

PROJETO PARNÁIBA



Estudo de Impacto Ambiental AHE CASTELHANO

VOLUME II – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL
TOMO III – Parte I – AID

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 Nº 02001.002986/2004-18 e Código da ANEEL - 34.100.020, considerando as disposições da Resolução CONAMA nº 001/86, do anexo I da Resolução CONAMA nº 237/97. Estes foram elaborados pela **Projetec - 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 Nº 37/2008 “Plano de Trabalho dos Ecossistemas Aquáticos”, do Ofício nº 225/2008 – DILIC/IBAMA que trata do “Plano de Trabalho para Levantamento de Campo para Complementação das Informações do Meio Socioeconômico, dos Pareceres Técnicos nº 17/2008 nº 88/2007 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA apresentados em 2008 e finalmente do “Plano de Trabalho de Fauna Terrestre e Vegetação aprovado pelo IBAMA em 21/01/09” e das considerações adicionais a este Plano acordadas e enviadas na Memória de Reunião datada de 21/01/09.

O empreendimento em estudo localiza-se na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, entre os estados do Piauí e Maranhão, na microrregião do Alto Parnaíba. O eixo da barragem situa-se a 1023 km da foz do Parnaíba, a montante da cidade de Ribeiro Gonçalves. O reservatório possui área de inundação na cota máxima normal de 238 km² abarcando terras dos municípios de Ribeiro Gonçalves e Santa Filomena, no Piauí e Loreto, Sambaíba e Tasso Fragosso, no Estado do Maranhão.

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

encontram-se explicitadas no Capítulo 1. Volume II, a seguir. No âmbito dos estudos socioeconômicos cabe ressaltar que os levantamentos referentes a 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 – Parte I - (Capítulo 8 – Área de Influência Direta do Meio Físico e Capítulo 9 - Área de Influência Direta do Meio Biótico)

Tomo III – Área de Influência Direta – AID – Parte II - (Capítulo 10 – Área de Influência Direta do Meio Socioeconômico)

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 III – Parte I

8.	ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID DO MEIO FÍSICO	8-1
8.1.	GEOLOGIA.....	8-1
8.1.1.	Unidades Litoestratigráficas.....	8-1
8.1.2.	Direitos Minerários.....	8-2
8.1.3.	Hidrogeologia e Usos de Água Superficial.....	8-3
8.1.4.	Investigação Geotécnica Realizada.....	8-5
8.1.4.1.	Morfologia do Local do Barramento.....	8-5
8.1.4.2.	Estratigrafia no Eixo da Barragem.....	8-7
8.1.4.3.	Estabilidade de Encostas Marginais.....	8-8
8.1.5.	Materiais de Empréstimo e Áreas de Bota-Fora.....	8-8
8.1.5.1.	Empréstimo de Solo.....	8-8
8.1.5.2.	Jazidas de Areia.....	8-9
8.1.5.3.	Pedreira.....	8-10
8.1.5.4.	Áreas de Bota-Fora.....	8-10
8.1.6.	Estudos Sismológicos.....	8-10
8.1.6.1.	Sismicidade Natural.....	8-10
8.1.6.2.	Sismicidade Induzida.....	8-12
8.2.	GEOMORFOLOGIA.....	8-14
8.2.1.	Tipos de Relevo.....	8-14
8.2.2.	Ocorrência de Cavidades Naturais.....	8-15
8.3.	PEDOLOGIA.....	8-16
8.3.1.	Classe de Solos.....	8-16
8.3.1.1.	Latossolos Amarelos.....	8-16
8.3.1.2.	Argissolos Vermelho-Amarelos.....	8-16
8.3.1.3.	Neossolos Litólicos.....	8-16
8.3.1.4.	Chernossolos.....	8-17
8.3.1.5.	Neossolo Flúvico.....	8-17
8.3.1.6.	Neossolos Quartzarênico.....	8-17
8.3.2.	Descrição das Unidades de Mapeamento.....	8-18

8.4.	APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS.....	8-21
8.4.1.	Classe 2(a)bc.....	8-22
8.4.2.	Classe 3(abc).....	8-22
8.4.3.	Classe 4(p).....	8-22
8.4.4.	Classe 5(n).....	8-22
8.4.5.	Classe 6.....	8-23
8.5.	SUSCETIBILIDADE À EROSÃO DOS SOLOS.....	8-23
8.6.	ESTUDOS SEDIMENTOMÉTRICOS.....	8-25
8.6.1.	Introdução.....	8-25
8.6.2.	Descrição das Áreas dos Estudos.....	8-26
8.6.3.	Caracterização do Regime de Vazões.....	8-27
8.6.4.	Descrição dos Aproveitamentos.....	8-29
8.6.5.	Compilação e Tratamento de Dados Disponíveis.....	8-29
8.6.5.1.	Dados Fluviométricos.....	8-29
8.6.5.2.	Levantamentos Topobatimétricos de Seções Transversais.....	8-30
8.6.6.	Determinação das Curvas-Chaves de Sedimentos.....	8-32
8.6.6.1.	Aspectos Metodológicos.....	8-32
8.6.6.2.	Processamento das Curvas-Chaves dos Sedimentos.....	8-33
8.6.7.	Dinâmica dos Sedimentos no Estuário do Rio Parnaíba.....	8-38
8.6.8.	Caracterização Geológica do Estuário do Rio Parnaíba.....	8-38
8.6.9.	Campanhas Complementares.....	8-42
	Anexo I – Documentação Fotográfica – Meio Físico	
8.7.	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	8-81
9.	ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID DO MEIO BIÓTICO.....	9-1
9.1.	ECOSSISTEMAS TERRESTRES.....	9-1
9.1.1.	Introdução.....	9-1
9.1.2.	Mapeamento e Supressão de Vegetação.....	9-1
9.1.3.	Procedimentos Metodológicos.....	9-1
9.1.4.	Vegetação.....	9-2
9.1.4.1.	Métodos.....	9-2
9.1.4.2.	Florística.....	9-3
9.1.4.3.	Fitossociologia.....	9-7

9.1.4.4. Declividade e Granulometria	9-18
9.1.4.5. Considerações Gerais.....	9-20
9.1.4.6. Comparações entre as Amostragens da AII e AID.....	9-20
9.1.4.7. Metodologia para o estudo dos parâmetros ambientais (declividade, solo) relacionados à vegetação.....	9-25
9.1.4.9. Comparações de variáveis ambientais para a AHE Castelhana.....	9-26
9.1.4.10. Resultado das comparações entre os parâmetros ambientais (declividade, solo) relacionados à vegetação.....	9-26

Anexo II - Documentação Fotográfica – Vegetação

9.1.4.11. Referências Bibliográficas.....	9-35
9.1.5. Fauna.....	9-40
9.1.5.1 Avifauna.....	9-40

Anexo III – Documentação Fotográfica – Avifauna

Referências Bibliográficas.....	9-54
9.1.5.2. Mastofauna.....	9-56

Anexo IV - Documentação Fotográfica – Mastofauna

Referências Bibliográficas.....	9-87
9.1.5.3. Herpetofauna.....	9-88

Anexo V - Documentação Fotográfica – Herpetofauna

Referências Bibliográficas.....	9-127
9.2. ECOSISTEMAS AQUÁTICOS – QUALIDADE DA ÁGUA E LIMNOLOGIA.....	9-132
9.2.1 Introdução.....	9-132
9.2.2 Metodologia de Diagnóstico.....	9-132
9.2.3 Ciclo Hidrológico e Vazão do Rio Parnaíba.....	9-132
9.2.4 Resultados.....	9-135
9.2.4.1. Resultados de Qualidade da Água.....	9-136
9.2.4.2. Qualidade dos Sedimentos.....	9-162
9.2.4.3. Comunidades Aquáticas.....	9-163

Anexo VI – Tabelas de Resultados de Zoobentos

9.2.5. Referências Bibliográficas.....	9-218
9.3. ECOSISTEMAS AQUÁTICOS – VERTEBRADOS.....	9-222

9.3.1. Ictiofauna e Pesca.....	9-222
9.3.1.1. Caracterização Geral das Áreas Amostradas.....	9-222
9.3.1.2. Pesca Comercial de Peixes para Consumo.....	9-240
<p>Anexo VII – Documentação Fotográfica de Ictiofauna</p> <p>Anexo VIII – Exemplos de Ictiofauna – Campanha 2005</p> <p>Anexo IX – Exemplos de Ictiofauna – Campanha 2009</p> <p>Anexo X – Atividades dos Pescadores e Apetrechos</p> <p>Anexo XI – Registro de Entrevistas</p> <p>Anexo XII - Questionário de Ictiofauna</p> <p>Anexo XIII – Pescadores Entrevistados</p>	
9.3.2. Referências Bibliográficas.....	9-292



Chesf
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

energIMP



queiroz galvão

8. Área de Influência Direta (AID) do Meio Físico.

8. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID DO MEIO FÍSICO

8.1. GEOLOGIA

8.1.1. Unidades Litoestratigráficas

Na área de influência direta do AHE Castelhana ocorrem às formações Piauí, Pedra do Fogo e Sardinha, além de uma diminuta porção da Formação Corda (área de 0,1% da AID).

A Formação Piauí ocorre sempre nas áreas mais erodidas dos vales onde correm o rio Parnaíba e seus afluentes laterais. Isso ocorre em função dessa formação geológica ser a mais antiga aflorante nesta região. As rochas ígneas do vulcanismo Sardinha são as mais recentes, tendo sido espalhadas na região como derrames de basaltos e diabásios.

A Formação Piauí ocorre em cerca de 71,8% da AID, sendo constituída predominantemente por uma alternância de arenitos e folhelhos e subordinadamente evaporitos e siltitos. 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.

Na região da construção da barragem, nas proximidades de Castelhana, foi estudado um afloramento da Formação Piauí (**Foto 8.1-1 - Anexo I**), onde foi observada a predominância de um arenito róseo com estratificação cruzada de médio porte na base, apresentando na parte mediana uma alternância de argilito/siltito laminado e arenito fino, e no topo, um arenito conglomerático. A cor avermelhada representa red beds. O registro fossilífero está representado por palinomorfos do final do Carbonífero. As estruturas dominantes na seção são a estratificação cruzada tipo plano-tabular e a acanalada de grande porte.

A Formação Pedra de Fogo representa cerca de 3,6% da AID do AHE Castelhana e ocorre em pequenas áreas próximas ao eixo do empreendimento, assim como na porção central do reservatório, entre os tributários de margem direita do rio Parnaíba, riacho da Prata e do Castelo. 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 a formação é menos arenosa, com siltitos, dolomitos, margas e sílex depositados em planície de maré, sob condições de alta salinidade, com influência continental, fluvial-lacustre.

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 milhões de anos, durante o processo de separação dos continentes Sul-Americano e Africano, responsável pela 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 AID do AHE Castelhana, essa unidade ocorre como uma pequena área localizada no eixo do barramento, em contato com os sedimentos da Formação Piauí e Pedra de Fogo, assim como no setor sudeste, próximo ao remanso do reservatório, na margem direita do rio Parnaíba, conforme o Mapa Geológico (**Anexo I Tomo II**). Essa

unidade perfaz cerca de 10,35% da extensão territorial. Normalmente as rochas ígneas estão representadas por soleiras e diques de diabásio de pequena espessura.

8.1.2. Direitos Minerários

Para a análise dos processos de direitos minerários existentes na AID do futuro AHE Castelhana utilizou-se o levantamento descrito no item 5.3.3 Potencial Mineral (**Capítulo 5 – Área de Influência Indireta do Meio Físico - Tomo II**) 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 Mineral¹. Os dados digitais foram copiados com atualização no sistema SIGMINE até 01 de agosto de 2009.

