

PROJETO PARNÁÍBA



Estudo de Impacto Ambiental AHE CASTELHANO

VOLUME II – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL
TOMO II – AII

Dezembro/2009

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA

APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DE CASTELHANO 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 Hidroelétrico AHE Castelhana** e **Linha de Transmissão 230 kV**, como parte de seu processo de licenciamento ambiental.

O **AHE Castelhana** faz parte de um conjunto de cinco empreendimentos hidrelétricos previstos no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) para implantação na bacia hidrográfica do Rio Parnaíba, localizada na região Meio-Norte do Brasil, entre os estados do Piauí e Maranhão. Os Estudos Ambientais, objeto do presente relatório, foram elaborados de acordo com o disposto no Termo de Referência emitido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, em 2005, na esfera do processo de licenciamento N° 02001.002986/2004-18 e Código da ANEEL - 34.100.020, considerando as disposições da Resolução CONAMA n° 001/86, do anexo I da Resolução CONAMA n° 237/97. Estes foram elaborados pela **Projotec - Projetos Técnicos Ltda.** para o Consórcio CHESF, ENERGIMP, Construtora Queiroz Galvão S.A. 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 N° 37/2008 “Plano de Trabalho dos Ecossistemas Aquáticos”, do Ofício n° 225/2008 – DILIC/IBAMA que trata do “Plano de Trabalho para Levantamento de Campo para Complementação das Informações do Meio Socioeconômico, dos Pareceres Técnicos n° 17/2008 n° 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 Fragosso, no estado do Maranhão.

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

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.....	5-3
5.1.1.2.	Classificação Climática da Bacia do Rio Parnaíba.....	5-3
5.1.2.	Pluviometria Regional.....	5-4
5.1.2.1.	Regime de Chuvas.....	5-5
5.1.3.	Evaporação Potencial.....	5-7
5.1.4.	Evapotranspiração de Referência.....	5-8
5.1.5.	Balanço Hídrico.....	5-10
5.1.6.	Temperaturas do Ar e Amplitude Térmica.....	5-12
5.1.7.	Nebulosidade (0-10).....	5-16
5.1.8.	Velocidade e Direção Predominante do Vento.....	5-17
5.1.9.	Insolação e Duração Efetiva do Dia (Fotoperíodo).....	5-18
5.1.10.	Umidade Relativa do Ar.....	5-20
5.2.	RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS.....	5-21
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.....	5-25
5.2.3.	Estruturas Hidráulicas Implantadas.....	5-35
5.2.3.1.	Controle de Cheias.....	5-35
5.2.4.	Estudo de Vazões Mensais, Vazões Extremas, Remanso, Enchimento do Reservatório e Carga de Sedimentos.....	5-38
5.2.4.1.	Vazões Médias Mensais.....	5-38
5.2.4.2.	Vazões Extremas.....	5-47
5.2.4.3.	Vazões Mínimas.....	5-52
5.2.4.4.	Remanso.....	5-53
5.3.	GEOLOGIA.....	5-57
5.3.1.	Geologia Regional.....	5-57

5.3.1.1. Bacia Sedimentar do Parnaíba.....	5-57
5.3.1.2. Principais Estruturas Tectônicas.....	5-59
5.3.2. Geologia Local.....	5-62
5.3.2.1. Grupo Balsas.....	5-62
5.3.2.2. Formação Piauí.....	5-62
5.3.2.3. Formação Pedra de Fogo.....	5-66
5.3.2.4. Formação Motuca.....	5-67
5.3.2.5. Grupo Mearim.....	5-68
5.3.2.6. Formação Corda.....	5-69
5.3.2.7. Formação Sardinha.....	5-69
5.3.3. Potencial Mineral.....	5-70
5.4. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS E HIDROGEOLOGIA.....	5-74
5.4.1. Aspectos Hidrogeológicos da Bacia Sedimentar do Parnaíba.....	5-74
5.4.2. Principais Aquíferos Identificados.....	5-78
5.4.2.1. Aquífero Serra Grande.....	5-78
5.4.2.2. Aquitardo Pimenteiras.....	5-79
5.4.2.3. Aquífero Cabeças.....	5-80
5.4.2.4. Aquitardo Longá.....	5-82
5.4.2.5. Sistema Aquífero Poti–Piauí.....	5-82
5.4.2.6. Aquitardo Pedra de Fogo e Pastos Bons.....	5-85
5.4.2.7. Aquíferos Sambaíba e Corda.....	5-85
5.4.3. Mapas Potenciométrico e Hidrogeológico.....	5-86
5.4.3.1. Mapa Potenciométrico.....	5-86
5.4.3.2. Mapa Hidrogeológico.....	5-92
5.4.4. Qualidade e Características Principais das Águas Subterrâneas na Região.....	5-94
5.5. GEOTECNIA.....	5-96
5.5.1. Geomorfologia Regional.....	5-96
5.6. GEOMORFOLOGIA.....	5-99
5.6.1. Unidades de Relevo.....	5-99
5.6.2. Geomorfologia Local.....	5-101
5.6.3. Ocorrência de Cavidades Naturais.....	5-102
5.7. PEDOLOGIA.....	5-103
5.7.1. Classes de Solos.....	5-103

5.7.1.1. Critérios Utilizados na Classificação dos Solos.....	5-103
5.7.1.2. Descrição das Unidades de Mapeamento.....	5-106
5.7.2. Aptidão Agrícola das Terras.....	5-110
5.7.3. Suscetibilidade a Erosão dos Solos.....	5-113
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.....	5-116
6. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AII DO MEIO BIÓTICO.....	6-1
6.1. ECOSISTEMAS TERRESTRES.....	6-1
6.1.1. Introdução.....	6-1
6.1.2. Procedimentos Metodológicos.....	6-1
6.1.2.1. Metodologia Geral.....	6-1
6.1.3. Mapeamento, Caracterização e Análise do Uso das Terras e da Cobertura Vegetal.....	6-1
6.1.4. Vegetação.....	6-2
6.1.4.1. Métodos.....	6-2
6.1.4.2. Caracterização Fitofisionômica.....	6-8
6.1.4.3. Florística.....	6-11
6.1.4.4. Análise Fitossociológicas.....	6-15
6.1.4.5. Declividade e Granulometria.....	6-27
6.1.4.6. Considerações Gerais.....	6-29
6.1.4.7. Referências Bibliográficas Mastofauna.....	6-29
Anexo VII – Documentação Fotográfica - Vegetação	
6.1.5. Fauna.....	6-33
6.1.5.1. Avifauna.....	6-33
Referências Bibliográficas.....	6-62
Anexo VIII – Documentação Fotográficas – Avifauna	
6.1.5.2. Mastofauna.....	6-67
Referências Bibliográficas.....	6-80
Anexo IX – Documentação Fotográficas – Mastofauna	
6.1.5.3 Herpetofauna.....	6-75

6.1.5.3 Herpetofauna.....	6-75
Referências Bibliograficas.....	6-97
Anexo IX – Documentação Fotográficas – Herpetofauna	
6.2 ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS.....	6-119
6.2.1 Introdução.....	6-119
6.2.2. Procedimentos Metodológicos.....	6-119
6.2.3. Qualidade da Água	6-120
6.2.4. Fitoplâncton	6-129
6.2.5. Zooplâncton.....	6-133
6.2.6. Macroinvertebrados Bentônicos.....	6-137
6.2.7. Comparação dos Perfis Longitudinais.....	6-140
6.2.8. Macrófitas Aquáticas	6-142
6.2.9. Ictiofauna e Recursos Pesqueiros Aquáticas	6-146
6.2.10. Referências Bibliográficas.....	6-154
7. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - AII DO MEIO SOCIOECONOMICO E CULTURAL.....	7-1
7.1. DEFINIÇÃO E ABRANGÊNCIA.....	7-1
7.2. CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA DOS MUNICÍPIOS PÓLO.....	7-2
7.2.1. Pólo Regional - Município de Teresina (PI).....	7-2
7.2.2. Pólo Sub- Regional - Floriano (MA).....	7-15
7.3. QUADRO SÍNTESE – PRINCIPAIS INDICADORES SÓCIOECONOMICOS DOS MUNICÍPIOS DA AII.....	7-21
7.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	7-26

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

5. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII) DO MEIO FÍSICO

5.1. CLIMATOLOGIA

5.1.1. Caracterização Climatológica

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

Na **Tabela 5.1-1** são relacionados os municípios com registros climatológicos considerados nas análises, identificados através das coordenadas geográficas e que foram utilizados para a caracterização climática da área de influência do futuro AHE Castelhana. Na **Figura 5.1-1**, é apresentada a localização espacial contendo a rede de estações consideradas.

Tabela 5.1-1 Relação dos municípios com suas coordenadas geográficas.

MUNICÍPIOS	LAT	LONG	ALT
Amarante	06 14	42 51	72
Angical do Piauí	06 05	42 44	200
Currupinos	07 49	40 54	370
Miguel Leão	05 40	42 44	230
Palmeirais do Piauí	05 58	43 04	85
Parnarama (MA)	05 40	43 05	89
S. Francisco Maranhão	06 15	42 51	76
São Pedro do Piauí	05 56	42 40	190

Fonte: DHME (2004).

Os municípios relacionados acham-se localizados, entre 05° 40' e 07° 49' de latitude sul e 40° 54' e 43° 05' de longitude oeste de Greenwich, inserindo-se em uma zona de baixa latitude, o que lhes confere caráter tropical. A continentalidade é outro fator que, ao lado da latitude, assegura as características fundamentais do clima regional. O relevo, também fator climático determinante, tem destaque nessa área, uma vez que as terras dos municípios têm altitudes variando de 72 m a 370 m.

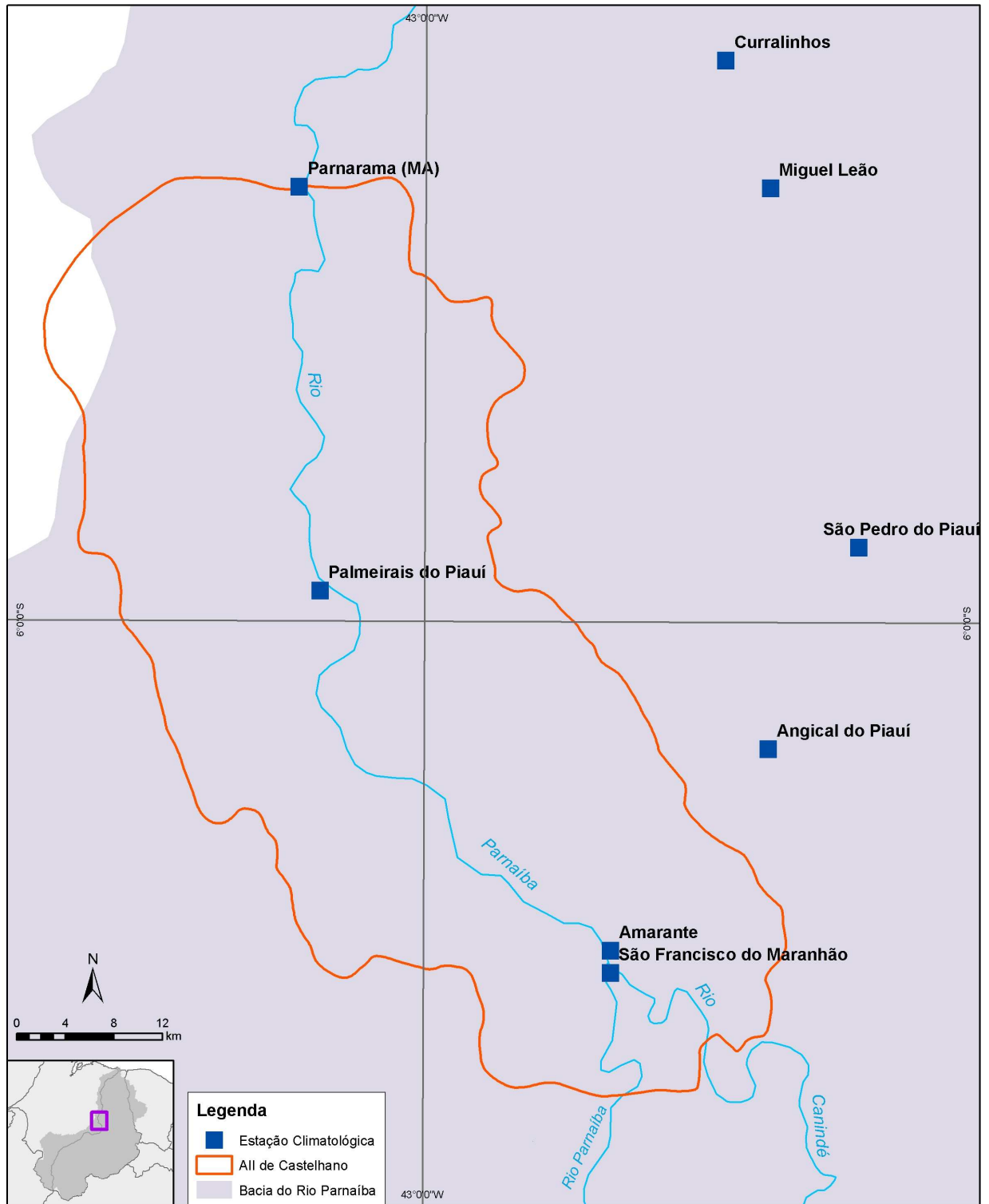


Figura 5.1-1 Localização espacial das estações climatológicas consideradas.

5.1.1.1. Fundamentos Dinâmicos do Clima

O clima da região caracteriza-se por uma ampla diferenciação, traduzida principalmente pela distribuição espacial das precipitações. E, 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 e Cavalcanti, 1993; Medeiros e Pinheiro, 1993; Medeiros *et al.* 1989):

- Sistemas de norte, representado pela Convergência Intertropical (CIT), que compreende uma faixa complexa situada entre dois fluxos de ar equatorial marítimo, fluxo dos alísios de NE (do anticiclone dos Açores) e fluxo dos alísios de SE (do anticiclone do Atlântico Sul). A CIT compõe uma superfície de descontinuidade provocada pelo fluxo dos alísios dos dois hemisférios em posição oblíqua, constituindo-se em uma 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 em que alcança sua posição mais meridional produzindo, conseqüentemente, os máximos índices pluviométricos.
- Sistemas de oeste, representado por linhas de instabilidade tropicais (IT) com predomínio de ventos de W e NW que alcançam o estado do Piauí acarretando chuvas, principalmente no verão e outono.

5.1.1.2. Classificação Climática da Bacia do Rio Parnaíba

O mecanismo do clima atuante na região é muito complexo, decorrente da conjugação de vários fenômenos atmosféricos aos quais se superpõem fatores de ordem física ditados pela geografia, como a presença de serras e a proximidade do mar. Dentre as conseqüências dessa complexidade cita-se a destacada variabilidade pluviométrica registrada no tempo e no espaço geográfico (Medeiros, 1996; Medeiros e 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 do Piauí. 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, como resultado dos deslocamentos sazonais da CIT, sob a forma de massa de ar convectiva. A estação chuvosa dessa região ocorre de janeiro a maio, sendo fevereiro, março e abril o trimestre mais chuvoso e agosto, setembro e outubro, o mais seco. As precipitações pluviométricas variam de 1.000 a 1.800 mm anuais.
- Tipo Aw: Clima quente e úmido com chuvas de verão que ocorrem no centro-sul e sudoeste do estado do Piauí, determinado pela massa Equatorial Continental (EC), de ar quente e nevoento, responsável pela ocorrência de precipitações em forma de aguaceiros. A estação chuvosa ocorre de novembro a março, sendo dezembro, janeiro e fevereiro o trimestre mais chuvoso e junho, julho e agosto, o mais seco. As precipitações pluviométricas variam de 1.000 a 1.400 mm anuais.
- Tipo BShw: Clima semi-árido caracterizado por uma curta estação chuvosa no verão e responsável pelos efeitos das secas, consequência da diminuição das precipitações da massa de ar 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 Castelhana nos períodos anual e mensal, foram considerados 6 postos localizados na área e vizinhanças da bacia de contribuição do aproveitamento, que possuem melhor disponibilidade e qualidade de dados.

A variabilidade de número de anos de observações dos postos pluviométricos na região do AHE Castelhana é muito grande, visto que os pluviômetros foram instalados em tempo e espaço muito diferenciados (**Tabela 5.1-2**). Desta forma, as implantações e desativações dos referidos postos pluviométricos estão restritas aos setores que os operam. No cômputo médio geral são 35,7 anos de observações, variando de 13 anos para Miguel Leão a 90 anos em Amarante (**Gráfico 5.1-1**).

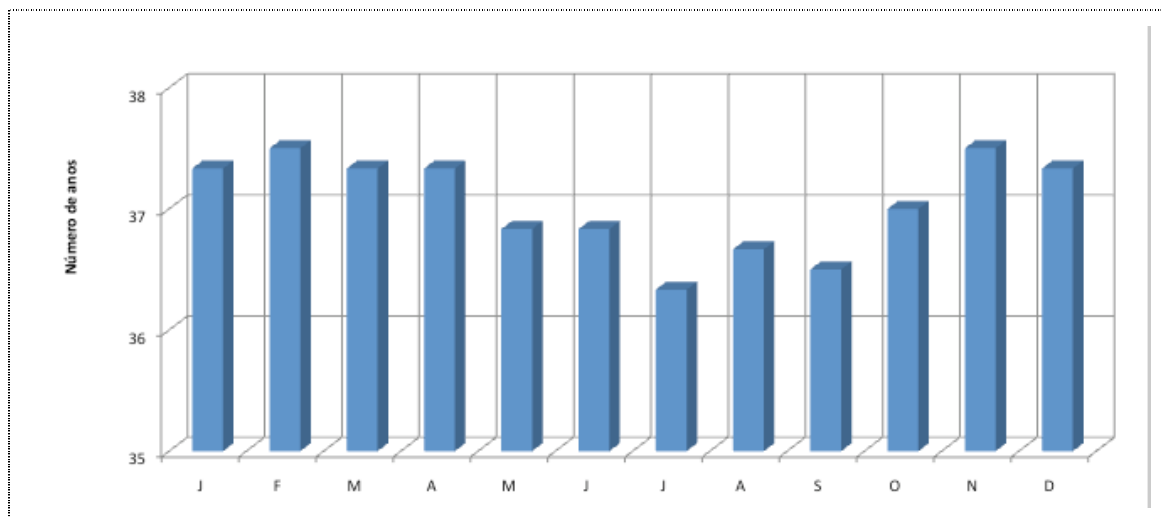
Tabela 5.1-2 Número de anos com observações de chuvas por posto.

MUNICIPIO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Annual
Amarante	91,0	91,0	91,0	91,0	91,0	90,0	90,0	91,0	90,0	91,0	92,0	92,0	90,0
Angical do Piauí	19,0	20,0	20,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	17,0	17,0	18,0	17,0	17,0
Curralinhos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Miguel Leão	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Palmeirais Do Piauí	41,0	41,0	41,0	41,0	40,0	41,0	41,0	40,0	40,0	41,0	41,0	42,0	40,0
Parnarama (Ma)	19,0	19,0	18,0	19,0	17,0	18,0	14,0	16,0	18,0	19,0	19,0	18,0	14,0
São Pedro do Piauí	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	40,0	41,0	41,0	41,0	41,0	42,0	42,0	40,0
S. Francisco Maranhão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	37,3	37,5	37,3	37,3	36,8	36,8	36,3	36,7	36,5	37,0	37,5	37,3	35,7

OBS.: (-) SEM INFORMAÇÕES OU DADOS INCONSISTENTES.

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

Fonte: DHME (2004).


Gráfico 5.1-1. Número médio de anos com observações de chuvas nos postos considerados.

Fonte: DHME (2004).

5.1.2.1. Regime de Chuvas

A área de influência climatológica do AHE Castelhana está incluída no regime de precipitação da região central do estado, na qual o período chuvoso inicia-se na pré-estação em novembro e prolonga-se até o mês de abril (**Tabela 5.1-3**). Os meses de maiores incidências de chuva vão de dezembro a fevereiro. O índice pluviométrico médio anual atinge aproximadamente 1.331 mm, sendo que este relativamente elevado índice pluviométrico local contribui para amenizar o “déficit hídrico” na região.

A distribuição espacial dos totais anuais de chuva dos municípios varia de 1189 a 1775 mm. Apesar dos índices pluviométricos relativamente elevados, as distribuições espacial, temporal, inter e intra mensal e anual é irregular devido aos fatores provocadores de chuvas

na região sofrerem bloqueios atmosféricos e causarem períodos de veranicos moderados a fortes.

A compreensão do ritmo climático se completa com a análise do regime pluvial, ou seja, da distribuição mensal das chuvas. Embora a região central do estado tenha uma distribuição regular de chuvas durante o ano, dois períodos se destacam definindo um limite zonal bem marcante. As precipitações se concentram no intervalo de dezembro a abril, no qual os meses de março e abril são os mais chuvosos com um total de 41% da precipitação anual.

Entre junho a outubro ocorre o período de menor precipitação com valores médios mensais variando de 3,3 a 36,1 mm para os municípios da área de influência do AHE Castelhana. O trimestre mais seco nesses municípios é de junho a agosto, com valores médios mensais inferiores a 11,2 mm. Ademais, o período de junho a setembro registra 19,0 mm de chuva para as médias mensais no grupo de municípios em questão.

Os veranicos nessa área de estudo acontecem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, com intensidade moderada num intervalo de 17 a 19 dias (**Gráficos 5.1-2 e 5.1-3**).

Para uma melhor visualização e entendimento dos elementos meteorológicos, são apresentados na **Tabela 5.1-3** os valores de precipitação média mensal por município da área climatológica do AHE Castelhana.

Tabela 5.1-3 Precipitações médias mensais em municípios situados na área de influência do AHE Castelhana.

MUNICÍPIO	Jan	Fev	Mar	Abr	Ma	Jun	Jul	Ago	Set	Outr	Nov	Dez	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
Angical do Piauí	233,8	181,2	297,0	238,8	57,7	2,7	2,2	0,7	6,3	13,1	62,2	93,8	1189,5
Curralinhos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Miguel Leão	247,8	156,9	285,0	300,6	69,2	9,6	0,2	0,8	2,6	14,1	29,8	113,0	1229,6
Palmeirais do Piauí	206,9	202,2	263,5	201,0	74,1	15,5	7,9	1,6	13,5	53,2	92,7	127,5	1259,7
São Pedro do Piauí	193,5	201,4	288,5	211,3	70,7	11,7	5,1	4,3	15,8	41,3	91,0	120,0	1254,7
Parnarama (Ma)	248,9	269,1	372,7	326,6	182,4	97,1	7,3	8,9	10,9	42,6	89,9	118,8	1775,2
S. Francisco Maranhão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	220,9	205,3	297,6	246,4	86,3	25,3	4,6	3,3	11,1	36,1	75,6	118,9	1331,5

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

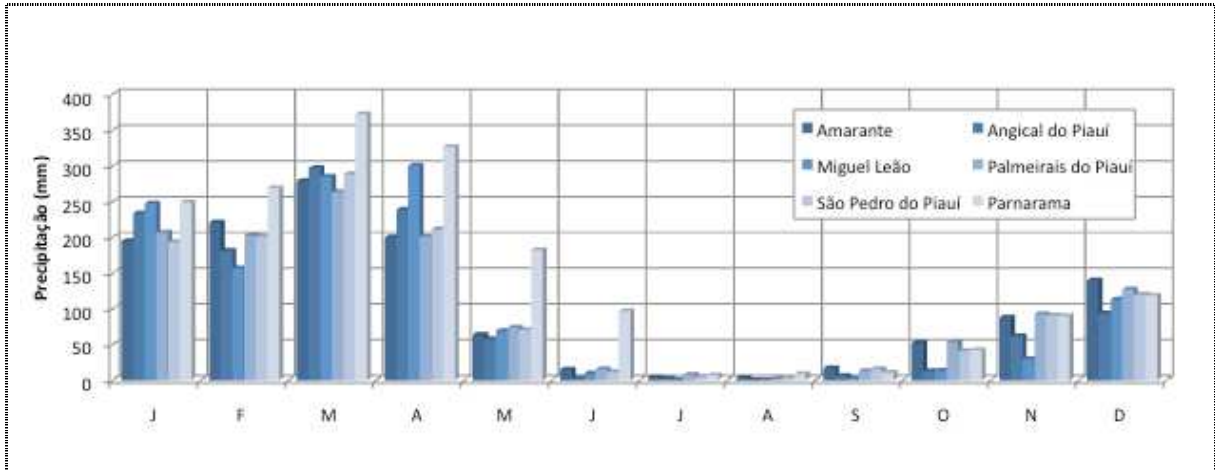


Gráfico 5.1-2. Precipitações médias mensais em municípios situados na área de influência do AHE Castelhana. Fonte: DHME (2004).

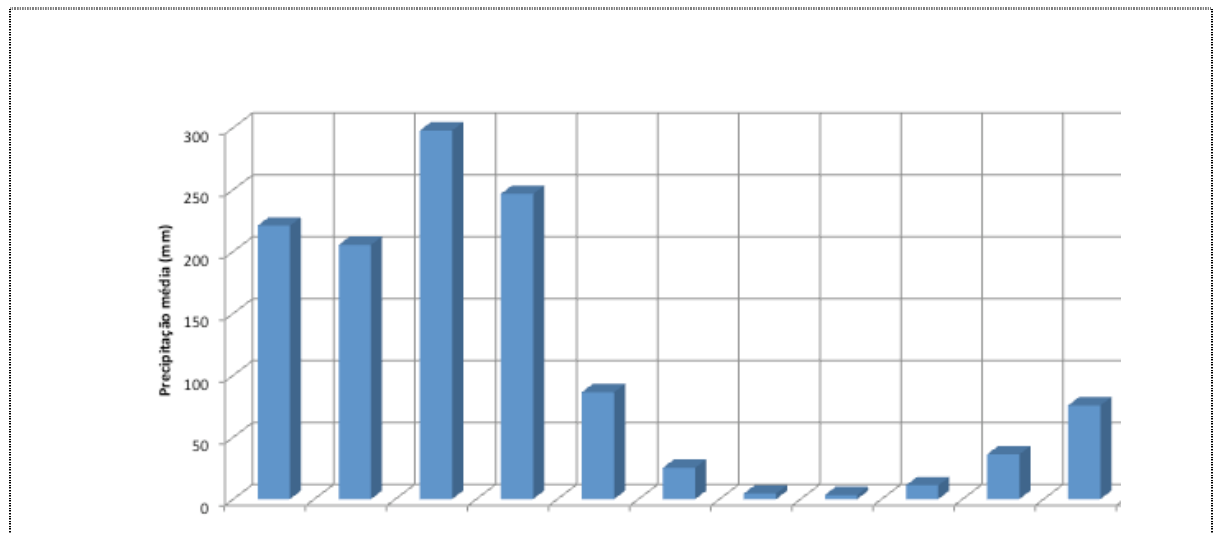


Gráfico 5.1-3. Precipitações médias mensais na área de influência do AHE Castelhana. Fonte: DHME (2004).

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, em que foram utilizadas temperatura média e umidade relativa do ar.

O comportamento sazonal e espacial da evaporação é apresentado na **Tabela 5.1-4**. Os dados de evaporação mensal compreendem-se entre 56 mm, no mês de fevereiro para o município de Parnarama (MA), e 307 mm, no mês de outubro para o município de Amarante (PI). E, os valores médios anuais assinalados nos municípios oscilam de 1315 a 2748 mm.

O **Gráfico 5.1-4** mostra os valores médios mensais da evaporação de referência para a área de influência do AHE Castelhana. A taxa de evaporação média anual nos municípios considerados é de 2225,2 mm, valor bastante elevado quando comparado à precipitação média anual de 1331 mm.

Tabela 5.1-4 Evaporação de referência (mm) da área da bacia do AHE Castelhanao.

MUNICÍPIO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	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
Angical do Piauí	188,7	156,4	179,8	173,0	179,5	168,2	183,1	210,8	244,2	260,6	232,7	213,3	2390,4
Curralinhos	171,4	138,8	155,7	142,6	140,9	127,3	133,1	150,2	182,1	214,8	206,5	199,9	1963,4
Miguel Leão	188,3	155,2	178,2	171,5	177,4	166,9	182,9	208,5	240,2	258,0	230,6	214,5	2372,1
Palmeirais do Piauí	197,9	163,6	190,0	185,5	198,1	190,7	210,1	249,8	286,2	293,8	259,0	224,0	2648,6
Parnarama (Ma)	69,0	55,7	60,3	65,2	89,1	124,0	163,5	182,6	160,2	161,1	99,9	84,4	1315,0
S. Francisco Maranhão	102,0	92,5	87,0	91,5	139,0	153,5	223,5	217,5	315,0	257,5	160,0	101,5	1940,5
São Pedro do Piauí	200,4	164,3	183,7	172,0	178,0	169,7	178,9	206,2	233,9	257,2	251,0	227,9	2423,1
Média	165,0	136,7	153,6	148,8	163,2	162,4	186,6	211,2	245,4	251,3	214,3	186,8	2225,2

Fonte: DHME (2004).

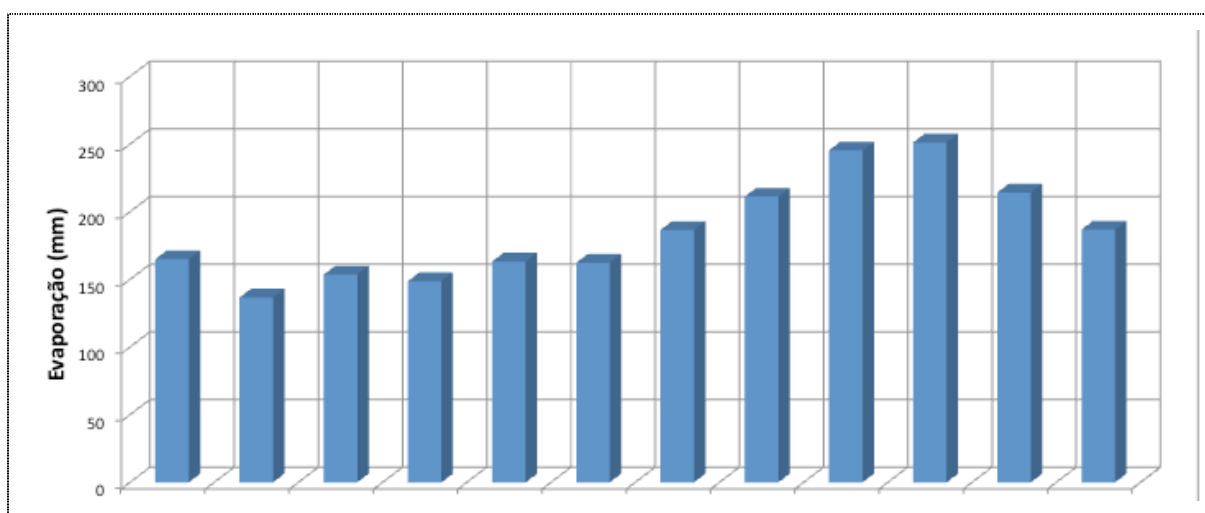


Gráfico 5.1-4. Evaporação de referência da área de influência do AHE Castelhanao.

Fonte: DHME (2004).

5.1.4. Evapotranspiração de Referência

A evapotranspiração de referência descreve-se no fenômeno associado à perda conjunta de água do solo pela evaporação e pela vegetação através da transpiração. Por se tratar da água total perdida pelo sistema, é necessário determiná-la com o maior cuidado possível. Sabendo-se que a planta retém em torno de 1,0 a 2,0% da água disponível, tem-se que quanto maior a disponibilidade de água melhor o desempenho da planta. Também, a evapotranspiração sofre influência de fatores como 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 na **Tabela 5.1-5**, onde se observa valores mensais compreendidos entre 80 mm (fevereiro em Parnarama) e 454 mm (agosto em São Francisco do Maranhão). Os valores anuais

acumulados de evapotranspiração de referência de cada município oscilam de 1374 a 2915 mm, com média de 1872 mm. Entretanto, excluindo-se os valores do posto de São Francisco do Maranhão, os valores anuais de cada município passam a oscilar entre 1374 e 1924 mm, com média anual de 1723 mm.

A evapotranspiração de referência média da região (**Gráfico 5.1-5**) indica que os meses de maiores evapotranspirações concentram-se entre agosto e outubro, oscilando de 202 a 215 mm. Mas para o intervalo de dezembro à primeira quinzena do mês de julho, a variação dos valores mensais encontra-se entre 109 e 165 mm. A evapotranspiração anual média na região do aproveitamento, da ordem de 1872 mm, é um valor também bastante elevado quando comparado à precipitação média.

Tabela 5.1-5 Evapotranspiração de referência (mm) da área de influência do AHE Castelhana.

MUNICÍPIO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	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
Angical do Piauí	132,1	109,5	125,9	121,1	125,6	117,8	128,2	147,6	170,9	182,4	162,9	149,3	1673,3
Curralinhos	120,0	97,2	109,0	99,9	98,6	89,1	93,2	105,1	127,5	150,4	144,6	139,9	1374,4
Miguel Leão	131,8	108,6	124,7	120,0	124,2	116,8	128,0	146,0	168,1	180,6	161,5	150,1	1660,5
Palmeirais do Piauí	138,5	114,5	133,0	129,8	138,7	133,5	147,0	174,8	200,3	205,7	181,3	156,8	1854,0
Parnarama (MA)	98,6	79,6	86,1	93,1	127,3	177,1	233,6	260,9	228,9	230,1	142,7	120,6	1878,6
S. Francisco Maranhão	145,7	132,1	124,3	130,7	198,6	219,3	319,3	453,6	450,0	367,9	228,6	145,0	2915,1
São Pedro do Piauí	140,3	115,0	128,6	120,4	124,6	118,8	125,2	144,4	163,7	180,0	175,7	159,5	1696,2
MÉDIA	131,1	109,2	120,9	118,4	135,0	138,9	165,8	202,1	215,1	214,0	173,7	147,7	1872,0

Fonte DHME (2004).

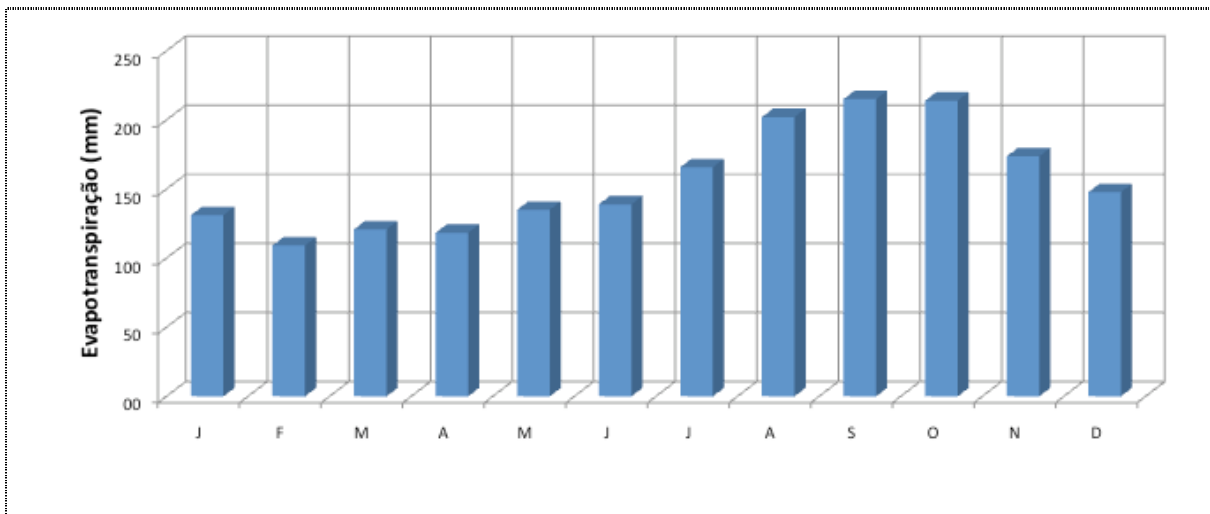


Gráfico 5.1-5. Evapotranspiração de referência média da área de influência do AHE Castelhana.

Fonte: DHME (2004).

5.1.5. Balanço Hídrico

O balanço hídrico regional foi realizado através do método de Thornthwaite e Mather (1955). A importância desse estudo deve-se à sua aplicação na avaliação do potencial agroclimático e os índices deduzidos do seu cálculo que revelam um melhor conhecimento da realidade climática da área estudada, tais como os índices hídricos, de aridez e de umidade que refletem a relação da pluviosidade com a evapotranspiração potencial (**Tabela 5.1-6**).

Tabela 5.1-6 Balanço hídrico médio segundo Thornthwaite e Mather para a região do aproveitamento Castelhana.

BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAITTE E MATHER									
LOCAL: REGIÃO CENTRAL DA ÁREA CLIMATOLÓGICA DO AHE CASTELHANO									
LATITUDE: 06° 37' S			LONGITUDE: 42° 37' W			ALTITUDE (m): 164			
CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO: 100,0 mm									
MESES	T [°C]	P [mm]	EVP [mm]	P-EVP [mm]	ARM [mm]	ALT [mm]	EVR [mm]	EXC [mm]	DEF [mm]
JAN	26,5	220,9	129	91,9	91,9	91,9	129	0	0
FEV	25,8	205,3	105,9	99,4	100	8,1	105,9	91,3	0
MAR	26,1	297,6	120,4	177,2	100	0	120,4	177,2	0
ABR	26,2	246,4	116,6	129,8	100	0	116,6	129,8	0
MAI	26,3	86,3	126	-39,6	60,4	-39,6	126	0	0
JUN	26,2	25,3	127,5	-102,1	0	-60,4	85,7	0	41,8
JUL	26,5	4,6	143,9	-139,4	0	0	4,6	0	139,4
AGO	27,5	3,3	166,2	-162,9	0	0	3,3	0	162,9
SET	28,6	11,1	181,5	-170,4	0	0	11,1	0	170,4
OUT	28,7	36,1	192	-155,9	0	0	36,1	0	155,9

Cont.

Tabela 5.1-6 Balanço hídrico médio segundo Thornthwaite e Mather para a região do aproveitamento Castelhana.

BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTWHAITE E MATHER									
LOCAL: REGIÃO CENTRAL DA ÁREA CLIMATOLÓGICA DO AHE CASTELHANO									
LATITUDE: 06° 37' S			LONGITUDE: 42° 37' W			ALTITUDE (m):164			
CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO: 100,0 mm									
MESES	T [°C]	P [mm]	EVP [mm]	P-EVP [mm]	ARM [mm]	ALT [mm]	EVR [mm]	EXC [mm]	DEF [mm]
NOV	28,2	75,6	165,8	-90,2	0	0	75,6	0	90,2
DEZ	27,5	118,9	148,1	-29,2	0	0	118,9	0	29,2
ANO	27	1331,5	1723	-391,5	452,3	0	933,2	398,3	789,8

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

ÍNDICES
ÍNDICE DE ARIDEZ (IA): **45,84** %
ÍNDICE DE UMIDADE (IU): **23,12** %
ÍNDICE HÍDRICO (IM): **-4,38** %

O índice de aridez (IA) revela a relação entre a deficiência (DEF) e a evapotranspiração potencial (EP) expressa em percentagem. Ele é zero quando não existe deficiência e 100 quando a deficiência hídrica (DEF) é igual à evapotranspiração (EP).
O índice de umidade (IU) é o excedente hídrico (EXC) expresso em percentagem da evapotranspiração potencial anual (EP).
O índice hídrico (IM) é representado pela relação entre o excedente de água (EXC), a deficiência (DEF) e a evapotranspiração (EP), segundo a expressão $IM=100EXC-60DEF/EP$.
Fonte: Estudo Agrometeorológico para o Estado do Piauí (2004).

Os diferentes índices climáticos criados por Thornthwaite indicam a necessidade de água para a 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. Neste sentido, o solo seria o reservatório, razão pela qual se considera que o balanço hídrico representa as relações da atmosfera com o sistema solo-planta.

Primeiramente, parte-se do princípio de que toda a precipitação se infiltra no solo e que só há escoamento após atingir a capacidade máxima de armazenamento de água neste. A partir daí podem ocorrer excedentes hídricos ou, se for o caso de não haver suprimento de água necessário para completar o armazenamento máximo, ocorrer deficiências hídricas. Assim, o suprimento de água do solo pode variar e depende do tipo de solo.

O balanço hídrico foi calculado com base nos dados de temperaturas e de precipitações médias da área estudada. A coluna de armazenamento revela a capacidade de retenção de água do solo e seu poder de armazenamento nos meses de janeiro a maio; salientando-se que de junho a dezembro os valores de água armazenada são nulos.

Quando não é detectado excedente, significa que a precipitação é igual ou aproximada à evaporação real anual. Em se tratando da área estudada, foram detectados excedentes nos meses de janeiro a abril e déficits de água no período seco compreendido de maio a dezembro.

E, segundo a classificação de Thornthwaite e Mather (1955), o clima é tropical semi-árido seco, com duração do período seco de 8 meses e a evaporação real durante os meses de dezembro a maio é de elevada significância (**Gráfico 5.1-6**).

Região do AHE Castelhana - Balanço Hídrico de Thornthwaite

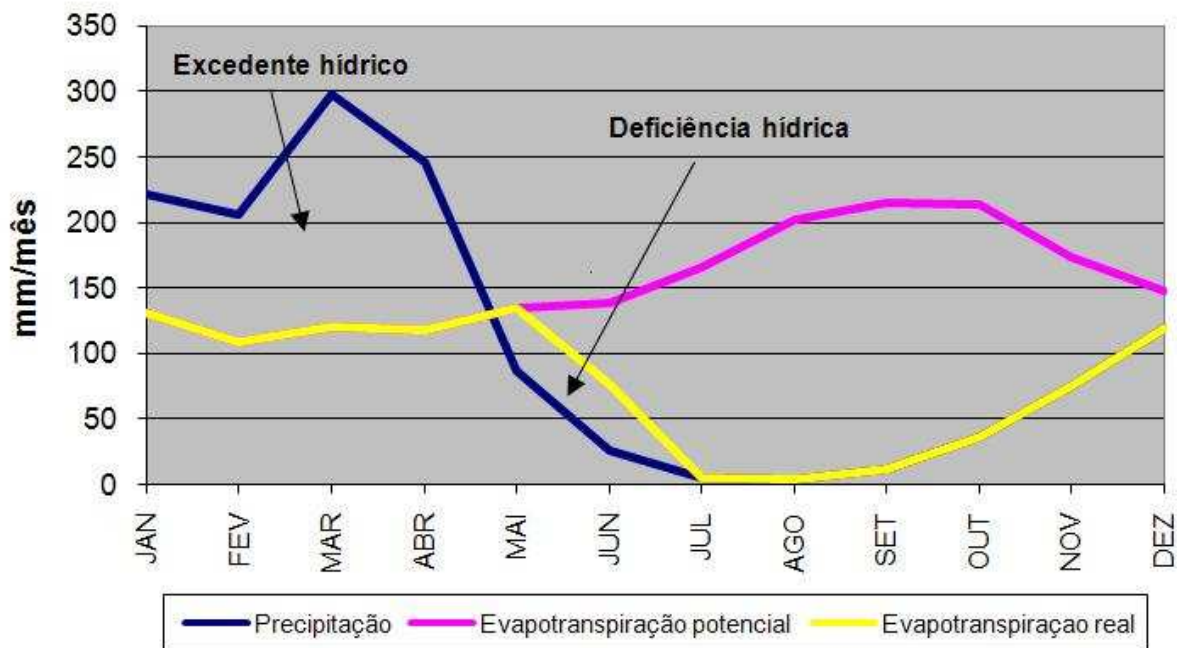


Gráfico 5.1-6 Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather para a região do AHE Castelhana.

5.1.6. Temperaturas do Ar e Amplitude Térmica

Considerando-se as estações situadas na área de influência do AHE Castelhana, está apresentado a seguir o comportamento sazonal da temperatura do ar, configurado através dos seus valores médios, máximos e mínimos mensais.

Na **Tabela 5.1-7** e no **Gráfico 5.1-7** está apresentada a variação da temperatura média mensal da área de estudo. Os menores valores ocorrem no mês de fevereiro (média de 25,8°C) e, nos meses de setembro a novembro, a temperatura média na região ultrapassa os 28°C. Também, a temperatura média anual dos municípios que compõem a região é de 27,0°C e as médias municipais oscilam entre 26,0°C e 27,8°C.

Tabela 5.1-7 Temperaturas médias mensais da área de influência do AHE Castelhana.

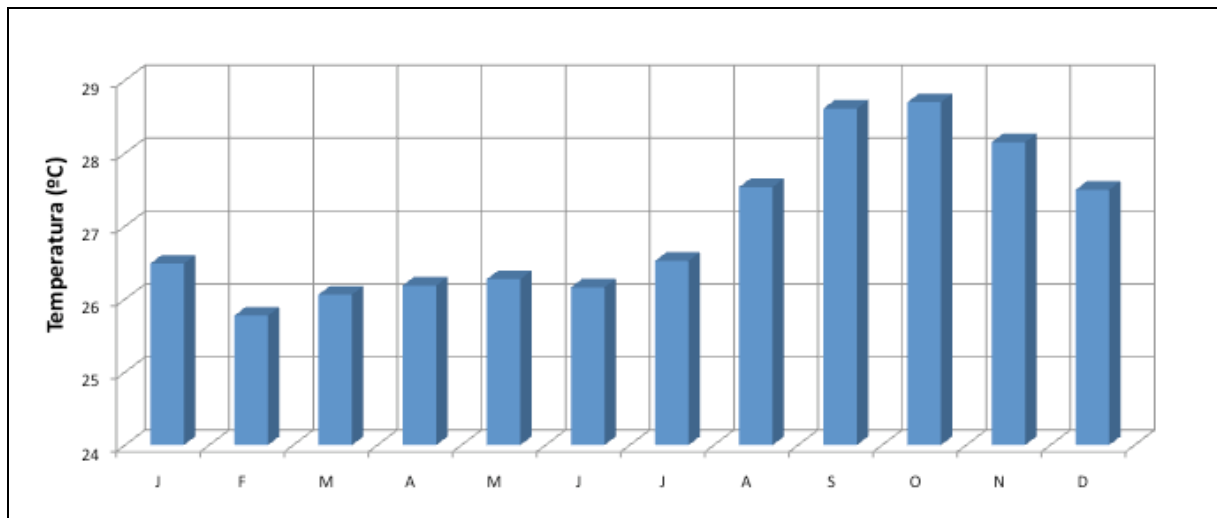
MUNICIPIO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Amarante	26,5	25,9	26,3	26,4	26,7	26,8	27,1	28,3	29,4	29,3	28,6	27,2	27,4
Angical do Piauí	26,0	25,5	25,8	25,9	25,9	25,9	26,1	27,1	28,3	28,5	27,8	26,8	26,6
Currupinheiros	26,3	25,8	26,1	26,2	26,3	26,3	26,7	27,7	28,8	28,8	28,2	27,2	27,0
Miguel Leão	26,0	25,5	25,8	25,8	25,9	25,8	26,1	27,0	28,1	28,4	27,7	26,9	26,6

Cont.

Tabela 5.1-7 Temperaturas médias mensais da área de influência do AHE Castelhana.

MUNICÍPIO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Palmeirais do Piauí	26,5	25,9	26,3	26,5	26,7	26,8	27,2	28,3	29,4	29,3	28,5	27,2	27,4
Parnarama (Ma)	27,3	26,7	26,6	26,7	26,8	26,5	26,4	27,1	27,7	28,1	28,2	28,1	27,2
S. Francisco Maranhão	27,7	25,8	26,2	26,6	26,6	26,1	27,2	28,7	29,8	29,4	29,2	30,1	27,8
São Pedro do Piauí	25,6	25,1	25,4	25,4	25,3	25,1	25,4	26,1	27,4	27,8	27,0	26,5	26,0
Média	26,5	25,8	26,1	26,2	26,3	26,2	26,5	27,5	28,6	28,7	28,2	27,5	27,0

Fonte: DHME (2004).


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

Fonte: DHME (2004).

O período de maior incidência de temperaturas máximas vai de julho a setembro, com os valores médios regionais variando entre 33,3°C e 35,7°C. A partir da segunda quinzena de dezembro até o mês de junho, observa-se uma redução nos valores da temperatura máxima. Isto ocorre em função de fatores meteorológicos que influenciam durante o período chuvoso, assim como outros fatores locais que contribuem para essa redução. A variação da temperatura máxima média mensal na região está compreendida entre 30,8°C e 35,7°C durante o ano. (**Tabela 5.1-8** e **Gráfico 5.1-8**).

Tabela 5.1-8 Temperaturas máximas médias mensais (°C) da área de influência do AHE Castelhana.

MUNICÍPIO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Amarante	32,0	31,0	31,8	31,8	32,5	33,3	34,1	35,6	36,5	36,0	35,2	33,3	33,6
Angical do Piauí	31,6	30,6	31,3	31,1	31,6	32,3	33,1	34,6	35,5	35,3	34,5	32,8	32,9
Curralinhos	31,9	30,8	31,4	31,4	31,9	32,8	33,6	35,2	36,0	35,7	34,9	33,2	33,2
Miguel Leão	31,6	30,6	31,2	31,0	31,3	32,2	33,1	34,6	35,4	35,3	34,4	32,9	32,8
Palmeirais do Piauí	32,0	31,0	31,7	31,8	32,5	33,3	34,2	35,8	36,6	36,1	35,2	33,3	33,6
Parnarama (Ma)	31,4	30,8	30,8	30,8	31,1	31,3	31,3	32,2	32,7	32,8	32,9	32,7	31,7

Cont.

Tabela 5.1-8 Temperaturas máximas médias mensais (°C) da área de influência do AHE Castelhanao.

MUNICIPIO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
S. Francisco Maranhão	33,0	31,5	32,4	32,2	31,2	32,1	34,4	36,4	38,5	37,5	35,9	34,7	34,2
São Pedro do Piauí	31,1	30,2	30,8	30,5	30,7	31,5	32,4	33,8	34,7	34,7	33,8	32,4	32,2
Média	31,8	30,8	31,4	31,3	31,6	32,4	33,3	34,8	35,7	35,4	34,6	33,2	33,0

Fonte: DHME (2004).

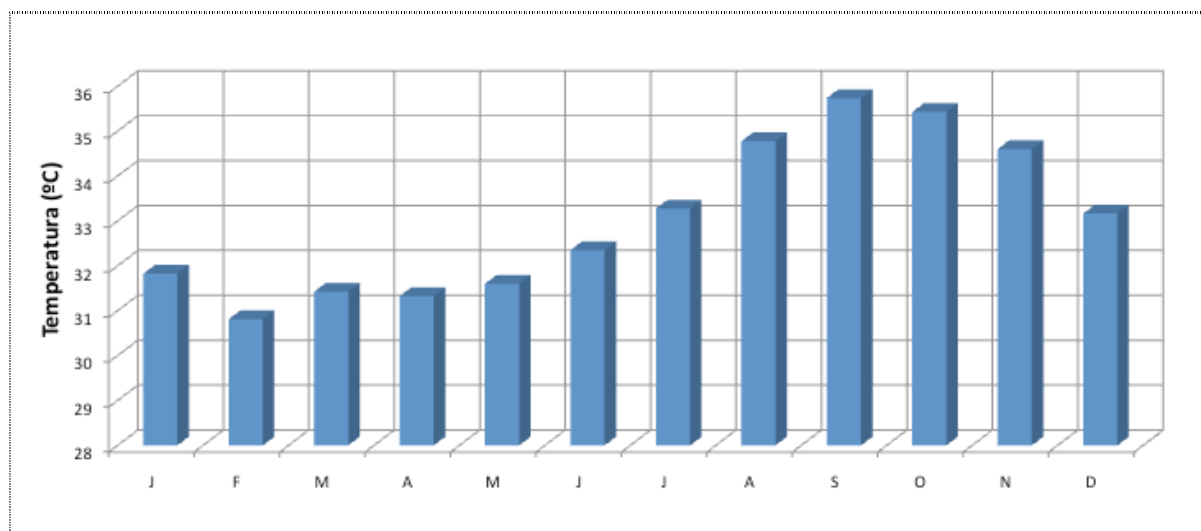


Gráfico 5.1-8 Temperaturas médias máximas na área de influência do AHE Castelhanao.

Fonte: DHME (2004).

Na **Tabela 5.1-9** e no **Gráfico 5.1-9** observa-se a variação das temperaturas mínimas médias mensais para as estações do AHE Castelhanao.

Tabela 5.1-9 Temperaturas mínimas médias mensais da área de influência do AHE Castelhanao.

MUNICIPIO/MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Amarante	22,2	22,2	22,0	22,2	21,7	21,0	20,7	21,4	22,7	23,0	23,0	22,4	22,0
Angical do Piauí	21,9	21,9	21,7	21,8	21,3	20,2	20,0	20,4	21,7	22,1	22,2	22,1	21,4
Currálinhos	22,2	22,2	22,0	22,2	21,7	20,8	20,6	21,0	22,2	22,5	22,6	22,4	21,9
Miguel Leão	22,0	21,9	21,7	21,9	21,4	20,3	20,1	20,3	21,6	21,9	22,1	22,1	21,4
Palmeirais do Piauí	22,2	22,3	22,1	22,3	21,9	21,0	20,8	21,4	22,7	23,0	22,9	22,5	22,1
Parnarama (Ma)	23,6	23,4	23,6	23,6	23,9	23,8	23,6	23,7	23,5	23,3	23,6	23,7	23,6
S. Francisco Maranhão	22,4	20,0	19,9	21,0	22,0	20,1	20,0	21,0	21,1	21,2	22,5	25,5	21,4
São Pedro do Piauí	21,6	21,6	21,4	21,5	20,9	19,6	19,5	19,5	20,8	21,2	21,5	21,7	20,9
Média	22,3	21,9	21,8	22,1	21,9	20,9	20,7	21,1	22,0	22,3	22,6	22,8	21,8

Fonte: DHME (2004).

As menores temperaturas mínimas médias mensais ocorrem nos meses de junho a agosto, com valores entre 20,9°C e 21,1°C. A média da temperatura mínima (**Gráfico 5.1-9**) oscila entre 20,7°C e 22,8°C e a temperatura média mínima anual da área da bacia hidrográfica é de 21,8°C.

Uma apreciação ilustrativa da variação dos extremos em relação às médias das temperaturas mensais na área de influência do AHE Castelhana pode ser vista no **Gráfico 5.1-10**.

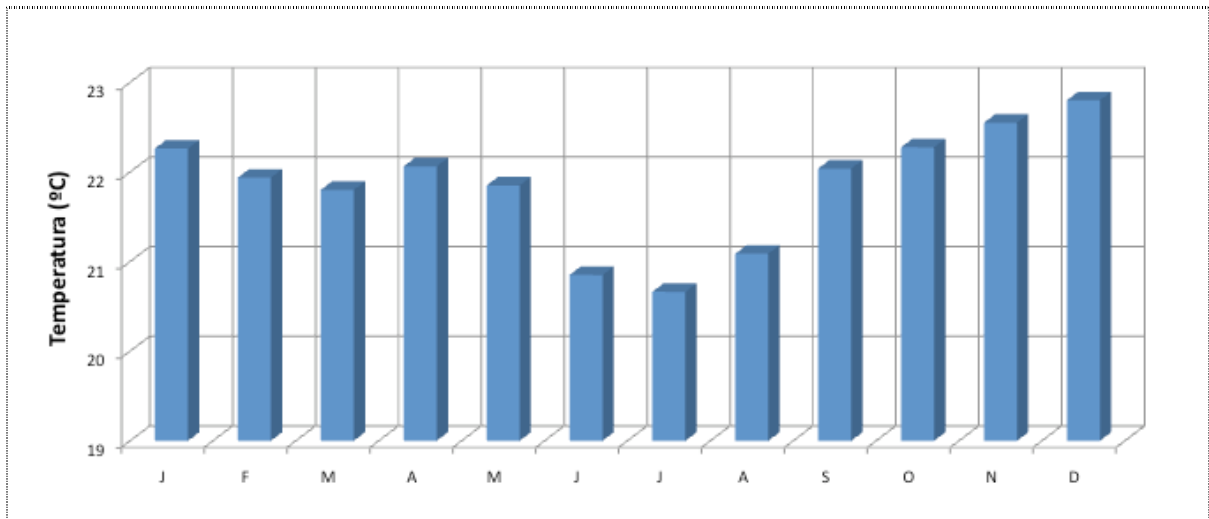


Gráfico 5.1-9 Temperaturas mínimas médias mensais (°C) da área de influência do AHE Castelhana.

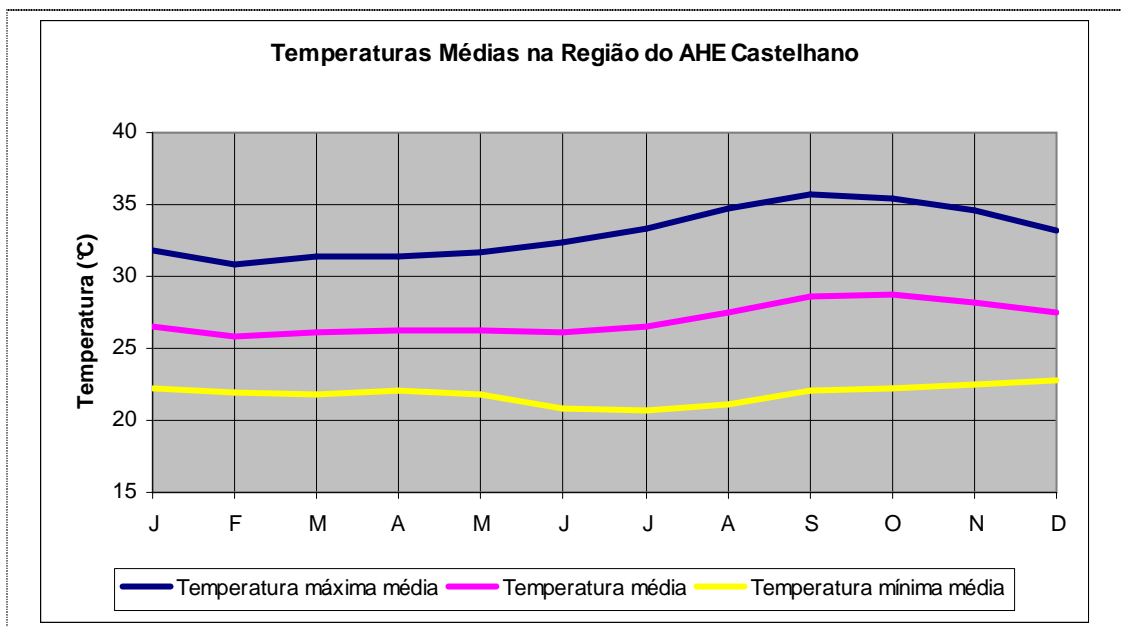


Gráfico 5.1-10 Temperaturas mínimas médias mensais (°C) da área de influência do AHE Castelhana.

Fonte: DHME (2004).

Observando o **Gráfico 5.1-11**, tem-se que a amplitude térmica média varia de 8,9°C em fevereiro e 13,7°C em agosto e setembro, sendo que sua média anual na área da bacia é de 11,2°C.

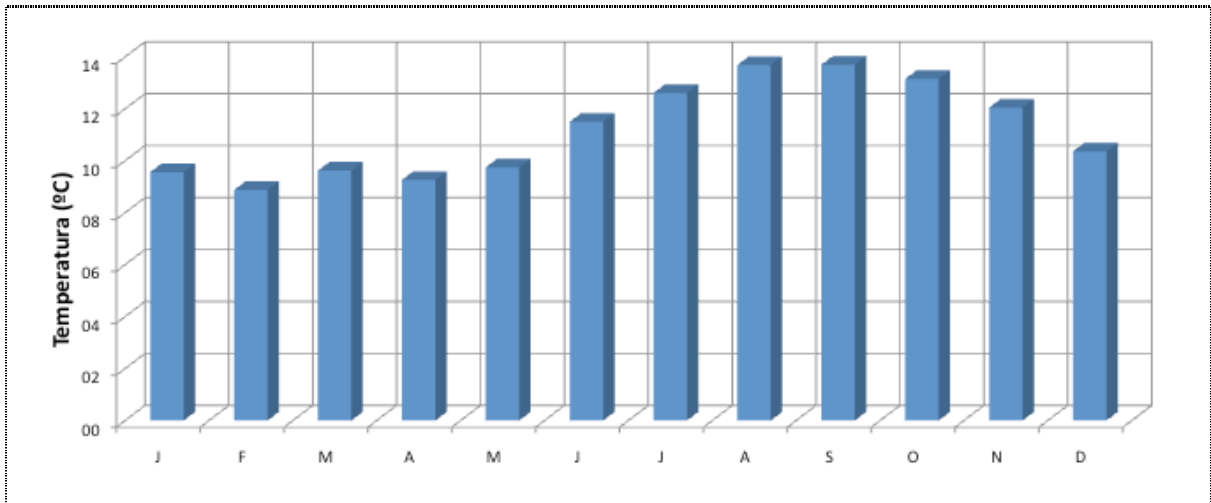


Gráfico 5.1-11 Representação da amplitude térmica média da região do AHE Castelhana.

Fonte: DHME (2004).

5.1.7. Nebulosidade (0-10)

A nebulosidade é representada por um número referente à décima parte da abóbada celeste encoberta por todas as nuvens existentes no céu no momento da observação. A nebulosidade total é a fração da abóbada celeste oculta pelo conjunto das nuvens visíveis e é 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.

A **Tabela 5.1-10** apresenta os valores médios mensais da nebulosidade nos postos estudados.

Tabela 5.1-10 Nebulosidade média mensal da área de influência do AHE Castelhana.

MUNICÍPIO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Amarante	8,0	7,9	7,8	7,6	7,7	3,6	2,7	2,8	3,9	6,0	7,0	7,0	6,0
Angical do Piauí	7,9	7,8	7,6	6,7	5,0	3,2	2,3	2,9	3,4	4,4	5,0	6,6	5,2
Currálinhos	6,6	6,7	7,1	6,5	4,6	3,0	2,6	2,2	3,0	4,4	4,0	5,7	4,7
Miguel Leão	8,0	7,9	7,5	6,8	4,9	3,1	2,6	2,8	3,0	4,2	5,0	6,7	5,2
Palmeirais do Piauí	6,8	6,7	7,0	6,7	4,5	3,1	2,5	2,3	2,9	5,0	4,5	5,7	4,8
Parnarama (MA)	6,5	7,0	6,8	6,0	4,5	3,0	3,0	3,0	4,2	5,5	6,0	6,4	5,2
S. Francisco Maranhão	7,7	7,5	7,3	7,0	6,9	3,4	2,8	2,9	3,9	6,0	7,2	7,3	5,8
São Pedro do Piauí	7,9	8,1	8,0	6,9	6,9	3,8	3,0	2,9	3,9	5,8	6,8	6,9	5,9
Média	7,4	7,5	7,4	6,8	5,6	3,3	2,7	2,7	3,5	5,2	5,7	6,5	5,4

Fonte: DHME (2004).

O **Gráfico 5.1-12** apresenta a flutuação da nebulosidade média para as estações consideradas na avaliação climatológica do AHE Castelhana. Observam-se flutuações bem significativas entre os meses e com variações que se refletem nos índices pluviométricos. A

nebulosidade média oscila de 2,7 décimos (julho e agosto) a 7,5 décimos (fevereiro) e sua média anual é de 5,4 décimos.

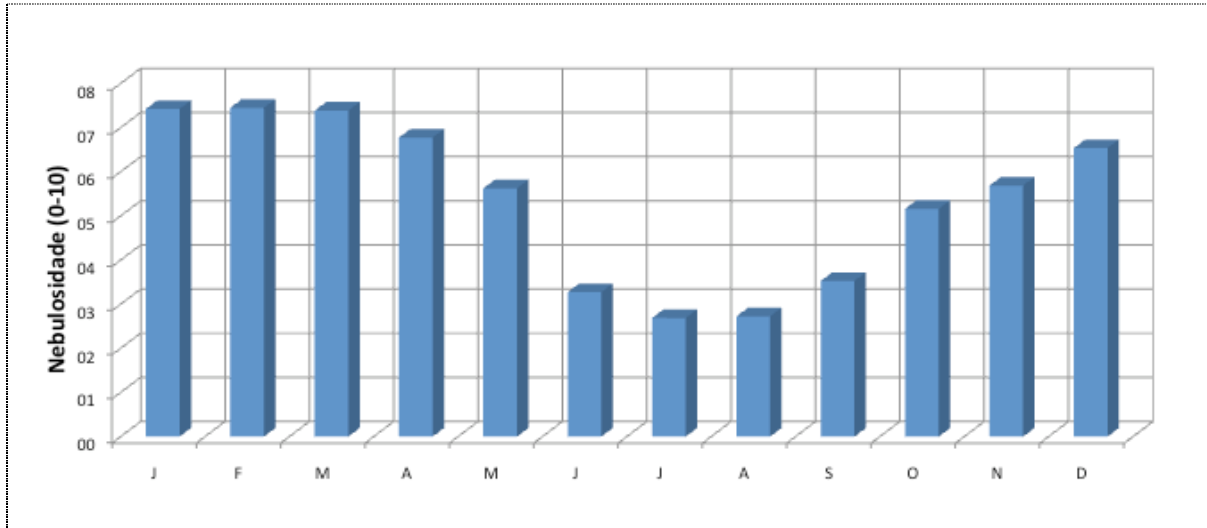


Gráfico 5.1-12 Nebulosidade (0-10) média da área de influência do AHE Castelhan.

Fonte: DHME (2004).

5.1.8. Velocidade e Direção Predominante do Vento

Os dados de velocidade média do vento na região do AHE Castelhan estão apresentados na **Tabela 5.1-11**.

Tabela 5.1-11 Velocidade média dos ventos da área de influência do AHE Castelhan.

MUNICIPIO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Amarante	1,8	1,4	1,0	1,7	1,2	1,7	1,7	1,5	1,9	1,9	1,3	1,4	1,5
Angical do Piauí	1,5	1,1	1,1	1,4	1,2	1,7	1,2	1,0	1,6	1,6	1,6	1,8	1,4
Curralinhos	1,2	1,4	1,5	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,8	1,3	1,7	1,6	1,5
Miguel Leão	1,7	1,4	1,0	1,3	1,1	1,5	1,2	1,1	1,5	1,5	1,4	1,7	1,4
Palmeirais do Piauí	1,4	1,3	1,3	1,2	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8	1,4	1,7	1,6	1,5
Parnarama (MA)	2,9	2,1	2,9	2,7	2,3	2,0	2,0	1,4	1,3	1,5	2,1	2,2	2,1
S. Francisco Maranhão	1,7	1,5	1,1	1,6	1,3	1,7	1,8	1,4	1,8	1,9	1,3	1,4	1,5
São Pedro do Piauí	2,1	1,7	1,5	2,0	1,4	1,9	2,0	1,5	1,7	1,3	1,2	1,7	1,7
Média	1,8	1,5	1,4	1,7	1,4	1,7	1,6	1,4	1,7	1,6	1,5	1,7	1,6

Fonte: DHME (2004).

O **Gráfico 5.1-13** mostra as flutuações médias mensais da velocidade do vento (m/s) para as estações consideradas na avaliação climatológica do AHE Castelhan. As menores velocidades médias mensais regionais do vento ocorrem em março/maio/agosto, com 1,4 m/s, e as maiores ocorrem janeiro, com 1,8 m/s; salientando-se que nestes valores não estão inclusas as rajadas de ventos. A velocidade média anual do vento na área é de 1,6 m/s e sua direção predominante nos municípios durante o ano (**Tabela 5.1-12**) é de Nordeste-Sudeste (NE-SE).

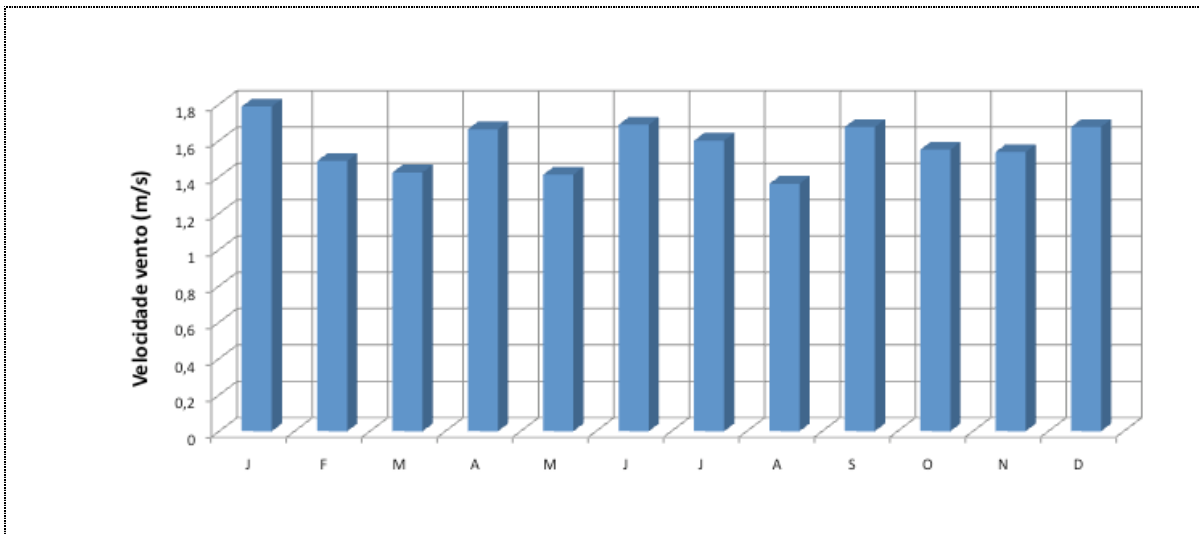


Gráfico 5.1-13 Velocidade vento média da área de influência do AHE Castelhana.

Fonte: DHME (2004).

Tabela 5.1-12 Direção predominante do vento média da área de influência do AHE de Castelhana.

MUNICÍPIO/	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Amarante	SE-NE	NE-SE	E	NE-SE	NE-SE	SE	SE-NE	NE-SE	NE-SE	NE-SE	NE-SE	NE-SE	NE-SE
Angical do Piauí	E-SE	NE-SE	SW	SE	NE-SE	NE-SE	SE-E	NE-SE	SE	NE-SE	NE-SE	NE-SE	NE-SE
Currálinhos	NE-SE	SE-NE	NE-SE	NW	E-SE	E-SE	SE	SE-E	NE-SE	SE-NE	NE-E	NE-SE	NE-SE
Miguel Leão	E-SE	NE-SE	S-SW	S-SW	NE-SE	SE-NE	SE-E	NE-SE	S-SW	NE-SE	SE-NE	SE-NE	NE-SE
Palmeirais do Piauí	NE-SE	SE-NE	SE-NE	NW	SE	E-SE	SE	SE-E	E-NE	SE-NE	E	E-SE	NE-SE
Parnarama (MA)	SE	SE	NE	NE	SE	NE	NE	SE	E/NE	L	N	NE	NE
S. Francisco Maranhão	NE/S E	SE/N E	SE	NE/S E	SE/N E	SE	SE/N E	NE/S E	NE/S E	NE/S E	NE/S E	NE/S E	NE/S E
São Pedro do Piauí	NE	SE-NE	SE	NE-SE	SE	NE	NE	SE	SE	NE-SE	NE-SE	SE	NE-SE

Fonte: DHME (2004).

5.1.9. Insolação e Duração Efetiva do Dia (Fotoperíodo)

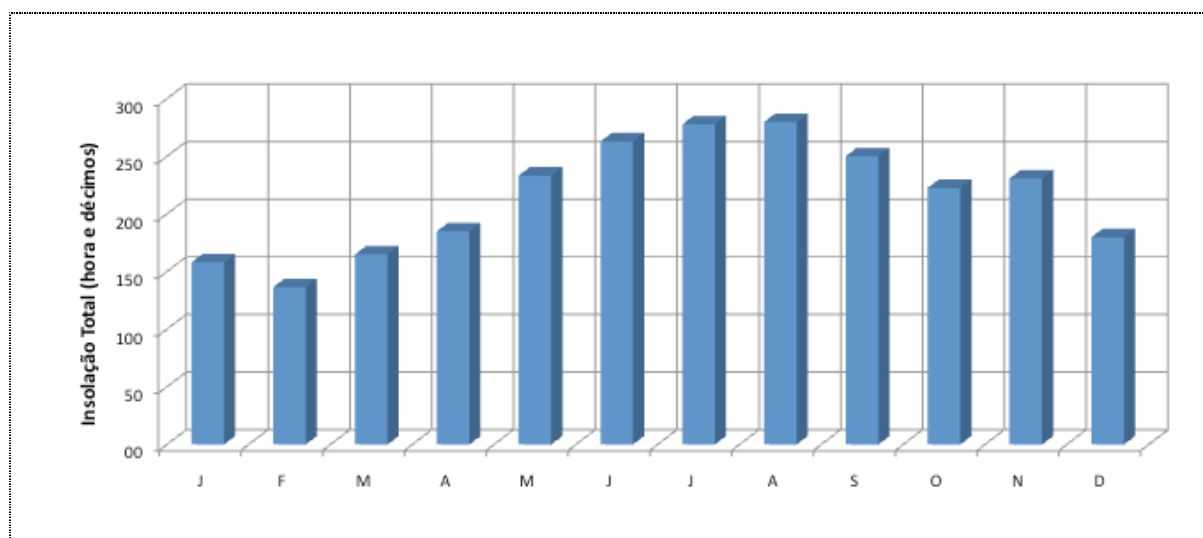
As oscilações da insolação são observadas na **Tabela 5.1-13** para a região do aproveitamento (hora e décimo de hora). Nota-se, durante os meses de dezembro a abril, uma redução da incidência da radiação direta sobre a superfície oscilando entre 133 e 215 horas visto que, nesse período, ocorre a quadra chuvosa. Da segunda quinzena de maio até a primeira quinzena de novembro, os valores de insolação direta aumentam significativamente e sua variação se estabelece entre 223 e 280 horas. A insolação média intermunicipal durante os meses varia de 2610 a 2671 horas e décimos de insolação total, excluindo-se os dados de Parnarama, com total anual aparentemente muito baixo. A média anual regional, desconsiderando Parnarama, é de 2637 horas.

Tabela 5.1-1. Insolação média estimada na área de influência do AHE Castelhana.

MUNICIPIO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Amarante	160,0	134,5	173,2	195,0	240,3	262,2	280,0	282,7	257,0	224,0	249,7	176,0	2634,6
Angical do Piauí	160,0	134,9	168,4	189,0	228,4	264,6	273,3	284,5	256,4	230,7	243,3	176,5	2610,0
Curralinhos	164,0	153,0	164,3	178,3	230,5	264,3	284,5	284,5	258,4	238,2	236,4	215,0	2671,4
Miguel Leão	160,5	135,1	169,1	189,1	230,0	276,2	272,0	284,3	256,0	230,5	240,0	176,0	2618,8
Palmeirais do Piauí	160,0	151,0	167,5	175,5	236,1	265,1	286,4	287,0	250,0	249,7	237,3	200,8	2666,4
Parnarama (MA)	140,5	116,4	134,6	163,5	215,8	246,3	266,1	253,2	207,1	160,4	146,9	143,2	2194,0
S. Francisco Maranhão	160,0	134,5	172,3	194,0	240,0	262,2	280,0	282,7	257,1	224,1	248,5	175,0	2630,4
São Pedro do Piauí	159,0	133,0	170,3	195,2	245,5	263,0	280,0	280,0	260,0	223,0	244,4	176,0	2629,4
Média	158,0	136,6	165,0	185,0	233,3	263,0	277,8	279,9	250,3	222,6	230,8	179,8	2581,9

Fonte: DHME (2004).

No **Gráfico 5.1-14**, estão apresentadas as médias mensais da insolação para a região do AHE Castelhana.


Gráfico 5.1-14 Representação da insolação total média em hora e décimo da região do AHE Castelhana

Fonte: DHME (2004).

O fotoperíodo, ou duração efetiva do dia, refere-se ao tempo em que o sol brilha durante o dia (horas e minutos). Assim, dependendo da posição da Terra, há regiões com diferentes quantidades de horas de luz solar em um mesmo dia.

A **Tabela 5.1-14** mostra o comportamento da duração astronômica para os municípios situados na área de influência do AHE Castelhana. As variações do comprimento médio do dia na região situam entre 12 horas e 3 minutos e 12 horas e 37 minutos (12:03 e 12:37), porém não há praticamente variação nos valores médios observados, pois a duração do dia oscila entre 12:12 a 12:30 horas.

Tabela 5.1-14 Duração astronômica do décimo quinto dia do mês em hora e minuto da região do aproveitamento Castelhanao.

MUNICIPIO	Jan	Fev	Mai	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anua l
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
Angical do Piauí	12:32	12:19	12:04	12:27	12:22	12:35	12:08	12:20	12:37	12:14	12:28	12:35	12:23
Currálinhos	12:10	12:22	12:36	12:12	12:25	12:32	12:29	12:18	12:02	12:17	12:14	12:07	12:18
Miguel Leão	12:28	12:17	12:04	12:28	12:25	12:39	12:12	12:02	12:37	12:12	12:25	12:31	12:21
Palmeirais do Piauí	12:29	12:18	12:04	12:28	12:15	12:08	12:11	12:22	12:37	12:13	12:26	12:32	12:20
Parnarama (MA)	12:09	12:12	12:13	12:09	12:03	12:37	12:30	12:27	12:26	12:30	12:36	12:02	12:19
S. Francisco Maranhão	12:24	12:34	12:34	12:25	12:10	12:07	12:24	12:34	12:34	12:25	12:09	12:07	12:22
São Pedro do Piauí	12:29	12:18	12:04	12:28	12:25	12:38	12:11	12:02	12:37	12:13	12:26	12:32	12:21
Média	12:24	12:19	12:12	12:23	12:18	12:28	12:16	12:18	12:30	12:17	12:24	12:22	12:21

Fonte: Estudo Agrometeorológico para o Estado do Piauí (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.

A **Tabela 5.1-15** abaixo apresenta os valores médios mensais da umidade relativa do ar nos postos da área de influência do AHE Castelhanao.

Tabela 5.1-15 Umidade relativa do ar média da área de influência do aproveitamento Castelhanao.

MUNICIPIO	Jun	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Abr	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Amarante	72,0	85,0	84,0	81,0	76,0	64,0	61,0	57,0	55,0	50,0	48,0	64,0	66,4
Angical do Piauí	77,0	82,0	83,0	78,0	71,0	61,0	62,0	60,0	53,0	54,0	52,0	64,0	66,4
Currálinhos	69,0	81,0	79,0	80,0	74,0	67,0	60,0	56,0	48,0	50,0	55,0	70,0	65,8
Miguel Leão	76,0	81,0	84,0	80,0	78,0	65,0	61,0	61,0	54,0	52,0	51,0	62,0	67,1
Palmeirais do Piauí	70,0	81,0	80,0	79,0	73,0	75,0	61,0	55,0	50,0	51,0	57,0	70,0	66,8
Parnarama (MA)	85,0	84,0	84,0	85,0	82,0	76,0	72,0	65,0	66,0	71,0	78,0	83,0	77,6
S. Francisco Maranhão	80,2	80,1	81,0	79,0	69,9	59,2	48,8	42,8	54,9	58,6	78,5	80,5	67,8
São Pedro do Piauí	67,0	81,0	81,0	88,0	75,0	63,0	62,0	58,0	56,0	49,0	50,0	67,0	66,4
Média	74,5	81,9	82,0	81,3	74,9	66,3	61,0	56,9	54,6	54,5	58,7	70,1	68,0

Fonte: DHME (2004).

O **Gráfico 5.1-15** mostra o comportamento da umidade relativa do ar média para a região de estudo. Observa-se uma oscilação de 54,5% a 82,0% com média anual em torno de 68,0%.

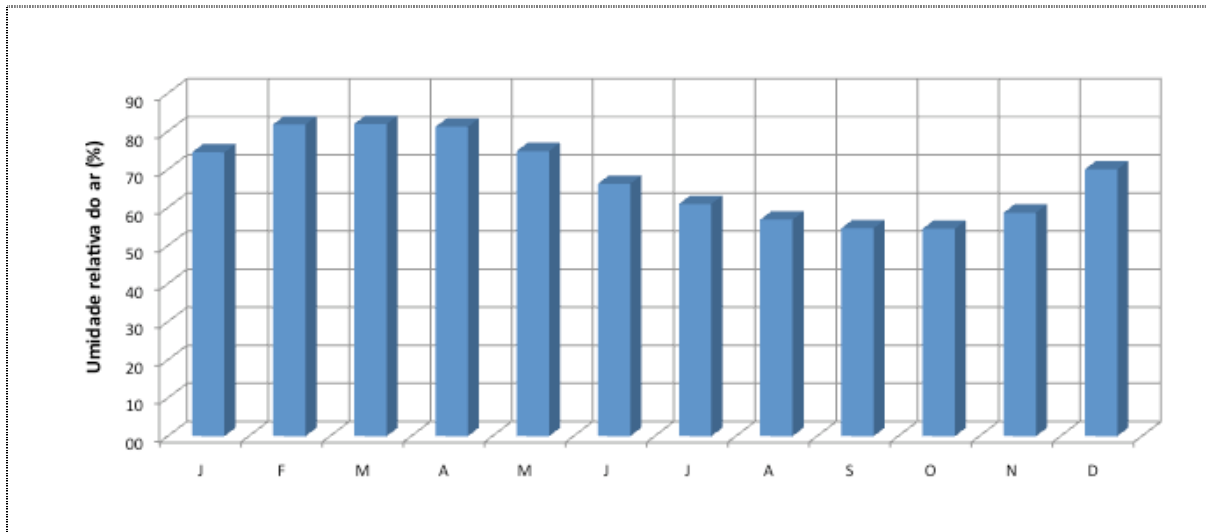


Gráfico 5.1-15 Representação da umidade relativa do ar média da região do AHE Castelhana.

Fonte: DHME (2004).

5.2. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

5.2.1. Caracterização Geral da Bacia Principal

A bacia hidrográfica do rio Parnaíba situa-se entre os paralelos 3º e 11º de latitude sul e meridianos 40º e 47º de longitude oeste, sendo parte integrante da região nordeste do território nacional.

Sua superfície recobre uma área de aproximadamente 330.850 km², distribuída entre os estados do Piauí (75,73%), Maranhão (19,02%), Ceará (4,35%) e 2.977,4 km² 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: alto Parnaíba, médio Parnaíba e baixo Parnaíba. Estas partições, por sua vez, integram sete sub-bacias, delimitadas segundo a importância dos seus rios principais e características ambientais, conforme proposta da SRH/MMA.

Na **Tabela 5.2-1** estão assinaladas as partições de área e na **Figura 5.2-1** está ilustrado o esquema de subdivisão em sub-bacias.

Tabela 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).

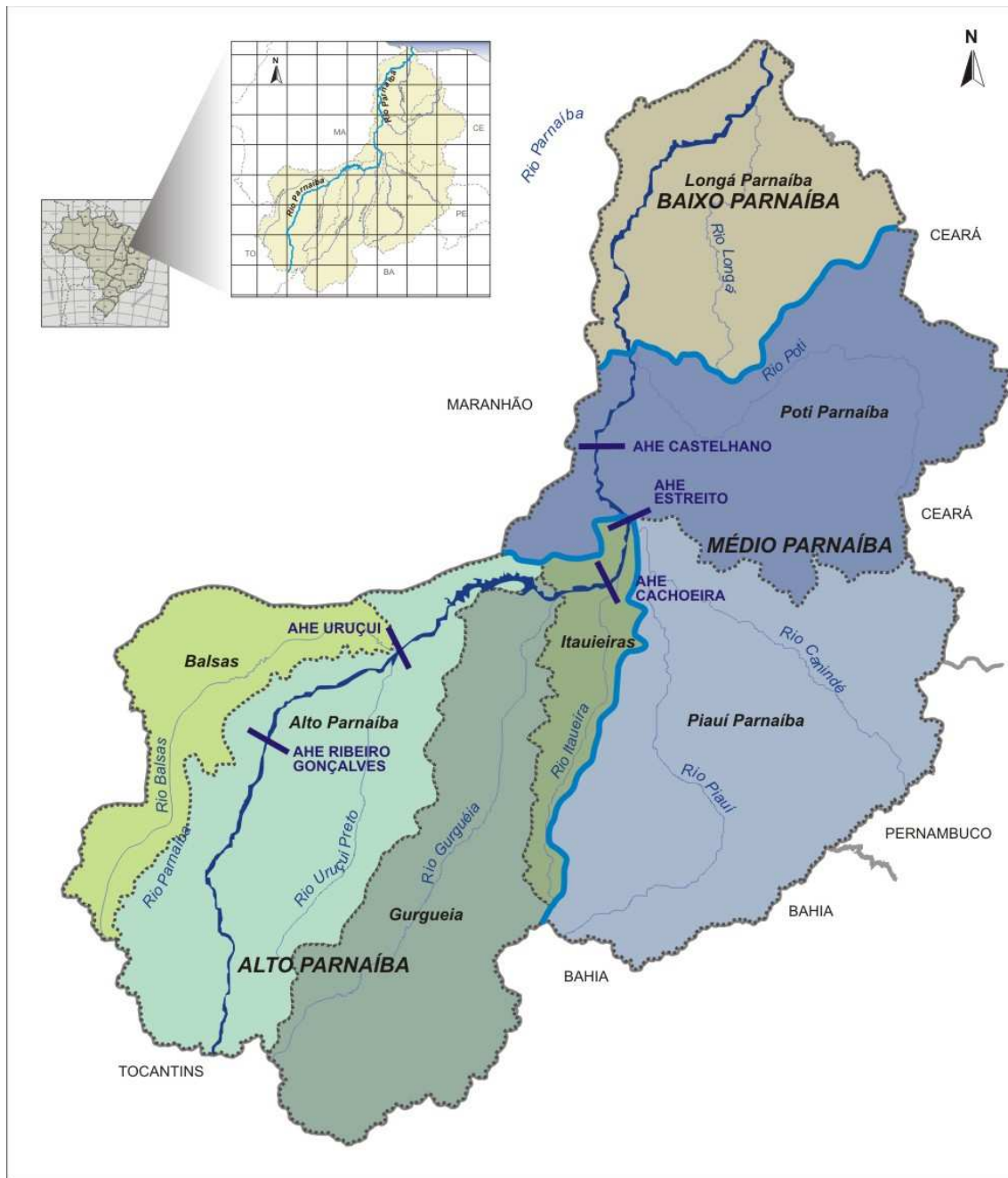
O rio Parnaíba é considerado o segundo mais importante da região Nordeste, depois do rio São Francisco. Nasce na chapada da Mangabeira ou Jalapão, a 709 m de altitude, com o nome de Água Quente, seu principal formador. Ele corre do sul para o norte, formando uma divisa natural entre os estados do Piauí 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 d'água se juntam para formar o rio Parnaíba.

