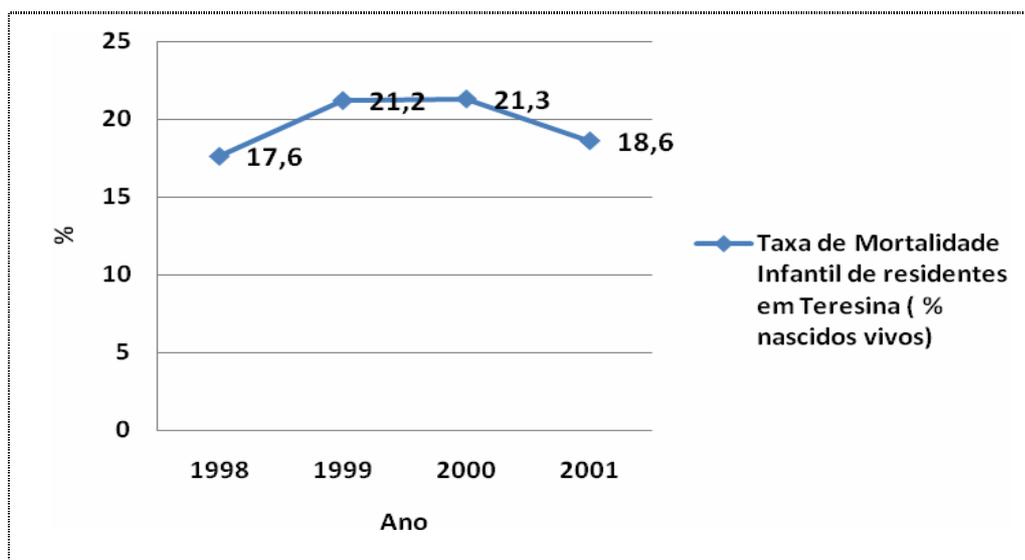


Gráfico 7.2.4-6 Taxa de mortalidade infantil de residentes em Teresina (% nascidos vivos).

Fonte: FMS/DEPLAN/DPI/SIM, 2002.

Quadro 7.2.2-2 - 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.

Importante destacar o grande avanço que vem sendo obtido no âmbito da atenção à saúde no município pela implantação do Programa de Agentes Comunitários (PACs) 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 SÓCIOECONÔMICOS DOS MUNICÍPIOS DA AII

De modo a 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 - AHE Cachoeira.

Parâmetro	Município					
	Floriano	Guadalupe	Jerumenha	Barão de Grajaú	São João dos Patos	Teresina
Caracterização						
Ano de instalação do município	1897	1938	1890	1911	1931	1832
Latitude	-6,77	-6,787	-7,088	-6,756	-6,495	-5,09
Longitude	-43,02	-43,569	-43,51	-43,024	-43,702	-42,8
Distância à capital (km)	188,1	206,849	235,500323	490,4843	445,5904	0
Área (km²)	3403,7	1020,8	1694	2189,3	1574	1679,8
Densidade demográfica, 2000	16	10,1	2,7	6,8	14,7	425,2
Demografia						
Contagem Populacional 2007	56090	9587	4371	1656	23576	779939
População total 2000	54591	10308	4515	15349	23182	715360
População urbana 2000	46684	9596	2594	7887	18817	677470
População Rural 2000	7907	712	1921	7462	4365	37890
Taxa de urbanização 2000	85,52%	93,092744	57,4529347	51,38446	81,17074	94,70%
Taxa de crescimento anual 1991 - 2000	0,68	1,11	0,88	1,52	0,91	2,09
População de 1 a 5 anos de idade	241	1119	522	1636	2407	69358
População de 5 a 14 anos de idade	11710	2475	1106	3646	5443	147654
População de 15 a 24 anos de idade	12580	2189	901	3393	4851	166188
População de 25 anos ou mais de idade	25137	4522	2004	6693	10498	332397
População de 65 anos ou mais de idade	3430	606	275	930	1586	30045
Esperança de vida ao nascer (anos)	66	67,04	68,32	67,25	63,22	69,1
Taxa de fecundidade total (filhos/mulher)	2,4	2,63	3,17	2,71	2,86	2
Educação						
Taxa bruta de freqüência à escola (%)	84,62	80,82	79,7	74,6	78,32	89,33
Taxa de alfabetização (%)	80,09	75,86	72,26	66,34	72,02	85,9
Percentual de crianças de 7 a 14 anos fora da escola	5,67	3,58	6,56	8,21	6,72	3,61
Percentual de pessoas que freqüentam o fundamental em relação à população de 7 a 14 anos	134,06	136,06	130,58	133,32	125,67	135,2
Percentual de pessoas de 15 anos ou mais analfabetas	19,91	24,14	27,75	33,66	27,98	14,11
Percentual de pessoas de 25 anos ou mais analfabetas	23,35	29,69	34,8	39,41	33,24	17,15
Percentual de pessoas de 15 anos ou mais com menos de quatro anos de escolarização	34,53	44,8	50,37	50,51	46,83	25,08

Cont.

Quadro 7.3-1 Síntese das características sociais e econômicas dos municípios da área de influência indireta - AHE Cachoeira.