Na AID do AHE Castelhana foi registrada a presença de 4 áreas de direitos minerários cujos processos encontram-se em fase de Requerimento de Pesquisa (RP) e Autorização de Pesquisa (AP), para fosfato e minério de ferro respectivamente, conforme especificados na **Tabela 8.1-1**, e indicados na **Figura 5.3-6 (Capítulo 5 – Área de Influência Indireta do Meio Físico - Tomo II)**.

Tabela 8.1-1 Áreas de direitos minerários na AID do AHE Castelhana.

Localização no mapa	Número	Ano	Área total (ha)	Fase	Nome	Último evento	Subst.
10	804324	2008	1559,40	AP	Produtos Minerais do Piauí Ltda	323 - Aut Pesq/Alvará De Pesquisa 03 Anos Publ Em 02/04/2009	minério de ferro
16	804337	2008	1996,76	AP	Produtos Minerais do Piauí Ltda	323 - Aut Pesq/Alvará De Pesquisa 03 Anos Publ Em 30/04/2009	minério de ferro
19	806050	2009	293,91	RP	Diagem Reflorestamento Ltda	135 – Req Pesq/Cumprimento Exigência Protocoli Em 02/06/2009	fosfato
18	806050	2009	1215,35	RP	Diagem Reflorestamento Ltda	135 - Req Pesq/Cumprimento Exigência Protocoli Em 02/06/2009	fosfato

No que se refere à existência de atividades informais de exploração mineral na Área de Influência Direta (AID) do AHE Castelhana, realizou-se um sobrevôo em helicóptero ao longo de toda a área a ser ocupada pelo enchimento do futuro reservatório, com a finalidade de localizar explorações de areia, brita ou alguma outra substância mineral.

¹ Fonte: <http://sigmine.dnpm.gov.br/> acesso Nov/2009.

Foi escolhido esse tipo de levantamento pelo fato do sobrevôo permitir uma visão ampla da AID, possibilitando o reconhecimento de atividades informais de exploração mineral, inclusive aquelas de pequeno porte, o que não seria possível num levantamento terrestre.

No sobrevôo realizado ao longo da área não foram identificadas atividades que se caracterizassem como locais de exploração informal de recursos minerais na AID do empreendimento.

8.1.3. Hidrogeologia e Usos de Água Superficial

A partir do banco de dados SIAGAS, foram levantados 172 poços com informação de condutividade elétrica da água. Essas informações serviram para elaborar o mapa da **Figura 8.1-1**.

Pelas profundidades dos poços, inferiores a 200 m, o mapa apresentado na **Figura 8.1-1** mostra a variação de condutividade elétrica da água do sistema aquífero Poti/Piauí. As medidas dessas condutividades, a exemplo dos níveis estáticos, também foram obtidas em julho de 2003.

Durante a visita de reconhecimento não foi feita nenhuma medida de condutividade elétrica da água ou de nível estático, pois nenhum poço foi encontrado nas proximidades do local da futura barragem. O Local é ermo, com vegetação ainda preservada e pouca atividade humana, o que justifica a ausência de poços. Por essa razão, não foram coletadas amostras para análises físico-químicas ou bacteriológicas. Quanto ao aspecto biológico, de um modo geral, as águas subterrâneas são isentas de bactérias e vírus nocivos ao homem. A existência de bactérias na água subterrânea, normalmente, está associada a alguma fonte poluidora.

Com relação aos usos de águas superficiais, verifica-se que segundo as outorgas da ANA não existem usuários regularizados na AID. Para o levantamento de atividades informais, que utilizam os recursos hídricos na AID, considera-se que este deva ser realizado por ocasião da licença de instalação do empreendimento, a fim de se obter com exatidão o tipo de atividade e a estimativa de captação de água.

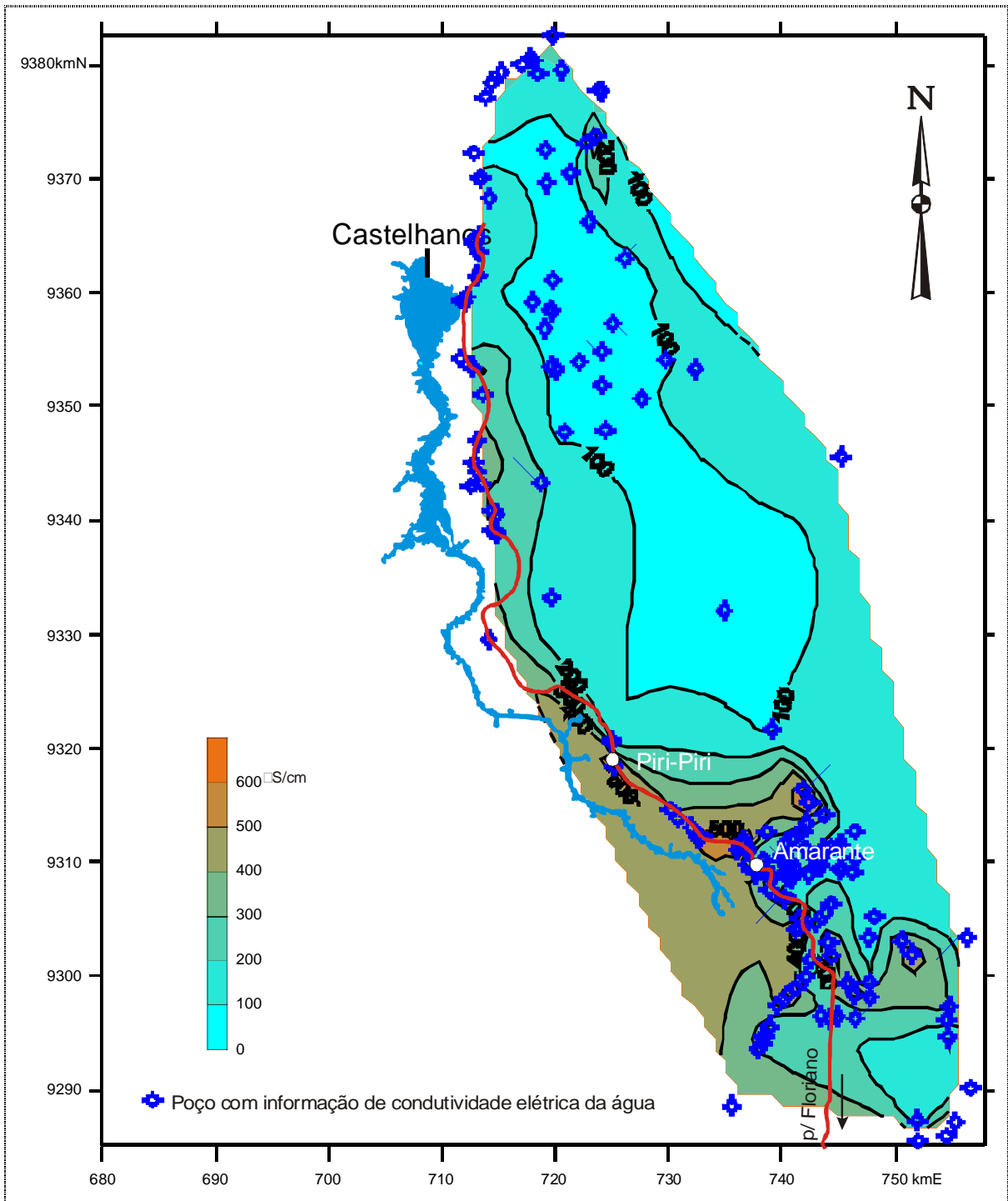


Figura 8.1-1 Mapa de condutividade elétrica da água do Aquífero Poti/Piauí

Fonte: SIAGAS – CPRM,

8.1.4. Investigação Geotécnica Realizada

Os estudos geotécnicos efetuados para o AHE de Castelhana atenderam as diretrizes contidas no documento: “Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos” (ELETROBRÁS/DNAEE, 1997), cujo item 2.4 propõe que as investigações sejam suficientes para caracterizar adequadamente os níveis de fundação para todas as estruturas bem como para permitir a quantificação dos materiais nas áreas de empréstimos de aproveitamentos hidrelétricos.

Os resultados detalhados destes estudos, executados pelo CNEC, foram realizado por meio da prospecção de campo e laboratório, e estão contidos em capítulo específico do estudo de viabilidade do AHE Castelhana. Nesse estudo estão indicadas as localizações das sondagens, tanto nas áreas dos eixos como nas áreas de empréstimos, as seções geológicas traçadas ao longo dos eixos das estruturas, o registro fotográfico dos núcleos de rocha, a análise de resultados, entre outros aspectos.

Na primeira etapa, foram executadas nove (9) sondagens a trado, e abertos poços verticais à pá e à picareta, distribuídos uniformemente nas duas margens do rio. Já na etapa de viabilidade, os estudos foram aprofundados com uma campanha de prospecção que incluiu: 8 sondagens elétricas verticais, 3 seções sísmicas, 16 sondagens mistas (avanço a percussão no trecho em solo e rotativo em rocha), 4 sondagens rotativas, 5 sondagens com sondina, 27 sondagens manuais a trado, além da abertura de 3 poços de inspeção, assim distribuídos:

Das 16 sondagens executadas, 15 foram mistas e 1 rotativa inclinada de 45°, com o total de 285,00 m de perfuração. Desse total, 4 foram na ombreira esquerda, 4 sondagens mistas no leito do rio e 10 sondagens na ombreira direita, visto que concentrará os principais equipamentos da Usina, como a casa de forma, vertedouro e geradores. Nas sondagens também foram executados ensaios de infiltração no trecho em solo e 35 ensaios de perda d'água sob pressão nos trechos em rocha.

8.1.4.1. Morfologia do Local do Barramento

A morfologia do local de barramento segue o mesmo padrão observado em grande parte do rio, ou seja, há um terraço aluvial falsamente plano de largura variável, a partir do qual as cotas topográficas aumentam de uma forma progressiva, gerando morros de pouca altura.

No caso do AHE de Castelhana, essa situação é ainda mais evidente, pois a usina geradora deverá localizar-se na parte interna de uma curva estreita do rio Parnaíba, onde se verifica na margem direita (lado côncavo – deposição) que o terraço aluvial se espalha, formando uma planície de inundação de mais de 300 m de extensão, enquanto que na margem oposta (esquerda) é praticamente inexistente (**Foto 8.1-2 - Anexo I**). A vegetação no eixo da barragem também muda consideravelmente de uma margem para outra, sendo que na margem direita há predomínio de vegetação arbustiva de cerrado, enquanto que do lado oposto a paisagem é mais aberta e dominada pelo babaçu (*Orrbignya speciosa*).

A seção de controle no ponto de barramento conforma um vale aberto, assimétrico, cortado sobre rochas ígneas intrusivas da Formação Sardinha (basaltos e diabásios) em contato abrupto com as rochas sedimentares da Formação Piauí, constituída por seqüências intercaladas de arenitos, siltitos e argilitos, sendo que o quadro geológico no eixo é

complementado pelo terraço aluvial de mais de 300 m que se desenvolve na margem direita do rio.

A seção apresenta uma distância entre ombreiras de aproximadamente 700 m, na qual os morros de rocas estruturam as ombreiras da barragem, sendo que as elevações na ombreira esquerda passam do nível 72 m para a cota 95 em menos de 125 m, o que lhe confere à encosta uma declividade moderada inferior a 20%. Já a ombreira direita, após terraço aluvial, exhibe uma declividade em torno de 30%, passando da cota 80 m para o nível 105 m em uma distância de 100 m.