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

O rio Parnaíba desenvolve-se numa região de transição entre rios de regime equatorial e da região 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 quando 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, como 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 insuficientes para a manutenção de rios caudalosos.

A leste do curso do rio Parnaíba, diminuindo os totais pluviométricos, situa-se a área sertaneja. Neste domínio ecológico, destacam-se, entre outros aspectos, aqueles os rios de regime temporário ou intermitente, isto é, rios que correm apenas no período de chuvas e sendo completamente secos durante a longa estiagem que na região se estabelece. Geralmente, esses rios transformam-se em verdadeiras estradas de areia e seixos rolados interrompidas por poças d'água.



LEGENDA

	Alto Parnaíba		Itauieiras		Poti Parnaíba
	Balsas		Longá Parnaíba		Piauí Canindé
	Gurgueia				

Figura 5.2-1 Mapa esquemático (sem escala) com a representação das sub-Bacias do Rio Parnaíba.
Fonte: CNEC (2005).

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

Já os tributários da margem esquerda constituem os rios maranhenses que exibem, de forma geral, características diferentes dos demais rios verdadeiramente nordestinos. Estes afluentes tratam-se de rios perenes e conservam um volume razoável durante todo o ciclo anual.

O local do futuro eixo do AHE Castelhana situa-se na porção do Médio Parnaíba, nas coordenadas 05° 44' 32" de latitude sul e 43° 05' 29" de longitude oeste. Nesse local, a bacia hidrográfica contribuinte abrange uma superfície territorial de aproximadamente 237.477 km² e apresenta um perímetro de 2.644 km, que resulta num coeficiente de compacidade de 1,52 e fator de forma da ordem de 0,28.

O reservatório deverá operar a fio d'água com o nível d'água máximo normal estabelecido na cota 86,00 e o lago formado deverá compreender uma área inundada de 76,56 km².

No trecho compreendido entre os aproveitamentos de Boa Esperança e Castelhana, o rio Parnaíba recebe a contribuição dos afluentes da margem direita, como o Itauéiras, o Gurguéia e o Canindé. Estes rios possuem bacias hidrográficas, respectivamente, de 14.726 km², 49.345 km² e 75.013 km², e drenam terrenos pertencentes às unidades morfoclimáticas do cerrado, de contato entre cerrado e caatinga e da caatinga.

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 na 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, 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 rio 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 1.432km de extensão e sofrendo a influência das marés até cerca de 90km 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 Agência Nacional de Águas (ANA), através de estações fluviométricas que vêm funcionando

desde a década de 60. As 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 na **Tabela 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 sequência na **Tabela 5.2-2**.

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

O resultado desse procedimento está consignado na mesma **Tabela 5.2-2**, nas colunas denominadas “Área de Drenagem”. Observa-se, na estação Araçá, uma diferença significativa de 11,6% 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, determinados a partir de uma mesma base cartográfica.

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 ANA, conforme relação apresentada na **Tabela 5.2-3**.

Tabela 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 Estreito	Parnaíba	-	153.376	-
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.

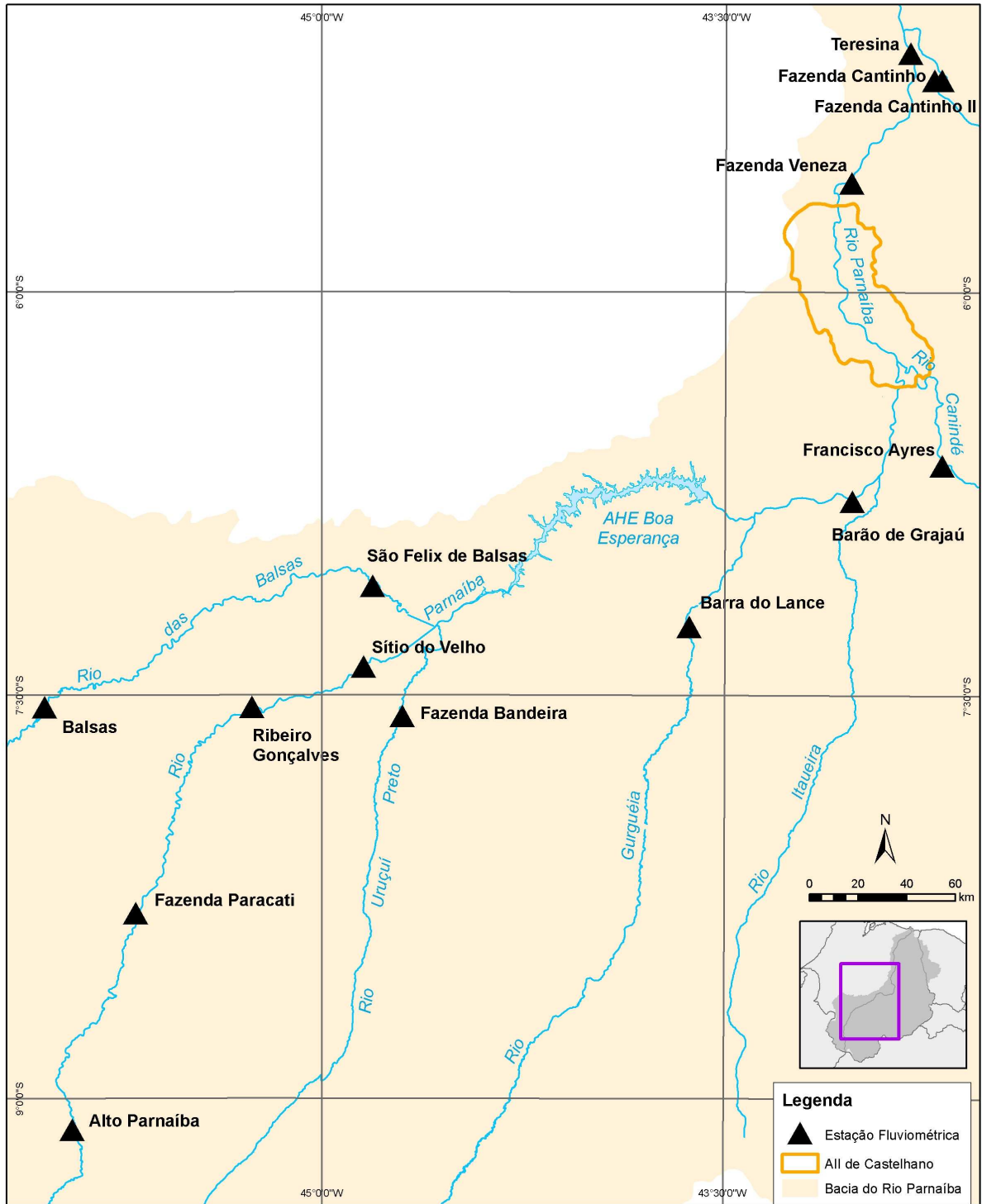


Figura 5.2-2 Mapa com a localização geográfica das principais estações fluviométricas monitoradas pela ANA.

Tabela 5.2-3 Estações Fluviométricas Consideradas nas Análises.

Código	Estação	Curso d'água	UF	Área de Drenagem (km ²)	Localização		Início de operação
					Latitude	Latitude	
34020000	Alto Parnaíba	Parnaíba	PI	13.779 *	9° 07'	45° 56'	jan/65
34040000	Fazenda Paracati	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
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.

A UHE Boa Esperança e o AHE Castelhana, além da estação fluviométrica de Araçá (nas proximidades do AHE Castelhana), têm os eixos dos seus barramentos localizados nas seguintes coordenadas geográficas (**Tabela 5.2-4**):

Tabela 5.2-4 Localização dos eixos dos barramentos da UHE Boa Esperança e do AHE Castelhana.

Localização	UHE Boa Esperança	AHE Castelhana
Latitude Sul	6° 44' 59"	5° 44' 13"
Longitude Oeste	43° 34' 00"	43° 04' 34"

- **Rio Parnaíba**

Nasce na chapada das Mangabeiras com o nome de Água Quente, a 709 m de altitude, tendo declividade inicial de 41,6 m/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 ao AHE Boa Esperança. À jusante de Boa Esperança, os principais cursos afluentes são os rios Gurguéia, Itaueiras, Canindé e Potí.

Para a caracterização do regime de vazões, foram utilizados dados de sete estações fluviométricas implantadas ao longo de curso do rio Parnaíba. À montante do AHE Boa Esperança foram consideradas quatro estações: Alto Parnaíba, Fazenda Paracati, 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 o rio se desloca para jusante. Na região de cabeceiras, na estação fluviométrica de Alto Parnaíba, as vazões médias de longo período apontam valores da ordem de 8,5 l/s/km², favorecidas pelo regime relativamente mais intenso de chuvas incidentes, com precipitação média anual de 1.200 mm. As vazões específicas também decrescem à medida que se dirige em direção à jusante, sendo verificados valores de vazão específica de 6,2 l/s/km² próximo à estação fluviométrica Sitio do Velho, 5,2 l/s/km² no AHE Boa Esperança e, em Teresina, 2,4 l/s/km².

As baixas vazões específicas observadas à jusante do AHE Boa Esperança se devem às reduzidas vazões dos cursos tributários da margem direita e proveniente da região do semi-árido da bacia, onde as chuvas são escassas e os solos não propiciam armazenamento de água, conferindo, em alguns casos, um regime de 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 frequentemente no mês de setembro.

Condição semelhante é observada na estação fluviométrica de Fazenda Veneza, mais próxima do eixo do AHE Castelhana. Observa-se um semestre seco, compreendido entre junho e novembro, sendo agosto, com 319 m³/s (1,3 l/s/km²), o mês onde são observadas as menores vazões. O semestre mais úmido estabelece-se de dezembro a maio, sendo março, com 918 m³/s (3,8 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 561 m³/s ou 2,4 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 4.488 m³/s em 29 de fevereiro de 1980 e uma vazão mínima de 173 m³/s em 21 de maio de 1980. Ressalta-se que o regime natural de vazões desta estação encontra-se influenciada pela regularização promovida pelo AHE Boa Esperança.

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

Na **Tabela 5.2-5** 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 Castelhana e de Boa Esperança.

- **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: 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.

Tabela 5.2-5 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	Uruçuí Preto	15.543	35,2	2,3	dez - mai
Barra do Lance	Gurguéia	48400	35,6	0,75	dez - mai
Francisco Ayres	Canindé	73900	72,6	1,0	dez - mai
Alto Parnaíba	Parnaíba	13.779	117,0	8,5	nov – abr
Ribeiro Gonçalves	Parnaíba	32.912	230,3	7,0	nov – abr
Sítio do Velho	Parnaíba	36.757	225,9	6,2	nov – abr
AHE Boa Esperança	Parnaíba	85.984	444,0	5,2	dez - mai
Barão de Grajaú	Parnaíba	140.707	503,0	3,6	dez - mai
Fazenda Veneza	Parnaíba	238.501	559,2	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 Uruçuí Preto**

Constitui um dos tributários afluentes da margem direita do rio Parnaíba. Nasce a cerca de 10 km a nordeste da localidade de Caracol e a cerca de 1 km 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 e, 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 3 m³/s.

Para a caracterização do regime fluvial, adotou-se o período histórico de vazões observadas na estação fluviométrica de Fazenda Bandeira, em que se verificam taxas relativamente

menos expressivas de contribuição específica. Drenando terrenos pertencentes à unidade morfoclimática dominada pelo cerrado, são encontrados valores médios 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 de 3,1 l/s/km², é o mês onde geralmente ocorrem os maiores deflúvios. As menores vazões são observadas frequentemente em 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 deste ponto até a sua foz no rio Parnaíba. Sua bacia abrange uma superfície de 49.800 km² e o curso d'água praticamente retilíneo tem uma extensão de 532 km 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 700 m, 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 300 km e deságua a 15 km à jusante da cidade de Floriano.

- **Rio Canindé**

Nasce na serra Dois Irmãos, no município de Acauã, a uma altitude de 600 m 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 45 km de sua foz, no município de Amarante, é que passa a ser perene. Dentre os afluentes, destaca-se o rio Piauí, o qual é 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 600 m, 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 a sua 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: Fazenda Cantinho e Fazenda Cantinho II. O padrão sazonal de vazão 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 5,3 m³/s. O trimestre mais úmido abrange o período de março a maio, sendo abril, com 693 m³/s, o mês em que são normalmente verificadas as maiores vazões. A média de longo termo é de 153 m³/s, o que corresponde a uma vazão específica de 3,1 l/s/km².

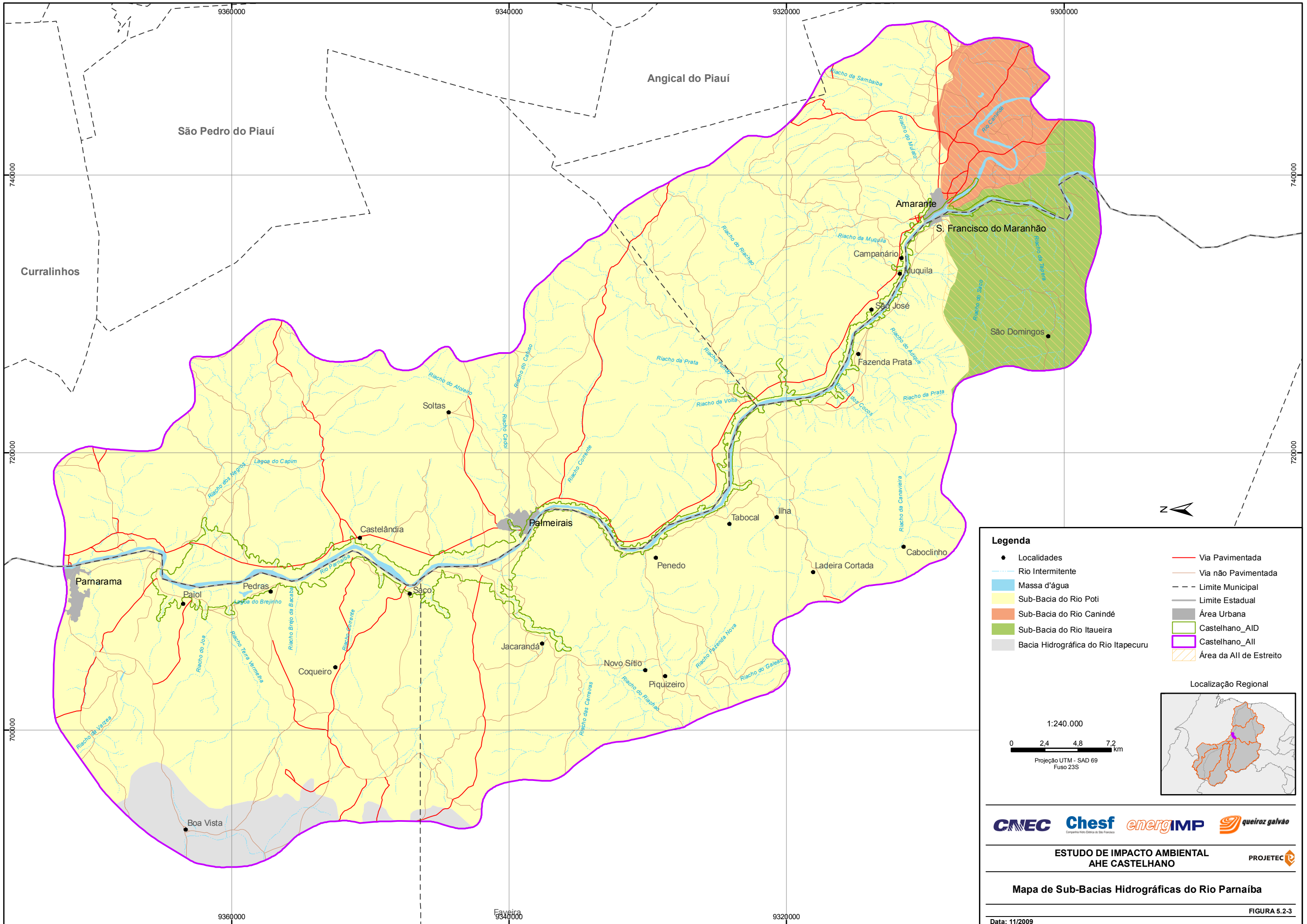
- **Padrão de Drenagem na Área de Influência do Reservatório**

Condicionado a um padrão de precipitação menos intenso, porte das bacias contribuintes laterais e tipos de solos pouco favoráveis a regulação dos deflúvios, a faixa abrangida pelo futuro reservatório é dominada por tributários com regime intermitente (**Figura 5.2-3**).

Nestes tributários as vazões são mantidas durante o período mais úmido do ano, alimentadas pelas chuvas que incidem com maior intensidade no período de dezembro a maio, geralmente superando 80 mm. O semestre mais seco abrange junho a novembro e mínimas incidentes entre os meses de julho e agosto.

Na área de influência do reservatório da UHE Castelhana, o curso do rio Parnaíba apresenta conformação do álveo encaixada e 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 Fazenda Veneza (Código: 34660000), indica variações médias anuais do nível d'água de 3,69m. Ao longo da série histórica observada desta estação foram registrados nível d'água máximo de 7,38m (04/1985) e mínimo de 0,59m (05/1980), o que perfaz uma variação de 6,79m.



Legenda

- Localidades
- Rio Intermitente
- Massa d'água
- Sub-Bacia do Rio Poti
- Sub-Bacia do Rio Canindé
- Sub-Bacia do Rio Itaueira
- Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru
- Via Pavimentada
- Via não Pavimentada
- - - Limite Municipal
- · · Limite Estadual
- Área Urbana
- Castelhana_AID
- Castelhana_AII
- Área da AII de Estreito

Localização Regional

1:240.000

0 2,4 4,8 7,2 km

Projeção UTM - SAD 69
Fuso 23S

CNEC Chesf energIMP queiroz galvão

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL AHE CASTELHANO

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 de Boa Esperança, denominada usina Marechal Humberto de Alencar Castelo Branco, implantada no rio Parnaíba na localidade de Guadalupe, confere ao estado do Piauí a condição de produtor de energia elétrica, estando suas linhas de transmissão integradas ao sistema do norte e nordeste. Operada pela Companhia Hidrelétrica do São Francisco – CHESF, essa usina disponibiliza 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 (46%). O comércio responde por 18% do consumo, enquanto a indústria, o poder público, o meio rural e outros dividem os 36% restantes.

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

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

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

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

- Nível d'água máximo maximum: 306.50 m;
- Nível d'água máximo normal: 304.00 m;
- Nível d'água mínimo normal: 298.00 m;
- Capacidade instalada: 237,30 MW;
- Área do reservatório: 352,2 km²;
- Volume total do reservatório: 5.085 hm³;
- Volume útil: 1.917 hm³.

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. Deste modo, minimizando o efeito de enchentes naturais mais frequentes 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 em 24 e 72 horas, respectivamente. Também, considera-se 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 Operador Nacional do Sistema (ONS) 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, em torno de 3.000 m³/s, desconsiderando-se, neste caso, o remanso do rio Poti.

Na **Tabela 5.2-6** estão 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.

Tabela 5.2-6 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 na **Tabela 5.2-7**.

Tabela 5.2-7 Programação de Volume de Espera da UHE 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 informações diárias da operação da UHE Boa Esperança no período representativo de 1º de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2005 fornecidas pela CHESF/DORH, são apresentados, nos **Gráficos 5.2-1** e **5.2-2**, a evolução mensal do nível d'água e o amortecimento das ondas de cheias, retratados de forma comparativa através das vazões afluentes e defluentes do reservatório.

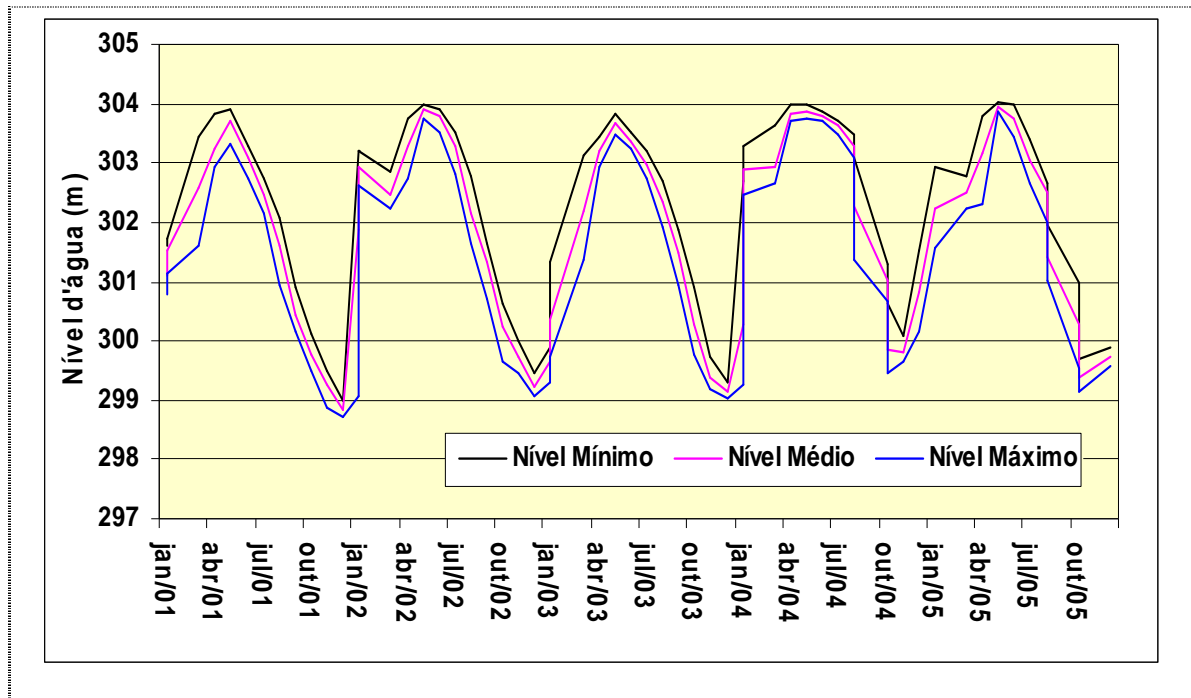


Gráfico 5.2-1 Evolução Temporal do Nível d'Água – UHE Boa Esperança.

Fonte: CHESF/ DORH (2004).

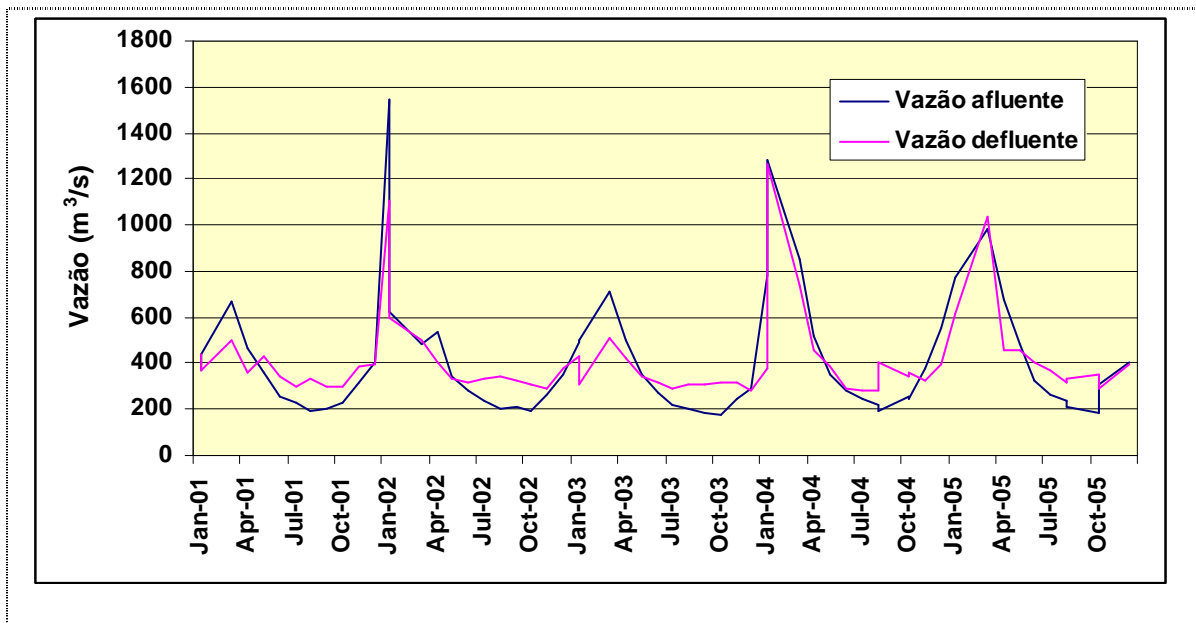


Gráfico 5.2-2 Evolução das Vazões Diárias Afluentes e Defluentes de Boa Esperança.

Fonte: CHESF/ DORH (2004).

Nestes gráficos 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 e regularização de vazões para geração de energia.

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 Castelhanos que integram as análises e as metodologias para determinação das vazões médias no local do eixo, vazões de projeto, vazões sanitárias, curvas características, estudos de remanso, de enchimento, sedimentométricos e a 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 Castelhanos uma série de vazões médias mensais, compreendido no período de janeiro de 1931 a dezembro de 2004.

Considerando-se a proximidade da barragem de Castelhanos com o eixo de Araçá, foram utilizadas as séries de dados de vazões médias mensais dessa localidade e do AHE Boa Esperança, 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 Castelhanos.

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

- A extensão requerida para a geração da série de vazões extrapola a disponibilidade temporal de dados fluviométricos, verificando-se que grande parte das estações, inclusive as mais antigas, data da década de 60;
- O emprego de técnicas de modelagem matemática chuva-deflúvio na presente situação é prejudicado, em função da carência de dados de chuva cobrindo o período de observação desde janeiro de 1931. As estações com essas 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 no SIPOT, e que são transferidas para o local da barragem de Castelhana através da aplicação da seguinte relação:

$$Q_{CAS} = Q_{BE} + 1,04 \times (Q_A - Q_{BE})$$

Onde:

Q_{CAS} = Vazão média mensal no local da barragem do AHE Castelhana, em m³/s;

Q_{BE} = Vazão média mensal em Boa Esperança, em m³/s; e

Q_A = Vazão média mensal em Araçá, em m³/s.

Na **Tabela 5.2-8** é apresentada a série de vazões médias mensais afluentes estabelecida para o aproveitamento de Castelhana, 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.

Tabela 5.2-8 Série de Vazões Médias Mensais no Local do AHE Castelhana.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1931	391	385	609	969	806	449	321	275	263	269	469	780	499
1932	737	686	682	605	646	430	312	282	263	402	374	346	481
1933	409	848	1017	1110	1064	527	334	276	235	285	638	1113	655
1934	1236	1150	1510	718	525	273	265	266	269	269	498	1196	681

Cont.

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

Tabela 5.2-8 Série de Vazões Médias Mensais no Local do AHE Castelhana.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1935	1395	1115	953	1183	726	392	272	266	172	314	543	739	672
1936	931	1487	791	1007	678	293	265	251	238	220	623	825	634
1937	610	877	937	1018	668	426	304	261	251	324	560	785	585
1938	1314	802	1243	989	546	356	254	242	223	272	266	711	601
1939	909	1400	1153	559	281	479	304	269	402	325	623	512	601
1940	1336	1440	1659	1307	418	274	264	241	290	274	624	722	737
1941	523	1260	1205	946	356	293	283	259	238	255	423	359	533
1942	829	1014	886	443	363	267	246	239	244	395	671	1037	553
1943	963	1075	1388	967	371	285	272	261	240	258	586	871	628
1944	801	710	796	709	390	292	264	255	223	346	519	1156	538
1945	1205	1116	1113	1165	749	438	321	303	279	422	628	877	718
1946	726	966	966	831	477	376	304	308	278	272	629	580	559
1947	748	775	1541	1534	474	339	320	295	300	316	718	856	685
1948	793	670	1056	800	548	319	310	290	291	384	346	966	564
1949	794	769	874	812	502	371	323	313	286	335	967	789	595
1950	594	751	883	933	479	304	292	277	276	324	526	770	534
1951	539	498	819	842	635	361	282	271	257	265	267	540	465
1952	614	710	1099	826	498	321	262	242	313	303	396	832	535
1953	675	748	820	662	303	244	241	236	263	270	531	601	466
1954	561	888	875	633	418	281	255	246	236	202	552	504	471
1955	511	581	584	1104	359	225	222	215	217	276	444	614	446
1956	556	622	813	497	412	282	252	241	220	245	738	873	479
1957	1415	799	1323	1277	487	328	302	273	287	305	385	730	659
1958	941	667	1013	663	341	288	305	278	249	486	461	617	526
1959	912	832	974	491	380	308	257	252	236	320	486	456	492
1960	1106	917	2178	1558	385	296	276	263	233	259	414	571	705
1961	700	1191	1023	593	417	271	259	238	235	243	300	549	502
1962	935	975	1366	817	620	340	259	251	230	281	619	951	637
1963	701	1147	795	639	472	323	256	247	237	215	371	1048	538
1964	1497	1455	1152	1074	822	344	299	256	237	343	545	537	713
1965	605	659	804	1118	513	284	277	238	194	432	523	416	505
1966	637	1349	844	701	386	301	248	223	244	329	525	779	547
1967	577	1056	1047	1327	490	303	253	253	268	293	752	921	628
1968	925	1004	1181	586	446	327	299	268	238	341	790	792	600

Cont.

Tabela 5.2-8. Série de Vazões Médias Mensais no Local do AHE Castelhanao.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1968	925	1004	1181	586	446	327	299	268	238	341	790	792	600
1969	795	802	1169	467	440	321	268	240	226	277	457	839	525
1970	1090	743	699	660	596	303	264	235	221	462	688	612	548
1971	539	693	724	914	459	325	270	250	237	360	585	588	495
1972	600	705	706	575	383	303	269	258	243	321	517	669	462
1973	671	602	859	789	469	340	286	269	226	467	503	709	516
1974	820	1002	1823	2063	1043	532	410	344	319	452	544	590	829
1975	673	865	980	957	593	390	383	304	276	414	489	588	576
1976	639	974	731	761	476	346	304	284	274	505	519	542	530
1977	764	860	734	961	811	442	355	324	323	409	426	620	586
1978	1107	870	1554	1051	1054	516	394	346	312	398	453	695	729
1979	1012	1530	941	794	683	416	356	344	357	379	543	549	659
1980	903	2258	1583	657	452	389	352	319	355	374	586	688	743
1981	736	629	1273	1305	474	374	333	312	278	369	602	514	600
1982	1020	771	940	753	418	338	316	301	301	315	359	390	519
1983	627	972	796	588	355	318	291	269	266	304	378	663	486
1984	583	683	909	1364	517	339	291	257	298	329	355	438	530
1985	1109	1588	1613	2739	1166	558	430	379	354	455	544	1158	1008
1986	1268	1172	1582	1279	709	486	407	360	337	474	465	514	754
1987	619	538	1083	962	531	355	315	300	284	339	443	594	530
1988	640	667	1267	1202	564	383	318	291	254	334	384	761	589
1989	611	637	1103	1486	918	459	360	324	310	363	553	1246	698
1990	1133	851	957	724	437	334	334	273	286	352	385	446	543
1991	950	743	873	891	480	350	309	278	267	279	424	442	524
1992	781	1464	619	608	362	295	256	246	252	261	402	609	513
1993	513	665	610	522	388	283	262	250	259	309	348	448	405
1994	630	677	1148	922	430	359	299	248	231	251	361	525	507
1995	765	723	764	1244	798	429	315	264	247	264	410	592	568
1996	747	648	880	918	600	368	315	256	259	331	518	465	526
1997	902	616	1161	1257	739	397	311	294	282	315	323	500	592
1998	616	536	596	395	333	259	237	216	212	241	391	507	378
1999	570	599	940	448	416	283	248	234	253	268	517	840	468
2000	977	1182	1239	1032	536	349	330	274	265	270	415	749	635
2001	482	588	850	621	432	358	300	257	273	294	393	513	447
2002	1895	882	635	657	411	325	277	246	261	248	331	462	553
2003	684	697	968	659	421	330	265	252	245	259	355	368	459
2004	1384	2123	1255	646	405	309	276	251	219	282	275	416	653
2005	622	891	1115	773	579	352	297	271	247	212	338	489	516

Cont.

Tabela 5.2-8. Série de Vazões Médias Mensais no Local do AHE Castelhana.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Mínima	391	385	584	395	281	225	222	215	172	202	266	346	378
Média	828	918	1035	915	538	350	297	271	264	323	492	676	576
Máxima	1895	2258	2178	2739	1166	558	430	379	402	505	967	1246	1008

Fonte: CNEC (2008).

Verifica-se que a vazão média de longo termo obtida de janeiro de 1931 a dezembro de 2005 foi de 576 m³/s, a menor vazão média mensal foi 172 m³/s (setembro de 1935) e a maior vazão média mensal foi 2.739 m³/s (abril de 1985).

O ano mais seco foi 1998, com vazão média anual de 378 m³/s, e o ano mais úmido foi 1985, com vazão média anual de 1.008 m³/s.

Na **Tabela 5.2-9** estão apresentados os valores das vazões mínimas, médias e máximas mensais obtidas ao longo da série gerada no local do AHE Castelhana. 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 237.477 km².

Tabela 5.2-9 Vazões Médias Mensais Geradas no Local do AHE Castelhana.

Mês	Mínima (m ³ /s)	Média		Máxima (m ³ /s)
		(m ³ /s)	(l/s/km ²)	
Janeiro	391	828	3,49	1895
Fevereiro	385	918	3,87	2258
Março	584	1035	4,36	2178
Abril	395	915	3,85	2739
Maio	281	538	2,27	1166
Junho	225	350	1,47	558
Julho	222	297	1,25	430
Agosto	215	271	1,14	379
Setembro	172	264	1,11	402
Outubro	202	323	1,36	505
Novembro	266	492	2,07	967
Dezembro	346	676	2,85	1246
Ano	378	576	2,43	1008

Fonte: CNEC (2008).

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

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

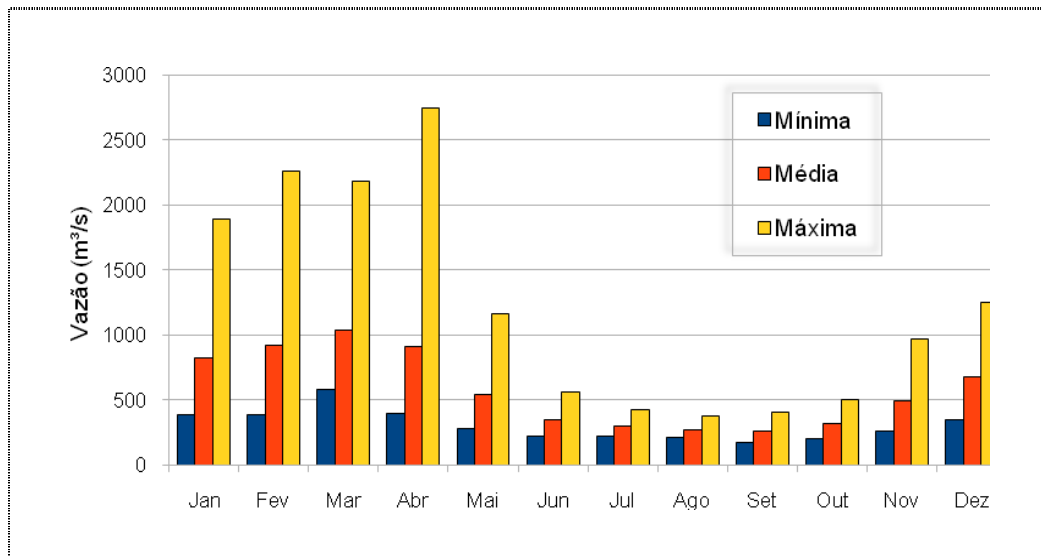


Gráfico 5.2-3 Histograma de Vazões Médias Mensais - AHE Castelhana.

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

No **Gráfico 5.2-4** e na **Tabela 5.2-10** apresentados abaixo, observa-se a curva de permanência de vazões médias mensais para o local do AHE Castelhana, construída segundo o método de Kimball, que determina a ordenação, em ordem decrescente, das vazões mensais no período histórico. Para cada valor é atribuída uma porcentagem calculada pela relação entre seu número de ordem e o número total de elementos da série acrescido de 1. Assim, é possível observar as porcentagens do tempo em que as vazões igualam ou superam um determinado valor de interesse. A curva de permanência foi construída a partir da série de vazões médias mensais geradas para o local do aproveitamento, abrangendo o período de janeiro de 1931 a dezembro de 2005.

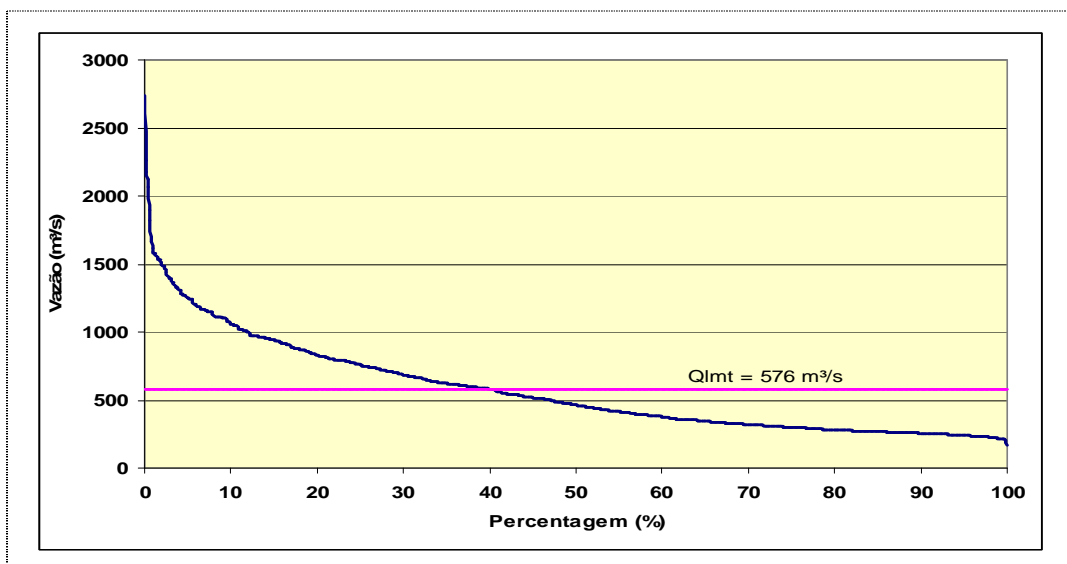


Gráfico 5.2-4 Curva de Permanência de Vazões Mensais.

Tabela 5.2-10 Permanência de Vazões Médias Mensais.

Porcentagem do Tempo	Vazão (m³/s)	Porcentagem do Tempo	Vazão (m³/s)
100	172	50	465
95	241	45	519
90	257	40	583
85	269	35	622
80	281	30	686
75	301	25	761
70	320	20	832
65	344	15	940
60	376	10	1064
55	416	5	1257

Fonte: CNEC (2008).

- **Vazão Q_{90%}**

É a vazão determinada estatisticamente, para 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 Castelhana o valor de Q_{90%} obtido pela curva de permanência foi de Q_{90%}=257 m³/s.

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

A curva cota-área-volume do reservatório do AHE Castelhana 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 70,00m, 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:

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

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 (**Tabela 5.2-11 e Gráfico 5.2-5**).

Tabela 5.2-11 Cota x Área x Volume.

Cota (m)	Área (km ²)	Volume (10 ⁶ m ³)
70,00	0,000	0,000
75,00	6,481	16,202
80,00	34,278	118,100
85,00	67,373	372,228
86,00	76,556	444,0
90,00	113,291	823,887

Fonte: CNEC (2005).

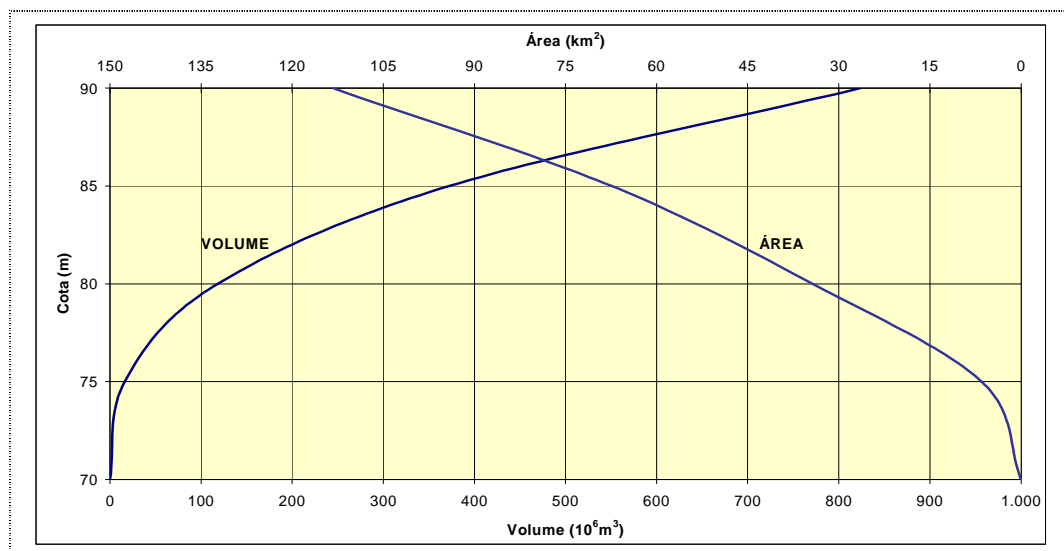


Gráfico 5.2-5 Curva Cota – Área – Volume do Reservatório de Castelhana.

- **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 na **Tabela 5.2-12**, a seguir.

Tabela 5.2-12 Tempo de Residência

Variável	Valor	Unidade
Nível d'Água Máximo Normal	86,00	m
Volume Nível d'Água Máximo Normal	444 x 106	m ³
Vazão Média de Longo Termo	576	m ³ /s
Tempo de Residência	9	dias

Fonte: CNEC (2005).

- **Curva-Chave do Canal de Fuga**

A curva-chave do canal de fuga do AHE Castelhana foi baseada em dados observados na estação fluviométrica de Castelhana, código PB-FDS-07, instalada pela CHESF e de dados fluviométricos disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas (SIH) da 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 as 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 do rio Parnaíba. A partir desses dados foi definida uma função relacionando a vazão e a correspondente cota do nível d'água, utilizando-se a equação de Manning aliada à expressão da continuidade.

Adicionalmente, foram considerados também os dados disponíveis da estação fluviométrica de Fazenda Veneza (Código: 34660000), o que incluem os dados de leitura de régua, vazões médias diárias, dados de seções transversais, medições de descarga líquida e equação da curva-chave.

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

$$Q = 98,429 \times [H - 70,4]^{1,7733}$$

Onde:

Q = vazão, em m³/s;

H = cota do nível d'água, em m.

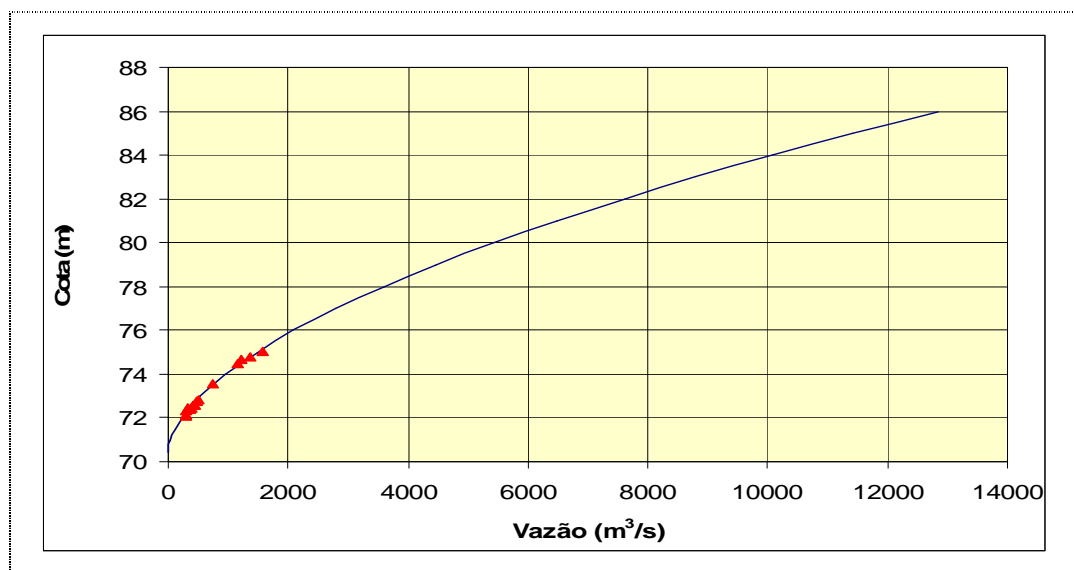
Os pares de valores de cota do nível d'água e de vazão, abrangendo o nível correspondente à cheia decamilar, são apresentados na **Tabela 5.2-13**.

Tabela 5.2-13 Curva-Chave do Canal de Fuga.

Cota (m)	Vazão (m ³ /s)	Cota (m)	Vazão (m ³ /s)
70,40	0	79,00	4.470
71,00	39,8	80,00	5.432
72,00	226	81,00	6.476
73,00	536	82,00	7.598
74,00	954	83,00	8.798
75,00	1.474	84,00	10.075
76,00	2.089	85,00	11.425
78,00	3.590	86,00	12.850

Fonte: CNEC (2006).

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


Figura 5.2-6 Curva-Chave do Canal de Fuga.

Fonte: CNEC (2005).

5.2.4.2. Vazões Extremas

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

A reconstituição da série de vazões naturais foi desenvolvida através do emprego de técnicas de modelagem matemática, utilizando-se como ferramenta um modelo de

simulação baseado na conceituação matemática da onda cinemática, que considera em sua formulação as seguintes equações:

Continuidade:

$$dQ / dx + dA / dt = q$$

Dinâmica:

$$S_0 = S_F$$

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

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

Onde:

Q = vazão, em m³/s;

A = área da seção transversal de escoamento, em m²;

x = comprimento longitudinal do trecho, em km;

t = tempo, em s;

q = vazão lateral, em m³/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, 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 nas estações fluviométricas de Barão de Grajaú e Fazenda Veneza, operadas pela ANA.

Na **Figura 5.2-4** 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 Castelhana foi subdividido em 8 trechos de rio, onde foram realizados o traslado e o amortecimento das ondas de cheias.

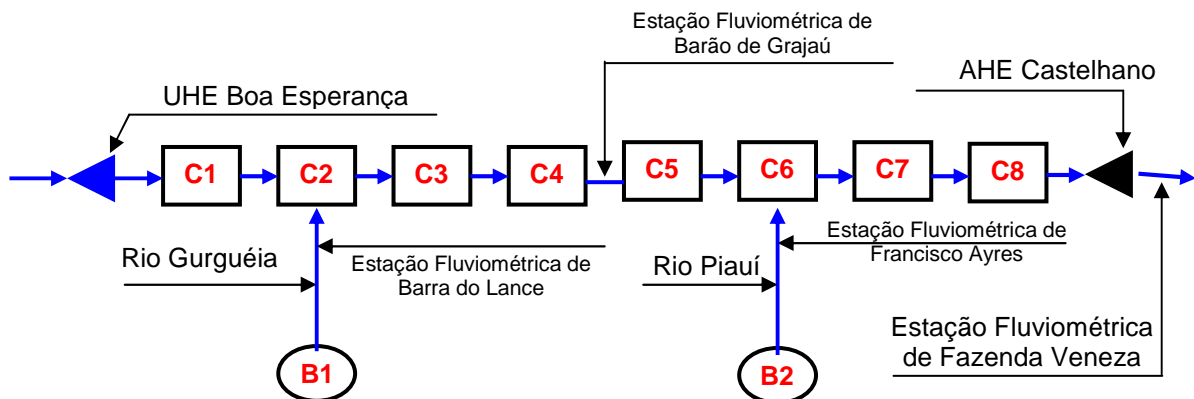


Figura 5.2-4 Esquema Topológico da Modelagem Matemática.

No processo de modelagem, foram consideradas as vazões médias diárias afluentes à UHE de Boa Esperança e às contribuições provenientes das bacias laterais ao curso do rio Parnaíba, onde se destacam os rios Gurguéia e Piauí.

Na Tabela 5.2-14 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.

Tabela 5.2-14 Parâmetros de Entrada do Modelo.

Trecho	α	β	Comprimento (km)
01	3,0	0,75	22
02	3,0	0,75	22
03	3,0	0,75	22
04	3,0	0,75	22
05	3,0	0,75	22
06	3,0	0,75	38
07	3,0	0,75	38
08	3,0	0,75	39

Fonte: CNEC (2006).

Considerando o período comum de dados de vazões afluentes a UHE Boa Esperança e da estação fluviométrica de barra do Lance, foi possível compor uma série de 33 anos de dados de vazões médias diárias, cobrindo o período de 1º de janeiro de 1973 a 30 de novembro de 2005, para ser utilizada nas análises. Com base nessa série, foram pesquisados os valores das vazões máximas diárias ocorridas em cada ano hidrológico (período setembro – agosto).

Na Tabela 5.2-15 são apresentados os valores das vazões máximas anuais, dispostos em ordem decrescente, e as respectivas determinações da média, do desvio padrão e do coeficiente de assimetria da amostra.

Tabela 5.2-15 Vazões Máximas Anuais no Eixo de Castelhanao.

Ordem	Ano hidrológico		Vazão máxima (m ³ /s)	Ordem	Ano Hidrológico		Vazão Máxima (m ³ /s)
1	1979	1980	6.105	18	1999	2000	1.674
2	1984	1985	4.176	19	1983	1984	1.663
3	2003	2004	4.001	20	1981	1982	1.575
4	1978	1979	3.358	21	2000	2001	1.568
5	1977	1978	3.138	22	1994	1995	1.498
6	1996	1997	3.090	23	1986	1987	1.471
7	1973	1974	3.058	24	1982	1983	1.422
8	2001	2002	2.969	25	1972	1973	1.416
9	1989	1990	2.647	26	1975	1976	1.391
10	2004	2005	2.561	27	1993	1994	1.373
11	1991	1992	2.361	28	2002	2003	1.369
12	1985	1986	2.346	29	1998	1999	1.216
13	1980	1981	2.338	30	1974	1975	1.181
14	1976	1977	1.792	31	1992	1993	1.052
15	1987	1988	1.753	32	1995	1996	1.026
16	1988	1989	1.685	33	1997	1998	904
17	1990	1991	1.681				
Média (m³/s)			2.147,2				
Desvio Padrão (m³/s)			1.117,3				
Coef. de Assimetria			1,71				

Fonte: CNEC (2006).

Na **Tabela 5.2-16** são apresentadas as vazões máximas de projeto associadas a diversos períodos de retorno, considerando-se a aplicação da distribuição exponencial.

- **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 modelagem matemática.

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

O vertedouro do AHE Castelhanao possui 14 vãos, com 11,0 m de altura e 9,0 m de largura cada um, controlados por comportas tipo segmento e soleira vertente com perfil tipo Creager com a crista na elevação 75,0 m. O vertedouro tem capacidade para escoar o pico da vazão de cheia com período de retorno de 500 anos, de 7.974 m³/s, com o reservatório no seu nível d'água máximo normal.

A onda de cheia decamilenar, cuja vazão de pico atinge 11.321 m³/s, é amortecida no reservatório com sobrelevação de 1,78 m acima do nível máximo normal (86,0 m), assim o nível d'água atinge a elevação máxima de 87,78 m. Nessa situação, a vazão máxima

descarregada é de 10.925 m³/s. Com base nesse estudo, o nível d'água máximo *maximorum* do reservatório foi estabelecido na elevação 87,80 m.

No **Gráfico 5.2-7** estão representadas as ondas de cheias afluente e defluente e no **Gráfico 5.2-8**, a evolução do nível d'água no reservatório.

Tabela 5.2-16 Vazões Máximas de Projeto no AHE Castelhanao.

Período de Retorno (anos)	Vazão de Projeto (m ³ /s)
2	1.804
5	2.828
10	3.603
25	4.626
50	5.401
100	6.175
200	6.950
500	7.974
1.000	8.748
2.000	9.523
5.000	10.546
10.000	11.321

Fonte: CNEC (2006).

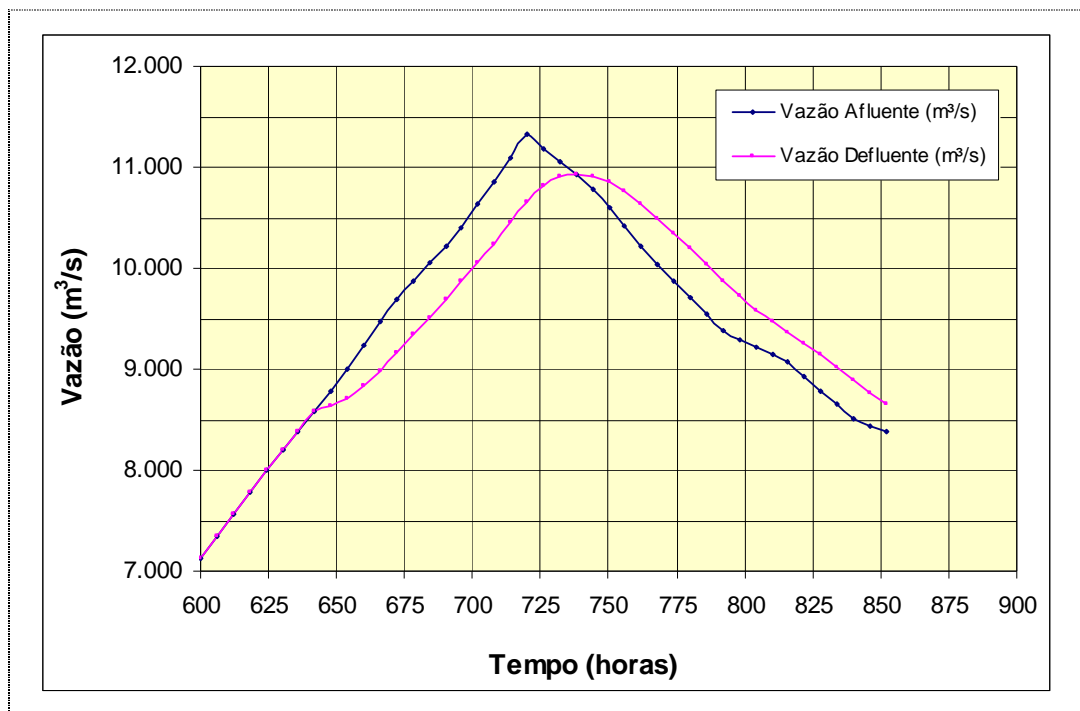


Gráfico 5.2-7 Amortecimento da Onda de Cheia.

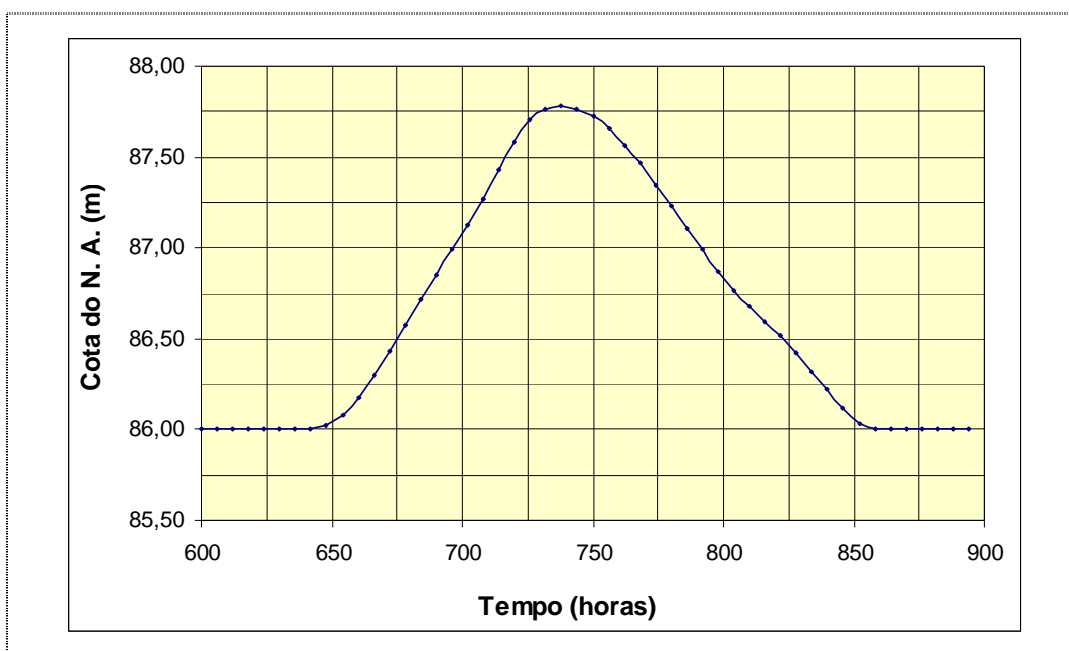


Gráfico 5.2-8 Evolução do Nível d'Água no Reservatório.

O Gráfico apresentado ilustra a capacidade do reservatório em amortecer as ondas de cheias de grande magnitude, como é o caso da vazão decamilenar, com efeito regulador a partir de 8.616 m³/s e abatimento de 396 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 Fazenda Veneza. A amostra de dados obtida é apresentada na **Tabela 5.2-17**.

Tabela 5.2-17 Vazões mínimas anuais com sete dias de duração.

Ano	Q _{min. 7dias} (m ³ /s)	Ano	Q _{min. 7dias} (m ³ /s)	Ano	Q _{min. 7dias} (m ³ /s)
1967	265,0	1980	219,3	1993	300,8
1968	259,7	1981	275,3	1994	280,6
1969	161,1	1982	332,4	1995	294,4
1970	182,3	1983	264,0	1996	281,9
1971	156,4	1984	268,9	1997	307,8
1972	179,4	1985	326,4	1998	261,9
1973	232,9	1986	349,5	1999	294,6
1974	268,1	1987	334,1	2000	285,5
1975	267,4	1988	336,5	2001	310,9
1976	219,9	1989	287,2	2002	282,4
1977	255,4	1990	270,6	2003	305,6
1978	248,3	1991	309,0	2004	257,9
1979	242,6	1992	300,2	2005	232,7

Fonte: CNEC (2006).

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 208,8 m³/s.

As vazões mínimas $Q_{7,10}$ no local no eixo de Castelhana foi obtida através da relação entre a área de drenagem do local do aproveitamento (237.477 km²) e a estação fluviométrica de Fazenda Veneza (238.501 km²), ou seja: $Q_{7,10} = 208$ m³/s.

5.2.4.4. Remanso

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

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

As linhas d'água de remanso foram calculadas considerando-se duas hipóteses: a primeira hipótese considera o curso d'água em condições naturais e a segunda considera o curso d'água alterado pela implantação do reservatório. Para cada hipótese, foram admitidas afluências de vazões com períodos de recorrência de 2, 10, 25, 50, 100, 1.000, 5.000 e 10.000 anos em "regime permanente". As análises incluem também o traçado da linha d'água referenciada a vazão média de longo período no local do eixo, definida igual a 557 m³/s.

O trecho do rio Parnaíba considerado na modelagem matemática tem origem no local previsto para o barramento e estende-se por aproximadamente 86,1 km para montante, passando pelos municípios/localidades de Amarante (PI), Palmeirais (PI), Formosa (PI), Riacho dos Negros (PI) e São Francisco do Maranhão (MA).

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

- Plantas do levantamento planialtimétrico do sítio do aproveitamento, incluindo-se a área abrangida pelo canal de fuga, elaboradas na escala 1:2.000.
- Plantas do levantamento planialtimétrico compreendendo a área de influência do futuro reservatório, elaboradas na escala 1:10.000.
- Dados cartográficos disponíveis, representados pelas bases de levantamentos aerofotogramétricos do IBGE, configurados nas escalas de 1:100.000 e 1:250.000.
- Levantamento topobatimétrico de 15 seções transversais ao longo do rio Parnaíba, no trecho a montante do local do eixo do AHE de Castelhana.

- Distância entre duas seções consecutivas obtidas através da restituição aerofotogramétrica.
- Dados da curva-chave do canal de fuga do AHE Castelhana.
- Pontos atingidos por cheias excepcionais ocorridas no passado, pesquisados junto à população das localidades de Amarante, São Francisco do Maranhão, Formosa, Riacho dos Negros e Palmeirais, cujos níveis d'água foram devidamente amarrados topograficamente.
- Dados operacionais e curva de descarga do vertedouro do AHE Castelhana.
- Dados complementares obtidos durante as inspeções de campo.

O esquema topológico considerado no processo de modelagem compreendeu 15 seções transversais situadas entre o eixo de Castelhana e o local do eixo inventariado do aproveitamento de Estreito.

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 Castelhana, foram utilizados como referência os dados disponíveis de níveis d'água decorrentes das cheias históricas ocorridas no passado, cujos pontos foram identificados e amarrados topograficamente no âmbito deste estudo de viabilidade.

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

Através de um processo de tentativas, atingiu-se o melhor ajuste do modelo, com valor do coeficiente da Fórmula de Manning igual a 0,035 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 à montante, e níveis d'água à jusante, junto ao eixo do AHE Castelhana.

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

- Para as condições naturais, considerou-se a curva-chave do canal de fuga estabelecida para o AHE de Castelhana.
- Com a implantação do reservatório, utilizou-se a curva de descarga do vertedouro. Para vazões de até 8.616 m³/s, o nível d'água do reservatório é controlado pelas comportas e é mantido na cota do nível d'água máximo normal de 86,00 m. Para vazões acima desse valor, o controle do nível d'água é realizado pelo vertedouro com as comportas totalmente abertas. Nesse 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 na **Tabela 5.2.18**.

Tabela 5.2-18 AHE Castelhana - Condições de Contorno.

Período de Retorno (anos)	Condição de Contorno		
	Montante	Jusante: Nível d'água (m)	
	Vazão Afluente (m ³ /s)	Condição natural	Com Reservatório
Vazão Média de Longo Período	576	73,10	86,00
10	3.603	78,02	86,00
50	5.401	79,97	86,00
1.000	8.748	82,96	86,03
10.000	11.321	84,92	87,78

Fonte: CNEC (2008).

As linhas de remanso para as condições naturais e com a existência do AHE Castelhana são mostradas nos **Tabelas 5.2-19 e 5.2-20** e nos **Gráficos 5.2-9 e 5.2-10**.

Tabela 5.2-19 Curvas de Remanso – Condições Naturais.

Seção	Distância (m)	Cota do Fundo do Canal (m)	Cota do Nível d'água (m)					
			Vazão Média	Tempo de Recorrência TR (anos)				
				10	50	1.000	10.000	
01	EIXO	0,00	69,030	73,10	78,02	79,97	82,96	84,92
02	SM128D – SM137E	5.947	69,059	74,26	79,50	81,12	83,63	85,46
03	SM135D – SM136E	12.850	70,329	75,68	80,78	82,08	84,02	85,67
04	SM134D – SM133E	20.185	72,045	77,04	82,39	83,97	86,04	87,36
05	SM131D – SM132E	27.667	74,849	78,50	83,74	85,27	87,27	88,49
06	SM130D – SM129E	34.458	74,616	79,69	84,71	86,01	87,67	88,64
07	SM127D – SM128E	42.093	76,400	81,03	87,00	88,83	91,40	92,98
08	SM126D – SM125E	49.335	78,452	82,40	88,36	90,24	92,84	94,45
09	SM123D – SM124E	57.674	78,451	83,58	89,55	91,46	93,98	95,57
10	SM122D – SM121E	62.443	78,609	84,11	90,10	92,00	94,50	96,08
11	SM119D – SM120E	67.523	78,800	84,69	90,91	92,88	95,42	97,00
12	SM118D – SM117E	70.688	80,154	85,09	91,26	93,26	95,81	97,40
13	SM115D – SM116E	77.986	80,153	86,2	92,26	94,30	96,97	98,61
14	SM114D – SM113E	83.072	81,202	86,88	93,07	95,17	97,87	99,53
15	SM111D – SM112E	86.125	82,402	87,41	93,71	95,79	98,40	100,03

Fonte: CNEC (2008).

Tabela 5.2-20 Curvas de Remanso – Com o AHE Castelhanao.

Seção	Distância (m)	Cota do Fundo do Canal (m)	Cota do Nível d'água (m)					
			Vazão Média	Tempo de Recorrência TR (anos)				
				10	50	1.000	10.000	
01	EIXO	0,00	69,030	86,00	86,00	86,00	86,03	87,78
02	SM128D – SM137E	5.947	69,059	86,00	86,04	86,09	86,27	88,03
03	SM135D – SM136E	12.850	70,329	86,00	86,06	86,13	86,35	88,08
04	SM134D – SM133E	20.185	72,045	86,01	86,23	86,50	87,20	88,82
05	SM131D – SM132E	27.667	74,849	86,01	86,48	86,96	87,98	89,49
06	SM130D – SM129E	34.458	74,616	86,02	86,61	87,15	88,15	89,46
07	SM127D – SM128E	42.093	76,400	86,07	87,95	89,31	91,57	93,18
08	SM126D – SM125E	49.335	78,452	86,14	88,92	90,51	92,95	94,57
09	SM123D – SM124E	57.674	78,451	86,26	89,89	91,62	94,05	95,66
10	SM122D – SM121E	62.443	78,609	86,35	90,37	92,12	94,56	96,15
11	SM119D – SM120E	67.523	78,800	86,48	91,10	92,97	95,47	97,06
12	SM118D – SM117E	70.688	80,154	86,59	91,43	93,33	95,85	97,45
13	SM115D – SM116E	77.986	80,153	87,01	92,37	94,36	96,99	98,64
14	SM114D – SM113E	83.072	81,202	87,41	93,15	95,21	97,89	99,56
15	SM111D – SM112E	86.125	82,402	87,78	93,76	95,82	98,42	100,05

Fonte: CNEC (2008).

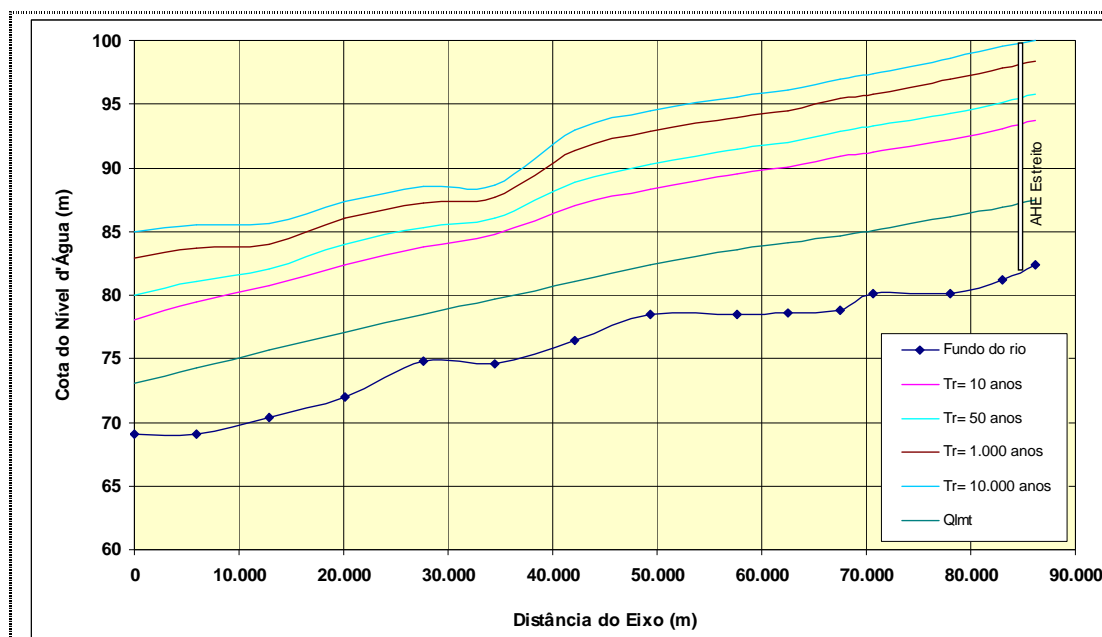


Gráfico 5.2-9 Curvas de Remanso – Condições Naturais.

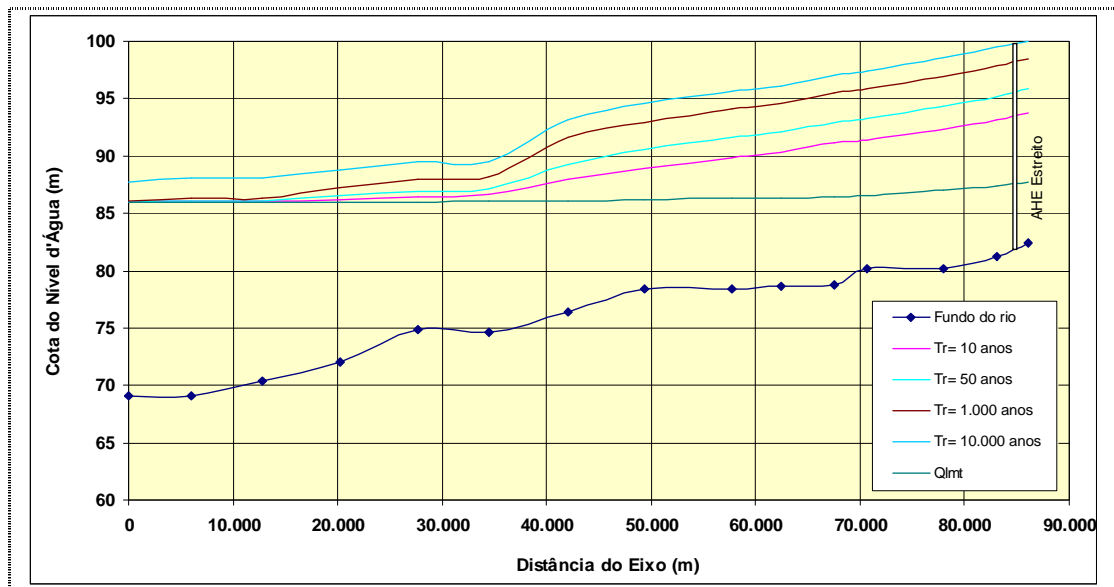


Gráfico 5.2-10 Curvas de Remanso – Com o AHE Castelhana.

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 e Hasui, 1984). Ela 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 Luis; ao sul pela Faixa de dobramentos Brasília; a leste pelos Cráton São Francisco e pela Faixa de dobramentos Nordeste; e a oeste pelo Cráton do Amazonas, pela Faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia e pelo Maciço de Goiás. Suas bordas são delineadas pelos seguintes arcos: arco Tocantins, localizado a noroeste e separa as bacias do Parnaíba, de Marajó e do 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 *apud* Cunha 1986), em mapeamento regional (Projeto Radambrasil), descreveram as unidades sedimentares nos estados do Piauí e Maranhão como constituintes da bacia sedimentar Piauí-Maranhão, com deposição desde o Paleozóico inferior ao Cretáceo superior. Segundo esses autores, as formações paleozóicas afloram principalmente nas margens oriental e ocidental da bacia e ainda nas calhas dos principais

rios, enquanto as unidades mesozóicas recobrem a porção central da área. Nas últimas décadas, várias pesquisas foram realizadas na bacia e seu empilhamento estratigráfico e história deposicional foram revisados e detalhados.

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.

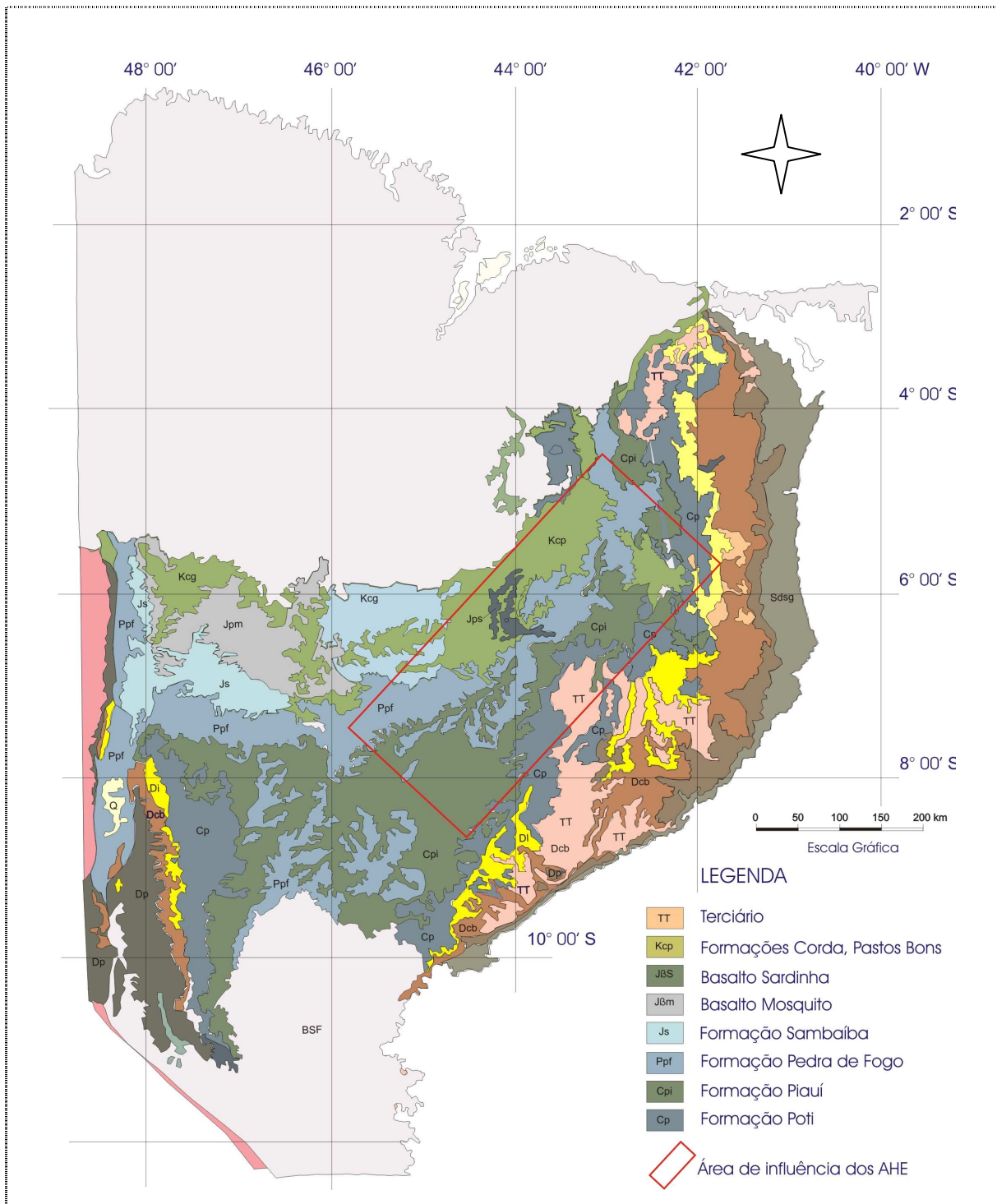


Figura 5.3-1 Mapa geológico regional das bacias Parnaíba Grajaú e São Luis (Santos e Carvalho, 2004).

5.3.1.2. Principais Estruturas Tectônicas

O arcabouço tectônico da bacia sedimentar do Parnaíba é caracterizado por uma faixa altamente estruturada com direção NE-SW, denominada de lineamento Transbrasiliano e uma segunda faixa disposta transversalmente à primeira, denominada de lineamento Picos-

Santa Inês (Cunha, 1986). O lineamento Transbrasiliano constitui um complexo de falhas normais, transcorrentes, formando altos estruturais e grábens com eixos paralelos às falhas (**Figura 5.3-2**). Esse lineamento é uma feição tectono-estrutural, com cerca de 2.700 km de extensão, cruza o território brasileiro do Ceará ao Mato Grosso do Sul e prossegue para sudoeste, no Paraguai e Argentina com largura variando de 75 a 100 km (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 à sinéclise interior continental.

O lineamento do rio Parnaíba com orientação NE-SW secciona as unidades na porção sedes da bacia. Essa estrutura tem um significado importante por condicionar os principais trechos do rio Parnaíba onde está prevista a instalação da hidrelétrica de Cachoeira.

Segundo Carozzi *et al.* (1975); Fortes (1978); Cunha (1986) e Cordani *et al.* (1994), as estruturas do Ciclo Brasileiro direção nordeste do lineamento Transbrasiliano e noroeste do lineamento Picos-Santa Inês e norte-sul do lineamento Tocantins-Araguaia atuaram na compartimentação da bacia durante o Paleozóico. Com o término do Ciclo Brasileiro (Cambro - Ordoviciano), os grábens foram preenchidos pelo progressivo afundamento ao longo das faixas tectonicamente instáveis, sendo caracterizado um evento de subsidência termomecânica (Caputo e Lima, 1984). Durante o Paleozóico, os eventos que ocorreram na margem oeste da América do Sul, naquele momento, pertencentes ao continente Gondwana, tiveram influência na bacia do Parnaíba. No Mesozóico, os principais elementos tectônicos regionais foram a estrutura de Xambioá de orientação leste-oeste, situado no centro da bacia, o arco Ferrer-Urbano Santos delimitando as pequenas bacias marginais associadas à abertura do Atlântico Sul Equatorial e o alto do rio Parnaíba (Aguiar, 1969; Rezende e Pamplona, 1970; Hasui *et al.*, 1991, Góes, 1995). Estas estruturas caracterizadas como altos estruturais definiram os eixos de deposição sedimentar da bacia.

Estas estruturas regionais estão representadas nas unidades sedimentares dando forma aos eixos do relevo sendo retrabalhados pelos agentes erosivos. O sistema de falhas normais (Ponte Alta/Lizarda/Escondido) com direção NE-SW apresenta rejeito associado ao deslocamento vertical, entretanto essas evidências não são muito marcadas nas rochas de composição arenosa, principalmente pela formação de depósitos de sopé de encosta produzidos pelos processos erosivos. Mas, as frentes escarpadas de caráter morfológico são a evidência desse deslocamento vertical das camadas. A partir das análises apresentadas por Santos e Carvalho (2004) observou-se que o deslocamento vertical desses blocos condicionou a deposição dos sedimentos nas porções mais rebaixadas dando uma inclinação das camadas para o centro bacinal nos diversos períodos da história evolutiva da bacia do Parnaíba.

O alinhamento preferencial das escarpas na área onde será construído o AHE Castelhana, assim como eixo de retrabalhamento do rio Parnaíba, que na região tem direção aproximadamente NE-SW concordante com as direções regionais, marca a estrutura principal. Todavia, há uma segunda orientação que pode ser observada na direção NW-SE, reflexo da outra estrutura regional que condicionou a deposição dos sedimentos na bacia, demonstrado na **Figura 5.3-1** e no Mapa Geológico (**Anexo I Tomo II**).

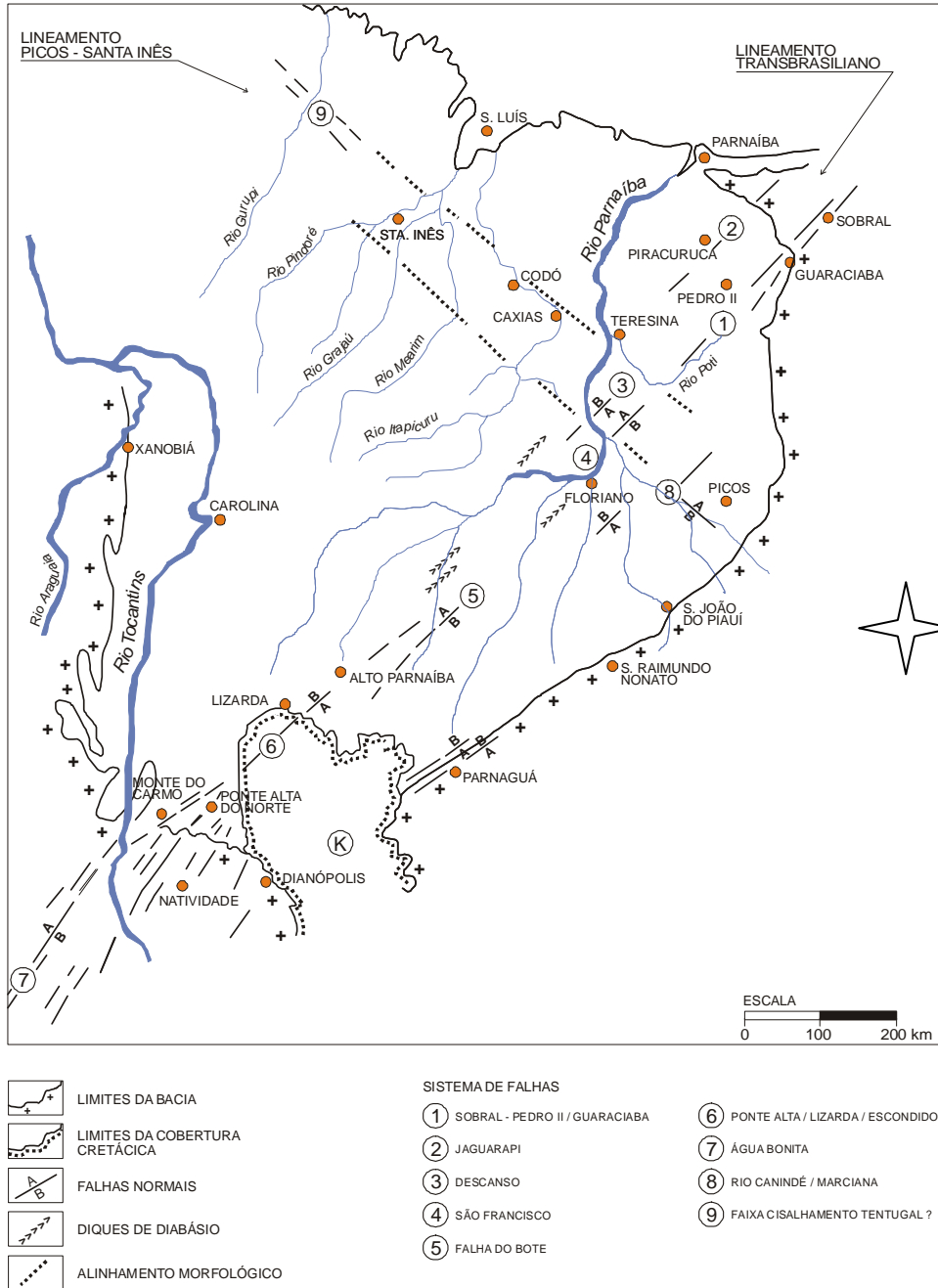


Figura 5.3-2 Principais estruturas e lineamentos das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís.
Fonte: CNEC (2002).

5.3.2. Geologia Local

A área de influência indireta do AHE Castelhana apresenta seis formações geológicas: a) Piauí, b) Pedra de Fogo, c) Motuca, d) Corda, e f) Sardinha. As formações Piauí, Pedra do Fogo e Motuca fazem parte do Grupo Balsas, enquanto a Formação Corda pertence ao Grupo Mearim. A Formação Sardinha representa um evento vulcânico posterior às formações anteriores, conforme o Mapa Geológico (**Anexo I Tomo II**) e a **Figura 5.3-3**.

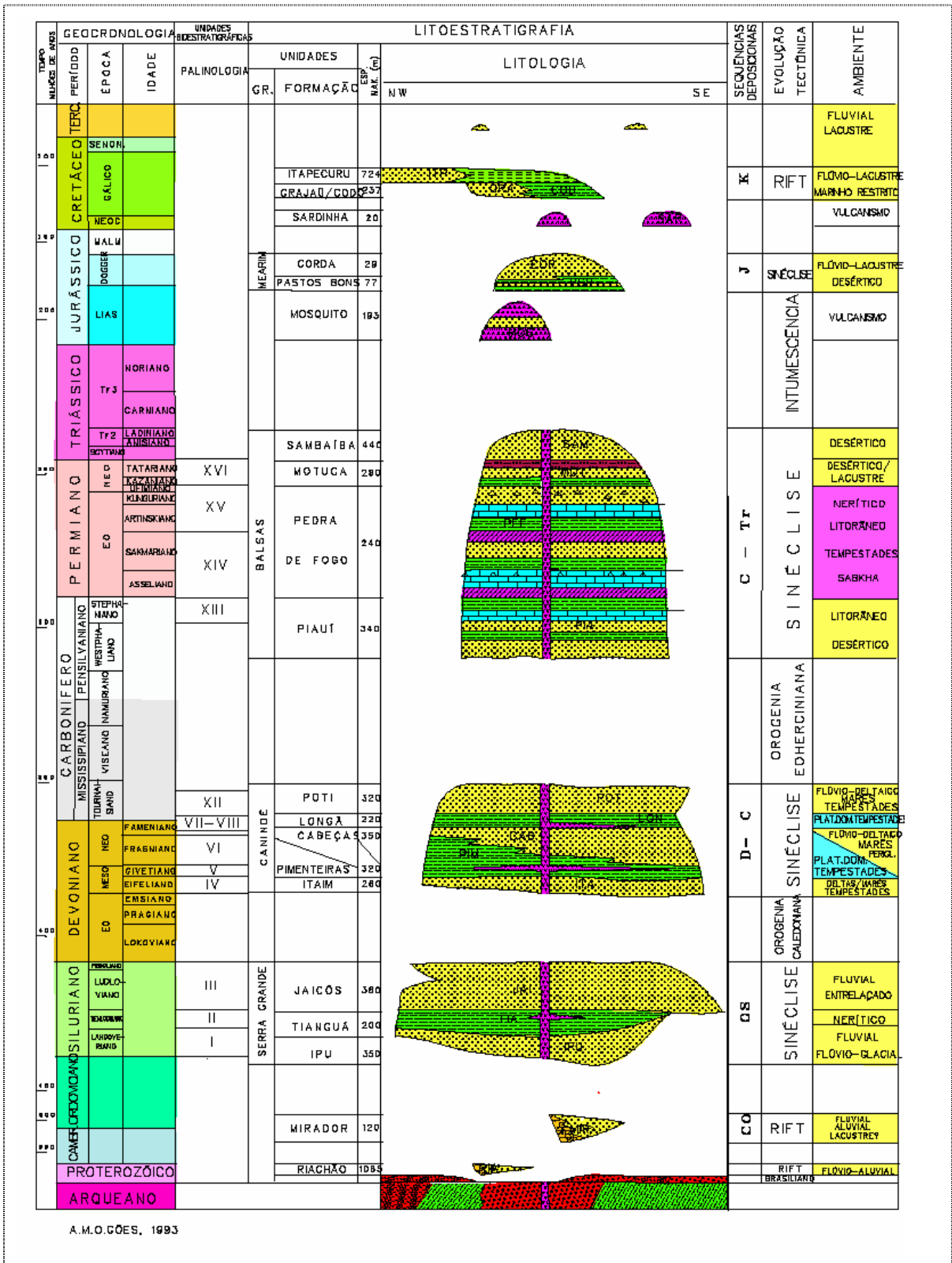
5.3.2.1. Grupo Balsas

Góes *et al* (1990) realizaram uma revisão minuciosa na estratigrafia da bacia do Parnaíba e propuseram esse grupo para as unidades sedimentares estratigraficamente empilhadas, depositadas desde o Paleozóico superior ao Mesozóico inferior. Este 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 5.3-4**).