Parâmetro	Município					
	Floriano	Guadalupe	Jerumenha	Barão de Grajaú	São João dos Patos	Teresina
Percentual de pessoas de 25 anos ou mais com menos de quatro anos de escolarização	40,72	50,49	56,59	58,58	56,37	29,76
Média de anos de estudo das pessoas de 25 anos ou mais de idade	5,23	4,1	3,5	3,28	3,72	6,6
Percentual de adolescentes de 15 a 17 anos que estão freqüentando o segundo grau	25,89	7,2	12,18	12,55	23,45	30,01
Percentual de crianças de 7 a 14 anos que estão freqüentando o curso fundamental	90	90,27	88,02	88,08	90,15	92,32
Percentual de pessoas de 18 a 22 anos que freqüentam curso superior	5,14	0,85	0,27	0	1,51	9,14
Renda, Nível de Pobreza e desigualdade						
Renda per capita	172,7	116,61	73,42	77,15	99,43	250,7
Índice de Gini	0,59	0,59	0,57	0,64	0,61	0,65
Índice L de Theil	0,64	0,58	0,49	0,59	0,61	0,77
Percentual da renda apropriada pelos 10% mais ricos da população	48,6	45,58	37,8	50,45	45,95	55,02
Percentual da renda apropriada pelos 40% mais pobres da população	8,7	7,57	7,63	4,6	6,44	7
Percentual da renda proveniente de rendimentos do trabalho	67,38	58,29	54,48	45,42	58,25	72,8
Percentual da renda proveniente de transferências governamentais	16,22	20,97	21,23	19,74	18,23	15,01
Percentual de pessoas com mais de 50% da sua renda proveniente de transferências governamentais, 2000	14,67	21,27	21,58	20,3	18,53	12,53
Intensidade da pobreza	45,62	54,7	59,85	63,77	61,66	42,61
Percentual de pessoas com renda per capita abaixo de 1/4 SM	22,04	32,83	45,55	48,86	41,24	16,28
Percentual de pessoas com renda per capita abaixo de 1/2 SM	47,43	57,7	70,85	71,5	61,17	39,46
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com água encanada	70,71	55,94	35,62	35,05	54,79	77,67
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	64,46	51,23	31,19	26,44	37,85	73,39
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com energia elétrica	88,93	92,15	73,51	60,78	90,32	98,89
Percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com serviço de coleta de lixo	74,19	19,59	3,45	52,52	35,03	90,16

Cont.

Quadro 7.3-1 Síntese das características sociais e econômicas dos municípios da área de influência indireta - AHE Cachoeira.

Parâmetro	Município					
	Florianópolis	Guadalupe	Jerumenha	Barão de Grajaú	São João dos Patos	Teresina
Desenvolvimento Humano e vulnerabilidade, 2000						
IDHM	0,711	0,681	0,653	0,631	0,64	0,766
Mortalidade até cinco anos de idade (crianças por 1.000 nascidos vivos)	60,86	55,79	49,79	54,77	75,74	51,78
Mortalidade até um ano de idade (crianças por 1.000 nascidos vivos)	38,9	35,59	31,69	34,93	48,69	32,67
Percentual de crianças de 10 a 14 anos que trabalham	9,85	6,81	7,76	6,34	15,46	2,73
Percentual de pessoas que vivem em famílias com razão de dependência maior que 75%	42,7	50,98	49,78	48,78	46,13	38,87
Percentual de professores do fundamental residentes com curso superior	3,42	2,79	0,47	0,39	3,59	20,55
Percentual mulheres chefes de família sem cônjuge e com filhos menores de 15 anos	7,55	6,81	6,33	4,41	8,41	6,94
Percentual de adolescentes do sexo feminino entre 15 e 17 anos com filhos	3,84	16,24	6,78	7,77	3,67	7,15
Economia						
PIB a preços correntes (R\$ 1.000), 2007	293206	85293	11830	36527	61125	6000490
PIB per capita (R\$), 2007	5155	7817	2447	2185	2540	7482
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), 2005	750	400	200	1415	2352	1800
Valor da produção de arroz (R\$ 1.000), 2005	62	13	16	331	806	540
Área Plantada com feijão (ha), 2005	740	170	155	225	298	755
Valor da produção de feijão (R\$ 1.000), 2005	146	20	30	113	186	200
Área Plantada com milho (ha), 2005	1605	300	254	350	750	1926
Valor da produção de milho (R\$ 1.000), 2005	261	5	18	45	147	385
Área Plantada com soja (ha), 2005	-	-	-	-	-	-
Valor da produção de soja (R\$ 1.000), 2005	-	-	-	-	-	-
Número de bovinos, 2004	21545	5693	9252	9351	16694	21689
Número de eqüinos, 2004	3252	707	1118	273	180	930
Número de caprinos/Ovinos, 2004	22220	2193	6140	16787	1801	12157
Número de suínos, 2004	8085	1720	1488	2376	879	11682
Número de aves, 2004	135466	7836	4523	29571	45524	2032295

7.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA – Agência Nacional de Águas. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil: Brasília, 2005a. 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: 2005d. 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. 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; www.piemtur.pi.gov.br; www.ibge.gov.br;
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> 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>, acessado em dez/06.

- QUILOMBOS. Disponível em <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>. Acesado em Nov/06 e IBGE citado em <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 Borghezán 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