- **Ombreira Esquerda**

Nessa ombreira, a camada coluvionar superficial é muito exígua, formada por areia fina a média, de coloração cinza amarronzada, pouco argilosa e com poucos pedregulhos. Abaixo tem a camada de solo de alteração com cerca de 2,5 m de espessura, constituído de areia fina siltosa, compacta, de coloração cinza escuro.

O topo rochoso é formado por diabásio maciço, a pouco alterado, ocasionalmente a pouco fraturado, com baixos valores de condutividade hidráulica. Localizadamente foi observado uma passagem, com cerca de 1,5 m de espessura, alterada e com perda d'água total.

- **Leito do Rio**

Com cerca de 200 m de largura, ao longo do traçado do eixo do barramento, o rio Parnaíba apresenta em seu leito, junto à margem direita (SM-505), a presença de espesso pacote de natureza aluvionar até a profundidade de 15 m, enquanto que as demais sondagens (SM-506 e SM-517) mostraram a ocorrência de basalto até a profundidade investigada de 15 m.

Os sedimentos encontrados no leito do rio são constituídos basicamente por areia média a grossa, compactos a muito compactos. Os elevados valores de resistência à penetração (SPT) podem ser resultado do cozimento do arenito pela intrusão de basalto.

- **Ombreira Direita**

No trecho de baixada (planície aluvionar), todas as sondagens executadas (SM-503, SM-504, SM-508, SM-509, SM-510, SM-511 e SM-512) não acusaram a presença do topo rochoso de fundação até 25 m de profundidade, em torno da elevação 52 m. Esses sedimentos aluvionares são de natureza predominantemente arenosa, medianamente compactos a compactos, de granulometria variável, desde média a grossa com lentes de cascalhos a areias de granulometria fina com níveis de argila orgânica muito mole a mole. Ensaios de permeabilidade acusaram valores da ordem de 10^{-4} a 10^{-5} cm/s, sendo que nas proximidades da calha do rio esses valores se elevavam para 10^{-3} e 10^{-2} cm/s.

No trecho íngreme, onde foi constatada a presença do basalto, ocorre em superfície uma camada coluvionar de constituição argilo-siltosa, média, de coloração marrom avermelhada e espessura inferior a 2 m, assente sobre solo residual de diabásio de natureza argilo-siltosa a areno-siltosa, compacta, cinza avermelhado com espessuras de até 4 m, apresentando valores de resistência à penetração que são crescentes com o aumento da profundidade.

O topo rochoso é formado por basalto da Formação Sardinha, que é rocha maciça, com textura fanerítica fina, são a pouco alterada, pouco fraturado e com valores de condutividade

hidráulica muito baixos a moderados, nos trechos mais fraturados. Encontra-se a profundidades que variam de 2 a 8 m, quase sempre acompanhando o relevo.

Com a finalidade de estimar o limite de resistência do basalto foi coletada amostra proveniente de testemunho de sondagem (SM-516), à profundidade de 34,5 m, e executado ensaio de compressão uniaxial, que resultou no valor de 113,6 MPa, caracterizando-o como material resistente.

8.1.4.2. Estratigrafia no Eixo da Barragem

O perfil estratigráfico no eixo da barragem foi determinado através de 9 (nove) sondagens executadas nas duas margens e no leito do rio Parnaíba. O resumo da interpretação das sondagens pode ser observado na **Figura 8.1-2**, a seguir.

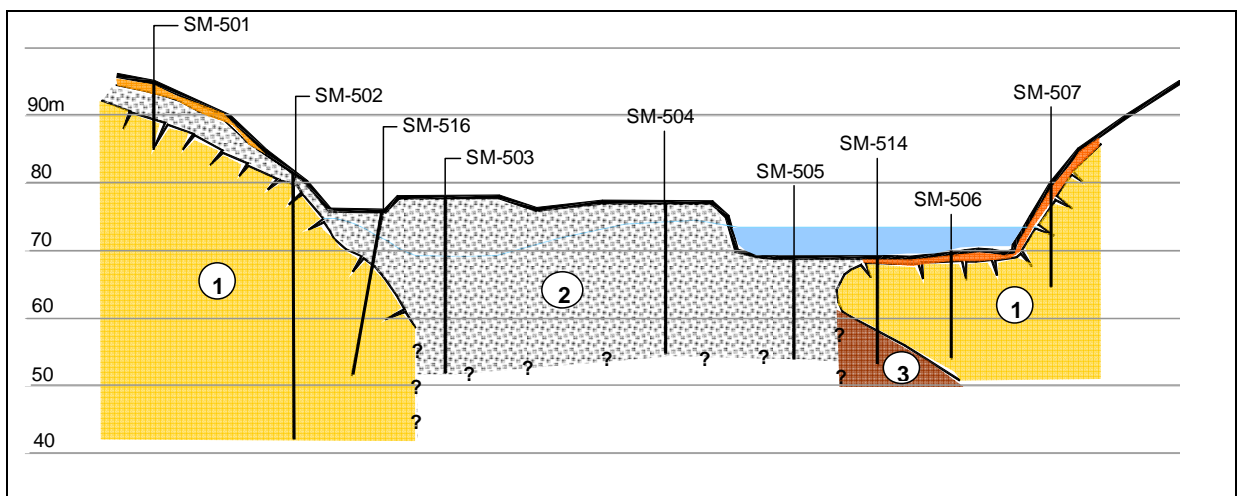


Figura 8.1-2 Perfil estratigráfico do eixo da AHE Castelhana.

Fonte: CNEC, 2007. Estudos de Viabilidade – AHE Castelhana – Seções geológico-Geotécnicas (modificado).

A interpretação das sondagens confirma, em parte, as observações de campo, principalmente no sentido das ombreiras serem cortadas em rochas diabásicas da Formação Sardinha (1). Essa formação rochosa foi descrita nas sondagens como um diabásio muito coerente, pouco fraturado, de coloração escura, variando de cinza a cinza esverdeado. Os indicadores de qualidade da rocha como índice de recuperação e RQD estiveram presente na maior parte das sondagens acima de 80%, indicando uma rocha de boa qualidade, como se observa na (**Foto 8.1-3 – Anexo I**).

Recobrimo as encostas, verifica-se a presença de camada de natureza coluvionar, constituída por areia fina a média siltosa, a argilo-arenosa com pouca areia fina, localmente com pedregulhos e seixos, e com passagens ricas em óxido de ferro, de coloração cinza avermelhada, com espessuras métricas, e cujos maiores valores são observados no pé das encostas.

Já o trecho mais baixo da seção, correspondente à planície de inundação e ao leito do rio propriamente dito, a estratigrafia se apresenta de uma forma errática. Na ombreira direita, a partir da sondagem SM-516, a formação rochosa submerge dentro de um pacote aluvial de mais de 25,0 m descrito como uma areia fofa fina a média, cinza a marrom. Os valores de SPT aumentam de forma progressiva com a profundidade, iniciando próximos de N=10, sendo maiores ao interceptar camadas de areia mais grossa com pedregulhos.

Na ombreira esquerda, a situação é similar: a Formação Sardinha que conformava as partes altas da encosta, aparece recoberto um pacote de rochas da Formação Piauí. A sondagem SM-514 foi o único ponto em que foi possível determinar o contato entre o basalto e o arenito da Formação Piauí. Esse arenito mostra-se coerentemente fraturado, com granulometria fina e coloração cinza esverdeado a esbranquiçado. A **(Foto 8.1-4 - Anexo I)** ilustra claramente o contato abrupto entre as duas litologias.

8.1.4.3. Estabilidade De Encostas Marginais

Denomina-se encosta marginal aos taludes localizados nas margens dos reservatórios de água. Em estado natural os taludes da área de influência direta (AID) do empreendimento não se caracterizam por desenvolver processos de instabilidade, como foi observado nos levantamentos de campo.

Conforme a análise cartográfica realizada a partir da restituição aerofotogramétrica, pode-se estimar que apenas 3,36% da área da AID apresentam situação com probabilidade factível de desenvolver instabilidade nas encostas, por apresentarem declividades entre 20 e 40%.

8.1.5. Materiais de Empréstimo e Áreas de Bota fora

As localizações das áreas previstas para materiais de empréstimo e de bota fora são apresentadas no **Vol. I Cap.3 – Caracterização de Empreendimento**.

8.1.5.1. Empréstimo de Solo

Foi localizada uma área de empréstimo de solo (AE-01) situada na margem esquerda do Rio Parnaíba, distando cerca de 4,3 km em linha reta do seu eixo. O acesso ao local pode ser realizado partindo-se do centro da localidade de Castelhana, através da rodovia PI-130 em direção à cidade de Palmeirais por cerca de 0,5 km, a partir de onde desvia-se à esquerda para seguir através de estrada vicinal por cerca de 2 km.

A área foi investigada através de 27 sondagens à trado, que perfizeram o total de 81,1 m de perfuração, e por um poço de inspeção com cerca de 5 m de profundidade.

Foi observada a ocorrência de material de natureza coluvionar/residual, de constituição areno-argilosa de coloração cinza amarelada, cujos ensaios de laboratório indicaram material de razoável manuseio.

Tem área de aproximadamente 550.000 m² e espessura média da ordem de 3 m, o que perfaz o volume estimado da ordem de 1.500.000 m³.

O material aluvial da jazida foi descrito como uma argila arenosa com pedregulho, de cor avermelhada. Os ensaios de laboratório executados sobre amostras extraídas do local confirmam essa apreciação. A peneira 200 que, em termos de classificação, divide os solos em finos e grossos, mostrou uma pequena variação de uma sondagem para outra, ora com um teor de areia maior, ora com um teor de material fino maior (**Figura 8.1-3**).

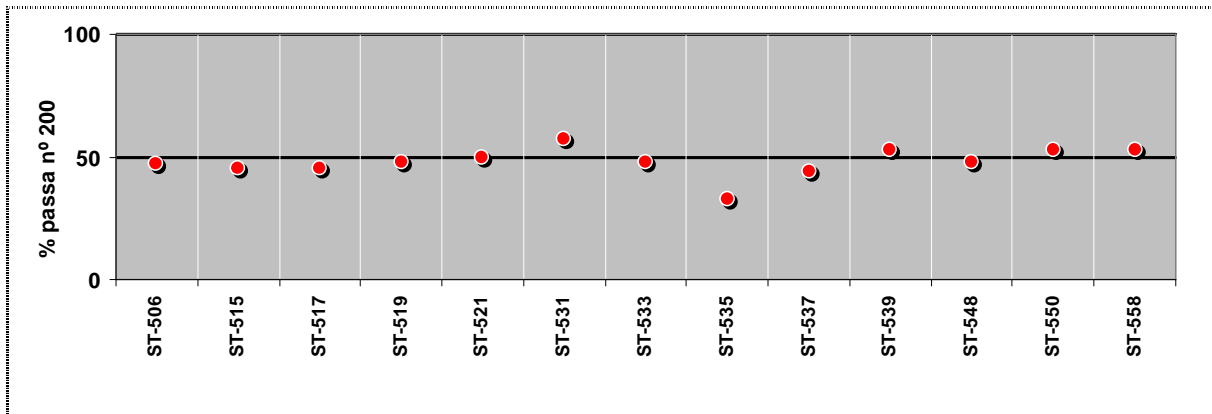


Figura 8.1-3 Porcentagens que passam a peneira 200 nos ensaios granulométricos sobre amostras de solo na área de empréstimo.

Segundo o Sistema Unificado de Solos (UCS), o material foi classificado ora como uma areia siltosa argilosa de baixa plasticidade, ora como uma argila arenosa.