5.3.2.2. 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.* (1973a 1973b) a seção basal está muito bem representada nas proximidades do rio Gurguéia onde predominam arenitos róseos, amarelados e esbranquiçados, com textura variando de fina a grossa até conglomeráticos de má a baixa seleção; e a porção superior está restrita ao vale do riacho Correntes, correspondendo a arenito creme a amarelado ou avermelhado, fino bem selecionado, esféricos, pouco friáveis, pouco feldspáticos, com intercalações de sílex maciço ou oolítico. Lima 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.

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, intercalando zonas de evaporitos (Lima Filho, 1992; Lima Filho e Rocha Campos, 1993; Santos, 1994).



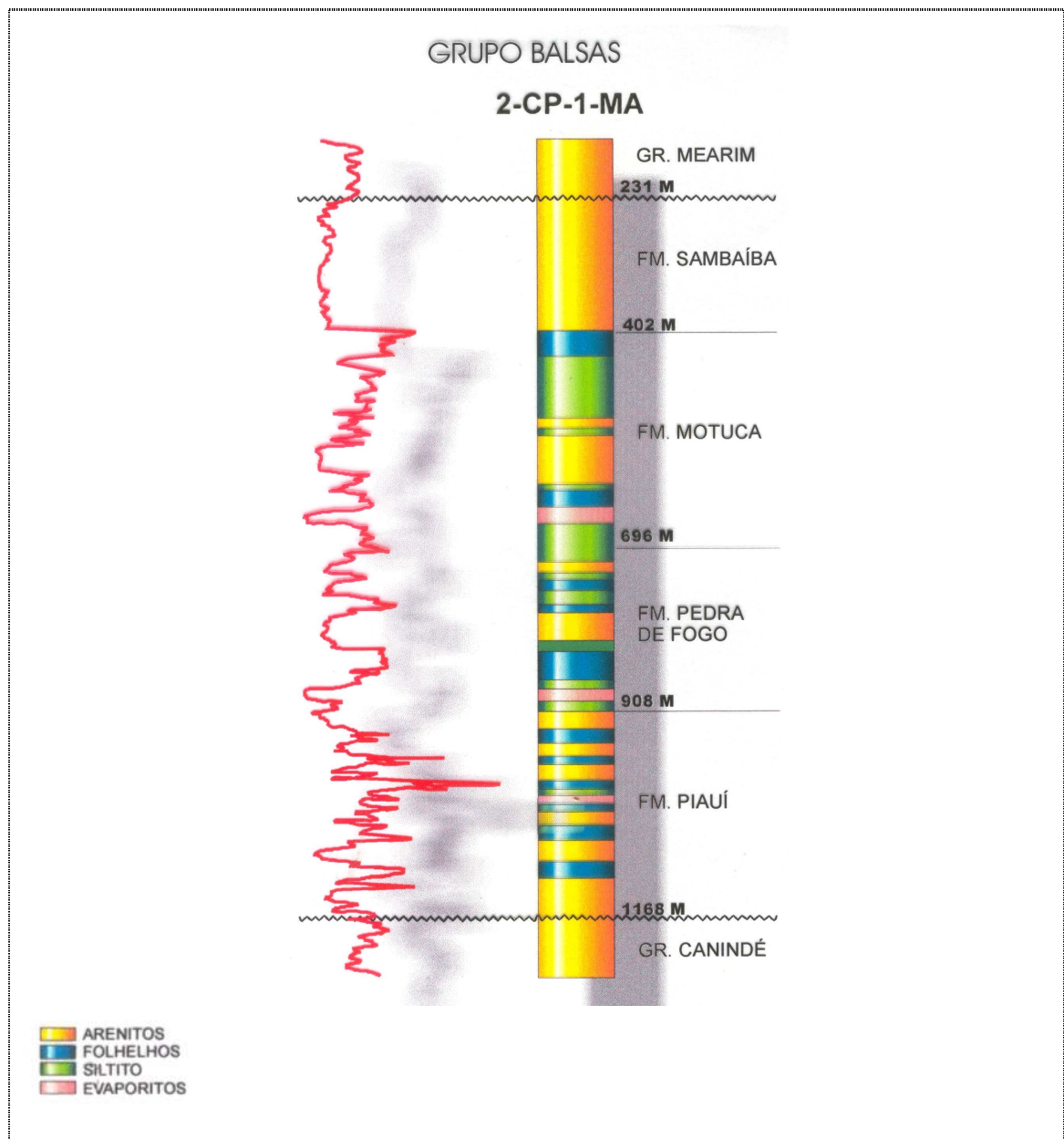


Figura 5.3-4 Perfil de referência do Grupo Balsas. A linha em vermelho representa o perfil de raios gama.

Fonte: Góes e Feijó (1994).

Os sedimentos da Formação Piauí ocorrem nas bordas leste e oeste, ocupando ampla área da região centro-sul da bacia do Parnaíba, acompanhando a direção dos estratos paleozóicos, em faixas de direção norte-sul, que se estreitam para o norte. A sequência tem, em sua 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 sequência transgressiva, com elevação progressiva do nível eustático (Santos e Carvalho, 2004).

Litologicamente, a Formação Piauí está 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 sequências 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).

A Formação Piauí cobre cerca de 47,35% da Área de Influência Indireta (AII) do AHE Castelhana. Praticamente todo o vale do rio Parnaíba corre por sobre os sedimentos desta formação. Apesar da Formação Piauí apresentar espessuras médias em torno dos 260 m no furo estratigráfico 2-CP-1-MA– PETROBRAS (**Figura 5.3-4**), na região Teresina-Floriano, ela apresenta espessuras que variam de 180 m (próximo à Teresina = NE) a 100 m (cercanias de Floriano = SE).

Essa formação é constituída predominantemente de uma alternância de arenitos e folhelhos e subordinadamente evaporitos e siltitos. Na seção representada na **Figura 5.3-5**, observa-se uma sequência essencialmente arenosa com níveis de siltitos e folhelhos e intercalações de evaporitos. Os sedimentos arenosos da seção inferior são representados por arenitos avermelhados, róseos e amarelados, finos a grosseiros, argilosos, localmente feldspáticos. Mais para o topo da seção, os arenitos passam a finos e bem selecionados. A seção superior é constituída por arenitos avermelhados, amarelo-esbranquiçados, finos a médios. Ocorrem também níveis de siltitos e folhelhos com intercalações de calcário.

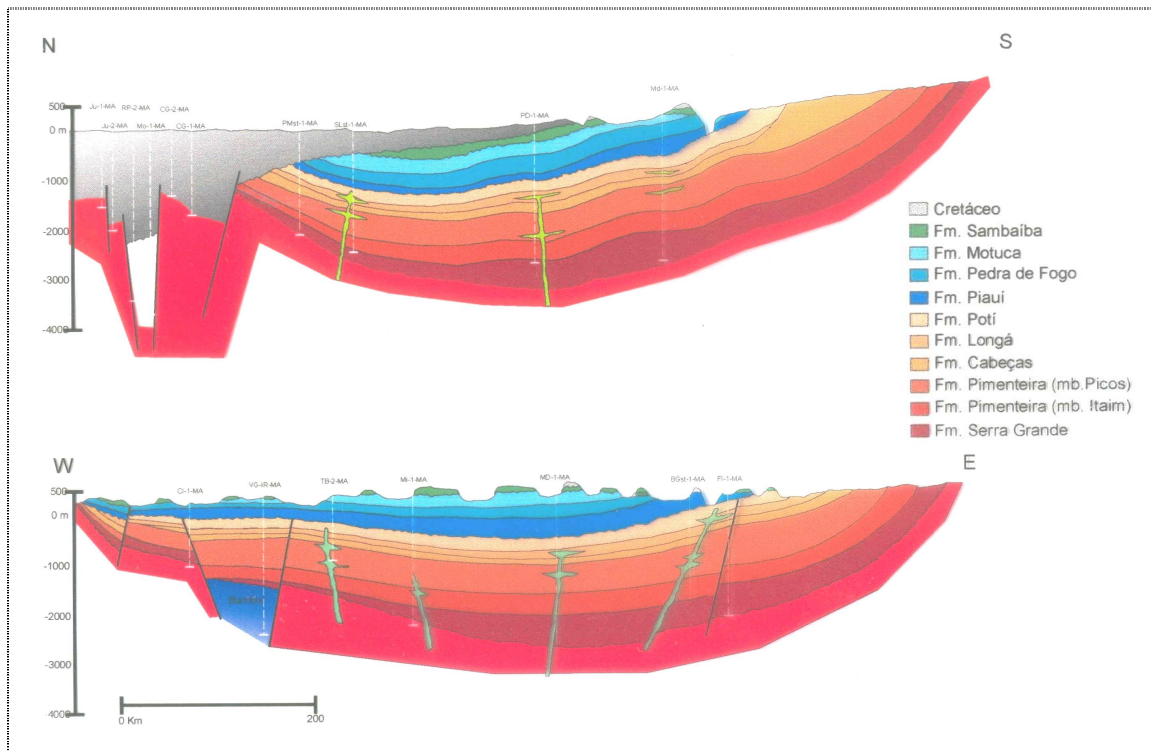


Figura 5.3-5 Seção estratigráfica da borda leste da Bacia do Parnaíba, mostrando os limites de sequências (LS1, LS2, LS3 e LS4), os tratos de sistemas de mar alto (T SMA), e de mar baixo (T SMB), trato de sistema transgressivo (TST), e superfície de máxima inundação marinha (sim). Foram identificadas cinco sequências de 3ª ordem e um possível vale inciso (Lima Filho, 1998). Teresina localiza-se a NE e Floriano a SE, no mapa.

Fonte: Góes e Feijó (1994).

Dentre os filossilicatos, dominam os do grupo 2:1 do tipo montmorilonita, seguido de illita, clorita e caulinita – quartzo, feldspato e alguma calcita.

A Formação Piauí, de idade Carbonífera Superior, depositou-se num ambiente de planície aluvial até pântano, com certa influência marinha, num clima úmido e temperado quente.

5.3.2.3. 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 e aflora na região centro-leste, centro-oeste e centro-sul da bacia, com eixo de deposição deslocado para oeste (Mesner e Wooldrige, 1964). A espessura máxima em subsuperfície é de 240 m (Góes e 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 silito 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. e Truckenbrodt (1980a, 1980b) descreveram a estratigrafia da formação, dividindo-a em: Membro Sílex Basal, Membro Médio e Membro Trisidela. O Membro Sílex Basal (20 m) tem ampla distribuição na bacia e intercala siltitos e bancos dolomíticos com abundantes concreções e horizontes silicosos. O Membro Médio é constituído por camadas de arenitos finos com estratificações cruzadas, que intercalam siltitos, folhelhos e bancos carbonáticos com pequenas concreções silicosas. O Membro Trisidela intercala arenitos finos, siltitos, folhelhos e bancos carbonáticos.

A Formação Pedra de Fogo tem ampla distribuição nos estados do Piauí e Maranhão e aflora na região centro-leste, centro-oeste e centro-sul da bacia, com eixo de deposição deslocado para oeste (Mesner e Wooldridge, 1964). Cobrindo cerca de 34% da AII de Castelhana, conforme Mapa Geológico (**Anexo I Tomo II**), a Formação Pedra do Fogo apresenta espessuras de 200 m. Esta formação é constituída por uma alternância de arenitos amarelados a avermelhados, siltitos e calcários oolíticos ou concrecionários e folhelhos esverdeados com restos de vegetais e lentes de calcário. Na região de Castelhana ela é menos arenosa, com siltitos, dolomitos, margas e sílex depositados em planície de maré, sob condições de alta salinidade, com influência continental, fluvial-lacustre.

Como mostra a **Figura 5.3-5**, a porção basal desta unidade é formada por folhelhos, siltitos e evaporitos, enquanto a porção média é composta por arenitos de coloração esbranquiçada a amarelada, finos a médios, mal selecionados, argilosos, caulíníticos. A seção superior é composta por siltitos e folhelhos arroxeados, avermelhados e marrons, micromicáceos, com laminações carbonáticas e leitos de sílexito.

Apresentam estratificação cruzada nos níveis de arenito e fósseis nos níveis de folhelho e siltito. O contato inferior com a Formação Piauí é, em geral, concordante e se apresenta, por vezes, com brusca mudança litológica (arenito para folhelho), enquanto o contato superior com a Formação Motuca é gradacional (folhelho).

Troncos de madeira silicificada com mais de 1 m de diâmetro são encontrados na base e próximo ao topo da formação. Devido a conservação, tamanho e frequência destes fósseis, foi criado o parque municipal floresta fóssil dentro da cidade de Teresina-PI às margens do rio Poti e o monumento natural das árvores fossilizadas no município de Filadélfia-TO. A presença de conchostráceos, bivalves e peixes indicam uma idade permiana inferior para a Formação Pedra do Fogo.

A associação mineralógica principal é constituída de caulinita com um pouco de illita e montmorilonita – quartzo, feldspato e calcita.

5.3.2.4. Formação Motuca

Plummer *et al.* (1948) propuseram o nome Formação Motuca para os folhelhos avermelhados, com lentes de carbonatos e anidrita que afloram na fazenda homônima, entre São Domingos e Benedito Leite no Maranhão, e recobrem a Formação Pedra de Fogo. Geograficamente, as áreas de ocorrência mais significativas estão situadas no centro da bacia, próximo às cidades de São Raimundo de Mangabeira e São Domingos de Azeitão, também no estado do Maranhão (Santos e Carvalho 2004).

Na porção oeste da bacia, Faria Jr. (1984) descreveu como Formação Motuca, os sedimentos de cor vermelha tijolo, com predomínio de pelitos (argilitos e siltitos). Góes e Feijó (1994) atribuíram idades Kazaniano e Tatariano (Neopermiano) e registraram uma espessura máxima em subsuperfície de 280 metros. Notadamente, essa formação apresenta camadas de gipsita (anidrita) intercaladas aos carbonatos. Os ambientes foram definidos como compostos por ambientes fluviais, eólicos, sabkhas correspondentes a uma evolução para um clima mais árido (Santos e Carvalho, 2004).

Litologicamente, essa formação está constituída por arenitos sícticos argilosos e siltitos também argilosos (red beds), além de calcários, dolomitos e gipsitas encontrados principalmente na porção basal no setor oeste da bacia. Aguiar (1971) propôs um modelo deposicional de paleodeserto envolvendo as unidades Permotriássicas da bacia do Parnaíba, que seria composto pelas formações Motuca (red beds associados com sabka continental e wadis), Pastos Bons (sistemas de leques aluviais) e Sambaíba (campos de dunas). Enquanto Coimbra (1983) descreve para o ambiente deposicional das rochas siliciclásticas como continental, fluvio-lacustre, e para a sedimentação química uma sedimentação relacionadas a mares residuais.

A deposição da Formação Motuca está associada à migração do depocentro para o centro da bacia durante o Permiano, onde houve o predomínio de uma sedimentação subaérea. Neste ambiente, perduraram os intervalos regressivos e as sequências deposicionais transgressivas, episódios mais limitados, associadas a tempos de habitats e climas favoráveis (Santos e Carvalho 2004). As deposições são interpretadas como consequência da estruturação interna da bacia, com o arqueamento do alto do Parnaíba (Castelo Branco e Coimbra, 1984), e o levantamento da Antéclise Tocantins-Araguaia e o Arco Tocantins (Hasui *et al.*, 1991). As condições climáticas quentes e áridas foram acentuadas, durante a deposição dos sedimentos da Formação Motuca, refletindo ambientes de cursos fluviais periódicos, dunas eólicas, lagos salgados (sabkhas), red beds e evaporitos.

As unidades sedimentares pertencentes à Formação Motuca ocorrem em uma pequena área a WNW da AII do AHE Castelhana, perfazendo cerca de 1,15% em extensão territorial.

O conteúdo fossilífero desta formação não é expressivo, contudo Mesner e Wooldridge (1964) assinalaram a presença do gastrópode *Pleurotomaria* sp, que ocorre no Permiano do Peru, além de alguns peixes semelhantes aos peixes permianos *Paleoniscus* e *Elonichthys*. Porém, autores posteriores não fazem menção a esses fósseis que não foram encontrados nas coleções examinadas por Santos e Carvalho (2004).

5.3.2.5. Grupo Mearim

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

Na área do empreendimento AHE Castelhana foram reconhecidas as unidades sedimentares pertencentes à Formação Corda que está descrita a seguir.

5.3.2.6. Formação Corda

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

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

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

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

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

A Formação Corda ocorre na porção noroeste da AII de Castelhanos, além de pequenas áreas no setor sudeste, e representa cerca de 10,6% da mesma. Está em contato com as formações Pedra de Fogo e Motuca ou com a Formação Piauí.

5.3.2.7. Formação Sardinha

A Formação Sardinha representa um evento vulcânico caracterizado por basaltos e diabásios, contendo também gabros. Thomaz-Filho *et al* (2000) posicionam o alojamento das rochas desta formação em torno dos 180 Ma durante o processo de separação dos continentes, Sul Americano e Africano quando da abertura do oceano Atlântico Sul. Baseado em estudos geocronológicos, Aguiar (1969) sugere uma idade eocretácea para as rochas magmáticas da Formação Sardinha, evidenciando que esta atividade magmática não é correlacionável ao vulcanismo juro-triássico da Formação Mosquito.

Na área do empreendimento, essa unidade ocorre como uma pequena área localizada no eixo do barramento, em contato com os sedimentos das Formações Piauí e Pedra de Fogo, assim como no setor sudeste da AII, na margem direita do rio Parnaíba conforme Mapa

Geológico (**Anexo I Tomo II**), perfazendo cerca de 5,8% em área. Normalmente as rochas ígneas estão representadas por soleiras e diques de diabásio de pequena espessura, quando alteradas, as rochas apresentam uma esfoliação esferoidal.

5.3.3. Potencial Mineral

Para a análise dos processos de direitos minerários existentes na AII do empreendimento 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 Mineral².

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 1º 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.

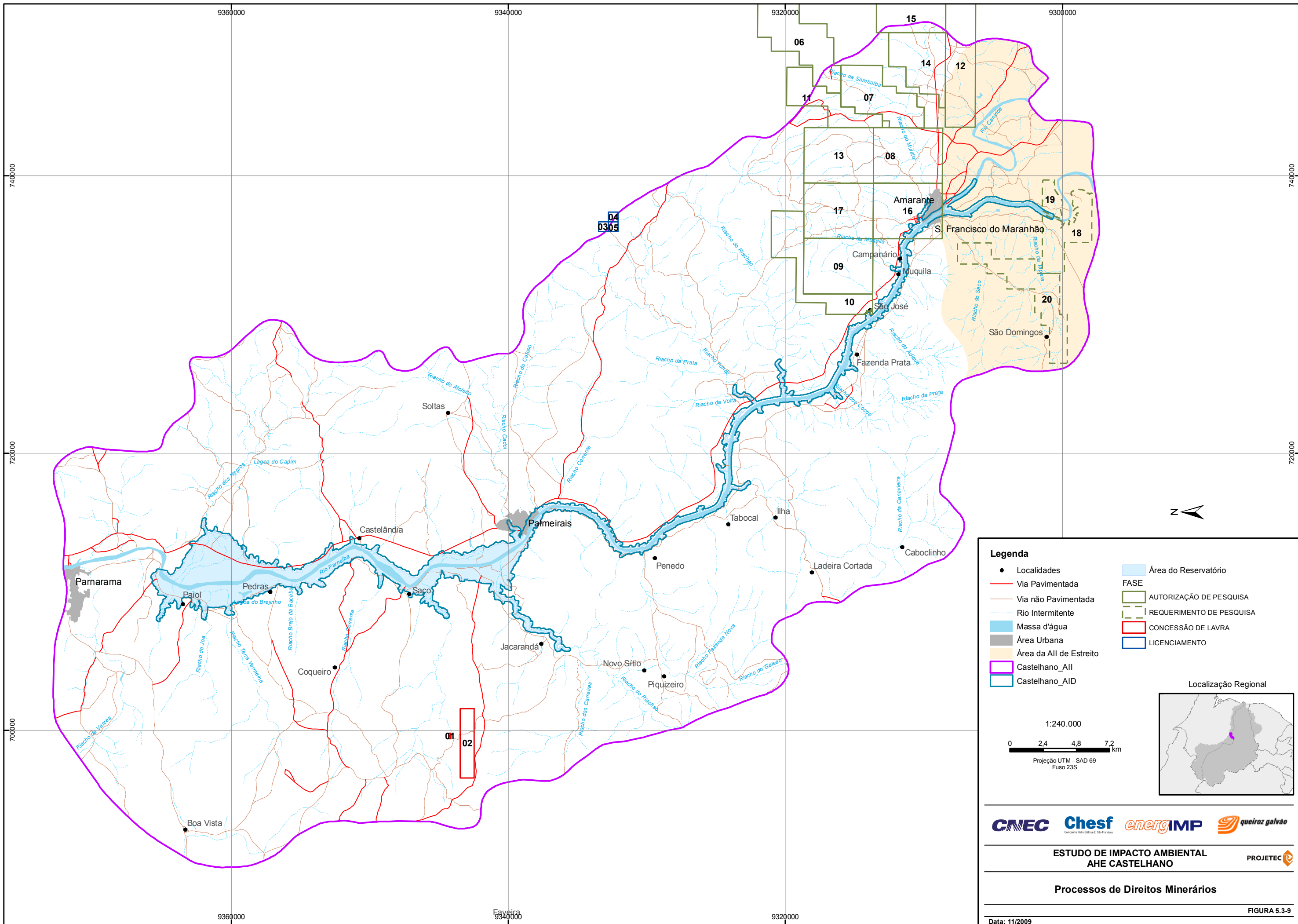
Os polígonos referentes aos estados de PiauÍ e Maranhão foram recortados, em função do perímetro da bacia de contribuição (AII) do empreendimento, através de ferramenta do ArcGIS 9.0, mantendo-se as áreas de direitos minerários contidas no limite da bacia.

As áreas requeridas foram classificadas em nove fases, referentes ao tipo e/ou estágio de tramitação do processo junto ao 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 (CLG), Registro de Extração (RE) e em Disponibilidade (DISP).

Verificou-se que na AII do AHE Castelhana existem 20 áreas de direitos minerários, conforme indicadas na **Figura 5.3-6** e relação especificada na **Tabela 5.3-1**.

A análise dessas áreas de requerimento revela que: (1) 3 áreas estão em fase de requerimento de pesquisa para fosfato; (2) 12 áreas estão em fase de autorização de pesquisa para minério de ferro, com alvará de pesquisa publicado no início de 2009; (3) 3 áreas em licenciamento para sílexito; e (4) 2 áreas em concessão de lavra para calcário.

² <http://sigmine.dnpm.gov.br/>



Legenda

- Localidades
- Via Pavimentada
- Via não Pavimentada
- Rio Intermitente
- Massa d'água
- Área Urbana
- Área da AII de Estreito
- Castelhana_AII
- Castelhana_AID
- Área do Reservatório
- FASE
- AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA
- REQUERIMENTO DE PESQUISA
- CONCESSÃO DE LAVRA
- LICENCIAMENTO

1:240.000

0 2,4 4,8 7,2 km

Projeção UTM - SAD 69
Fuso 23S

Localização Regional

CNEC **Chesf** **energIMP** **queiroz galvão**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
AHE CASTELHANO**

Processos de Direitos Minerários

PROJETEC

Data: 11/2009

FIGURA 5.3-9

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

Número localização no mapa	Código DNPM	ANO	ÁREA (ha)	FASE	REQUERENTE	SUBSTÂNCIA	USO	ÚLTIMO EVENTO
01	801196	1977	6,00	CL	CBE Companhia Brasileira de Equipamento	calcário	não informado	421 - CONC LAV/RETIFICAÇÃO ÁREA LAVRA PROTOCOLIZADO EM 18/06/2008
02	801382	1978	500,00	CL	CBE Companhia Brasileira de Equipamento	calcário	não informado	418 - CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 03/04/2007
03	803054	1998	49,00	LI	Cerâmica Santa Maria Ltda	silexito	não informado	662 - NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 02/06/2009
04	803056	1998	49,00	LI	Cerâmica Santa Maria Ltda	silexito	não informado	718 - LICEN/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 09/06/2008
05	803057	1998	49,00	LI	Cerâmica Santa Maria Ltda	silexito	não informado	662 - NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 02/06/2009
06	803741	2008	1999,98	AP	Cláudio Ramos Cardoso	minério de ferro	industrial	650 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA CADUCADO - TAH EM 24/07/2009
07	803792	2008	1725,00	AP	Cláudio Ramos Cardoso	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 18/02/2009
08	804322	2008	1996,14	AP	Produtos Mineraios do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 02/04/2009
09	804323	2008	1999,78	AP	Produtos Mineraios do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 08/06/2009
10	804324	2008	1559,40	AP	Produtos Mineraios do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 02/04/2009

Cont.

Tabela 5.3-1 Reserva das substâncias minerais na área de influência indireta (AII) do aproveitamento hidroelétrico de Castelhana

Número localização no mapa	Código DNPM	ANO	ÁREA (ha)	FASE	REQUERENTE	SUBSTÂNCIA	USO	ÚLTIMO EVENTO
11	804325	2008	1255,30	AP	Produtos Minerais do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 02/04/2009
12	804327	2008	1954,02	AP	Produtos Minerais do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 08/06/2009
13	804328	2008	1999,94	AP	Produtos Minerais do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 02/04/2009
14	804329	2008	1560,79	AP	Produtos Minerais do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 02/04/2009
15	804330	2008	1999,22	AP	Produtos Minerais do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 02/04/2009
16	804337	2008	1996,76	AP	Produtos Minerais do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 30/04/2009
17	804339	2008	1999,49	AP	Produtos Minerais do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 30/04/2009
18	806050	2009	293,91	RP	Diagem Reflorestamento Ltda.	fosfato	fertilizantes	135 - REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 02/06/2009
19	806050	2009	1215,35	RP	Diagem Reflorestamento Ltda.	fosfato	fertilizantes	135 - REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 02/06/2009
20	806051	2009	1979,09	RP	Diagem Reflorestamento Ltda.	fosfato	fertilizantes	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 24/03/2009

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 sequência 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 complexo embasamento Pré-Cambriano.

Entre os sedimentos depositados nessa bacia destacam-se os clásticos finos e grossos ou conglomeráticos (Grupo Serra Grande e as formações Cabeças, Poti-Piauí, Motuca, Sambaíba, Corda e 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 podem ser citados: 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.

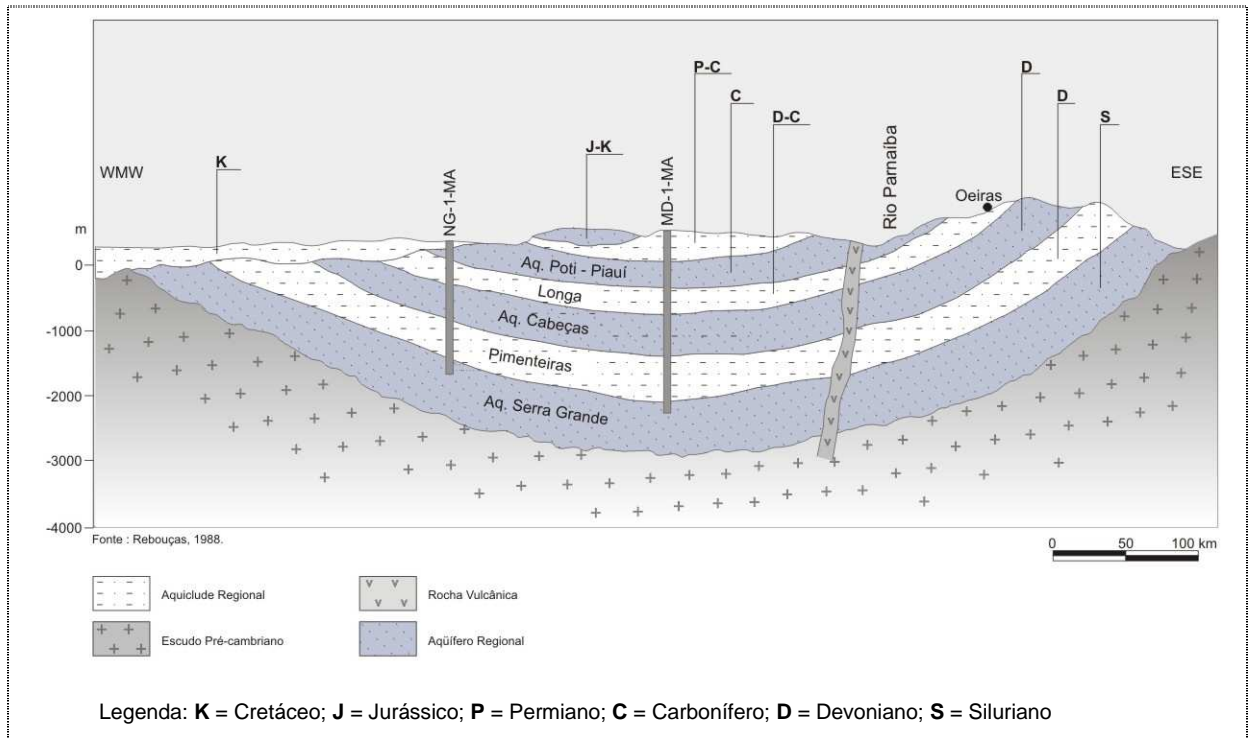
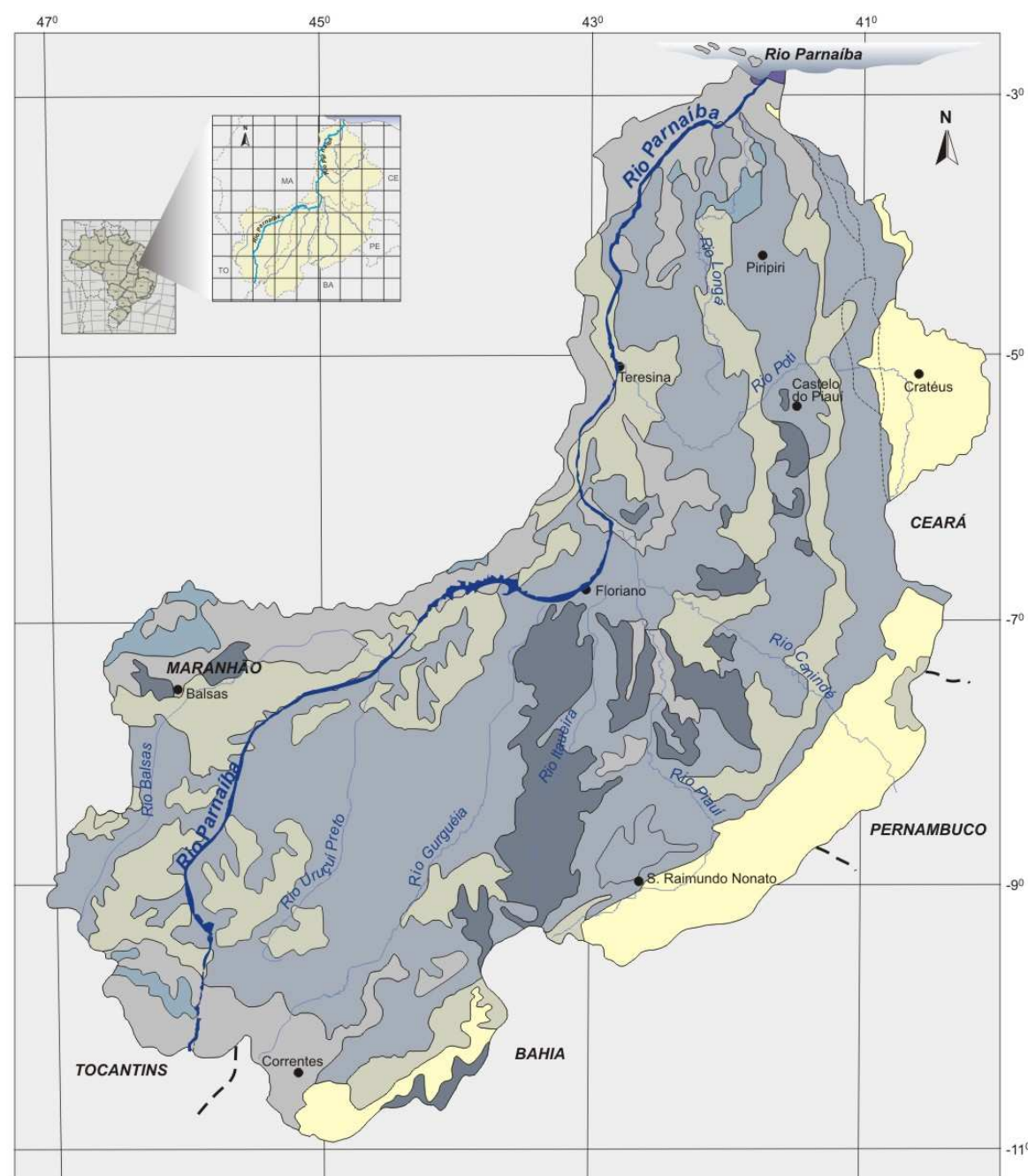


Figura 5.4-1 Sequência aquífera esquemática na Bacia Sedimentar do Parnaíba.
Fonte: CNEC (2002) modificado de Reboças (1968).



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

LEGENDA

AQUÍFEROS EM ROCHAS POROSAS COM IMPORTÂNCIA HIDROGEOLOGICA 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 HIDROGEOLOGICA 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 HIDROGEOLOGICA RELATIVA MUITO PEQUENA

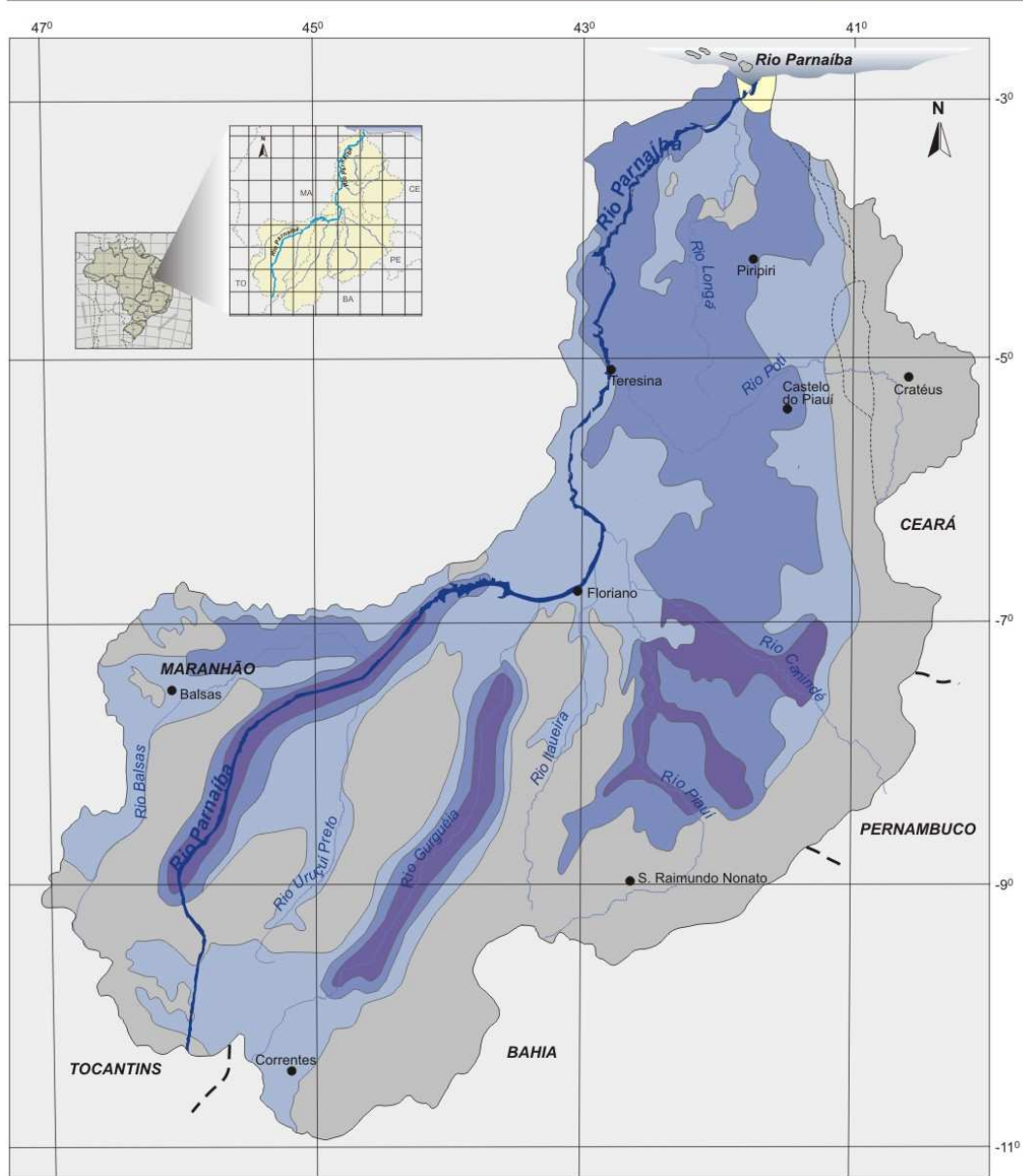
- Aquíferos locais encontrados em finas camadas ou lentes arenosas, livres. Constituídos por sedimentos clásticos inconsolidados a pouco consolidados. Permeabilidade baixa. Águas geralmente de boa qualidade química.

AQUÍFEROS EM ROCHAS FRATURADAS COM IMPORTÂNCIA HIDROGEOLOGICA RELATIVA MUITO PEQUENA

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

UNIDADES AQUÍFERAS
Bacia do Rio Parnaíba

Figura 5.4-2 Mapa esquemático (sem escala) ilustrando a distribuição das principais unidades aquíferas da Bacia Sedimentar do Parnaíba.



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

LEGENDA

- MUITO ELEVADA**
Poços com capacidade específica superior a 4 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

5.4.2.1. Aquífero Serra Grande

O aquífero Serra Grande é limitado pela Formação Pimenteira no topo e pelo embasamento cristalino na base. Constituído por arenitos finos a médios, até conglomerático, de coloração esbranquiçada, pode atingir mais de 450 m de espessura, como registrado em poços do DNOCS no vale do Gurguéia, que produzem descargas da ordem de 400 m³/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 de infiltração vertical descendente através da Formação Pimenteiras, na área de confinamento do aquífero.

Segundo esse autor, os exutórios do aquífero são constituídos basicamente pela infiltração vertical ascendente, através do aquífero Pimenteiras, alimentando o aquífero Cabeças, em virtude das maiores cargas hidráulicas do aquífero Serra Grande. 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 na **Tabela 5.4-1**.

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, localizado na parte sudeste do estado do Piauí, entre as localidades da Colônia do Gurguéia, antiga Colônia do Incra, e Cristino Castro.

Tabela 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	Violetto	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 os referidos autores, na zona de alimentação, na região entre Curimatá e Parnaguá, a potenciometria pode ser esboçada. Tal fato indica um escoamento divergente, com uma parte em direção as lagoas de Parnaguá e o rio Paraím e outra parte no sentido do rio Curimatá, parecendo essencialmente comandado pelas feições geomorfológicas e variações de condutividade hidráulica. Na zona de confinamento, por sua vez, o delineamento potenciométrico do Serra Grande mostrou-se ainda mais precário, devido a

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

Segundo o DNOCS/COTEP (1976), a superfície potenciométrica obtida indica um escoamento geral em direção ao interior da bacia do Gurguéia com gradientes médios da ordem de 1,48 m/km. Admitindo-se uma frente de escoamento influente sobre o vale do Gurguéia igual a 350 km, que corresponde à extensão de toda a área de afloramento de Serra Grande distribuída 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 ($36,65 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$) e tendo conhecimento do valor da área de influência sobre a frente de escoamento (2.215 km^2) e da pluviometria média anual da área (880 mm/ano), calculou a infiltração anual, obtendo um valor igual a $16,55 \text{ mm/ano}$, o que corresponde a 1,88% da precipitação.

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

5.4.2.2. *Aquitardo Pimenteiras*

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

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

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

Os exutórios do aquífero Pimenteiras são a evapotranspiração na área de recarga e as perdas por infiltrações verticais 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 na cidade de Correntes-PI e no poço 147/18 localizado próximo a 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 810 mm/ano. Considerando essa infiltração em 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, constituídas pelos volumes de saturação e acumulação sob pressão, foi de $19.709 \times 10^6 \text{ m}^3$ para a folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste (Pessoa, 1979).

5.4.2.3. Aquífero Cabeças

O aquífero Cabeças é limitado pelas formações Longá, no topo, e Pimenteiras, na base. Litologicamente, ele 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 (BRASIL-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 infiltrações verticais ascendentes e descendentes para os aquíferos Poti-Piauí e Serra Grande, respectivamente, e a restituição de água aos rios nos períodos secos, em face da 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 na **Tabela 5.4-2**.

Tabela 5.4-2 Características hidrodinâmicas do aquífero Cabeças

POÇO BOMBEADO	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) (BRASIL-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 x 10⁻³ m²/s.

Na região de Canto do Buriti, a potencimetria mostra que o escoamento do aquífero Cabeças é dirigido para nordeste, em direção ao vale do rio Piauí, com gradientes hidráulicos situando-se em torno de 2,0 m/km. Estima-se que 75% do escoamento natural do aquífero, nessa região, contribuem para o escoamento de base do rio Piauí (SERRETE – ENGENHARIA S/A *apud* PESSOA, 1979). A vazão de escoamento natural para a folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste é de 323,56 x 10⁶ m³/ano.

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

5.4.2.4. *Aquitardo Longá*

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

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

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

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

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

5.4.2.5. *Sistema Aquífero Poti–Piauí*

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

Na área em que estão locados os cinco eixos barráveis, o sistema Poti-Piauí se comporta em grande parte como aquífero livre, sendo confinado localmente pela Formação Pedra de Fogo, no topo, e pela Formação Longá, na base. Os arenitos da Formação Poti são de granulação fina, argilosos, micáceos de coloração avermelhada, podendo ocorrer intercalações de siltitos e folhelhos avermelhados. A Formação Piauí, na parte basal é constituída por arenitos finos a médios, de coloração rósea, com algumas intercalações de folhelhos. Na parte superior, os arenitos são avermelhados com intercalações de folhelhos

de várias cores. Há também a presença de leitos de sílex. No conjunto, a espessura pode atingir até 600 metros.

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 hidrodinâmica do aquífero na região de Aliança do Gurguéia e na antiga Colônia do INCRA. Os resultados e os valores médios obtidos estão ilustrados na **Tabela 5.4-3** (PESSOA, 1979).

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

POÇO BOMBEADO	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 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 coeficiente de armazenamento estão representados na **Tabela 5.4-4**.

Tabela 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	$2,0 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-4}$
81/13	Boqueirão	$2,0 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-6}$	-
84/13	Caldeirão	$1,22 \times 10^{-3}$	$4,98 \times 10^{-6}$	$4,72 \times 10^{-4}$
88/13	Pé da Ladeira	$1,8 \times 10^{-4}$	$8,1 \times 10^{-7}$	-
96/13	Malhadinha	$0,9 \times 10^{-4}$	$3,6 \times 10^{-7}$	-
108/13	Francisco Aires	$1,9 \times 10^{-4}$	$7,7 \times 10^{-7}$	-
120/13	Jerumenha	$6,68 \times 10^{-5}$	$3,32 \times 10^{-7}$	-
Valores médios		$8,3 \times 10^{-4}$	$4,3 \times 10^{-6}$	$4,0 \times 10^{-4}$

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

Nos poços 96/13, 88/13, 108/13 e 81/13, os valores baixos de transmissividade e permeabilidade indicam fraca capacidade de transmitir e produzir água. Apenas nos poços 75/13 (Floriano) e 84/13 (Caldeirão), cujos respectivos valores de transmissividade são $2,0 \times 10^{-3}$ m²/s e $1,2 \times 10^{-3}$ 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* BRASIL-SUDENE (1978) indicou os seguintes valores médios das características hidrodinâmicas do aquífero Poti, em Nazaré e em Floriano:

- Aquífero Poti arenoso:
 $T = 1,3 \times 10^{-3}$ m²/s $K = 5,1 \times 10^{-6}$ m/s $S = 4,7 \times 10^{-4}$
- Aquífero Poti argiloso:
 $T = 1,6 \times 10^{-4}$ m²/s $K = 7,8 \times 10^{-7}$ m/s $S = 1,0 \times 10^{-5}$

Segundo a SUDENE (1978), na região de Floriano, as medições efetuadas nos poços permitiram configurar a superfície potenciométrica aproximada do aquífero Poti. 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.

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, o escoamento natural calculado é de $3,1 \times 10^6$ m³/ano (BRASIL-SUDENE, 1978).

Segundo Pessoa (1979), a superfície potenciométrica do sistema Poti-Piauí, obtida com as cotas dos níveis estáticos de cerca de 60 pontos de água nos vales do Gurguéia e do Uruçuí Preto, indica um escoamento geral em direção a esses rios com gradientes hidráulicos

variando entre 3 e 4 m/km. Segundo esse 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, constituída 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.

5.4.2.6. *Aquitardo Pedra de Fogo e Pastos Bons*

Depositado sobre o sistema aquífero Poti-Piauí, o aquitardo 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 aquitardo Pastos Bons é constituído por siltitos, folhelhos e argilitos verdes a castanho-avermelhado depositado sobre o aquífero Sambaíba. Do ponto de vista hidrogeológico esses aquitardos Pedra de Fogo e Pastos Bons comportam-se de maneira semelhante às Formações Pimenteiras e Longá, funcionando como uma camada confinante dos aquíferos 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 aquitardo 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 aquitardo Pedra de Fogo, constituída 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 aquitardos, principalmente devido à fraca capacidade de produzir e transmitir água, nada se pode comentar quanto a seus parâmetros hidrodinâmicos.

5.4.2.7. *Aquífero Sambaíba e Corda*

Os aquíferos Sambaíba e Corda, que ocorrem na região onde será instalado o AHE Castelhana 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 feita exclusivamente a partir das precipitações pluviométricas (710 mm/ano) sobre a área de afloramento (298×10^6 m²), o volume infiltrado anualmente para a região da

folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste foi de $2,03 \times 10^6$ m³/ano e a reserva permanente para a mesma folha foi de 417×10^6 m³.

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), sendo que Demetrio *et al.* (2006) demonstraram que é possível utilizar cotas obtidas a partir de imagens SRTM para elaborar mapas potenciométricos para fins caracterização regional do fluxo subterrâneo.

Na área de estudo (All), existem 683 poços cadastrados pela CPRM e, destes, 291 tinham informação de NE, tal como mostrado na **Tabela 5.4-5**. Do lado do Maranhão não há nenhum trabalho disponível de cadastro de poços. Por esta razão o mapa potenciométrico será realizado utilizando apenas poços do estado do Piauí.

Como há duas unidades aquíferas na área, o mapa potenciométrico apresentado na **Figura 5.4-4** é na realidade o mapa da superfície freática, uma vez que não foram separados os poços por aquífero. Como esperado, as curvas potenciométricas são fortemente influenciadas 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 dos aquíferos da área, sendo, portanto, na maior parte do ano, um rio efluente. Esta condição só deve ser alterada apenas durante o período das cheias, quando o rio aumenta a carga e passa a ser influente, recarregando o aquífero.

É nítido no mapa potenciométrico (**Figura 5.4-4**) a influência do efeito do bombeamento de alguns poços, principalmente daqueles próximos as sedes municipais, onde o abastecimento dessas cidades é feito por meio da água subterrânea captada do sistema aquífero Poti/Piauí ou do aquífero Corda. O efeito do bombeamento nas curvas de igual carga hidráulica pode ser claramente percebido nas imediações de Jardim do Mulato, Angical do Piauí e Miguel Leão, entre Amarante e Regeneração e a nordeste de Palmeirais; nesses locais há inclusive inversão de fluxo.

Tabela 5.4-5 Poços com informação de nível estático.

Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)	Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)
	UTM_N	UTM_E					UTM_N	UTM_E			
DR191	9378534	736429	46.00	190.64	144.64	DS250	9313221	738927	43.00	146.76	103.76
DR193	9379297	736157	40.00	190.53	150.53	DS251	9312654	738663	32.00	141.80	109.80

Cont.

Tabela 5.4-5 Poços com informação de nível estático.

Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)	Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)
	UTM_N	UTM_E					UTM_N	UTM_E			
DR195	9380011	734809	12.00	164.07	152.07	DS253	9311993	740868	19.00	124.86	105.86
DR198	9380371	733816	3.00	133.74	130.74	DS255	9312596	741548	22.00	132.14	110.14
DR199	9382684	734188	3.50	123.75	120.25	DS257	9313420	742154	20.00	135.24	115.24
DR205	9371890	727900	12.00	127.93	115.93	DS258	9315278	742395	40.00	148.20	108.20
DR561	9375921	744826	14.00	155.29	141.29	DS259	9316442	741784	6.00	147.03	141.03
DR719	9373964	743846	13.00	154.39	141.39	DS260	9314145	743731	40.00	153.09	113.09
DS008	9307695	755672	30.00	165.88	135.88	DS261	9311533	745085	6.00	112.32	106.32
DS009	9307451	755299	30.00	178.89	148.89	DS262	9311520	745187	2.00	113.29	111.29
DS010	9308044	755269	30.00	163.55	133.55	DS263	9311578	745274	2.00	115.08	113.08
DS011	9308181	755757	36.44	170.16	133.72	DS264	9311478	744280	4.00	113.84	109.84
DS017	9311322	754145	123.1	176.25	53.13	DS268	9304805	746056	20.00	123.50	103.50
DS020	9310639	754339	11.58	166.96	155.38	DS269	9305273	748141	41.00	162.73	121.73
DS025	9310388	755660	27.17	172.92	145.75	DS270	9303397	747668	36.00	150.37	114.37
DS027	9351902	724064	52.00	204.46	152.46	DS274	9298388	746337	20.00	115.62	95.62
DS031	9348024	730727	100.0	243.30	143.30	DS275	9299410	745781	9.00	108.02	99.02
DS033	9353312	732368	5.00	154.71	149.71	DS276	9301755	744374	12.00	113.55	101.55
DS035	9357278	725026	129.0	188.00	59.00	DS280	9301468	742509	67.00	168.76	101.76
DS036	9354851	724097	19.00	140.43	121.43	DS282	9304231	741571	10.00	101.37	91.37
DS037	9353918	722108	60.00	129.57	69.57	DS284	9306959	740292	20.00	111.62	91.62
DS041	9353515	719609	4.00	111.98	107.98	DS285	9306778	740189	14.00	108.46	94.46
DS044	9333237	719616	50.00	185.14	135.14	DS288	9309529	738441	4.00	101.62	97.62
DS045	9343456	720529	14.00	142.00	128.00	DS289	9309315	737404	16.00	101.39	85.39
DS049	9329564	714146	49.00	98.02	49.02	DS290	9309044	737677	16.00	107.58	91.58
DS051	9320410	724487	60.00	97.46	37.46	DS292	9322937	759608	12.00	168.31	156.31
DS052	9320700	724952	16.00	110.51	94.51	DS311	9324778	759401	60.00	212.13	152.13
DS161	9343277	757038	11.00	233.02	222.02	DS401	9348796	759344	96.50	240.38	143.88
DS162	9343851	757046	55.00	242.23	187.23	DS402	9349347	758453	100.00	251.05	151.05
DS163	9344880	756558	20.00	249.17	229.17	DS403	9348690	759706	102.00	246.79	144.79
DS164	9345977	756590	20.00	266.91	246.91	DS405	9348639	760133	114.00	249.33	135.33
DS165	9342027	750998	30.00	276.40	246.40	DS406	9348546	760198	100.00	249.49	149.49
DS166	9342894	751414	40.00	284.57	244.57	DS407	9348482	760115	110.00	251.25	141.25
DS167	9345501	752723	54.00	279.89	225.89	DS408	9348454	760182	85.00	250.73	165.73
DS170	9354871	741178	10.00	211.23	201.23	DS412	9347838	761891	10.00	243.50	233.50
DS176	9347272	751007	47.00	297.22	250.22	DS415	9346668	759597	100.00	243.58	143.58
DS177	9347080	750576	66.00	306.94	240.94	DS417	9346212	758523	38.00	260.20	222.20
DS178	9349192	750480	9.00	257.81	248.81	DS421	9349245	762192	16.00	239.78	223.78
DS180	9344825	752049	34.00	280.10	246.10	DS422	9349208	762214	15.00	238.93	223.93
DS206	9348610	764803	68.00	223.66	155.66	DS423	9349070	762201	10.00	227.74	217.74
DS244	9311927	736659	4.00	101.66	97.66	DS424	9349205	762839	84.00	222.08	138.08
DS245	9311670	736485	3.00	98.70	95.70	DS425	9349320	762661	40.00	230.98	190.98

Cont.

Tabela 5.4-5 Poços com informação de nível estático.

Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)	Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)
	UTM_N	UTM_E					UTM_N	UTM_E			
DS246	9311205	736714	10.00	103.04	93.04	DS430	9348199	760843	104.00	243.92	139.92
DS249	9310206	738361	20.00	121.76	101.76	DS469	9299982	742086	30.00	134.91	104.91
DS471	9298415	740538	7.00	106.20	99.20	GN056	9380291	760633	8.00	147.70	139.70
DS472	9297494	739609	6.00	103.93	97.93	GN057	9384729	756649	85.00	239.71	154.71
DS474	9294648	738368	8.00	106.54	98.54	GN067	9380387	763481	30.00	176.06	146.06
DS475	9294095	738279	10.00	116.07	106.07	GN068	9384292	763787	6.00	136.16	130.16
DS478	9280215	736130	6.00	117.59	111.59	GN070	9386418	764720	15.00	124.96	109.96
DS487	9296480	744862	135.0	232.84	97.84	GN071	9385835	764369	24.00	130.31	106.31
DS488	9296322	746470	106.0	217.37	111.37	GN080	9383534	754129	6.00	193.37	187.37
DS489	9312750	746419	123.0	165.37	42.37	GN163	9385114	764820	4.00	119.54	115.54
DS490	9296279	744277	112.0	233.88	121.88	GN318	9386044	751047	57.00	174.39	117.39
DS493	9296520	743417	120.0	230.72	110.72	GN402	9383473	749245	20.00	210.44	190.44
DS496	9310459	743304	21.00	133.09	112.09	GN403	9382984	748424	40.00	238.90	198.90
DS497	9309783	743313	16.00	142.11	126.11	HM000	9297503	763471	55.00	216.56	161.56
DS498	9309626	743337	40.00	143.19	103.19	HM044	9340425	756240	18.00	240.50	222.50
DS502	9309507	745277	48.00	147.96	99.96	HM045	9339867	755916	12.26	234.97	222.71
DS506	9308766	740913	46.00	134.03	88.03	HM047	9341211	761441	80.00	233.62	153.62
DS509	9308827	740410	50.00	132.17	82.17	HM050	9339404	761498	85.62	237.70	152.08
DS510	9309168	740344	30.00	125.31	95.31	HM052	9339731	760515	90.00	239.24	149.24
DS511	9309195	740531	25.00	123.27	98.27	HM054	9338771	761415	15.10	227.05	211.95
DS512	9309194	740798	33.00	122.23	89.23	HM058	9337191	759516	14.36	239.71	225.35
DS513	9309230	740983	30.00	124.32	94.32	HM060	9338175	757905	80.00	244.76	164.76
DS515	9310570	740125	14.00	110.19	96.19	HM062	9332538	756626	71.00	217.18	146.18
DS516	9310082	740064	10.00	106.66	96.66	HM065	9336890	754195	32.00	263.21	231.21
GL977	9388627	753988	6.00	166.80	160.80	HM066	9336829	754198	11.00	263.94	252.94
GL978	9388688	753896	20.00	169.69	149.69	HM067	9336070	756478	63.00	250.22	187.22
GL979	9388785	750241	75.00	184.19	109.19	HM068	9335670	759301	64.00	248.00	184.00
GL980	9388215	755637	42.00	172.49	130.49	HM071	9334036	761303	70.00	224.88	154.88
GN007	9373061	763356	15.00	179.37	164.37	HM072	9334031	760936	40.00	234.34	194.34
GN008	9371904	761388	12.00	203.42	191.42	HM073	9334246	760390	70.00	241.39	171.39
GN009	9371895	761434	30.00	212.77	182.77	HM077	9336213	755873	5.00	247.21	242.21
GN011	9371651	760990	12.00	204.48	192.48	HM079	9336083	753195	32.00	270.27	238.27
GN012	9371534	760992	14.00	222.91	208.91	HM081	9336383	753439	23.00	256.42	233.42
GN013	9371454	760995	25.00	237.79	212.79	HM082	9335698	753455	45.00	283.14	238.14
GN014	9369089	761364	15.00	242.75	227.75	HM084	9336147	754106	37.00	266.11	229.11
GN015	9371512	760958	18.00	218.36	200.36	HM087	9330276	752358	20.00	239.75	219.75
GN021	9375731	729782	12.00	149.16	137.16	HM088	9331225	753215	23.00	241.27	218.27
GN025	9388795	761942	24.00	147.19	123.19	HM089	9331528	753379	7.00	233.52	226.52
GN037	9385167	755376	20.00	183.00	163.00	HM090	9325015	754344	31.63	177.67	146.04
GN039	9385055	753500	12.00	196.48	184.48	HM095	9325282	752325	37.00	183.16	146.16

Cont.

Tabela 5.4-5 Poços com informação de nível estático.

Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)	Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)
	UTM_N	UTM_E					UTM_N	UTM_E			
GN041	9379007	749415	12.00	223.23	211.23	HM096	9324596	753977	39.00	182.49	143.49
GN042	9387040	751759	30.00	166.65	136.65	HM097	9324103	755593	20.00	173.01	153.01
GN043	9388319	756500	120.0	215.25	95.25	HM103	9326695	749513	8.00	197.01	189.01
GN046	9385664	764938	6.00	117.76	111.76	HM104	9326771	749730	11.00	193.47	182.47
GN054	9380471	764788	12.00	146.41	134.41	HM106	9326603	750980	15.00	191.54	176.54
GN055	9380739	760685	9.00	147.48	138.48	HM107	9326555	751463	22.00	187.74	165.74
HM111	9325656	751727	30.00	185.00	155.00	HM532	9347511	762942	12.74	240.63	227.89
HM114	9326233	750607	50.00	199.68	149.68	HM534	9348045	763160	13.60	239.12	225.52
HM115	9327006	750776	46.00	190.77	144.77	HM535	9347930	762821	24.00	239.55	215.55
HM117	9329153	750410	8.00	245.68	237.68	HM536	9354636	762083	23.56	242.02	218.46
HM126	9329115	749831	9.02	245.74	236.72	HM537	9354156	762078	120.00	245.89	125.89
HM132	9335745	745148	12.00	291.77	279.77	HM538	9355090	762312	18.00	228.20	210.20
HM133	9335466	745571	25.00	283.58	258.58	HM542	9353583	763177	80.00	242.68	162.68
HM137	9332009	749496	36.00	286.72	250.72	HM546	9356293	763305	120.00	260.53	140.53
HM139	9332407	750556	28.02	277.58	249.56	HM549	9358588	763502	42.00	284.43	242.43
HM141	9324984	750897	40.00	184.87	144.87	HM550	9358917	763533	32.86	282.44	249.58
HM143	9325856	749617	41.00	187.70	146.70	HM551	9358813	763353	45.00	271.14	226.14
HM144	9326156	749151	51.00	196.57	145.57	HM552	9358845	763131	42.00	264.31	222.31
HM145	9325034	749178	52.00	194.73	142.73	HM553	9359147	763555	42.00	282.36	240.36
HM146	9324398	748394	5.00	181.95	176.95	HM557	9351656	762427	103.00	243.65	140.65
HM147	9324072	746381	100.0	213.90	113.90	HM558	9351644	762434	92.00	243.72	151.72
HM148	9323611	746182	7.30	196.17	188.87	HM559	9351653	762458	25.19	243.45	218.26
HM149	9323646	745948	2.00	191.72	189.72	HM601	9312447	760528	89.23	271.07	181.84
HM150	9324446	743423	29.00	230.46	201.46	HM602	9314386	762533	98.00	277.76	179.76
HM151	9322456	744769	0.37	192.43	192.06	HM603	9314842	764439	100.00	290.48	190.48
HM155	9323942	752461	3.00	171.26	168.26	HM604	9316902	764113	40.76	237.48	196.72
HM161	9317921	749710	18.00	156.06	138.06	HM606	9312364	764520	120.00	295.00	175.00
HM162	9319182	753025	50.00	211.10	161.10	HM611	9310173	758378	22.52	168.48	145.96
HM167	9326516	752715	53.41	194.57	141.16	HM612	9310179	757642	34.00	176.00	142.00
HM168	9318279	757964	50.00	166.41	116.41	HM613	9310781	757089	60.00	178.36	118.36
HM169	9317937	758129	27.74	176.70	148.96	HM614	9310831	756775	60.00	181.25	121.25
HM172	9319177	760478	30.00	185.31	155.31	HM636	9312099	754927	25.00	165.10	140.10
HM173	9318930	760095	30.00	190.91	160.91	HM639	9310924	758094	34.50	186.01	151.51
HM175	9320861	761984	39.00	198.56	159.56	HM641	9311590	756158	60.00	189.03	129.03
HM283	9355895	750984	60.00	269.15	209.15	HM642	9312212	756572	14.23	163.72	149.49
HM301	9364899	763043	20.00	230.45	210.45	HM643	9379223	718472	30.00	98.37	68.37
HM317	9372140	748376	5.00	178.61	173.61	HM652	9369635	719228	16.00	120.62	104.62
HM324	9371767	751139	30.00	173.75	143.75	HM653	9372545	719109	14.00	109.98	95.98
HM348	9301958	751475	9.00	110.07	101.07	HM655	9366211	722995	4.64	116.33	111.69
HM380	9370119	713404	6.00	92.29	86.29	HM656	9363014	726163	40.00	171.21	131.21

Cont.

Tabela 5.4-5 Poços com informação de nível estático.

Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)	Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)
	UTM_N	UTM_E					UTM_N	UTM_E			
HM388	9359297	711730	8.00	82.74	74.74	HM658	9361119	719764	5.00	106.12	101.12
HM390	9361486	713134	5.00	83.08	78.08	HM660	9358400	719687	22.00	111.73	89.73
HM391	9361554	713181	4.00	81.93	77.93	HM661	9356848	719067	35.00	143.30	108.30
HM395	9364283	712784	9.50	89.62	80.12	HM664	9338791	714813	10.00	93.11	83.11
HM400	9369965	713367	5.00	97.10	92.10	HM665	9339009	714761	15.00	104.30	89.30
HM521	9342749	763275	85.00	228.22	143.22	HM667	9340539	714798	20.00	128.27	108.27
HM522	9342676	763260	85.00	231.02	146.02	HM921	9344445	760664	4.90	237.22	232.32
HM524	9343374	763808	66.00	205.47	139.47	HM924	9343959	760705	77.00	240.64	163.64
HM527	9344157	763373	100.0	228.52	128.52	HM925	9343425	761229	83.00	221.36	138.36
HM528	9344237	763254	80.00	232.20	152.20	HM929	9344191	758949	20.00	239.59	219.59
HM930	9344265	758072	21.00	241.70	220.70						
HM931	9344312	757925	19.59	242.62	223.03						
HM932	9344187	757725	19.48	242.50	223.02						
HM935	9332031	754415	17.50	262.02	244.52	HM934	9332069	755504	13.50	251.56	238.06
HM936	9332762	753031	43.00	287.64	244.64						
HM942	9328353	755618	14.80	210.71	195.91						
HM944	9329750	751775	22.00	226.29	204.29						
HM945	9329648	751009	19.30	252.87	233.57						
HM946	9329463	750537	29.75	253.72	223.97						
HM949	9365121	749226	7.00	200.88	193.88						
HM952	9362248	755468	59.48	271.51	212.03						
HM954	9362051	756078	23.69	255.18	231.49						
HM960	9359003	759710	37.52	269.11	231.59						
HM961	9358634	758381	15.40	251.62	236.22						
HM965	9358709	758004	18.48	242.48	224.00						
HM966	9358745	759056	12.60	260.16	247.56						
HM967	9358980	758576	14.30	252.30	238.00						
HM971	9361169	760651	35.50	297.25	261.75						
HM975	9358712	759622	27.69	263.36	235.67						
HM976	9358301	757907	13.27	242.45	229.18						
HM978	9355728	756646	27.35	247.67	220.32						
HM979	9354458	755299	34.42	262.66	228.24						
HM980	9354711	755848	14.64	247.18	232.54						
HM981	9354703	755586	14.50	251.49	236.99						
HM998	9305806	763706	108.00	284.99	176.99						
HM999	9291807	763697	108.00	262.11	154.11						

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

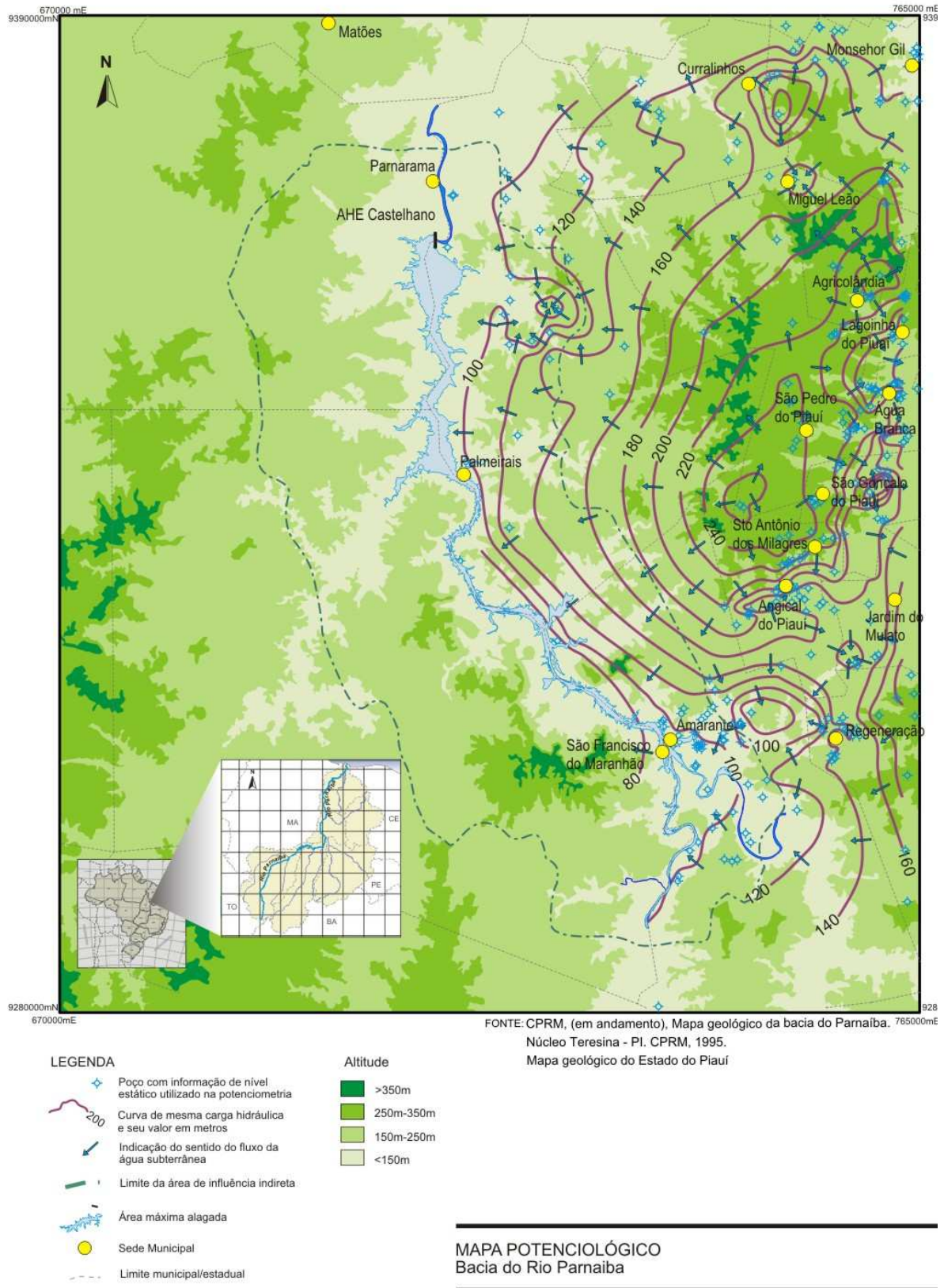


Figura 5.4-4 Mapa Potenciométrico do AHE Castelhana.

Devido à alta densidade de poços em alguns locais, principalmente no entorno das sedes municipais como Angical do Piauí, inviabilizou a colocação da indicação das cargas hidráulicas em cada poço. Assim, a indicação das cargas hidráulicas fica restrita à **Tabela 5.4-5**.

5.4.3.2. *Mapa Hidrogeológico*

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

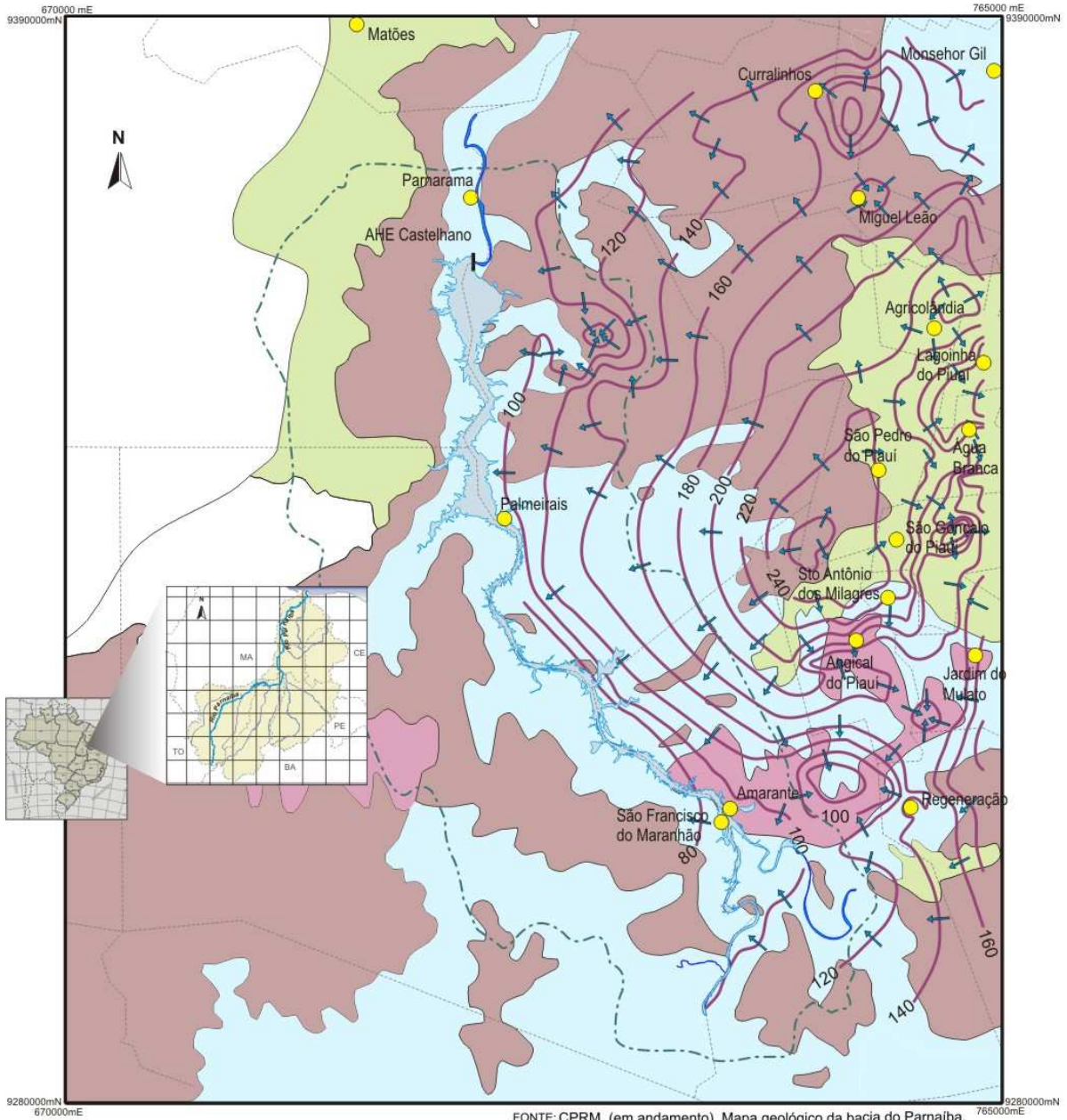
As unidades aquíferas foram divididas em aquífero 1 e aquífero 2. A unidade aquífera 2 basicamente é formada pelas formações Poti/Piauí, do período Carbonífero, aflorando na AI apenas a Formação Piauí. Essa unidade aquífera é denominada de sistema aquífero Poti/Piauí, que é constituído de arenitos intercalados com siltitos, folhelhos e calcários. O sistema aquífero Poti/Piauí pode ser considerado, do ponto de vista da exploração de água subterrânea, como de média a baixa vocação hidrogeológica, principalmente quando comparado com outros aquíferos da bacia do Parnaíba, como a aquífero Cabeças.

A vazão média, dos 155 poços cadastrados no sistema Poti/Piauí com informação de vazão, é de 15,0 m³/h, a mínima de 1,0 m³/h e a máxima de 100 m³/h. Em relação ao conteúdo de sais a água é boa, sendo registrada uma condutividade elétrica da água máxima de 1540 µS/cm, o que corresponde a cerca de 1001 mg/L de sólidos totais dissolvidos (STD). Entretanto, apenas um poço, dentre 486 com informação de condutividade elétrica da água, obteve STD acima 1000 mg/L, valor máximo permitido pela Ministério da Saúde para considerar a água como potável em relação a este parâmetro físico. A condutividade elétrica média é de 285 µS/cm (186,0 mg/L).

A unidade aquífera 2 é formada pela Formação Corda, do período Jurássico. Essa unidade aquífera é constituída de arenitos esbranquiçados, finos a grosseiros, com raros níveis de sílex. O aquífero Corda pode ser considerado do ponto de vista da exploração de água subterrânea, tal como o sistema Poti/Piauí, ou seja, de média a baixa vocação hidrogeológica.

A vazão média, dos 56 poços cadastrados no aquífero Corda com informação de vazão, é de 13,0 m³/h, a mínima de 1,0 m³/h e a máxima de 70 m³/h. Em relação ao conteúdo de sais a água é boa, sendo registrada uma condutividade elétrica da água máxima de 633 µS/cm, o que corresponde a cerca de 411 mg/L de STD, valor bem abaixo dos 1000 mg/L estipulado pelo Ministério da Saúde com o valor máximo permitido para água ser considerada potável. A condutividade elétrica média é de 281 µS/cm (183,0 mg/L).

A unidade aquífero/aquífera corresponde na área, em sua maior parte, a Formação Pedra de Fogo, do período Permiano, formada por arenitos, folhelhos, calcários e silicatos, os quais se tratam de sedimentos de ambiente marinho raso a litorâneos. Embora em alguns locais, como Teresina, a Formação Pedra de Fogo é aproveitada como aquífero, na área há maior predominância de fácies argilosa, diminuindo fortemente o seu interesse como formação produtora de água e ficando as captações de água subterrânea restrita ao sistema aquífero Poti/Piauí e ao aquífero Corda. Morfologicamente, a Formação Pedra de Fogo ocorre nas partes altas das chapadas, sendo as áreas escolhidas para a agricultura intensiva da soja, seja no estado do Piauí ou no Maranhão.



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

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

- Aquífero1: Formações arenosas finas a grosseiras, com produção média de 13m³/h. Vazão máxima de 70 m³/h
- Aquífero2: Formações arenosas com intercalações de siltilos e folhelhos. Vocação hidrogeológica média. Poços com produção média de 15m³/h. Vazão máxima de 100 m³/h
- Aquitardo: Formações areno-argilosa, com intercalção de calcário, podendo localmente se comportar como aquífero. Baixa vocação hidrogeológica.
- Derrames basálticos e diabásicos

MAPA HIDROGEOLÓGICO
Bacia do Rio Parnaíba

Figura 5.4-5 Mapa Hidrogeológico do AHE Castelhana.

Ocorre ainda na área derrames de basaltos e diabásios (Formação Sardinha), do Cretáceo Superior, que são unidades sem qualquer vocação hidrogeológica, representados os aquifugos.

5.4.4. Qualidade e Características Principais das Águas Subterrâneas na Região

Consideradas em conjunto, as águas dos aquíferos da bacia sedimentar do Parnaíba apresentam baixo grau de salinidade, com um resíduo seco médio da ordem de 288 mg/l. Na **Tabela 5.4-6** é apresentada a distribuição de frequência 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 (BRASIL-SUDENE, 1978).

Tabela 5.4-6 Distribuição de frequência dos resíduos secos das águas subterrâneas da folha 13 – Teresina – SE.

VARIÇÃO 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. Na **Tabela 5.4-7**, está apresentada a distribuição de frequência 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.

Tabela 5.4-7 Distribuição de frequência 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 dos resíduos secos por formação geológica indicam que são pequenas as variações de salinidade entre os aquíferos (**Tabela 5.4-8**).

Tabela 5.4-8 Resíduo seco médio das formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, Longa, Poti-Piauí.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA	RESÍDUO SECO MÉDIO (mg/L)	
	Folha 13 – Teresina -SE	Folha 18 – São Francisco – NE
Serra Grande	-	289
Pimenteiras	359	-
Cabeças	333	335
Longa	450	195
Poti	231	-
Piauí	186	-
Sistema Poti-Piauí	-	153

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

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

Nas regiões dos vales dos rios Fidalgo, Piauí e proximidades de Floriano, as curvas de igual resíduo seco seguem a tendência geral das curvas isotenciométricas, indicando uma diminuição de salinidade no sentido do escoamento das águas subterrâneas que é feito para a rede de drenagem superficial (SUDENE, 1978).

Segundo BRASIL-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%. Estes quatro grupos constituem, pois, 94,6% das águas em estudo.

5.5. GEOTECNIA

As propriedades mecânicas dos solos e das rochas influenciam de forma importante 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.) disponíveis 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 às 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, durante coleta nas escavações.

As classes de maciço do modelo geomecânico e as estruturas geológicas singulares determinam as recomendações de tratamentos a serem implementadas 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 aproveitamentos energéticos, ou seja, desde o município de Amarante até Ribeiro Gonçalves, varrendo uma distância de mais de 500 km, a maioria deles pela margem direita do rio Parnaíba, estado do Piauí.

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

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

formas de mesas com vertentes íngremes. O material removido pelos processos erosivos funde-se às aluviões geradas pelo rio Parnaíba.

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

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

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

Todos os fenômenos de instabilidade do terreno verificados na área são de pequena magnitude e de abrangência local, embora frequentes. Todos estão relacionados com o desenvolvimento de processos erosivos intensos em solos ou rochas. Nesse aspecto, foram detectados basicamente quatro tipos de mecanismos erosão – instabilidade, ilustrados nas **Figuras 5.5-1, 5.5-2 e 5.5-3**.

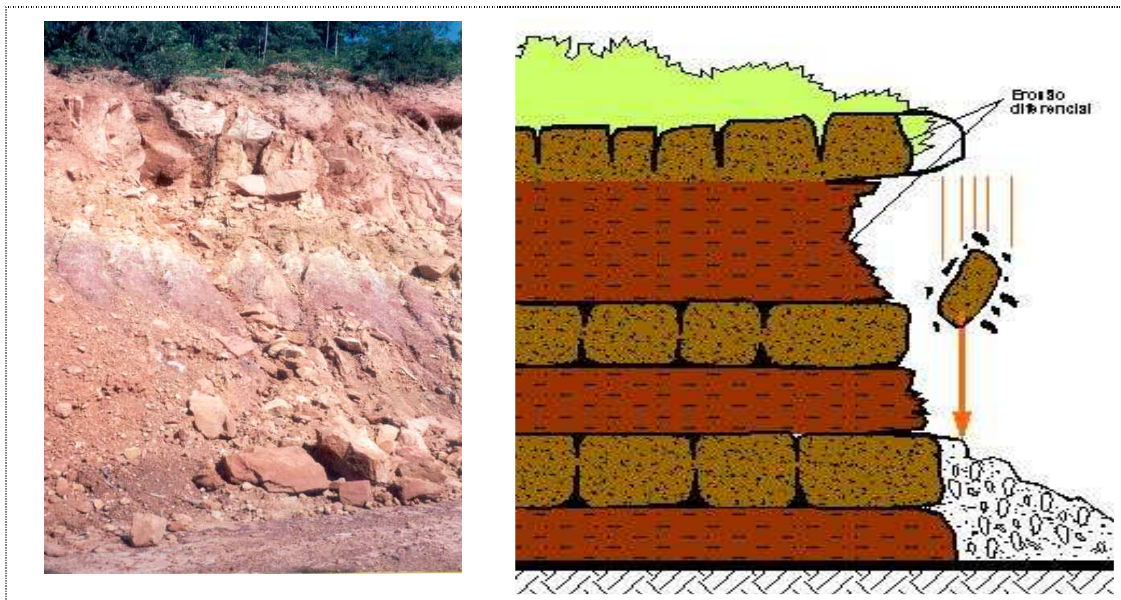


Figura 5.5-1 Mecanismo 1 - Queda de blocos por erosão diferencial no talude.

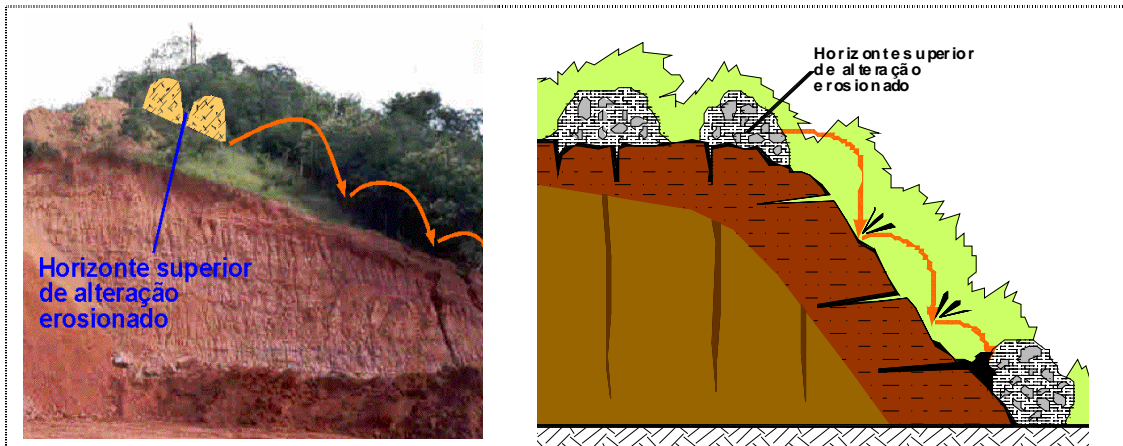
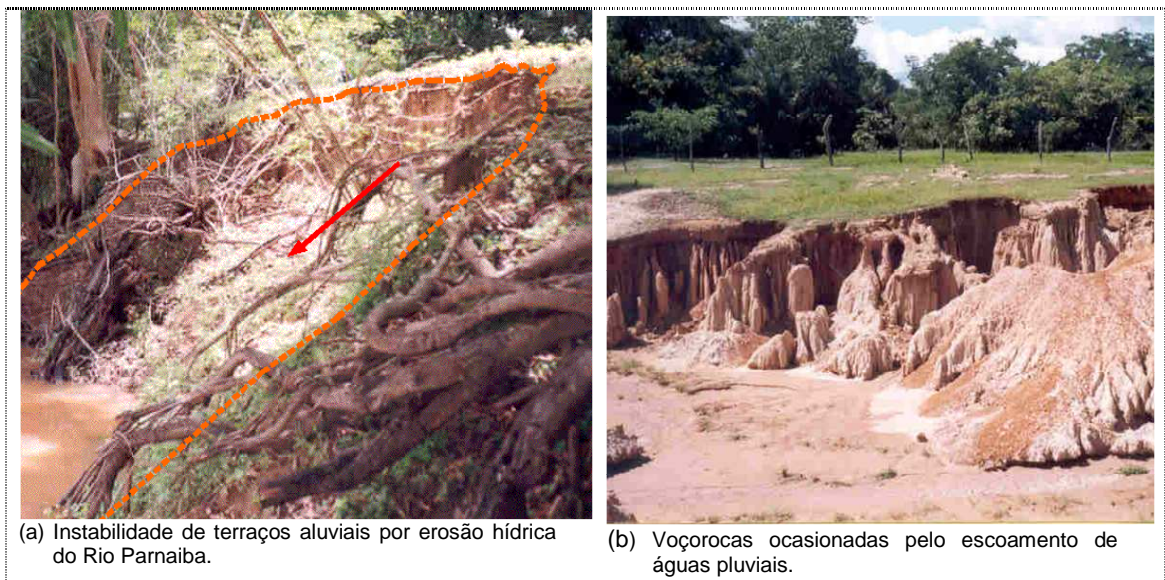


Figura 5.5-2 Mecanismo 2 - Queda de blocos por erosão do horizonte superior de alteração.



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

(b) Voçorocas ocasionadas pelo escoamento de águas pluviais.

Figura 5.5-3 Mecanismo 3 - Erosão hídrica.

Em geral, observou-se na região uma alta propensão dos materiais expostos a serem erodidos pela ação mecânica d'água. A maior parte dos taludes de corte apresenta 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 destes.

Essa propensão à erosão depende de uma série de fatores, dentre os quais 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 (**Figura 5.5-4**).

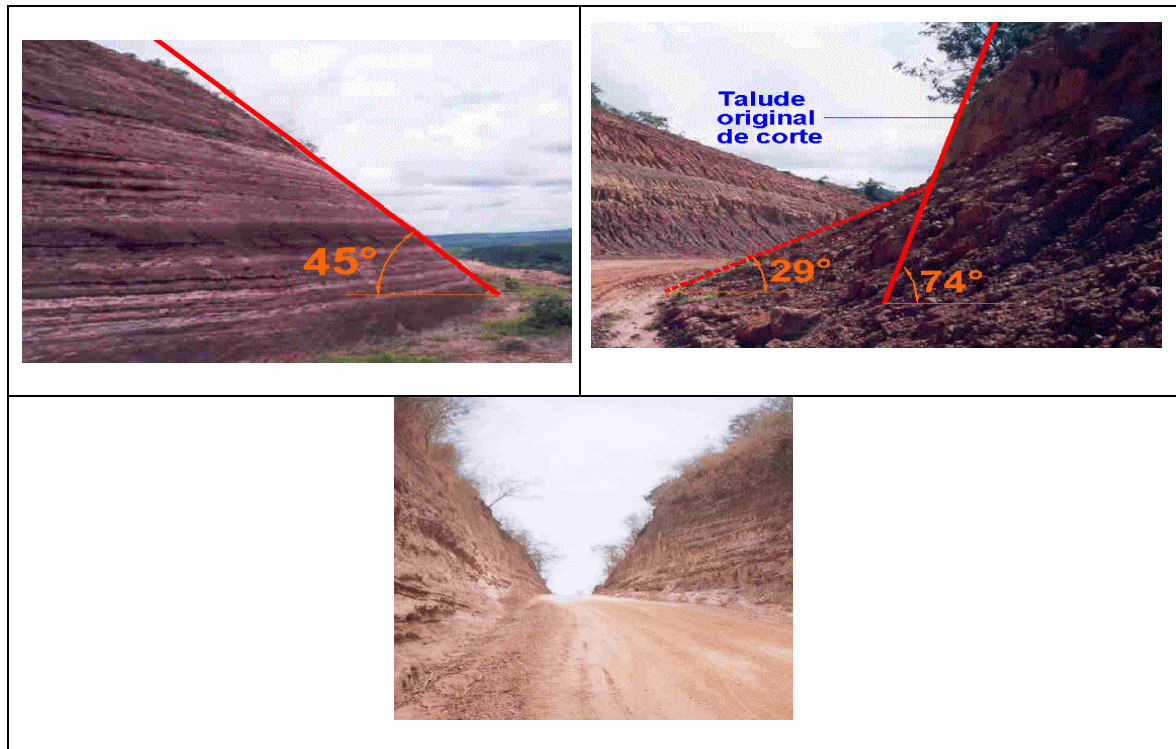


Figura 5.5-4 Cortes de taludes em sedimentos da Bacia do Parnaíba.

5.6. GEOMORFOLOGIA

5.6.1. Unidades de Relevô

Na bacia do Parnaíba são reconhecidas as seguintes unidades morfoestruturais: o planalto ocidental do médio São Francisco; o planalto da bacia sedimentar do Parnaíba; o pediplano central do Maranhão-Piauí; e a depressão interplanáltica de Parnaguá.

O planalto ocidental do médio São Francisco atua como divisor das bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Tocantins, caracterizado por um conjunto de altos planaltos modelados em terrenos sedimentares. Nas cabeceiras meridionais do rio Parnaíba, recebe o nome de chapada das Mangabeiras.

O planalto da bacia sedimentar do Parnaíba constitui uma feição expressiva associada à bacia do Parnaíba, correspondendo a superfícies estruturais tabulares em forma de mesetas e chapadões, entrecortados pelos vales dos rios Parnaíba, Gurguéia e Balsas. É um registro da superfície Sulamericana (King, 1956), instalada entre as altitudes de 600 a 900 m (**Figura 5.6-1**). A porção centro-sul do planalto da bacia sedimentar do Parnaíba forma uma superfície com leve caimento para NNE. Para o interior da bacia tem-se um caimento monoclinial, caracterizando um sistema de cuestas.

Nas porções limítrofes do planalto da bacia sedimentar, as estruturas tabulares assumem o formato de morros testemunhos e colinas isoladas, até seu desaparecimento total nos terrenos mais rebaixados, normalmente de natureza cristalina. Nas adjacências dos vales dos rios, as colinas tornam-se mais arredondas, destacando-se na paisagem, principalmente a partir da região de Floriano para norte, em direção à Teresina. Na região de Floriano para

sudoeste, em direção à Ribeira Gonçalves, os vales do rio Parnaíba tornam-se cada vez mais fechados e seus morros-testemunhos, mesas e mesetas possuem escarpas íngremes (**Figura 5.6-1**).

A depressão interplanáltica de Parnaguá ocorre entre o planalto da bacia sedimentar do Parnaíba e o planalto ocidental do médio São Francisco (chapada das Mangabeiras), com extensos pediplanos revestidos de cobertura arenosa, encontra-se inserida no sul dos estados do Piauí e Maranhão, e são caracterizadas por cristas, inselbergs, lagoas e drenagens intermitentes. No seu interior ainda ocorrem remanescentes de superfícies estruturais em tabuleiros submetidos a processos de pedimentação.

O pediplano Central do Maranhão é uma unidade morfoestrutural que apresenta grande extensão na porção central dos estados do Maranhão e Piauí, produto do aplainamento dos vales pedimentados dos rios Canindé, Parnaíba, Corda, Gurguéia, Mearim e Alpercatas. O limite ao norte faz-se com os rebordos setentrionais do planalto da bacia sedimentar do Parnaíba, bordejando as áreas de influência litorânea.

Normalmente, as bacias sedimentares com estrutura em sinéclise, possuem bordas caracterizadas por feições do tipo cuesta (relevo dissimétrico, onde as camadas são suavemente inclinadas e exibem diferentes graus de dureza), cujo topo é denominado cornija e seu desgaste propicia o recuo das vertentes, dando origem a feições chamadas mesas e mesetas. O limite oriental da bacia do Parnaíba está delimitado pela cuesta da Ibiapaba. De um modo geral, as áreas onde serão inseridos os empreendimentos de Castelhana, Estreito e Cachoeira situam-se no chamado reverso, plano inclinado, levemente inclinado que coincide com a superfície de subsidência da sinéclise, e as feições morfológicas reconhecidas expressam as diferenças litológicas das unidades sedimentares.

O reverso da cuesta da Ibiapaba, borda oriental da bacia do Parnaíba caracteriza-se por um reverso de erosão, onde a superfície estrutural foi desgastada e os testemunhos (chapada, mesas e mesetas) são as formas remanescentes. As áreas dos empreendimentos AHE estão inseridas no setor meridional da bacia, a morfologia da área exhibe unidades intensamente dissecadas. Nas regiões dos interflúvios, as curvas de nível são mais espaçadas, exibindo um relevo aplainado onde se destacam os chapadões, principalmente ao sul do paralelo de 6° 30'.

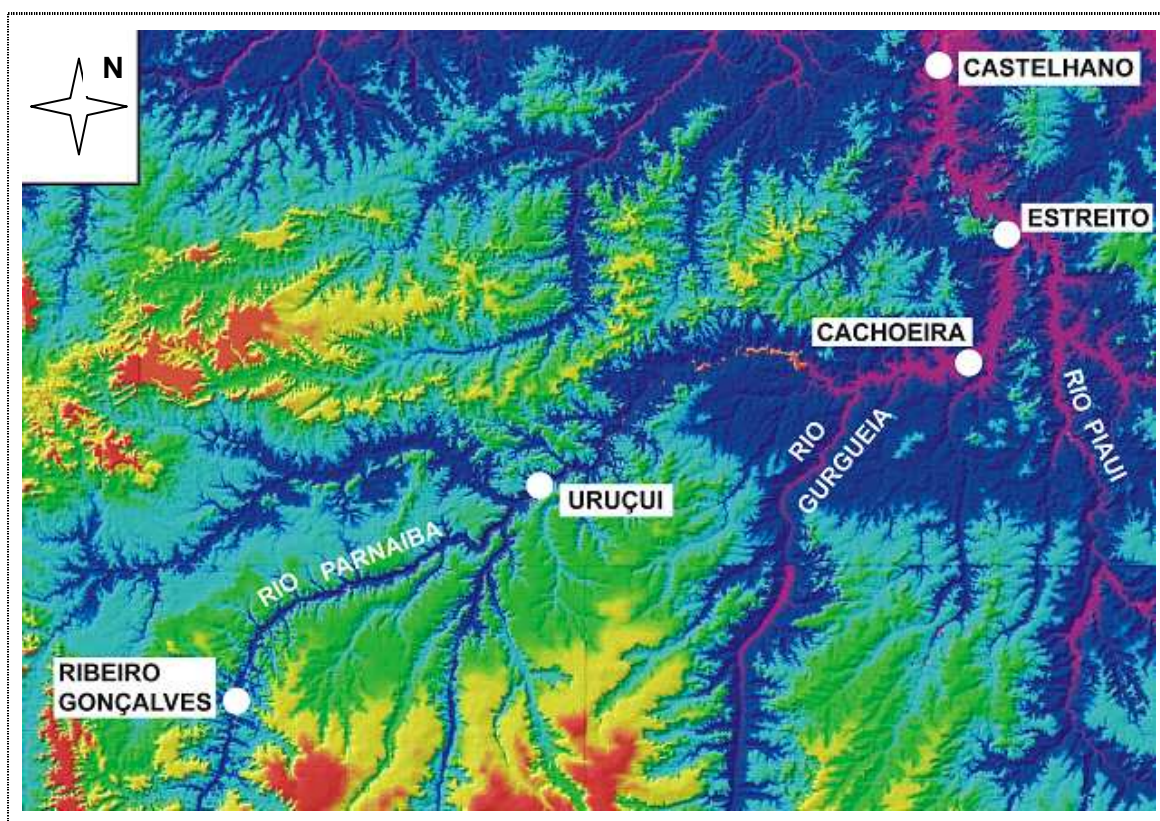


Figura 5.6-1. Aspectos morfológicos da região de inserção do futuro AHE Castelhana.

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).

5.6.2. Geomorfologia Local

A All do AHE Castelhana representa um divisor morfológico. Seu arcabouço topográfico evidencia uma superfície aplainada com direção preferencial N-S e caimento suave para W, suportada pelas formações Piauí e Pedra de Fogo. O rio Parnaíba secciona esta área de norte a sul, escavando principalmente os terrenos da Formação Piauí. As porções marginais do rio Parnaíba apresentam um relevo em colinas suavemente onduladas, mostrando um intenso desgaste (pediplanação) nas porções mais altas e deposição em alguns trechos mais junto ao canal principal, onde ocorre a instalação de vales mais abertos, com a deposição de expressivos depósitos aluvionares. Só em algumas áreas aparecem escarpas com declive mais acentuado, constituindo as bordas das mesetas.

As cabeceiras de erosão dos riachos que deságuam no rio Parnaíba apresentam formato semicircular, devido ao baixo gradiente das escarpas, o que tem acarretado um aumento das áreas úmidas representadas em cor rosa na **Figura 5.6-1**.

Do ponto de vista morfoestrutural observa-se na área de Castelhana a direção NE dos principais riachos que deságuam no rio Parnaíba, demonstrando, assim, o controle estrutural das grandes falhas geológicas do embasamento, possivelmente reativadas em evento posterior à deposição dos sedimentos.

Em nível de detalhe conforme o Mapa Geomorfológico (**ANEXO II – Tomo II**), as chapadas que se destacam na área são constituídas pelos sedimentos da Formação Pedra de Fogo. Normalmente observa-se um intenso recuo de suas escarpas com as nascentes dos riachos esculpindo vales encaixados coincidentes com as direções NE (regional) e NW (mais localizada).

Nas circunvizinhanças do eixo da barragem de Castelhana (sobre a Formação Pedra de Fogo à direita do rio Parnaíba), a drenagem é mais espaçada e os cursos d'água exibem direção concordante com orientações citadas anteriormente. Observa-se ainda uma maior concentração de drenos no topo da chapada do que nas vertentes, possivelmente essa característica está associada à relação infiltração versus escoamento de água, corroborando com o padrão erosivo proveniente do carreamento de blocos tombados das porções superiores das chapadas, visto que a surgência das fontes deve ser maior nas encostas e menor no topo, principalmente nos períodos chuvosos.

Na margem esquerda do rio Parnaíba, os afluentes são relativamente longos, associados a um padrão erosivo muito significativo a partir dos drenos de 1ª ordem. A quantidade de drenos é inferior ao observado na margem direita, o que dificulta o retrabalhamento dos talwegues e, conseqüentemente, a erosão dos interflúvios. As feições topográficas em chapadas têm características morfológicas similares às da margem direita, contudo, o desnível topográfico é mais pronunciado. As direções da rede de drenagem têm orientação predominantemente E-NW e subordinadamente NE. A própria estruturação do rio Parnaíba coincide com as direções NW e NE.

Mais para o sul da área, a partir de Palmeirais, a drenagem exhibe um aspecto mais denso em ambas as margens, observa-se o padrão dendrítico, e na margem direita o arranjo tem direção similar ao descrito anteriormente. Contudo, na margem esquerda têm-se uma maior dissecação das chapadas com eixo com direção NW e erosão na direção NE e SW. Nas proximidades de São Francisco do Maranhão, os afluentes que convergem para o rio Parnaíba tem direção NE. Enquanto a sul da unidade da Formação Pedra de Fogo, os drenos têm nas cabeceiras direção NE-SW, mas convergem para o rio secundários com direção NW-SE, antes de escoar para o rio Parnaíba.

As superfícies estruturais a oeste de São Francisco do Maranhão estão submetidas a intenso processo de pedimentação. Suas bordas cuestasiformes têm aspecto festonado, com as vertentes dissimuladas por pedimentos que mascaram o contato entre com a Formação Piauí.

5.6.3. Ocorrência de Cavidades Naturais

Com relação ao levantamento sobre a potencialidade de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas na AII do AHE Castelhana, 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 instituição³ 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.

³ (http://www.icmbio.gov.br/cecav/index.php?id_menu=228),

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”.

Segundo os dados fornecidos pelo CECAV não há indicação da presença de cavidades naturais subterrâneas na All.

5.7. PEDOLOGIA

De acordo com a metodologia empregada, a caracterização pedológica da área em estudo foi estabelecida através da compilação e reatamento das informações básicas levantadas, tendo como base a metodologia usualmente utilizada em levantamentos similares. Na área em estudo, foram identificadas 30 unidades de mapeamento de solos, cujos símbolos e classificação seguem às normas e procedimentos adotadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), possibilitando seu enquadramento taxonômico segundo o sistema classificatório vigente no país.

5.7.1. Classes de Solos

5.7.1.1. Critérios Utilizados na Classificação dos Solos

Os critérios utilizados neste 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, rochiosidade, 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.

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 e bem drenados, e com baixa fertilidade natural. Apresentam predominantemente textura média a argilosa, estrutura pouco desenvolvida, baixa CTC e saturação em bases, e pH ácido, sendo normalmente distróficos a álicos. Apesar 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 82.373,1 hectares (33,1%), 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, estes 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, à manutenção de cobertura vegetal permanente, de maneira a minimizar a sua elevada suscetibilidade à erosão.

Na área em estudo, ocupam cerca de 78.744,5 hectares (31,7%), ocorrendo predominantemente nos setores com relevo suave a forte ondulado, associados aos latossolos amarelos, argissolos acinzentados, chernossolos háplicos, plintossolos pétricos, cambissolos háplicos, neossolos litólicos.

• Neossolos Litólicos

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

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

Na área em estudo, ocupam cerca de 42.887,6 hectares (17,25%), 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, foram elaborados os mapas pedológicos da Área de Influência Indireta (AII), conforme o Mapa Pedológico (**Anexo III – Tomo II**).

● **Chernossolos**

Corresponde a uma classe de solos constituídos por material mineral que tem como características discriminantes, alta saturação por bases, argila de atividade alta e horizonte A chernozêmico sobrejacente a um horizonte B textural, B nítico, B incipiente (Bi), ou a um horizonte C cálcico ou C carbonático. Na AII do AHE Castelhana ocupa cerca de 8.768,7 hectares (3,5% da extensão areal), principalmente a nordeste de Amarante e em uma pequena área próxima ao eixo do empreendimento.

● **Neossolo Flúvico**

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

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

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

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

Na AII do AHE Castelhana, o Neossolo Flúvico ocupa cerca de 21.477,3 hectares (8,6% da área), associado as vertentes da calha fluvial do rio Parnaíba.

● **Neossolo Quartzarênico**

São neossolos constituídos por material mineral, com seqüência de horizontes A-C, sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, apresentando textura areia ou areia franca nos horizontes até no mínimo a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo, ou até um contato lítico. São essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente ausência de minerais alteráveis (menos resistentes ao intemperismo).

Na AII do AHE Castelhana, o neossolo quartzarênico ocupa cerca de 11.608 hectares (4,7% da área), associado superfícies estruturais pediplanadas e dissecadas em mesa.

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

5.7.1.2. Descrição das Unidades de Mapeamento

Na área em estudo foram identificadas 29 unidades de mapeamento de solos, cujos símbolos e classificação seguem às normas e procedimentos adotadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), possibilitando seu enquadramento taxonômico segundo o sistema classificatório vigente no país.

As unidades de mapeamento de solos estão descritas na **Tabela 5.7-1**. A sua distribuição absoluta e relativa das classes de solos identificadas na AII do AHE Castelhana encontra-se na **Tabela 5.7-2**.

Tabela 5.7-1 Unidades de mapeamento presentes na área de influência indireta do AHE Castelhana.

UNIDADE	DESCRIÇÃO
LAd 1	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura argilosa fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia relevo plano
LAd 2	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico fase relevo plano + LATOSSOLO AMARELO Distrófico concrecionário fase relevo plano e suave ondulado ambos A moderado e proeminente textura argilosa e muito argilosa fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia
LAd 3	LATOSSOLO AMARELO + LATOSSOLO VERMELHO ambos Distróficos típicos A moderado textura argilosa fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia relevo plano ou plano
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/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 fase floresta subcaducifólia/caducifólia e/ou floresta subcaducifólia/cerrado relevo plano e suave ondulado
LAd 6	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico ambos A moderado e proeminente textura média fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia relevo plano e suave ondulado
LAd 7	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média fase cerrado subcaducifólio e cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia relevo plano + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado e proeminente textura média e média/ argilosa fase floresta subcaducifólia/cerrado com e sem babaçu relevo suave ondulado
LAd 8	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado e proeminente textura média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico A moderado e proeminente textura média e arenosa/média ambos fase relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado e proeminente textura média/argilosa fase relevo suave ondulado todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia + 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)
LAd 9	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico A moderado textura média e arenosa/média ambos fase relevo plano + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado e proeminente textura média e média/argilosa fase relevo suave ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico A moderado textura média e arenosa/média fase relevo plano todos fase cerrado subcaducifólio e/ou floresta subcaducifólia/cerrado com e sem babaçu

Cont.

Tabela 5.7-1 Unidades de mapeamento presentes na área de influência indireta do AHE Castelhana.

UNIDADE	DESCRIÇÃO
LAd 10	LATOSSOLO AMARELO + LATOSSOLO VERMELHO ambos Distróficos típicos A moderado e proeminente textura média fase relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado e proeminente textura média/argilosa fase relevo suave ondulado todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia + GRUPAMENTO NDISCRIMINADO 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)
LAd 11	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico textura média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico ambos A fraco e moderado fase relevo plano e suave ondulado + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de (ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico + ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico fragipânico ambos textura arenosa e média/média e argilosa + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico todos A moderado e proeminente fase relevo plano) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado textura média e média/argilosa fase relevo suave ondulado e ondulado todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta caducifólia
PVAd 1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico plíntico A moderado e proeminente textura média e siltosa/média argilosa e siltosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado e proeminente textura média + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de (PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico e Eutrófico típico + ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico e Eutrófico fragipânico ambos A moderado e proeminente textura arenosa e média/média e argilosa) todos fase floresta subcaducifólia/cerrado com babaçu e floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea (babaçual e com babaçu) relevo plano e suave ondulado
PVAd 2	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 3	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado e proeminente textura média e média/argilosa fase cerrado subcaducifólio e floresta subcaducifólia/cerrado com babaçu relevo plano e suave ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura argilosa e média fase cerrado subcaducifólio e floresta subcaducifólia/cerrado relevo plano + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado e proeminente textura média fase pedregosa e rochosa cerrado subcaducifólio e floresta subcaducifólia/cerrado relevo suave ondulado
PVAd 4	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
PVAd 5	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado e proeminente textura média e média/argilosa fase floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea (babaçual ou com babaçu) e/ou floresta subcaducifólia/cerrado com e sem babaçu + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado e proeminente textura média fase pedregosa e rochosa floresta caducifólia ou floresta caducifólia/cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio ambos fase relevo ondulado e forte ondulado
PVAd 6	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado e proeminente textura média e média/argilosa fase floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea (com babaçu) ou floresta subcaducifólia/cerrado com e sem babaçu e cerrado subcaducifólio + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado e proeminente textura média fase pedregosa e rochosa floresta caducifólia/cerrado subcaducifólio e cerrado subcaducifólio ambos fase relevo ondulado e forte ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média fase cerrado subcaducifólio relevo plano

Cont.

Tabela 5.7-1 Unidades de mapeamento presentes na área de influência indireta do AHE Castelhana.

UNIDADE	DESCRIÇÃO
PVAd 7	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado e proeminente textura média/argilosa fase cerrado subcaducifólio e/ou floresta subcaducifólia/cerrado relevo suave ondulado a forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado e proeminente textura média fase pedregosa e rochosa cerrado subcaducifólio e/ou floresta subcaducifólia/cerrado relevo suave ondulado a forte ondulado
PVAd 8	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado textura média e média/argilosa fase erodida relevo suave ondulado a forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado textura média e arenosa fase erodida pedregosa e rochosa relevo suave ondulado a forte ondulado + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de (LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A moderado ambos fase relevo plano e suave ondulado) todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia com e sem babaçu
PVAd 9	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico plíntico A moderado textura média e média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico A moderado textura média fase pedregosa e rochosa ambos fase erodida e não erodida floresta subcaducifólia/caducifólia com e sem babaçu e/ou floresta subcaducifólia/cerrado com e sem babaçu relevo suave ondulado a forte ondulado + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de (PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico e Eutrófico típico + ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico Eutrófico fragipânico ambos A moderado textura arenosa e média/média e argilosa fase floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea (babaçu ou com babaçu) e/ou floresta subcaducifólia/cerrado com e sem babaçu relevo plano e suave ondulado)
MXo 1	CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico vértico textura média e argilosa/argilosa e muito argilosa fase pedregosa floresta subcaducifólia e/ou floresta/caatinga relevo suave ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico A moderado e chernozêmico textura média/argilosa fase pedregosa floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea (com babaçu) e floresta subcaducifólia relevo ondulado e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado e proeminente textura média/argilosa fase floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea (com babaçu) e floresta subcaducifólia relevo ondulado e forte ondulado + VERTISSOLO EBÂNICO Carbonático típico A moderado textura argilosa fase floresta/caatinga com e sem carnaúba relevo plano e suave ondulado
MXo 2	CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico vértico + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vértico A moderado ambos textura média e argilosa/argilosa e muito argilosa fase floresta/caatinga + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico típico A moderado textura média e média/argilosa fase floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea (com babaçu) e floresta caducifólia/cerrado subcaducifólio todos fase pedregosa relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico e Distrófico típico A moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea (com babaçu) e floresta caducifólia/cerrado subcaducifólio relevo suave ondulado a forte ondulado
MXo 3	CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico vértico + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vértico A moderado ambos textura média e argilosa/argilosa e muito argilosa fase pedregosa floresta/caatinga e caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico e Distrófico típico A fraco e moderado textura média fase pedregosa e rochosa floresta/caatinga e caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado+ VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico A fraco e moderado textura argilosa e muito argilosa fase floresta/caatinga e caatinga hiperxerófila relevo plano
RQo	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A fraco e moderado fase relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A fraco e moderado textura arenosa e média fase erodida pedregosa e rochosa relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A fraco e moderado textura média fase relevo plano e suave ondulado todos fase cerrado subcaducifólio e cerrado subcaducifólio/caatinga

Cont.

Tabela 5.7-1 Unidades de mapeamento presentes na área de influência indireta do AHE Castelhanao.

UNIDADE	DESCRIÇÃO
RUve	NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico típico A moderado textura indiscriminada+ PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico e Eutrófico típico A moderado textura arenosa e média/média e argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICHO Ta e Tb Eutrófico típico A moderado textura média a siltosa todos fase floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea de várzea (babaçual) e/ou floresta subcaducifólia de várzea com babaçu e floresta ciliar de carnaúba com babaçu relevo plano
RLd 1	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa cerrado subcaducifólio e cerrado subcaducifólio/caatinga relevo ondulado e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado textura média e média/argilosa fase floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea (babaçual e com babaçu) relevo plano e suave ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média fase cerrado subcaducifólio relevo plano + Afloramentos de Rocha
RLd 2	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado e fraco textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico léptico A moderado e fraco textura média e média/argilosa ambos fase erodida relevo suave ondulado a forte ondulado + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de (LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado e fraco textura média e argilosa + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A moderado e fraco ambos fase relevo plano e suave ondulado) todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/caatinga e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia
RLd 3	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado textura arenosa e média fase erodida pedregosa e rochosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico léptico A moderado textura média e média/argilosa fase erodida ambos fase relevo ondulado a montanhoso + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média e argilosa fase relevo plano e suave ondulado todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia e/ou cerrado caducifólio
RLd 4	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico A moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico plíntico léptico A moderado textura média e média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico A moderado textura média e argilosa fase pedregosa e rochosa todos fase erodida relevo ondulado a montanhoso + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de (LATOSSOLO AMARELO + LATOSSOLO VERMELHO ambos Distróficos típicos A moderado textura média e argilosa fase relevo plano e suave ondulado) todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia e/ou cerrado caducifólio

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

UNIDADE DE MAPEAMENTO	All	
	ÁREA (km ²)	%
LAd 1	10,55	0,42
LAd 2	31,13	1,25
LAd 3	36,80	1,48
LAd 4	58,11	2,34
LAd 5	9,35	0,38
LAd 6	67,28	2,71
LAd 7	47,42	1,91
LAd 8	200,99	8,08

Cont.

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

UNIDADE DE MAPEAMENTO	AII	
	ÁREA (km ²)	%
LAd 9	224,87	9,04
LAd 10	91,56	3,68
LAd 11	45,67	1,84
PVAd 1	44,31	1,78
PVAd 2	24,09	0,97
PVAd 3	37,77	1,52
PVAd 4	109,65	4,41
PVAd 5	71,06	2,86
PVAd 6	213,65	8,59
PVAd 7	23,32	0,94
PVAd 8	49,99	2,01
PVAd 9	213,60	8,59
MXo 1	4,84	0,19
MXo 2	69,80	2,81
MXo 3	13,05	0,52
RQo	116,08	4,67
RUve	214,77	8,64
RLd 1	103,25	4,15
RLd 2	25,23	1,01
RLd 3	117,00	4,71
RLd 4	183,40	7,38
Água	27,58	1,11
TOTAL	2486,17	100

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. O termo terra está sendo considerado no seu mais amplo sentido, incluindo todas as suas relações ambientais. Essa metodologia é apropriada para avaliar aptidão agrícola de grandes extensões de terra, devendo sofrer reajustamento no caso de serem aplicadas a pequenas glebas de agricultores individualmente.

Dentro desse contexto, e levando-se em consideração os objetivos a que se propõe, foram utilizadas no presente estudo, além das unidades de mapeamento, outras características físicas e químicas relevantes 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 aos impedimentos à mecanização.

De forma resultante, 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 do AHE Castelhana, 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 litossolos 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 estes 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 são a moderada deficiência de água, provocada pela má distribuição pluviométrica, a reduzida fertilidade natural, a moderada suscetibilidade à erosão, e/ou a ocorrência de problemas com a drenagem natural. Apesar disto, 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.

● **Classe 4(p)**

Compreende as terras com aptidão restrita para pastagem plantada, e onde predominam os argissolos vermelho-amarelos distróficos e eutróficos plínticos, associados principalmente, aos argissolos vermelho-amarelos distróficos e eutróficos plínticos lépticos e/ou argissolos vermelho-amarelos Ta eutróficos lépticos, todos com relevo variando de suave ondulado a ondulado. As principais limitações desta classe, dizem respeito à presença de características indicativas de problemas de permeabilidade, associadas à pequena profundidade efetiva, gradiente textural e/ou declividade acentuada, sendo que estas condições desfavoráveis influenciam negativamente na sua suscetibilidade aos processos erosivos. Eventualmente, as terras enquadradas nesta classe de aptidão, podem ser

utilizadas no cultivo de culturas de subsistência, muito embora, com elevado risco em função das limitações acima citadas, sendo a formação de pastagens com gramíneas uma alternativa viável.

• Classe 5(n)

Essa classe compreende terras onde dominam os chernossolos háplicos órticos vérticos, os cambissolos háplicos Ta eutróficos lépticos, e os neossolos quartzarênicos órticos típicos, associados ou não aos neossolos litólicos. Suas principais limitações dizem respeito à reduzida capacidade de retenção de umidade (neossolos quartzarênicos) ou baixa permeabilidade (chernossolos háplicos), agravada pela pequena espessura dos neossolos litólicos (menos de 50cm), e pela presença de pedregosidade e rochiosidade em algumas áreas, que se reflete em uma elevada suscetibilidade à erosão. Apesar disto, considera-se como viável o uso de parte dessas áreas com pastagem natural, incluindo gramíneas espontâneas e outras forrageiras nativas.

• Classe 6

Essa classe, inapta para uso agrícola, compreende terras onde dominam os argissolos vermelho - amarelos distróficos plínticos e os neossolos litólicos distróficos típicos, ambos com relevo variando de suave ondulado a montanhoso. Suas principais limitações, dizem respeito ao relevo acidentado, agravado pela pequena profundidade efetiva de alguns solos, o que resulta em uma elevada 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.

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 encontra na **Tabela 5.7-3**.

Tabela 5.7-3 Distribuição absoluta e relativa das classes de aptidão agrícola das terras da área do futuro Aproveitamento Hidrelétrico de Castelhanao.

CLASSE	UNIDADES DE MAPEAMENTO	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA	
		ÁREA (km ²)	%
2(a)bc	LAd 1; LAd 3; LAd 4; LAd 5; LAd 6.	182,04	7,32
3(abc)	LAd 2; LAd 7; LAd 8; LAd 9; LAd 10; LAd 11; PVAd 1; PVAd 2; RUve.	935,83	37,64
4(p)	PVAd 3; PVAd 4.	136,51	5,49
5(n)	MXo 3; RQo.	129,13	5,19
6	PVAd 5; PVAd 6; PVAd 7; PVAd 8; PVAd 9; MXo 1; MXo 2; RLd 1; RLd 2; RLd 3; RLd 4.	1.075,09	43,24
Água		27,58	1,11
TOTAL GERAL		2.486,17	100

Como forma de proporcionar uma melhor visualização dos resultados obtidos, e que se encontram expressos acima, foram elaborados os mapas de aptidão agrícola das terras da área estudada, conforme o Mapa de Aptidão Agrícola (**Anexo IV – Tomo II**).

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 na mesma solos profundos e permeáveis e relevo variando de plano a suave ondulado. Entretanto, considerando-se o nível de detalhamento proposto para o presente estudo e a sua finalidade, verifica-se a necessidade de aprofundamento desse 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 – Tomo II**).

● Classe 1 - Baixa

Terras que apresentam reduzida suscetibilidade à erosão, boa 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 praticas 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 praticas 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 rtico 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, sendo fundamental, a adoção de praticas 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, devido à sua ocorrência em relevo acidentado, normalmente ondulado a montanhoso. Devem ter utilização restrita à cobertura vegetal de preservação permanente, uma vez que, a adoção de praticas 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 dessas, estando isso 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 estas 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 na **Tabela 5.7-4**.

Tabela 5.7-4 Distribuição absoluta e relativa das classes de suscetibilidade à erosão na área de influência indireta (AII) do AHE Castelhanao.

CLASSE	UNIDADES DE MAPEAMENTO	AII	
		ÁREA (km ²)	%
CLASSE 1	LAd 1; LAd 3; LAd 4; LAd 5; LAd 6	182,09	7,32
CLASSE 2	LAd 2; LAd 7; LAd 8; LAd 9; LAd 10; LAd 11; PVAd 1; PVAd 2; RUve	935,80	37,84

Cont.

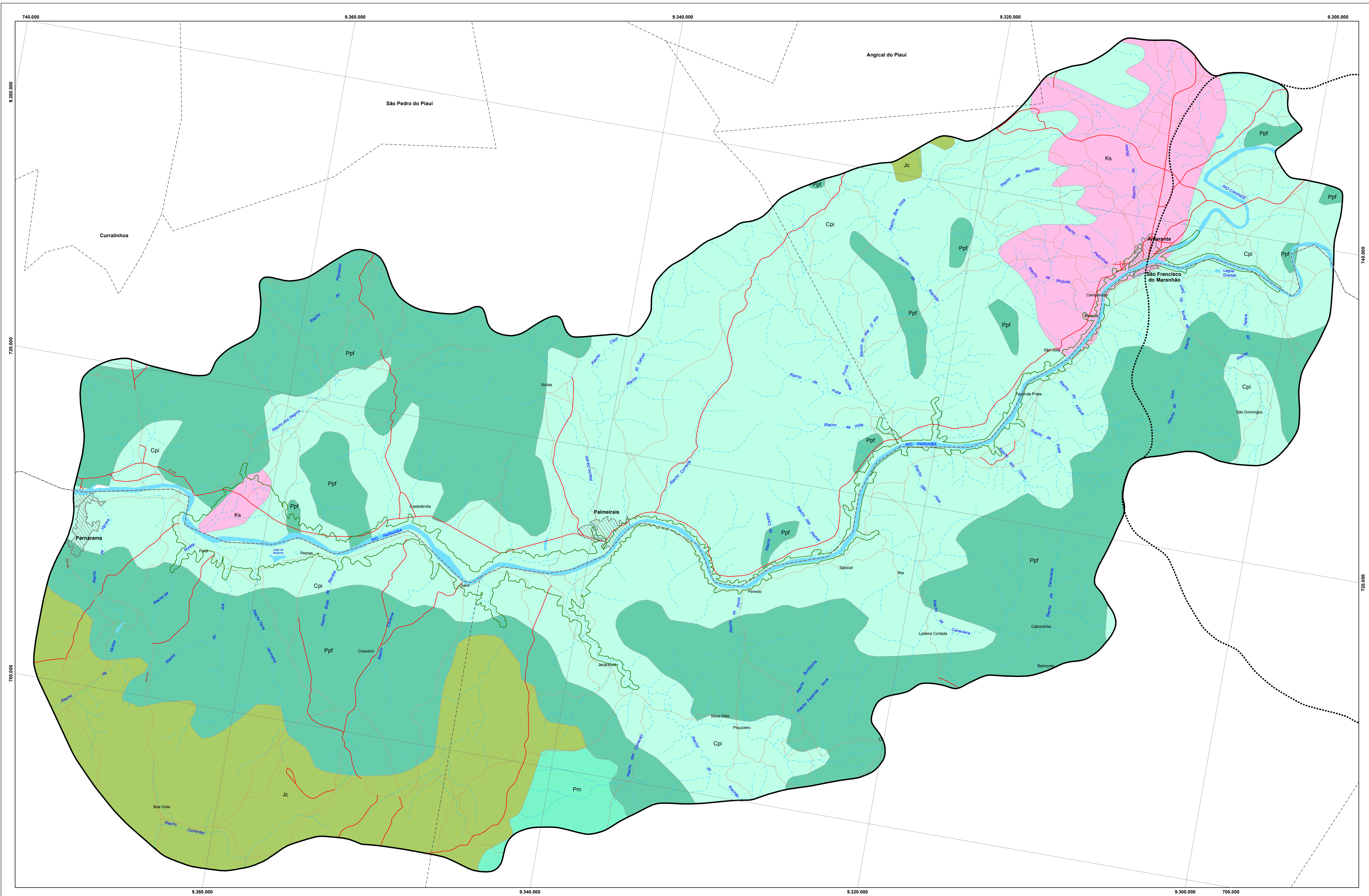
Tabela 5.7-4 Distribuição absoluta e relativa das classes de suscetibilidade à erosão na área de influência indireta (AII) do AHE Castelhana.

CLASSE	UNIDADES DE MAPEAMENTO	AII	
		ÁREA (km ²)	%
CLASSE 3	PVAd 3; PVAd 4; MXo 3; RQo	265,57	10,68
CLASSE 4	PVAd 5; PVAd 6; PVAd 7; PVAd 8; PVAd 9; MXo 1; MXo 2; RLd 1; RLd 2; RLd 3; RLd 4	1.075,12	43,24
Água		27,58	1,11
TOTAL		2.486,17	100

Anexo I

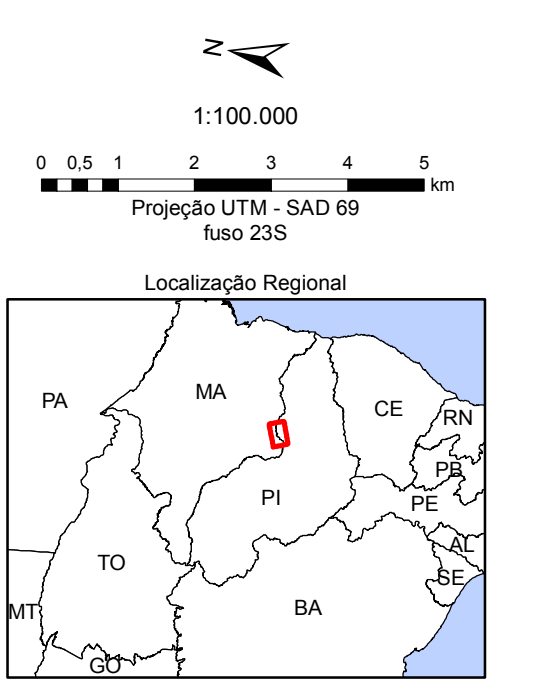
Mapa Geológico

AHE Castelhana



- Geologia**
- Formação Sardinha**
- KS** Basaltos escuros, predominantemente alterados; diabásios
- Formação Corda**
- Jc** Arenitos cinza esbranquiçados a vermelhos, finos a grosseiros e raros níveis de silix
- Formação Motuca**
- Pm** Arenitos silicosos-argilosos alternados com folhelhos argilosos (red beds), além de calcário dolomita e anidrita
- Formação Pedra de Fogo**
- Ppf** Silix e calcário oolítico e pisolítico creme a branco, eventualmente estromatolítico, intercalado com arenito fino a médio amarelado, folhelho cinzento e anidrita branca. Troncos petrificados
- Formação Piauí**
- Cpi** Arenites de cor variando de róseo a arroxeado, predominantemente fino a médio, e bem selecionado, eventualmente conglomerático, folhelho vermelho e calcário esbranquiçado

- Convenções Cartográficas**
- Hidrografia**
- 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 - Castelhanos
 - Área de Influência Indireta - Estreito
 - Área de Influência Indireta - Castelhanos



Fonte:

- Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba - CHS/C, 2002. Estradas, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pela imagem Landsat, orbita ponto, 219-054 de 02/08/2008
- Geologia: Mapas Geológicos do Projeto Radambrasil (1973a,b,c), escala 1:100.000, folhas: SC 2324 Rio São Francisco/Aracaju; SB 2324 Teresina/Jaguaripe; SB24/25 Jaguaribana (1981)
- Mapa geológico da bacia do Parnaíba, Núcleo Teresina - PI, CPRM, 1995.



Chesf
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

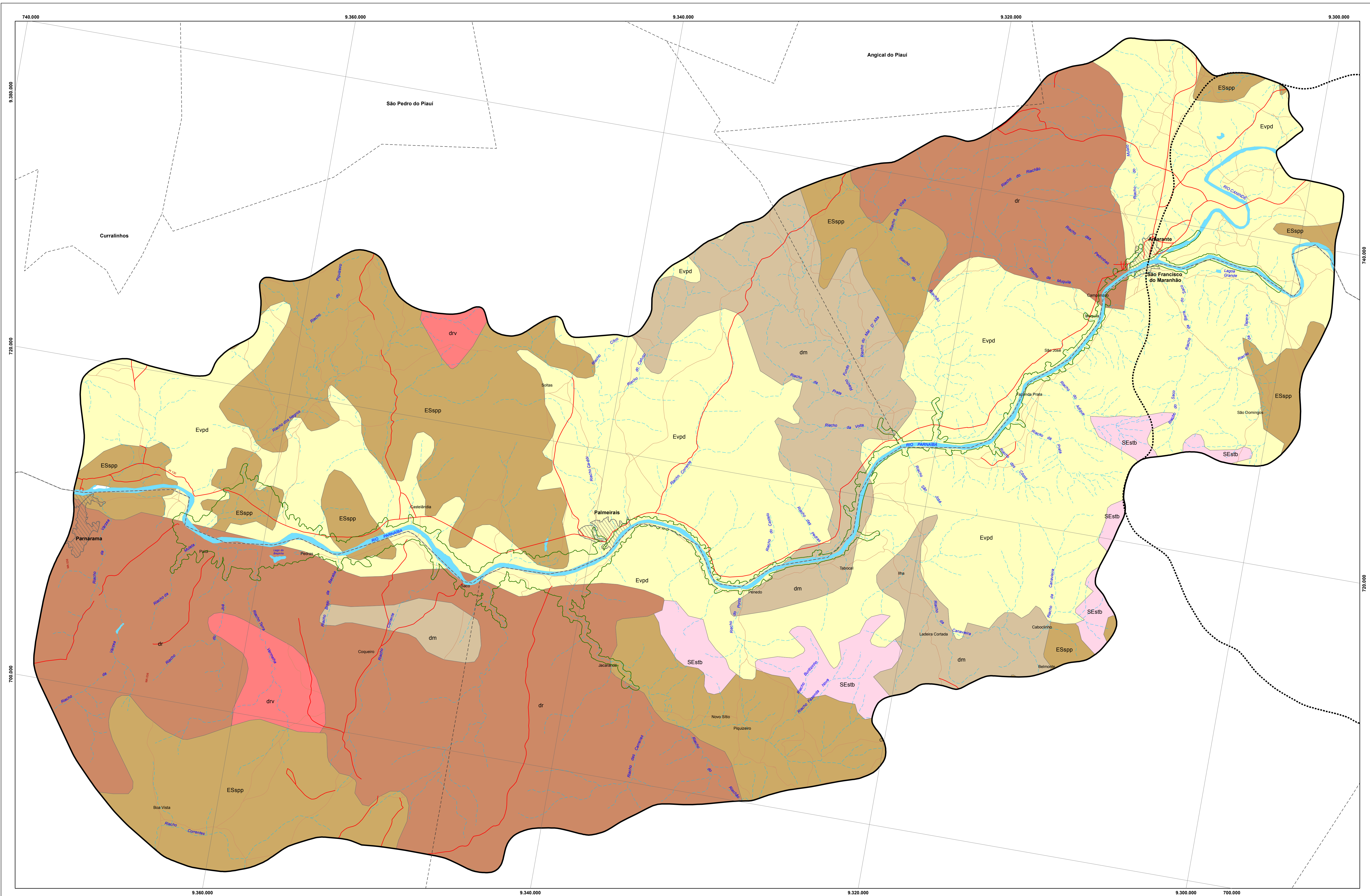
*energ*IMP



Anexo II

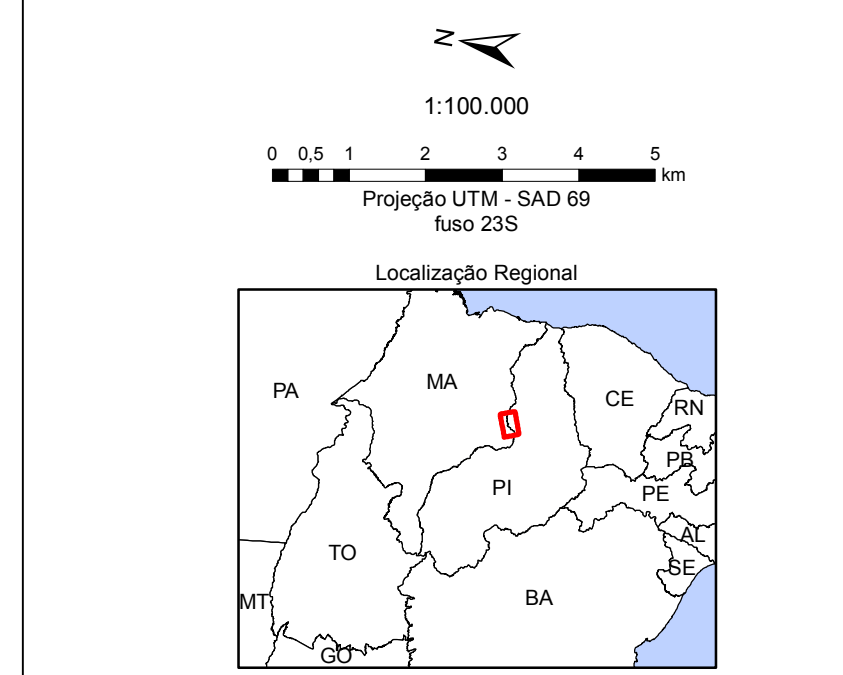
Mapa Geomorfológico

AHE Castelhana



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

- Convenções Cartográficas**
- Hidrografia**
- 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 - Castelhana
 - Área de Influência Indireta - Estreito
 - Área de Influência Indireta - Castelhana

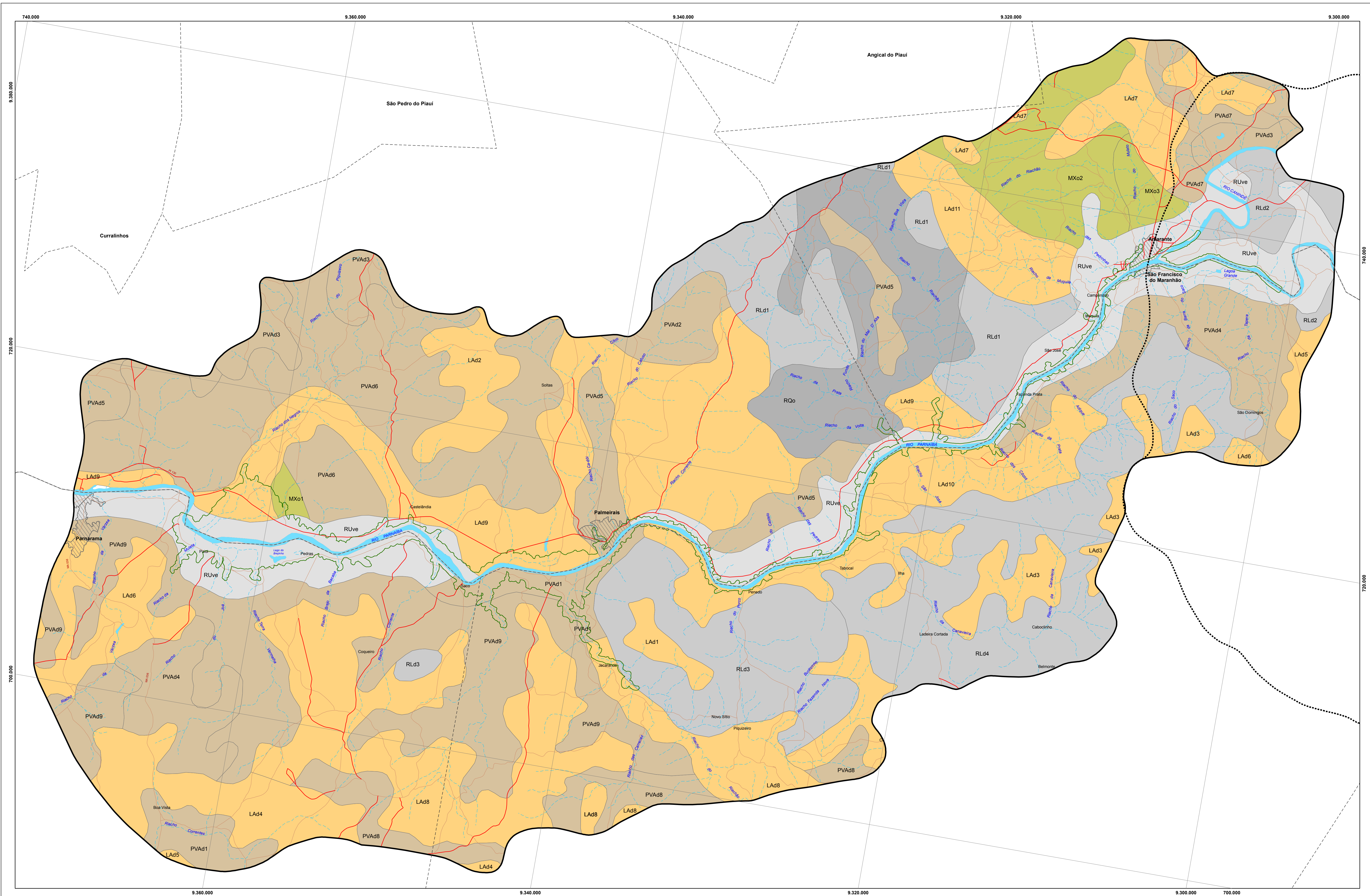


Fonte:
 - Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba - CNEC, 2002. Estradas, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pela imagem Landsat, data: ponto: 21/04/04 de 02/09/2008
 - Geomorfologia: Mapas Geomorfológicos do Projeto RadamBrasil (1973a,b,c), escala 1:100.000, folhas: SC 23/24 Rio São Francisco/Aracaju, SB, 23/24 Teresina/Jaguaribe, SB242/25 Jaguaribe/Natal (1981)

Anexo III

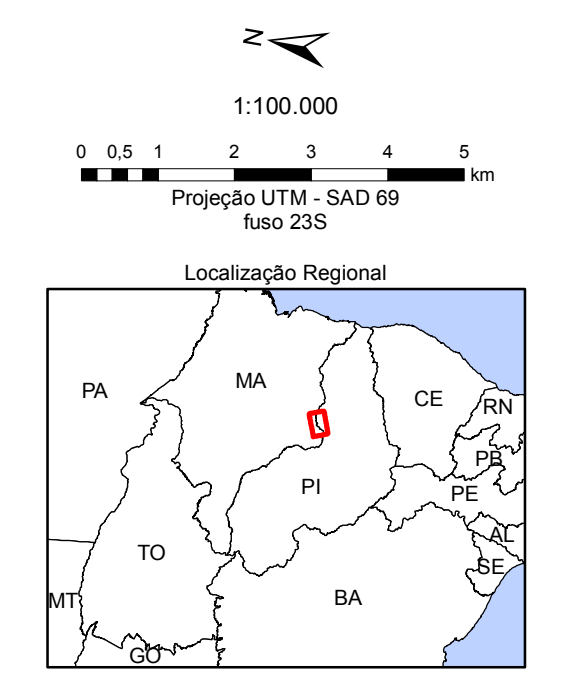
Mapa Pedológico

AHE Castelhana



- Pedologia**
- Latossolo Amarelo
 - Argissolo Vermelho-Amarelo
 - Chernossolo Háptico
 - Neossolo Flúvico
 - Neossolo Litólico
 - Neossolo Quartzarenico

- Convenções Cartográficas**
- Hidrografia**
- 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 - Castelhana
 - Área de Influência Indireta - Estreito
 - Área de Influência Indireta - Castelhana



Fonte:
 - Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Maranhão - CNEC, 2002; Estradas, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pela imagem Landsat, órbita ponto, 21/04/2008
 - Pedologia: Levantamento Esporádico - Reconhecimento de Solos do Estado do Piauí e do Estado do Maranhão, EMBRAPA, 1986.



Chesf
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

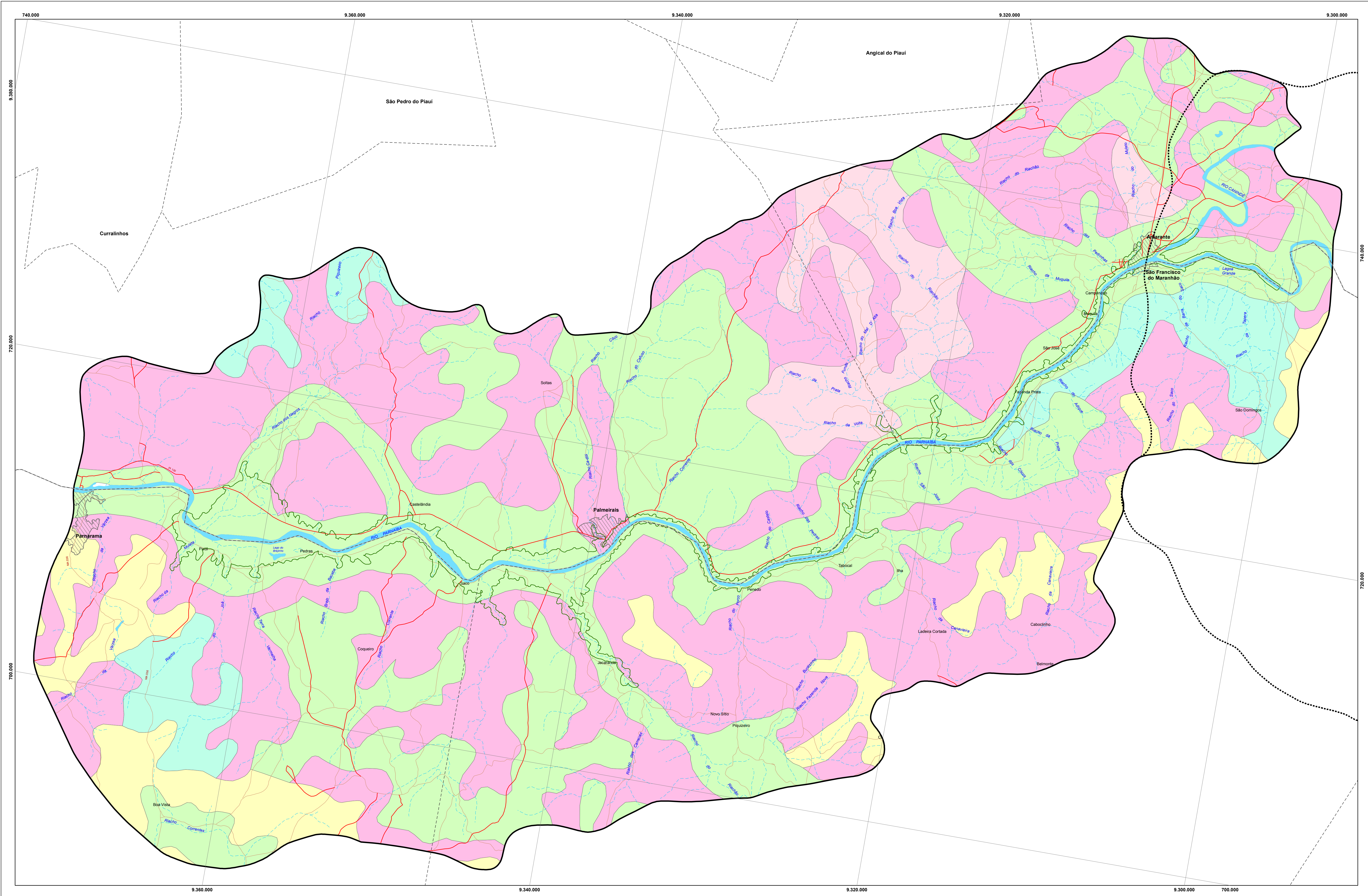
*energ***IMP**



Anexo IV

Mapa Aptidão Agrícola

AHE Castelhana



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

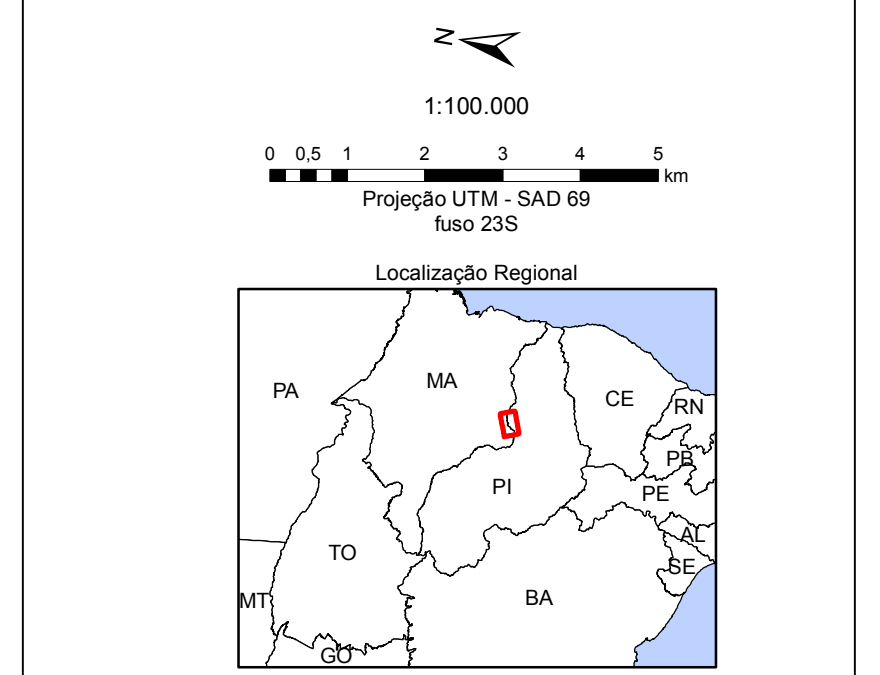
Convenções Cartográficas

Hidrografia
 Rio Intermitente
 Corpo d'Água
 Barramento

Localidades
 Área Urbana

Sistema Viário
 Via Pavimentada
 Via não Pavimentada

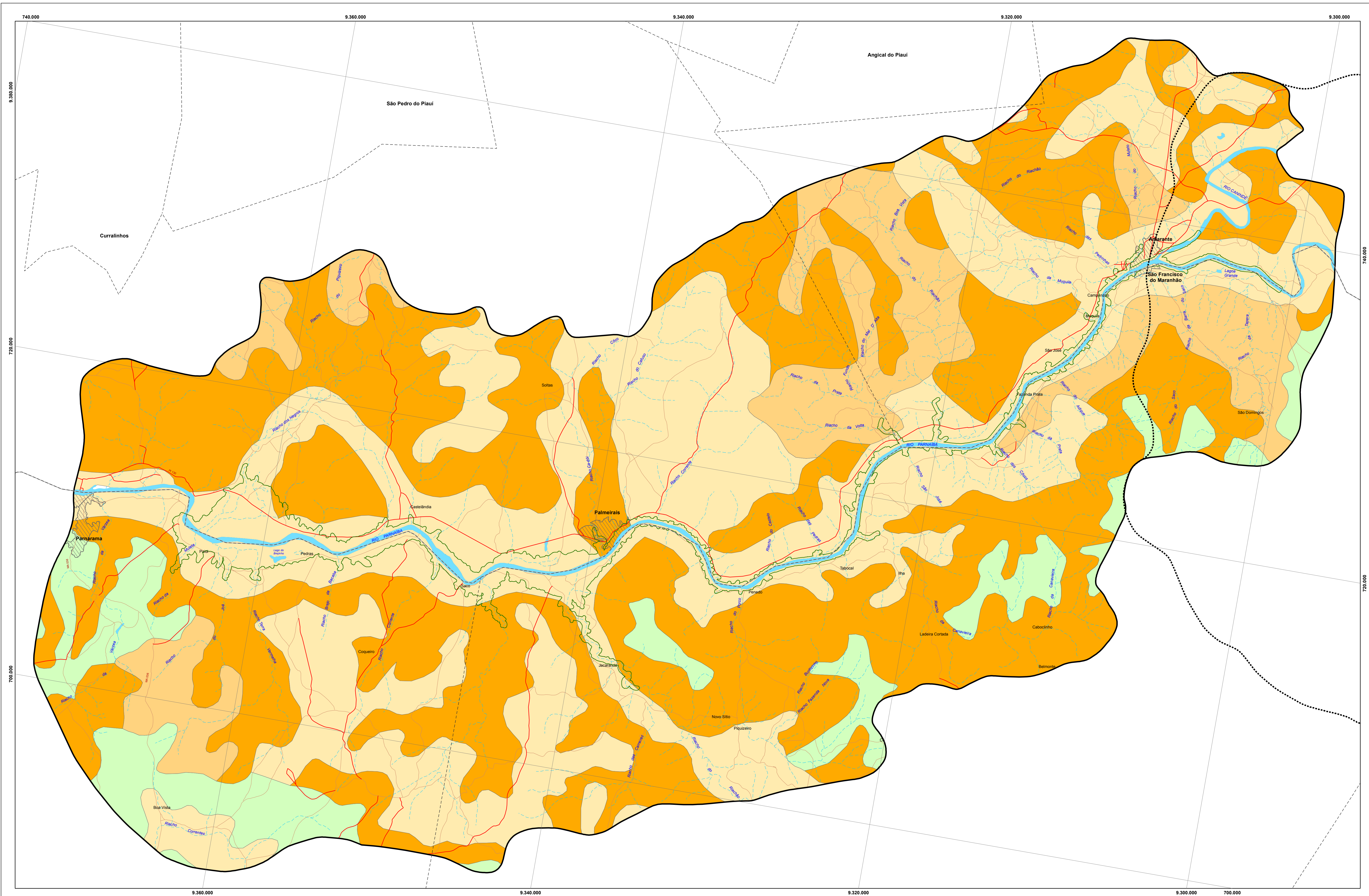
Limites
 Limite Municipal
 Limite Estadual
 Área de Influência Direta - Castelhanos
 Área de Influência Indireta - Estreito
 Área de Influência Indireta - Castelhanos



Anexo V

Mapa Erosão

AHE Castelhana



Erodibilidade

- Baixa**
 Terras que apresentam reduzida suscetibilidade à erosão, boas propriedades físicas, relevo plano a suave ondulado, e declividade 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, este processo possa ser prevenido e/ou minimizado através da adoção de práticas conservacionistas relativamente simples.

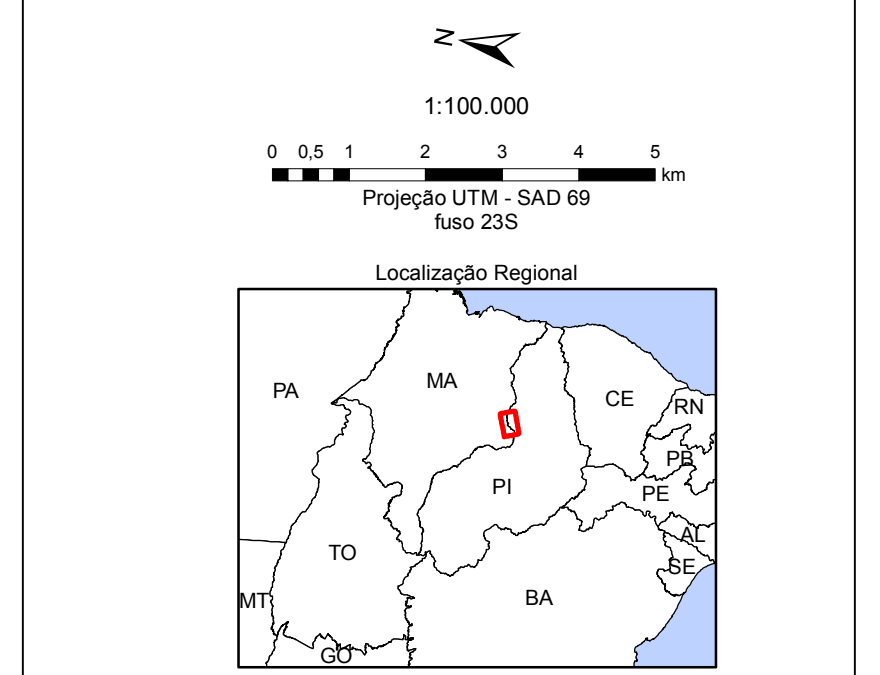
- Moderada**
 Terras que apresentam moderada suscetibilidade a erosão, propriedades físicas favoráveis ou não, relevo suave ondulado a ondulado, e declividade variando de 5 a 12%. Quando intensivamente cultivadas por períodos muito longos e sem a adoção de práticas conservacionistas, podem apresentar erosão por sulcos e/ou voçorocas, principalmente em áreas com declividade acentuada e/ou cujos solos apresentem mudança textural abrupta.

- Forte**
 Terras que ocorrem em áreas de relevo ondulado a forte ondulado, e com declividade variando de 12 a 25%, apresentando conseqüentemente, uma elevada suscetibilidade à erosão. Sua utilização deve ser restrita a atividades que determinem pouca movimentação do solo, e mantenham uma boa cobertura superficial, sendo fundamental a adoção de práticas conservacionistas, de forma a prevenir a ocorrência de erosão severa em sulcos e/ou voçorocas.

- Muito Forte**
 Terras com limitação forte a muito forte, devido 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.

Convenções Cartográficas

- Hidrografia**
 - 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 - Castelhana
 - Área de Influência Indireta - Estreito
 - Área de Influência Indireta - Castelhana



Fonte:
 - Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba. CNEC, 2002. Estradas, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pela Imagem Landsat, data ponto: 219-064 de 02/02/2008.
 - Erodibilidade: Ramalho Filho e Deak, 1995.

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
AHE CASTELHANO

Mapa de Erodibilidade
 Data: 11/2009

5.8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 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.
- CAVALCANTI, E.P., SILVA, E.D.V. Estimativa 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. 2005b. 118 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil Agência Nacional de Águas,** Ministério do Meio Ambiente. 2006. 123 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil.** Brasília: 2005a. 134 p.
- AGUIAR, G. A. **Bacia do Maranhão: Geologia e possibilidades de petróleo.** Belém, Petrobrás. Rel. Interno. 1969.
- AGUIAR, G. A. **Revisão Geológica da bacia Paleozóica do Maranhão.** In: Congresso Brasileiro de Geologia, SBG: São Paulo, v. 3, p. 113-122, 1971.
- AMORIM, M. C.; ROSSATO, L.; TOMASELLA, J. **Determinação da evapotranspiração potencial do Brasil aplicado o modelo de Thorntwaite e um sistema de informação geográfica.** 9 p.
- 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, SBG: Balneário Camboriú, v. 3, p. 223-224, 1994.
- ASSIS, J. F. P. **Sobre uma fáunula de moluscos bivalves do Calcário Mocambo, Carbonífero da Bacia do Maranhão.** In: Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 52, n.1, p. 201, 1980.
- ASSIS, J. F. P. **Uma fáunula de moluscos bivalves do Calcário Mocambo, Formação Piauí, Carbonífero Superior da bacia do Maranhão, município José de Freitas, estado do Piauí.** Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1979. 244 p.
- ASSIS, J. F. P.; FERNANDES, A. C. S. **A ocorrência de Bifungites Desio na formação Pimenteiras, Devoniano da bacia do Maranhão.** In: 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: Anais do Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH: Vitória, 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, Levantamento de Recursos Naturais, 1973.
- 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. O. **Estados do Maranhão e Piauí.** In: Brasil - Conselho Nacional do Petróleo, Relatório de 1948, Rio de Janeiro, p. 72-74, 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: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, SBG:Rio de Janeiro, v. 2, p. 740-753, 1984.
- CARDOSO, B.; CORDEIRO, A. F. Impactos ambientais da Monocultura da Soja no município de Balsas/MA. **X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, 2003.
- CAROZZI, A. V.; FALKENHEIN, F. V. H.; CARNEIRO, R. G., ESTEVES, F. R.; 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. 1975. 48 p.
- CASTELO BRANCO, R. M. G.; COIMBRA, A. M. **Contribuição ao conhecimento tectomagmático da borda sul da bacia do Parnaíba.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, SBG:Rio de Janeiro, v.2, p. 84, 1984.
- CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. **Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belo Horizonte: SBMET, v.1, p. 154-157, 1994.
- CHESF - Companhia de Hidroeletricidade do rio São Francisco. **Inventário hidrelétrico da bacia do rio Parnaíba – Relatório Condensado.** Brasília: 2003. 50 p.
- CNEC. **Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Parnaíba.** 2002.
- CNEC. **Estudos de viabilidade – Relatório Final – Apêndice 3.** Investigações Geológico-geotécnicas, 2006.

- COIMBRA, A. M. **Estudo Sedimentológico e Geoquímico do Permo-Triássico da Bacia do Maranhão.** Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, USP, São Paulo. 1983. 259 p.
- COSTA e SILVA *et al.* **Critérios para a caracterização geotécnica de maciços rochosos para obras subterrâneas.** Congresso de Engenheiros, Ordem dos Engenheiros, Vidago, 2001.
- CPRM. **Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba.** Núcleo Teresina. 1995.
- CPRM. **Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba.** Núcleo Teresina. 1995.
- CRUZ, W. B.; ABOARRAGE, A. M.; SANTOS, M. E. C. M. **Projeto carvão da bacia do Paraíba.** Relatório de Progresso, Etapas II e III, DNPM/CPRM, Recife, 2 v., 1973b.
- CRUZ, W. B.; FRANÇA, H. P. M. **Água subterrânea sob condições artesianas na área de Picos-Piauí.** SUDENE, Recife. 1967. 79 p.
- CRUZ, W. B.; LIMA, E. A. M.; LEITE, J. F.; QUINHO, J. S.; ANGELIM, L. A. A.; VALE, P. A. B. R. **Projeto carvão da bacia do Parnaíba.** Relatório Final da 1ª Etapa. DNPM/CPRM, Recife, 3 v., 1973a.
- CUNHA, F. M. B. Estudo preliminar de Integração do Pré-Cambriano com os eventos 245 tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. **Série Ciência-Técnica-Petróleo**, Seção Exploração do Petróleo, v. 15, p. 20-27, 1984.
- CUNHA, F. M. B.; CARNEIRO, R. G. **Interpretação fotogeológica do centro-oeste da bacia do Maranhão.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, SBG: São Paulo, v. 3, p. 65-79, 1972.
- DARDENE, M. A. **Os recursos minerais do Cretáceo no Brasil.** In: Anais do Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, Serra Negra, p. 249-254. 1999.
- DE SOUZA, V. A. *et al.* **Obras de recuperação e intervenções de segurança efetuadas na fundação e aterro compactado da barragem Jaburu I.** XXVI Seminário Nacional de Grandes Barragens, Goiânia, 2005.
- DELLA FÁVERA, J. C. **Tempestitos da Bacia do Parnaíba.** Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1990. 243p.
- DEMETRIO, J. G. A.; CORREIA, L. C.; SARAIVA, A. L. **Utilização de imagens SRTM na confecção de mapas potenciométricos.** Anais do XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, CD-ROM, Curitiba, 2006
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário Mineral Brasileiro**, 2001.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário Mineral Brasileiro**, 2005.

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Norma DNER-PRO – 102/97 – Sondagem de Reconhecimento pelo Método Rotativo**, 1997. DNOCS/ATEPE. O Aquífero Cabeças no Vale do Gurguéia – Atualização dos Conhecimentos, Recife. 1990. 246 p.
- DEQUECH, V. **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. 1950.
- DHME. **Estudo Agrometeorológico para o Estado do Piauí**. Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Irrigação - SEAAB-IR, Departamento de Hidrometeorologia DHME, Teresina, 2004.
- DNOCS/ATEPE. **O Aquífero Cabeças no Vale do Gurguéia – Atualização dos Conhecimentos**, Recife/PE. 1990.
- DNOCS/COTEP. **Estudos de Viabilidade do Vale do Gurguéia**. V. I, Tomo I, Dados Básicos, Teresina. 1973. 219p.
- DNOCS/OESA. **Estudos de Reconhecimento do Vale do Gurguéia**. Teresina/PI.
- DOLIANITI, E. **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. 1972.
- DUARTE, A. **Fósseis da sondagem de Therezina, estado do Piauí**. Serviço Geológico e Mineralógico, Notas preliminares e Estudos, Rio de Janeiro, n. 2, p. 1-3, 1936.
- 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. 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. 1986b.
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análises de Solo**. 2ª ed. rev. atual., Rio de Janeiro, 212p. 1997.
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos**. Rio de Janeiro, 116p. 1995.
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 412p. 1999.
- EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Definição e Notação de Horizontes e Camadas de Solo**. 2ª ed. rev. atual., Rio de Janeiro, 54p. (Documentos, 3), 1988a.
- EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Critérios para Distinção de Classes de Solos e de Fases de Unidades de Mapeamento; Normas em Uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro, 67p. (Documentos, 11), 1988b.

- FADURPE. 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.** Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional, Recife, 2006. 149 p.
- FARIA JUNIOR, L. E. C. **O permotriássico na bacia do Maranhão: um modelo de paleodeserto.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, SBG:Rio de Janeiro, v. 2, p. 777-791, 1984
- FARIA JUNIOR, L. E. C.; TRUCKENBRODT, W. **Estratigrafia e petrografia da Formação Pedra de Fogo, Permiano da Bacia do Maranhão.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, SBG:Balneário de Camboriú, v. 2, p. 740-754, 1980a.
- FARIA JUNIOR, L. E. C.; TRUCKENBRODT, W. **Estromatólitos na formação Pedra de Fogo, Permiano, bacia do Maranhão.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, SBG:Balneário de Camboriú, v.5, p. 3056-3067, 1980b.
- FARIAS, J. B.; MEDEIROS, R.; MAINAR; GOMES, M. S. F. D. **Informações sobre os cerrados piauienses.** Setembro de 1999. 25 p.
- FEITOSA, E. C. *et al.* **Fronteiras detectadas em testes de aquíferos na Formação Cabeças/PI.** In: Anais do II Simpósio de Hidrogeologia do Nordeste, ABAS – PE, Natal. 1989.
- FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. **Hidráulica de Captação Conjunta dos Aquíferos Serra Grande e Cabeças na Bacia do Parnaíba.** In: Anais do II Simpósio de Hidrogeologia do Nordeste, ABAS – PE, Natal. 1989.
- FIGUEIREDO, M. F.; RAJA GABAGLIA, G. P. Sistema classificatório aplicado às bacias brasileiras. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 16, p. 351-369, 1986.
- FILHO, G. A. **Seminário: semi-árido realidade e perspectiva.** Outubro, 1999. 25 p.
- FORTES, F. P. **Geologia Estrutural e Tectônica da Bacia Sedimentar do Meio Norte do Brasil (Uma síntese com implicações metalogenéticas).** In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, SBG:Recife, v. 1, p. 321-336, 1978.
- FREITAS, M. A. S. **A previsão de secas e a gestão hidroenergética: o caso da bacia do rio Parnaíba no nordeste do Brasil.** In: Anais do Seminário Internacional sobre Represas y Operación de Embalses, Puerto Iguazú, CACIER, v. 1. p. 1-1, 2004.
- GARRIDO, W. E.; AL. **O clima da região dos cerrados em relação à agricultura.** Comunicado técnico, EMBRAPA, p. 1-33.
- GÓES, A. M. **A Formação Poti (Carbonífero Inferior) da bacia do Parnaíba.** Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 1995. 171 p.
- GÓES, A. M. O.; FEIJÓ, J. F. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, Rio de Janeiro, v. 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.
- HASUI, Y.; COSTA, J. B. S.; BORGES, M. S.; ASSIS, J. F. P.; PINHEIRO, R. V. L.; BARTORELLI, A.; PIRES NETO, A. G.; MIOTO, J. A. **A borda sul da Bacia do Parnaíba no Mesozóico**. In: Anais do Simpósio Nacional De Estudos Tectônicos, SBG:Rio Claro, p 93-95, 1991.
- HIDROWEB. **Base de dados hidrológicos**. Agência Nacional de Águas – ANA. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>> Acessado em setembro de 2006.
- KEGEL, W. **Pesquisa Sistemática da Água Subterrânea na Bacia do Parnaíba (Piauí e Maranhão) e Bacia do Apodi**. SUDENE, Recife. 1961. 12 p.
- 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.; 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.
- KING, K. M. Effects of soil, plant and meteorological factors on evapotranspiration. **R. Met. Soc. Cam. Branch**, v. 8, n. 4, 1957.
- KLAUS REICHARDT. **Processos de transferências no sistema solo-planta-atmosfera**. Ed. Cargil, 1985.
- 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, 5 v. 1975.
- LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**, 3ª ed., SBCS/CNPS, Campinas, 45 p. 1996.
- 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: Anais do Congresso Latino-Americano de Paleontologia, Actas..., Buenos Aires, v. 1, p. 215-222, 1980.
- LEPRUN, J. C. **Manejo e Conservação de Solos do Nordeste**. SUDENE-DRN, Recife. 1986. 271 p.
- 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: Anais do Congresso Brasileiro de Paleontologia, 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: Anais do Simpósio Internacional sobre Gestão dos Recursos Hídricos, Gramado, 1998.
- LIMA, E. 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. M. **Breve histórico sobre a meteorologia.** Segunda edição. Janeiro de 1999. 199 p.
- MEDEIROS, R. M. **Estudo agrometeorológico para o Estado do Piauí.** Fevereiro de 2000. 138 p.
- MEDEIROS, R. M. **Isoietas médias anuais do Estado do Piauí.** 1996. 25 p.
- MEDEIROS, R. M. **Nova versão das isoietas médias anuais do Estado do Piauí.** Outubro de 2000. 35 p.
- MEDEIROS, R. M. **Séries pluviométricas do Estado do Piauí.** 1999.152 p.
- MEDEIROS, R. M.; CAVALCANTI, E. P.; AZEVEDO, P. V. **Variação anual da umidade relativa do ar para o Nordeste do Brasil.** In: Anais do VI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Maceio, p. 383-390, 1989.
- MEDEIROS, R. M.; GLINTHER, J.; VALDIVINIO; LIMA, G. V., FILHO, F. C. R.; FILHO, G. A. **Seminário: semi-árido realidade e perspectiva.** Outubro de 1999. 25 p.
- MEDEIROS, R. M.; 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, p. 31-46, 1992.
- MEDEIROS, R. M.; PINHEIRO, J. U. Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Marther para alguns municípios do Estado do Piauí. **Boletim Hidroclimapi**, v. 3, n. 21, Anexo III, Junho de 1993. 242 p.
- 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. 1475-1512, 1964.
- MIALL, A. D. **Principles of sedimentary basin analysis.** Springer-Verlag, New York. 1984. 490 p.

- MURATOV, M. V. Principal types of basins of ancient platforms and the problem of their origin. **International Geology Revue**, v. 16, n. 2, p. 125-132, 1972.
- NIMER, E.; BRANDÃO, A. M. P. M. **Balanço hídrico e clima da região cerrados**. IBGE, Departamento de Recursos Natural e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro. 1989. 167 p.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal**. Ed. Agronômica Cenes, 1981.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. FEALQ, Piracicaba. 1997. 182 p.
- 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. 2005. 198 p.
- PROJETEC/ENGEORPS/TECHNE. **Atlas de Obras Hídricas do Nordeste - Consorcio Projotec/Engecorps/Techne**. Agência Nacional de Água, 2006.
- PROJETO RADAM BRASIL. **Mapa Geológico**. Folhas Sc 23/24, Rio São Francisco/Aracaju.
- 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, A. C. **Água na região Nordeste: desperdício e escassez**. V. 11, n. 29, p. 127-154, 1997.
- REZENDE, W. M.; PAMPLONA, H. R. P. Estudo do desenvolvimento do Arco Ferrer-Urbano Santos. **Boletim Técnico da PETROBRAS**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1-2, p. 5-14, 1970.
- RIBEIRO, J. A. P.; MELO, F. Os Sistemas Depositionais da Bacia do Parnaíba, a Norte de Teresina, Piauí/Maranhão. **Revista de Geologia**, v. 9, p. 53-73, 1996.
- SALAS, J. J. A. *et al.* **Geotecnia e Cimientos II. Mecánica del suelo e de las rocas**. Madrid, 1981.
- SANTOS, J. M.; MELO GODOI, C. R. Estimativa da radiação solar que atinge uma área horizontal unitária, admitindo-se a ausência da atmosfera. **Bolm. Téc. Serv. Met. Mim. Agr.**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 58, 1967.
- 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: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, SBG:Balneário de Camboriú, 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. 38 p.
- SMALL, H. L. **Geologia e suprimento d'água subterrânea no Piauí e parte do Ceará.** Brasil, Insp. Obr. Contra Secas, Rio de Janeiro, série I, D, v. 32. 1914. 146 p.
- SOARES FILHO, A. R. **Picos – Perfil Hidrogeológico do Município.** CPRM, Teresina. 1993. 38 p.
- SOARES FILHO, A. R. **Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba: Subprojeto Hidrogeologia – Folha 7.** CPRM, Recife. 1979. 148p.
- SRTM-NASA. **Imageamento do nordeste do Brasil.** <www2.jpl.nasa.gov/srtm> Acessado em 2005.
- SUDENE. **Estudo Hidrogeológico da Região de São João do Piauí.** Dep. de Recursos Naturais – Div. de Hidrogeologia, Recife. 1966.
- SUDENE. Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, Folha 13. **Série Hidrogeologia**, n. 57, Recife, 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, 12 v., 507 p., 1975.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance. In: **Climatology**, Caterton, New Jersey, v. 10, n. 3, p. 185-311, 1957.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance climatology.** Caterton, New Jersey, v. 8, n. 1, p. 1-104, 1955.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rotational classification of climate. **The Geogr. Ver.**, v. 38, n. 1, 1948.



6. Área de Influência Indireta (AII) 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, flora e fauna vertebrada, diagnosticados na Área de Influência Indireta do AHE Castelhana. Ressalta-se que em função de sua localização numa região de contato entre três dos principais biomas brasileiros, a Caatinga, o Cerrado e a Amazônia, a área detém uma grande variedade de ecossistemas e de formações de transição, que condicionam os aspectos florísticos e faunísticos aqui apresentados.

6.1.2. Procedimentos Metodológicos

6.1.2.1. Metodologia Geral

A metodologia adotada para o estudo dos ecossistemas terrestres da referida AII esta apresentada no Capítulo 1, volume II, item 1.2

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

O Mapa de Uso do Solo / Vegetação - **ANEXO VI** para a AHE Castelhana foi elaborado a partir da fotointerpretação analógica de imagens de satélite Lansat 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. As categorias da legenda relativas ao tema vegetação foram baseadas na classificação do IBGE (Veloso, 1991) e relacionadas, para as formações savânicas ou de cerrado, às de Coutinho (1978). As categorias de uso com suas respectivas áreas estão apresentadas na **Tabela 6.1.3-1**.

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

Uso	Área (km ²)			(%)
	AII	AID	AII e AID	
Floresta Ombrófila com predomínio de Babaçu	289,76	3,6	293,36	1,23%
Formações Ripárias	213,01	3,95	216,96	1,82%
Savana Arborizada/Cerrado strictu sensu	597,59	11,6	609,19	1,90%
Savana Florestada/Cerradão	1.015,83	6,81	1.022,64	0,67%
Transição Cerrado/Caatinga	18		18	0,00%
Transição Cerradão/Caatinga	22,96		22,96	0,00%
Usos Agropecuários Diversos	292,11	28,83	320,94	8,98%
Água	27,58	19	46,58	40,79%
Área Urbana	9,33	0,55	9,88	5,57%
TOTAL	2.486,17	74,34	2.560,51	2,90%

6.1.4. Vegetação

6.1.4.1. Métodos

O método utilizado para caracterização do tema relativo à vegetação no contexto da AII, 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 AII foi caracterizada a partir de seus três atributos principais, distintos e complementares: fitofisionômicos, florísticos, e fitossociológicos. Cabe ressaltar que para o AHE Castelhana estas foram realizadas considerando 8 sistemas (estações) de amostragem em cada uma das duas campanhas de campo, totalizando 16 levantamentos amostrais: 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 12 estações agrupadas em tipologias savânicas e florestais (**Tabela 6.1.4- 2**) previamente e aleatoriamente distribuídas, procurou-se também caracterizar o maior número de áreas possível localizados na AII, 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 (AII e AID) do AHE Castelhana 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.

6.1.4.1.2. Florística

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

O levantamento florístico foi realizado nos mesmos pontos selecionados para a amostragem fisionômica e fitossociológica (**Tabela 6.1.4- 2**). 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 N° 06 de 26/09/2008).

As duplicatas dos materiais coletados serão enviadas para o Herbário Dra. Graziela Barroso (TEPB), da Universidade Federal do Piauí.

Para a análise de similaridade 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.

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 (All) com fisionomia savânica e Área de Influência Indireta (All) com fisionomia florestal. Em cada fitofisionomia foram alocadas quatro estações. 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 (All) do empreendimento de Castelhana está sumarizado na **Tabela 6.1.4-1**.

Tabela 6.1.4-1 Estações amostradas por fitofisionomia durante o levantamento da vegetação presente na All do empreendimento de Castelhana.

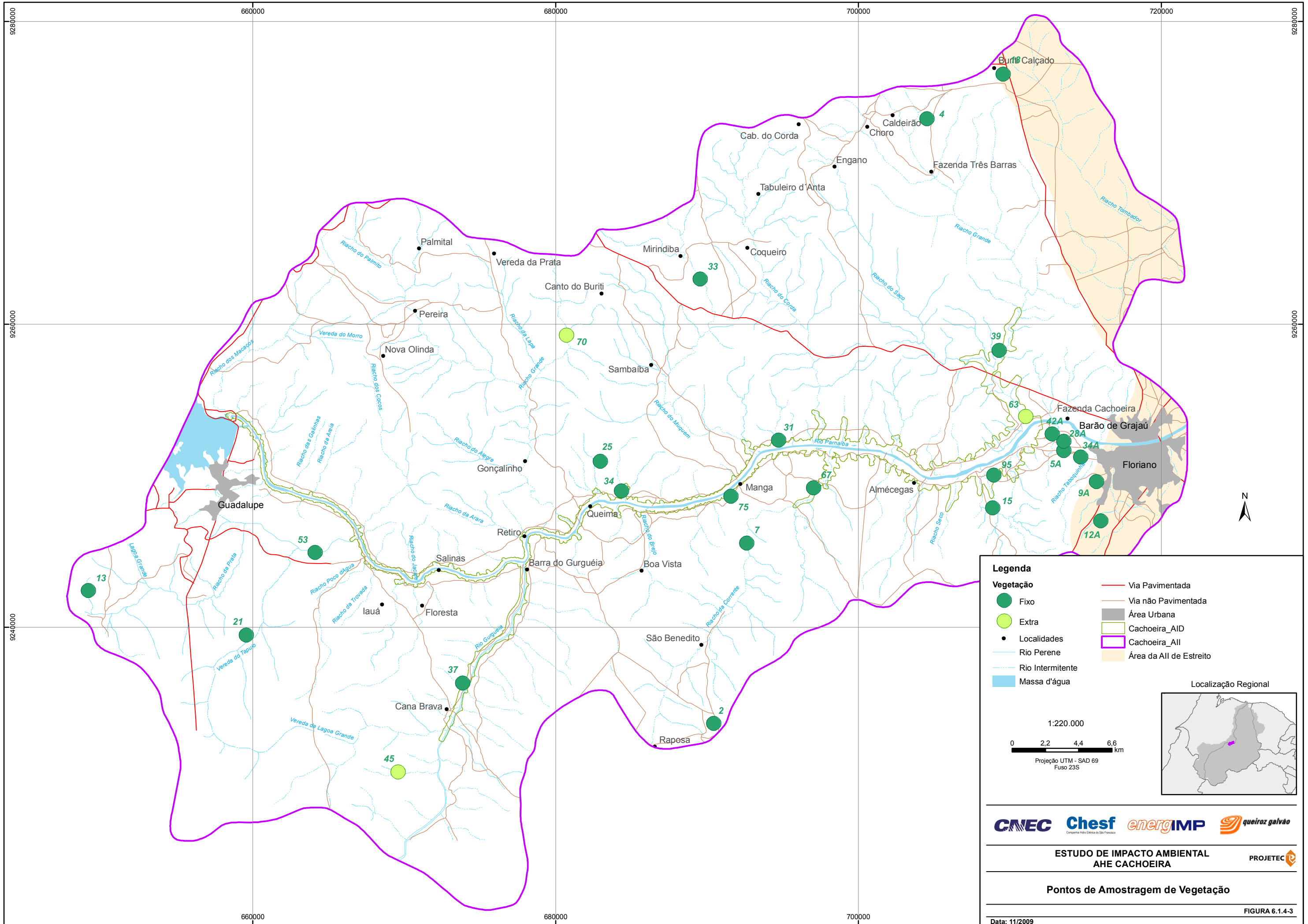
	Total de estações	Campanhas	Estações	Total de pontos	Total de indivíduos amostrados
All - Savana	4	2	1', 23, 43, 9	160	640
All - Floresta	4	2	10, 5, 8, 27	160	640

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.