De qualquer forma, mecanicamente, o comportamento do material está influenciado pela sua fração fina. Os ensaios de resistência de compressão triaxial executados em amostras inalteradas de solo, evidenciaram tal situação. A figura a seguir mostra o comportamento do ensaio triaxial CU executado sobre uma amostra de solo inalterada da jazida. Observa-se uma envolvente de resistência com componente coesiva e um ângulo de atrito moderado de 15° (**Figura 8.1-4**).

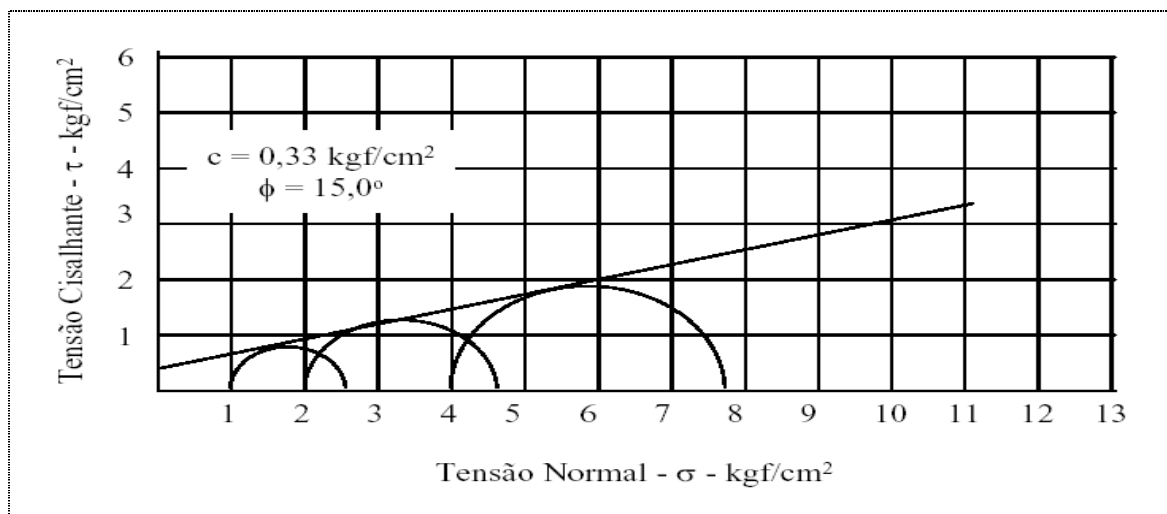


Figura 8.1-4 Ensaio triaxial CU em amostra de solo inalterada.

Fonte: Relatório Nº 02/06 – Universidade Federal do Ceará – Água Solos.

8.1.5.2. Jazidas de Areia

Foram investigadas, pela CNEC/2006, duas (2) áreas de empréstimo de solos, ambas situadas à montante do eixo, a distâncias de 1,1 km (JZ-51) e de 2,5 km (JZ-52).

A jazida JZ-51, investigada através da execução de 5 sondagens com sondina, no total de 25 m de perfuração, revelou um material constituído de areia média a grossa de coloração

cinza clara. O depósito, com aproximadamente 135.000 m² e espessura média de 5 m, apresenta uma expectativa volumétrica de em torno de 675.000 m³.

Já a jazida JZ-52, com área da ordem e de 278.000 m², foi apenas identificada e teve seu material objeto de classificação tátil-visual. Essa área deverá ser investigada para determinação de sua espessura média e, conseqüentemente, de seu volume aproveitável.

8.1.5.3. Pedreiras

Áreas para exploração de material pétreo para utilização como enrocamento, agregado para concreto, filtros e transições, ocorrem em ambas as ombreiras do empreendimento, na forma de uma intrusão ígnea constituída de basalto.

Sondagens executadas em ambas as ombreiras (SM-507 na esquerda e SM-501, SM-502, SM-513 e SR-516 na direita) mostraram a presença de rocha basáltica com espessuras maiores que 35 m, recobertas por camada de solo com cerca de 6 m de espessura em média.

Em amostras oriundas de testemunhos de sondagens nesse maciço rochoso, foram executados ensaios de laboratório para determinação de seu índice de forma de resistência à abrasão (abrasão Los Angeles).

8.1.5.4. Áreas de Bota Fora

Estão previstas duas áreas de bota-fora durante a fase de implantação do empreendimento. Uma primeira localiza-se na margem esquerda do rio Parnaíba (MA), e o segundo local de bota-fora localiza-se na margem direita do rio (PI). Ambos locais ficarão submersos quando do enchimento do reservatório.

8.1.6. Estudos Sismológicos

8.1.6.1. Sismicidade Natural

De maneira geral as formações geológicas existentes na área foram depositadas num período de relativa quiescência tectônica, em uma bacia sedimentar tipo sinéclise. A Formação Sardinha constitui um evento magmático cuja intrusão decorreu de processos tectônicos rupturais. Essa intrusão de idade Cretácea ocorreu em período em que a bacia do Parnaíba tendia a estabilização, o que caracteriza uma área sem sismos de grandes magnitudes.

Apesar da área de estudo se localizar em área cratônica (geologicamente estável), evidencia-se a presença do arco Xambioá e do lineamento do rio Parnaíba (**Figura 8.1-5**), que são zonas geológicas potencialmente reativáveis, em termos tectônicos. Regiões semelhantes no nordeste do Brasil, em que há evidências de reativações de falhas geológicas são: Caruaru - PE (sismos provocados pela reativação do Lineamento de Pernambuco) e João Câmara – RN. Contudo, a Universidade de Brasília, responsável pelo cadastramento de sismos ocorrentes no Brasil, até o momento não registrou nenhuma reativação de falhas geológicas na região do arco Xambioá e do lineamento rio Parnaíba (**Figura 8.1-6**).

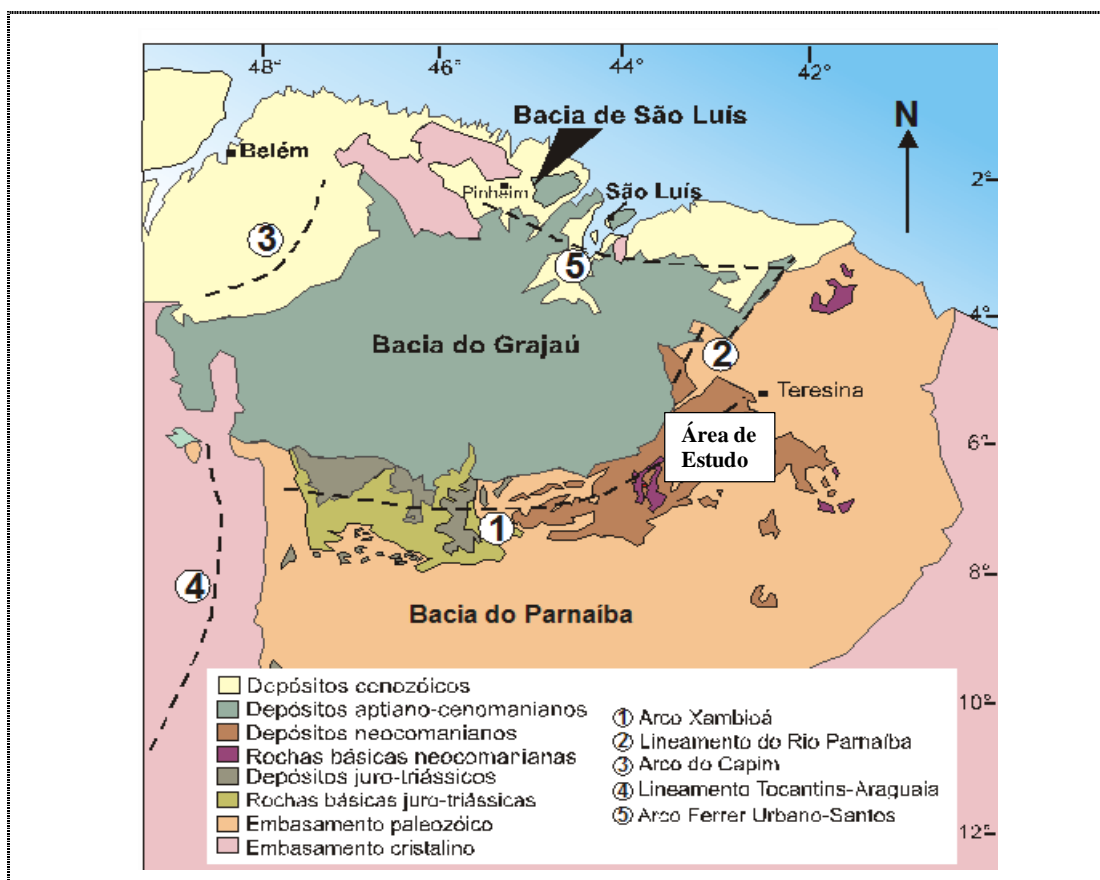


Figura 8.1-5 Mapa geológico esquemático (sem escala) das bacias sedimentares do Parnaíba e Grajaú, mostrando as principais estruturas geológicas.

Vale destacar que a área onde será construído o AHE Castelhana está situada na borda leste da bacia do Parnaíba, recebendo uma maior influência das estruturas tectônicas do embasamento cristalino. No mês de fevereiro de 2008 foram registrados eventos sísmicos na região de Sobral, no estado do Ceará. Essa área é parte integrante do lineamento Sobral Pedro II bem como do lineamento Transbrasiliiano. Segundo os dados divulgados por pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, a magnitude dos sismos chegou a 3,9 na escala Richter, sendo que os pesquisadores classificaram esses eventos como microtremores, ressaltando, todavia, que essa classificação ainda é prematura, e exige estudos mais aprofundados.

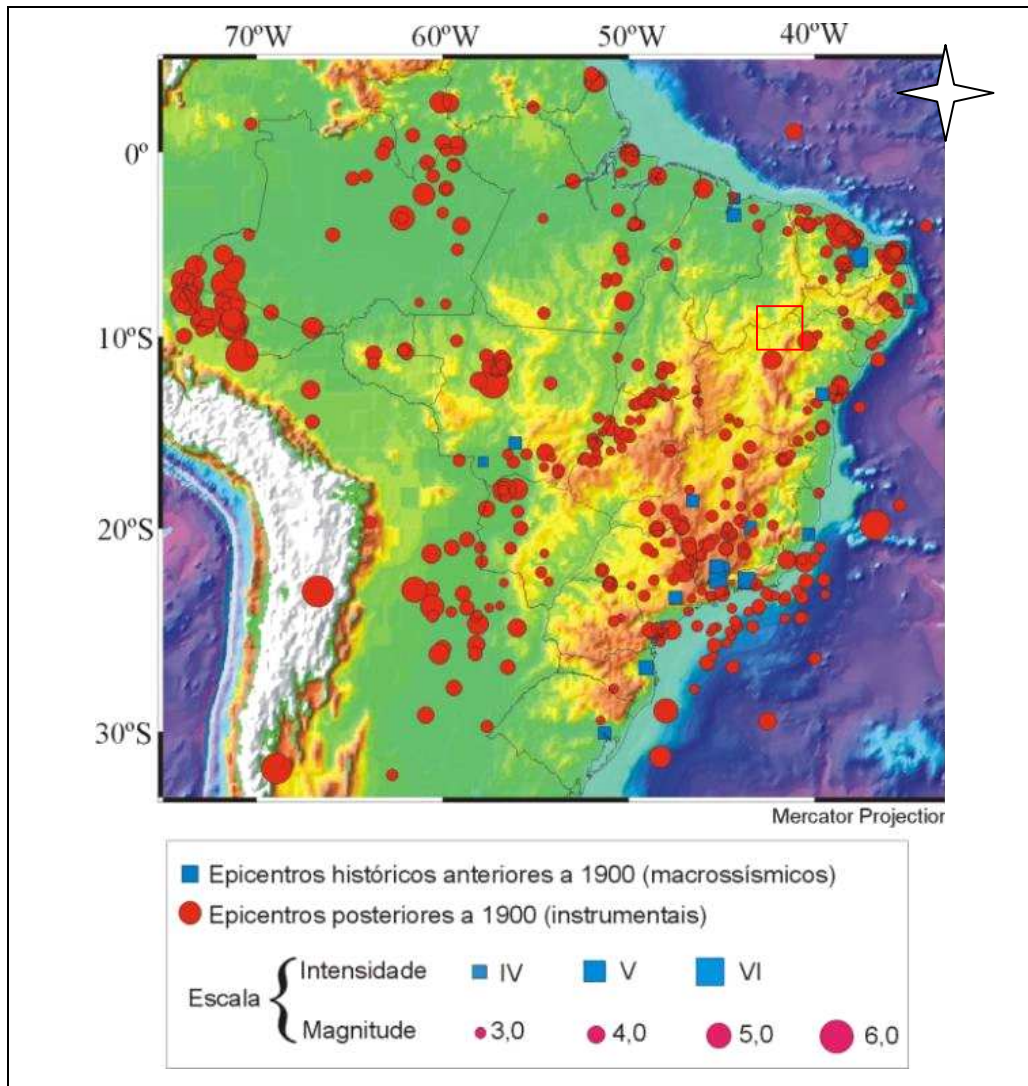


Figura 8.1-6 Mapa de ocorrências de sismos com magnitude superior a 3 na escala Richter. O quadrado vermelho indica a localização área de estudo.

Fonte: www.obsis.unb.br.

8.1.6.2. Sismicidade Induzida

De acordo com Simpson (1986 *apud* Camarão Junior, 2001) a construção de uma barragem propicia o surgimento de um novo lago que, do ponto de vista mecânico (em virtude do próprio peso da lâmina d'água) e hidráulico (em conseqüência da infiltração do fluido na subsuperfície, que causa pressões internas nas camadas rochosas profundas), irá alterar as condições estáticas das formações rochosas. A combinação das duas ações locais pode desencadear distúrbios tectônicos e eventualmente gerar sismos. Os sismos registrados no Brasil, até o início dos anos 2.000, não causaram danos às barragens construídas devido à baixa magnitude, e em decorrência da baixa profundidade (menos de 12 km) podem ser sentidos a poucos quilômetros do epicentro. Cabe ressaltar, entretanto, que um estudo mais aprofundado pode ser importante nas regiões intraplaca, pois podem exceder o nível da sismicidade natural.

O contexto geológico-estrutural da região nordeste oriental, onde já foram construídas barragens (p.ex. Castanhão-CE e Armando Ribeiro Gonçalves- RN), quando investigado do ponto de vista da sismica induzida, está associado aos terrenos de idade antiga (Pré-Cambriana) e às zonas de cisalhamento brasileiras milonitizadas.

Os estudos de sismicidade induzida realizados no reservatório da barragem Armando Ribeiro Gonçalves (Açu-RN) pelo grupo de geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no período de 1987 a 1997, revelaram que após o enchimento do lago ocorreu uma acomodação das camadas devido ao ajuste da coluna d'água. Tal comportamento pode ser observado na **Figura 8.1-7**.

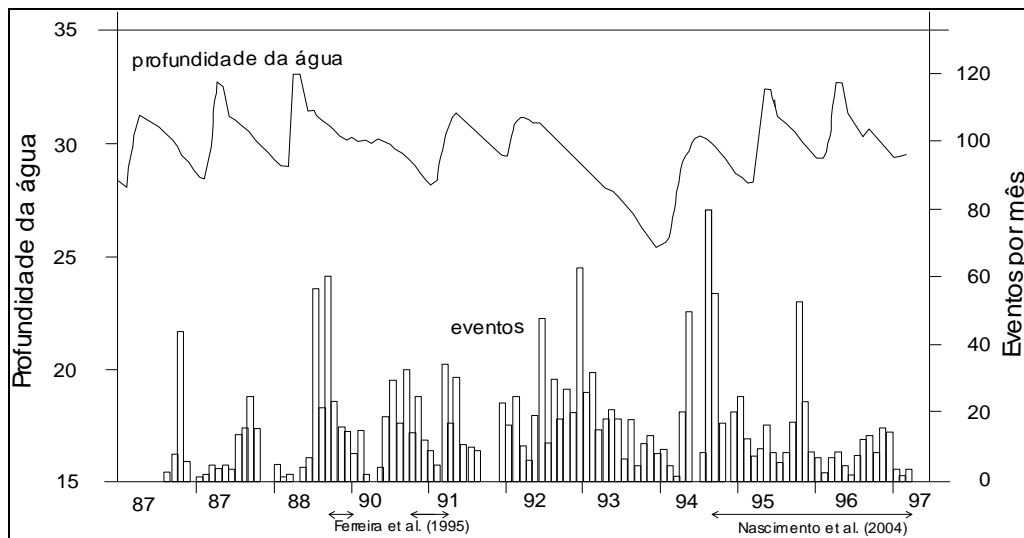


Figura 8.1-7 Comparação da variação da coluna d'água e dos eventos sísmicos mensais na barragem Engenheiro Armando Gonçalves, Açu, RN. Fonte: Nascimento *et al.*, 2004.

Observou-se que durante alguns anos o número de sismos registrado foi mais intenso devido ao rebaixamento da coluna d'água, período que correspondeu aos longos períodos sem chuva, ou aos períodos de chuva mais intensa quando a coluna d'água do reservatório ficava mais espessa. Destaca-se, todavia, que a localização dos sismos está condicionada principalmente às direções de falhamentos existentes na área de abrangência da barragem.

Em relação ao padrão do número de sismos registrado, vale destacar dois fatores condicionantes: (i-) a referida barragem foi construída sobre unidades Pré-Cambrianas e apresenta um contexto estrutural associado à bacia sedimentar Potiguar, de idade Mesozóica; e (ii-) as condições climáticas na porção oriental do nordeste, pois exibem uma maior variação devido aos fenômenos climáticos, podendo ser registrados altos índices de evapo-transpiração quando ocorrem longos períodos de estiagem.

Em qualquer caso, a possibilidade de indução de sismos na AII, embora exista, é inexpressiva e de baixo significado em função das características geológicas e estruturais da área e do peso da coluna de água no reservatório (profundidade média calculada para o reservatório é de 13,50 m, enquanto que a máxima é de 53 m). Sugere-se, entretanto, um estudo dos efeitos do peso da coluna d'água nas camadas subjacentes, o monitoramento antes, durante e após a construção da barragem e o acompanhamento do enchimento do reservatório através da instalação de uma estação sismográfica. Tanto os boletins periódicos quanto os relatórios de interpretação da análise dos dados obtidos nos

sismogramas poderão ajudar na classificação dos sismos, e na prevenção de possíveis danos nas construções comuns. A CHESF já está licitando a construção de uma estação sismológica para a UHE Boa Esperança, que poderá monitorar a área de influência do futuro AHE Ribeiro Gonçalves. Ainda, deve ser destacado que a barragem em questão recebe pouca influência do lineamento Transbrasiliiano posicionado mais ao sul.

8.2. GEOMORFOLOGIA

8.2.1. Tipos de Relevo

Na área do AHE Castelhana são encontradas extensas superfícies elaboradas em rochas sedimentares, com amplos vales interplanálticos pedimentados e algumas áreas dissecadas devido à retomada de erosão, conforme apresentado no Mapa Geomorfológico (**Anexo II - Tomo II**). Os vales pedimentados (Evpd) ocupam cerca de 49% da AID e convergem, geralmente sem ruptura de declive, para a calha fluvial. Neste ponto têm-se áreas mais arrasadas com amplas porções de relevo rebaixado, suavemente ondulado. As superfícies estruturais pediplanadas ocupam 10,7% da AID, enquanto os tipos de dissecação em mesas (dm) e ravinas, ocorrem em cerca de 6,8% e 19,5% da AID, respectivamente.

O rio Parnaíba secciona esta área de norte a sul, escavando principalmente os terrenos da Formação Piauí. As porções marginais do rio Parnaíba (**Fotos 8.2-1 e 8.2-2 - Anexo I**) 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.

A **Figura 8.2-1** apresenta um perfil de detalhe em área próxima ao eixo do AHE Castelhana, em que a morfologia do terreno mostra comportamento diferenciado nas margens do rio Parnaíba. A partir da margem esquerda, o relevo assume aspecto em patamar suavemente ondulado, onde se instala os depósitos coluvionares, produto das enxurradas provenientes das unidades superiores e das inundações. Os terraços aluvionares têm pouca espessura, revelando que essa porção da calha do rio está sujeita aos processos erosivos mais intensos. O canal do rio Parnaíba exhibe fundo chato onde são observados bancos de deposição, registros da erosão dos sedimentos de áreas mais a sul e deposição nos pontos em que a água tem menor poder de transporte. Na margem direita, o terraço aluvionar é mais extenso, capeando um vale mais aberto e, à medida que se distancia do leito principal, o terraço tende a ficar menos espesso, em resposta ao entalhe do vale dissimétrico sobre as unidades da Formação Piauí.

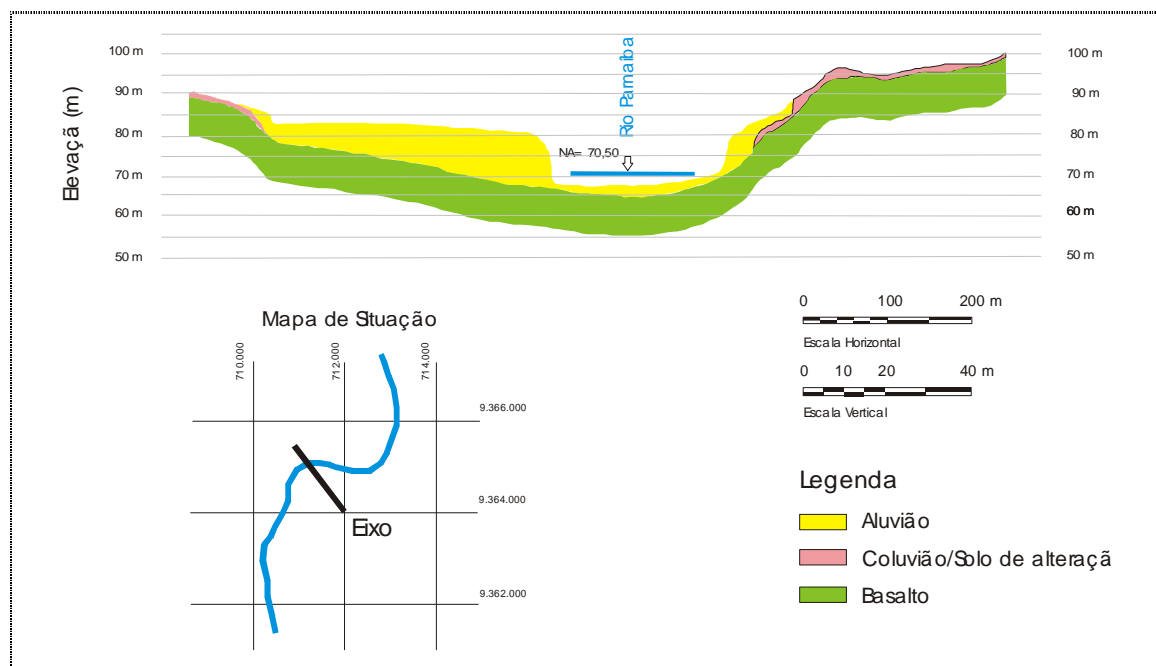


Figura 8.2-1 Perfil de detalhe das formas de relevo na calha do rio Parnaíba no local do barramento do AHE de Castelhana, Piauí (CNEC, 2002).