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 Castelhana.

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. Cada ponto quadrante representa o centro por onde passam duas linhas imaginárias perpendiculares dividindo-o em quatro quadrantes (**Figura 6.1.4-2**). Essas foram demarcadas com o auxílio de uma cruzeta de madeira de um metro de comprimento.



Legenda

Vegetação

- Fixo
- Extra

Localidades

Rio Perene

Rio Intermitente

Massa d'água

Via Pavimentada

Via não Pavimentada

Área Urbana

Cachoeira_AID

Cachoeira_All

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 Vegetação

PROJETEC

Data: 11/2009

FIGURA 6.1.4-3

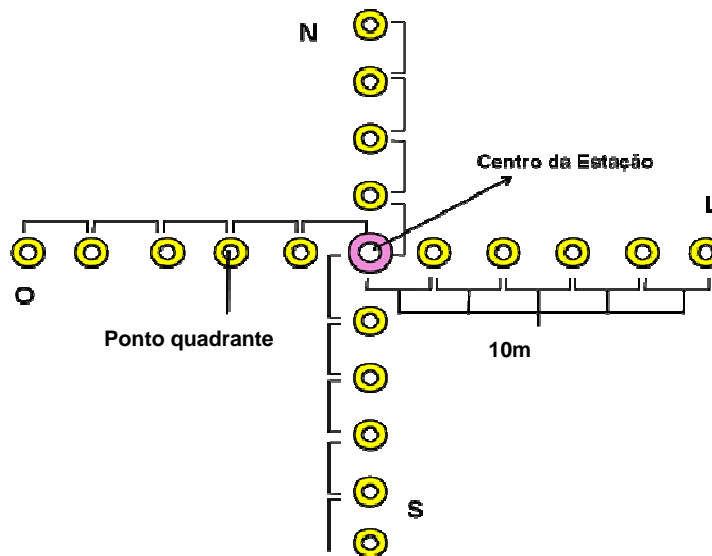


Figura 6.1.4-2 Distribuição esquemática dos pontos quadrante nos blocos de amostragem (Estações) da vegetação existente na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento Castelhana. L = Leste; N = Norte; O = Oeste; S = Sul.

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.

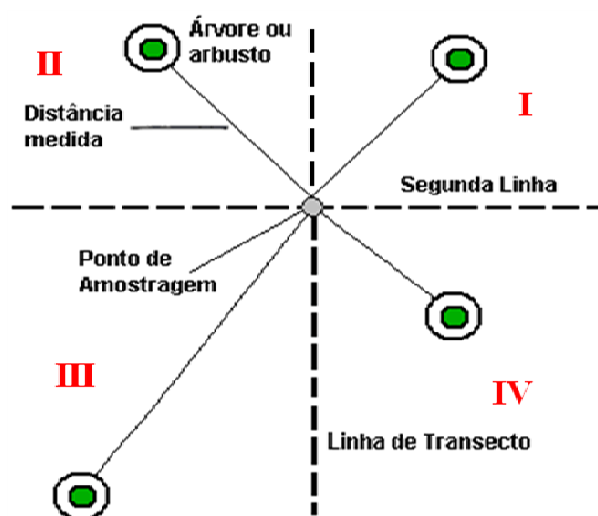


Figura 6.1.4- 3 Esquema da disposição espacial do método do ponto quadrante (Müller-Dombois & Ellenberg, 1974) utilizada para a amostragem da vegetação em existente na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento Castelhana.

A análise da organização da comunidade se deu através dos seguintes parâmetros fitossociológicos: Freqüência, 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, Equabilidade de Pielou e Coeficiente de Mistura de Jentsch.

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

6.1.4.1.4. Declividade

O cálculo da declividade tomou como fonte de informações topográficas as cartas mapeamento sistemático nacional da Divisão de Serviços Geográficos do Exército (DSG). Esse mapeamento constitui a melhor base topográfica disponível para a região, fornecendo dados homogêneos para os procedimentos adotados.

As cartas da DSG em escala original 1:100.000 foram digitalizadas e, com auxílio de um programa de cartografia, tiveram suas curvas de nível vetorizadas.

Considerando o número de pontos amostrais, foi adotada uma rotina metodológica para estimação da declividade de cada Estação. Essa rotina consta da criação de um modelo numérico de elevação, sobre o qual são distribuídos os valores de declive. As coordenadas das Estações foram projetadas sobre o mapa de declividade, permitindo assinar a declividade de cada Estação. Esse método é considerado tão simples quanto seguro, consideradas as restrições de escala.

6.1.4.1.5. Análises Granulométricas do Solo

Uma amostra de solo na profundidade de 0 a 20cm e área de 20cm x 20cm foi coletada no centro de cada Estação, para análise granulométrica e para a análise textural. As coletas foram individualizadas para cada ponto (estação) de amostragem e embaladas em caixas de papelão e enviadas para a Embrapa. A metodologia empregada para a análise textural é a de Rajj & Zullo, 1977.

Os dados relativos às análises físicas e texturais do solo, e a declividade e elevação foram testados em relação à normalidade, determinando se existem diferenças significativas entre as amostras. Para isso foi utilizado o software Biostat 2.0.

6.1.4.2. Caracterização Fitofisionômica

A região da All é representada por uma região ecotonal complexa onde a vegetação característica da Floresta Ombrófila Aberta de Babaçu, se contata com a do Cerrado. Elementos de Caatinga também se fazem presentes ocorrendo comunidades variadas, que se apresentam na paisagem formando um mosaico heterogêneo, onde uma fitofisionomia localiza-se muito próxima de outra, de tal forma que elementos de diferentes tipologias de vegetação se interrelacionam.

Há vários níveis de transição ou de contato florístico entre estas maiores formações: Cerrado com indivíduos de Caatinga, Florestas Ombrófilas abertas secundárias de Babaçu com elementos de Caatinga e /ou Cerrado, além de áreas de Cerrado antropizadas com indivíduos de babaçu.

Na região é muito frequente à ocorrência de babaçus (*Attalea speciosa*), estes são encontrados isolados ou formando agrupamentos (Babaçuais) **Foto 6.1.4-1**. 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), 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*) (**Foto 6.1.4-2**);
- **Vegetação Florestal** - Floresta Ombrófila Aberta Secundária com Babaçu (Babaçual), Floresta Ombrófila Aberta Secundária Aluvial com Babaçu (Mata Ciliar) (**Foto 6.1.4-3**) e Savana Florestada (Cerradão) (**Foto 6.1.4-4**)

A seguir são apresentadas as fitofisionomias presentes nas estações (pontos) de amostragem da All (**Tabela 6.1.4- 2**) e as suas respectivas descrições.

Tabela 6.1.4-2 Estações de amostragem de vegetação analisadas na AII relativas ao AHE Castelhanos com seu respectivo número, tipo, fitofisionomia e coordenadas UTM.

Estação	Tipo	Fitofisionomia	Coordenadas E	Coordenadas N
5	FLORESTA	Savana Florestada (Cerradão)	746615	9304955
8	FLORESTA	Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Babaçual)	719375	9371977
9	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)	693572	9342506
10	FLORESTA	Savana Florestada alterada (Cerradão)	731856	9310053
23	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)	739898	9302252
1'	SAVANA	Savana Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)	700956	9365239
43	SAVANA	Savana Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)	698025	9362123
59	FLORESTA	Savana Florestada (Cerradão)	739001	9316231
27	FLORESTA	Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Babaçual)	726159	9350547
53	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)-	702095	9365312
76	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)-	699220	9364947
43'	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)-	701096	9364727

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

As áreas de **Cerrado stricto sensu**, caracterizam-se pela presença de espécies de hábito arbustivo-arbóreo, de caules tortuosos, inclinados, com ramificações irregulares e com o estrato herbáceo-subarbustivo descontínuo. Trata-se de uma vegetação aberta que não forma dossel contínuo, com a maioria das árvores entre 3 e 8m de altura e com alguns representantes maiores atingindo de 14 a 20m de altura (*Tabebuia* spp, *Parkia paltycephala*, *Annona cacans*, *Tachigali paniculata*, *Qualea parviflora.*, *Caryocar coriaceum*). Por se tratar de uma região ecotonal, de modo geral, estas áreas apresentam fisionomia típica de Cerrado *stricto sensu*, mas é frequente a ocorrência de 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 brasiliiana*, *Hymenaea* spp, *Luehea paniculata*, *Luetzelburgia auriculata*, *Machaerium acutifolium*, *Machaerium opacum*, *Martiodendron mediterraneum.*, *Mouriri pusa*, *Myracrodruon urundeuva.*, *Parkia platycephala*, *Plathymentia*

reticulata, *Pterodon abruptus*, *Pouteria* spp, *Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora*, *Salvertia convallariodora*, *Schefflera* sp, *Sclerolobium paniculatum*, *Simarouba versicolor*, *Spiranthera odoratissima*, *Tabebuia aurea*, *Tachigali paniculata*, *Tocoyena formosa*, *Vochysia gardneri*, incluído indivíduos de espécies de Caatinga, em menor proporção como: mandacaru (*Cereus jamacaru*), pereiro (*Aspidosperma pyriforme*), cajá (*Spondias mombin*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), mangaba (*Hancornia speciosa*), mofumbo (*Combretum leprosum*), catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), catinga de porco (*Martiodendron mediterraneum*), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*).

Em alguns trechos mais alterados podem se encontrar também áreas de cerrado *stricto sensu* com espécies de caatinga e indivíduos de babaçu.

A vegetação presente nas margens dos rios pode se apresentar tal qual a fitofisionomia dominante, no entanto, verificou-se que comumente degradada.

▪ 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).

A Floresta Ombrófila Aberta Secundária Aluvial (Mata Ciliar) 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.

▪ Savana Florestada (Cerradão)

A fisionomia da área estabelecida como Cerradão (savana florestada) possui estrutura florestal e composição florística similar à do cerrado stricto sensu. Apresenta aspectos xeromórficos, 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: mandacaru (*Cereus jamacaru*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), cajá (*Spondias moin*), 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*.

6.1.4.3. Florística

O levantamento florístico realizado revelou a presença de 23 famílias e 74 espécies (**Tabela 6.1.4-3**). Durante os trabalhos de campo, foram realizadas coletas complementares de material botânico em indivíduos que não participaram da amostragem fitossociológica. Estas coletas adicionais permitiram ampliar a composição florística da área estudada.

Observa-se que para as espécies arbóreas a família Leguminosae apresentou maior número de espécies (20), seguida por Myrtaceae com oito.

No município de Palmeirais (Piauí), observaram-se extensas áreas com cobertura vegetal que chegavam até a margem do rio Parnaíba, com um padrão fisionômico homogêneo proporcionado pelo predomínio do babaçu (*Attalea speciosa*).

O extrato arbustivo-herbáceo, com uma flora similar em todos os municípios que englobam a área de estudo foi marcado pela presença expressiva e constante, de ampla distribuição da “catinga branca” (*Combretum leprosum*, *C. mellifluum* e *C. duarteanum*, indicativos da ocorrência do ecótono Cerrado-Caatinga).

Nos municípios de São Francisco do Maranhão e Parnarama (Maranhão) a mata ciliar, apesar de ser mais preservada do que a observada em Palmeirais, já apresentava um alto

grau de antropização. Também a flora encontrada era similar em ambas às margens, onde foram coletados materiais de *Ziziphus joazeiro* (juá ou juazeiro) e *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá), ambas consideradas espécies típicas da caatinga.

Ao longo da margem do rio Parnaíba, as espécies mais freqüentes entre as lianas, são principalmente do gênero *Paullinia* ssp. que por ocasião dos levantamentos de campo encontrava-se vistosos com frutos vermelhos, em plena frutificação. E entre as arbóreas merecem destaques às espécies de “gameleira” (*Ficus* ssp) e de “ingá” (*Inga vera*).

Analisando a listagem florística (Tabela 6.1.4-3), observa-se que na área de estudo é comum à presença de espécies pertencentes aos diferentes biomas (Cerrado, Caatinga, Floresta Amazônica), demonstrando a variedade de fisionomias presentes na região.

Das espécies amostradas neste estudo (ênfase em espécies arbóreas e arbustivas) nenhuma está citada na listagem das espécies da flora ameaçadas de extinção (Instrução Normativa IBAMA 177/2008).

Tabela 6.1.4-3 Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AII) do AHE Castelhana.

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Nome Vulgar	Bioma
		Primeira	Segunda			
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.		X	Arb.	Cajueiro	Cerrado/ Caatinga
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		X	arb.	Peito-de-pomba	
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.		X	Arb.		
	<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.)Saff.		X	herb.		
	<i>Guateria</i> sp		X	Arb.		
	<i>Rollinia</i> sp.	X	X	Árv.		
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F. Blake ex Pittier		X	arb.		
	<i>Aspidosperma cf parvifolium</i> A. DC.		X	Arb.	Carapan aúba	Cerrado/ Floresta Amazônica
Arecaceae	<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	X	X	Árv.	Babaçu	Cerrado/ Caatinga/ Floresta Amazônica
	<i>Bactris</i> sp.	X	X	Arb.		

Cont.

Tabela 6.1.4-3 Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AI) do AHE Castelhana.

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Nome Vulgar	Bioma
		Primeira	Segunda			
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea dispar</i> Bureau ex K.Schum.		X	arb		
	<i>Jacaranda ulei</i> Bureau & K. Schum.		X	Arv		
Caryocaceae	<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	X	X	Herb.	Plqui	Cerrado
Chrysobalanaceae	<i>Exellodendron cordatum</i> (Hook.f.) Prance		X	subarb		
	<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	X	X	Arb.	Azeitona do Mato	Cerrado
Combretaceae	<i>Combretum aff. duarteanum</i> Cambess.	X		Arb.	Sarão-do-Cerrado	Cerrado
	<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	X	X	Árv.	Sarão-do-Cerrado	Cerrado
	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	X	X	Árv.	Mofumbo	Caatinga
	<i>Terminalia actinophylla</i> Mart.		X	Árv.		
	<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.		X	trep.		
	<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.		X	Árv.		
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	X	X	Árv.	Lixeira	Cerrado
Ebenaceae	<i>Diospyros cf. inconstans</i> Jacq.		X	Arb.		
	<i>Diospyros sericea</i> A. DC.	X	X	Arb.	Mucuíba	Cerrado
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart.		X	Árv.		
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.		X	Árv.		
Flacourtiaceae	<i>Casearia commersoniana</i> Cambess	X		Arb.		
	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	X	X	Trep.	Bacupari-do-cerrado	Cerrado
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		X	Arb.	Guaçatonga	Cerrado
Lecythidaceae	<i>Eschweilera nana</i> Miers		X	Arb.		
Leguminosae Caesalpinioideae	<i>Caesalpinia bracteosa</i> Tul.	X	X	Herb.		
	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	X	X	Arb.	Pau-ferro	
	<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.		X	Arb.	Canela-de-velho	Cerrado
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.		X	Árv.	Copaíba	Cerrado
	<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	X	X	Árv.		
	<i>Hymenaea aurea</i> Mart.	X		Herb.	Jatobá	Cerrado
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	X	X	Arb.	Jatobá	Cerrado
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	X	X	Árv.	Jatobá	Cerrado

Cont.

Tabela 6.1.4-3 Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AI) do AHE Castelhana.

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Nome Vulgar	Bioma
		Primeira	Segunda			
Leguminosae Mimosoideae	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	X	X	Árv.	Faveira-de-bolota	Cerrado
	<i>Plathymeria reticulata</i> Benth.		X	Herb.		
	<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.		X	Arb.	Barbatimão	Cerrado
Leguminosae Papilionoideae	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	X	X	Arb.		
	<i>Dioclea bicolor</i> Benth.		X	Árv.		
	<i>Dalbergia micoslobium</i> Benth.		X	Árv.		
	<i>Dalbergia</i> sp.	X		Herb.		
	<i>Dipteryx alata</i> Vogel		X	Trep.		
	<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	X	X	Árv.	Pau-mocó	Caatinga
	<i>Poecilanthus subcordata</i> Benth.		X	Arb.		
	<i>Pterodon abruptus</i> (Moric.) Benth.		X	Herb.		
Malpighiaceae	<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke		X	Árv.		
	<i>Byrsonima correaefolia</i> A. Juss.		X	Árv.	Murici	Cerrado
	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth		X	Arb.	Murici	Cerrado
Myrtaceae	<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb.		X	Arb.	Murici	Cerrado
	<i>Campomanesia</i> sp.	X	X	Árv.		
	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.		X	Árv.	Cagaita	Cerrado
	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.		X	Árb.		
	<i>Myrciaria</i> sp.		X	Arb.		
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	X	X	Trep.	Guamirim	Cerrado
	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R. W. Jobson		X	Arb.		
	<i>Psidium</i> sp.1	X	X	Arb.		
Monimiaceae	<i>Psidium</i> sp.2	X		Herb.		
	<i>Siparuna</i> sp.		X	Herb.		
Nyctaginaceae	<i>Guapira cf. graciliflora</i> (Schmidt) Lundell		X	Arb.		
Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	X	X	Arb.	Marupá	Cerrado
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> Radlk.		X	Herb.		
Sapindaceae	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	X	X	Arb.	Tingui	Cerrado
	<i>Sapindus</i> sp.		X	Árv.		
Simaroubaceae	<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	X	X	Herb.		Cerrado
Rubiaceae	<i>Alibertia concolor</i> K.Schum.		X	Arv		
	<i>Simira</i> sp.		X	Árv.		
Vochysiaceae	<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	X	X	Arb.	Carvoeiro	Cerrado
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	X	X	Árv.	Pau-terra	Cerrado
	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	X	X	Árv.	Pau-terra	Cerrado

Hábito: Arv. - Árvore, Arb.- arbusto, Trep.- trepadeira, Herb.- herbácea, Par.- parasita, Epi.- epífita.

6.1.4.4. Análises Fitossociológicas

6.1.4.4.1. Vegetação Savânica

A comunidade vegetal da fitofisionomia savânica da Área Influência Indireta (AII) é representada por: **Savana Arborizada (Cerrado *stricto sensu*)**, tal tipologia apresenta 36 famílias botânicas, 64 gêneros e 82 espécies. As famílias de maior riqueza específica são Fabaceae (9 espécies), Caesalpiniaceae com 8 , Myrtaceae com 7 espécies, Mimosaceae e Combretaceae, ambas com cinco espécies, conforme pode-se observar na **Figura 6.1.4-3**. Dentre as famílias inventariadas, 20 apresentam uma única espécie.

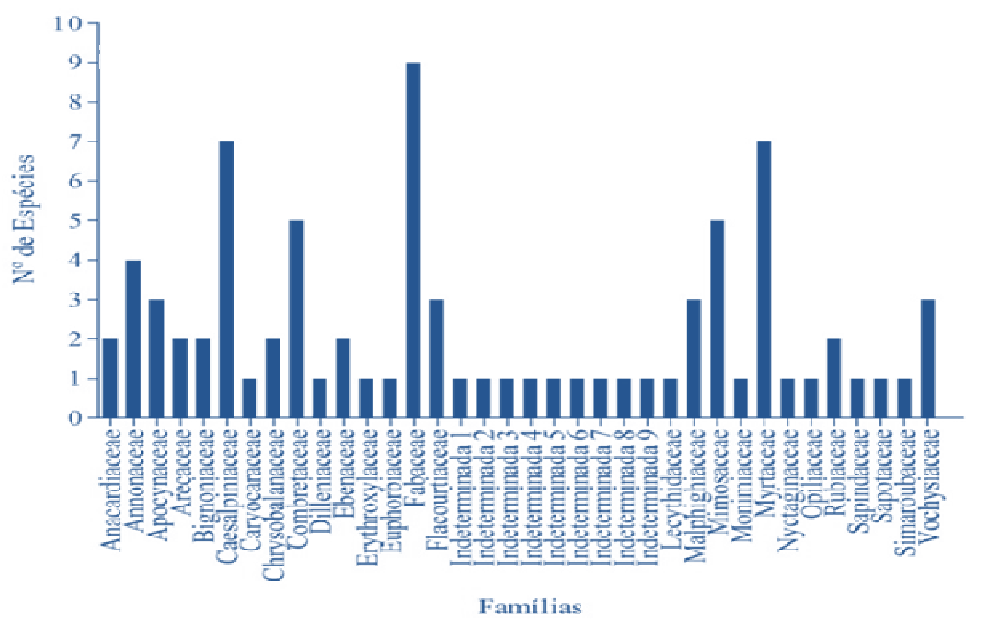


Figura 6.1.4-3 Riqueza de espécies por família botânica levantadas na área de influência indireta, fitofisionomia Savânica, do empreendimento Castelhana.

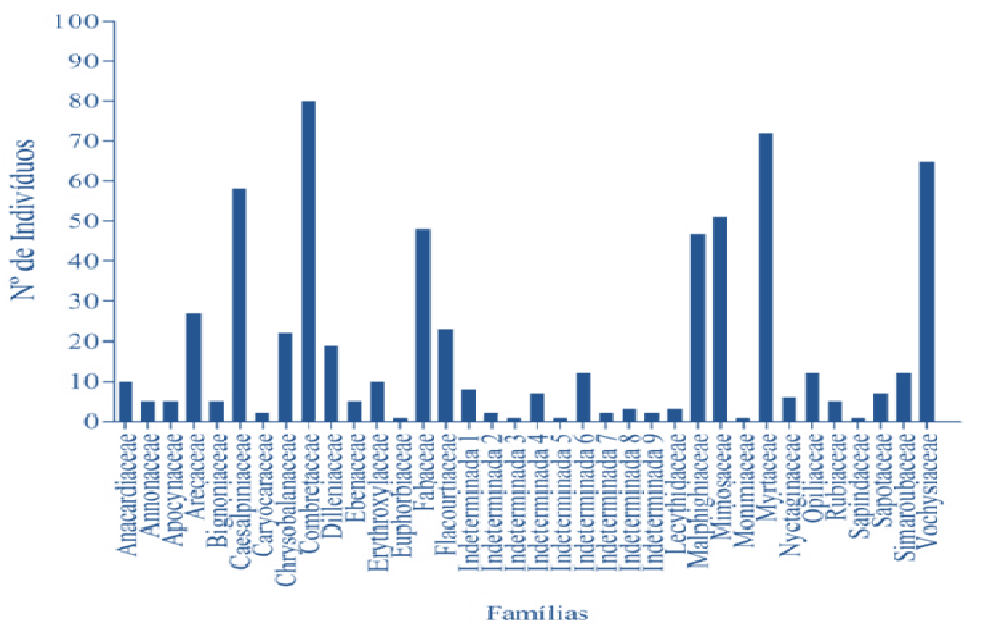


Figura 6.1.4-4 Total de indivíduos por família botânica levantadas na área de influência indireta, fitofisionomia savânica, do empreendimento Castelhana.

Dentre as famílias com maior número de indivíduos destacam-se Arecaceae (152 indivíduos) (23,75% do total de indivíduos amostrados), Mimosaceae (85 ind.), Combretaceae (82 ind), Caesalpiniaceae (56 ind.) e Vochysiaceae (54 ind.). Estas famílias representam 67,03% dos indivíduos amostrados nesta fitofisionomia (**Figura 6.1.4-4**).

A área analisada apresentou uma Densidade Total de 1.428,80 ind.ha⁻¹, sendo *Parkia platycephala* a espécie com maior Densidade, 34 indivíduos, seguida por *Qualea parviflora* (33 indivíduos), *Terminalia actinophylla* (29 indivíduos), *Qualea grandiflora* (29 indivíduos) e *Byrsonima dealbata* (28 indivíduos) (**Tabela 6.1.4-4**). Ao analisar a Densidade Relativa, observou-se que as cinco principais espécies com maiores valores contribuem com 23,91% do valor de total da Densidade.

A fitofisionomia savânica apresenta uma Dominância Total 20,932 m².ha⁻¹, com *Attalea speciosa* apresentando o maior valor de Dominância, contribuindo com 20,21% do total. *Parkia platycephala* (13,27% do total), *Terminalia actinophylla* (11,02%), *Hymenaea stigonocarpa* (6,49%) e *Cenostigma macrophyllum* (5,21%).

A Frequência Total da área foi de 313,13, sendo *Parkia platycephala* a espécie mais frequente. Outras espécies se destacaram quanto a sua distribuição espacial, como *Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora*, *Terminalia actinophylla* e *Byrsonima dealbata*. Estas espécies também se destacaram pela elevada densidade. Dezoito espécies apresentaram-se pouco frequentes na área, por serem amostradas com um único indivíduo na área.

A espécie com maior Valor de Importância (VI) foi *Attalea speciosa*, (8,95% do total), provavelmente por apresentar elevados valores de Dominância Relativa, que outros índices. *Parkia platycephala*, *Terminalia actinophylla* e *Q. parviflora* são as outras espécies com maiores valores (**Tabela 6.1.4-4**). Destacam-se, ainda, quanto ao seu VI: *Q. grandiflora* (3,58%), *Cenostigma macrophyllum* (3,27%), *Hirtella ciliata* (3,24%), *Byrsonima dealbata*

(3,0%), *Psidium* sp (82,94) e *Curatela americana* (2,72%). As dez espécies com maior VI representam 46,17% das espécies.

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 faveira de bolota (*Parkia platycephala*) é uma espécie característica na região Nordeste do país, na Transição do Cerrado para a Caatinga (Lorenzi, 2000).

Quanto ao pau-terra (*Qualea parviflora*,) trata-se de uma planta decídua, heliófita, seletiva xerófita 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).

Pela ordenação das espécies com maior VI, pode-se observar que a área em questão caracteriza-se pela de uma fisionomia de Cerrado *stricto sensu* com elementos de Caatinga e indivíduos de babaçu, demonstrando o carácter transicional da vegetação.

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 Castelhanao.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	26	1,8947	4,06	2,59	20,21	8,95
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	34	1,2443	5,31	5,59	13,27	8,06
<i>Terminalia actinophylla</i> Mart.	29	1,033	4,53	4,19	11,02	6,58
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	33	0,1814	5,16	4,39	1,93	3,83
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	29	0,1323	4,53	4,79	1,41	3,58
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	14	0,4887	2,19	2,4	5,21	3,27
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	20	0,3182	3,13	3,19	3,39	3,24
<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb.	28	0,0404	4,38	4,19	0,43	3
<i>Psidium</i> sp.1	23	0,097	3,59	4,19	1,03	2,94
<i>Curatela americana</i> L.	19	0,2057	2,97	2,99	2,19	2,72
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	5	0,6083	0,78	0,8	6,49	2,69
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	21	0,016	3,28	2,79	0,17	2,08
<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart.	10	0,3145	1,56	1,2	3,35	2,04
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	18	0,0564	2,81	2,59	0,6	2
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	17	0,05	2,66	2,79	0,53	1,99
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	18	0,0487	2,81	2,4	0,52	1,91
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	12	0,1664	1,88	1,8	1,77	1,82
<i>Byrsonima correaefolia</i> A. Juss.	13	0,049	2,03	2,4	0,52	1,65
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	12	0,1187	1,88	1,8	1,27	1,65
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	10	0,151	1,56	1,6	1,61	1,59

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 Castelhana.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Pterodon abruptus</i> (Moric.) Benth.	11	0,0961	1,72	1,8	1,02	1,51
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	6	0,2178	0,94	1,2	2,32	1,49
Indeterminada 2	12	0,0663	1,88	1,6	0,71	1,39
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	12	0,0936	1,88	1,2	1	1,36
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	11	0,0522	1,72	1,6	0,56	1,29
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	9	0,041	1,41	1,8	0,44	1,21
<i>Sapindus</i> sp.	8	0,0928	1,25	1,4	0,99	1,21
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	9	0,1035	1,41	1	1,1	1,17
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R. W. Jobson	8	0,0748	1,25	1,4	0,8	1,15
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	11	0,0111	1,72	1,6	0,12	1,14
<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	2	0,2496	0,31	0,4	2,66	1,12
<i>Pouteria ramiflora</i> Radlk.	7	0,0783	1,09	1,4	0,83	1,11
<i>Caesalpinia bracteosa</i> Tul.	9	0,0485	1,41	1,4	0,52	1,11
Indeterminada 1	7	0,0672	1,09	1,4	0,72	1,07
<i>Psidium</i> sp.2	8	0,0409	1,25	1,4	0,44	1,03
<i>Campomanesia</i> sp.	8	0,0194	1,25	1,2	0,21	0,88
<i>Guapira</i> cf. <i>graciliflora</i> (Schmidt) Lundell	6	0,0418	0,94	1,2	0,45	0,86
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	7	0,0193	1,09	1	0,21	0,77
<i>Myrciaria</i> sp.	6	0,0414	0,94	0,8	0,44	0,73
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	6	0,004	0,94	1	0,04	0,66
<i>Eschweilera nana</i> Miers	3	0,0836	0,47	0,6	0,89	0,65
<i>Anacardium occidentale</i> L.	4	0,039	0,63	0,8	0,42	0,61
<i>Alibertia concolor</i> K.Schum.	4	0,0075	0,63	0,8	0,08	0,5
<i>Dalbergia micoslobium</i> Benth.	4	0,0171	0,63	0,6	0,18	0,47
<i>Jacaranda ulei</i> Bureau & K. Schum.	4	0,0325	0,63	0,4	0,35	0,46
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	3	0,024	0,47	0,6	0,26	0,44
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	3	0,0224	0,47	0,6	0,24	0,44
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	4	0,0066	0,63	0,6	0,07	0,43
<i>Dalbergia</i> sp.	1	0,0877	0,16	0,2	0,94	0,43
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess	4	0,0014	0,63	0,6	0,01	0,41
<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	4	0,0009	0,63	0,6	0,01	0,41

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 Castelhana.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Rollinia</i> sp.	2	0,047	0,31	0,4	0,5	0,4
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	1	0,0796	0,16	0,2	0,85	0,4
<i>Diospyros sericea</i> A. DC.	2	0,046	0,31	0,4	0,49	0,4
<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.	3	0,0049	0,47	0,6	0,05	0,37
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	3	0,0035	0,47	0,6	0,04	0,37
<i>Diospyros cf. inconstans</i> Jacq.	3	0,0017	0,47	0,6	0,02	0,36
Indeterminada 3	3	0,0097	0,47	0,4	0,1	0,32
<i>Plathymeria reticulata</i> Benth.	2	0,0144	0,31	0,4	0,15	0,29
<i>Hymenaea aurea</i> Mart.	2	0,0133	0,31	0,4	0,14	0,28
<i>Combretum aff. duarteanum</i> Cambess.	2	0,0105	0,31	0,4	0,11	0,27
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	2	0,0095	0,31	0,4	0,1	0,27
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2	0,007	0,31	0,4	0,07	0,26
<i>Aspidosperma cf. parvifolium</i> A. DC.	1	0,0379	0,16	0,2	0,4	0,25
<i>Bactris</i> sp.	1	0,0368	0,16	0,2	0,39	0,25
<i>Exellodendron cordatum</i> (Hook.f.) Prance	2	0,0006	0,31	0,4	0,01	0,24
<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.	1	0,0161	0,16	0,2	0,17	0,18
Indeterminada 4	2	0,0006	0,31	0,2	0,01	0,17
<i>Poecilanthe subcordata</i> Benth.	1	0,0127	0,16	0,2	0,14	0,16
<i>Annona coriacea</i> Mart.	1	0,0081	0,16	0,2	0,09	0,15
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	1	0,0032	0,16	0,2	0,03	0,13
<i>Arrabidaea díspar</i> Bureau ex K.Schum.	1	0,0022	0,16	0,2	0,02	0,13
<i>Dioclea bicolor</i> Benth.	1	0,0005	0,16	0,2	0,01	0,12
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	1	0,0004	0,16	0,2	0	0,12
<i>Siparuna</i> sp.	1	0,0004	0,16	0,2	0	0,12
<i>Guateria</i> sp	1	0,0003	0,16	0,2	0	0,12
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F. Blake ex Pittier	1	0,0002	0,16	0,2	0	0,12
<i>Simira</i> sp.	1	0,0002	0,16	0,2	0	0,12

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

Os indivíduos apresentaram uma altura média de 4,76 metros e *P. platycephala* foi a espécie que apresentou a maior altura registrada na área com 22 m. *Vatairea macrocarpa* e *Byrsonima dealbata*, ambas tiveram a menor altura da área que foi de 0,4 m e 0,5 m respectivamente. Foram identificadas 21 classes de altura variando entre 0 à 22m, sendo a de 1 a 1,9 m e a de 2 a 2,9 m as que apresentaram um maior número de indivíduos (**Figura 6.1.4-5**). Apenas dois indivíduos tiveram altura superior a 20 metros. A maior parte dos

indivíduos está concentrada nas classes de 1 e 5,9 metros de altura (70,94%). A menor classe de altura foi representada por 11 indivíduos.

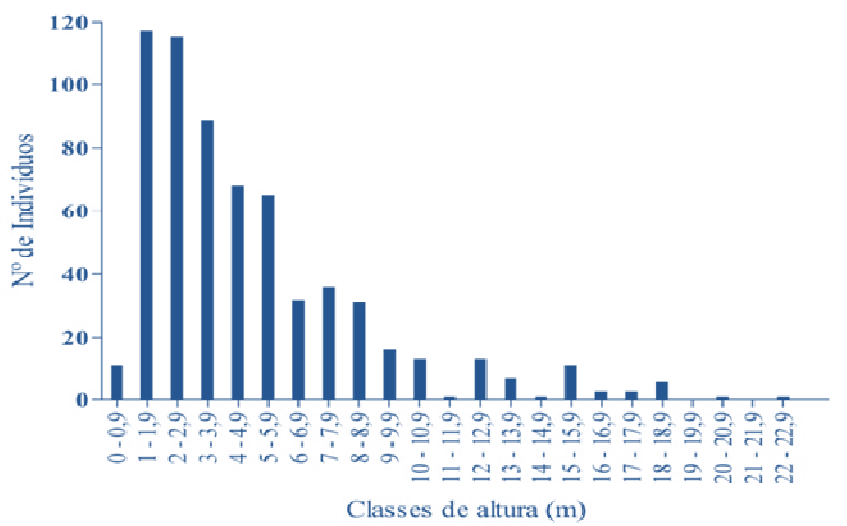


Figura 6.1.4-5 Distribuição dos indivíduos em classes de altura nas áreas de fitofisionomia savânica - Área de Influência Indireta (AII) do AHE Castelhanao.

Os indivíduos se distribuem em 19 classes de diâmetros, e têm um diâmetro médio de 8,79 cm. *P. platycephala* apresentou o maior diâmetro da área, 89,13 cm. *H. stigonocarpa*, *C macrophyllum*, *T. actinophylla* também se destacaram por apresentar elevados valores de diâmetro. Através da **Figura 6.1.4- 6**, pode-se constatar que as classes de diâmetros de 0 a 3 cm, 3 a 6 cm e 6 a 9 cm incluem as maiores quantidades de indivíduos quando comparados as demais classes, que são 155, 146 e 114 indivíduos respectivamente.

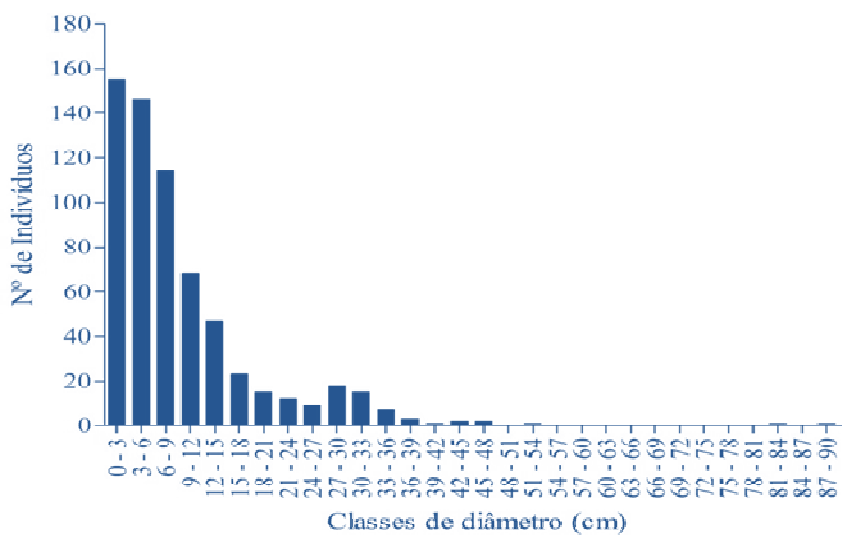


Figura 6.1.4-6. Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro nas áreas de fitofisionomia savânica - Área de Influência Indireta (AII) do AHE Castelhanao.

6.1.4.4.2. Vegetação Florestal

Na fitofisionomia Florestal representada por: **Savana Florestada perturbada (Cerradão) e Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Babaçal)** foram amostrados 34 famílias botânicas, 63 gêneros e 76 espécies. As famílias com maior riqueza específica foram Fabaceae (10 espécies), Caesalpiniaceae (7), Mimosaceae (6), Combretaceae e Vochysiaceae, ambas com cinco espécies (**Figura 6.1.4-7**). Das 34 famílias inventariadas, dezoito famílias apresentaram uma única espécie.

As famílias com elevado número de indivíduos são semelhantes às de maior riqueza específica, com exceção para Arecaceae, que apresenta o maior número de indivíduos, totalizando 152 indivíduos (23,75% do total), porém apresenta apenas duas espécies. Esta família apresenta quase um quarto de todos os indivíduos. Em sequência, destacam-se Mimosaceae, com 85 indivíduos (13,28%), Combretaceae, com 82 indivíduos (12,81%), Caesalpiniaceae, com 56 (8,75%) e Vochysiaceae, com 54 (8,44%). Essas cinco famílias perfazem 67,03% de todos os indivíduos inventariados. Três famílias contribuíram com dois indivíduos, e sete famílias com um único indivíduo.

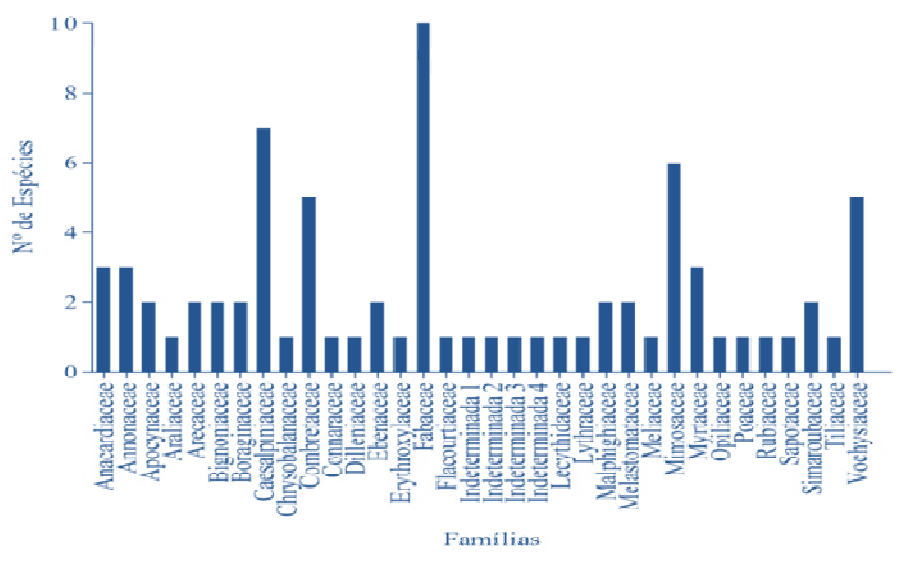


Figura 6.1.4-7. Riqueza de espécies por família botânica levantadas nas áreas de influência indireta (AII) do AHE Castelhana.

A comunidade vegetal de fitofisionomia florestal apresenta uma Densidade Total de 1.357,323 ind.ha⁻¹. *Attalea speciosa* é a espécie que apresenta maior densidade, nesta fitofisionomia, com 140 indivíduos, o que representa 21,88% do total de espécies (**Tabela 6.1.4- 5**). Essa elevada densidade justifica o destaque de Arecaceae entre as famílias de maior número de indivíduos (**Figura 6.1.4- 8**). A segunda espécie de maior densidade é *Parkia platycephala*, com 45 indivíduos, seguida por *Cenostigma macrophyllum* (33 indivíduos), *Terminalia fagifolia* (29 indivíduos) e *Combretum duarteanum* (22 indivíduos). Essas cinco espécies perfazem 42,04% do total inventariado, ou seja, quase metade de todos os indivíduos. Dezesete espécies foram representadas por apenas um indivíduo, o que representa 2,72% do total.

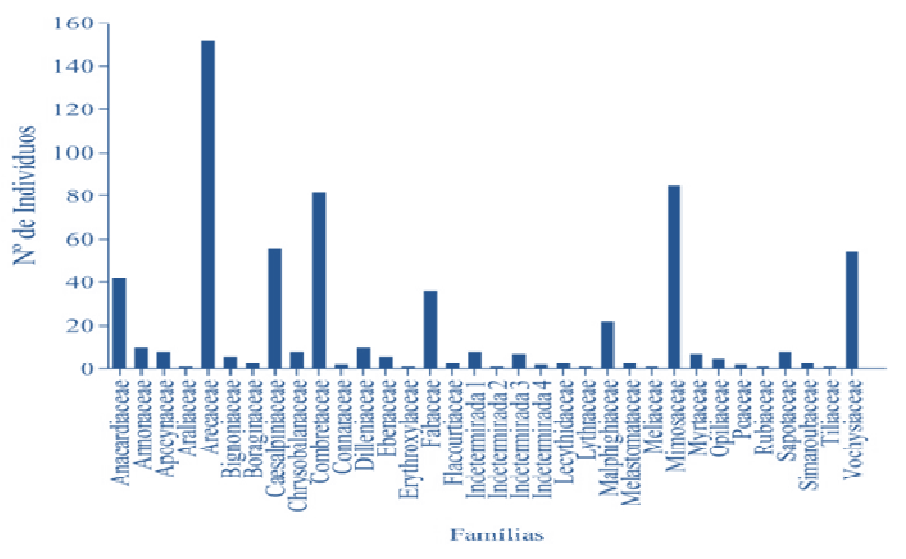


Figura 6.1.4-8. Total de indivíduos por família botânica levantadas nas Áreas de Influência Indireta (AII) do AHE Castelhana.

Esta fitofisionomia teve uma Dominância Total de 36,638 m².ha⁻¹ dos quais 55,19% (20,221 m².ha⁻¹) é representada por indivíduos *A. speciosa* (Tabela 6.1.4- 5). Este valor é 8 vezes maior do que a espécie de segunda maior dominância, que é *Terminalia glabrescens*, (6,55% do total amostrado). Outras espécies se destacaram quanto a Dominância: *Parkia platycephala*, *Cenostigma macrophyllum* e *Anacardium occidentale*, respectivamente, (5,24%); (4,68%) e (3,3%).

A Freqüência Total foi de 270 e em relação a este parâmetro, *A. speciosa* apresentou o maior valor, sendo a sua Freqüência Absoluta (FA) igual a 24,38 (9,03%). *Parkia platycephala*, *Terminalia fagifolia*, *Terminalia glabrescens* e *Qualea grandiflora* também se destacaram quanto a sua distribuição espacial com FA iguais à 18,75 (6,94%); 12,5 (4,63%); 11,88 (4,4%) e 11,88 (4,4%), respectivamente. Dezesete espécies apresentaram uma distribuição restrita, em virtude de estarem presentes em único ponto quadrante.

A espécie com maior Valor de Importância (VI), evidentemente, foi *A. speciosa*, em virtude de apresentar os maiores valores de Densidade, Freqüência e Dominância Relativas (86,093 – 28,7% do total). A segunda espécie de maior VI foi *Parkia platycephala* (19,22 – 6,41%), seguida por *Terminalia glabrescens* (14,23 – 4,74%), *Cenostigma macrophyllum* (13,775 – 4,59%) e *Anacardium occidentale* (10,361 – 3,45%), o que está de acordo com as fitofisionomias florestais amostradas: **Savana Florestada perturbada (Cerradão) e Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Babaçal)**.

A altura média desta área foi 6,50 metros e a altura máxima foi 35 m, atingida por um indivíduo de *Mimosa sp.* O menor indivíduo inventariado foi *A. speciosa* com 70 cm de altura, mostrando que as populações de Babaçu são representadas por diferentes faixas etárias. Foram registradas 29 classes de altura com representantes, e a classe de 5-5,99 m apresentou um maior número de indivíduos, 119 no total. A maioria dos indivíduos estão concentrados entre 2 e 8,99 metros.

A fitofisionomia em questão se distribui em 20 classes de diâmetros. O maior diâmetro registrado, nesta área, foi de um indivíduo de *A. speciosa* e o menor, foi em *Parkia platycephala*. As espécies presentes nas últimas três classes de diâmetro foram: *A. speciosa*, *Terminalia glabrescens* e Fabaceae sp1. A classe diamétrica de 6-8,99 cm apresentou um maior número de indivíduos. A maioria dos indivíduos está concentrado entre as classes de 3 – 14,9 cm.

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

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI (%)
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	140	9,5344	21,88	9,03	55,19	28,7
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	45	0,906	7,03	6,94	5,24	6,41
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	29	0,1219	4,53	4,63	0,71	3,29
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	21	1,1317	3,28	4,4	6,55	4,74
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	33	0,8091	5,16	3,94	4,68	4,59
<i>Anacardium occidentale</i> L.	20	0,5702	3,13	3,94	3,3	3,45
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	22	0,4841	3,44	3,7	2,8	3,31
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	21	0,2219	3,28	4,4	1,28	2,99
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	16	0,3691	2,5	2,31	2,14	2,32
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	17	0,1001	2,66	3,7	0,58	2,31
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	15	0,1752	2,34	2,78	1,01	2,05
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W. Jobson	14	0,0883	2,19	2,78	0,51	1,83
<i>Bactris</i> sp.	12	0,1379	1,88	2,08	0,8	1,59
<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	11	0,1633	1,72	2,08	0,95	1,58
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	7	0,4053	1,09	1,16	2,35	1,53
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	8	0,2916	1,25	1,39	1,69	1,44

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 – All do empreendimento Castelhana, ordenadas segundo o Valor de Importância (VI).

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI (%)
<i>Curatela americana</i> L.	10	0,1025	1,56	2,08	0,59	1,41
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	12	0,0484	1,88	2,08	0,28	1,41
<i>Pouteria ramiflora</i> Radlk.	8	0,1536	1,25	1,39	0,89	1,18
<i>Machaerium punctatum</i> Pers.	9	0,0317	1,41	1,39	0,18	0,99
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	8	0,0394	1,25	1,39	0,23	0,96
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	8	0,0311	1,25	1,39	0,18	0,94
<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.	8	0,0335	1,25	1,39	0,19	0,94
<i>Sapindus</i> sp.	8	0,0195	1,25	1,16	0,11	0,84
<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hill.	7	0,0883	1,09	0,93	0,51	0,84
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	5	0,0932	0,78	1,16	0,54	0,83
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	6	0,0351	0,94	1,16	0,2	0,77
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	6	0,0262	0,94	1,16	0,15	0,75
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	5	0,0385	0,78	1,16	0,22	0,72
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	3	0,1545	0,47	0,69	0,89	0,69
<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb.	5	0,0221	0,78	1,16	0,13	0,69
Indeterminada 3	7	0,0495	1,09	0,69	0,29	0,69
<i>Copaifera martii</i> Hayne	5	0,0243	0,78	0,93	0,14	0,62
<i>Mimosa</i> sp	4	0,0408	0,63	0,93	0,24	0,6
<i>Rollinia</i> sp.	4	0,0176	0,63	0,93	0,1	0,55
<i>Diospyros cf. inconstans</i> Jacq.	4	0,013	0,63	0,93	0,08	0,54
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Colladon) H.S.Irwin & Barneby	4	0,0144	0,63	0,93	0,08	0,54
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	3	0,0206	0,47	0,69	0,12	0,43
<i>Plathymentia reticulata</i> Benth.	3	0,0174	0,47	0,69	0,1	0,42
<i>Psidium</i> sp.	3	0,0162	0,47	0,69	0,09	0,42
<i>Callisthene microphylla</i> Warm.	3	0,0096	0,47	0,69	0,06	0,41
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	3	0,0112	0,47	0,69	0,06	0,41
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	3	0,0535	0,47	0,46	0,31	0,41
<i>Annona coriacea</i> Mart.	3	0,0062	0,47	0,69	0,04	0,4
<i>Eschweilera nana</i> Miers	3	0,0077	0,47	0,69	0,04	0,4

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 – All do empreendimento Castelhana, ordenadas segundo o Valor de Importância (VI).

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI (%)
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	3	0,0124	0,47	0,46	0,07	0,33
Indeterminada 4	3	0,0356	0,31	0,46	0,21	0,33
<i>Myrcia</i> sp.	3	0,0102	0,47	0,46	0,06	0,33
<i>Tabebuia serratifolia</i> G.Nicholson	3	0,0075	0,47	0,46	0,04	0,33
<i>Annona</i> sp.	3	0,0062	0,47	0,46	0,04	0,32
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	2	0,019	0,31	0,46	0,11	0,3
<i>Cordia toqueve</i> Aubl.	2	0,0136	0,31	0,46	0,08	0,28
<i>Diospyros sericea</i> A. DC.	2	0,0087	0,31	0,46	0,05	0,28
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2	0,0108	0,31	0,46	0,06	0,28
<i>Bambusa</i> sp.	2	0,0036	0,31	0,46	0,02	0,27
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	2	0,005	0,31	0,46	0,03	0,27
<i>Mouriri pusa</i> gardn.	2	0,005	0,31	0,46	0,03	0,27
<i>Poecilanthe subcordata</i> Benth.	2	0,0047	0,31	0,46	0,03	0,27
<i>Pterodon abruptus</i> (Moric.) Benth.	2	0,0062	0,31	0,46	0,04	0,27
<i>Campomanesia</i> sp.	1	0,0241	0,16	0,23	0,14	0,18
<i>Dalbergia</i> sp.	1	0,0259	0,16	0,23	0,15	0,18
<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart.	1	0,0145	0,16	0,23	0,08	0,16
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	1	0,0168	0,16	0,23	0,1	0,16
<i>Martiodendron mediterraneum</i> (Mart. ex Benth.) R. Koeppen	1	0,0183	0,16	0,23	0,11	0,16
<i>Cordia rufescens</i> A. DC.	1	0,0092	0,16	0,23	0,05	0,15
<i>Alibertia concolor</i> K.Schum.	1	0,0041	0,16	0,23	0,02	0,14
<i>Dalbergia micoslobium</i> Benth.	1	0,0035	0,16	0,23	0,02	0,14
<i>Lafoensia vandelliana</i> Cham. & Schldl.	1	0,0062	0,16	0,23	0,04	0,14
<i>Samanea</i> sp.	1	0,0032	0,16	0,23	0,02	0,14
<i>Simaba ferruginea</i> A.St.-Hil.	1	0,0032	0,16	0,23	0,02	0,14
<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	1	0,0018	0,16	0,23	0,01	0,13
Indeterminada 2	1	0,0018	0,16	0,23	0,01	0,13
<i>Luehea paniculata</i> Mart.	1	0,0026	0,16	0,23	0,01	0,13
<i>Schefflera burchelli</i> (Seem.) Frodin & Fiaschi	1	0,0018	0,16	0,23	0,01	0,13
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	1	0,0026	0,16	0,23	0,01	0,13

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

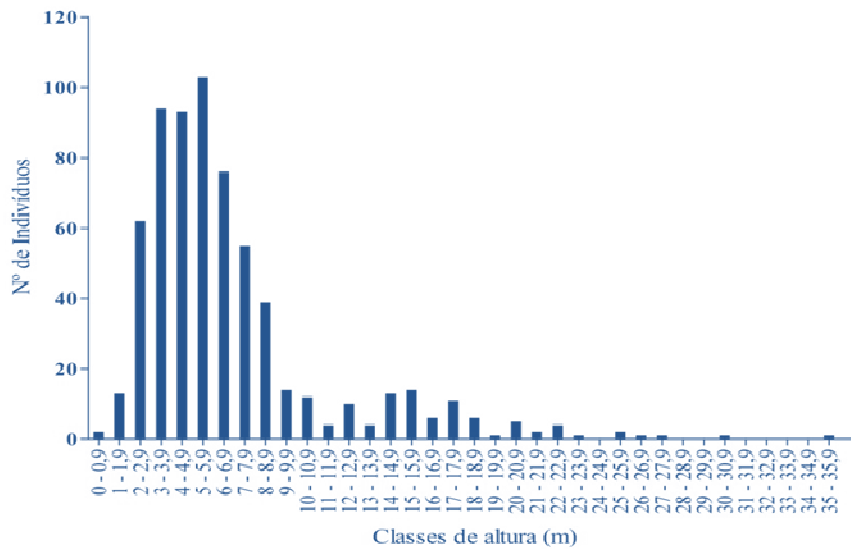


Figura 6.1.4-9 Distribuição dos indivíduos em classes de altura nas áreas de fitofisionomia florestal - Área de Influência Indireta (All) do AHE Castelhanho.

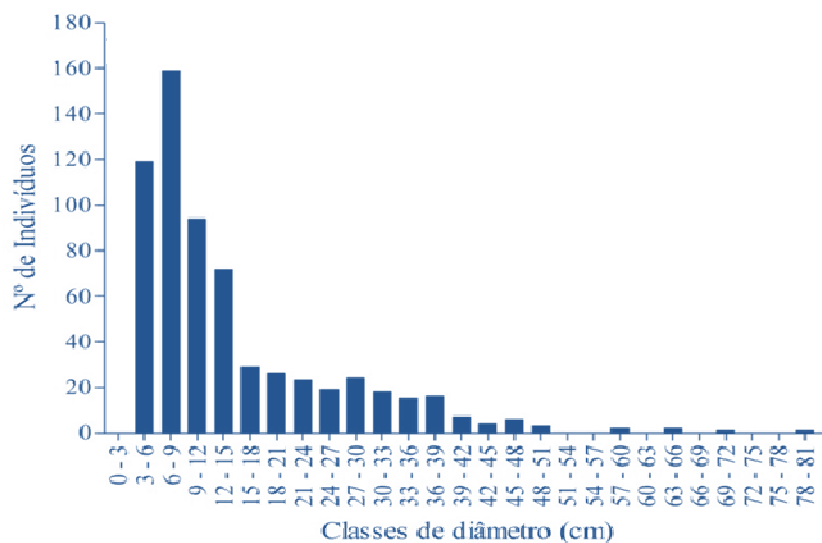


Figura 6.1.4-10 Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro nas áreas de fitofisionomia florestal - Área de Influência Indireta (All) do AHE Castelhanho.

6.1.4.5. Declividade e Granulometria

6.1.4.5.1. Declividade

A área de influência indireta do empreendimento apresenta relevo predominantemente plano, concentrando aproximadamente 66% da área em uma faixa de declividade inferior a três por cento. 13% da AII possui declividade entre 3 e 8%, o que caracteriza um relevo suave ondulado. Essa faixa de declividade é encontrada por toda AII, principalmente no quadrante Nordeste e proximidades do rio. Doze por cento da área, aproximadamente 39 mil hectares, apresenta relevo ondulado. Maiores declividades somam 9% da AII .

O empreendimento encontra-se em uma área de transição de biomas. O relevo de plano a ondulado fornece condições propícias à colonização indiscriminada de diferentes composições vegetais. Apesar dos 200 mil km² de terras planas, esse terreno é entremeado por diversos graus de declividade, o que permite uma boa condição de drenagem.

O Sul do empreendimento, do lado maranhense do rio, encontra-se uma região montanhosa, com altitudes que vão de 120 a 360 metros de altitude e declividades que vão de planas até escarpas. Áreas de relevo mais acentuado condicionam diferentes graus de exposição da vegetação ao sol e ao evento, assim como proporcionam 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. Coutinho *et al.* (2005) indica que nas áreas de maior declive ocorrem as vegetações em melhor estado de conservação, e que as áreas mais planas sofrem maior intervenção antrópica, o que contribui para ocorrência de vegetação em estágios iniciais de sucessão vegetal.

As Estações amostrais foram aleatoriamente escolhidas, se localizando três em áreas planas, duas em suave ondulado e uma em terreno ondulado. Essa distribuição é compatível com o esperado, vistas as distribuições de declividades predominantes observadas na **Tabela 6.1.4.4- 1**. A vegetação levantada é, dessa forma, representativa para essas formações de relevo. Detalhes relativos à cobertura vegetal em identificada para cada estação amostral e grau de declividade encontram-se descritas no capítulo correspondente.

Tabela 6.1.4.4-1 Dados de declividade, AII, AHE Castelhana.

Faixa de declividade (%)	Relevo	Área (Km ²)	Área (Ha)	Fração
< 3	Plano	2.154	215.398	66,0%
3 a 8	Suave ondulado	426	42.614	13,1%
8 a 20	Ondulado	385	38.516	11,8%
20 a 45	Forte ondulado	231	23.149	7,1%
45 a 75	Montanhoso	59	5.887	1,8%
> 75	Escarpado	8	755	0,2%
Total			326.319	100%

6.1.4.5.2. Granulometria

A textura e estrutura do solo apresentam grande influência na distribuição da vegetação como um todo, sobretudo no que diz respeito à disponibilidade hídrica. Solos arenosos apresentam baixa área superficial e espaços relativamente grandes em relação a solos argilosos, que de forma oposta, possuem microporos ou poros capilares de menor diâmetro retendo mais água. Dessa forma, o teor de areia apresenta correlação negativa com a retenção e disponibilidade hídrica no solo, à medida que esta relação torna-se positiva quando do aumento dos teores de argila (Kerbauy, 2004).

Solos com altos percentuais de silte são no geral muito erodíveis, pois acarretam o aparecimento de camadas adensadas em profundidades e crostas na superfície, ocasionando diminuição de infiltração da água (Lemos & Lutz, 1957; Resende, 1985).

Pelo resultado das análises granulométricas puderam-se identificar cinco classes texturais: Areia, Areia-Franca, Franco-Arenosa, Franca e Franco-Argilo-Arenosa. Notou-se que solos com característica arenosa são amplamente distribuídos. A **Tabela 6.1.4.4- 2** destaca os teores médios de areia, silte e argila, indicando a alta concentração de areia em todas as classes texturais. Essa concentração confere a esses solos pouca estrutura e drenagem excessiva. Essas características reduzem sua aptidão agrícola, assim como aumentam sua susceptibilidade a erosão.

Tabela 6.1.4.4- 2 Valores médios das frações do solo e classificação textural de acordo com a estação de amostragem e fisionomia da área de influência indireta do empreendimento Castelhanao.

Fisionomia	Estação	Areia grossa%	Areia fina %	Silte %	Argila %	Classificação textural
All savana	9	25,6	48,9	5,1	20,4	FAGAR
All savana	23	10,2	79,4	0,6	9,8	AR
All savana	43'	16,9	32	32,7	18,4	F
All savana	1'	20,4	52,4	14,8	12,4	FAR
All floresta	5	6,3	73,8	9,5	10,4	ARF
All floresta	8	33,9	49,8	5,9	10,4	ARF
All floresta	10	44	41	2,6	12,4	ARF
All floresta	27	16,1	43,8	19,1	21	FAGAR

AR Areia, ARF Areia-Franca, FAR Franco-Arenosa, F Franca, FAGAR Franco-Argilo-Arenosa

Pouco ainda se sabe sobre as interações entre comunidades vegetais e fatores abióticos que sustentam a sua distribuição e estrutura, como: o clima, estrutura do solo e/ou topografia, sobretudo no caso de áreas ecotonais. E assim, o conhecimento do relacionamento entre solo e vegetação pode auxiliar no manejo das áreas naturais (Rossi et al., 2005).

Tabela 6.1.4.4- 3 Número de amostras de solos por classe textural em cada fisionomia na área de influência indireta do empreendimento Castelhanao.

Textura	Savana Arborizada	Savana Florestada
AR	1	0
ARF	0	3
FAR	1	0
FAGAR	1	1
F	1	0

AR Areia, ARF Areia-Franca, FAR Franco-Arenosa, F Franca, FAGAR Franco-Argilo-Arenosa

6.1.4.6. Considerações Gerais

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

As fitofisionomias savânicas apresentaram maior riqueza em número de famílias que as florestais, porém com número de espécies relativamente próximos. Esse resultado pode ser justificado pela presença de espécies pertencentes a vários biomas.

Devido às condições geradas pela grande diversidade apresentada nas tensões formadas pelos ecossistemas da região, as fitofisionomias savânicas da All obtiveram maiores valores de Densidade, Dominância e Frequência Absoluta.

A comunidade vegetal florestal está organizada em estratos e em classes diamétricas relativamente semelhantes à fitofisionomia savânica, é provável que isso ocorra devido à forte influencia ecotonal da flora das duas fisionomias predominantes nesta área: mata de babaçu nas estações de amostragem florestais e cerrado *sensu strictu* nas savânicas.

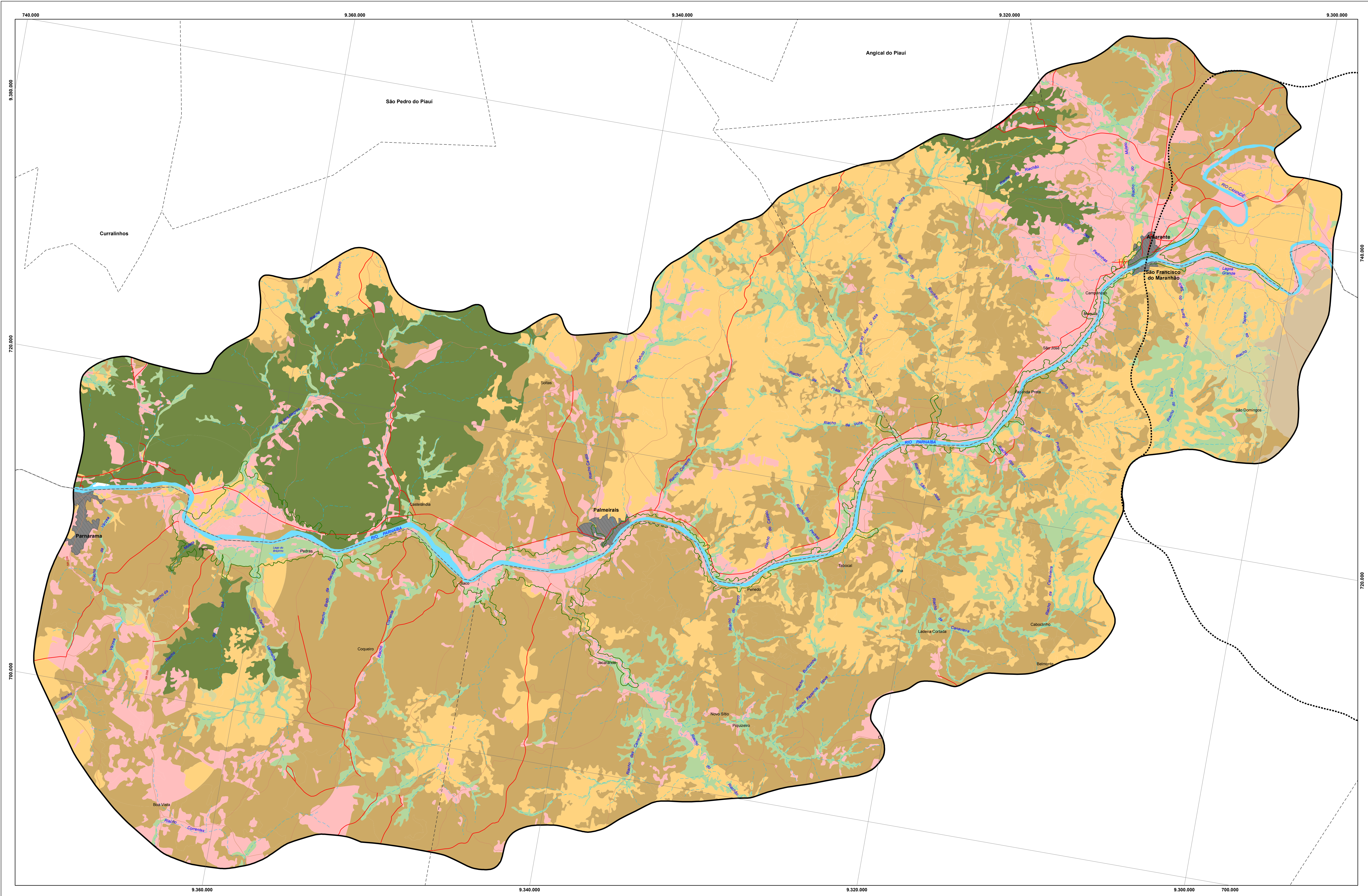
A região da All é representada por um ecótono complexo onde a vegetação do Cerrado encontra a da Floresta Ombrófila Aberta de Babaçu, como também elementos de Caatinga se fazem presentes, ocorrendo comunidades variadas, que se apresentam na paisagem formando um mosaico heterogêneo, onde uma fitofisionomia localiza-se muito próxima de outra, de tal forma que elementos de diferentes tipologias de vegetação se interrelacionam.

Finalmente, não foi amostrada na All nenhuma espécie ameaçada de extinção de acordo com a Instrução Normativa IBAMA 06/2008.

6.1.4.7. Referências Bibliográficas

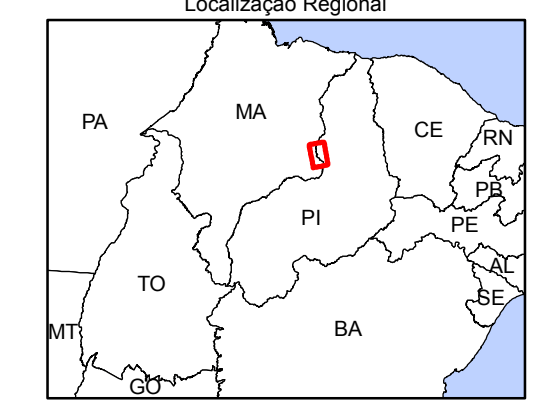
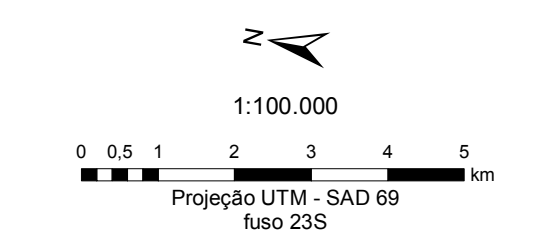
As referências estão citadas conjuntamente no item 9.1.3.9. de Referências Bibliográficas

Anexo VI Mapa de Vegetação / Uso do Solo AHE Castelhana



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

- Convenções Cartográficas**
- Hidrografia**
- 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 - Castelhana
 - Área de Influência Indireta - Estreito
 - Área de Influência Indireta - Castelhana



Fonte:
 - Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Maranhão - CNEC, 2002. Estradas, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pela imagem Landsat, órbita ponto, 219-064 de 02/08/2008
 - Uso do Solo: Interpretação da Imagem Landsat, órbita ponto, 219-064 de 02/08/2008, CNEC, 2009.

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
 AHE CASTELHANO

Mapa de Vegetação/Uso do Solo

Data: 11/2009



ANEXO VII

Documentação Fotográfica – Vegetação AHE Castelhana



Foto 6.1.4. – 1 Queimada de babaçual para roçado em Parnarama, MA. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 6.1.4 – 2 Área de Transição Cerrado-Caatinga. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 6.1.4. – 3 Floresta Aberta com presença de palmeiras e árvores latifoliadas sempre-verdes. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 6.1.4. – 4 Sub-bosque de Savana Florestada alterada (Cerradão) na Estação 91. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.

6.1.5. Fauna

6.1.5.1. Avifauna

No médio curso do rio Parnaíba, que engloba o leste do Maranhão e o oeste do Piauí, ocorre uma zona de transição entre os Domínios Morfoclimáticos da Amazônia 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 da Amazônia e da Caatinga, ocorre nesta região uma interpenetração com o Bioma Cerrado e com outras fisionomias vegetais amazônicas, como as Matas de Cocais, o que confere à região uma característica de mosaico vegetal.

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 & 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 (ANEXO VI Mapa de Uso do Solo/Vegetação do Volume II, Tomo II – Área de Influência Indireta).

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 alii*, 2002) e de “Area Search” (Marantz & Oren, 2000). Estabeleceu-se como critério de suficiência amostral a estabilização da curva de espécies/tempo obtida em cada ponto/transecção, considerando sempre um tempo mínimo de permanência de uma hora em cada ponto.

6.1.5.1.2. Caracterização da Avifauna dos Pontos de Amostragem da AII

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 21 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 foram amostrados mais três pontos extras, sendo um deles em lagoa marginal do rio Parnaíba, um em ambiente de Cerrado, e uma transecção fluvial realizada na mata ciliar do rio Parnaíba, a jusante da cidade de Amarante, totalizando 24 pontos amostrados na AII e AID.

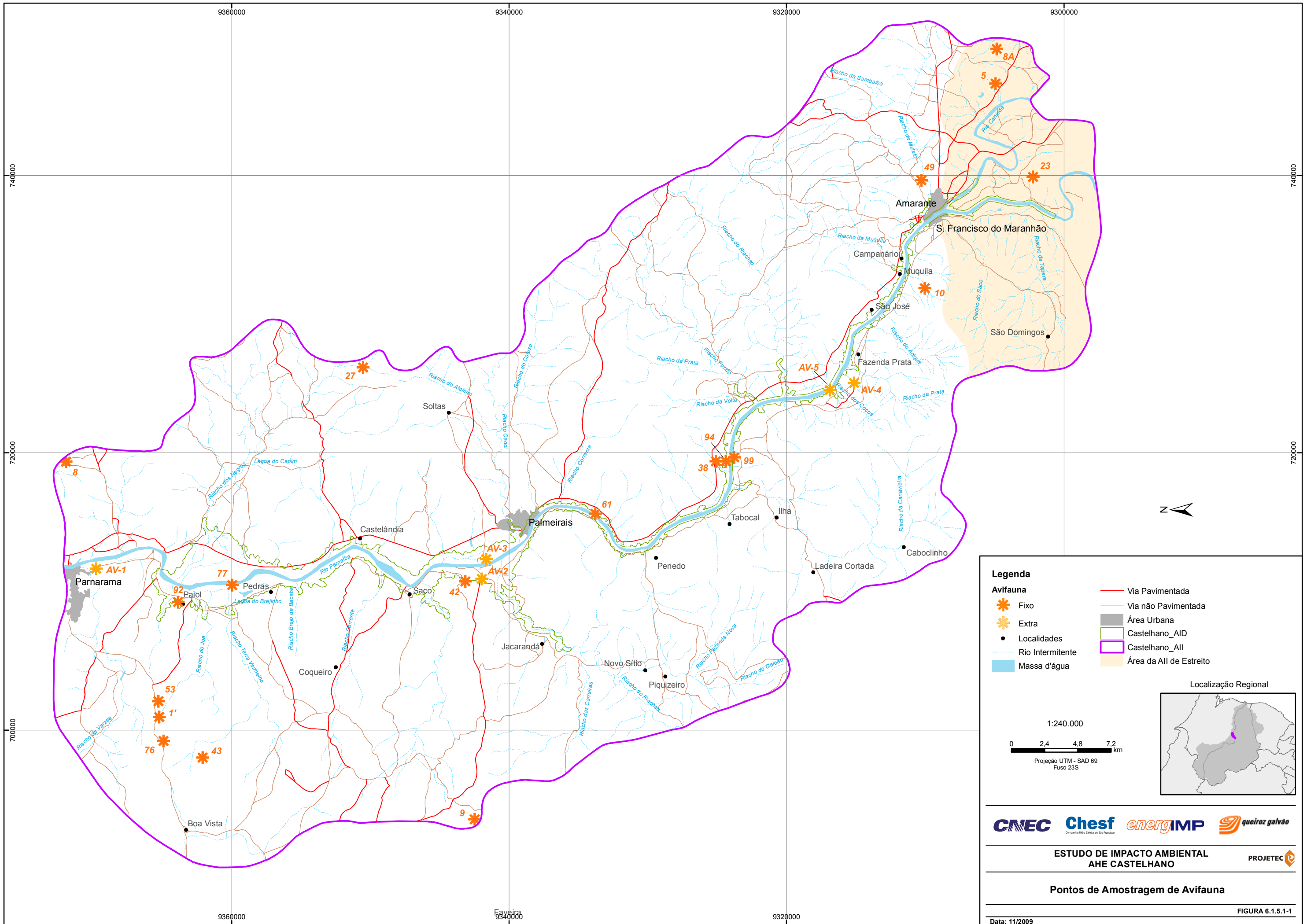
A localização precisa dos pontos de amostragem, bem como os ambientes amostrados em cada um deles, está relacionada na **Tabela 6.1.5.1-1** e na **Figura 6.1.5.1-1**

Tabela 6.1.5.1-1 Pontos amostrados durante as campanhas de campo (março a junho de 2009), nos levantamentos de avifauna do AHE Castelhana.

Pontos	Ambiente Amostrado e localização nas áreas de influência	Coordenadas (UTM)	
		Leste	Sul
1 ^o	Savana - AII	700956	9365239
5	Mata - AII	746615	9304955
8	Mata - AII	719375	9371977
8 ^{a*}	Mata - AII	749110	9304859
9	Savana - AII	693571	9342506
10	Mata - AII	731855	9310052
23	Savana - AII	739897	9302252
27	Mata - AII	726158	9350546
38	Mata - AID	719376	9325111
42	Savana - AID	710734	9343173
43	Savana AII / LT - AII	698024	9362122
49	Mata - AID	739654	9310293
53	LT - Savana AID	702095	9365312
61	Savana - AID	715597	9333813
76	LT - Mata AID	699219	9364947
77	Mata - AID	710474	9359977
92	Mata - AID / AII - LT	709237	9363872
94	Savana - AID	719377	9324394
99	Savana - AID	719673	9323790
AV-1	Área Úmida AII	711638	9369785
AV-2	Área Úmida AID	710921	9342001
AV-3	Área Úmida AID	712332	9341679
AV-4	Savana - AII	725027	9315157
AV-5	Mata Ciliar - AID	724520	9316905

AII – Área de Influência Indireta; AID – Área de Influência Direta; LT – Linha de Transmissão; * Ponto em comum com AHE Estreito.

Foram definidos para as campanhas de campo em função da sua relevância para o grupo avifauna os pontos extras, a saber:



Legenda

Avifauna Fixo	Via Pavimentada
Avifauna Extra	Via não Pavimentada
Localidades	Área Urbana
Rio Intermitente	Castelhana_AID
Massa d'água	Castelhana_AII
	Área da AII de Estreito

1:240.000

0 2,4 4,8 7,2 km

Projeção UTM - SAD 69
Fuso 23S

Localização Regional

CNEC Chesf energIMP queiroz galvão

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL AHE CASTELHANO

Pontos de Amostragem de Avifauna

PROJETEC

Data: 11/2009

FIGURA 6.1.5.1-1

Ponto AV-1 – Situado na periferia da cidade de Parnarama, margem esquerda do rio Parnaíba, nas proximidades do ponto 92. Este ponto foi selecionado devido à presença na área de brejo com abundância de vegetação aquática (**Foto 6.1.5.1-1 Anexo VIII**), ambiente bastante distinto daquele do ponto 92. Os levantamentos neste ponto revelaram a presença de várias espécies paludícolas incomuns nos demais pontos de amostragem.

Ponto AV-2 – Ponto situado na localidade de Barra do Saco, na margem esquerda do rio Parnaíba, em ambiente de lagoas temporárias com abundância carnaúbas. Este ponto foi selecionado por se constituir em ambiente paludícola temporário, presente apenas no período das chuvas, e pelo fato do local ser um sítio reprodutivo de várias espécies paludícolas.

Ponto AV-3 – Ponto amostrado na segunda campanha de campo, situado em lagoa marginal do rio Parnaíba, em sua margem direita, nas imediações da balsa que faz a travessia entre Palmeiras e Barra do Saco. Este ponto foi selecionado devido à presença na área de brejo com abundância de vegetação aquática, ambiente bastante distinto daquele dos pontos situados na mesma região, e o único ambiente paludícola amostrado na margem direita do rio Parnaíba.

Ponto AV-4 – Ponto situado nas imediações da Fazenda Prata, margem esquerda do rio Parnaíba, em ambiente de Cerrado bem preservado sobre afloramentos rochosos e areia (**Foto 6.1.5.1-2 – Anexo VIII**). Este ponto foi selecionado por abranger ambiente de Cerrado, cuja representatividade na área de influência do empreendimento se mostrou bastante baixa. As amostragens neste ponto permitiram registrar espécies não observadas nos demais pontos de amostragem.

Ponto AV-5 – Ponto situado na Mata Ciliar do rio Parnaíba, a jusante da cidade de Amarante, amostrado na segunda campanha de campo, selecionado em função da importância em 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 durante primeira campanha dos trabalhos de campo.

6.1.5.1.3. Considerações sobre a avifauna característica da AII (resultados)

A **Tabela 6.1.5.1-2** 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 alii*. (1992; 1994), Wege & Long (1995), Stotz *et alii* (1996), Sick (1997), BirdLife International (2000), IUCN (2008) e MMA (2003).

Registrou-se um total de 186 espécies de aves na primeira campanha de campo, incluindo uma espécie citada em entrevista com morador local. Os dados obtidos na segunda campanha permitiram um acréscimo de 23 espécies à lista, totalizando 209 espécies.