8.2.2. Ocorrência de cavidades naturais

Em relação à potencialidade de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas na AID do AHE Castelhana, segundo as informações compiladas da “Base de Dados Geoespacializados do Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV)” de forma similar àquela realizada para a AII do empreendimento (ver item 5.6.2, Tomo II), verificou-se a inexistência destas cavidades na AID do empreendimento em questão.

A inexistência de cavidades pode ser atribuída ao relevo da bacia do Parnaíba, que de forma geral, evoluiu por pediplanação com controle estrutural. Em tais relevos, as cavidades naturais estariam associadas à presença de escarpas, grotas, esporões e falésias.

Contudo, na AID do empreendimento predomina o relevo de vales pedimentados e dissecados em ravinas e mesas, onde a área de alagamento no entorno da calha do rio Parnaíba situa-se em relevo suave ondulado, com a presença localizada de relevo residual das superfícies estruturais tabulares próximas a área de alagamento, conforme ilustrados (**Fotos 8.2-3 a 8.2-8 - Anexo I**). As superfícies estruturais tabulares ocorrem no entorno da calha do rio Parnaíba, porém fora da área de alagamento do futuro reservatório, conforme indicado no mapa geomorfológico.

Na inspeção de campo, realizada na área de alagamento do futuro reservatório, não foi identificada a presença de cavidades naturais associadas à porção inferior dos relevos residuais, testemunhos das superfícies estruturais tabulares.

8.3. PEDOLOGIA

8.3.1. Classes De Solos

Na AID do AHE Castelhana foram identificadas as seguintes classes de solo, conforme descrição a seguir, que correspondem aos principais componentes o Mapa Pedológico (**Anexo III - Tomo II**).

8.3.1.1. *Latosolos 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 AID ocupam cerca de 3.340,3 hectares (20,5% da área), 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.

8.3.1.2. *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 AID ocupam cerca de 2.617,7 hectares (16,1 % da área), ocorrendo predominantemente nos setores com relevo suave a forte ondulado, associados aos latossolos amarelos, argissolos acinzentados, chernossolos háplicos, plintossolos pétricos, cambissolos háplicos, neossolos litólicos.

8.3.1.3. *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 AID ocupam cerca de 148,3 hectares (0,9% da área), ocorrendo predominantemente nos setores com relevo ondulado a montanhoso, associados predominantemente aos argissolos vermelho-amarelos.

Dessa forma, e de maneira a proporcionar uma melhor visualização dos resultados obtidos, foi elaborado o mapa pedológico das Áreas de Influência Indireta (AII) e Direta (AID) deste empreendimento (**Anexo III - Tomo II**).

8.3.1.4. *Chernossolos*

Corresponde a uma classe de solos constituída por material mineral que tem como características discriminantes, a 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 AID do AHE Castelhana essa classe ocupa cerca de 165 hectares (1% da extensão areal), principalmente a nordeste de Amarante e em uma pequena área próxima ao eixo do empreendimento.

8.3.1.5. *Neossolo Flúvico*

São neossolos derivados de sedimentos aluviais, apresentando, portanto, caráter flúvico; isto é, com horizonte A assente sobre horizonte C, constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si. Pode apresentar um ou mais dos requisitos abaixo mencionados:

- 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.

Além disso, apresentam 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. Ademais, 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 AID do AHE Castelhana, o neossolo flúvico ocupa cerca de 7.331,6 hectares (45% da área), associado às vertentes da calha fluvial do rio Parnaíba.

8.3.1.6. *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, apresentando nas em suas frações tanto areia grossa quanto fina, além de 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e praticamente ausência de minerais alteráveis (menos resistentes ao intemperismo).

Na AID do AHE Castelhana, o neossolo quartzarênico ocupa cerca de 388,4 hectares (2,4% da área), associado à superfícies estruturais pediplanadas e dissecadas em mesa.

8.3.2. Descrição das Unidades de Mapeamento

Na AID foram identificadas 18 unidades de mapeamento de solos, cujos símbolos e classificações seguem as normas e os procedimentos adotados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). As unidades de mapeamento de solos estão descritas na **Tabela 8.3-1**, sendo que as distribuições absoluta e relativa de cada classe encontram-se na **Tabela 8.3-2**.

Tabela 8.3-1. Unidades de mapeamento presentes na área de influência direta do AHE Castelhana.

UNIDADE	DESCRIÇÃO
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
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 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)
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 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

Cont.

Tabela 8.3-1. Unidades de mapeamento presentes na área de influência direta do AHE Castelhana.

UNIDADE	DESCRIÇÃO
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
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 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 (babaçual 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 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

Cont.

Tabela 8.3-1. Unidades de mapeamento presentes na área de influência direta do AHE Castelhana.

UNIDADE	DESCRIÇÃO
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
RUve	NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico típico A moderado textura indiscriminada+ PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico e Eutrófico típico A moderado textura arenosa e média/média e argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta e Tb Eutrófico típico A moderado textura média a siltosa todos fase floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea de várzea (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 8.3-2. Distribuição absoluta (km²) e relativa (%) das unidades de mapeamento na área de influência direta do AHE Castelhana.

UNIDADE DE MAPEAMENTO	AID	
	ÁREA (km ²)	%
LAd 8	1,95	1,20
LAd 9	19,40	11,90
LAd 10	12,05	7,39
PVAd 1	16,81	10,31
PVAd 3	0,52	0,32

Cont.

Tabela 8.3-2. Distribuição absoluta (km²) e relativa (%) das unidades de mapeamento na área de influência direta do AHE Castelhana.

UNIDADE DE MAPEAMENTO	AID	
	ÁREA (km ²)	%
PVAd 4	0,46	0,28
PVAd 5	3,29	2,02
PVAd 6	0,54	0,33
PVAd 7	0,26	0,16
PVAd 9	4,30	2,64
MXo 1	1,33	0,82
MXo 3	0,31	0,19
RQo	3,88	2,38
RUve	73,32	44,97
RLd 1	0,38	0,23
RLd 2	0,41	0,25
RLd 3	0,57	0,35
RLd 4	0,12	0,08
Água	23,13	14,19
TOTAL	163,04	100

8.4. 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 e 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 utilizados 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:

8.4.1. Classe 2(a)bc

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

8.4.2. Classe 3(abc)

Compreende as terras com aptidão restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B ou C, e onde predominam os latossolos amarelos distróficos típicos, associados principalmente aos latossolos amarelos distróficos concrecionários, latossolos vermelhos distróficos típicos, neossolos quartzarênicos órticos típicos e/ou argissolos vermelho-amarelos distróficos plínticos. Suas principais limitações ao uso agrícola, dizem respeito à moderada deficiência de água, provocada pela má distribuição pluviométrica, 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.

8.4.3. 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.

8.4.4. 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 50 cm), 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 para pastagem natural, incluindo gramíneas espontâneas e outras forrageiras nativas.

8.4.5. Classe 6

Essa classe, inapta para uso agrícola, compreende terras onde dominam os argissolos vermelho - amarelos distróficos plínticos, e os neossolos litólicos distróficos típicos, ambos com relevo variando de suave ondulado a montanhoso. Suas principais limitações, dizem respeito ao relevo acidentado, agravado pela pequena profundidade efetiva de alguns solos, o que resulta em uma elevada susceptibilidade à erosão. Em face do exposto, 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. Sua distribuição em termos absolutos (km²) e relativos (%) da área estudada encontra-se expressa na **Tabela 8.4-1**.

Tabela 8.4-1 Distribuição absoluta e relativa das classes de aptidão agrícola das terras da área do Aproveitamento Hidroelétrico Castelhanao.

CLASSE	UNIDADES DE MAPEAMENTO	ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA	
		ÁREA (km ²)	%
3(abc)	LAd 8; LAd 9; LAd 10; PVAd 1; RUve.	124,05	76,08
4(p)	PVAd3; PVAd 4.	0,46	0,28
5(n)	RQo, MXo 3	4,20	2,57
6	PVAd 5; PVAd 6; PVAd 7; PVAd 9; MXo 1; RLd 1; RLd 2; RLd 3; RLd 4.	11,21	6,87
Água		23,13	14,19
TOTAL GERAL		163,04	100

Como forma de proporcionar uma melhor visualização dos resultados apresentados, foram elaborados os mapas de aptidão agrícola das terras da área estudada, conforme Mapa Aptidão Agrícola (**Anexo IV - Tomo II**).

8.5. SUSCETIBILIDADE À EROSIÃO 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 as conclusões apresentadas pelo autor, a área em estudo apresenta, de forma generalizada, uma fraca suscetibilidade à erosão hídrica, em virtude do predomínio de solos profundos e permeáveis, e pelo relevo variando de plano a suave ondulado. Entretanto, considerando-se o nível de detalhamento proposto para o presente estudo e a finalidade do mesmo, verifica-se a necessidade de aprofundamento desse enquadramento, em decorrência da grande variabilidade de condições de solos e de relevo encontrada na área de influência do 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 encontra-se no Mapa de Erodibilidade (**Anexo V – Tomo II**), sendo que a classificação dos mesmos segue abaixo:

- **Classe 1 - Baixa**

Terras que apresentam reduzida suscetibilidade à erosão, boas propriedades físicas e relevo variando de plano a suave ondulado, com declividades entre 0 a 5%. Quando cultivadas por períodos muito longos (10 a 20 anos), podem apresentar perdas elevadas de solo nos horizontes superficiais, muito embora esse processo possa ser prevenido e/ou minimizado através da adoção de práticas conservacionistas relativamente simples. Na área de 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 suavemente ondulado a ondulado, com declividade variando de 5 a 12%. Quando intensivamente cultivadas por períodos muito longos, e sem a adoção de práticas conservacionistas, podem apresentar erosão por sulcos e/ou voçorocas, principalmente em áreas com declividade acentuada e/ou cujos solos apresentem mudança textural abrupta. Na área de estudo, podem ser enquadrados nesta classe os latossolos amarelo distrófico relevo plano a suave ondulado, argissolos vermelho-amarelos distróficos eutróficos, relevo plano a ondulado, os cambissolos haplico Ta e Tb Eutrófico típico e vertissolos ebânico órtico típico com e sem carnaúba, relevo plano a suavemente ondulado.

- **Classe 3 – Forte**

Terras que apresentam elevada susceptibilidade à erosão, ocorrendo em relevo ondulado a fortemente ondulado, cujas declividades variam 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 práticas conservacionistas, visando prevenir a ocorrência de erosão severa em sulcos e/ou voçorocas. Na área de estudo podem ser enquadrados nesta classe os argissolos vermelho-amarelos distróficos e eutróficos fragipânico de relevo suave a forte ondulado, os argissolos vermelho-amarelos distrófico plíntico Ta eutróficos lépticos, os chernossolos háplicos, os neossolos litólicos e quartzarênico de relevo suavemente ondulado e ondulado, o planossolo háplico Ta eutrófico solódico e os cambissolos háplico

- **Classe 4 – Muito Forte**

Terras com limitação forte a muito forte, devido ocorrer 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 economicamente inviável qualquer tipo de exploração agropecuária. 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, que apresentam diferentes níveis de suscetibilidade quanto à erosão, o que, portanto, 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 as mesmas e as unidades de mapeamento descritas, tomando-se por base o nível de restrição mais acentuado verificado na referida unidade. Entretanto, de maneira a minimizar os possíveis equívocos de interpretação resultantes da extrapolação dessas estimativas, também foi considerado 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 8.5-1**.

Tabela 8.5-1 Distribuição absoluta e relativa das classes de suscetibilidade à erosão na área de influência direta (AID) do AHE Castelhanao.

CLASSE	UNIDADES DE MAPEAMENTO	AID	
		ÁREA (km ²)	%
CLASSE 2	LAd 8; LAd 9; LAd 10; PVAd 1; RUve.	124,05	76,08
CLASSE 3	PVAd 3; PVAd 4; MXo 3; RQo	4,65	2,85
CLASSE 4	PVAd 5; PVAd 6; PVAd 7; PVAd 9; MXo 1; RLd 1; RLd2; RLd 3; RLd 4	11,21	6,87
Água		23,13	14,19
TOTAL		163,04	100,00

8.6. ESTUDOS SEDIMENTOMÉTRICOS

8.6.1. Introdução

Neste item são apresentadas as análises referentes ao comportamento sedimentométrico do médio e baixo curso do rio Parnaíba, mais especificamente no trecho de rio compreendido entre a barragem de Boa Esperança e o delta do Parnaíba.

No escopo destes estudos inserem-se as análises referentes à alteração de dinâmica do transporte de sedimentos, onde se procurou aferir a influência dos reservatórios de Cachoeira, Estreito e Castelhanao na região do delta do Parnaíba.

Visando a retratação dessas alterações, os estudos são aqui abordados considerando um enfoque determinístico da modelagem hidrodinâmica e sedimentométrica, onde são analisadas as condições de rio natural e de rio desenvolvido pela presença dos três empreendimentos.

As formulações de transporte de sedimentos adotadas na modelagem incorporam cinco equações consagradas de transporte sólido, sendo estas:

- Equação do transporte de fundo de Meyer-Peter e Muller (modificação Einstein-Chien; *apud* – Vanoni 1977).
- Equação de transporte sólido total de Engelund-Hansen (1967).
- Equações de transporte de sólido de fundo e suspensão de Van Rijn (Van Rijn – 1984).
- Equação de Ackers-White (1973).
- Equação de Brownlie (1981).

Para o desenvolvimento destes estudos foram coletadas e reunidas informações disponíveis de diversas fontes, o que inclui as séries históricas de dados obtidas da rede operada pela Agência Nacional de Águas – ANA, além dos dados de inventário e viabilidade obtidos através dos levantamentos de campo realizados pela CNEC. Foram também desenvolvidas campanhas de levantamento sedimentométrico, onde foi percorrida a extensão do rio Parnaíba entre a barragem de Boa Esperança e a região do delta do Parnaíba.

8.6.2. Descrição da Área dos Estudos

A implantação dos reservatórios impõe uma nova dinâmica no fluxo de sedimentos do curso d'água, com reflexos na qualidade das águas e favorecendo a ocorrência de processos erosivos à jusante. Isto decorre da alteração do regime de vazão, onde o ambiente aquático é transformado de lótico para lântico, havendo a redução da velocidade de escoamento da água e conseqüente precipitação de parte do sedimento sólido em suspensão afluente ao corpo do reservatório.

Os cursos d'água naturais apresentam normalmente um equilíbrio em relação ao transporte de sedimentos, que será alterado pela implantação do reservatório, a partir da linha de remanso. Dessa forma, o fluxo natural de sedimentos, ao entrar em contato com águas em menor velocidade, tende a se depositar, processo que se inicia pelas partículas mais pesadas.

Na entrada do reservatório, as áreas das seções transversais aumentam gradualmente, fazendo as velocidades diminuírem, e criando condições para deposição de sedimentos. As partículas mais pesadas, como pedregulho e areia grossa, são as primeiras a se depositarem, enquanto que o sedimento mais fino adentra para as porções mais profundas do reservatório, na forma de uma seqüência de deltas que evoluem em direção ao local do barramento.

As partículas sólidas mais finas em suspensão, com baixas concentrações, são transportadas para jusante através das estruturas vertentes ou pelas unidades geradoras da

usina, enquanto que a parcela sólida transportada do fundo passa a se acumular junto ao pé da barragem.

À medida que ocorre o assoreamento do lago, a capacidade do reservatório diminui, as velocidades no lago aumentam e uma maior quantidade de sedimentos passa a escoar para jusante, diminuindo assim a eficiência de retenção de partículas. Esse processo é dinâmico, sendo que o rio ou procura refazer o equilíbrio original perdido ou busca outra forma de atingir sua estabilidade.

Uma vez formado o reservatório, confinando grande parte dos sedimentos, ocorre um desequilíbrio no fornecimento de material sólido à jusante, o que ocasiona o desaparecimento dos bancos de areias no referido trecho. Estes efeitos são provocados pelo escoamento da água com baixas concentrações de sedimentos, que ao reconstituir as condições de equilíbrio, causa o aprofundamento do leito e a erosão das margens do canal à jusante da barragem.

São diversos os fatores que contribuem para a produção e para o transporte dos sedimentos, podendo-se citar os seguintes: quantidade, duração e intensidade das chuvas; tipo de solo e formação geológica; cobertura e uso do solo; topografia; erosão das terras; escoamento superficial; características dos sedimentos e; condições morfológicas do canal. Dentre estes fatores, as condições de uso e ocupação do solo têm relação direta com a produção de sedimento na bacia, e o incremento destas taxas é motivado pelas práticas inadequadas de manejo, onde é observado um processo de desmatamento contínuo, expondo os terrenos, sem proteção, a ação das intempéries. Em função disto, não são raras as vezes em que os reservatórios tendem a ser assoreados em um intervalo de tempo inferior ao estimado inicialmente.

A divisão de queda analisada compreende os reservatórios propostos situados à jusante da UHE Boa Esperança, sendo respectivamente os AHE's Cachoeira, Estreito e Castelhana.

A consideração, neste estudo, tão somente destes três reservatórios se justifica, em função da alta retenção de sedimento promovida pelo reservatório de Boa Esperança, estimada em 95%, o que praticamente elimina a influência dos reservatórios previstos à montante, respectivamente os AHE's Ribeiro Gonçalves e Uruçuí.

8.6.3. Caracterização do Regime de Vazões

O trecho do rio Parnaíba, objeto destes estudos, abrange o percurso compreendido entre a barragem de Boa Esperança e o delta do Parnaíba, computando uma extensão aproximada de 732 km e uma área intermediária de 531.130 km².

Ao longo deste percurso, a bacia possui uma conformação assimétrica, com maiores tributários afluindo pela sua margem direita. Estes afluentes drenam terras pertencentes à região do semi-árido da bacia, onde as chuvas são escassas e os solos não propiciam o armazenamento de água. Como consequência, as vazões são reduzidas e os cursos d'água apresentam um comportamento intermitente.

Dentre os tributários de maior porte localizados à jusante do AHE Boa Esperança citam-se os rios Gurguéia, Itauéiras, Canindé, Poti e Longá, cujas principais características são apresentadas na seqüência.

- **Rio Gurguéia**

O rio Gurguéia atravessa os terrenos pertencentes à unidade morfoclimática de contato entre o cerrado e a caatinga. Em termos de vazões médias anuais verifica-se uma produção hídrica da ordem de 0,73 l/s/km² e um padrão sazonal de vazões muito acentuado, com a ocorrência de um semestre relativamente muito úmido de dezembro a maio, sendo abril, com 1,7 l/s/km², o mês onde geralmente ocorrem os maiores deflúvios.

- **Rio Canindé e Itaueiras**

As bacias do rio Canindé e do rio Itaueiras compreendem, em sua maior extensão, terrenos pertencentes à unidade morfoclimática da caatinga. Nas porções de seu baixo curso, encontram-se, em menor proporção, as unidades enquadradas nos domínios de contato entre o cerrado e caatinga e a floresta decidual mista.

Em termos de vazões médias anuais, verifica-se uma produção hídrica da ordem de 0,78 L/s/km². O padrão sazonal evidencia também a ocorrência de um semestre relativamente mais úmido de dezembro a maio, sendo abril, com 1,8 L/s/km², o mês onde geralmente ocorrem os maiores deflúvios.

- **Rio Poti**

A porção oeste da bacia do rio Poti está inserida na Área de Tensão Ecológica, e a porção leste da bacia, correspondente às cabeceiras dos seus afluentes da margem esquerda, está inserida na área de caatinga. Com o intenso uso do solo para pecuária e extração de madeira, é caracterizada pela homogeneidade vegetal, acompanhada por um tapete de gramíneas.

Em termos de vazões médias anuais, verifica-se uma produção hídrica da ordem de 2,1 L/s/km². O padrão sazonal evidencia também a ocorrência de um semestre relativamente mais úmido de dezembro a maio, sendo abril, com 8,9 L/s/km², o mês onde geralmente ocorrem os maiores deflúvios.

- **Rio Longá**

Ao longo de toda a bacia do rio Longá, nota-se que as partes mais elevadas são ocupadas por savana, enquanto que as áreas mais baixas, e aquelas alagadas periodicamente são ocupadas por estepe, caracterizada por extensos carnaubais.

Em termos de vazões médias anuais, verifica-se uma produção hídrica da ordem de 6,0 L/s/km². O padrão sazonal evidencia também a ocorrência de um semestre relativamente muito úmido de janeiro a junho, sendo abril, com 25,6 L/s/km², o mês onde geralmente ocorrem os maiores deflúvios.

- **Rio Parnaíba**

O regime de vazões do rio Parnaíba, à jusante de Boa Esperança, é bastante afetado pela operação de Boa Esperança. Assim, o empreendimento deve possuir volume de espera para atendimento da geração e do controle de cheias das cidades de Floriano e Teresina.

Em função das baixas vazões específicas dos tributários originários da região do semi-árido, observa-se uma produtividade hídrica decrescente à medida que se desloca para jusante

em relação à foz, com valores observados da ordem de 5,4 L/s/km² na barragem de Boa Esperança, 3,6 L/s/km² na estação de Barão de Grajaú, 2,5 L/s/km² em Teresina e 2,4 L/s/km² na estação de Luzilândia, próximo à foz do rio Parnaíba.

8.6.4. Descrição dos Aproveitamentos

Na **Tabela 8.6-1** são apresentadas as principais características dos aproveitamentos que irão compor o empreendimento, incluindo o aproveitamento de Boa Esperança.

Tabela 8.6-1 Divisão de Queda do Estudo de Inventário da bacia hidrográfica do rio Parnaíba.

Parâmetro	Aproveitamento			
	Boa Esperança	Cachoeira	Estreito	Castelhano
Distância da Foz (km)	732	680	599	490
Área de Drenagem (km ²)	85.984	140.277	153.376	237.477
Nível d'água Máximo Normal (m)	160,42	116,42	101	86
Volume do Reservatório (m ³ x 10 ⁶)	5.085	236	308	444
Vazão Média Mensal (m ³ /s)	444	512	520	576
Tempo de Residência (dias)	132,6	5,0	7,0	9,0
Profundidade Média (m)	31,1	5,6	4,6	5,8
Altura de Queda (m)	45,9	11,7	10,9	10,8
Tipo de Operação	Deplecionamento de 6,0 m	Fio d'água	Fio d'água	Fio d'água
Tipo de Turbina	Francis	Bulbo	Bulbo	Bulbo
Capacidade de Retenção de Sedimentos (%)	95	58	60	65

8.6.5. Compilação e Tratamento de Dados Disponíveis

Foram compiladas as informações disponibilizadas pelas diversas fontes, o que inclui os dados observados nas estações fluviométricas operadas pela Agência Nacional de Águas – ANA. No âmbito dos estudos de inventário e de viabilidade foram consideradas as campanhas de levantamentos de descargas sólidas e líquidas desenvolvidas pela CHESF e pela CNEC, além dos dados relacionados aos estudos de meio ambiente e de engenharia.