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*), enquadrado na categoria “vulnerável”. Segundo os critérios definidos pela IUCN (2008), além do arapaçu-do-nordeste, a campainha-azul (*Porphyrospiza caerulescens*) também é considerada globalmente ameaçada, esta última incluída na categoria “quase ameaçada”.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
FAMÍLIA TINAMIDAE					
<i>Crypturellus soui</i> (Hermann, 1783) ^{1,2}	sururina	C	-	42,92?	
<i>Crypturellus undulatus</i> (Temminck, 1825) ¹	jaó	C	1'?	-	
<i>Crypturellus parvirostris</i> (Wagler, 1827) ¹	inhambu-chororó	C	1',5,8A,2742,92?	42,92?	
<i>Nothura boraquira</i> (Spix, 1825) ^{1,2}	codorna-do-nordeste	C	AV-1	,AV-2	
FAMÍLIA ANHIMIDAE					
<i>Anhima cornuta</i> (Linnaeus, 1789) ¹	anhuma	C	-	61,92	
FAMÍLIA ANATIDAE					
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	irerê	C	AV-1	99, AV-3	
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758) ^{1,2}	marreca-asa-branca	C	AV-1	AV3	
FAMÍLIA CRACIDAE					
<i>Penelope superciliaris</i> Temminck, 1815 ¹	jacupemba	C	-	38	
FAMÍLIA ARDEIDAE					
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782) ¹	garça-branca-pequena	C	-	61	
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758) ²	garça-vaqueira	C	-	AV-5	
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758) ^{1,2}	socozinho	C	AV-1	38, AV-2,AV-3,AV-5	
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783) ^{1,2}	socó-boi	C	10, AV-1	92	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçados”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. *Cont.*

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
FAMÍLIA CATHARTIDAE					
<i>Sarcoramphus papa</i> (Linnaeus, 1758) ^{1,2}	urubú-rei	C	AV-4	AV-5	
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793) ¹	urubú-de-cabeça-preta	C	27	53,99	
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758) ¹	urubú-de-cabeça-vermelha	C	1',9	38,53,76,94	
<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845 ^{1,2}	urubú-de-cabeça-amarela	C	1', AV-1	38, AV-5	
FAMÍLIA ACCIPITRIDAE					
<i>Gampsonyx swainsonii</i> Vigors, 1825 ¹	gaviãozinho	C	-	77,94	
<i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot, 1817) ²	gavião-caramujeiro	C	AV-1		
<i>Accipiter superciliosus</i> (Linnaeus, 1766) ¹	gavião-miudinho	C	10	77	
<i>Accipiter bicolor</i> (Vieillot, 1817) ¹	gavião-bombachinha-grande	C	5	-	
<i>Buteo brachyurus</i> Vieillot, 1816 ¹	gavião-de-rabo-curto	C	9	-	
<i>Asturina nitida</i> (Latham, 1790) ¹	gavião-pedrês	C	27	-	
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788) ^{1,2}	gavião-carijó	C	27	38,42,43,49,92,99,AV-4	
<i>Geranospiza caerulescens</i> (Vieillot, 1817) ²	gavião-pernilongo	C	-	AV-4	
<i>Spizaetus tyrannus</i> (Wied, 1820) ¹	gavião-pega-macaco	C	-	61,92	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçados”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
FAMÍLIA FALCONIDAE					
<i>Micrastur ruficollis</i> (Vieillot, 1817) ^{1,2}	gavião-caburé	C	-	42,77	
<i>Micrastus semitorquatus</i> (Vieillot, 1817) ²	gavião-relógio	C	-	42	
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816) ^{1,2}	carrapateiro	C	27,43	38,49,61,99	
FAMÍLIA ARAMIDE					
<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	carão	C	AV-1		
FAMÍLIA RALLIDAE					
<i>Aramides cajanea</i> (Muller, 1776) ^{1,2}	três-potes	C	27	92,AV-2	
<i>Neocrex erythrops</i> (Sclater, 1867) ¹	turu-turu	E	AV-1		
<i>Porphyrio martinica</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	frango-d'água-azul	C	AV-1	AV-2,AV-3	
FAMÍLIA CHARADRIDAE					
<i>Vanellus cayanus</i> (Latham, 1790) ²	batuíra-de-esporão	C	-	AV-5	
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782) ^{1,2}	quero-quero	C	-	61,99,AV-2,AV-5	
FAMÍLIA JACANIDAE					
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	jaçanã	C	AV-1	AV-2,AV-3	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; Vu – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçados”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
FAMÍLIA COLUMBIDAE					
<i>Patagioenas picazuro</i> Temminck, 1813 ¹	pomba-asa-branca	C	-	99	
<i>Patagioenas cayennensis</i> Bonnaterre, 1792 ^{1,2}	pomba-galega	C	-	99,AV-5	
<i>Columbina passerina</i> (Linnaeus, 1758) ²	rolinha-cinzenta	C	AV-4	-	
<i>Columbina minuta</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	rolinha-de-asa-canela	C	43	61,76	
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810) ^{1,2}	rolinha	C	1',8,8A,27,43, AV-1	38,53,61,76,77,99	
<i>Scardafella squammata</i> (Lesson, 1831) ^{1,2}	fogo-apagou	C	1',5,8,8A,9,10,23,43	38,49,53,61,77,99	
<i>Claravis pretiosa</i> (Ferrari-Perez, 1886) ^{1,2}	pomba-de-espelho	C	9,27	76	
<i>Leptotila verreauxi</i> (Bonaparte, 1855) ^{1,2}	juriti	C	5	49,77,92,99,AV-5	
FAMÍLIA PSITTACIDAE					
<i>Diopsittaca nobilis</i> (Neumann, 1831) ¹	maracanã-nobre	C	42,99	42,99	
<i>Aratinga leucophthalma</i> (Müller, 1776) ^{1,2}	periquitão-maracanã	C	27	99,AV-5	
<i>Aratinga jandaya</i> (Gmelin, 1788) ^{1,2}	jandaia-sol	C	8	-	
<i>Aratinga aurea</i> (Gmelin, 1788) ^{1,2}	periquito-rei	C	9,23,27,AV-4	38,53,61,94,99,	
<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818) ^{1,2}	periquito-de-encontro-amarelo	C	43, AV-1	77,92	
<i>Amazona aestiva</i> (Linnaeus, 1758) ¹	papagaio-verdadeiro	C	43	-	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçadas”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
FAMÍLIA CUCULIDAE					
<i>Coccyzus euleri</i> Cabanis, 1873 ¹	papa-lagarta-de-euler	C	-	38	
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	alma-de-gato	C	9,10,43	38,53,76,92,99	
<i>Coccyzua minuta</i> (Illiger, 1812) ¹	chincão-pequeno	C	-	92	
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758 ^{1,2}	anu-preto	C	1. AV-1		
<i>Crotophaga major</i> Gmelin, 1788 ^{1,2}	anu-coroca	C	92,AV-2	92,AV-2,AV-5	
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788) ^{1,2}	anu-branco	C	AV-2	AV-2	
<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766) ¹	saci	C	27	76	
<i>Dromococcyx phasianellus</i> (Spix, 1824) ²	peixe-frito-verdadeiro	C	-	42	
FAMÍLIA STRIGIDAE					
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782) ¹	coruja-do-campo	C	1'	-	
FAMÍLIA CAPRIMULGIDAE					
<i>Lurocalis semitorquatus</i> (Gmelin, 1789) ¹	tujú	C	27	-	
<i>Chordeiles pusillus</i> Gould, 1861 ¹	bacurauzinho	C	43	-	
<i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin, 1789) ^{1,2}	curiango	C	27,43	42	
<i>Hydropsalis torquata</i> (Gmelin, 1789) ¹	bacurau-tesoura	C	27,43	-	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçados”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
FAMÍLIA APODIDAE					
<i>Chaetura meridionalis</i> Hellmayr, 1907 ^{1,2}	andorinhão-do-temporal	C	43	92	
<i>Tachornis squamata</i> (Cassin, 1853) ^{1,2}	tesourinha	C	1'	61,77	
FAMÍLIA TROCHILIDAE					
<i>Glaucois hirsutus</i> (Gmelin, 1788) ^{1,2}	balança-rabo-de-bico-torto	C	-	92	
<i>Phaethornis pretrei</i> (Lesson & Delattre, 1839) ^{1,2}	rabo-branco-de-sobre-amarelo	C	10,43	38,92	
<i>Phaethornis maranhaoensis</i> Grantsau, 1968 ²	rabo-branco-do-maranhão	C	-	92	
<i>Amazilia fimbriata</i> (Gmelin, 1788) ^{1,2}	beija-flor-de-garganta-verde	C	9,27,43	49,76,77,99	
FAMÍLIA TROGONIDAE					
<i>Trogon curucui</i> Linnaeus, 1766 ^{1,2}	surucuá-de-barriga-vermelha	C	5,8, 8 A,9,10,27	42,49,76,92	
FAMÍLIA ALCEDINIDAE					
<i>Ceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	martim-pescador-grande	C	-	AV-2,AV-5	
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790) ^{1,2}	martim-pescador-verde	C	-	38,AV-5	
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788) ^{1,2}	martim-pescador-pequeno	C	AV-1	61	
<i>Chloroceryle inda</i> (Linnaeus, 1766) ²	martim-pescador-da-mata	C	-	92	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçados”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
FAMÍLIA MOMOTIDAE					
<i>Momotus momota</i> Sneathlage, 1912 ^{1,2}	udú-de-coroa-azul	C	-	92	
FAMILIA GALBULIDAE					
<i>Galbula ruficauda</i> Cuvier, 1817 ^{1,2}	bico-de-agulha-de-rabo-vermelho	C	1',5,9,23,AV-4	38,42,49,61,76,77,92	
FAMÍLIA BUCNONIDAE					
<i>Notharchus hyperrynchus</i> (Sclater, 1856) ¹	macuru-de-pescoço-branco	C	-	92?	
<i>Nystalus maculatus</i> (Hellmayr, 1908) ^{1,2}	rapazinho-dos-velhos	C	1',23	77	
<i>Monasa nigrifrons</i> (Spix, 1824) ^{1,2}	bico-de-brasa	C	-	76,92	
<i>Chelidoptera tenebrosa</i> (Pallas, 1782) ¹	urubuzinho	C	23	-	
FAMÍLIA RAMPHASTIDAE					
<i>Pteroglossus aracari</i> (Linnaeus, 1758) ¹	araçari-de-bico-branco	C	-	92	
<i>Ramphastos toco</i> Müller, 1776 ¹	tucanuçu	C	-	61	
FAMÍLIA PICIDAE					
<i>Picumnus pygmaeus</i> (Lichtenstein, 1823) ¹	pica-pau-anão-pintado	C	-	76,77,92	
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 178,8) ²	pica-pau-verde-barrado	C	-	49	
<i>Celeus flavescens</i> (Gmelin, 1788) ¹	pica-pau-de-cabeça-amarela	C	1',5,9,23,43	49,76,92,99	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçados”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
<i>Melanerpes candidus</i> (Otto, 1796) ²	birro	C	AV-1		
<i>Veniliornis passerinus</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	picapauzinho-anão	C	9,10,27,43	38,42,49,76	
<i>Campephilus melanoleucos</i> (Gmelin, 1788) ^{1,2}	pica-pau-de-topete-vermelho	C	9	38,49,92	
FAMÍLIA THAMNOPHILIDAE					
<i>Taraba major</i> (Vieillot, 1816) ^{1,2}	choró-boi	C	27	77,AV-5	
<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764) ^{1,2}	choca-barrada	C	77,92	77,92	
<i>Thamnophilus pelzelni</i> Hellmayr, 1924 ^{1,2}	choca-bate-cabo	C	5,9,23,27, AV-4	38,42,49,53,76,77,94,99	
<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck, 1823) ^{1,2}	choquinha-lisa	C	-	92	
<i>Herpsilochmus atricapillus</i> Pelzeln, 1868 ^{1,2}	chorozinho-de-chapéu-preto	C	9,AV-4	42,49,76,77,92	
<i>Formicivora grisea</i> (Boddaert, 1783) ^{1,2}	papa-formigas-pardo	C	8A,9,10,23,27,AV-4	38,49,76,92	
<i>Pyriglena leuconota</i> (Spix, 1824) ^{1,2}	papa-taoca	C	27	92	
FAMÍLIA FORMICARIIDAE					
<i>Formicarius colma</i> (Hellmayr, 1902) ^{1,2}	galinha-do-mato	C	-	92	
FAMÍLIA FURNARIIDAE					
<i>Furnarius figulus</i> (Lichtenstein, 1823) ^{1,2}	casaca-de-couro-da-lama	C	AV-1	38, AV-2,AV-3	
<i>Furnarius leucopus</i> Swainson, 1838 ^{1,2}	casaca-de-couro-amarelo	C	1',10,43	38, 49,53,61,99,AV-5	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçados”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
<i>Synallaxis frontalis</i> Pelzeln, 1859 ^{1,2}	petrim	C	-	76,94	
<i>Synallaxis scutata</i> (Sclater, 1859) ^{1,2}	estrelinha-preta	C	9	76, 77,92	
<i>Cranioleuca vulpina</i> (Reichenberger, 1922) ^{1,2}	arredio-do-rio	C	AV-1	AV-2, AV-5	
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788) ^{1,2}	curutié	C	AV-1	-	
<i>Pseudoseisura cristata</i> (Spix, 1824) ^{1,2}	casaca-de-couro	C	-	99, AV-2	
<i>Berlepschia rikeri</i> (Ridgway, 1986) ^{1,2}	limpa-folha-do-buriti	C	-	92	
<i>Xenops rutilans</i> Temminck, 1821 ¹	bico-virado-carijó	C	-	49	
FAMÍLIA DENDROCOLAPTIDAE					
<i>Sittasomus griseicapillus reiseri</i> Hellmayr, 1917 ^{1,2}	arapaçu-verde	C	5,27	42,49,77,94	
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i> (Spix, 1824) ¹	arapaçu-do-nordeste	C	-	92	Am-VU (MMA,2003) Am-VU (IUCN, 2008)
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> Berlepsch, 1883 ¹	arapaçu-grande	C	1'		
<i>Dendroplex picus</i> (Gmelin,1788) ^{1,2}	arapaçu-de-bico-branco	C	27,43	42,77,92	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçados”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
<i>Xiphorhynchus guttatus</i> (Sclater, 1854) ^{1,2}	arapaçu-de-garganta-amarela	C	8	77,92,99	
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i> (Lichtenstein, 1822) ^{1,2}	arapaçu-do-cerrado	C	8A,23,43	38,42,53,99	
<i>Campylorhynchus trochilirostris</i> (Lichtenstein, 1820) ²	arapaçu-beija-flor	C	-	AV-5	
FAMÍLIA TYRANNIDAE					
<i>Zimmerius gracilipes</i> (Salvin & Godman, 1883) ^{1,2}	poiaieiro-de-pata-fina	C	-	92	
<i>Campostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824) ^{1,2}	risadinha	C	1',27	53,99	
<i>Sublegatus modestus</i> (Wied, 1831) ²	sertanejo	C	43	94	
<i>Myiopagis viridicata</i> (Vieillot, 1817) ^{1,2}	guaracava-de-orelhas	C	1',5,8A,9,23,27	42,49,53,76,99	
<i>Myiopagis gaimardii</i> (Zimmer, 1941) ^{1,2}	maria-pechim	C	-	92	
<i>Myopagis caniceps</i> (Swainson, 1835) ^{1,2}	maria-da-copa	C	1',9,23,27	42,49,76,92	
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822) ^{1,2}	guaracava-de-barriga-amarela	C	-	61	
<i>Elaenia cristata</i> Pelzeln, 1868 ^{1,2}	guaracava-de-topete-uniforme	C	23,43,AV-4	53,94	
<i>Elaenia chiriquensis</i> Lawrence, 1865 ²	chibum	C	27?	94?	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçados”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846 ^{1,2}	cabeçudo	C	-	49,92	
<i>Capsiempis flaveola</i> (Lichenstein, 1823) ^{1,2}	marianinha-amarela	C	27	76	
<i>Hemitriccus striaticollis</i> (Lafresnaye, 1853) ^{1,2}	sebinho-rajado-amarelo	C	1',8A,9,10	38,42,49,61,92,99	
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837) ^{1,2}	sebinho-de-olho-de-ouro	C	5,8A,9,10,23,27,AV-4	38,43,53,76,94	
<i>Poecilotriccus fumifrons</i> (Hartlaub, 1853) ¹	ferreirinho-de-testa-parda	C	-	92	
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	ferreirinho	C	1',27	76,77,AV-5	
<i>Tolmomyias flaviventris</i> (Wied, 1831) ^{1,2}	bico-chato-amarelo	C	1',5,8,8A,9,10,23,27,43,AV-4	42,49,53,61,76,92,99	
<i>Platyrinchus mystaceus</i> Vieillot, 1818 ¹	patinho	C	27	-	
<i>Myiobius atricaudus</i> Lawrence, 1863 ^{1,2}	assanhadinho-de-cauda-preta	C	5	76,77,92	
<i>Lathrotriccus euleri</i> (Cabanis, 1868) ^{1,2}	enferrujado	C	-	92	
<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (Wied-Neuwied, 1831) ¹	guaracavuçu	C	1',5,23	42,99	
<i>Contopus cinereus</i> (Spix, 1825) ²	papa-moscas-cinzento	C	-	AV-2	
<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764) ¹	freirinha	C	-	38	
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	lavadeira-mascarada	C	-	38,AV-5	
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819) ²	suiriri-cavaleiro	C	43	-	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçados”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
<i>Hirundinea ferruginea</i> (Gmelin, 1788) ^{1,2}	gibão-de-couro	C	AV-4	77	
<i>Attila cinnamomeus</i> (Gmelin, 1789) ^{1,2}	tinguaçu-ferrugem	C	-	92	
<i>Sirystes sibilator</i> (Vieillot, 1819) ¹	gritador	C	9	-	
<i>Casiornis rufus</i> (Vieillot, 1816) ¹	caneleiro	C	9	76	
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789) ^{1,2}	maria-cavaleira	C	8,43	49,77,92	
<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Müller, 1776) ^{1,2}	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	C	23,27,43, AV-4	49,53,94	
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	bem-te-vi	C	1',8,10,38,43	49,53,61,77,94,99, AV-, AV-2,AV-5	
<i>Philohydor lictor</i> (Lichtenstein, 1823) ²	bentevizinho-do-brejo	C	AV-1		
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	neinei	C	1',23,27	42,76,77,99	
<i>Myiozetetes cayanensis</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	C	1', AV-1	38,49,61,77,92,99	
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825) ^{1,2}	bem-te-vi-pequeno	C	1',27,AV-4, AV-1	38,49,61,99	
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Müller, 1776) ¹	bem-te-vi-rajado	C	-	49,76,77,99	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçados”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818) ^{1,2}	peítica	C	9,23	38,76,92	
<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i> (Lafresnaye & D'orbigny, 1837) ¹	peítica-de-chapéu-preto	C	9	92	
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819 ^{1,2}	suiriri	C	23,27,43	38, 49,61,94,99,AV-5	
FAMÍLIA TITYRIDAE					
<i>Pachyrampus polychopterus</i> (Vieillot, 1818) ^{1,2}	caneleiro-preto	C	5,8,10,23	38,42,49,76,92,99	
<i>Tityra cayana</i> (Linnaeus, 1766) ¹	anambé-branco-de-rabo-preto	C	8A	38,76	
FAMÍLIA PIPRIDAE					
<i>Manacus manacus</i> Todd, 1928 ²	rendeira	C	-	92	
<i>Neopelma pallescens</i> (Lafresnaye, 1853) ^{1,2}	fruxú-do-cerradão	C	5,9,23	42,76,77,92	
<i>Chiroxiphia pareola</i> (Linnaeus, 1766) ¹	tangará-falso	C	-	92	
FAMÍLIA HIRUNDINIDAE					
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783) ^{1,2}	andorinha-do-rio	C	AV-1	AV-2,AV-5	
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789) ¹	andorinha-doméstica-grande	C	AV-1	-	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçados”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817) ²	andorinha-serradora	C	43	-	
FAMÍLIA CORVIDAE					
<i>Cyanocorax cyanopogon</i> (Wied, 1821) ^{1,2}	cancã	C	1,8A,9,10	49,76,94	
FAMÍLIA TROGLODYTIDAE					
<i>Pheugopedius genibarbis</i> (Swainson, 1837) ¹	garrinchão-pai-avô	C	-	77?	
<i>Cantorchilus leucotis</i> (Lafresnaye, 1845) ^{1,2}	garrinchão-de-barriga-vermelha	C	27	38,76,77,99,AV-5	
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823 ^{1,2}	corruíra	C	43, AV-1	AV-2	
FAMÍLIA DONACOBIIDAE					
<i>Donacobius atricapillus</i> (Linnaeus, 1766) ²	japacanim	C	-	AV-3	
FAMÍLIA POLIOPTILIDAE					
<i>Ramphocaenus melanurus</i> (Zimmer, 1937) ¹	bico-assoavelado	C	-	92	
<i>Polioptila plumbea</i> (Gmelin, 1788) ^{1,2}	balança-rabo-de-chapéu-preto	C	8A,9,10,23,27, 43	38,49,53,61,76,94,99	
FAMÍLIA TURDIDAE					
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818 ^{1,2}	sabiá-barranco	C	1,8,23,27,43AV-4	,38,42,49,53,76,77,92,99,	
FAMÍLIA MIMIDAE					
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823) ^{1,2}	sabiá-do-campo	C	-	61,99	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçadas”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
FAMÍLIA VIREONIDAE					
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789) ^{1,2}	gente-de-fora-vem	C	5,9,10,23, AV-4	42,53,61,94,99	
<i>Vireo chivi</i> (Vieillot, 1817) ^{1,2}	juruviara	C	9	49,76	
FAMÍLIA PARULIDAE					
<i>Parula pitiayumi</i> (Vieillot, 1817) ¹	mariquita	C	10	49	
<i>Basileuterus flaveolus</i> (Baird, 1865) ^{1,2}	canário-do-mato	C	5	76	
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830) ^{1,2}	pula-pula	C	92	92	
FAMÍLIA COEREBIDAE					
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758) ^{1,2}	cambacica	C	10,23,38, 43	42,49,61,76,77,92	
FAMÍLIA THRAUPIDAE					
<i>Cissopis leverianus</i> (Gmelin, 1788) ¹	tietinga	C	-	76	
<i>Compothraupis loricata</i> (Lichtenstein, 1819) ¹	carretão	C	-	99	
<i>Hemithraupis guira</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	saíra-de-papo-preto	C	1',9,23	49,53,61,76,94	
<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783) ^{1,2}	saíra-de-chapéu-preto	C	5,8A,27	38,49,61,76,77,94	
<i>Eucometis penicillata</i> (Lafresnaye & d'Orbigny, 1937)	pipira-da-taoca	C	-	92	
<i>Tachyphonus rufus</i> (Boddaert, 1783) ^{1,2}	pipira-preta	C	27	76,99	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçados”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem AII	Pontos de Amostragem AID	Status
<i>Piranga flava</i> (Vieillot, 1822) ¹	sanhaço-de-fogo	C	43	-	
<i>Ramphocelus carbo</i> Hellmayr, 1920 ^{1,2}	pipira-vermelha	C	27, AV-1	61	
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	sanhaço-cinzento	C	1',8A,23,27	49,61,76,77,94,99	
<i>Thraupis palmarum</i> (Wied-Neuwied, 1821) ^{1,2}	sanhaço-do-coqueiro	C	1',8,9,10,27,43	38,49,53,61,76,77,92,99	
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	vi-vi	C	27,38,43	42, 49,61,77,92,94	
<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	saíra-amarela	C	5,8A,27	53,94	
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	saí-azul	C	9	77,92	
<i>Conirostrum speciosum</i> (Temminck, 1824) ^{1,2}	figuinha-de-rabo-castanho	C	5,8A,9,42	38,49,53,76,77,94	
FAMÍLIA EMBERIZIDAE					
<i>Zonotrichia capensis</i> (Müller, 1776) ¹	tico-tico	C	AV-1		
<i>Sicalis citrina</i> Pelzeln, 1870 ²	canarinho-rasteiro	C	AV-4	-	
<i>Sicalis columbiana</i> Cabanis, 1851 ¹	canário-do-amazonas	C	92	92	
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766) ¹	tiziu	C	AV-1		
<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758) ¹	bigodinho	C	1'	-	
<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823) ^{1,2}	baiano	C	1',27,43, AV-1		
<i>Tiaris fuliginosus</i> (Wied, 1831) ^{1,2}	cigarra-do-coqueiro	C	27	76,92	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; VU – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçadas”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². AII – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento. Cont.

Tabela 6.1.5.1-2 – Listagem de Espécies por Área de Influência

Espécies de aves registradas por ponto de amostragem, durante as campanhas de campo do AHE Castelhana (março a junho de 2009), de acordo com os pontos relacionados na **Tabela 6.1.5.1-1**, nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

Táxons	Nome popular	Fonte	Pontos de Amostragem All	Pontos de Amostragem AID	Status
<i>Arremon taciturnus</i> (Hermann, 1783) ^{1,2}	tico-tico-do-mato-de-bico-preto	C	8,10	38,49,92	
<i>Coryphospingus pileatus</i> (Wied, 1821) ^{1,2}	galinho-da-serra	C	1',5,8A,10,23,27	43,49,53,61,76,99	
<i>Paroaria dominicana</i> (Linnaeus, 1758) ^{1,2}	cardeal-do-nordeste	C	AV-1	AV-5	
FAMÍLIA CARDINALIDAE					
<i>Saltator maximus</i> (Müller, 1776) ^{1,2}	tempera-viola	C	1',9	76,92,99	
<i>Saltator coerulescens</i> (Six, 1825) ¹	sabiá-gongá	C	AV-1	AV-2	
<i>Porphyrospiza caerulescens</i> (Wied, 1830) ¹	campainha-azul	C	AV-4	-	Am-NT (IUCN, 2008)
FAMÍLIA ICTERIDAE					
<i>Psarocolius decumanus</i> (Pallas, 1769) ^{1,2}	japu	C	-	49,61,77,92,99,AV-5	
<i>Cacicus cela</i> (Linnaeus, 1758) ^{1,2}	xexéu	C	-	49,76	
<i>Icterus cayanensis</i> (Linnaeus, 1766) ^{1,2}	encontro	C	27, AV-4	61,AV-5	
<i>Icterus jamacaii</i> (Gmelin, 1788) ^{1,2}	corrupião	C	1'	99,AV-5	
<i>Gnorimopsar chopi</i> (Vieillot, 1819) ²	graúna	C	AV-4	94,99	
<i>Chrysomus ruficapillus</i> (Vieillot, 1819) ^{1,2}	garibaldi	C	-	99,AV-3	
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789) ^{1,2}	chopim	C	43	61	
<i>Sturnella supercilialis</i> (Bonaparte, 1850) ¹	polícia-inglesa-do-sul	C	-	99,AV-2	
FAMÍLIA PASSERIDAE					
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758) ¹	pardal	C	-	99,AV-2	

Fonte de informação: C – Dados primários, registros em campo; E – Entrevista com morador, pesquisador local ou membro da equipe. **Status:** Am - espécies ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) e globalmente ameaçadas (IUCN, 2008), nas categorias: Ex - provavelmente extinta; CR – criticamente em perigo; EN – em perigo; Vu – vulnerável; LR - espécies ameaçadas com baixo risco; NT – “quase ameaçadas”. A seqüência e nomenclatura das espécies seguem Sick (1997), com alterações na nomenclatura propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (2008). Espécies levantadas na 1ª campanha de campo = ¹ e espécies levantadas na 2ª campanha de campo = ². All – Área de Influência Indireta do empreendimento; AID – Área de Influência Direta do empreendimento.

6.1.5.1.4. Avaliação do Esforço Amostral

Os trabalhos realizados durante as campanhas de campo permitiram um bom conhecimento da área e de sua avifauna, num contexto local e biogeográfico, além de fornecerem dados suficientes para a avaliação dos impactos a serem gerados pelo empreendimento.

Vale ressaltar que a utilização da bioacústica, com reconhecimento auditivo das vocalizações das aves e utilização da técnica de “play-back”, contribuiu sobremaneira para a eficiência das amostragens.

A utilização desta metodologia permitiu atingir durante o inventário de avifauna um bom número de espécies para a área de influência do empreendimento, e também permitiu a detecção de espécies importantes no que se referem à conservação, aves endêmicas e ameaçadas de extinção, que norteiam as análises de impactos e os programas de monitoramento e resgate de fauna.

Considerando que as duas campanhas de campo foram realizadas em períodos de descanso reprodutivo da maioria das espécies da região, quando as aves vocalizam com pouca frequência e se tornam inconspícuas, os resultados obtidos podem ser considerados bastante satisfatórios em termos de caracterização da avifauna local.

O número de espécies registrado na primeira campanha foi de 186 e o acréscimo obtido na segunda campanha foi de 23 espécies, ou 12,36 %, dentre as quais 13 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 10 espécies num total de 186, ou seja, 5,37 %.

Esta análise comparativa entre os dados obtidos nas duas campanhas de campo permite avaliar que para a quase totalidade dos pontos amostrados, a estabilização da curva espécies/tempo foi obtida ainda durante a primeira campanha, pois durante a segunda campanha de campo o incremento de novas espécies nas listagens previamente obtidas nos pontos de amostragem foi inferior a 6 %.

Dentre as 186 espécies registradas na primeira campanha de campo, 127 (ou 68,27 %) foram registradas novamente na segunda campanha. Estes números reiteram a eficiência das amostragens, e demonstram que a estabilização da curva espécies/tempo foi realmente alcançada para os pontos de amostragem, conforme ilustrado no **Gráfico 6.1.5-1-1**.

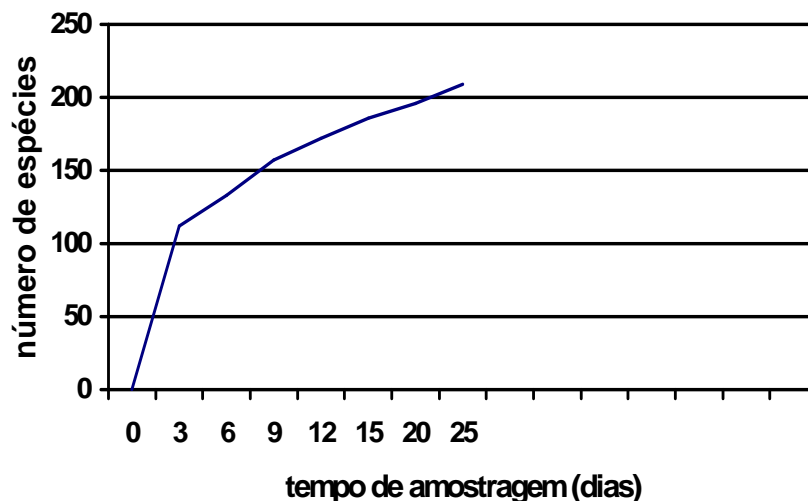


Gráfico 6.1.5.1-1 Curva acumulativa de espécies por unidade de tempo.

Inventários de avifauna realizados durante o mesmo período, em outros quatro AHEs com as mesmas características, situados ao longo do rio Parnaíba, a montante do AHE Castelhana, fornecem dados comparativos em relação àqueles obtidos neste empreendimento.

A riqueza específica de aves detectada no AHE Castelhana foi uma das mais elevadas dentre os cinco AHEs, embora o número de espécies ameaçadas de extinção tenha se mostrado relativamente baixo, conforme ilustrado nos **Gráficos 6.1.5.1 -2 e -3**.

No que se refere à forma de obtenção dos dados no AHE Castelhana, houve uma pequena alteração em relação ao que havia sido previsto no plano de trabalho, em função das condições verificadas em campo.

Inicialmente estavam previstas amostragens em transecções com 500 metros de extensão, ao longo das quais seriam definidos pontos de amostragem com 50 metros de raio. Logo no início dos trabalhos de campo, percebeu-se que em função dos trabalhos se realizarem em ambientes abertos (savanas), onde há baixa densidade de aves, e principalmente pelo fato dos trabalhos de campo se desenvolver durante o período de descanso reprodutivo da maioria das espécies, esta forma de obtenção de dados se mostrou muito pouco eficiente em relação ao objetivo principal dos trabalhos.

Ocorre que ao longo do período de descanso reprodutivo, a maioria das espécies se agrupa em bandos mistos de aves, onde a maioria das espécies se agrega, com o objetivo de otimizar a busca por alimento e minimizar a ação de predadores.

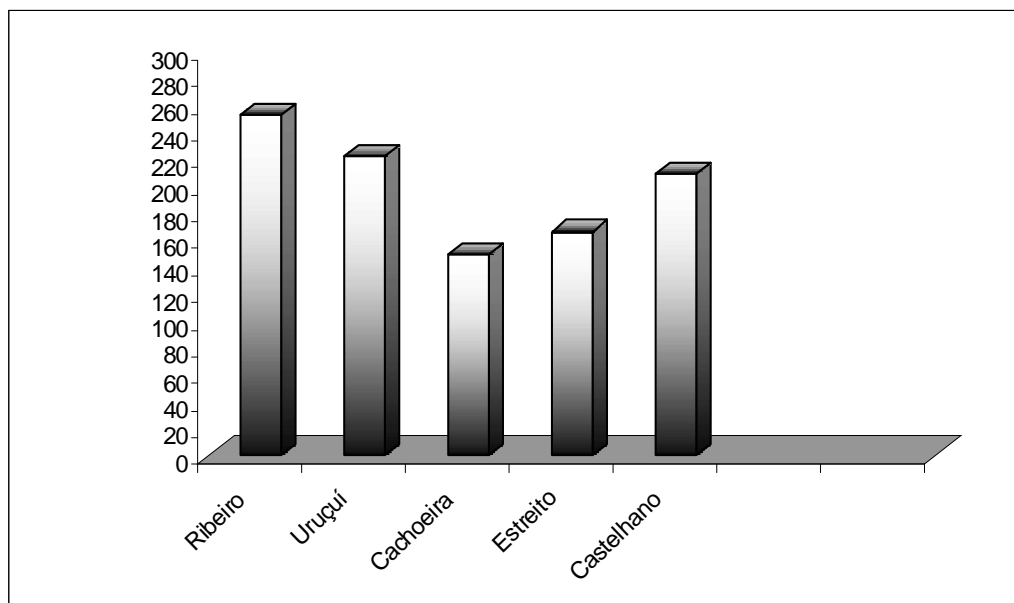


Gráfico 6.1.5.1-2 Riqueza específica de aves em cinco AHEs no rio Parnaíba

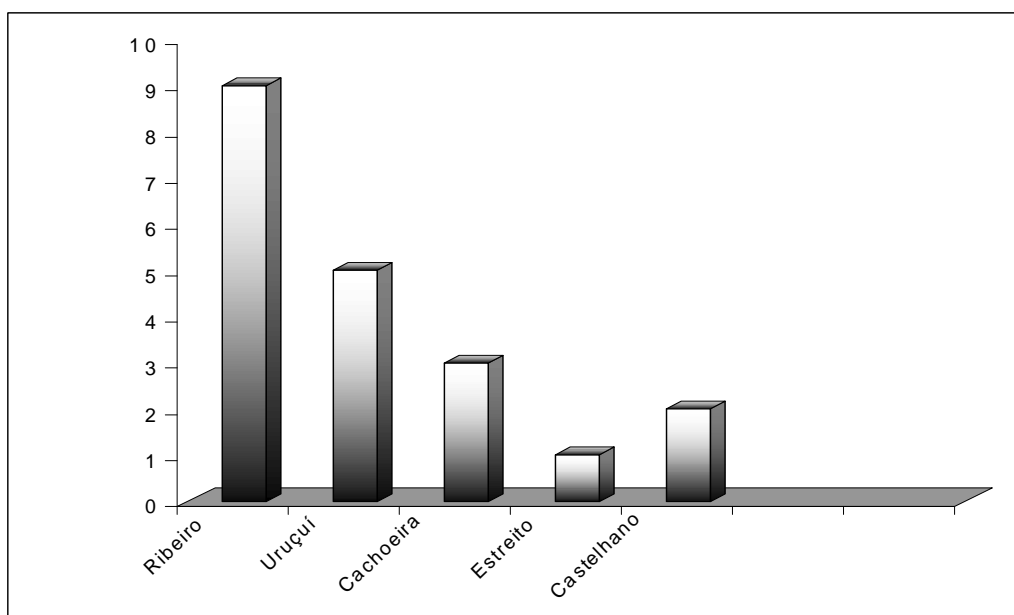


Gráfico 6.1.5.1-3 Espécies de aves ameaçadas de extinção em cinco AHEs no rio Parnaíba

Ao longo das primeiras transecções inventariadas, observou-se que as amostragens produziam bom resultado apenas quando naquele ponto se localizava um bando misto, ao passo que nos demais pontos da transecção, o número de espécies registrado era extremamente baixo ou nulo. Observou-se também que a distância percorrida ao longo da transecção, entre um ponto onde havia um bando misto e outro, muitas vezes foi superior a 500 m, ou seja, superior à própria extensão estabelecida para a transecção.

Em face destes resultados preliminares, e de comum acordo com a coordenação dos trabalhos, optou-se por realizar uma amostragem única ao longo de cada transecção, e foi

estabelecida como critério de suficiência amostral a estabilização da curva de espécies/tempo obtida em cada transecção, considerando sempre um tempo mínimo de permanência de uma hora em cada uma.

Como forma de complementar as amostragens, e tendo sempre em mente a importância dentro do escopo dos trabalhos de se localizar espécies de especial interesse para a conservação (bioindicadoras, endêmicas e ameaçadas), foram estipuladas várias transecções extras, definidas a partir de indícios obtidos em campo sobre a relevância destas áreas para o grupo avifauna.

As amostragens realizadas nestas transecções se mostraram bastante produtivas, tanto pela riqueza específica de aves encontrada nestas áreas, como pela detecção de espécies não registradas nos pontos previamente selecionados, e ainda em decorrência do registro de várias espécies de interesse para conservação nestas transecções.

Cabe notar que dentre as duas espécies globalmente ameaçadas registradas na área de influência do AHE Castelhana, uma delas foi registrada somente em transecção extra.

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 & Frochot, 1981; Blake & Loiselle, 2001; Fjeldsa, 1999; Rappole, Winker & Powell, 1998; Hasselmayer & Quinn, 2000), bem como os efeitos negativos da padronização de tempo de amostragem em levantamentos quali-quantitativos (Smith *et alii*, 1998).

Recentemente foram propostas e testadas novas metodologias utilizando este mesmo princípio, dentre os quais se destacam Mackinnon & Philipps, (1993), Pousen *et alii*, (1997a e 1997b), Bibby *et alii* (2000) e Herzog *et alii* (2002). Análises comparativas demonstrando maior eficiência destas novas metodologias foram apresentadas por Baltanás (1992), Walther & Martin (2001), Walther & Morand (1998) e Whitman *et alii* (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 conseqüentemente no enriquecimento das análises.

Levando-se em conta que o número de pontos de amostragem previamente selecionados e efetivamente trabalhados para o grupo avifauna nos cinco empreendimentos foi de 101, e que o número total de pontos extras amostrados foi de 26 (25,74%), considera-se que os pontos extras de amostragem cumpriram o papel de réplicas temporais, minimizando eventuais lacunas amostrais. O elevado volume de dados obtido durante os trabalhos de campo demonstrou a grande eficiência da metodologia utilizada

6.1.5.1.5. *Composição, Riqueza e Diversidade de Espécies*

Nas comunidades de aves detectadas na Área de Influência do AHE Castelhana, há principalmente espécies de ampla distribuição que ocorrem nos Biomas Caatinga e Cerrado, além de elementos tipicamente amazônicos concentrados em ambientes florestais. Aves típicas do Cerrado *sensu stricto* são bastante incomuns na região.

Nos ambientes florestais mais preservados, notadamente aqueles onde domina a palmeira babaçu (*Attalea speciosa*), denominados Matas de Babaçu ou Matas de Cocais, chama a atenção a presença de um número elevado de espécies tipicamente amazônicas, conforme observado no ponto 92.

A seguir é analisada a composição da avifauna presente em cada um dos ambientes amostrados, destacando-se a presença de espécies ameaçadas de extinção e de espécies indicadoras de boa qualidade ambiental.

Floresta de Babaçu:

Os ambientes de Mata de Babaçu amostrados contemplaram principalmente fragmentos situados nas imediações da cidade de Parnarama, em ambas as margens do rio Parnaíba (pontos 8 e 92).

No ponto 8 (**Foto 6.1.5.1-3 Anexo VIII**), a cobertura vegetal se encontra bastante degradada e a comunidade de aves associada é extremamente pobre. Em contrapartida, no ponto 92, observou-se uma floresta de porte elevado, e com a presença muitas outras espécies vegetais arbóreas além do babaçu.

A comunidade de aves no ponto 92 se revelou bastante rica e diversificada, com a presença de pelo menos dez espécies tipicamente amazônicas. Ao que parece a ocorrência destas espécies está associada a formações florestais bem preservadas, pois estas aves não foram registradas em matas alteradas amostradas em outros pontos da área do empreendimento.

Dentre as espécies registradas, há várias de médio e grande porte, e com exigências ecológicas mais estritas, como o araçari-de-bico-branco (*Pteroglossus aracari*), o gavião-pega-macaco (*Spizaetus tyrannus*) e o surucuá-de-barriga-vermelha (*Trogon curucui*) (**Foto 6.1.5.1-4 – Anexo VIII**).

Ocorrem ainda neste local, aves amazônicas características do sub-bosque de ambientes florestais, como a papa-taoca (*Pyriglena leuconota*), a galinha-do-mato (*Formicarius colma*), o tangará-falso (*Chiroxiphia pareola*) e também o canário-do-amazonas (*Sicalis columbiana*), que embora freqüente mais bordas de florestas, estava nidificando na mata ciliar situada no interior do maciço florestal.

Dentre as espécies registradas no dossel do ambiente florestal, merecem destaque o macuru-de-pescoço-branco (*Nothrachus hyperrynchus*), o tinguauçu-ferrugem (*Attila cinnamomeus*) e o poiaieiro-de-pata-fina (*Zimerius gracilipes*).

Cabe ainda mencionar nas Florestas de Babaçu a presença do rabo-branco-do-maranhão (*Phaethornis maranhaoensis*), espécie endêmica da região, registrada em mata ciliar no entorno do ponto 92.

É notória ainda nos pontos de Floresta de Babaçu amostrados, a presença de pelo menos cinco espécies da família Dendrocolaptidae, conhecidos popularmente como arapaçus ou subideiras, aves estritamente florestais, que se deslocam pelos troncos das árvores como os pica-paus, e que são consideradas excelentes indicadoras de boa qualidade ambiental.

São eles o arapaçu-de-garganta-amarela (*Xiphorhynchus guttatus*), o arapaçu-de-bico-branco (*Dendroplex picus*), o arapaçu-verde (*Sittasomus griseicapillus*), o arapaçu-grande (*Dendrocolaptes platyrostris*) e o arapaçu-do-nordeste (*Xiphocolaptes falcistrostris*), este último ameaçado de extinção (MMA,2003; IUCN, 2008).

Floresta Ciliar:

As Florestas Ciliares amostradas na área de influência do empreendimento são caracterizadas em sua grande maioria pela pequena extensão, e se situam notadamente ao longo dos afluentes do rio Parnaíba.

Nas matas ciliares dos afluentes do rio Parnaíba, predomina uma vegetação arbustivo-arbórea pouco diversificada, como nos pontos 61 e 38 da AID onde a ocorrência de buritis foi notada de forma muito pontual. A presença de buritis isolados foi verificada principalmente nos pontos amostrados na margem direita do rio Parnaíba, onde se registrou espécies como o tucanuçu (*Ramphastos toco*), a tesourinha (*Tachornis squamata*) e a anhumã (*Anhima cornuta*).

Registrou-se ainda no ponto 38, uma espécie migratória que ocorre principalmente na Caatinga, e que estava se reproduzindo na mata ciliar durante a primeira campanha de campo, o papa-lagarta-de-euler (*Coccyzus euleri*).

A Mata Ciliar do rio Parnaíba, de acordo com os dados obtidos principalmente na segunda campanha de campo, apresenta porte reduzido, 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 há poucos ambientes paludícolas ao longo do rio.

Durante a segunda campanha de campo, foi realizada amostragem extra ao longo do rio Parnaíba, a jusante da cidade de Amarante, com a intenção de avaliar de forma mais detalhada a composição e distribuição espacial da comunidade de aves deste ambiente.

Dentre as espécies registradas na Mata Ciliar do rio Parnaíba está o arredio-do-rio (*Cranioleuca vulpina*), o anu-coroça (*Crotophaga major*), o choró-boi (*Taraba major*), a

garça-real (*Pilherodius pileatus*) e o encontro (*Icterus cayanensis*), espécies de ampla distribuição no Cerrado e na Caatinga.

Savana:

Os ambientes de Savana dominam a paisagem ao longo da área de influência do AHE Castelhana. Fisionomias vegetais de Cerrado e Caatinga se interpenetram ao longo de toda a área, e no que se refere às aves, ocorre uma situação biogeográfica peculiar.

Em praticamente todos os locais com fisionomias savânicas amostrados, predominam espécies de ampla distribuição dentro do Domínio do Cerrado e da Caatinga, que ocorrem predominantemente em um deles ou em ambos, mas não foram detectadas espécies de distribuição exclusiva nestes biomas.

Mesmo nos pontos onde havia ambientes mais abertos com fisionomia de Cerrado, como nos pontos AV-4, 43 e 94 (**Foto 6.1.5.1-5 Anexo VIII**), predominam aves de ampla distribuição, como o papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*), a graúna (*Gnorimopsar chopi*), a guaracava-de-topete-uniforme (*Elaenia cristata*) e o rapazinho-dos-velhos (*Nystalus maculatus*).

Da mesma forma, foi detectada no entorno de algumas áreas úmidas a presença de espécies que ocorrem predominantemente na Caatinga, mas cuja distribuição geográfica não se restringe a este Bioma, como o carretão (*Compsothraupis loricata*) e o cardeal-do-nordeste (*Paroaria dominicana*).

Áreas Úmidas:

As áreas úmidas amostradas durante as campanhas de campo do AHE Castelhana se concentraram entre as cidades de Palmeirais e Parnarama, e abrangeram três pontos extras com ambiente de brejos intermitentes de pequena extensão.

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

Embora estas áreas úmidas estejam sujeitas a pressões antrópicas, os levantamentos nestes pontos revelaram a presença de pelo menos dez espécies paludícolas que não foram registradas nos outros pontos de amostragem.

Na comunidade de aves presente nestas áreas, há principalmente espécies de distribuição ampla, mas cuja ocorrência se restringe a este tipo de ambiente, algumas delas são migratórias, como o frango-d'água-azul (*Porphyrio martinica*), o irerê (*Dendrocygna viduata*), a marreca-de-asa-branca (*Dendrocygna autumnalis*) e o gavião-caramujeiro (*Rosthramus sociabilis*), e se alimentam de caramujos que vivem sobre a vegetação aquática, assim como o carão (*Aramus guarauna*).

Cabe ainda notar, no entorno das áreas úmidas, a presença de espécies que ocorrem predominantemente no Bioma Caatinga, como a codorna-do-nordeste (*Nothura boraquira*), o corrupião (*Icterus jamacaii*), o casaca-de-couro (*Pseudoseisura cristata*) e o turu-turu (*Neocrex erythrops*), este último mencionado em entrevista com morador local.

6.1.5.1.6. *Espécies Raras, Ameaçadas, Bioindicadoras e de Valor Cienético*

A avaliação das características da avifauna foi efetuada com base na presença/ausência de espécie indicadoras, que ocorrem nas áreas mais íntegras. Neste sentido, vale ressaltar que as amostragens realizadas na região de Parnarama revelaram a presença de espécies mais exigentes ecologicamente, indicando que as formações vegetais desta área encontram-se melhor preservadas que as demais.

No que se refere às espécies ameaçadas de extinção registradas na área de influência do AHE Castelhana, 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, a campainha-azul (*Porphyrospiza caerulescens*) é citada como ameaçada, na categoria “quase ameaçada”, segundo critérios definidos pela IUCN (2008).

O arapaçu-do-nordeste é uma espécie essencialmente florestal, bastante exigente ecologicamente, e com distribuição predominante em florestas do nordeste do país. Há registros históricos da espécie para a região, especificamente nas localidades de Timon, São Francisco do Maranhão, Presidente Dutra, Teresina e Amarante (Collar *et alii*, 1992; Silva & Oren, 1997). Obteve-se um único registro da espécie, durante a primeira campanha de campo, em Floresta de Babaçu bastante preservada situada no ponto 92.

A campainha-azul é um representante típico do Domínio do Cerrado, que habita em geral formações vegetais mais abertas como campos cerrados. Obteve-se apenas um registro desta espécie, durante a primeira campanha de campo, no ponto AV-4. Nesta ocasião, um indivíduo adulto foi observado enquanto vocalizava em meio a afloramentos rochosos com vegetação arbustiva.

6.1.5.1.7. *Referências bibliográficas*

As Referências Bibliográficas referentes ao texto sobre Avifauna da AII do empreendimento AHE Castelhana seguem apresentadas conjuntamente às referências da AID do mesmo empreendimento no item 9.1.4.1.5



Anexo VIII

Documentação Fotográfica - Avifauna

AHE CASTELHANO



Foto 6.1.5.1-1 Brejo com abundância de vegetação aquática no ponto AV-1. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 6.1.5.1-2 Cerrado sobre solo litólico no ponto AV-4. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 6.1.5.1-3 Floresta de Babaçu bastante alterada no ponto 8. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 6.1.5.1-4 Surucuá-de-barriga-vermelha (*Trogon curucui*). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 6.1.5.1-5 Vegetação aberta com fisionomia de Cerrado no ponto 43. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.

6.1.5.2. Mastofauna

6.1.5.2.1. Metodologia

6.1.5.2.1.1. Pequenos Mamíferos

O levantamento de pequenos mamíferos utilizou duas metodologias de amostragem, através do uso de armadilhas tipo “live-trap” e de queda (“pitfall”). As capturas foram realizadas entre os dias 17 de fevereiro e 17 de março e entre 22 de maio e 18 de junho de 2009, nas diversas fitofisionomias existentes.

- **Live-traps:** Foram estabelecidas linhas de captura, com estações a cada 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 17h30 às 00h30 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).

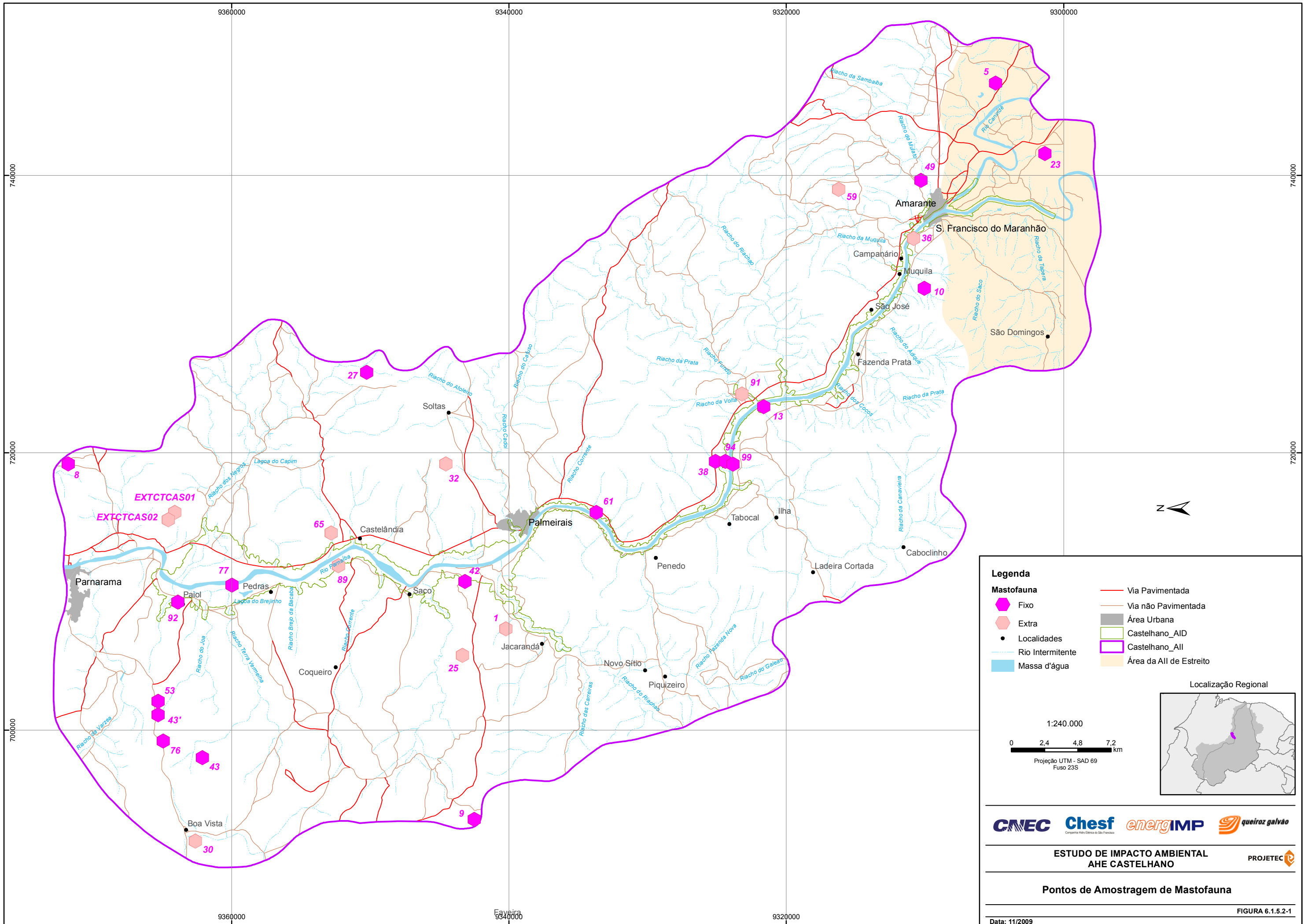
Para o cálculo das freqüências de ocorrência das áreas de influência direta e indireta (AID e All) de cada reservatório consideramos o total de registros de todas as espécies conjuntamente, sem distinção por grupo (pequenos, médio-grande, morcegos). Já para as análises das freqüências do reservatório como um todo (sem distinção de área de influência) considerou 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. A **Figura 6.1.5.2-1** apresenta o mapa com a localização dos pontos de amostragem da mastofauna do presente estudo. De uma maneira geral, observa-se na área de Castelhana uma característica transicional entre os biomas do Cerrado e da Amazônia. Entretanto, do ponto de vista do Parnaíba como um todo, na região de Floriano percebe-se influência do bioma da Caatinga, enquanto na área de Uruçuí a Tasso Fragoso predominam as formações savânicas do Cerrado. 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 Castelhana foram amostrados 30 pontos, sendo 19 consolidados e 11 pontos extras. Estes compreenderam tanto fisionomias savânicas quanto de mata, nas áreas de influência direta e indireta – **Tabela 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.



Legenda

	Fixo		Via Pavimentada
	Extra		Via não Pavimentada
	Localidades		Área Urbana
	Rio Intermitente		Castelhano_AID
	Massa d'água		Castelhano_AII
			Área da AII de Estreito

1:240.000

0 2,4 4,8 7,2 km

Projeção UTM - SAD 69
Fuso 23S

Localização Regional

CNEC Chesf energIMP queiroz galvão

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL AHE CASTELHANO

Pontos de Amostragem de Mastofauna

PROJETEC

Data: 11/2009

FIGURA 6.1.5.2-1

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

Ponto	Ambiente	Coordenada	Pequenos	Médio-Grande	Morcegos
Cas 1	Savana - All	23M 0707318 / 9340233		Vestígios	x
Cas 05	Mata - All	23M 0746655 / 9304916	pitfall/livetrapp	Vestígios	x
Cas 08	Mata - All	23M 0719194 / 9371796	pitfall/livetrapp	Vestígios	x
Cas 09	Savana - All	23M 0693571 / 9342506		vestígio/entrev	x
Cas 10	Mata - All	23M 0731855 / 9310052		Vestígios	x
Cas 23	Savana - All	23M 0741570 / 9301354	pitfall/livetrapp	Vestígios	x
Cas 25 alternativo	Savana - All	23M 0705396 / 9343352		Vestígios	x
Cas 27	Mata - All	23M 0725803 / 9350256		Vestígios	
Cas 30 alternativo	Savana - All	23M 0692015 / 9362614		Entrevista	
Cas 32 alternativo	Savana - All	23M 0719203 / 9344551		Vestígios	
Cas 43	Savana - All / All - LT	23M 0698024 / 9362122		Vestígios	
Cas 43'	Savana All -LT	23M 0701123 / 9365302		Vestígios	x
Cas 59 alternativo	Mata - All	23M 0739000 / 9316230		Vestígios	x
Cas 94	Savana All	23M 0719377 / 9324394	pitfall/livetrapp	Vestígios	x
EXTCTCAS01	Mata - All	23M 0715711 / 9364108		Vestígios	
EXTCTCAS02	Mata - All	23M 0715188 / 9364564		Vestígios	
Cas 13	Savana - AID	23M 0723335 / 9321632		vestígio/entrev	
Cas 36	Savana - AID	23M 0735455 / 9310832		Vestígios	X
Cas 38	Mata - AID	23M 0719376 / 9325111		Vestígios	X
Cas 42	Savana - AID	23M 0710734 / 9343173		Vestígios	X
Cas 49	Mata - AID	23M 0739654 / 9310294	pitfall/livetrapp	Vestígios	X
Cas 53	LT - Savana - AID	23M 0702095 / 9365312	pitfall/livetrapp	Vestígios	X
Cas 61	Mata - AID	23M 0715699 / 9333710	pitfall	Vestígios	X
Cas 65 alternativo	Savana - AID	23M 0714222 / 9352833		Vestígios	X
Cas 76	LT - Savana - AID	23M 0699219 / 9364947	pitfall/livetrapp	Vestígios	X
Cas 77	Mata - AID	23M 0710474 / 9359977		Vestígios	X
Cas 89 alternativo	Savana - AID	23M 0711874 / 9352292		Vestígios	
Cas 91 alternativo	Savana - AID	23M 0724235 / 9323193		Vestígios	X
Cas 92	Savana AID / All - LT	23M 0709237 / 9363872	livetrapp	Vestígios	X
Cas 99	Savana - AID	23M 0719174 / 9323850	pitfall/livetrapp	Vestígios	X

6.1.5.2.2. Caracterização da Mastofauna da Área de Influência Indireta

Na área de influência indireta foram identificadas 58 espécies de mamíferos, o que representaria 80.6% das espécies encontradas em todo o AHE Castelhana e 49.2% do total de espécies identificadas para toda a área do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (**Tabelas 6.1.5.2-2, -3**). Destas, oito foram consideradas ameaçadas de extinção (nacional ou regionalmente) ou de especial interesse. De destaque na área de Castelhana foi a captura em pitfall de uma espécie considerada arbórea e exclusiva de áreas amazônicas, *Makalata obscura*, o que confirma a transitoriedade de Castelhana com o bioma da Amazônia. Este achado expande consideravelmente a área de distribuição geográfica da espécie.

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 roedores *Thrichomys inermis* (10.3% do total geral de todos os registros de mamíferos na AII), *Oligoryzomys* sp. 1 (2.9%) e o marsupial *Marmosa murina* (4%). Das espécies de médio-grande porte os registros mais abundantes foram para a raposa *Cerdocyon thous*, paca (*Agouti paca* – 5.2% cada) seguido pelo tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*) e veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira* – 3.9% cada) e pela cutia (*Dasyprocta prymnolopha* – 4%). Um fato interessante é que, à exceção da raposa, todas as demais espécies mais comumente detectadas de médio-grande porte são aquelas que tendem a ser alvo de caçadores. Dentre as espécies de quirópteros a maior abundância de registros foi para *Carollia perspicillata* (7.5%) e para o morcego-vampiro *Desmodus rotundus* (2.3%). O percentual de representatividade do morcego-vampiro chega a ser razoavelmente elevado, especialmente quando comparado ao de outras áreas. A alta incidência de animais domésticos em si não explicaria de todo isto. Em outras áreas com rebanho doméstico igualmente considerável a incidência desta espécie tende a ser baixa dentro do grupo dos morcegos e mais ainda dentro do contexto de toda a mastofauna, o oposto do observado na AII de Castelhana.

Não foi observada nenhuma diferença significativa na diversidade (riqueza-abundância) de mamíferos encontrados entre as fisionomias savânicas e de mata na AII ($H = 0.633$, $P = 0.426$), seguindo ao padrão geral de toda a área do Parnaíba. 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), a metade foi registrada na AII de Castelhana. São relevantes as presenças de todas as espécies de felinos ameaçados, inclusive da onça-pintada (*Panthera onca*). Entretanto, todas, à exceção do gato-maracajá-verdadeiro (*Leopardus pardalis* – 2.1% dos registros), com frequência de ocorrência muito baixa, já que a área apresenta considerável ação antrópica.

Os registros fotográficos das espécies podem ser encontrados no anexo sobre Documentação fotográfica Mastofauna AHE Castelhana ao final da apresentação dos dados da AID do **item 9.1.4.2** do presente Volume II nas **Fotos de 6.1.5.2-1 a Foto 6.1.5.2-9**.

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

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
DIDELPHIMORPHIA					
Didelphidae					
<i>Didelphis marsupialis</i>	Mucura	C, A, F	FI, Ce	C	Cas 92
<i>Didelphis albiventris</i>	Mucura	C, F	FI, Ce	C	Cas 08
<i>Monodelphis domestica</i>		C, A	FI, Ce	C	Cas 8, 49, 53, 61, 76, 92, 99, 23
<i>Gracilinanus agilis</i>		C	FI, Ce	C	Cas 61, 76, 92
<i>Micoreus demerarae</i>		C	FI, Ce	C	Cas 76
<i>Marmosa murina</i>		C	FI, Ce	C	Cas 53, 61, 92, 76, 8, 49, 23
PILOSA					
Myrmecophagidae					
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Mambira	F, K, I, E	FI, Ce	C	Cas 8, 13, 30, 43, 59, 94
Bradypodidae					
<i>Bradypus variegatus</i>	Preguiça	E	FI	C	Cas 9, 43, 8
CINGULATA					
Dasypodidae					
<i>Cabassous unicinctus</i>	Tatu-rabo-de-couro	K, I, E	FI, Ce	C	Cas 5, 8, 13, 30
<i>Dasypus septemcinctus</i>	Tatu-china	K, I, E	Ce	C	Cas 8
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatu-verdadeiro	F, I, E	FI, Ce	C	Cas 5, 89, 94, 8, 77
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	F, I, E	FI, Ce	C	Cas 5, 8, 13, 23, 30, 36, 43, 77, 89, 94, 99
CHIROPTERA					

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 preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do AHE Castelhana, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
Phyllostomidae					
<i>Phyllostomus elongatus</i>		C	FI, Ce	PF	Cas 76, 42
<i>Artibeus obscurus</i>		C	FI, Ce	C	Cas 38, 9, 59
<i>Artibeus gnomus</i>		C	FI, Ce	C	Cas 91, 49
<i>Artibeus lituratus</i>		C	FI	PF	Cas 38, 59, 8, 9, 92
<i>Artibeus cinereus</i>		C	FI	C	Cas 8, 49, 92, 9
<i>Artibeus sp.</i>		C	FI, Ce	C	Cas 38, 59
<i>Carollia perspicillata</i>		C	FI, Ce	C	Est/Cas 23, Cas 91, 76, 53, 92, 65, 8, 49, 36, 38, 59, 10, 23, 9
<i>Carollia brevicauda</i>		C	FI	R	Cas 59
<i>Carollia sp.</i>		C	FI, Ce	R	Cas 91
<i>Glossophaga soricina</i>	Morcego beija-flor	C	FI, Ce	C	Cas 38, 59
<i>Micronycteris minuta</i>		C	FI, Ce	C	Est/cas 23 e Cas 65, 43', 37
<i>Anoura caudifer</i>		C	FI	PF	Cas 49
<i>Lophostoma carrikeri</i>		C	Ce	R	Cas 91
<i>Lophostoma silvicolium</i>		C	Ce	R	Cas 91
<i>Mimon crenulatum</i>		C	FI, Ce	C	Est/Cas 23, Cas 65
<i>Rhinophylla pumilio</i>		C	FI, Ce	R	Cas 53, 65
<i>Plathyrrhinus lineatus</i>		C	FI, Ce	C	Cas 38, 09
<i>Desmodus rotundus</i>	Morcego-vampiro	C, E	FI, Ce	C	Cas 59, 5, 94
<i>Sturnira lilium</i>		C	FI, Ce	R	Cas 09

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 preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do AHE Castelhana, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
<i>Tonatia sp.</i>		C	FI, Ce	R	Cas 09, 42
<i>Trachops cirrhosus</i>		C	FI	R	Cas 10
Mormoopidae					
<i>Pteronotus sp. 1</i>		C	FI, Ce	PF	Cas 91
<i>Pteronotus parnellii</i>		C	FI	PF	Cas 92, 09
PRIMATES					
Callithrichidae					
<i>Callithrix jacchus</i>	Soim	A, E	FI, Ce	C	Cas 30, 94
Atelidae					
<i>Alouatta belzebul</i>	Guariba	E	FI	R	Cas 8, 43
Cebidae					
<i>Cebus libidinosus</i>	Macaco-prego	A, E	FI, Ce	PF	Cas, 43, 8, 77 30
CARNIVORA					
Canidae					
<i>Pseudalopex vetulus</i>	Raposa	A, F, K, I, E	FI, Ce	C	Cas 8, 32, 36, 94, 99
<i>Cerdocyon thous</i>	Raposa	A, F, K, I, E	FI, Ce	C	Cas 1, 8, 9, 13, 23, 30, 36, 92, 99, 43, 61, 77, 53
Procyonidae					
<i>Nasua nasua</i>	Quati	F, I, E	FI, Ce	PF	Cas 9, 30, 43, 8, 77
<i>Procyon cancrivorus</i>	Guaxinim	F, I, E	FI, Ce	C	Cas 5, 8, 30, 36, 43, 77, 92, 99
Mustelidae					

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 preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do AHE Castelhana, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
<i>Eira barbara</i>	Papa-mel	A, E	FI, Ce	R	Cas 8, 77
<i>Galictis cuja</i>	Furão	A, E	FI, Ce	R	Cas 30, 77, 89
Mephitidae					
<i>Conepatus semistriatus</i>	Gambá	F, K, I, E	FI, Ce	PF	Cas 30, 99, 43, 8, 77
Felidae					
* <i>Leopardus pardalis</i> (VU)	Gato-maracajá	F, A, I, E	FI, Ce	R	Cas 10, 30, 43, 8
* <i>Leopardus wiedii</i> (VU)	Gato-peludo	F, I, E	FI, Ce	R	Cas 30
* <i>Leopardus tigrinus</i> (VU)	Gato-macambira	C, F, K, I, E	FI, Ce	R	Cas 8, 91, 43
* <i>Leopardus colocolo</i> (VU)	Gato-palheiro	F, K, I	Ce	R	Cas 8, 99
<i>Puma yagouaroundi</i>	Gato-mourisco	F, A, K, I, E	FI, Ce	R	Cas 13, 8, 77
* <i>Puma concolor</i> (VU)	Onça-vermelha	F, I, E	FI, Ce	R	Cas 5, 13
* <i>Panthera onca</i> (EP)	Onça-pintada/preta	I, K, E	FI, Ce	R	Cas 43
ARTIODACTYLA					
Tayassuidae					
<i>Tayassu tajacu</i>	Caititu	I, E	FI, Ce	PF	Cas 5, 8, 77
Cervidae					
<i>Mazama americana</i>	Veado-mateiro	F, I, E	FI, Ce	PF	Cas 30
<i>Mazama gouazoubira</i>	Veado-catingueiro	F, I, E	FI, Ce	C	Cas 5, 8, 32, 94, 43, 77, 53
RODENTIA					
Erithizontidae					

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 preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do AHE Castelhana, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
<i>Coendou prehensilis</i>	Cuandu	K, I, E	Fl, Ce	PF	Cas 13, 30, 43, 8, 77
Cricetidae					
<i>Euryoryzomys</i> sp.		C	Fl, Ce	C	Cas 8, 53, 92
<i>Hylaeamys</i> sp.		C	Fl, Ce	C	Cas 92
<i>Cerradomys scotti</i>		C	Fl, Ce	C	Cas 94
<i>Oligoryzomys</i> sp. 1		C	Fl, Ce	C	Cas 5, 8, 92
<i>Oligoryzomys</i> sp. 2		C	Fl	C	Cas 8, 92
<i>Oecomys</i> sp.		C	Fl	C	Cas 61, 92
<i>Rhipidomys macrurus</i>		C	Fl, Ce	PF	Cas 94
Muridae					
<i>Mus musculus</i>	Rato-de-butica	C	Fl	C	Cas 8, 92
Caviidae					
<i>Kerodon rupestris</i>	Mocó	A, I	Ce	PF	Cas extra Lt
Hydrochaeridae					
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Capivara	I, E	Fl, Ce, R	C	Cas 36, 8, 77
Agoutidae					
<i>Agouti paca</i>	Paca	F, I, E	Fl, Ce, R	C	Cas 5, 8, 9, 30, 36, 91, 94
Dasyproctidae					
<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	Cutia	A, F, I, E	Fl, Ce	C	Cas 1, 5, 13, 23, 30, 38, 59, 76, 89, 91, 92, 94, 43, 8, 77

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 frequente, R = raro.

Cont.

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

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
Echimyidae					
<i>Proechimys cf. roberti</i>		C, F	FI, Ce	C	Cas 76
<i>Thrichomys inermis</i>	Rabudo	C, F	FI, Ce	C	Cas 53, 92, 76, 8, 94, 5
<i>Makalata obscura</i>		C	FI	C	Cas 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: 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 Castelhana, Maranhão/Piauí.

ESPÉCIE	MATA – AII	SAVANA - AII
<i>Didelphis albiventris</i>	2,09	0,00
<i>Monodelphis domestica</i>	1,05	0,00
<i>Gracilinanus cf. agilis</i>	0,00	2,09
<i>Tamandua tetradactyla</i>	1,57	1,05
<i>Bradypus variegatus</i>	0,52	1,05
<i>Cabassous unicinctus</i>	1,05	0,52
<i>Dasyopus septemcinctus</i>	0,52	0,00
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	1,05	0,00
<i>Euphractus sexcinctus</i>	2,62	1,57
<i>Artibeus obscurus</i>	0,52	0,52
<i>Artibeus lituratus</i>	0,52	0,00
<i>Artibeus cinereus</i>	1,57	0,52
<i>Artibeus sp.</i>	0,52	0,00
<i>Carollia perspicillata</i>	5,24	2,09
<i>Carollia brevicauda</i>	0,52	0,00
<i>Glossophaga soricina</i>	0,52	0,00
<i>Micronycteris minuta</i>	0,00	1,05
<i>Mimon crenulatum</i>	0,00	0,52
<i>Plathyrrhinus lineatus</i>	0,00	0,52
<i>Desmodus rotundus</i>	1,57	0,52
<i>Callithrix jacchus</i>	0,00	0,52
<i>Alouatta belzebul</i>	0,52	0,52
<i>Pseudalopex vetulus</i>	1,05	1,05
<i>Cerdocyon thous</i>	1,05	3,66
<i>Nasua nasua</i>	0,52	1,57
<i>Procyon cancrivorus</i>	1,05	1,05
<i>Eira barbara</i>	0,52	0,00
<i>Galictis cuja</i>	0,00	0,52
<i>Conepatus semistriatus</i>	0,52	1,05
* <i>Leopardus pardalis</i>	1,05	1,05
* <i>Leopardus wiedii</i>	0,00	0,52

* espécie ameaçada de extinção ou de especial interesse

Cont.

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

ESPÉCIE	MATA – AII	SAVANA - AII
* <i>Leopardus tigrinus</i>	1,57	0,52
* <i>Leopardus colocolo</i>	0,00	0,52
* <i>Puma yagouaroundi</i>	0,52	0,00
* <i>Puma concolor</i>	0,52	0,52
* <i>Panthera onca</i>	0,00	0,52
* <i>Tayassu tajacu</i>	1,57	1,05
<i>Mazama americana</i>	0,00	0,52
<i>Mazama gouazoubira</i>	2,09	2,62
<i>Coendou prehensilis</i>	0,52	1,05
<i>Oligoryzomys sp. 1</i>	2,09	0,00
<i>Oligoryzomys sp. 2</i>	0,52	0,00
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	0,52	0,00
<i>Agouti paca</i>	3,14	1,57
<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	2,09	3,14
<i>Marmosa murina</i>	0,52	3,66
<i>Thrichomys inermis</i>	9,42	0,00
<i>Leopardus sp.</i>	0,52	0,00
<i>Mazama sp.</i>	0,00	1,05
<i>Makalata obscura</i>	0,52	0,00
<i>Cebus libidinosus</i>	0,52	1,05
<i>Didelphis sp.</i>	0,52	0,00
<i>Euryoryzomys sp.</i>	0,52	0,00
<i>Mus musculus</i>	0,52	0,00
<i>Trachops cirrhosus</i>	0,52	0,00
<i>Chilonicterys parnellii rubiginosa</i>	0,52	0,52
<i>Tonatia sp.</i>	0,00	0,52
<i>Sturnira lilium</i>	0,00	0,52

* espécie ameaçada de extinção ou de especial interesse

6.1.5.2.3. Referências Bibliográficas

As referências bibliográficas do presente item foram apresentadas conjuntamente no item sobre Mastofauna descrita para a AID 9.1.4.2.3.

Anexo IX

Documentação Fotográfica – Mastofauna

AHE CASTELHANO



Foto 6.1.5.2-1 *Agouti paca* – CAS 05. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009



Foto 6.1.5.2-2 *Dasyprocta prymnolopa* – CAS 94. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009



Foto 6.1.5.2-3 *Euphractus sexcintus* – CAS 94. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009



Foto 6.1.5.2-4 *Artibeus obscurus* – CAS 43'. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009



Foto 6.1.5.2-5 *Sturnira lilium* – CAS 09. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009



Foto 6.1.5.2-6 *Artibeus cinereus* – CAS 09. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009



Foto 6.1.5.2-7 *Trachops cirrhosus* – CAS 10. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009



Foto 6.1.5.2-8 *Monodelphis domestica* – CAS 08. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009



Foto 6.1.5.2-9 *Cerradomys scotti* – CAS 94. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009

6.1.5.3. Herpetofauna

O Brasil é o país que tem a maior riqueza de espécies de anfíbios do mundo, sendo conhecidas 849 espécies para o território nacional (SBH, 2009). Entre estas espécies, 821 são anfíbios anuros (sapos, rãs, pererecas), 27 espécies pertencem à ordem Gymnophiona (cecílias, cobras-cegas) e uma espécie pertence à ordem Caudata (salamandras). Em relação aos répteis, o Brasil apresenta 708 espécies nativas, sendo 365 serpentes, 237 lagartos, 64 anfísbênideos (cobras-de-duas-cabeças), 36 quelônios (tartarugas, cágados e jabutis) e seis jacarés (SBH, 2009).

Em função de suas características ecológicas, anfíbios e répteis são organismos particularmente sensíveis a variações ambientais, podendo ser considerados bons indicadores da qualidade do ambiente (DUELLMAN & TRUEB, 1994). Os anfíbios em particular, por apresentarem ciclo de vida dependente dos meios aquático e terrestre, pele altamente permeável, baixa mobilidade, alta diversidade de modos reprodutivos e requerimentos fisiológicos especiais, são bastante vulneráveis à ação antrópica, tendo sua diversidade e distribuição negativamente afetados pelas alterações ambientais (BEEBEE, 1996; POUGH et al., 1998). No caso dos répteis, algumas destas características, aliadas ao tamanho reduzido das ninhadas, também caracterizam o grupo como vulnerável a modificações no ambiente (POUGH et al., 1998; PIANKA & VITT, 2003).

Apesar da alta diversidade, esses grupos estão sofrendo declínios populacionais no mundo todo (GIBBONS et al., 2000; STUART et al., 2004), e uma das principais causas deste fenômeno é a perda e fragmentação de seus habitats naturais. O estudo da herpetofauna em paisagens sob a influência de ações antrópicas vem crescendo em importância tanto nacional como global, e o monitoramento de médio e longo prazo podem trazer informações relevantes para a conservação desse grupo.

O conhecimento da herpetofauna brasileira ainda é bastante incompleto. Porém, houve um acúmulo enorme de dados nos últimos anos, principalmente devido aos estudos ambientais relacionados ao licenciamento de empreendimentos. Entre estes estudos, os conduzidos em áreas futuramente afetadas por Usinas Hidrelétricas destacam-se como grandes fontes de informação. Grande parte destes estudos ocorre nos estados do centro-oeste e norte do país, onde áreas enormes, pouco alteradas, com densidades populacionais humanas baixas e pobremente conhecidas do ponto de vista zoológico são impactadas por estes empreendimentos (BRANDÃO, 2002; PAVAN, 2007; PAVAN & DIXO, 2004; SILVA Jr. et al., 2005). Sabe-se que o nordeste do Brasil abriga diferentes tipos de ecossistemas, como Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, diversos tipos de Campos Rupestres, Dunas e Restingas da costa, Dunas interiores e Floresta Amazônica. Desta forma, o nordeste abriga além destes tipos de ecossistemas e suas respectivas áreas ecotonais, parte da diversidade de cada um destes complexos sistemas biológicos que hoje são dominantes em outras regiões do país (RODRIGUES, 2003). Por isso, a região é de grande importância para implantação de ações em programas de pesquisa, inventário, monitoramento e conservação dos recursos naturais.

Vários fatores contribuem para reduzir o aproveitamento da informação gerada tanto para o conhecimento científico da herpetofauna, como para melhor compreender os impactos que os empreendimentos realmente provocam. Grande parte dos dados nunca é divulgada, publicada ou analisada de forma a extrair conclusões objetivas. Os muitos espécimes coletados nestes estudos permitem um grande avanço no estudo da diversidade e da

variação geográfica da herpetofauna brasileira, mas a maior parte deste material, depositado nas coleções zoológicas, aguarda estudos futuros. Muitas pesquisas não realizam coletas de material, não contribuindo para o conhecimento da herpetofauna e não havendo testemunho da qualidade do trabalho realizado.

O grande volume de informações gerado é muitas vezes pouco aproveitável, devido a uma falta de padronização nos procedimentos de amostragem e à qualificação extremamente heterogênea dos profissionais que realizam os estudos. Recentemente, o aproveitamento dos dados, padronização da amostragem e divulgação dos resultados dependeu essencialmente da iniciativa pessoal de alguns pesquisadores. Várias Teses e Dissertações e algumas publicações foram geradas com base em dados obtidos em estudos ambientais (BRANDÃO & PERES Jr., 2001; PAVAN, 2001; BRANDÃO, 2002; PAVAN & DIXO, 2004; PAVAN, 2007).

Neste cenário, destacam-se as informações geradas no Cerrado na bacia do rio Tocantins pelos inúmeros estudos realizados em empreendimentos hidrelétricos e na Ferrovia Norte-Sul. Houve um grande avanço no conhecimento da herpetofauna desta porção do Cerrado, demonstrando a alta riqueza de espécies e a grande variação de fauna dentro do bioma (PAVAN, 2007; NOGUEIRA et al., 2005). Outros avanços referem-se ao conhecimento dos impactos gerados pelos reservatórios na herpetofauna, demonstrando os efeitos da insularização e dos predadores de topo sobre as comunidades de lagartos e anuros, além da importância da integração e padronização dos estudos de fauna (BRANDÃO, 2002; PAVAN, 2007). Os resultados indicam uma organização das comunidades ao longo dos sistemas de drenagens, que aumenta a importância dos impactos gerados pela perda de ambientes ripários e pela mudança nos regimes de inundação do rio. Também há evidências de que as enchentes e a correnteza fluvial têm importante papel na dispersão e fluxo gênico de algumas espécies e que o reservatório deve exercer grande interferência neste processo.

Estas informações já obtidas são de grande importância no aprimoramento da avaliação e mitigação dos impactos gerados. Porém, vários aspectos ainda precisam ser investigados. A análise das falhas de estudos anteriores é fundamental para que o processo de avaliação dos impactos e o aproveitamento das informações geradas passem por constante aprimoramento.

Na bacia do Parnaíba, onde ainda há poucos empreendimentos hidrelétricos, o conhecimento da herpetofauna é muito pequeno, restringindo-se a alguns dados gerados pela represa de Boa Esperança e pelos levantamentos de fauna realizados na Unidade de Conservação de Uruçuí-Una. O estudo simultâneo da herpetofauna nos cinco reservatórios gerará uma quantidade de informações enorme, o que aumentará significativamente o conhecimento sobre a herpetofauna da região.

O presente relatório apresenta os dados primários obtidos nas duas campanhas do levantamento da herpetofauna na área de influência do Reservatório Castelhana. Além da composição de espécies, apresenta uma análise da diversidade, comparação entre os sistemas de amostragem e os possíveis impactos do empreendimento sobre a herpetofauna local.

O empreendimento 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 541 km da foz do Parnaíba, a montante da cidade de Parnarama, MA. O reservatório

possui área de inundação na cota máxima normal de 77 km² incluindo terras dos municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA.

A região do barramento encontra-se embutida na unidade morfo-escultural correspondente ao Pediplano Central do Maranhão. Trata-se de uma extensa área de topografia plana a suavemente inclinada, cujo ponto mais a jusante se encontram em Parnarama, MA. De acordo com o mapa geológico (1:1.000.000), essa região apresenta estreita faixa de arenitos pertencentes à Formação Piauí. Em Parnarama, a planície fluvial é restrita e observa-se que o rio corre num vale interplanáltico estreito. A espessura das aluviões junto à calha é de cerca de 4 m. A ocorrência de bancos de areia assoreando o rio Parnaíba foi verificada pelas imagens de satélite nas proximidades da cidade e em trechos a montante, diminuindo à medida que se aproxima a região do futuro remanso do reservatório.

A Área de Influência Indireta na porção maranhense caracteriza-se por mesetas com vales dissecados em ravinas e raros morros residuais de topos agudos (*inselbergs*), enquanto no lado piauiense observa-se a ocorrência de extensos vales interplanálticos pedimentados.

À medida que se caminha para montante, de modo geral, a planície fluvial do rio Parnaíba vai se tornando mais desenvolvida. O lado piauiense caracteriza-se por um extenso pediplano que cai suavemente rumo à planície fluvial, enquanto observam-se extensas chapadas de bordos escarpados do lado do Maranhão. Terraços arenosos se desenvolvem entre 10 a 15 m acima das planícies fluviais.

Do ponto de vista fitogeográfico a área situa-se na região da Floresta Ombrófila Aberta, predominando a faciação com palmeiras. Compreendida entre os paralelos 4° N e 16° S, esta formação aparece em altitudes que variam de 5 a 100m, podendo ser considerada atualmente como “floresta-de-babaçu” ou “babaçual”, pelo predomínio da palmeira de babaçu (*Orbignya martiana* B. Rodr.) que reveste os terrenos areníticos do Cretáceo. Os babaçuais desta região são considerados formações secundárias, resultantes dos processos de desmatamento causados pela ocupação humana para a expansão das fronteiras agrícolas. A floresta ombrófila original deu origem a grandes adensamentos de babaçu, espécie que se alastra rapidamente estimulada principalmente pela utilização do fogo, técnica de desmatamento bastante comum no Brasil.

Ainda que sob o domínio da Floresta Ombrófila, verifica-se atualmente que a área apresenta regiões de transição ecológica com dois outros biomas: a caatinga, ou savana estépica (VELOSO, 1992), observada eventualmente sobre solos mais rasos ou litossolos, e o cerrado, ou savana *sensu stricto* (VELOSO, 1992), mais freqüente. De acordo com CONCEIÇÃO & CASTRO (1999), na região da bacia do rio Parnaíba, o Cerrado constitui o ponto de equilíbrio dos mais variados domínios, conectando corredores hidrográficos, fato comprovado pela sua posição geográfica, caráter florístico e geomorfológico.

6.1.5.3.1. Métodos

A amostragem nas áreas de influência do Reservatório de Castelhana e da respectiva Linha de Transmissão (LT) foi realizada em duas campanhas, uma na estação chuvosa (06 a 18/03/2009) e uma na estação seca (15 a 27/06/2009). Na primeira campanha, a equipe foi composta por seis pessoas em três veículos, enquanto na segunda campanha a equipe foi incrementada para oito pessoas em quatro veículos. O número de equipes foi planejado para viabilizar a amostragem simultânea de uma área muito ampla, que incluía não só os

pontos nas áreas de influência do AHE Castelhana e sua LT como também do AHE Estreito, planejada para ser instalada a montante.

As equipes utilizaram as cidades de Amarante, PI e Parnarama, MA como pontos de apoio durante as campanhas, possibilitando a diminuição das distâncias percorridas até os pontos de amostragem e a conseqüente otimização do tempo necessário para a utilização de várias metodologias conjugadas. A amostragem da herpetofauna na área de influência do Reservatório de Castelhana e da LT foi realizada utilizando três métodos complementares: armadilhas de interceptação e queda (AQ), pontos-escuta (PE) e procura ativa (PA).

As armadilhas de queda foram dispostas em *grids*, cada um correspondendo a uma unidade amostral. Foram instalados 14 *grids*, distribuídos entre as AID e AII do AHE Castelhana e da sua LT. A AII do AHE Castelhana contou com três *grids* em ambientes de mata (pontos 5, 8, 10) e cinco em savana (pontos 23, 43', 53 e 76), enquanto a AII da LT contou com dois *grids* em savana (pontos 1', coincidente com a AID do AHE, e 43', coincidente com a AII do AHE). Os pontos 10 (AII AHE - mata) e 43' (AII AHE e AII LT - savana) foram amostrados somente na segunda campanha (junho de 2009).

Cada *grid* foi formado por 15 baldes de 60 litros, distribuídos em cinco linhas paralelas de 3 baldes, com 4 m de distância entre si. As cercas direcionadoras de lona plástica foram instaladas entre os baldes de uma mesma linha, com distância entre baldes de quatro metros, sendo a área delimitada pelo *grid* de 8 x 16 m (128 m²). Foram instalados 75 baldes na primeira campanha (cinco pontos - 5, 8, 1', 23 e 92) e 105 baldes na segunda (sete pontos, sendo os cinco anteriores mais o 10 e o 43'). Nas duas campanhas, os baldes ficaram abertos por oito noites consecutivas, sendo revisados diariamente pela manhã. O cálculo do esforço de amostragem empregado através das armadilhas compreende o número total de noites em que os baldes de cada linha permaneceram abertos, multiplicado pelo número de baldes (CORN, 1994). Portanto, o esforço dessa metodologia na AII foi de 600 armadilhas/noite para a primeira campanha (75 baldes abertos por oito noites cada) e 840 armadilhas/noite para a segunda campanha (105 baldes abertos por oito noites cada), totalizando 1440 armadilhas/noite em todo o projeto.

Foi realizada ainda procura ativa ao menos por uma noite em cada um dos pontos consolidados e em pontos extras que foram considerados de interesse. Durante o período diurno foi também realizada procura ativa na área de entorno dos *grids*. Os pontos-escuta, onde eram anotadas todas as espécies em atividade de vocalização até que novos registros não fossem mais efetuados, também eram locais para a realização de procura ativa noturna. Nestes pontos, foram registradas as espécies de anuros que estavam vocalizando em um raio de cerca de 50 m e estimado o número de indivíduos de cada espécie em atividade de vocalização. Não houve padronização do tempo empregado para as amostragens através da audição de vocalizações ou de procura ativa, adotando-se apenas o tempo necessário para o término do registro do número de espécies e indivíduos em atividade e para uma ronda no ponto como limites para a investigação.

Além dos métodos já descritos, foram também registrados os espécimes observados nas estradas durante o deslocamento das equipes, sejam estes vivos ou atropelados, registros fotográficos de outras equipes de fauna e demais registros ocasionais para que a composição de espécies da área de inserção do empreendimento como um todo fosse mais bem amostrada.

Portanto, foram amostrados na All do AHE Castelhana e de sua LT nove pontos consolidados (**Tabela 6.1.5.3-1**) e 40 pontos extras (locais onde só as equipes de herpetofauna realizaram investigações), totalizando 49 pontos. O período, método de amostragem, base de apoio e coordenadas de cada ponto são mostrados na **Tabela 6.1.5.3-1** e representados na **Figura 6.1.5.3-1**. A descrição dos pontos amostrados é apresentada após a referida tabela e seus registros fotográficos encontram-se no **Anexo X (Fotos 6.1.5.3-1 a -15)**.

Tabela 6.1.5.3-1. Pontos amostrados na All do AHE Castelhana e respectiva LT, municípios de Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA e Palmeirais e Amarante, PI.

Pontos	Base de Apoio	Coordenadas (UTM 23M)		Armadilhas de queda	Procura ativa (Data)		Fisionomia
				Períodos de amostragem	Ponto de Escuta	Outros	
5 (AQ)	Amarante	746782	9304454	6-16/03/09 17-25/06/09			F
23 (AQ)	Amarante	740531	9302710	9-17/03/09 16-24/06/09	10/03/09		S
1' (AQ)	Parnarama	700966	9365248	10-18/03/09 17-25/06/09	17/03/09		S
8 (AQ)	Parnarama	719377	9371978	9-17/03/09 17-25/06/09	16/03/09	12/03/09 16/03/09 18/03/09	F
43' (AQ)	Amarante	701096	9364727	19-27/06/09			S
10 (AQ)	Amarante	731855	9310052	17-25/06/09			F
33 (PA)	Amarante	745806	9304946			09/03/09	S
34 (PA)	Amarante	740747	9309034			09/03/09	S
35 (PA)	Amarante	742091	9301846			10/03/09	S
36 (PA)	Amarante	741608	9305384			10/03/09	S
37 (PA)	Amarante	748986	9303336			11/03/09	S
38 (PA)	Amarante	744194	9306498			12/03/09	S
39 (PA)	Amarante	740353	9309796			13/03/09	S
177 (PA)	Amarante	723076	9320412			16/03/09	F
178 (PA)	Amarante	721034	9322824			16/03/09	F
179 (PA)	Amarante	724988	9315258			17/03/09	S
181 (PA)	Amarante	723487	9317566			15/03/09	S
182 (PA)	Amarante	711558	9333574			14/03/09	S
183 (PA)	Amarante	715656	9333314			14/03/09	S
43 (PA,PE)	Parnarama	0705216	9367256		11/03/09	18/03/09	S

Legenda: F = floresta; S = savana; U = área urbana.

Cont.

Tabela 6.1.5.3-1 Pontos amostrados na All do AHE Castelhana e respectiva LT, municípios de Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA e Palmeiras e Amarante, PI.

Pontos	Base de Apoio	Coordenadas (UTM 23M)		Armadilhas de queda	Procura ativa (Data)		Fisionomia
				Períodos de amostragem	Ponto de Escuta	Outros	
45 (PE)	Parnarama	0705943	9370032		13/03/09		S
46 (PE)	Parnarama	0706105	9370296		13/03/09		F
47 (PE)	Parnarama	0706908	9371402		14/03/09 23/06/09 25/06/09		S
50 (PE)	Parnarama	0711519	9365332		14/03/09		S
51 (PE)	Parnarama	0704616	9370078		15/03/09		S
52 (PE)	Parnarama	0704733	9366458		15/03/09 21/06/09 23/06/09 25/06/09		S
53 (AQ,PE)	Parnarama	0702095	9365312		15/03/09 21/06/09 23/06/09 25/06/09		S
54 (PE)	Parnarama	0719652	9371120		16/03/09		F
55 (PE)	Parnarama	0717669	9368978		16/03/09		F
56 (PE)	Parnarama	0714269	9368300		16/03/09		F
57 (PE)	Parnarama	0713653	9369274		16/03/09		F
58 (PE)	Parnarama	0696531	9364500		17/03/09		F
59 (PE)	Parnarama	0698178	9365320		17/03/09		F
62 (PA)	Parnarama	698024	9362122			10/03/09 17/03/09	F
64 (PA)	Parnarama	0717490	9368984			08/03/09	S
65 (PA)	Parnarama	0714142	9368352			08/03/09	S
66 (PA)	Parnarama	0712818	9370838			08/03/09	S
67 (PA)	Parnarama	0705558	9369012			09/03/09	S
68 (PA)	Parnarama	0707028	9371488			11/03/09	S
70 (PA/PE)	Parnarama	0711928	9368962		22/06/09 24/06/09 26/06/09	14/03/09	S
71 (AQ,PA)	Parnarama	0699003	9364980	7-15/03/09 18-26/06/09	11/03/09	07/03/09 09/03/09 10/03/09 15/03/09	S

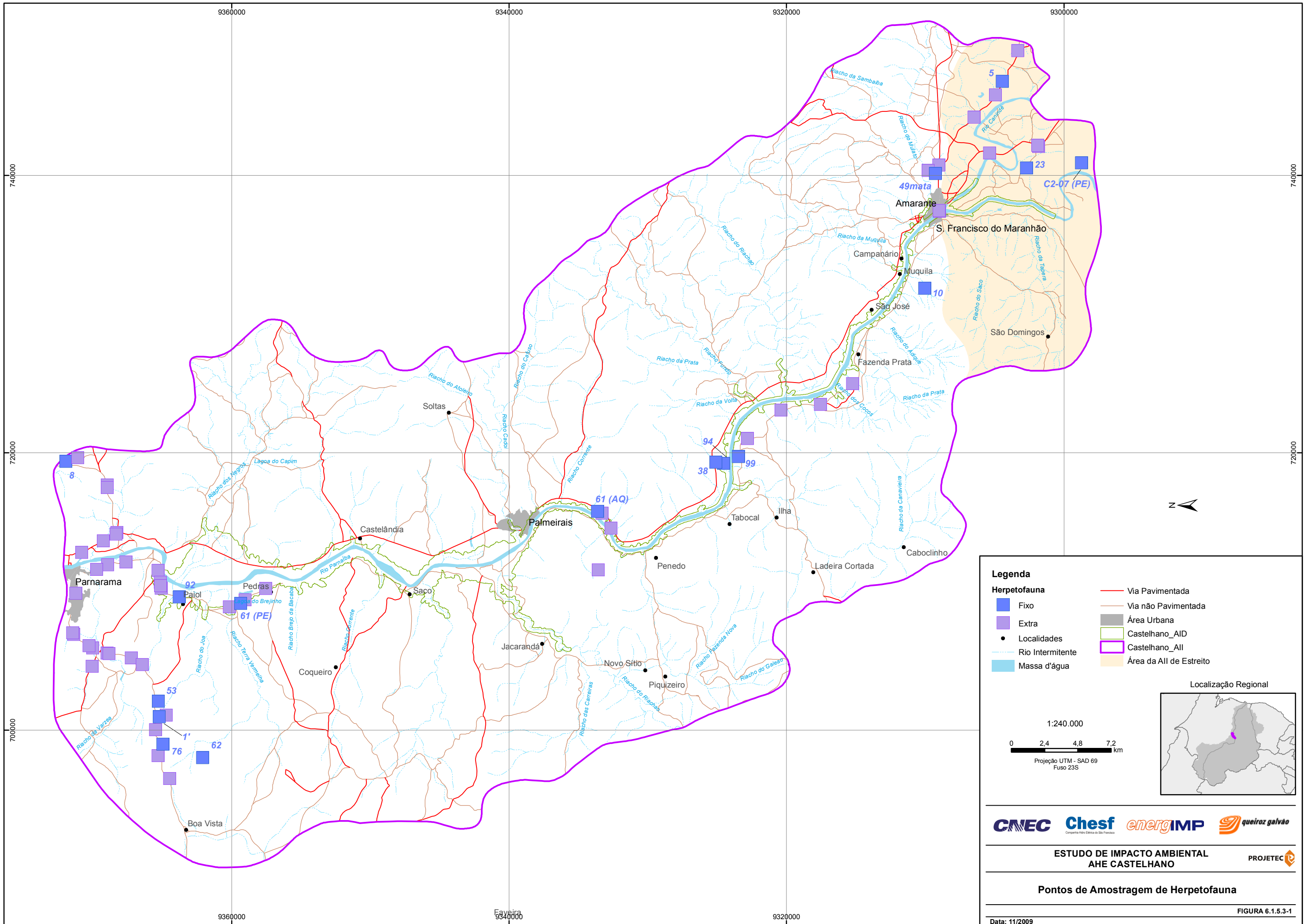
Legenda: F = floresta; S = savana; U = área urbana.

cont

Tabela 6.1.5.3-1. Pontos amostrados na AII do AHE Castelhana e respectiva LT, municípios de Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA e Palmeirais e Amarante, PI

Pontos	Base de Apoio	Coordenadas (UTM 23M)		Armadilhas de queda	Procura ativa (Data)		Fisionomia
				Períodos de amostragem	Ponto de Escuta	Outros	
72 (PA/PE)	Parnarama	0705518	9368854		21/06/09 23/06/09 25/06/09	15/03/09	F
74 (PA)	Parnarama	0709399	9359046			18/03/09	F
C2-01 (PE)	Parnarama	0700055	9365496		11/03/09 21/06/09 23/06/09 25/06/09		F
C2-04 (PE)	Parnarama	0712137	9367636		22/06/09 24/06/09 26/06/09		F
C2-05 (PE)	Parnarama	0711603	9369754		22/06/09 24/06/09 26/06/09		F
C2-06 (PE)	Amarante	0742172	9301906		18/06/09		S
C2-07 (PE)	Amarante	0740905	9298754		20/06/09		S
C2-10 (PA)	Amarante	0709878	9371254			16-26/06/09	U

Legenda: F = floresta; S = savana; U = área urbana.



Legenda

Herpetofauna

- Fixo
- Extra
- Localidades
- Rio Intermitente
- Massa d'água
- Via Pavimentada
- Via não Pavimentada
- Área Urbana
- Castelo Branco_AID
- Castelo Branco_AII
- Área da AII de Estreito

1:240.000

0 2,4 4,8 7,2 km

Projeção UTM - SAD 69
Fuso 23S

Localização Regional

CNEC Chesf energIMP queiroz galvão

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL AHE CASTELHANO

Pontos de Amostragem de Herpetofauna

PROJETEC

Data: 11/2009

FIGURA 6.1.5.3-1

▪ PONTO 5 (AQ)

Mata estruturada com dossel descontínuo e relativamente aberto, com altura entre 6-8 m. Há poucas árvores emergentes, com aproximadamente 10m, e marcas de fogo podem ser observadas em algumas das árvores maiores. O sub-bosque é bem desenvolvido, há poucas lianas e algumas palmeiras. O solo é pedregoso, com rochas intemperizadas castanho-avermelhadas, o folheto é ralo e há muitas manchas de sol no solo. Ao longo desta mata existem alguns fornos de carvão feitos a partir da escavação do solo e posterior cobertura do material a ser queimado (chamados localmente de “carreiras” pelo seu aspecto alongado). O ponto está a 50 m de área aberta recentemente queimada para a ampliação do pasto e fica próximo ao povoado de “Descanso”.

▪ PONTO 23 (AQ)

Savana com predomínio de uma espécie, provavelmente *Murta* sp., com altura de 2,5 m e poucas emergentes de até 5 m. Há marcas de fogo não muito recente em algumas árvores maiores, assim como evidências de pisoteio de ovinos. O solo é arenoso, bastante exposto devido à cobertura descontínua do folheto, com uma leve declividade na direção de uma poça temporária a 20 m de distância. Há muitas manchas grandes de sol no solo exposto onde se verifica a presença de muitas formigas. A poça próxima ao ponto é temporária, rasa e no início das coletas da primeira campanha media cerca de 6m X 1,5 m. Ao término da campanha, a área da superfície da água estava com cerca de 1 X 0,5 m.

▪ PONTO 8 (AQ)

Floresta aberta, pouco densa, com dominância de babaçu em área plana, próxima a pequeno curso d'água temporário. Ocorrência de clareira sob uma linha de transmissão. Solo argiloso, pouco drenado e bem úmido, coberto por serrapilheira medianamente desenvolvida, composta por muitas folhas secas de palmeira. Estrato arbustivo desenvolvido sombreado, interrompido por inúmeras trilhas de gado.

▪ PONTO 53 (AQ)

Cerrado em terreno plano com relevo suave no entorno e inclinação formada por valetas de enxurrada. O solo é superficialmente seco, muito pedregoso, com cascalho e argila vermelha dura e muito úmida nas camadas inferiores. Folheto pouco espesso e descontínuo. Árvores esparsas de até 5 m de altura com DAP de até 40 cm, dossel aberto. Os estratos inferiores, bem iluminados, caracterizam-se pela presença de arbustos e ausência de herbáceas. O entorno caracteriza-se pela presença de mata ciliar acompanhando o curso de córrego temporário.

▪ PONTO 76 (AQ)

Cerradão em meio a formação savânica, sobre terreno levemente inclinado, com ondulações no entorno, próximo a curso d'água temporário. Solo úmido, profundo, mais arenoso do que argiloso, coberto por serrapilheira de espessura média. Floresta recentemente perturbada por fogo, em um raio aproximado de 200 m. Estrato arbóreo aberto, formado por árvores grandes de até 5 m de altura com DAP de até 90 cm, mantendo subosque bem iluminado com grande quantidade de arbustos, arvoretas, bambus de pequeno porte (taquara) e algumas palmeiras pequenas. Não há vegetação herbácea.

- **PONTO 43 (AQ)**

Formação savânica densa, composta por árvores baixas (cerca de 3 m de altura no máximo) muito tortuosas e abundante vegetação arbustiva. O solo quase não é coberto por gramíneas, apresentando-se exposto em quase toda sua extensão. Terreno pedregoso/arenoso, praticamente plano, sem nenhum corpo d'água permanente nas proximidades. O Ponto foi amostrado somente na segunda campanha, onde também não era observado nenhum corpo d'água temporário.

- **PONTO 10 (AQ)**

Mata com componente arbóreo sob predomínio de palmeiras e solo coberto por vegetação herbácea. Dossel descontínuo e pouco estruturado, com altura de aproximadamente 3 m, e palmeiras esparsas com 6 a 8 m de altura. Área próxima a um riacho sobre laje e a uma mata mais fechada em um morro. O solo é arenoso, com muitos matacões e blocos. O Ponto foi amostrado somente na segunda campanha.

- **PONTO 33 (PA)**

Riacho com calha bastante profunda, com cerca de 1 m de largura na ocasião das primeiras amostragens. Vegetação da margem predominantemente arbustiva, com solo arenoso a pedregoso.

- **PONTO 34 (PA)**

Duas lagoas rasas (40 m x 30 m) separadas em 3 m de declividade. Presença de vegetação emergente aquáticas, gramíneas em volta, alguns arbustos e poucas árvores. Próximo a elas há um brejinho com gramíneas emergentes e arbustos. O solo é brejoso.

- **PONTO 35 (PA)**

Poça temporária e rasa. No início das coletas estava com dimensões: 6 m x 1,5 m e praticamente secou ao longo da campanha ficando com apenas 1 m x 0,5 m.

- **PONTO 36 (PA)**

Açude raso, próximo a habitações, com tamanho superior a 15 m x 8 m. Cercado por área aberta com vegetação herbácea e área com vegetação mais arbustiva do lado oposto. Presença de algumas plantas aquáticas e pequenos arbustos.

- **PONTO 37 (PA)**

Poça temporária de cerca de 5m² com pequenos arbustos em solo arenoso.

- **PONTO 38 (PA)**

Riacho temporário, com menos de 1 m de largura, que encheu e secou várias vezes durante os dias de coleta, margeado por vegetação arbustiva/arbórea, fechado pela estrada e por uma cerca viva com espinhos. Num dos lados da estrada, transpondo a cerca viva, há uma área de plantação recentemente cortada formando uma densa camada de restos vegetais.

- **PONTO 39 (PA)**

Seis açudes artificiais de formato quadrangular, com aproximadamente 30 m x 20 m cada um. A profundidade é variável entre os seis. O solo é argilo-arenoso. Entre os açudes há um capim alto com poucos arbustos. No entorno imediato destes, vegetação herbácea maior. Amostrado apenas na primeira campanha.

- **PONTO 177 (PA)**

Grandes poças em terreno aluvial bastante encharcado e plano. Vegetação bastante intrincada, mista de árvores de médio porte e palmeiras. Fica bem próximo de um gramado que também se encontrava encharcado na primeira campanha.

- **PONTO 178 (PA)**

Lagoas às margens de estrada em solo argiloso com seixos. A vegetação adjacente é de mata baixa com sub-bosque bastante fechado sobre solo pedregoso em um lado, enquanto no lado oposto é constituída por touceiras, árvores esparsas e grama. Amostrado apenas na primeira campanha.

- **PONTO 179 (PA)**

Complexo de pequenas lagoas em rochas escavadas pela água da chuva e um riacho perene. A vegetação é composta por pequenas touceiras entre pedras, manchas de árvores de pequeno porte com menos de 8 m de altura e arbustos bastante espaçados entre si. Amostrado apenas na primeira campanha.

- **PONTO 181 (PA)**

Cerrado rupestre com presença de touceiras e arbustos aglomerados em terreno inclinado em cerca de 10°. Amostrado apenas na primeira campanha.

- **PONTO 182 (PA)**

Poças entre a estrada de asfalto e uma cerca de arame em terreno inclinado de solo pedregoso. A vegetação é semelhante ao cerrado do ponto 61, com a observação de que no exato ponto amostrado não há cobertura vegetal. Amostrado apenas na primeira campanha.

- **PONTO 183 (PA)**

Complexo de lagoas em terreno plano e arenoso no meio de uma área de pastagem. A vegetação é composta, além de capim, por arbustos e vegetação emergente. Amostrado apenas na primeira campanha.

- **PONTO 43 (PE)**

Poça temporária na estrada em área aberta plana, com solo arenoso compactado. Vegetação arbustiva e herbácea e serrapilheira média nas margens da poça nos dois lados da estrada. Amostrado apenas na primeira campanha.

- **PONTO 45 (PE)**

Área aberta plana com nascente de água formando poça rasa. Solo encharcado arenoso, com algumas partes em cascalho sem vegetação. Vegetação herbácea, predominando gramíneas. Amostrado apenas na primeira campanha.

- **PONTO 46 (PE)**

Poça em área aberta plana na margem da estrada. O solo é arenoso e há vegetação emergente na margem da poça, com área contígua de solo encharcado pelas chuvas ocorridas pouco antes da primeira campanha. A vegetação do entorno é predominantemente herbácea e rasteira (gramíneas), com alguns arbustos e árvores isoladas. Do outro lado da estrada há um fragmento florestal. Amostrado apenas na primeira campanha.

- **PONTO 47 (PE)**

Poça temporária em área aberta marginal à estrada. O terreno é plano e o solo argiloso. Grande parte da superfície da poça era formada por áreas com gramíneas temporariamente alagadas. No entorno há manchas de vegetação arbustiva. Amostrado nas duas campanhas.

- **PONTO 50 (PE)**

Lagoa temporária em área desmatada, envolta por capoeira em regeneração. A maior parte da clareira é ocupada por gramínea, havendo várias partes empoçadas devido a irregularidades do terreno formadas pelo pisoteio de gado. A área é plana e apresenta solo arenoso. Foi amostrado apenas na primeira campanha, pois em junho já não havia mais poças no local.

- **PONTO 51 (PE)**

Poça temporária na estrada em área aberta em fundo de vale plano. Solo arenoso compactado ocupado por vegetação arbustiva e herbácea nas duas margens da estrada. Foi amostrado apenas na primeira campanha, devido à indisponibilidade de água no local em junho.

- **PONTO 52 (PE)**

Poça em área aberta, com margem ocupada por vegetação emergente rasteira em solo arenoso. Na margem oposta da estrada há cerrado com alguns arbustos e árvores. Foi amostrado nas duas campanhas.

- **PONTO 53 (PE)**

Grande poça em área aberta na margem esquerda da estrada, abrangendo também parte da estrada. Vegetação emergente com vários troncos de árvores caídos em uma das partes alagadas. O terreno é plano, arenoso, com savana florestada no entorno e folheto pouco desenvolvido. Foi amostrado nas duas campanhas.

▪ **PONTO 54 (PE)**

Poça temporária em estrada abandonada em floresta de babaçu, em área plana e arenosa. Na borda há palmeiras, muitos troncos e folhas caídas e pouca serrapilheira. No interior da floresta o ambiente é seco e as árvores são esparsas. Foi amostrado apenas na primeira campanha, pois em junho já não havia mais poças no local.

▪ **PONTO 55 (PE)**

Poça temporária na estrada em floresta de babaçu densa, em área plana arenosa com serrapilheira espessa. Foi amostrado apenas na primeira campanha, devido à indisponibilidade de água no local em junho.

▪ **PONTO 56 (PE)**

Área aberta com um grande açude (aprox. 300 x 300 m) e dois tanques de piscicultura a jusante do primeiro, do outro lado da estrada. Área plana e arenosa entre áreas de relevo mais acidentado. As margens do açude são ocupados por vegetação herbácea e arbustiva, havendo também vegetação emergente em grande parte da lâmina d'água. Atrás do açude há mata de babaçu. Os tanques retangulares apresentam muita vegetação nas bordas e algumas árvores de médio porte. Ponto amostrado nas duas campanhas.

▪ **PONTO 57 (PE)**

Área aluvial aberta alagada, situada em ambos os lados da estrada em terreno arenoso, plano, entre encostas inclinadas. Vegetação típica de solo mal drenado. No entorno, presença de mata com babaçu e buritis. Na margem da estrada algumas árvores e arbustos presentes. Foi amostrado apenas na primeira campanha, devido à indisponibilidade de água no local em junho.

▪ **PONTO 58 (PE)**

Poça temporária na estrada em área aberta, plana, com solo arenoso encharcado. As margens da poça são ocupadas por vegetação arbustiva e herbácea. Foi amostrado apenas na primeira campanha, pois não havia mais poças no local em junho.

▪ **PONTO 59 (PE)**

Área aberta alagada de grande extensão com vegetação emergente, apresentando uma parte temporariamente empoçada (50 x 10 m) sob uma linha de transmissão. Nas margens há árvores esparsas, grande número de arbustos e arvoretas. Terreno arenoso levemente inclinado.

▪ **PONTO 60 (PE)**

Área aberta alagada permanente de grande extensão próximo à mata, formada por represamento artificial de um vale levemente inclinado. Lâmina de água coberta por vegetação emergente, incluindo arbustos altos e arvoretas no centro da lagoa. Nas margens, babaçu, buritis e pastagens.

- **PONTO 62 (PA)**

Áreas encharcadas em vários pontos ao longo de estrada de manutenção da linha de transmissão. Área acidentada de solo arenoso. Nas margens da estrada, área perturbada com capoeira em regeneração, vegetação arbustiva e herbácea.

- **PONTO 63 (PA)**

Curso d'água pequeno no interior de mata de correnteza fraca, com aproximadamente dois metros de largura, 20-30 cm de profundidade, com vários bancos de areia em suas margens. No fundo de vale, levemente inclinado, o solo é arenoso com cascalho.

- **PONTOS 64, 65, 66 (PA)**

Estrada de asfalto (PI-130). Pontos localizados entre a balsa em Parnarama e a estrada do Ponto 8.

- **PONTOS 67, 68, 70, 71 (PA)**

Estrada de terra que liga Parnarama à localidade de Boa Vista, passando próximo aos pontos de armadilhas de queda 53, 1' e 76. O ponto 70 foi amostrado nas duas campanhas, enquanto os demais foram investigados apenas na primeira.

- **PONTOS 72, 74 (PA)**

Estrada de terra conhecida como estrada do Paiol, que liga Parnarama à localidade de Paiol. Pontos localizados próximos ao ponto de armadilha de queda 92. O ponto 72 foi amostrado nas duas campanhas, enquanto os demais foram investigados apenas na primeira.

- **PONTOS C2-01, C2-04, C2-05 (PE)**

Pontos ao longo da estrada que liga Parnarama à localidade de Paiol, caracterizados pela cobertura vegetal influenciada pelo desmatamento e pelo babaçu de natureza secundária. Todos os pontos são corpos d'água permanentes lênticos e situam-se em locais abertos com abundante vegetação marginal arbustiva e herbácea, sendo comum a presença de palmeiras esparsas. Estes pontos foram amostrados apenas na segunda campanha.

- **PONTO C2-06 (PE)**

Açude próximo à estrada de terra que dá acesso aos pontos 40 e 23 (AQ). Leito formado predominantemente por barro, com vegetação marginal arbustiva restrita a um pequeno trecho da margem. Amostrado apenas na segunda campanha.

- **PONTO C2-07 (PE)**

Riacho de fundo pedregoso e fluxo rápido. Predomínio de gramíneas e arbustos nas margens e entorno. Localiza-se próximo aos pontos de amostragem 40 e 23 (AQ).

- **PONTOS C2-08 e C2-09 (PA)**

Savana próxima às margens do rio Parnaíba, com presença de algumas moradias.

▪ PONTO C2-10

Sede urbana do município de Parnarama, MA, no bairro Agrovema. Caracterizado pela pouca urbanização, com muitos lotes vagos e ruas de terra. Local de encontro ocasional de espécies de serpentes.

▪ PONTO C2-11

Estrada PI-130, ligação entre Palmeirais e Amarante, PI. Local em trecho de savana, com vegetação arbustiva muito impactada pelo pastoreio de ovinos.

O arranjo taxonômico das espécies listadas para as Áreas de Influência do AHE e LT Castelhana segue as propostas de FAIVOVICH et al. (2005), FROST et al. (2006) e GRANT et al. (2006) para anfíbios, além de ZAHER (1999), FROST et al. (2001a, b) e CONRAD (2008) para répteis. Para melhor caracterizar as comunidades herpetofaunísticas, foi ainda consultada a lista brasileira de espécies ameaçadas de extinção (IBAMA, 2003). Os estados do Maranhão e do Piauí não possuem listas estaduais de espécies ameaçadas. Dados sobre endemismos, distribuição geográfica e história natural das espécies de anfíbios são encontrados em FEIO & CARAMASCHI (1995), FEIO et al. (1998), BASTOS et al. (2003), DINIZ-FILHO et al. (2008), UETANABARO et al. (2008) e FROST (2009). No que tange aos répteis, essas informações podem ser encontradas em VANZOLINI et al. (1980), PETERS & DONOSO-BARROS (1986), FRANCO et al. (1998), ARGÔLO (2004), MARQUES & SAZIMA (2004), VAZ-SILVA et al. (2007), SAWAYA et al. (2008) e UETZ & HALLERMANN (2008).

6.1.5.3.2. *Caracterização da Herpetofauna dos Pontos de Amostragem da All*

As amostragens na All do AHE Castelhana e de sua LT nas duas campanhas resultaram no registro de 56 espécies, sendo 33 anfíbios e 23 répteis (**Tabela 6.1.5.3-2; Fotos 6.1.5.3-16 a -40 Anexo X**). Entre os anfíbios, foram registradas 33 espécies da ordem Anura, distribuídas em seis famílias (**Gráfico 6.1.5.3-1**), das quais as famílias Hylidae e Leptodactylidae, representadas respectivamente por 13 e nove espécies, constituem a maioria das espécies amostradas (22 espécies).

Entre os répteis, foram registrados 12 lagartos, dez serpentes e um quelônio (**Gráfico 6.1.5.3-2**). A família mais representativa entre os répteis foi Colubridae, contemplando oito das 23 espécies de répteis registradas.

Tabela 6.1.5.3-2 Espécies da herpetofauna registrados nas All do AHE Castelhana e da LT Castelhana, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA, nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009.

Espécie	Método de captura	Pontos de ocorrência	Campanha
Classe Amphibia			
Ordem Anura			
Família Bufonidae			
<i>Rhinella granulosa</i>	PA/AQ	8, 43, 67, 68, 76, 177	1
<i>Rhinella jimi</i>	PA/AQ	10, 53, 64, 65, 66, 70, C2-03, C2-06, C2-07	1, 2
Família Cycloramphidae			
<i>Proceratophrys cristiceps</i>	PA/AQ	10, 43', 45, 53, 179	1, 2
Família Hylidae			
<i>Corythomantis greeningi</i>	PA	178	1
<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	PA	177, 183	1
<i>Dendropsophus minutus</i>	PA	70, 177	1, 2
<i>Dendropsophus nanus</i>	PA	10, 42, 47, 70, 183, C2-02, C2-03, C2-04, C2-05	1, 2
<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	PA	8	1
<i>Hypsiboas punctatus</i>	PA	42, C2-02, C2-05	2
<i>Hypsiboas raniceps</i>	PA	49, 64, 65, 66, 72, 177, C2-04	1, 2
<i>Phyllomedusa azurea</i>	PA/AQ	5, 23, 35, 64, 65, 66	1
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	PA	42, C2-04, C2-05	2
<i>Scinax constrictus</i>	PA	42, C2-02, C2-03, C2-04	2
<i>Scinax x-signatus</i>	PA	5, 177	1
<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	PE/PA	70, C2-02, C2-04, C2-05	2
<i>Trachycephalus venulosus</i>	PA	74	1
Família Leiuperidae			
<i>Eupemphix nattereri</i>	AQ	1', 53	1
<i>Physalaemus albifrons</i>	PA/AQ	45, 177	1
<i>Physalaemus centralis</i>	AQ	8, 23	1, 2
<i>Physalaemus cuvieri</i>	PA/AQ	1', 8, 5, 10, 23, 43, 53, 76, 54, 61, 178	1, 2
<i>Pleurodema diplolistris</i>	PA/AQ	54	1
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> cf.	PA/AQ	6, 42, 54, 177, 183, C2-02, C2-07	1, 2

Cont.

Tabela 6.1.5.3-2 Espécies da herpetofauna registrados nas All do AHE Castelhana e da LT Castelhana, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA, nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009.

Espécie	Método de captura	Pontos de ocorrência	Campanha
Família Leptodactylidae			
<i>Leptodactylus aff. fuscus</i>	PA/AQ	1'	1
<i>Leptodactylus andreae</i>	PA/AQ	8	1
<i>Leptodactylus hylaedactylus</i>	PA/AQ	8	1
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	PA/AQ	1', 5, 42, 47, 49, 52, 70, 72, C2-01, C2-02, C2-03, C2-05, C2-07	1, 2
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	PA/AQ	38, 45	1
<i>Leptodactylus syphax</i>	PA	181	1
<i>Leptodactylus troglodytes</i>	PA/AQ	1', 8, 23, 35, 43, 53	1, 2
<i>Leptodactylus vastus</i>	PA/AQ	10, 52, 71, 76, C2-01, C2-02, C2-03, C2-06, C2-07	1, 2
Família Microhylidae			
<i>Dermatonotus muelleri</i>	PA/AQ	10, 53	1, 2
<i>Elachistocleis piauiensis</i>	PA/AQ	54	1, 2
Classe Reptilia			
Ordem Squamata			
Sub-ordem Lacertilia			
Família Gekkonidae			
<i>Coleodactylus brachistoma</i>	PA/AQ	8	1
<i>Coleodactylus meridionalis</i>	AQ	49mata	1
<i>Hemidactylus mabouia</i>	PA	C2-09	2
Família Gymnophthalmidae			
<i>Colobosaura modesta</i>	AQ	1', 5, 23, 76	1
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	AQ	1', 5, 8, 53, 76	1
<i>Vanzosaura rubricauda</i>	AQ/PA	53	1, 2
Família Iguanidae			
<i>Iguana iguana</i>	PA	47, C2-08	2
Família Teiidae			
<i>Ameiva ameiva</i>	AQ	1', 8, C2-08	1, 2
<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	AQ	10	1, 2
<i>Tupinambis quadrilineatus</i>	PA	C2-11	2
Família Tropiduridae			
<i>Tropidurus hispidus</i>	AQ	1', 5, 8, 10, 53, 76, C2-01	1, 2
<i>Tropidurus semitaeniatus</i>	AQ	10	1, 2
Sub-ordem Serpentes			
Família Leptotyphlopidae			
<i>Leptotyphlops brasiliensis</i>	AQ	76	2

Cont.

Tabela 6.1.5.3-2 Espécies da herpetofauna registrados nas All do AHE Castelhana e da LT Castelhana, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA, nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009.

Espécie	Método de captura	Pontos de ocorrência	Campanha
Família Colubridae			
<i>Leptodeira annulata</i>	PA	72	1
<i>Liophis cf. viridis</i>	AQ	23, 76	1
<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	PA	49mata	1
<i>Philodryas nattereri</i>	PA	C2-10	2
<i>Philodryas olfersi</i>	PA	5	2
<i>Pseudoboa nigra</i>	PA	70	1
<i>Tantilla melanocephala</i>	AQ	5	1
<i>Waglerophis merremi</i>	AQ	23, C2-10	1, 2
Família Elapidae			
<i>Micrurus ibiboboca</i>	AQ	10	2
Sub-ordem Testudines			
Família Chelidae			
<i>Phrynops geoffroanus</i>	PA	73	1

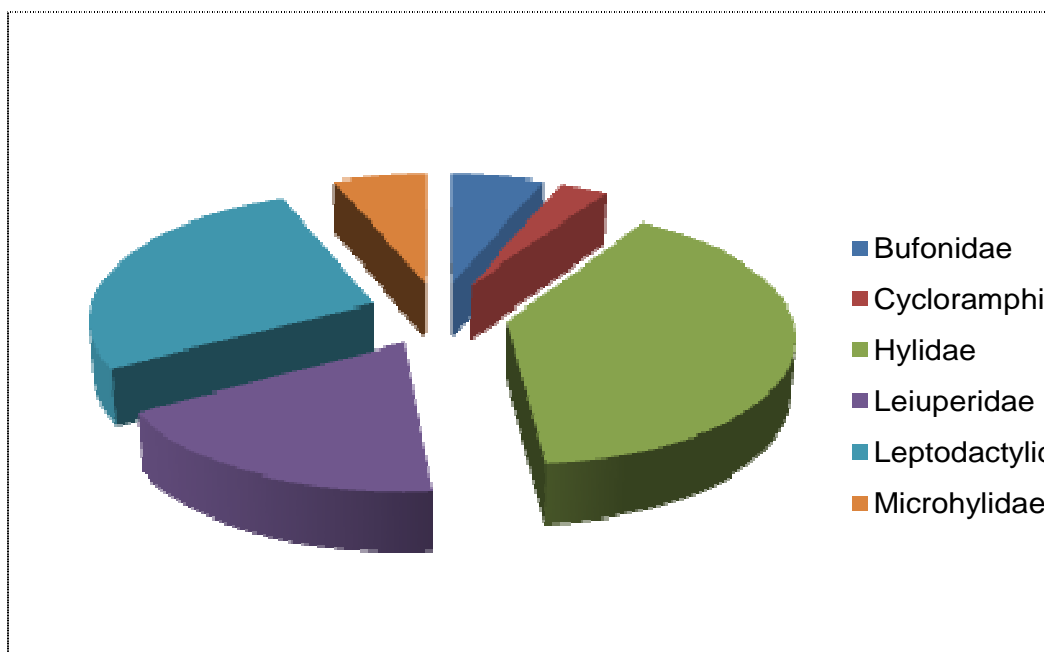


Gráfico 6.5.1.3-1 Distribuição das espécies de anfíbios registradas na All do AHE Castelhana e respectiva LT nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA, por famílias.

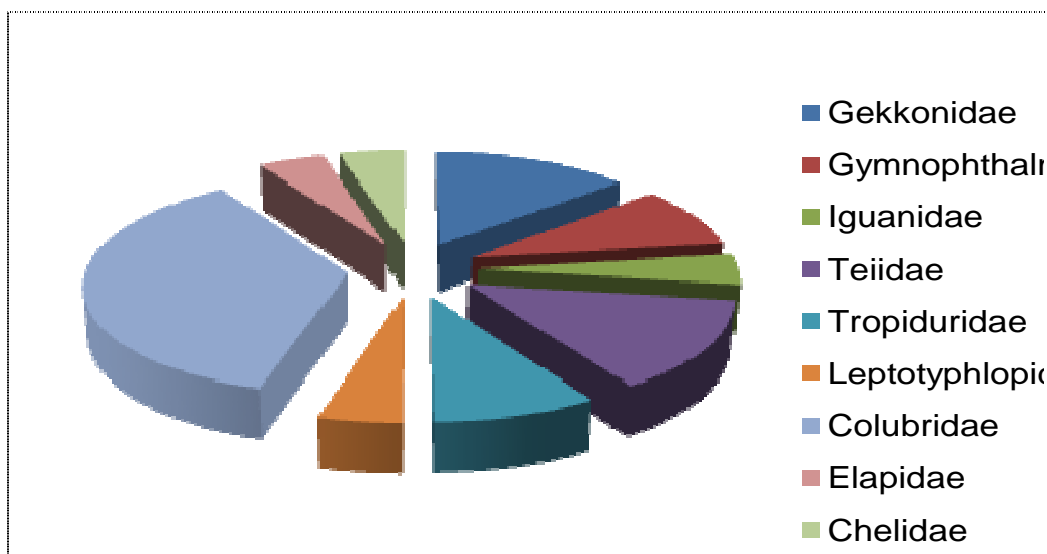


Gráfico 6.1.5.3-2. Distribuição das espécies de répteis registradas na AII do AHE Castelhana e respectiva LT nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA, por famílias.

Dentre os anfíbios, 16 espécies foram registradas exclusivamente na primeira campanha, quatro exclusivamente na segunda campanha e 13 em ambas as campanhas (**Gráfico 6.1.5.3-3.**). A maior riqueza de anfíbios na primeira campanha, que coincidiu com o período das chuvas, está relacionada ao maior número de sítios reprodutivos disponíveis nesta época. Era esperado que a riqueza diminuísse na segunda campanha, devido à sua realização na época seca.

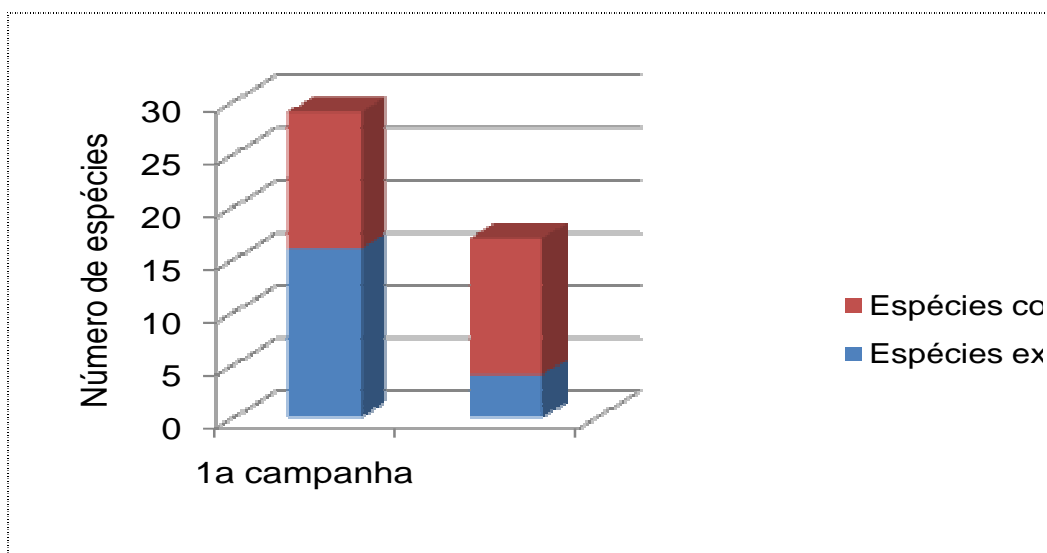


Gráfico 6.1.5.3-3. Comparação entre as riquezas totais e número de espécies exclusivas de anfíbios (em azul) registradas nas campanhas realizadas nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009 na AII do AHE Castelhana e respectiva LT, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA.

Em relação aos répteis, 10 espécies foram registradas exclusivamente na primeira campanha, seis exclusivamente na segunda campanha e seis em ambas as campanhas (**Gráfico 6.1.5.3-4**). Novamente, a maior riqueza está associada à época chuvosa, quando existe maior abundância de presas e quando ocorre a estação reprodutiva da maior parte das espécies de répteis.

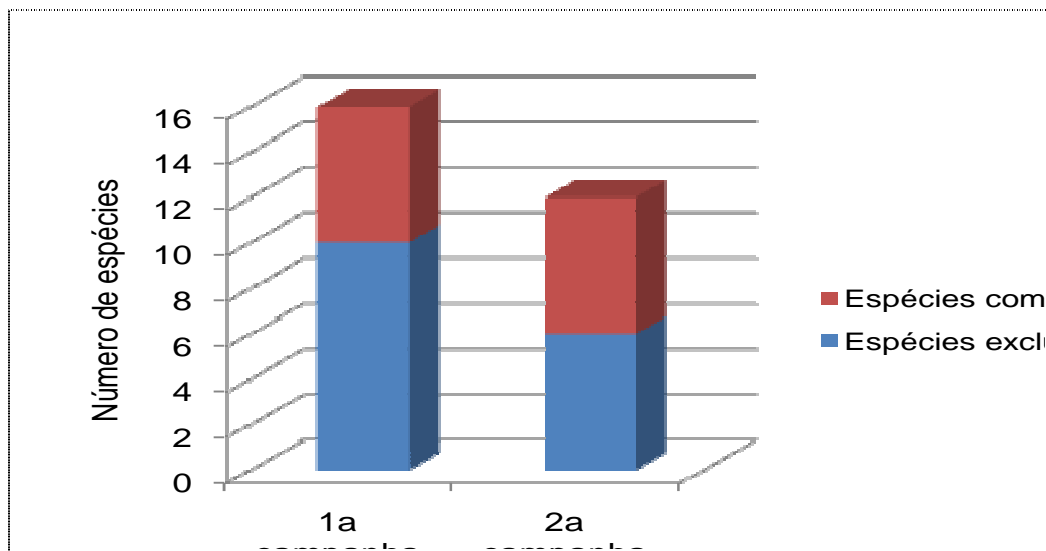


Gráfico 6.1.5.3-4. Comparação entre as riquezas totais e número de espécies exclusivas de répteis (em azul) registradas nas campanhas realizadas nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009 na All do AHE Castelhana e respectiva LT, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA.

6.1.5.3.3. Análises Estatísticas e Avaliação do Esforço Amostral

6.1.5.3.4. Considerações sobre a Herpetofauna Característica All (resultados)

A composição da herpetofauna das All do AHE e LT Castelhana reflete as fisionomias dominantes na paisagem de sua região de inserção. A maior parte das espécies é típica de ambientes abertos e comuns nos biomas Cerrado e Caatinga (veja COLLI et al., 2002; RODRIGUES, 2003). Algumas delas podem ser encontradas inclusive em locais abertos dos biomas Mata Atlântica e Amazônia (FROST, 2009), normalmente associadas a clareiras ou bordas de mata, mesmo em locais perturbados pela ação antrópica.

Por outro lado, ocorrem espécies associadas a fisionomias florestais ou bordas de mata que são encontradas em maiores abundância na região amazônica. Este é o caso da perereca *Sphaenorhynchus lacteus*. A ocorrência desta espécie na All de Castelhana demonstra a influência da Floresta Ombrófila Aberta na área do empreendimento. Mesmo que de forma alterada ou relictual, algumas formações florestais, notadamente os babaçuais de natureza secundária, ainda sustentam espécies primariamente amazônicas.

Portanto, a herpetofauna da All pode ser caracterizada como majoritariamente composta por elementos de ampla distribuição geográfica, associados a formações vegetais abertas, incluindo diversas espécies que podem ser encontradas em locais alterados pelo homem. Este padrão parece ser comum na Caatinga e no Cerrado do Meio-Norte e Nordeste

brasileiros, pois foi também observado por VANZOLINI et al. (1980), PAVAN & DIXO (2004) e BRASILEIRO et al. (2008). Aparentemente, várias das espécies típicas de formações abertas são beneficiadas pela alteração de ambientes florestais, ocupando as áreas desmatadas e estendendo suas distribuições geográficas (HADDAD, 1998). Os elementos amazônicos encontrados na AII do AHE Castelhana podem estar relacionados aos eventos de dispersão de fauna através dos corredores formados pelas matas de galeria, que conectam biomas florestados àqueles de formações abertas através do avanço da vegetação ripária ao longo dos cursos d'água (veja RODRIGUES, 2005).

A pequena associação entre tipos de fisionomias e espécies é refletida no baixo número de espécies endêmicas dos biomas encontrados na AII. Apenas *Scinax constrictus* (perereca), *Leptodactylus pustulatus* (caçote), *L. syphax* (caçote) e *Tupinambis quadrilineatus* (teiú) são consideradas espécies restritas aos domínios dos Cerrados (segundo DINIZ-FILHO et al., 2008), enquanto *Tropidurus semitaenatus* (lagartixa) é a única espécie endêmica da Caatinga registrada na AII (segundo RODRIGUES, 2003). A taxa de endemismo é de apenas 8,9%, comprovando a ampla distribuição geográfica da maior parte das espécies, que se estende por mais de um bioma.

A riqueza de anfíbios encontrada nas duas campanhas realizadas pode ser considerada satisfatória para os períodos de amostragem e métodos empregados. BRASILEIRO et al. (2008) utilizou as mesmas metodologias do presente estudo em localidades do Maranhão e do Tocantins, caracterizadas pela ocorrência de Cerrados, matas mesófilas e outras áreas abertas, tendo empregado 28 dias de amostragem no Maranhão e 29 dias no Tocantins. Como resultado, registrou 38 espécies de anfíbios em localidades dos dois estados, número pouco maior que o registrado na AII de Castelhana (33). VAZ-SILVA et al. (2007) encontraram 32 espécies de anfíbios em localidade do Cerrado de Goiás, utilizando-se dos mesmos métodos do presente estudo.

VAZ-SILVA et al. (2007) registraram ainda 71 espécies de répteis, mas valendo-se também dos esforços empregados para o resgate de fauna durante o enchimento do reservatório de uma hidroelétrica, quando é comum que estes animais sejam capturados em riqueza e abundância muito elevadas. Infelizmente, não estão disponíveis outros inventários de répteis nas formações abertas do meio-norte e nordeste que tenham utilizado as metodologias empregadas na AII do AHE e LT Castelhana, não sendo possível avaliar se a riqueza registrada nas amostragens do presente estudo está de acordo com o esperado para o esforço amostral empregado com a procura direta e armadilhas de queda.

6.1.5.3.5. *Composição, Riqueza e Diversidade de Espécies*

6.1.5.3.5.1. *Espécies Bioindicadoras*

Os estudos mais recentes das comunidades faunísticas têm demonstrado que é possível reconhecer grupos de espécies intimamente relacionadas com as condições ambientais de determinadas áreas. Estas espécies, denominadas geralmente de "bioindicadoras", estão sendo largamente utilizadas em estudos para diagnóstico ambiental, permitindo ao pesquisador realizar inferências sobre as condições de preservação do habitat analisado. Suas particularidades e requerimentos ecológicos constituem ferramentas importantes nos estudos de meio ambiente (HEYER et al., 1994).

Dentre os critérios usados para a seleção de espécies bioindicadoras de anfíbios, estão a dependência de características do ambiente e os modos reprodutivos. SALTHER & DUELLMAN (1973) definiram os modos reprodutivos em anfíbios através de uma combinação de atributos que incluem o sítio de oviposição, características dos ovos e das desovas, taxa e duração do desenvolvimento, estágio e tamanho no momento da eclosão e tipo de cuidado parental, se houver. Todos estes atributos estão intimamente relacionados a características do ambiente que incluem a disponibilidade de recursos específicos, como micro-habitats e alimento, além da presença de predadores e competidores, microclima e outras variáveis bióticas e abióticas.

Logo, é possível concluir que anfíbios com modos reprodutivos especializados, e portanto dependentes de recursos ambientais especiais e possivelmente limitados, são mais sensíveis a modificações do meio do que espécies que se reproduzem em uma maior variedade de micro-habitats ou que são dependentes de variáveis ambientais freqüentemente disponíveis. Em última análise, seria indicado determinar como bioindicadoras, e conseqüentemente como espécies de maior importância ecológica, aquelas restritas a ambientes florestais (que não conseguiriam sobreviver em ambientes alterados) e com modos reprodutivos especializados. Não é encontrada na AII de Castelhamo nenhuma espécie de anfíbio com essas características. Dessa forma, não é possível indicar espécies bioindicadoras deste grupo na área analisada.

No que tange aos répteis, lagartos de folheto têm sido utilizados como bioindicadores de alteração florestal e exploração madeireira. Eles dependem de pequenos invertebrados para sua alimentação e de sombra para manter temperaturas corpóreas moderadas (VITT & CALDWELL, 1994; CALDWELL & VITT, 1999). De acordo com VITT et al., (1998), o chão de uma floresta com dossel contínuo apresenta temperaturas médias entre 23 e 26°C durante o dia; lagartos não-heliotérmicos que vivem no folheto de florestas não perturbadas mantêm a temperatura do corpo a 28°C, em média. Quando o dossel é removido, a média por hora das temperaturas do chão da floresta pode exceder 36°C e pequenos lagartos não sobrevivem a temperaturas tão extremas, desaparecendo rapidamente em áreas desmatadas (ÁVILA-PIRES et al., 2007). Além da elevação da temperatura pela modificação do dossel, a perda do folheto associado com a floresta elimina a maioria dos insetos que fazem parte da dieta desses pequenos lagartos, assim como o micro-habitat multiestratificado que esses animais utilizam para escapar de predadores (ÁVILA-PIRES et al., 2007). Na AII de Castelhamo são encontradas duas espécies de lagartos pequenos de folheto: *Coleodactylus brachistoma* e *Colobosaura modesta*. Estas espécies podem ser apontadas como as mais sensíveis a perturbações relacionadas à retirada da vegetação florestal nativa, sendo consideradas bioindicadoras.

6.1.5.3.5.2. Espécies Raras, Ameaçadas e de Valor Cinegético

Nenhuma das espécies registradas na AII do AHE e LT de Castelhamo é considerada rara, de acordo com a bibliografia consultada. Também não foi registrada nenhuma espécie considerada ameaçada de extinção de acordo com a lista do IBAMA (2003).

A única espécie de anfíbio com valor cinegético é *Leptodactylus vastus* (gija, rã-pimenta), utilizada como item alimentar pelas populações rurais de diferentes regiões do Brasil. É uma espécie de grande porte associada a corpos d'água lênticos permanentes ou temporários, podendo ser encontrada em altas densidades na época chuvosa. A caça a essa espécie, no entanto, é pequena e ocasional quando comparada a outros representantes da

herpetofauna, como os jacarés e cágados. Ainda não foi relatada na literatura nenhuma diminuição populacional relacionada à coleta furtiva de exemplares da espécie.

Dentre os répteis, é considerada espécie cinegética o teiú *Tupinambis quadrilineatus*. É comum que moradores rurais relatem o consumo ocasional de carne de teiú como item complementar à dieta rotineira. No entanto, a caça ao teiú parece ser esporádica, sendo efetuada apenas em situações em que o animal é encontrado fortuitamente em estradas ou nas áreas peridomiciliares. Não há um esforço dirigido exclusivamente para a caça desse animal, como ocorrem com jacarés, cágados e outros. Por isso, é provável que a caça furtiva não seja uma das maiores ameaças à espécie.

6.1.5.3.5.3. Referências bibliográficas

As referências bibliográficas do presente item foram apresentadas conjuntamente no item sobre Herpetofauna descrita para a AID 9.1.4.3.5.

Anexo X

Documentação Fotográfica – Herpetofauna

AHE Castelhana



Foto 6.1.5.3-1 Ponto 5 (AQ) Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-2 Ponto 53 (AQ) Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-3 Ponto 8 (AQ) Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-4 Ponto 1' (AQ) Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-5 Ponto 43' (AQ) Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-6 Ponto 45 (PE) Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-7 Ponto 46 (PE) Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-8 Ponto 47 (PE). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-9 Ponto 53 (PE) (AQ). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-10 Ponto 54 (PE) (AQ). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-11 Ponto 55 (PE). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-12 Ponto 56 (PE). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-13 Ponto 57 (PE). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-14 Ponto 62 (PA). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-15 Ponto 50 (PE). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-16 *Dendropsophus melanargyreus*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-17 *Hypsiboas raniceps*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-18 *Phyllomedusa azurea*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-19 *Scinax x-signatus* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-20 *Scinax constrictus* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-21 *Trachycephalus venulosus* (jovem) Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-22 *Leptodactylus andreae* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-23 *Leptodactylus* aff. *Fuscus* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-25 *Leptodactylus hylaedactylus* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-26 *Coleodactylus brachistoma* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-27 *Pseudoboa nigra* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-28 *Rhinella granulosa* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-29 *Dendropsophus minutus* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-30 *Scinax gr. Ruber* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-31 *Leptodactylus macrosternum* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-32 *Leptodactylus pustulatus* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-33 *Dermatoneurus muelleri* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-34 *Eupemphix nattereri* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-35 *Physalaemus centralis* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-36 *Pseudopaludicola cf. mystacalis* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-37 *Micrablepharus maximiliani* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-38 *Iguana iguana* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-39 *Tropidurus hispidus* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 6.1.5.3-40 *Leptodeira annulata* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.

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 Castelhanos, 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 Castelhanos, 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 Castelhanos.

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.

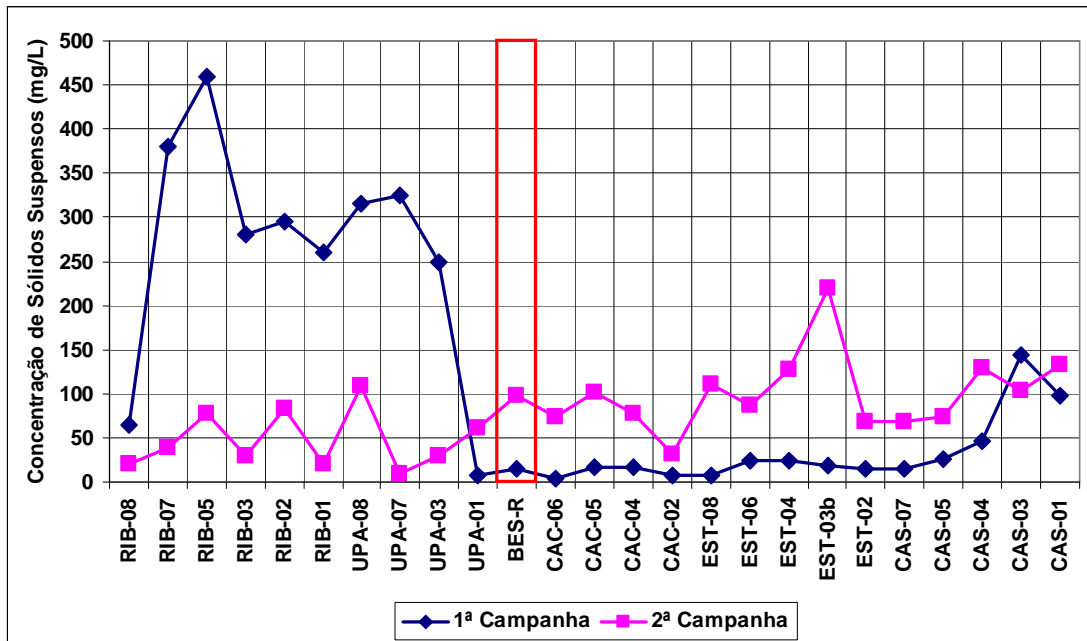


Gráfico 6.2.3-1 Variação Longitudinal de Sólidos Suspensos Totais no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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.

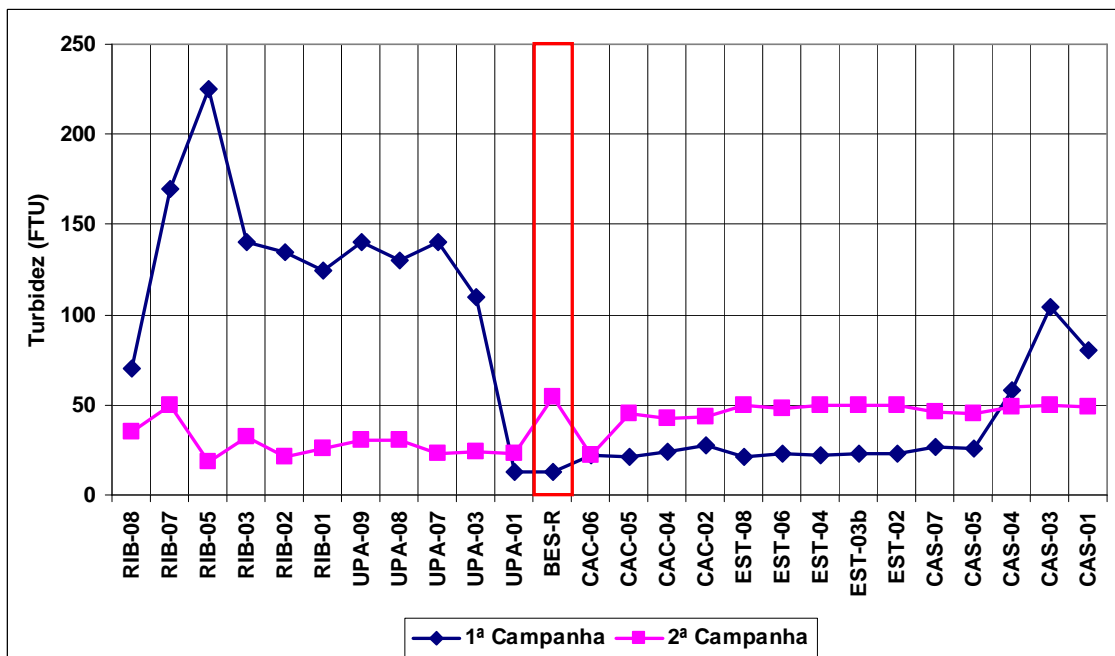


Gráfico 6.2.3-2 Variação Longitudinal de Turbidez no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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.

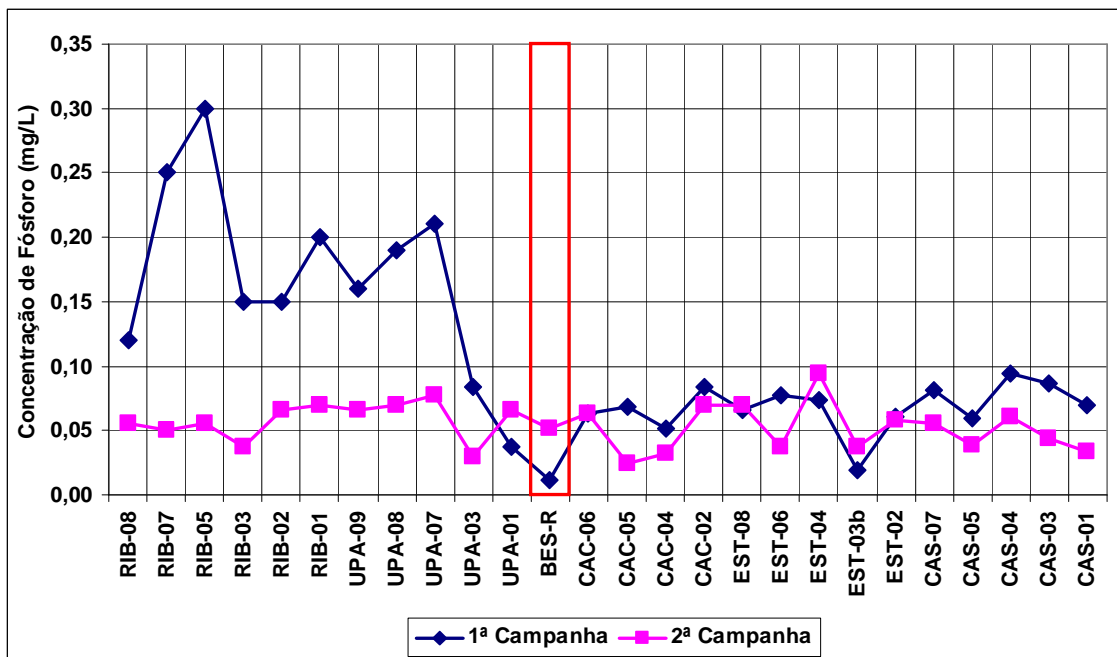


Gráfico 6.2.3-3 Variação Longitudinal de Fósforo Total no Rio Parnaíba, março e junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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 Castelhanos.

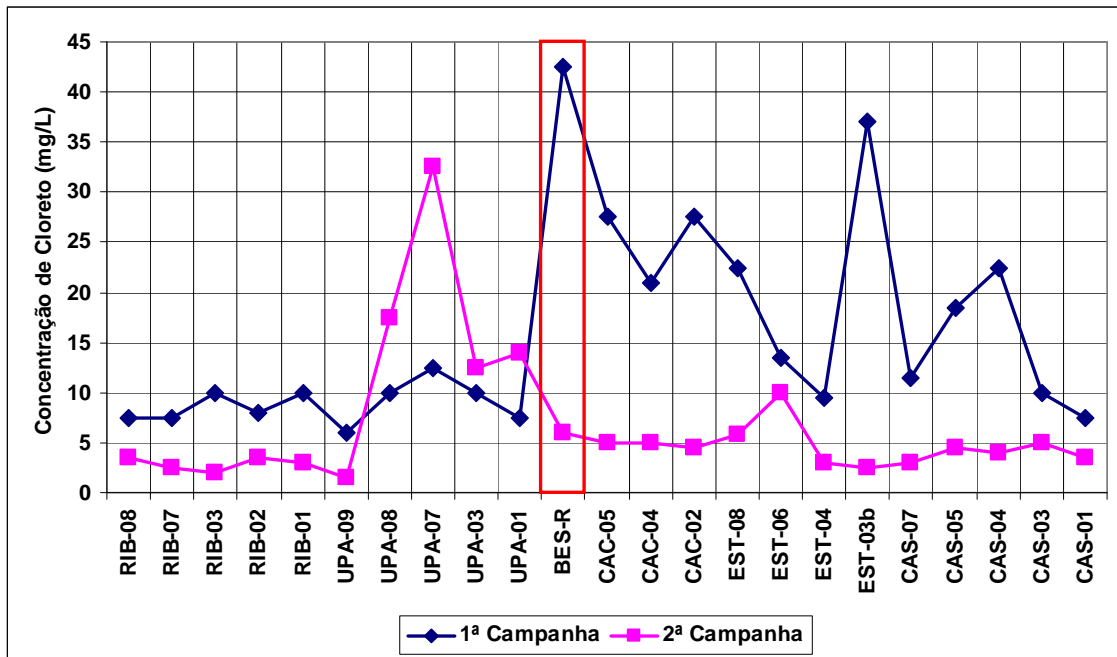


Gráfico 6.2.3-4 Variação Longitudinal de Cloretos no Rio Parnaíba, março e junho de 2009 (1ª e 2ª Campanha, respectivamente).

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 cloro.

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 cloro, 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.

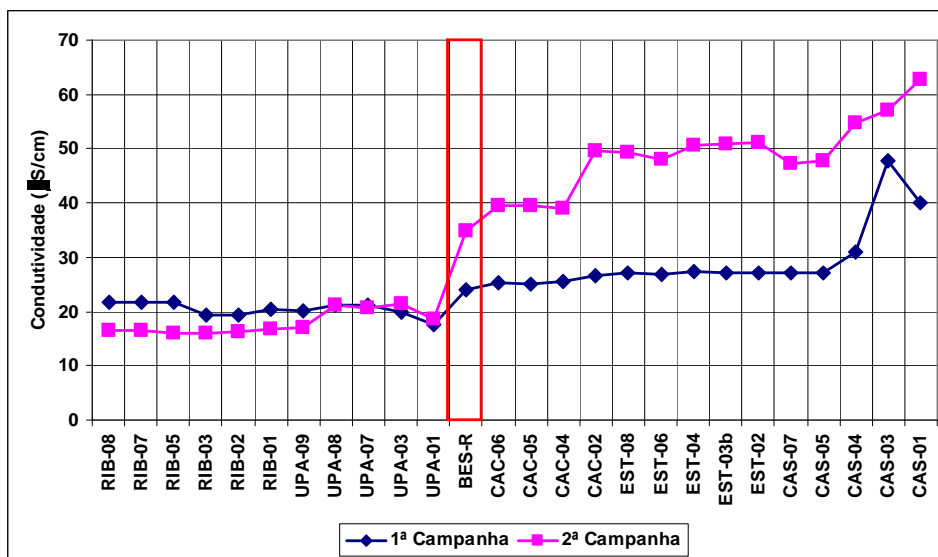


Gráfico 6.2.3-5 Variação Longitudinal de Condutividade Elétrica no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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.

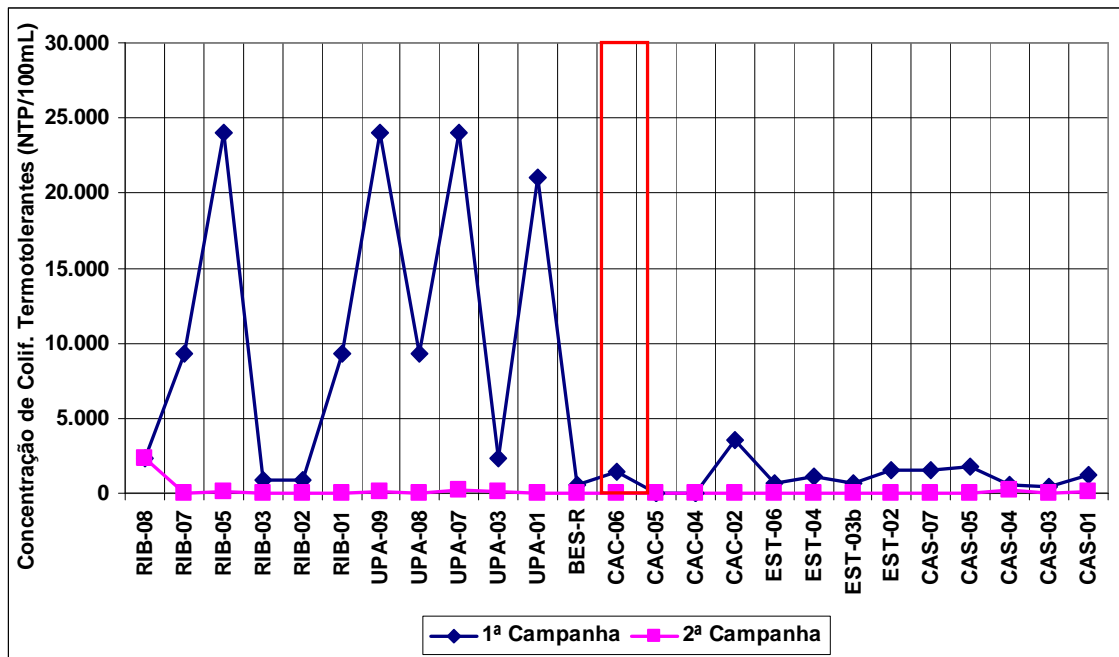


Gráfico 6.2.3-6 Variação Longitudinal de Coliformes Termotolerantes no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª Campanha, respectivamente).

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.

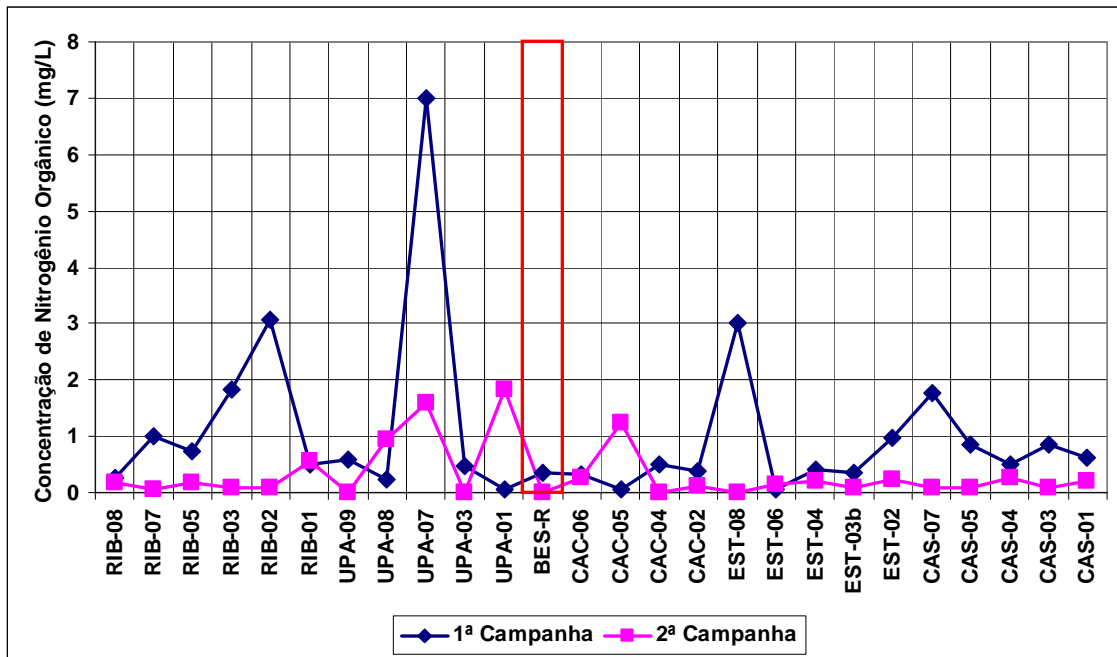


Gráfico 6.2.3-7 Variação Longitudinal de Nitrogênio Orgânico no Rio Parnaíba, março e junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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

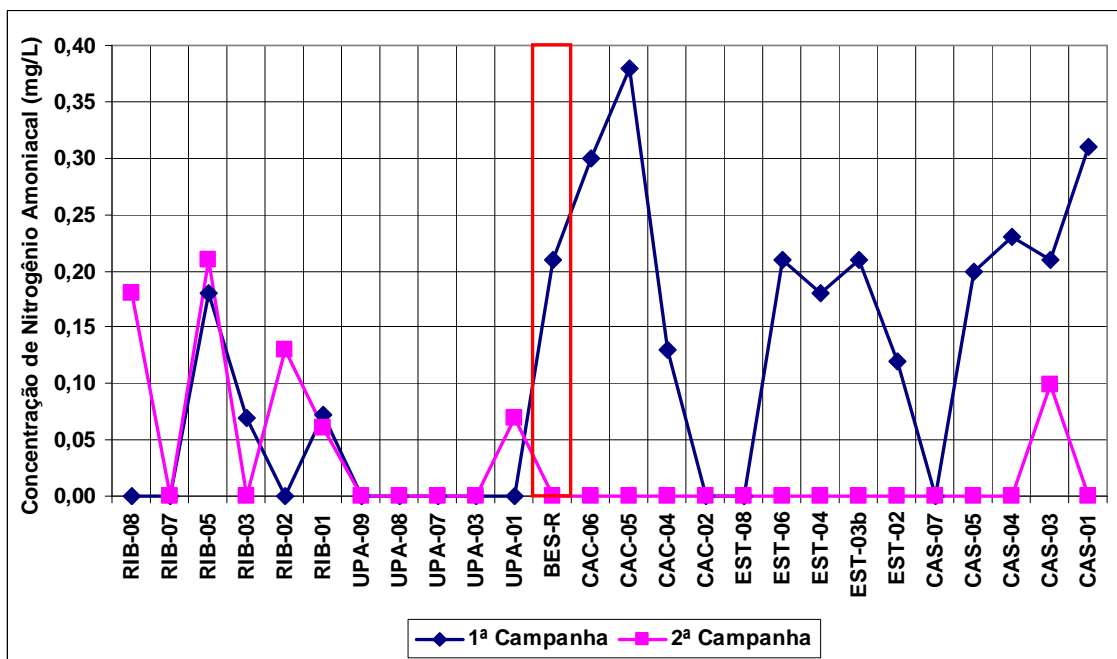


Gráfico 6.2.3-8 Variação Longitudinal de Nitrogênio Amoniacal no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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.

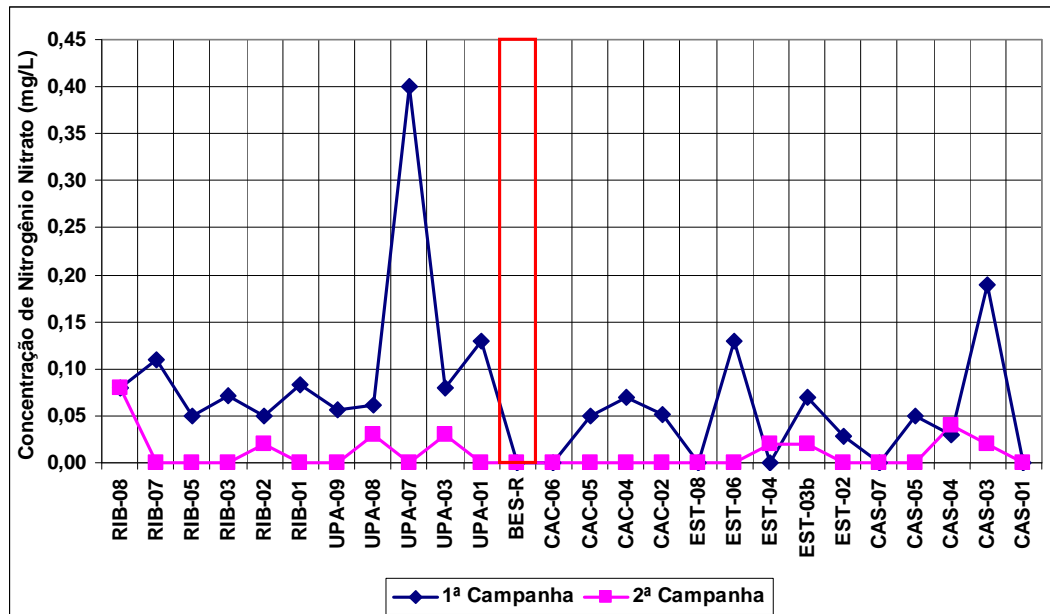


Gráfico 6.2.3-9 Variação Longitudinal de Nitrato no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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).

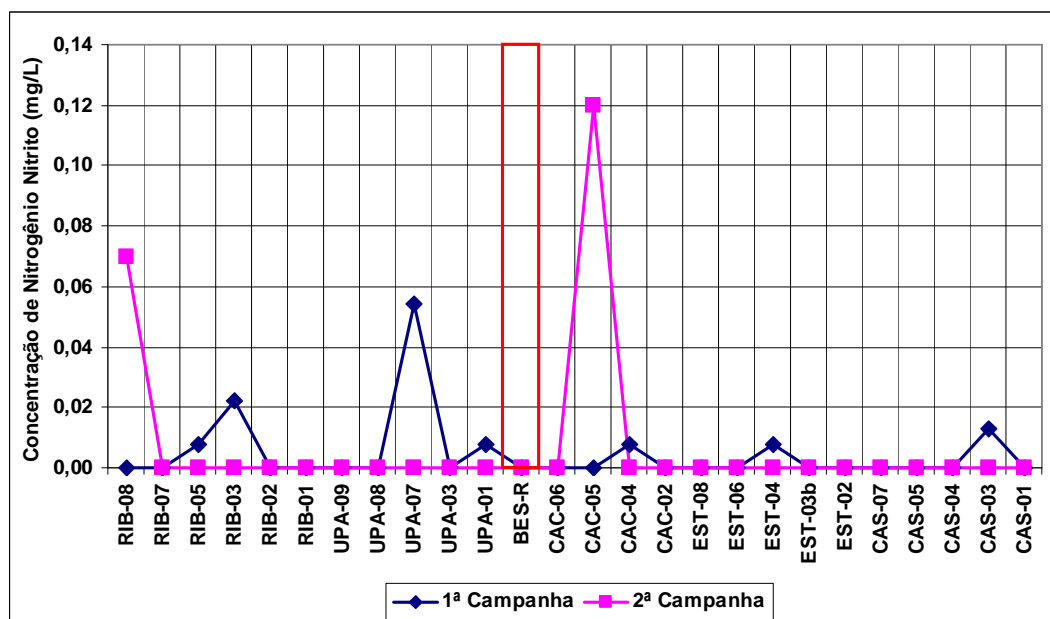


Gráfico 6.2.3-10 Variação Longitudinal de Nitrito no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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.

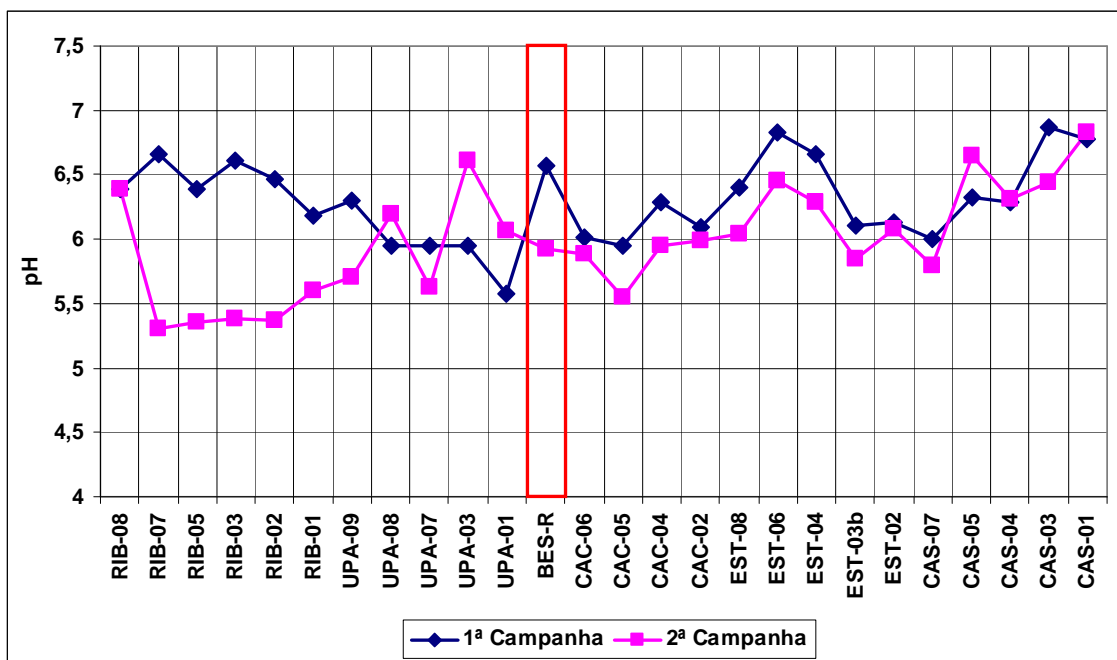


Gráfico 6.2.3-11 Variação Longitudinal do pH no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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 Gurguéia (**Gráfico 6.2.3-12**).

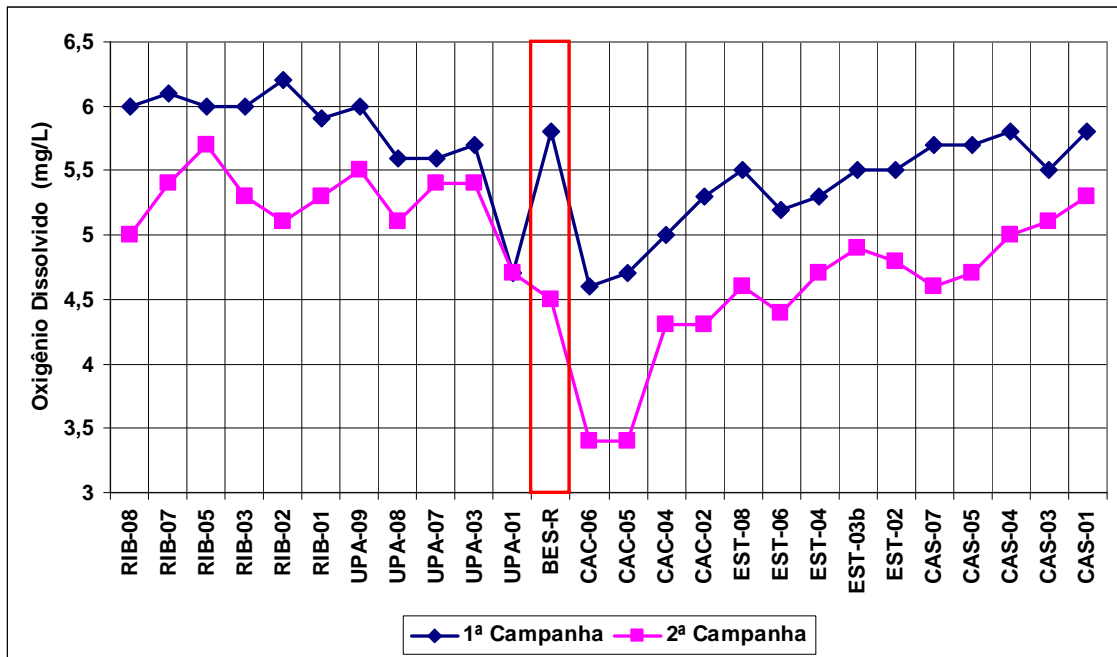


Gráfico 6.2.3-12 Variação longitudinal do Oxigênio Dissolvido (OD) no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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**)

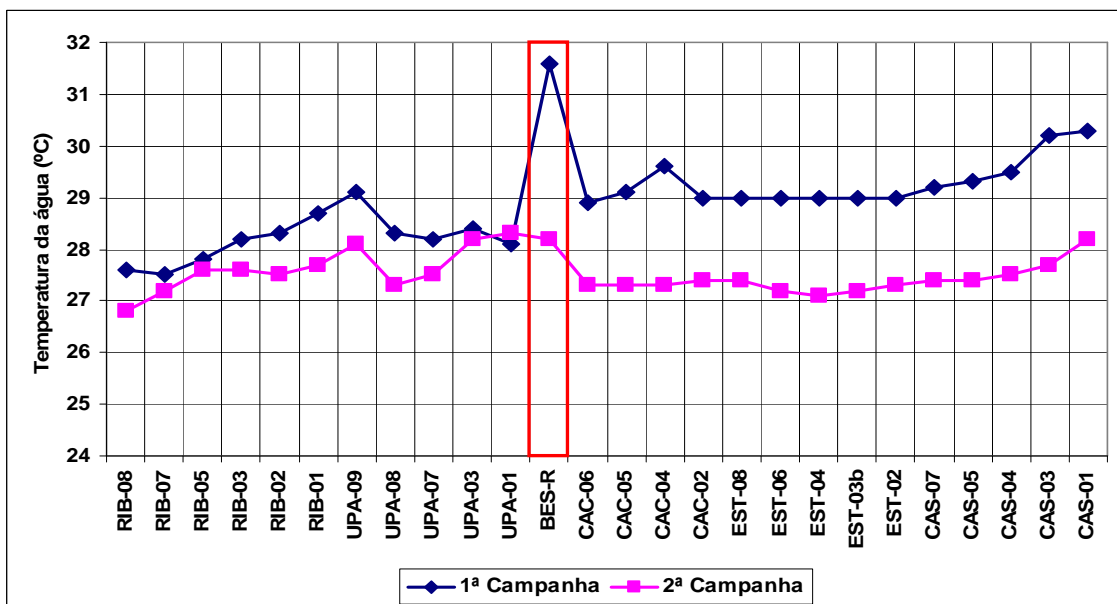


Gráfico 6.2.3-13 Variação Longitudinal da Temperatura no Rio Parnaíba, Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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**.

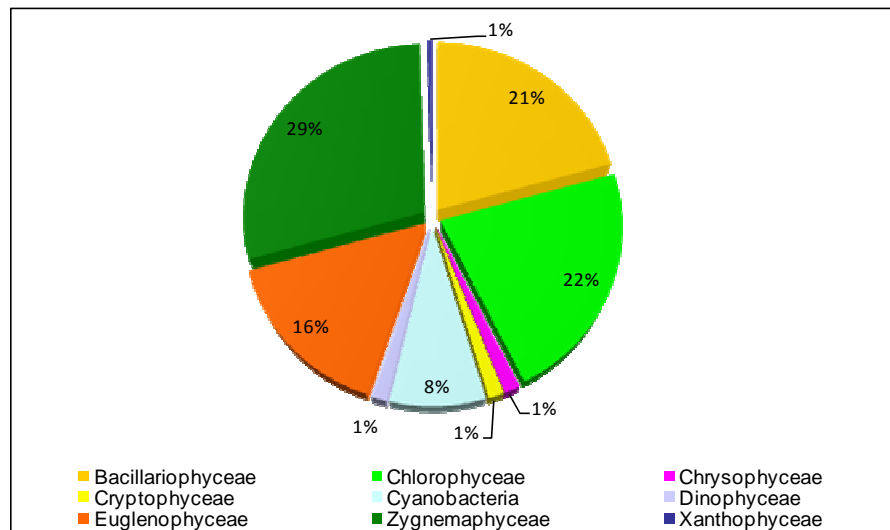


Gráfico 6.2.4-1 Participação Relativa das Divisões Taxonômicas na Composição do Fitoplâncton

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.

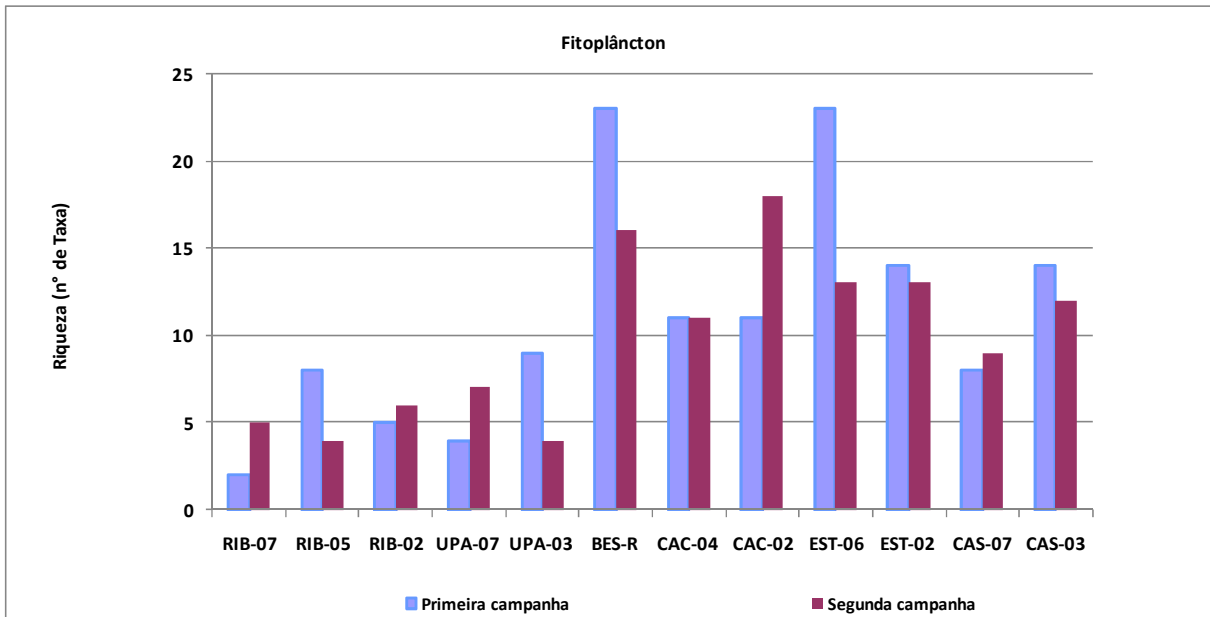


Gráfico 6.2.4-2 Riqueza de táxons do Fitoplâncton no rio Parnaíba - Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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 bacilariófitas 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</i> sp.					X
Chlorophyceae	<i>Chlorella vulgaris</i>		X	X		X
	<i>Coelastrum microporum</i>			X		
	<i>Chlorococcum infusioenum</i>		X			
	<i>Choricystis cylindracea</i>		X			
	<i>Monoraphidium tortile</i>		X		X	
	<i>Pediastrum duplex</i>					X
	<i>Pediastrum</i> sp.					X
	<i>Pediastrum simplex</i>					X
Euglenophyceae	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>					X
	<i>Euglena acus</i>		X		X	
	<i>Euglena</i> sp.		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</i> sp1.				X	
	<i>Trachelomonas oblonga</i>				X	X
	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>			X		
Bacillariophyceae	<i>Trachelomonas volvocina</i>	X	X	X	X	X
	<i>Aulacoseira granulata</i>			X	X	X
	<i>Achnanthes</i> sp.	X				
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>					X
	<i>Cymbella</i> sp1.	X				
	<i>Eunotia</i> sp1.	X	X		X	
	<i>Gomphonema parvulum</i>					X
	<i>Gyrosigma spenceri</i>					X
	<i>Navicula</i> sp1.			X	X	
	<i>Navicula</i> sp2.			X		
	<i>Nitzschia palea</i>			X		
	<i>Nitzschia</i> sp1.					X
	<i>Stauroneis</i> sp.			X		
	<i>Synedra radians</i>			X		
	<i>Synedra radians</i>				X	
	<i>Synedra</i> sp.					X
	<i>Synedra ulna</i>				X	
Cryptophyceae	<i>Cryptomonas erosa</i>		X	X	X	X
	<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>		X			
Zygnemaphyceae	<i>Closterium</i> sp.				X	
	<i>Euastrum</i> sp1.				X	
	<i>Mougeotia</i> sp.				X	
Dinophyceae	<i>Staurastrum leptocladum</i>			X	X	
	<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 fitoplancônica variou longitudinalmente, com concentrações algais mais elevadas no reservatório Boa Esperança e nos trechos analisados a jusante desse reservatório (**Gráfico 6.2.4-3**).

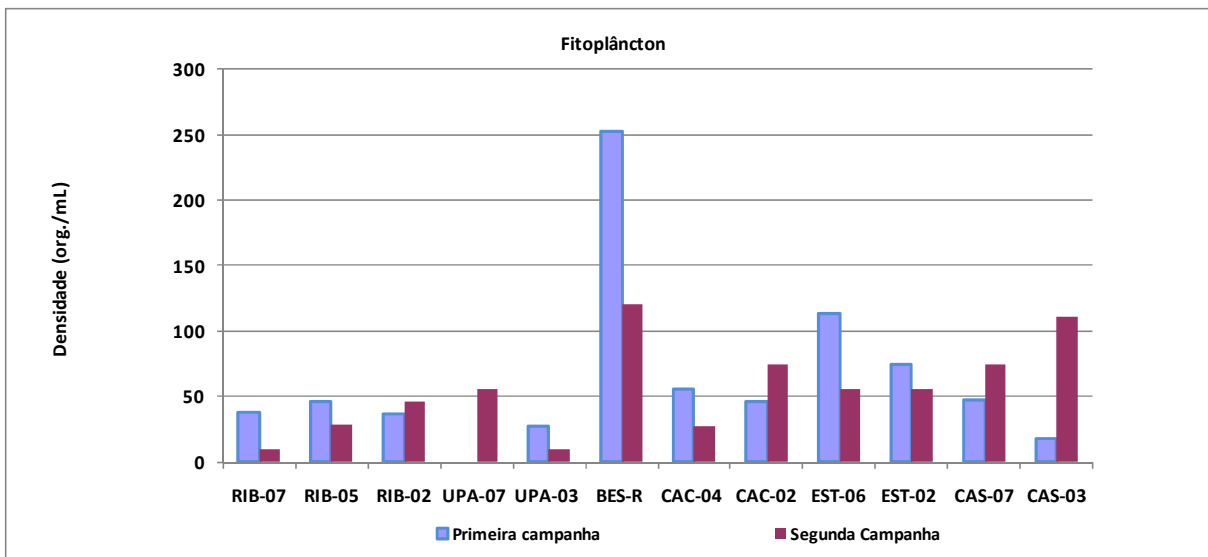


Gráfico 6.2.4-3 Densidade do Fitoplâncton (org./mL) no Rio Parnaíba - Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

A comunidade fitoplancônica, 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 zooplancônicos 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**).

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

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.

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.

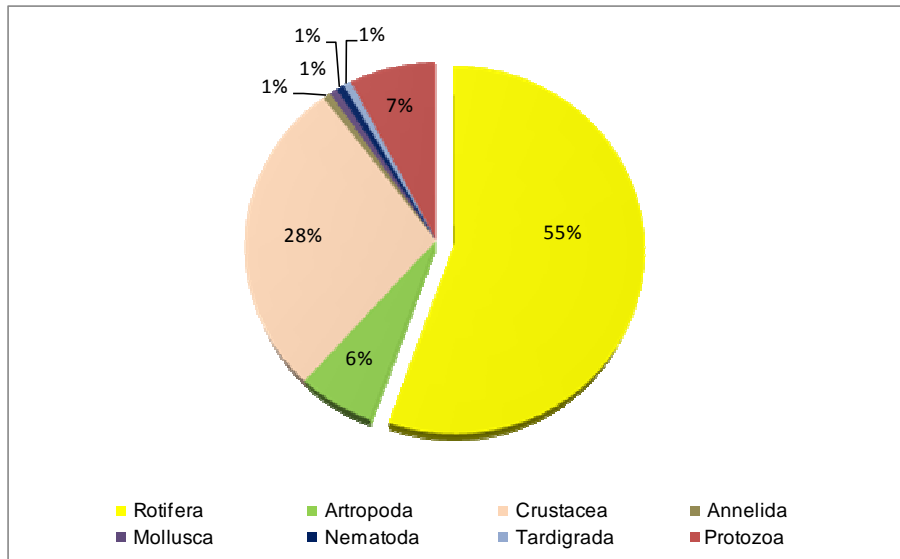


Gráfico 6.2.5-1 Participação Relativa das Divisões Taxonômicas na Composição do Zooplâncton

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**).

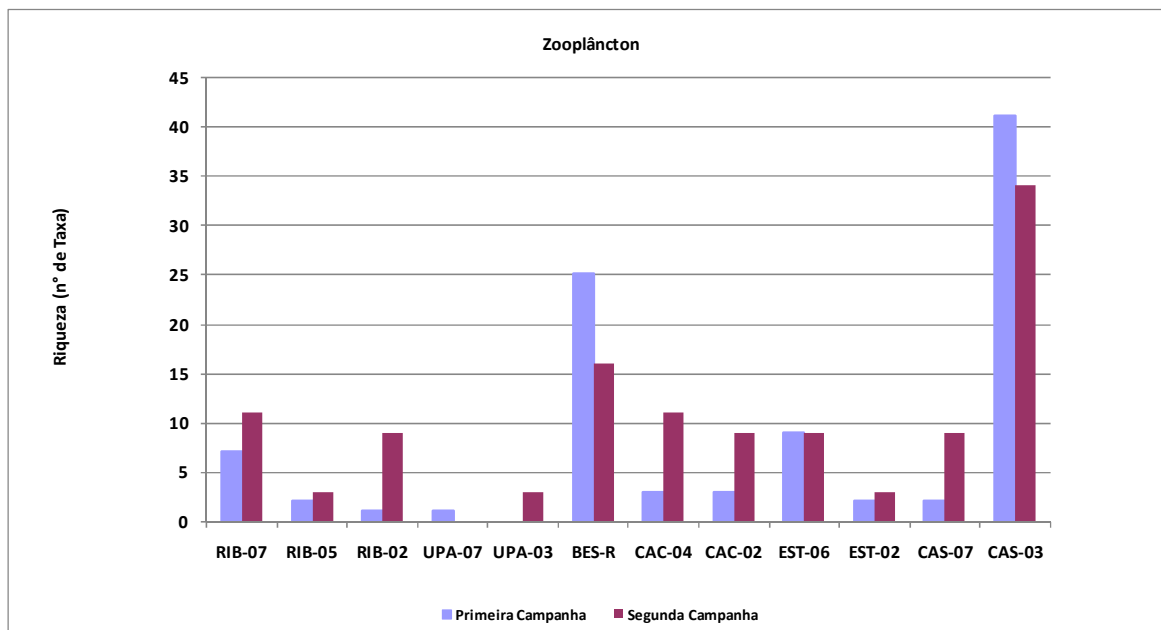


Gráfico 6.2.5-2 Riqueza de táxons do Zooplâncton no Rio Parnaíba - Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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.

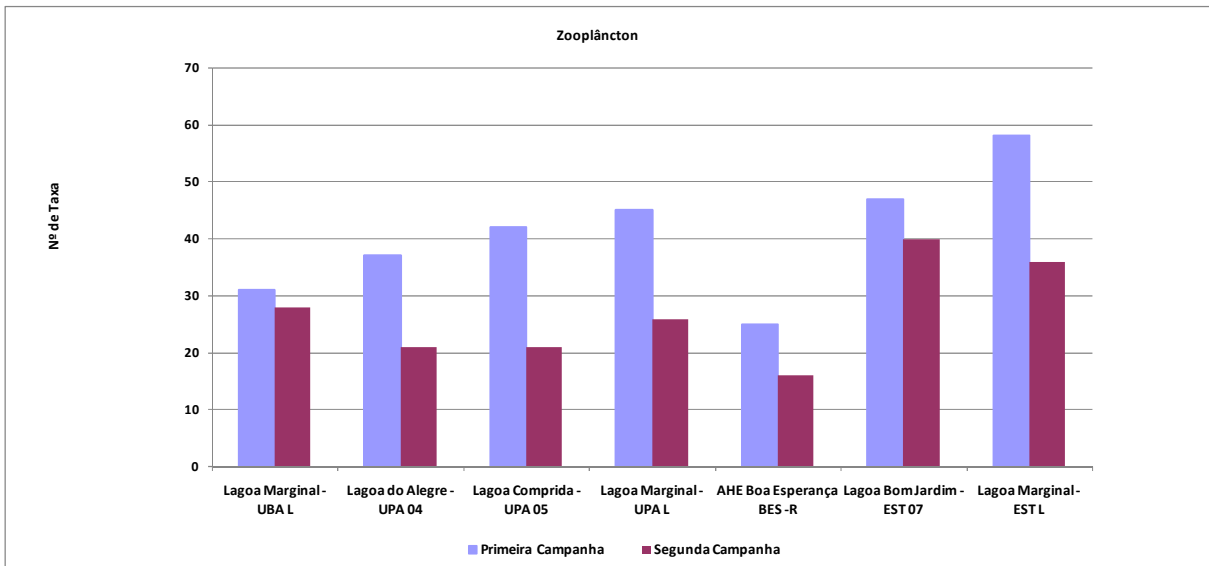


Gráfico 6.2.5-3 Riqueza de táxons dos Ambientes Lênticos nas All dos Aproveitamentos Estudados - Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

O **Gráfico 6.2.5-4** indica a variação longitudinal de densidade (org./m³) de organismos zooplanctônicos 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 lóxicas, mas também à combinação de certos fatores como a elevada turbidez e a velocidade de correnteza que caracterizou principalmente a primeira campanha (março/2009).

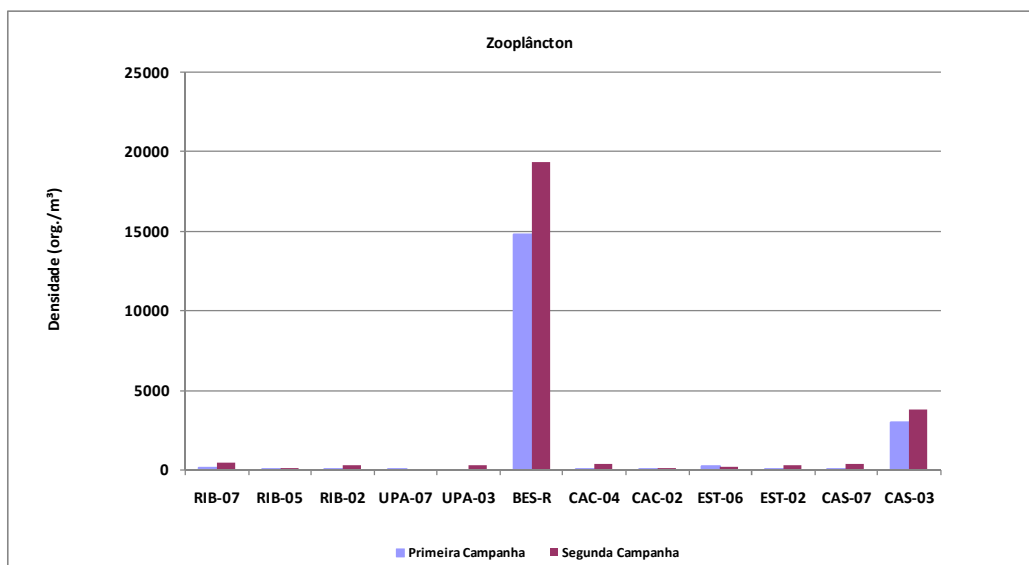


Gráfico 6.2.5-4 Densidade do Zooplâncton (org./m³) no Rio Parnaíba - Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente)

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**.

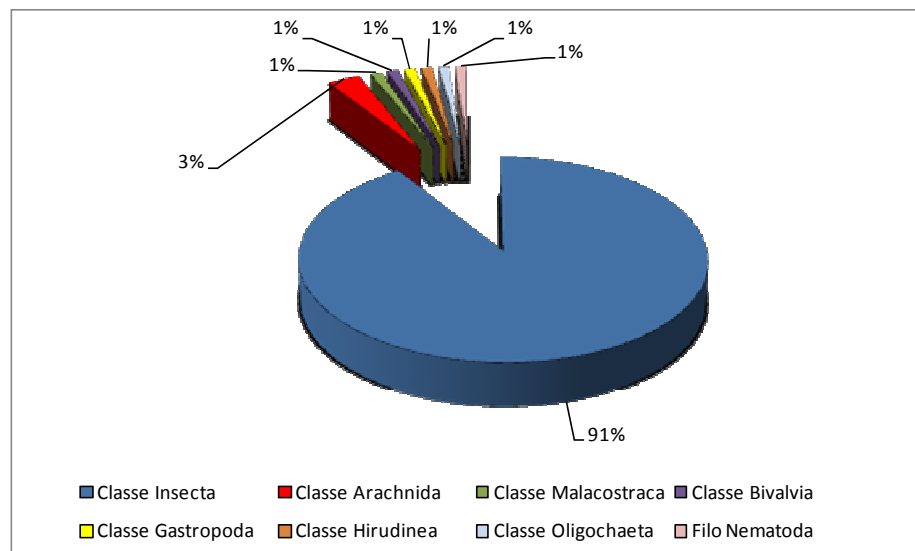


Gráfico 6.2.6-1 Participação Relativa das Divisões Taxonômicas na Composição de Macroinvertebrados Bentônicos

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**).

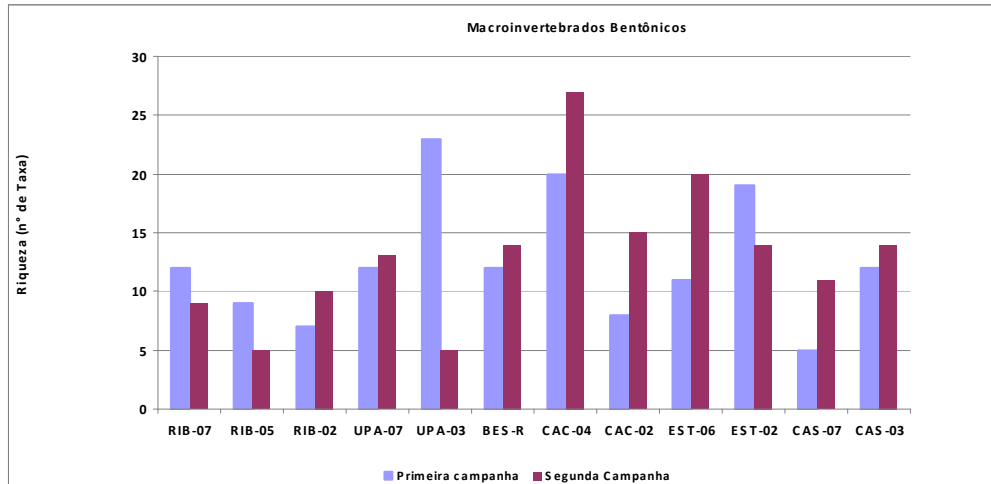


Gráfico 6.2.6-2 Valores de Riqueza Total de Macroinvertebrados Bentônicos (Nº de táxons)

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**).

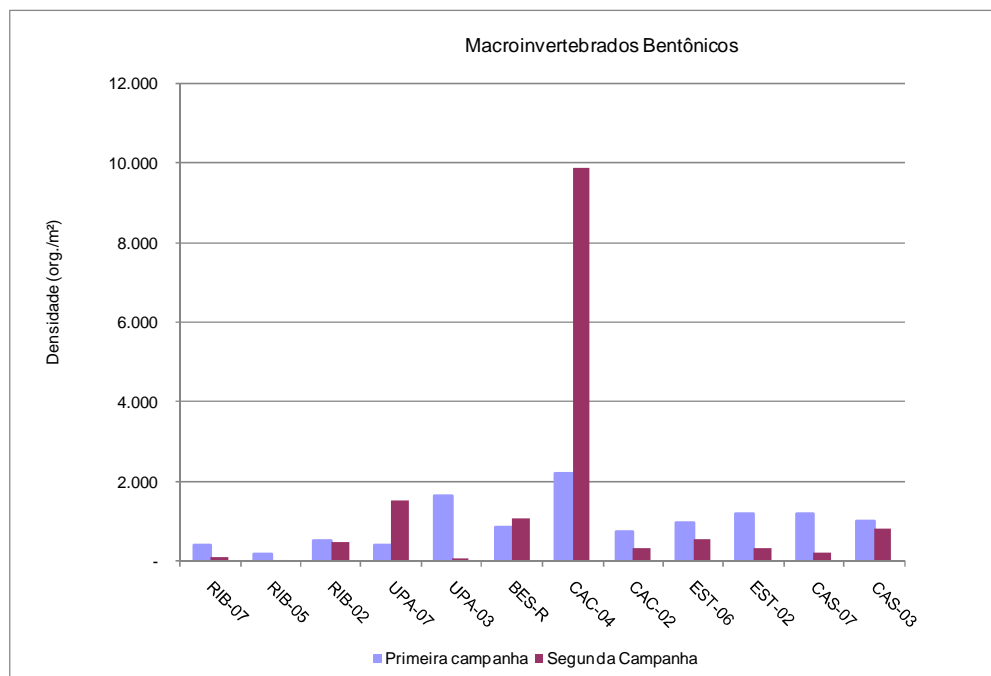


Gráfico 6.2.6-3 Valores Médios de Densidade dos Macroinvertebrados Bentônicos (org./m³) no rio Parnaíba - Março e Junho de 2009 (1ª e 2ª campanha, respectivamente).

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).

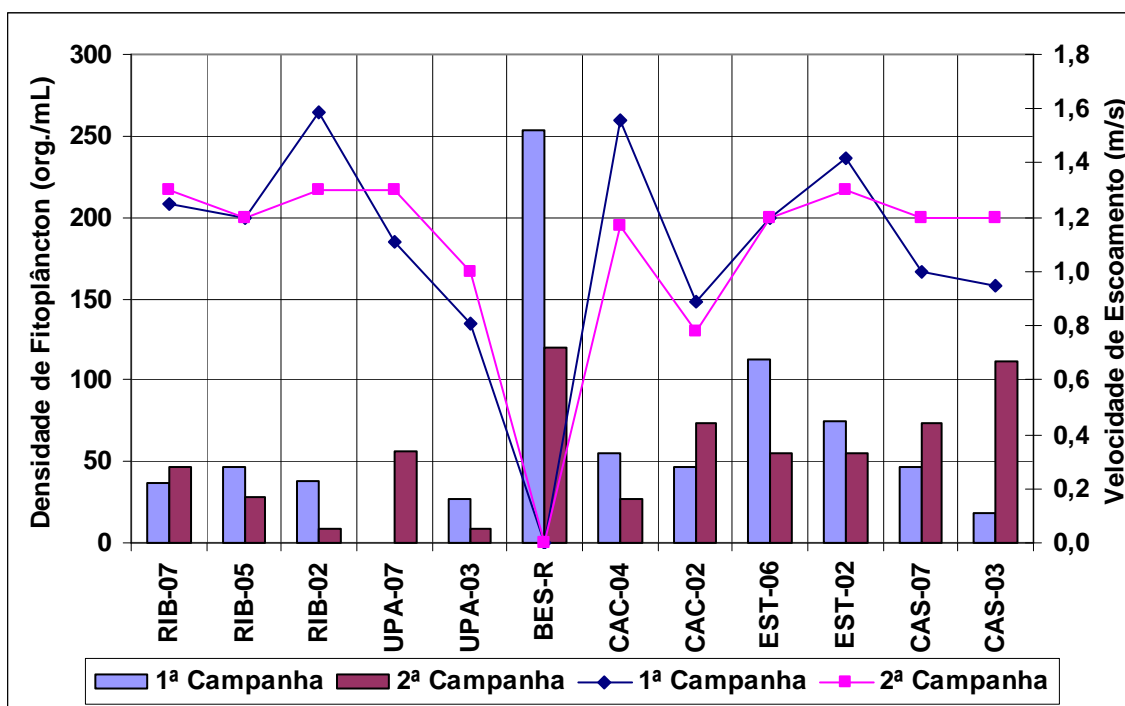


Gráfico 6.2.7-1 Comparação da Densidade do Fitoplâncton (org./mL) e Velocidade de Escoamento (m/s)

- 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 lóxico identificado ao longo do rio Parnaíba.

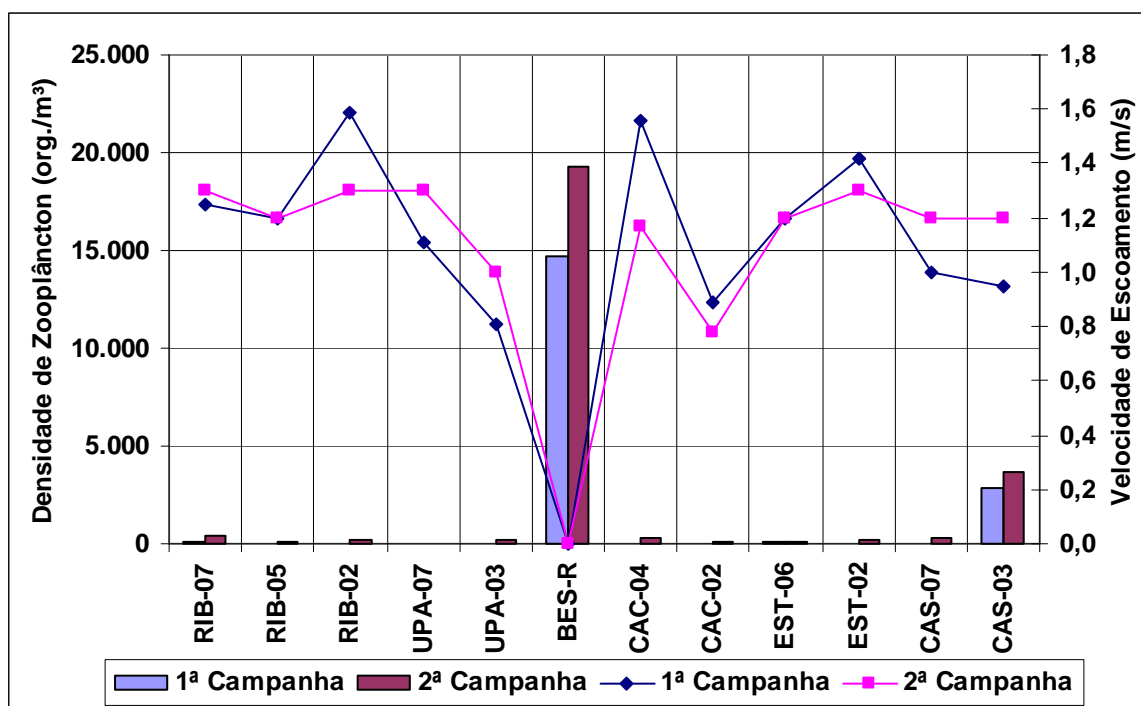


Gráfico 6.2.7-2 Comparação da Densidade do Zooplâncton (org./m³) e Velocidade de Escoamento (m/s)

- 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./m², devido, principalmente, à contribuição da família Chironomidae. Esses dípteros são dominantes tanto em ambientes lóxicos como lênticos devido à sua tolerância a situações adversas como hipóxia (CALLISTO *et al*, 2001).

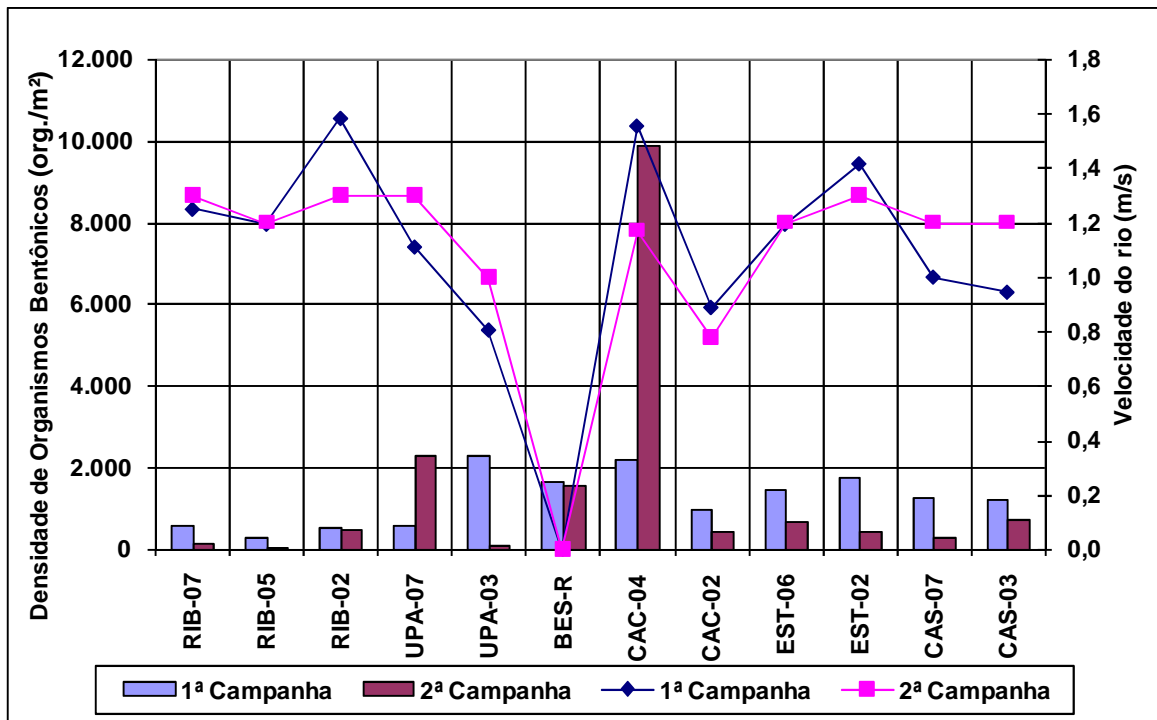


Gráfico 6.2.7-3 Correlação de Densidade dos Macroinvertebrados Bentônicos dos Pontos Amostrados nas Margens (org./m²) e Velocidade de Escoamento (m/s)

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
Limnocharitaceae	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.Alexader		X			X
<i>Heteranthera limosa</i> (SW.) Willd.	X				X
<i>Ludwigia tomentosa</i> (Cambss.) Hara		X			X
<i>Montrichardia liniifera</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 Itauaí, 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>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	X	X				40		X
<i>Hoplias malabaricus</i>	X	X	X	X	X	100	X	X
<i>Hyphessobrycon gracilis</i>					X	20	X	
<i>Hyphessobrycon santae</i>		X				20		X
<i>Hyphessobrycon</i> sp.	X	X			X	60		X
<i>Hyphessobrycon</i> sp1.		X				20		X
<i>Hyphessobrycon</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>Pseudotrylosurus 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>Roebooides gr. Affinis</i>		X				20		X
<i>Roebooides margareteae</i>			X			20	X	
<i>Roebooides 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 chalceus</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 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	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 *Acestorhynchus* 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 freqüência. 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 freqüência muito semelhantes, em que predominam comuns a 80% dos empreendimentos, e também com um número muito baixo de espécies exclusivas.

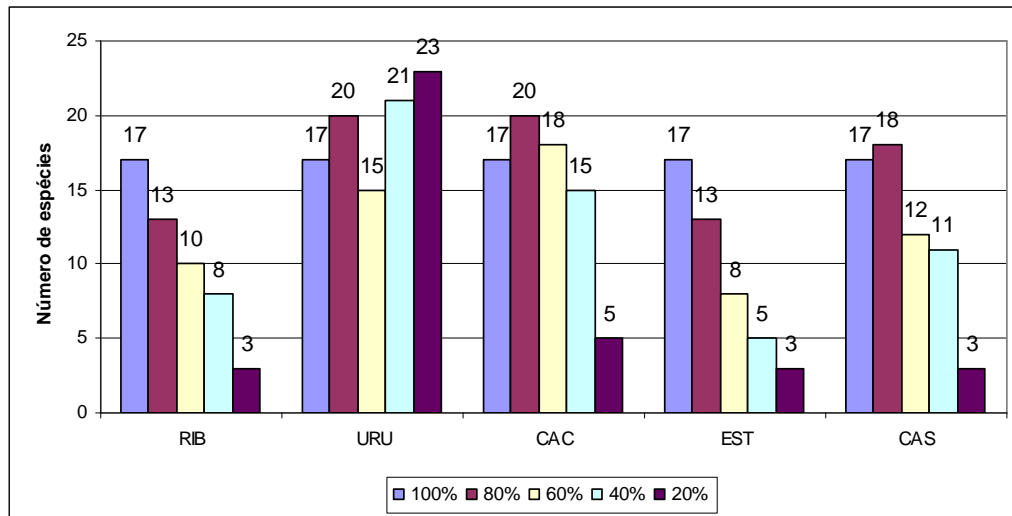


Gráfico 6.2.9-1 Distribuição dos táxons por empreendimento, conforme a classe de frequência.

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 freqüentes (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 ictílicas, 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
			Min.	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
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 vagar 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 Castelhana, conforme definido no Termo de Referência aprovado para este EIA, ficou conformada pelo conjunto dos municípios que integram a AID do empreendimento (Amarante, Palmeirais, Parnarama e São Francisco do Maranhão) - que se constitui na área resultante do somatório dos territórios dos municípios que terão terras alagadas pelo empreendimento mais os pólos municipais de atração¹ à região, neste caso o município de Teresina, capital do estado do Piauí, e principal município pólo da Região Hidrográfica do Parnaíba e o pólo sub-regional de Floriano.

O principal município pólo de atração em relação aos municípios da AID do empreendimento é Teresina que ocupa lugar diferenciado na hierarquia funcional.

O município de Floriano (PI), com população, em 2000, de cerca de 54.500 mil habitantes possui uma relevância estratégica que pode ser medida, inicialmente, pela existência de representações regionais de instituições federais, como é o caso do núcleo avançado da principal agência governamental federal com atuação na área da Bacia do Parnaíba, a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), e pela implantação do campus avançado da UFPI.

No caso específico da CODEVASF, o núcleo de Floriano (PI), está subordinado à 7ª Superintendência Regional desse órgão, sediada na cidade de Teresina (PI) – principal cidade pólo regional, de âmbito sub-metropolitano, dessa região.

As principais rodovias federais existentes na região atravessam esses municípios pólo, interligando tanto Teresina (Pólo Regional) a Floriano (Pólo Sub-Regional) e esses dois aos demais municípios e pólos municipais de atração da região, seja da AAR como um todo, especialmente do Estado do Piauí e do Maranhão, seja dos demais municípios da Região Nordeste e mesmo do país.²

Outro aspecto a destacar em relação à influencia desses pólos na região refere-se à infraestrutura aeroportuária da região. Os únicos aeroportos com vôos comerciais na área da bacia estão localizados em Teresina e Parnaíba. Cidades como São Raimundo Nonato, Floriano, Caxias, Alvorada do Gurguéia e Balsas, por sua vez, integram uma rede local de aeroportos de menor porte

¹ A definição dos pólos de atração à região do AHE Castelhana foi baseada nos estudos sobre as “Regiões de Influência das Cidades” (IBGE. REGIC, 2007), detalhado no item 4.3. Estrutura e Hierarquização Urbana da AAR do Capítulo 4 – Área de Abrangência Regional do Meio Socioeconômico.

² Na Região Hidrográfica do Parnaíba as principais rodovias federais são a BR-343 - que liga o litoral do Piauí até Floriano, passando por Teresina; a BR-222 - interligada à BR-343, que liga Teresina a Fortaleza, cortando Piri-piri; a BR-316, que leva a São Luís e Belém; e a BR-320, que atravessa o Piauí passando por Floriano, Oeiras, Picos e Balsas. As BRs 407 e 135 fazem a ligação com Brasília e Salvador, respectivamente. As estradas estaduais completam as ligações rodoviárias necessárias ao deslocamento entre as cidades da região, sendo que a maior parte delas encontra-se, em muitos trechos, inclusive pelo intenso transporte de carga observado na região a partir da instalação da agricultura em larga escala, sobretudo de soja e arroz, em precário estado de conservação.

A população da AII do AHE Castelhana corresponde a cerca de 20% da população total³ 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
Amarante	1.305	16.884	17.316
Palmeirais	1.360	12.154	13.721
MARANHÃO			
Parnarama	3.487	32.469	34.912
São Francisco do Maranhão	2.746	12.854	14.194
TOTAL	14.064	844.312	916.172

Fonte: IBGE. Censo 2000; Contagem Populacional, 2007.

Tendo em vista que a maior parte da AII do AHE Castelhana é constituída por municípios que terão suas terras alagadas pelo empreendimento e que por isso integram a AID, sendo objeto de análise em item específico Volume II (**Capítulo 10 - Caracterização Socioeconômica da Área de Influência Direta**) este documento está focado no detalhamento do município pólo de Teresina e sua articulação com os demais municípios que integram sua área de influência e do pólo sub-regional de Floriano.

7.2. CARACTERIZAÇÃO SÓCIOECONÔMICA DOS MUNICÍPIOS PÓLO

7.2.1. 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 2015⁴, elaborado pela prefeitura de Teresina através de um processo de planejamento participativo, que

³ Somente Teresina corresponde a aproximadamente 18% da população total da Região Hidrográfica do Parnaíba, considerando os dados do último Censo (IBGE, 2000).

⁴ 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.

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 capitânicas 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 06 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 Ildelfonso 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 05 de agosto de 1850, no entanto, anulou essa e todas as demais Leis votadas até aquela data sobre a transferência da capital. A vila de Poti, como fora edificada, estava sujeita às enchentes periódicas do rio Poti. Por isso a cidade foi construída em outro lugar, longe de intempéries, às margens do rio Parnaíba, em local onde existira uma fazenda de gado, conhecido como chapada do Corisco.

A assembléia foi instalada em 1º de julho de 1852. No dia 21 do mesmo mês foi baixada a Resolução nº 315, que autorizou a transferência da capital para a nova vila do Poti, elevada à categoria de cidade com o nome de Teresina, em homenagem à imperatriz do Brasil, D. Teresa Cristina. Era presidente da província José Antônio Saraiva. Em 1858, foi fundada a Companhia de Navegação do rio Parnaíba. Em abril de 1859, chegou ao porto de Teresina o primeiro barco a vapor que cruzou as águas do Parnaíba, o Uruçuí. Em 1889, após a Proclamação da República, a cidade passou por transformações políticas que culminaram com a promulgação da Constituição do estado.

Em 1893, foi fundada a Fábrica de Fiação e Tecidos Piauiense, comandada pela Casa Cruz, de Caxias, que durou até o governo de Pedro Freitas. Outro fator que contribuiu para o rápido desenvolvimento do comércio de Teresina foi o ciclo de extração da borracha da

maniçoba. Em 1900, a cidade ganhou a Associação Comercial Piauiense. Um novo impulso para o crescimento de Teresina veio na década de 30, por meio de projetos nas áreas da agricultura e da pecuária, de obras como a ponte sobre o rio Poti e o Hospital Getúlio Vargas, e da instalação de uma linha aérea e da Rádio Difusora de Teresina.

Anos depois, na década de 60, foram criados o Banco do estado, faculdades e construídos os primeiros conjuntos habitacionais. Logo em seguida, na década de 70, foi fundada a Universidade Federal do Piauí.

Localizada no centro de um grande entroncamento rodoviário que interliga as regiões norte, nordeste e centro-oeste, Teresina vem exercendo a função de um pólo regional de geração de produtos, emprego, renda e arrecadação, e assim, cada vez mais, se constituindo num importante centro político e de serviços interiorizado na região, sobretudo pela sua situação de confluência dos eixos de circulação que ligam as metrópoles do nordeste (Salvador, Recife e Fortaleza) com a metrópole de Belém, porta de entrada para a Amazônia.

b) Caracterização Geral

No estudo sobre a hierarquia das cidades brasileiras, realizado pelo IBGE apresentado anteriormente (**no item 4.3. Estrutura e Hierarquização Urbana da AAR do Capítulo 4 – Área de Abrangência Regional do Meio Socioeconômico**), a cidade de Teresina está classificada como um dos principais centros sub-metropolitanos da região nordeste, subordinada mais diretamente, tendo em vista os fluxos de bens e serviços, à maior e mais importante das nove metrópoles nacionais, São Paulo.

Assim, a área de influência de Teresina alcança porções dos estados do Maranhão, Ceará e Tocantins, atingindo ainda parte do Pará, sendo que sua influência mais direta, além do próprio estado do Piauí, estende-se às regiões de Balsas, Caxias e Bacabal, no Maranhão.

Os fatores que impulsionam sua economia estão determinados basicamente pelas seguintes características:

- A de capital do estado, e, portanto, centro político-administrativo, sede das mais importantes instituições governamentais no âmbito estadual e federal.
- A de entroncamento rodoviário regional e nacional, tornando a cidade um importante elo na cadeia de distribuição e comercialização de mercadorias na porção ártica do Nordeste brasileiro.
- A de submetrópole regional, fornecendo produtos e serviços para a sua área de influência.

O estado do Piauí contava, em 2000, com uma população residente de 2,84 milhões de habitantes. Na contagem populacional de 2007, a população estimada para o estado foi de 3,03 milhões.

Entre 1991 e 2000, a população cresceu à taxa média de 1,08% a.a, enquanto a do Brasil cresceu à taxa de 1,63% a.a. O Piauí é um lugar de significativos movimentos migratórios, já que 786,4 mil piauienses moram em outros estados, enquanto 244,2 mil vieram de outros estados para o Piauí (PNAD, 1999). Na PNAD de 2007, o número de residentes não naturais dos municípios piauienses saltou para 889,1 mil (**Gráfico 7.2.1-1**). 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.

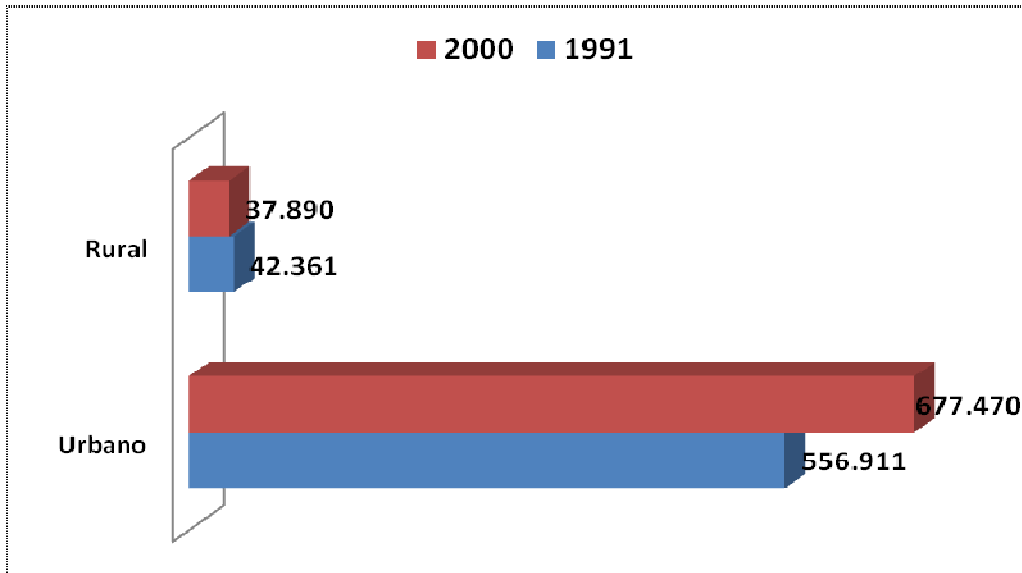


Gráfico 7.2.1-1 Teresina – População por situação de domicílio, 1991/2000.

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 7.2.1-1**) vem diminuindo ao longo das últimas décadas. Esse fenômeno indica um maior envelhecimento na sua pirâmide etária.

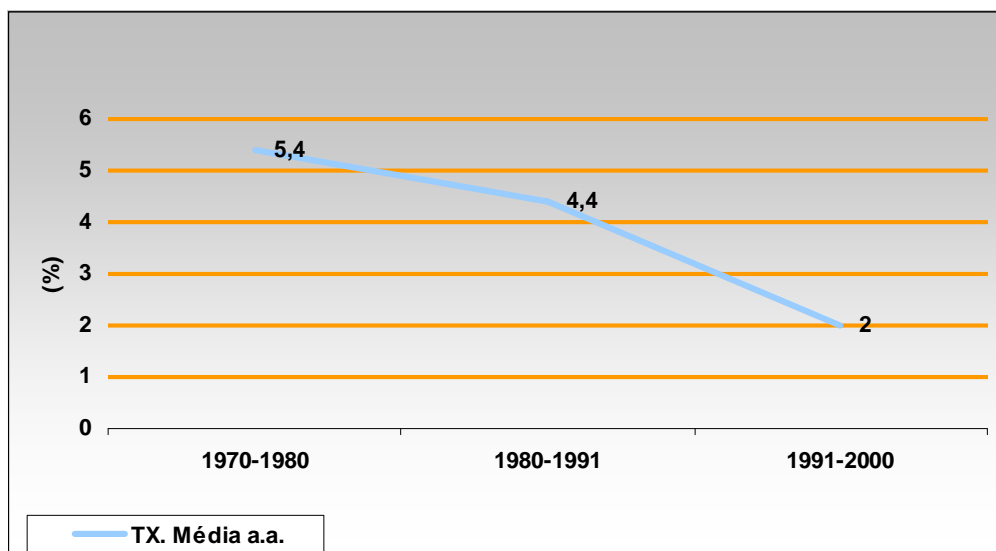


Gráfico 7.2.1-2 Crescimento da população, 1970 – 2000.

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 7.2.1-1).

Quadro 7.2.1-1 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. Censo Demográfico, 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 7.2.1-3).

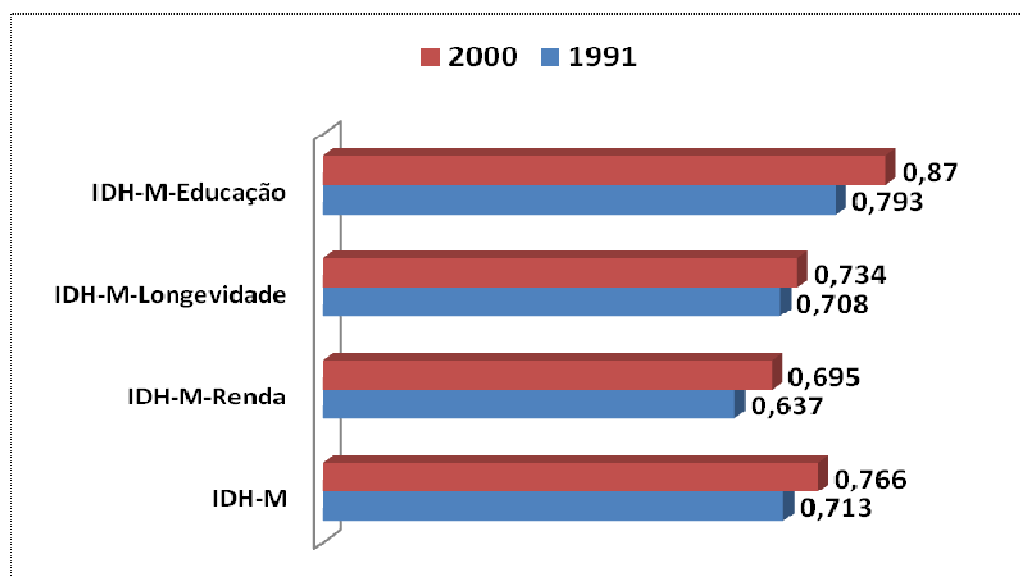


Gráfico 7.2.1-3 Teresina – IDH – M e seus componentes, 1991 e 2000.

Fonte: PNUD. Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003.

O **Gráfico 7.2.1-4** 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.

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.

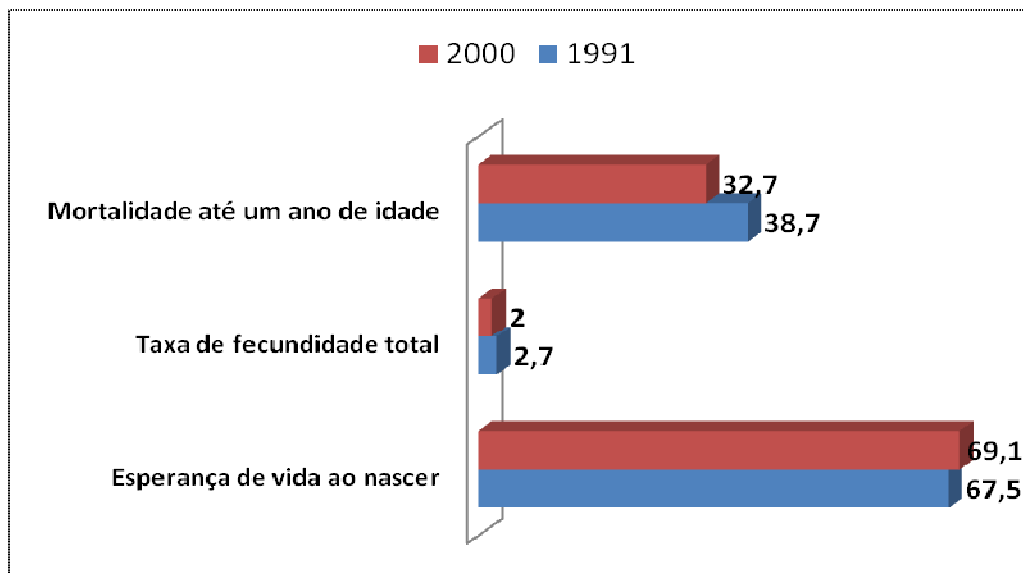


Gráfico 7.2.1-4 Teresina – Indicadores de longevidade, mortalidade e fecundidade de 1991 e 2000.

Fonte: IBGE. Censo Demográfico, 1991, 2000.

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 entre 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 7.2.1-5** abaixo apresenta a evolução da cobertura desses serviços nos últimos dois censos:

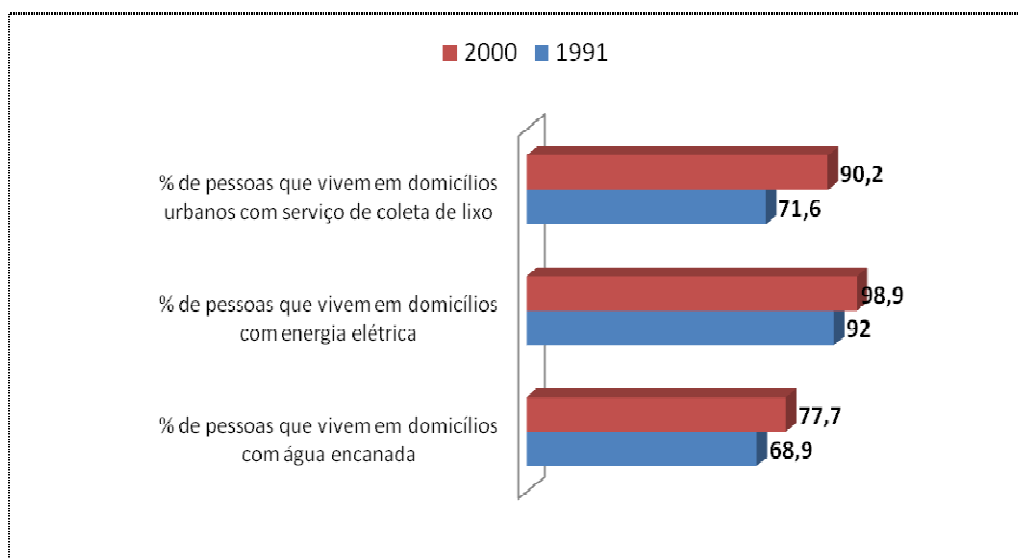


Gráfico 7.2.1 -5 Acesso a serviços básicos em Teresina/PI, 1991 e 2000.

Fontes: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, PNUD, 2003.

d) Uso e Ocupação do Solo Urbano

Uma característica marcante do espaço urbano de Teresina é a grande extensão do perímetro da cidade, com a existência de vazios urbanos significativos e assentamentos habitacionais em regiões muito distantes do núcleo urbano. Essa descontinuidade do tecido urbano, com espaços intercalares de grandes dimensões, caracteriza um processo de ocupação especulativo em relação à propriedade da terra.

A baixa densidade habitacional e as grandes extensões trazem como resultado o encarecimento dos investimentos em infra-estrutura urbana, que inclui os custos de transporte e o tempo despendido pela população para se locomover.

Outra característica fundamental para a caracterização da ocupação do território de Teresina é o fato de ser uma cidade entre rios, e haver uma tendência da população a ocupar as margens dos mesmos. Parcela significativa do grande número de loteamentos irregulares existentes na cidade está em áreas inapropriadas, como beiras de rios e lagoas, encostas, etc.

Observa-se também que a ocupação do espaço urbano tem sido feita a partir de desmatamento de grandes áreas para loteamentos, principalmente áreas de grande inclinação, sem levar em conta essa declividade, os fluxos de água e sedimentos e, ainda, sem fazer obras adequadas de contenção da intensa erosão que se instala.

Um aspecto positivo em relação ao uso e ocupação do solo urbano foi a alteração recente (1998) da Lei de Parcelamento do Solo, com grandes avanços em relação à legislação anterior, como, por exemplo, a obrigação do loteador de construir a infra-estrutura do loteamento (água, energia, eletricidade, pavimentação e projeto completo de drenagem).

e) Educação

No município de Teresina, a taxa de analfabetismo da população de 10 anos ou mais alcança 13,2%, correspondendo a 76.207 pessoas (IBGE, 2000), percentual melhor que 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 7.2.1-6**).

Observa-se que 82,4% dos óbitos foram neonatais, ou seja, antes de 28 dias de vida. Isso demonstra deficiências na qualidade do atendimento durante a gravidez, no parto e nos cuidados imediatos ao recém nascido. Assim sendo, para haver uma redução maior na mortalidade infantil, é preciso melhorar especialmente o atendimento à mulher grávida e o atendimento hospitalar na UTI neonatal.

Um problema importante observado na cidade é o alto índice de gravidez de adolescentes, cerca de ¼ do total. A gravidez neste período (gravidez precoce) é preocupante devido ao maior risco e às dificuldades que traz para as adolescentes e suas famílias.

Teresina apresenta um índice elevado de ocorrências de tuberculose e hanseníase. Em 2001, o número de casos notificados foi de 730, no entanto 298 casos eram de não residentes na cidade, que vieram em busca de tratamento, e 432 eram residentes. A taxa do município, de 59,27 casos por 100.000 habitantes, é alta em comparação com o estado do Piauí, onde ela é menor do que 45 por 100.000 habitantes.

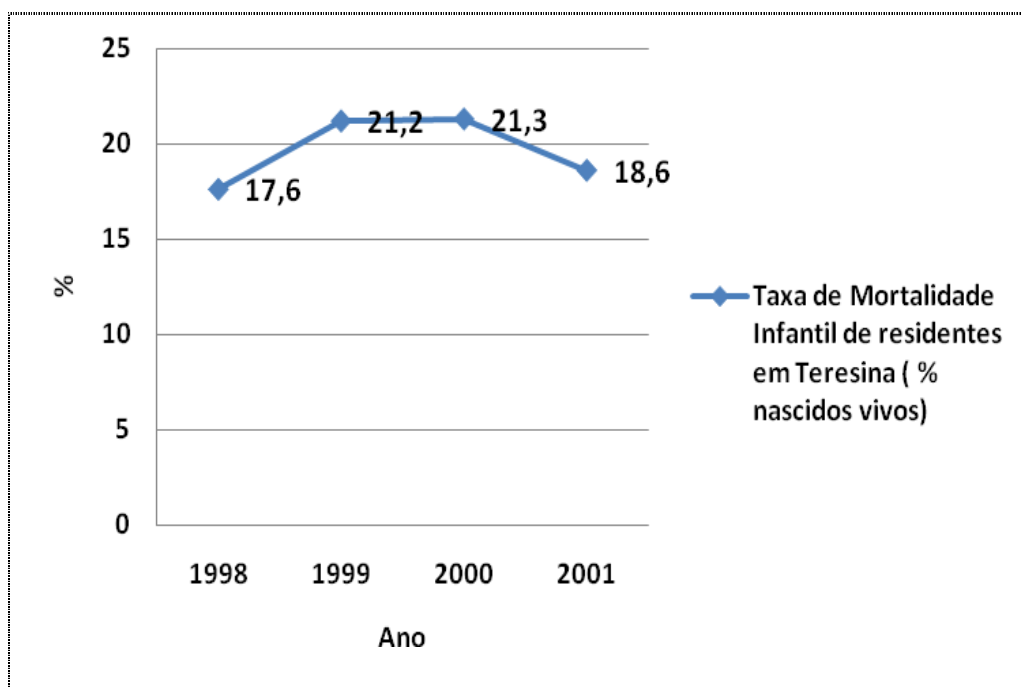


Gráfico 7.2.1-6 Taxa de mortalidade infantil de residentes em Teresina (% nascidos vivos).

Fonte: FMS/DEPLAN/DPI/SIM, 2002.

No **Quadro 7.2.1-2** são mencionados os seguintes procedimentos de alta complexidade que caracterizam Teresina como centro de referência regional na AII do empreendimento:

Quadro 7.2.1-2 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 09 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.

7.2.2. 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 7.2.2-1**). 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.

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.

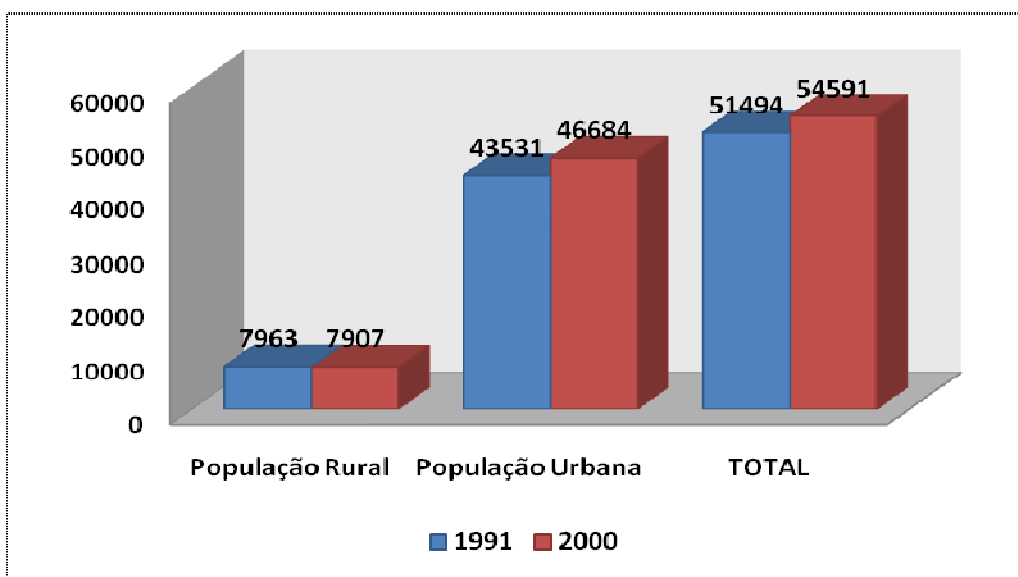


Gráfico 7.2.1-1 População Residente por situação de domicílio Floriano – PI. 1991 / 2000.

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991, 2000 – Dados do Universo.

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 62,9, 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 7.2.2-1**).

Quadro 7.2.2-1 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 7.2.2-2**). 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.

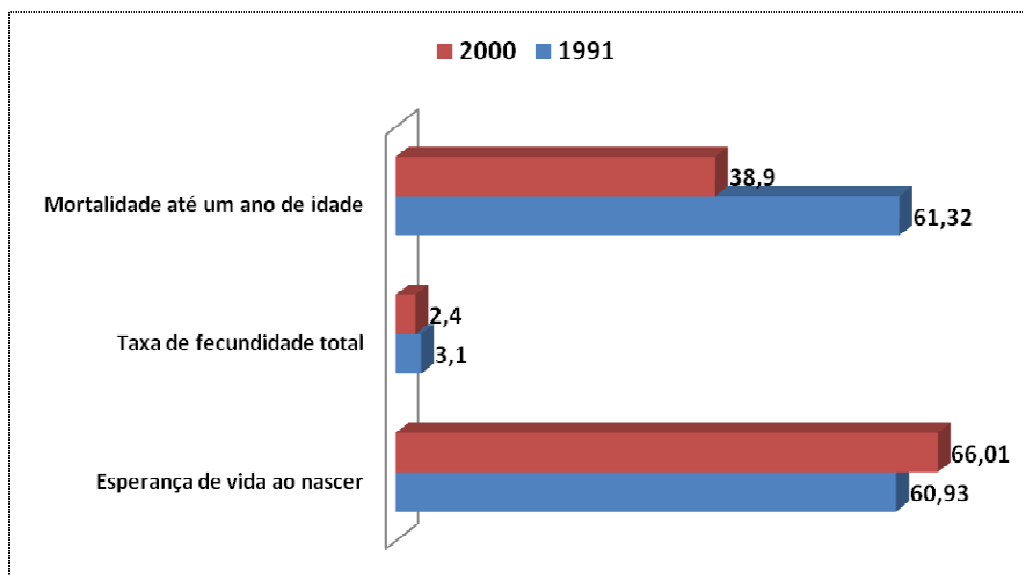


Gráfico 7.2.2-2 Indicadores de longevidade, mortalidade e fecundidade Floriano/PI.

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 a 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 7.2.2-3**).

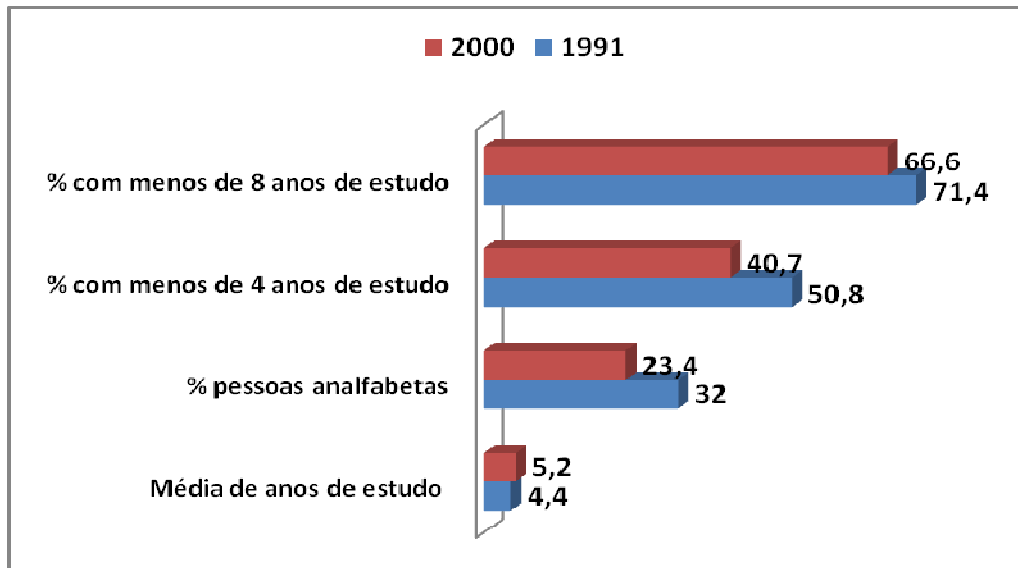


Gráfico 7.2.2-3 Nível educacional da população adulta (> 25 anos – 1991 / 2000) Floriano/ PI.

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 (**Gráfico 7.2.2-4**).

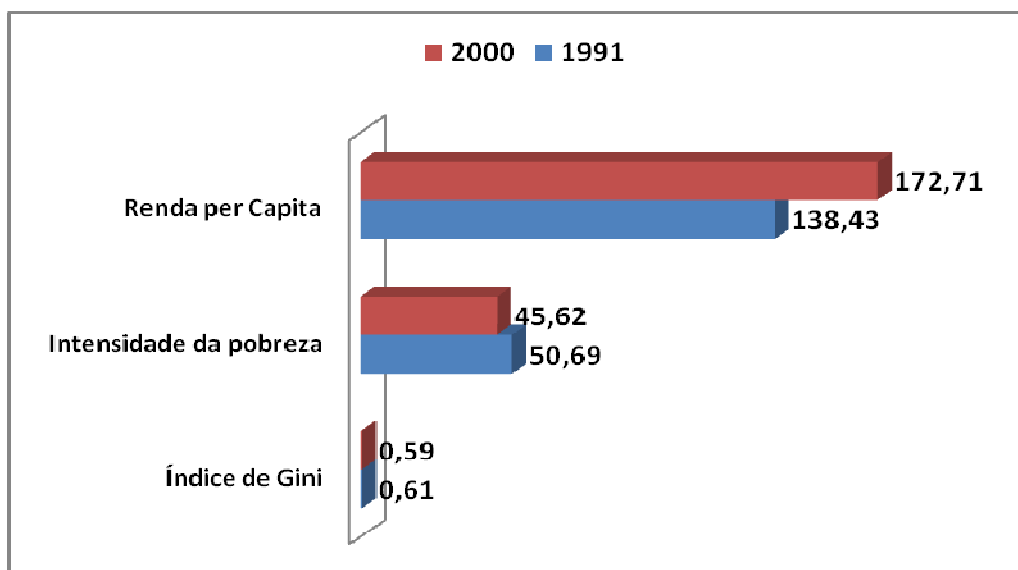


Gráfico 7.2.2-4 Indicadores de renda, pobreza e desigualdade Floriano/PI.

Fonte: PNUD. Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003.

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

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.

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 7.2.2-5**).

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 7.2.2-6**). A dimensão que mais contribuiu para este crescimento foi à educação, com 45,8%, seguida pela longevidade, com 37,8% e pela renda, com 16,4%.

Nesse período, o hiato de desenvolvimento humano (a distância entre o IDH do município e o limite máximo do IDH, ou seja, 1 - IDH) foi reduzido em 20,6%. Se mantivesse esta taxa de crescimento do IDH-M, o município levaria 20 anos para alcançar São Caetano do Sul (SP), o município com o melhor IDH-M do Brasil (0,919), e 5,8 anos para alcançar Teresina (0,766), o município avaliado com o melhor IDH-M do estado do Piauí.

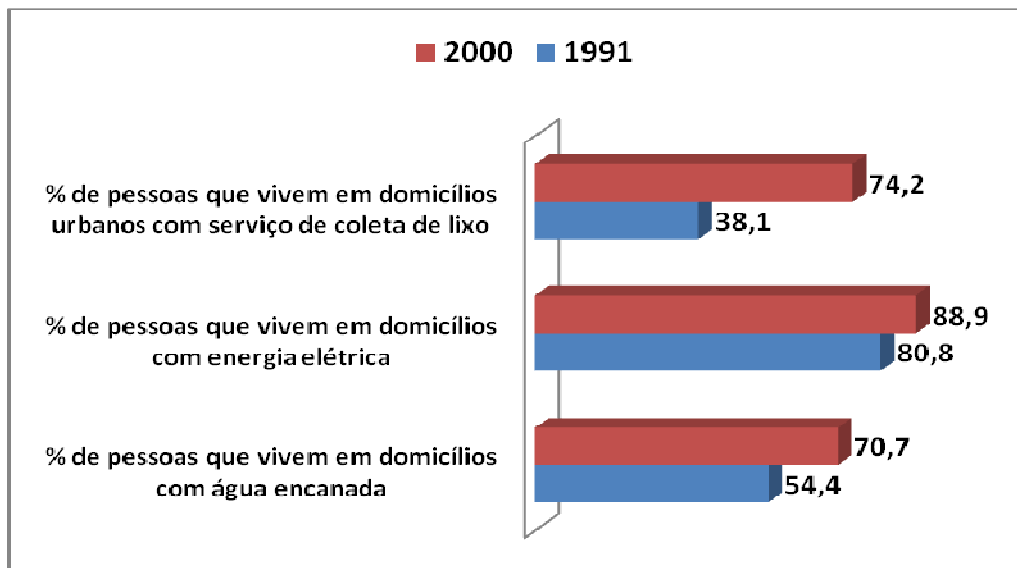


Gráfico 7.2.2-5 Acesso a serviços básicos 1991/2000 Floriano/PI.

Fonte: PNUD. Atlas do Desenvolvimento do Brasil, 2003.

Segundo a classificação do PNUD e considerando o valor do seu IDH-M em 2000, o município se encontrava entre as regiões consideradas de médio desenvolvimento humano (IDH entre 0,5 e 0,8).

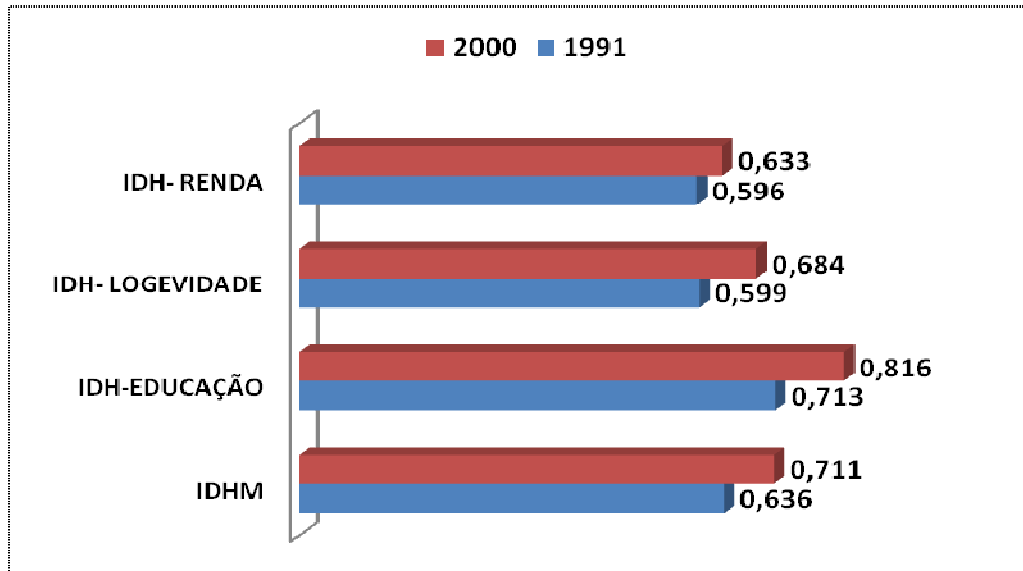


Gráfico 7.2.2-6 IDH – M de Floriano PI (1991/2000).

Fonte: PNUD. Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003.

Em relação aos outros municípios do Brasil, Floriano apresenta uma situação intermediária: ocupa a 2787ª posição, sendo que 2786 municípios (50,6%) estão em situação melhor e 2720 municípios (49,4%) estão em situação pior ou igual. Em relação aos outros municípios do estado, Floriano apresenta uma situação de destaque: ocupa a 2ª posição no total de 221 municípios.

É importante destacar que no estado do Piauí vários municípios encontram-se em processo de expansão, tais como os municípios de Balsas (MA) e de Uruçuí (PI), que conforme analisado no item 4.3. Estrutura e Hierarquização Urbana da AAR do Capítulo 4 – Área de Abrangência Regional do Meio Socioeconômico, apesar de terem Floriano como município pólo, tem experimentado mudanças nesses vínculos de polarização.

Esses municípios, mais do que Floriano, tiveram de modo muito particular suas realidades impactadas sobremaneira pelo agronegócio da soja e do arroz, como pode ser observado na análise de seus indicadores sócio-econômicos apreciados nos itens seguintes.

7.3. 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 (AII) do Aproveitamento Hidrelétrico de Castelhana – AHE Castelhana.

Parâmetro	Município					
	Amarante	Floriano	Palmeirais	Teresina	Parnarama	São Francisco do Maranhão
Caracterização						
Ano de instalação do município	1871	1897	1934	1832	1870	1835
Latitude	-6,241	-6,77	-5,978	-5,09	-5,682	-6,251
Longitude	-42,855	-43,02	-43,063	-42,8	-43,093	-42,856
Distância à capital (km)	128	188,1	103	0	375	443
Área (km ²)	1336,8	3.403,70	1365,5	1679,8	3604,7	2772,1
Densidade demográfica, 2000	12,6	16	8,9	425,2	9	4,6
Demografia						
Contagem Populacional 2007	17316	56090	13721	779939	34912	14194
População total 2000	16884	54591	12154	715360	32469	12854
População urbana 2000	8916	46684	4381	677470	11007	3205
População Rural 2000	7968	7907	7773	37890	21462	9649
Taxa de urbanização 2000	52,80%	85,52%	36,05%	94,70%	33,90%	24,93%
Taxa de crescimento anual 1991 – 2000 (%)	0,24	0,68	1,62	2,09	0,41	-0,05
População de 1 a 5 anos de idade	1762	241	1426	69358	4084	1556
População de 5 a 14 anos de idade	3844	11710	2953	147654	8393	3138
População de 15 a 24 anos de idade	3570	12580	2493	166188	7310	2667
População de 25 anos ou mais de idade	7722	25137	5287	332397	12567	5504
População de 65 anos ou mais de idade	1257	3430	890	30045	1567	823
Esperança de vida ao nascer (anos)	66,99	66	64,5	69,1	61,89	62,48
Taxa de fecundidade total (filhos/mulher)	2,73	2,4	3,13	2	3,96	3,73
Educação						
Taxa bruta de freqüência à escola (%)	77,26	84,62	75,42	89,33	79,38	71,8
Taxa de alfabetização (%)	64,65	80,09	58,79	85,9	55,3	56,09
Percentual de crianças de 7 a 14 anos fora da escola	4,82	5,67	11,42	3,61	8,61	10,71
Percentual de pessoas que freqüentam o fundamental em relação à população de 7 a 14 anos	127,23	134,06	129,39	135,2	140,27	126,4
Percentual de pessoas de 15 anos ou mais analfabetas	35,35	190,91	41,21	14,11	44,7	43,91
Percentual de pessoas de 25 anos ou mais analfabetas	39,42	23,35	46,85	17,15	54,99	52,84

Cont.

Quadro 7.3-2. Síntese das características sociais e econômicas dos municípios da Área de Influência Indireta (AII) do Aproveitamento Hidrelétrico de Castelhana – AHE Castelhana.

Parâmetro	Município					
	Amarante	Florianópolis	Palmeiras	Teresina	Parnarama	São Francisco do Maranhão
Percentual de pessoas de 15 anos ou mais com menos de quatro anos de escolarização	51,43	34,53	63,49	25,08	67	67,16
Percentual de pessoas de 25 anos ou mais com menos de quatro anos de escolarização	57,35	40,72	70,4	29,76	76,23	76,17
Média de anos de estudo das pessoas de 25 anos ou mais de idade	3,59	5,23	2,53	6,6	2,09	2,15
Percentual de adolescentes de 15 a 17 anos que estão freqüentando o segundo grau	13,63	25,89	8,85	30,01	6,43	6,43
Percentual de crianças de 7 a 14 anos que estão freqüentando o curso fundamental	90,67	90	83,16	92,32	85,29	83,99
Percentual de pessoas de 18 a 22 anos que freqüentam curso superior	2,38	5,14	0,3	9,14	0,67	0,47
Renda, Nível de Pobreza e desigualdade						
Renda per capita (R\$/Mês)	78,48	172,7	61,41	250,7	49,61	50,57
Índice de Gini	0,57	0,59	0,6	0,65	0,59	0,61
Índice L de Theil	0,59	0,64	0,56	0,77	0,56	0,59
Percentual da renda apropriada pelos 10% mais ricos da população	44,87	48,6	42,95	55,02	44,25	42,43
Percentual da renda apropriada pelos 40% mais pobres da população	8,89	8,7	5,34	7	6,88	5,26
Percentual da renda proveniente de rendimentos do trabalho	58,15	67,38	45,4	72,8	51,51	33,92
Percentual da renda proveniente de transferências governamentais	26,1	16,22	28,8	15,01	17,19	22,62
Percentual de pessoas com mais de 50% da sua renda proveniente de transferências governamentais, 2000	26,63	14,67	29,82	12,53	17,93	24,18
Intensidade da pobreza (%)	57,3	45,62	63,11	42,61	66,65	68,36
Percentual de pessoas com renda per capita abaixo de 1/4 SM	47	22,04	53,72	16,28	63,32	60,58
Percentual de pessoas com renda per capita abaixo de 1/2 SM	69,94	47,43	77,11	39,46	83,54	79,57
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com água encanada	44,2	70,71	20,22	77,67	12,37	13,32
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	29,39	64,46	13,69	73,39	8,44	9,93

Cont.

Quadro 7.3-2. Síntese das características sociais e econômicas dos municípios da Área de Influência Indireta (AII) do Aproveitamento Hidrelétrico de Castelhana – AHE Castelhana.

Parâmetro	Município					
	Amarante	Florianópolis	Palmeiras	Teresina	Parnarama	São Francisco do Maranhão
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com energia elétrica	83,28	88,93	73,08	98,89	51,34	32,83
Percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com serviço de coleta de lixo	56,42	74,19	27,43	90,16	32,47	1,65
Desenvolvimento Humano e vulnerabilidade, 2000						
IDHM	0,63	0,711	0,587	0,766	0,558	0,555
Mortalidade até cinco anos de idade (crianças por 1.000 nascidos vivos)	56,01	60,86	68,72	51,78	83,37	79,93
Mortalidade até um ano de idade (crianças por 1.000 nascidos vivos)	35,73	38,9	44,06	32,67	53,75	51,47
Percentual de crianças de 10 a 14 anos que trabalham	8,67	9,85	7,58	2,73	12,7	12,98
Percentual de pessoas que vivem em famílias com razão de dependência maior que 75%	47,25	42,7	53,23	38,87	54,22	49,6
Percentual de professores do fundamental residentes com curso superior	7,95	3,42	0,33	20,55	0,02	0,17
Percentual de mulheres chefes de família sem cônjuge e com filhos menores de 15 anos	9,38	7,55	7,54	6,94	4,66	4,84
Percentual de adolescentes do sexo feminino entre 15 e 17 anos com filhos	8,51	3,84	13,48	7,15	12,61	9,78
Economia						
PIB a preços correntes (R\$ 1.000), 2007	45254	293.206	31264	6000490	63603	22259
PIB per capita (R\$), 2007	2639	5.155	2437	7482	1909	1738
Área Plantada com arroz (ha), 2005	2200	750	3000	1800	4816	2950
Valor da produção de arroz (R\$ 1.000), 2005	1238	62	864	540	1592	904
Área Plantada com feijão (ha), 2005	420	740	295	755	2100	291
Valor da produção de feijão (R\$ 1.000), 2005	272	146	186	200	1670	173
Área Plantada com milho (ha), 2005	1300	1.605	2120	1926	4779	800
Valor da produção de milho (R\$ 1.000), 2005	858	261	509	385	484	123
Área Plantada com soja (ha), 2005		-	-	-	-	-

Cont.

Quadro 7.3-2. Síntese das características sociais e econômicas dos municípios da Área de Influência Indireta (AII) do Aproveitamento Hidrelétrico de Castelhana – AHE Castelhana.

Parâmetro	Município					
	Amarante	Floriano	Palmeirais	Teresina	Parnarama	São Francisco do Maranhão
Valor da produção de soja (R\$ 1.000), 2005		-	-	-	-	-
Número de bovinos, 2004	9195	21.545	12052	21689	73406	14803
Número de eqüinos, 2004	693	3253	621	930	1385	262
Número de Caprinos/Ovinos, 2004	10748	22.220	5511	12157	1980	14282
Número de suínos, 2004	9117	6.085	8757	11682	14608	4130
Número de aves, 2004	42844	135.466	58218	2032295	66745	37436

Fonte: IBGE <http://www.ibge.gov.br> acesso em 2009

7.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA – Agência Nacional de Águas. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil: Brasília, 2005 a. 134P.
- ANA - Agência Nacional de Águas. Sistema de Informações Hidrológicas – HidroWeb – <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acessado em jul/06.
- ANA. Agência Nacional de Águas. A navegação interior e sua interface com o setor de recursos hídricos. Brasília: 2005 d. 57p.
- BATISTA, João Gabriel. “Etnohistória indígena piauiense”. Teresina: UFPI, 1994.
- BRASIL. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: Síntese Executiva: Uso da Terra nas Macrorregiões de Desenvolvimento do Litoral, Meio-Norte e Semi-árido / Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. – Brasília, DF :TODA Desenhos & Arte Ltda., 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. Coordenação de Apoio a Gestão Descentralizada. Diretrizes Operacionais para os Pactos pela Vida. Brasília. Editora do Ministério da Saúde. 2006. Série A Manuais e Normas Técnicas.
- BRASIL: Ministério de Desenvolvimento Social e Combate a Fome; IBGE; Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. Pesquisa Nacional por amostra de domicílios – Segurança Alimentar - 2004. rio de Janeiro, IBGE, 2006.
- CAMPELO, S. M. Morro do Letreiro-Palmeirais: Uma Estação no Caminho do Homem Pré-Histórico QUE Habitou O Piauí, IN: Cadernos DE Pesquisa - 10 Série Antropologia IV, Teresina - Piauí: ED. UFPI, 1992.
- CARVALHO, M. R. G. OS Povos Indígenas do Nordeste; Território e Identidade étnica. Salvador: Revista da Cultura, Fundação Cultural do estado, 1(1),1988.
- CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais. Diagnóstico das Condições Ambientais do estado do Piauí. Teresina, 1985.
- CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais. Perfil dos Municípios Piauienses. Teresina, 1992.
- CEPRO. Diagnóstico das condições ambientais do estado do Piauí. Teresina: Fundação 1996. 150 p.
- CHAVES, Mons. Joaquim. “O índio no solo piauiense”. 3ª ed. Teresina: Fundação Cultural Mons. Chaves, 1994. p. 9-22.
- CHESF/CNEC. Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba - Relatório Final. Proc N°48500. 004570/00 65, 2002.

- CODEVASF. Plano de Ação para o Desenvolvimento do Vale do Parnaíba. Disponível em http://www.codevasf.gov.br/menu/os_vales/vale_do_parnaiba. 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 n°6: 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 <bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cd07_14_2.pdf>. Acesado em Nov/06
SIM/SVS/MS e IBGE citado em
<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/saude_brasil_2006.pdf>

UFPI/NAP. 2º Relatório de Atividades - Projeto de Levantamento Arqueológico do Piauí. Julho, 1988.

ULMA - Universidade Livre do Meio Ambiente. Manejo de Áreas Naturais Protegidas. Curitiba, 1993.

ZEE – Sumário do projeto-piloto Zoneamento Ecológico-Econômico da Bacia do rio Parnaíba: Brasília, 2005.

EQUIPE - CNEC ENGENHARIA S/A

COORDENAÇÃO GERAL

PAULA V. R. PINTO GUEDES

Bióloga, Mestre em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 124174

CRBio 23729/01-D

SUPERVISÃO TEMÁTICA

- **Engenharia**

Deoclides Prado de Queiroz

Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Civil

MBA em Gerenciamento de Projetos

CREA 4655/D – BA

Fernando Ribeiro Machado

Engenheiro Civil, Especialista em Engenharia Hidráulica

CREA 600562067 / SP

Michele Figliola

Engenheiro Civil, Especialista em Engenharia Hidráulica

CREA 0601089540

- **Meio Físico**

Emerson Resende de Carvalho

Geólogo, Doutor em Geologia

CREA 5060811388 - D

Humberto Jacobsen Teixeira

Engenheiro Civil e Físico

Cadastro Técnico Federal 314913

CREA 37679

Sonia Csordas

Geógrafa, Mestre em Geologia

CREA 060102244-D

Cadastro Técnico Federal 304316

- **Meio Biótico**

- **Vegetação**

Daniela C. Guedes e Silva

Bióloga, Doutora em Biologia Vegetal

Cadastro Técnico Federal 1605311

CRBio: 39796-01D

- **Taxonomia Vegetal**

Sonia Aragaki

Bióloga, Mestre em Ecologia Vegetal

CRBio 14.826-1

- **Análise Estatística da Vegetação**

Aloísio de Pádua Teixeira

Ecólogo, Doutor em Biologia Vegetal

Cadastro Técnico Federal 1497720

- **Avifauna**

Dante Buzzetti

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 316053

CRBio 23.178/01 e CREA 173554

- **Mastofauna**

Tadeu Gomes de Oliveira

Biólogo, Mestre em Ecologia Animal

Cadastro Técnico Federal 245156

CRBio 11011/5-D

- **Herpetofauna**

Dante Pavan

Biólogo, Doutor em Zoologia

Cadastro Técnico Federal 313797

CRBio 31076/01-D

Bruno Vergueiro Silva Pimenta

Biólogo, Doutor em Zoologia

Cadastro Técnico Federal 318367

CRBio 30454/4-D

Pedro Luiz Vieira Del Peloso

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1007412

CRBio 60.070/02-D

– **Limnologia**

Rodrigo De Fillipo

Biólogo, Mestre em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 596345

CRBio 3783/01

– **Ictiofauna**

Marcelo R. de Carvalho

Biólogo, Doutor em Zoologia

Cadastro Técnico Federal: 023748067

• **Meio Socioeconômico**

Sara Lia Werdesheim

Economista, Especialista em Planejamento Regional e Urbano

CORECON/SP: 11935

Nair Barbosa Palhano

Socióloga, Doutora em Planejamento Urbano e Regional

• **Análise Integrada / Prognósticos**

Maria Maddalena Ré

Arquiteta

CREA: 0288436

- **Geoprocessamento**

Maria Aparecida Galhardo Louro

Geógrafa

Cadastro Técnico Federal 4452329

CREA 5061712591

Marcos Reis Rosa

Geógrafo

CREA 260377883-8

- **Linhas de Transmissão**

Regina Memrava

Desenhista Industrial, Especialista em Gestão Ambiental

Supervisor de Campo/ Comunicação Social

Amen Khalil El Ourra

Desenhista Industrial

Ana Karla Rocha Santos

Assistente de Campo

Roberto Cláudio Leão Caldas Santos

Assistente de Campo

Fotografias

Adriano Gambarini

Geólogo

Designer Gráfica

Marina Hitomi

- **Equipe de Apoio à Coordenação**

João Paulo Vezzani Atui

Biólogo, Mestre em Antropologia Biológica

Cadastro Técnico Federal 2430492

CRBio 47547-01-D

Marcio Iorio Cabrita

Engenheiro Sanitarista, Especialista em Gestão Ambiental
CREA 5062167283.

Diego Monteiro Gomes de Campos

Assistente Técnico
Cadastro Técnico Federal 4422007

Glauce Helena Campos

Estagiária
Cadastro Técnico Federal 4428544

Maria Tereza de Almeida Baines

Secretária
Cadastro Técnico Federal 4466209

EQUIPE TÉCNICA

- **Avifauna**

Dante Buzzetti

Biólogo
Cadastro Técnico Federal 316053
CRBio 23.178/01 e CREA 173554

- **Mastofauna**

Odgley Quixaba Vieira

Biólogo
Cadastro Técnico Federal 360943
CRBio 67467/05-D

Carlos Benhur Kasper

Biólogo, Mestre em Ecologia
Cadastro Técnico Federal 1927648
CRBio 53669/03D

Jean Pierre Santos

Biólogo
Cadastro Técnico Federal 1920484

Leandro A. dos Santos Abade

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 3462409

Frederico Gemesio Lemos

Biólogo, Mestre em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 1827988

CRBio 49911/04-D

Guilherme Leandro Castro Corrêa

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1907062

CRBio 49724/04-D

Maria Cecília de Carvalho Silva Ferreira

Bióloga, Mestra em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 4203870

CRBio 62193/04-D

Hugo Borghezan Mozerle

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 4415145

Thomás Duarte Mota

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 3818362

Gitana Nunes Cavalcanti

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 1552155

Ciro Líbio Caldas dos Santos

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 2138628

Mirella Nascimento Giusti da Costa

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 1594452

CRBio 46777/5-P

Anna Paula Silva Pereira

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 1594476

CRBio 67056/05-D

Braz Lino Andrade Alves da Silva

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 4330579

João Marcos Silla

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 3904318

Maximiliano Lincoln Siqueira

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 4046863

CRBio 59333/05-D

Alan Nilo da Costa

Biólogo, Mestre em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 3818447

Marcelo Maia

Estagiário

Wilame Araújo Pereria

Estagiário

Pedro Américo Araújo

Estagiário

Cadastro Técnico Federal 4452946

• **Herpetofauna**

Denise de Alemar Gaspar

Bióloga, Doutora em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 994991

CRBio 18979/01-D

Amanda André Lima



Bióloga

Cadastro Técnico Federal 1511435

CRBio 46.205/05-D

Fernando Chiaradia Fernandes

Físico

Cadastro Técnico Federal 3941582

André Tacioli

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1835560

CRBio 54854/01-D

Breno de Assis

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1841374

CRBio 57799/04

Daniel Contieri Rolim

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 3382749

CRBio 56557/01-D

Diego José Santana Silva

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1847335

CRBio 70099/04-P

Diogo Brunno

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 2637950

CRBio 67.059/05-D

Fábio Maffei

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 2852182

CRBio 56558/01-D

Fernanda C. Centeno

Bióloga



Cadastro Técnico Federal 1863018

CRBio 68092/01-D

Gildevan Nolasco Lopes

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1841690

Gustavo Simões Libardi

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 4288512

Henrique Caldeira Costa

Biólogo

CRBio 57322/04-D

Ives Arnone

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 2565482

CRBio 41.794/01-D

Jania Brito Vieira

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 4403494

Jorge Henrique Nicareta Rosa

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 4442485

CRBio 064788

José Mário Ghellere

Biólogo

Margareth Ripardo Alves

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 2247309

Melissa Bars

Estagiária

Cadastro Técnico Federal 2616854

Paula Almeida

Estagiária

Cadastro Técnico Federal 2151508

Paulo Roberto Manzani

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 995101

CRBio 02084/01-D

Silvia Eliza D'Oliveira Pavan

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1945749

CRBio 60.098/02-D

Thais Helena Condez

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 184738-2

CRBio 43664/01-D

Thais Kubik Martins

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 2377302

Tiago Domingos Barbosa Mouzinho

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 4411384

Victor Saccardi

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 4403551

CRBio 64613/01-D

Vinícius São Pedro

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1828748

CRBio 49027/04

Wáldima Rocha

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 524751

CRBio 36438/5-D

Leandro de Oliveira Drummond

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1833931

CRBio 49788/04-D

- **Qualidade da Água**

Humberto Jacobsen Teixeira

Engenheiro Civil e Físico

Cadastro Técnico Federal 314913

CREA 37679

Vilma Maria Cavinatto Rivero

Bióloga - Mestre em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 2232-74

CRBio: 06912-01

Marcina Cecilia Ponte Gemelgo

Bióloga - Doutora em Microbiologia Ambiental

Cadastro Técnico Federal 4402744

CRBio: 33278/01-D

Marcia Janete Coelho Botelho

Bióloga, Pós-Doutorada em Zoologia

Cadastro Técnico Federal 3463650

CRBio: 12092/01-D

Adriana Ferreira

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 3184336

CRBio-1 61806/01-D

Fabiana Bonani

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 2511717

CRBio: 54.755/01-D



Sandra Reis De Araújo

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 4403225

CRBio: 47272/01

Roberta Montero da Costa

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 4403152

CRBio: 64485/01 D

Caroline Nunes Parreira

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 4004200

CRBio: 56306/01D

Eurico de Carvalho Filho

Engenheiro e Físico

Cadastro Técnico Federal 4407864

EQUIPE – PROJETEC PROJETOS TÉCNICOS LTDA

- **Coordenação Adjunta**

João Joaquim Guimarães Recena

Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia de Produção

Cadastro Técnico Federal 198879

CREA 5101-D / PE

Roberta Guedes Alcoforado

Engenheira Civil, Doutora em Engenharia Civil

Cadastro Técnico Federal 353906

CREA 22981 – D / PE

- **Equipe de Apoio à Coordenação**

Johana do Carmo Mouco

Arquiteta e Urbanista, Mestre em Engenharia Civil

Cadastro Técnico Federal 2846743

CREA 204107968 / RJ

Leonardo Fontes Amorim

Engenheiro de Pesca

Cadastro Técnico Federal 975852

CREA 031125-D

Nise de Fátima Coutinho Souto

Bióloga, Mestre em Botânica

Cadastro Técnico Federal 4402684

CREA 67.220/05-D

Tatiana Grillo Teixeira

Engenheira de Pesca

Cadastro Técnico Federal 669457

CREA 180050226-5 / PE

Walter Lucena Arcoverde Jr

Técnico em Estradas

Cadastro Técnico Federal 976115

Margareth Grillo Teixeira

Bióloga, Mestre em Botânica
Cadastro Técnico Federal 23812
CRBio-5: 27.062/5-D

Cláudia Leite Teixeira Casiuch

Advogada, Especialista em Direito e em Análise e Avaliação Ambiental
Cadastro Técnico Federal 656554
OAB 73.637 / RJ

EQUIPE TÉCNICA

- **Vegetação**

Ângela Maria de Miranda Freitas

Engenheira Florestal, Doutora em Botânica
Cadastro Técnico Federal 199131
CREA: 12535 - D / PE

Gustavo Grillo Teixeira

Biólogo, Mestre em Geografia e Análise Ambiental
Cadastro Técnico Federal 667944
CRBio 46.437/05-D

Gustavo Soldati

Biólogo, Mestre em botânica

Leonardo Rodrigues da Silva

Engenheiro Agrônomo
Cadastro Técnico Federal 2055952
CREA 180158742-6 / PE

Nelson Leal Alencar

Biólogo, Mestre em Botânica
Cadastro Técnico Federal 4426844
CRBio 67360/05-D

Silvia Barbeiro

Bióloga, Doutora em Botânica

- **Ictiofauna**

William Severi

Engenheiro de Pesca, Doutor em Ecologia e Recursos Naturais

Elton José de França

Engenheiro de Pesca, Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura

Cadastro Técnico Federal 616960

CREA 033459-D / PE

Francisco Antônio Gabriel Neto

Estagiário

Cadastro Técnico Federal 4415070

Gilson da Silva Lima

Engenheiro Químico, Doutor em Engenharia Química

Cadastro Técnico Federal 4406348

CREA 180108187-5 / PE

Helder Correia Lima

Engenheiro de Pesca

Cadastro Técnico Federal 4403707

CREA 01-09976/2009 / PE

Ivan Ulisses Carneiro de Arcanjo

Engenheiro Elétrico, Mestre em Gestão Pública

Cadastro Técnico Federal 1701492

CREA 20748-D / PE

Sandra Cristina Soares da Luz

Bióloga, Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura

Cadastro Técnico Federal 4406250

CRBio 46.220/05D

- **Socioeconomia**

Elen Cristina Souza Koch Doppenshmitt

Socióloga e Bióloga, Mestre em Comunicação e Semiótica

Cadastro Técnico Federal 4403435

Joana Feitosa Fraga dos Santos

Assistente Social

Cadastro Técnico Federal 4404764

CRESS 5726 / PE

Marcileia Assis Toledo

Assistente Social

Cadastro Técnico Federal 4403470

CRESS 26.926 / SP

Maria José Albuquerque

Socióloga, Doutora em Estruturas Ambientais Urbanas

Cadastro Técnico Federal 4403490

DRT – 01660 – 04/2004

Maria José Nunes de Magalhães

Psicóloga

Cadastro Técnico Federal 4403524

CRP 10150 / PE

Roberto Salomão do Amaral e Melo

Arquiteto e Urbanista, Mestre em Gestão Pública

Cadastro Técnico Federal 1452335

CREA 17.706-D / PE

Silvéria Dias Moreira de Carvalho

Assistente Social

Cadastro Técnico Federal 4403390

CRESS 3407/ PE

Zafira Maria Lins Peixoto

Assistente Social

Cadastro Técnico Federal 2132011

CRESS 3571

Renato Santos da Silva

Geógrafo

Cadastro Técnico Federal 4437668

CREA 5061161280/D / SP



Renato Azevedo Silva

Estatístico, Mestre em Estatística

Cadastro Técnico Federal 4438870

CONRE-3 N.º 421-P