8.6.5.1. Dados Fluviométricos

Na **Tabela 8.6-2** estão relacionadas as estações fluviométricas consideradas nos estudos, indicando-se para cada uma, a entidade operadora, curso d'água, área de drenagem e o período de observação. Para as estações sedimentométricas está indicado também o número de medições de descarga sólida disponibilizadas para os estudos.

Tabela 8.6-2 Dados Sedimentométricos Considerados nos Estudos.

Código	Estação	Entidade	Curso D'Água	Área de Drenagem (km²)	Nº de Medições	Período
34311000	Barão de Grajaú	ANA	Parnaíba	140.242	-	05/1983 a 07/2006
PB-FDS-04	Floriano	CHESF	Parnaíba	140.277	15	11/2004 a 10/2005
PB-FDS-05	Estreito	CHESF	Parnaíba	140.277	15	11/2004 a 10/2005
34600000	Francisco Aires	ANA	Canindé	73.900	09	03/1983 a 07/2006
34660000	Fazenda Veneza	ANA	Parnaíba	242.511	-	05/1955 a 07/2006
34690000	Teresina	ANA	Parnaíba	238.501	-	07/1963 a 07/2006
-	Castelhano	CNEC	Parnaíba	241.700	06	09/2001 a 02/2002
PB-FDS-07	Castelhano	CHESF	Parnaíba	-	15	11/2004 a 10/2005
34789000	Fazenda Cantinho	ANA	Poti	50.000	35	08/1988 a 07/2006
34820000	Coelho Neto	ANA	Parnaíba	-	-	10/1999 a 10/2006
34879500	Luzilândia	ANA	Parnaíba	298.800	-	12/1981 a 07/2006
34880000	Porto Formoso	ANA	Parnaíba	323.363	-	08/1963 a 03/2005
34980000	Tinguis	ANA	Longá	24.100	-	09/1964 a 07/2006

Fonte: ANA, CHESF e CNEC.

8.6.5.2. Levantamentos Topobatimétricos de Seções Transversais

No âmbito dos estudos de inventário e viabilidade foram desenvolvidos levantamentos topobatimétricos de seções transversais no percurso abrangido pelos reservatórios de Cachoeira, Estreito e Castelhano, conforme apresentados nas **Tabelas 8.6-3 a 8.6-5**. As seções apresentadas foram relacionadas de montante para jusante.

Tabelas 8.6-3 Seções Topobatimétricas levantadas no Reservatório de Cachoeira.

Seção	Pontos	Coordenadas – UTM	
		Latitude	Longitude
S-01	SM082D	660.623	9.250.436
	SM081E	660.760	9.250.437
S-02	SM083D	665.992	9.247.370
	SM084E	666.085	9.247.483
S-03	SM086D	671.243	9.243.261
	SM085E	671.084	9.243.396
S-04	SM087D	678.671	9.246.233
	SM088E	678.642	9.246.391
S-05	SM090D	687.169	9.247.855
	SM089E	687.137	9.248.122
S-06	SM091D	696.101	9.251.939
	SM092E	696.086	9.252.097
	ME008	714.464	9.252.997

Cont.

Tabelas 8.6-3 Seções Topobatimétricas levantadas no Reservatório de Cachoeira.

Seção	Pontos	Coordenadas – UTM	
		Latitude	Longitude
S-07	SM094D	705.522	9.249.837
	SM093E	705.481	9.250.042
S-08: Eixo de Cachoeira	MD007	714.320	9.252.859

Tabelas 8.6-4 Seções Topobatimétricas levantadas no Reservatório de Estreito.

Seção	Pontos	Coordenadas - UTM	
		Latitude	Longitude
S-09	SM095D	714.156	9.253.119
	SM096E	714.328	9.253.283
S-10	SM098D	721.305	9.253.029
	SM097E	721.191	9.253.223
S-11	SM099D	729.628	9.261.722
	SM100E	729.544	9.261.883
S-12	SM102D	732.775	9.271.318
	SM101E	732.612	9.271.460
S-13	SM103D	735.445	9.279.544
	SM104E	735.280	9.279.578
S-14	SM106D	734.911	9.289.309
	SM105E	734.662	9.289.266
S-15	SM107D	738.760	9.297.475
	SM108E	738.642	9.297.642
S-16	SM110D	737.755	9.299.655
	SM109E	737.795	9.299.450
S-17: Eixo de Estreito	MD005	737.336	9.301.304
	ME006	737.130	9.301.381

Tabelas 8.6-5 Seções Topobatimétricas levantadas no Reservatório de Castelhanos.

Seção	Pontos	Coordenadas - UTM	
		Latitude	Longitude
S-18	SM111D	736.848	9.300.324
	SM112E	737.028	9.300.392
S-19	SM114D	737.874	9.303.074
	SM113E	738.036	9.303.100
S-20	SM115D	737.246	9.307.855
	SM116E	737.411	9.307.842

Cont.

Tabelas 8.6-5 Seções Topobatimétricas levantadas no Reservatório de Castelhana.

Seção	Pontos	Coordenadas - UTM	
		Latitude	Longitude
S-21	SM118D	732.395	9.311.667
	SM117E	732.471	9.311.829
S-22	SM119D	729.782	9.313.490
	SM120E	729.899	9.313.627
S-23	SM122D	725.736	9.316.073
	SM121E	725.845	9.316.242
S-24	SM123D	723.774	9.320.160
	SM124E	723.994	9.320.186
S-25	SM126D	717.830	9.324.004
	SM125E	717.875	9.324.212
S-26	SM127D	713.607	9.329.474
	SM128E	713.732	9.329.605
S-27	SM130D	716.000	9.335.586
	SM129E	716.144	9.335.624
S-28	SM131D	712.555	9.340.778
	SM132E	712.297	9.340.574
S-29	SM134D	710.617	9.347.402
	SM133E	710.387	9.347.514
S-30	SM135D	712.164	9.353.588
	SM136E	711.845	9.353.401
S-31	SM138D	710.787	9.359.783
	SM137E	710.506	9.359.701
S-32: Eixo de Castelhana	MD001	711.373	9.365.041
	ME002	711.372	9.365.296

8.6.6. Determinação das Curvas Chaves de Sedimentos

Tendo por base os dados de medições de descarga sólida e líquida monitorados nas estações fluviométricas, procedeu-se o cálculo das curvas chaves de sedimento correspondentes, cujas informações foram utilizadas como referência na composição dos dados de entrada do modelo matemático.

8.6.6.1. Aspectos Metodológicos

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

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

Onde:

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

$Q_{\text{sólida}}$ é a descarga sólida, em $\text{t}/\text{dia}/\text{km}^2$;

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

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

Com base nos dados sedimentométricos disponíveis foram estabelecidas relações funcionais sintetizadas, através da regressão dos logaritmos das descargas sólidas sobre os correspondentes logaritmos das vazões líquidas, obtendo-se, desta forma, as curvas-chaves de sedimentos para cada aproveitamento considerado na cascata.

8.6.6.2. *Processamento das Curvas-Chaves dos Sedimentos*

A seguir são apresentadas as definições das curvas chaves de sedimentos tendo como referência dados de medições de descarga sólida e líquida disponíveis nas estações fluviométricas.

- **AHE Cachoeira e AHE Estreito**

A análise regional dos dados de medições de descarga sólida permitiu estabelecer duas equações de curvas-chaves de sedimentos válidas para os locais dos aproveitamentos de Cachoeira e de Estreito, conforme apresentado na **Tabelas 8.6-6**.

Tabelas 8.6-6 Parâmetros da curva-chave de Barão de Grajaú.

Estação Fluviométrica	Equação	Validade
Barão de Grajaú PB-FDS-04	$Q_{\text{sólida}} = 3,2 \times 10^{12} \times Q_{\text{líquida}}^{5,83730}$	$Q_{\text{líquida}} > 0,003534$
PB-FDS-05	$Q_{\text{sólida}} = 50.000 \times Q_{\text{líquida}}^{2,65330}$	$Q_{\text{líquida}} > 0,003534$

No **Gráfico 8.6-1** são apresentadas as respectivas representações gráficas das curvas-chaves de sedimentos.

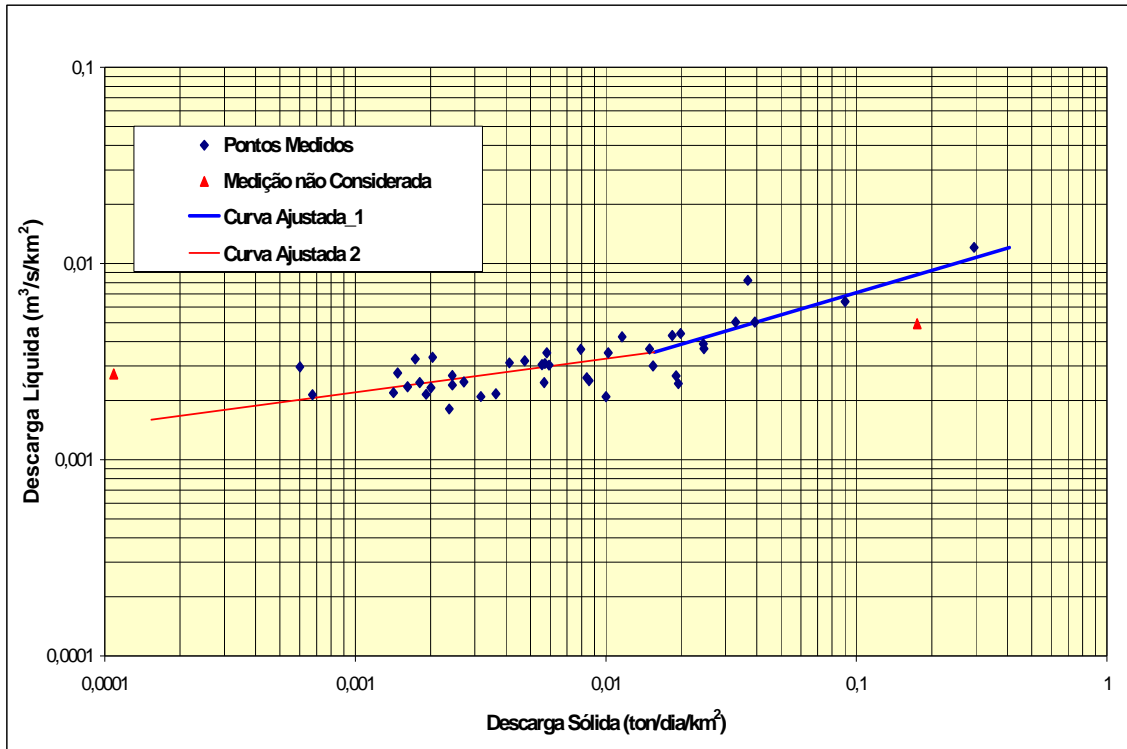


Gráfico 8.6-1 Curva-chave de Sedimentos – AHE Cachoeira e AHE Estreito.

- **AHE Castelhana**

A análise regional dos dados de medições de descarga sólida permitiu estabelecer uma equação de curva-chave para o local do eixo do AHE Castelhana, conforme apresentado na Tabela 8.6-7.

Tabela 8.6-7 Parâmetros de curva-chave de Castelhana

Estação Fluviométrica	Equação
Teresina Castelhana	$Q_{sólida} = 272.420 \times Q_{líquida}^{2,7071}$

No Gráfico 8.6-2 é apresentada a representação gráfica da curva-chave de sedimento.

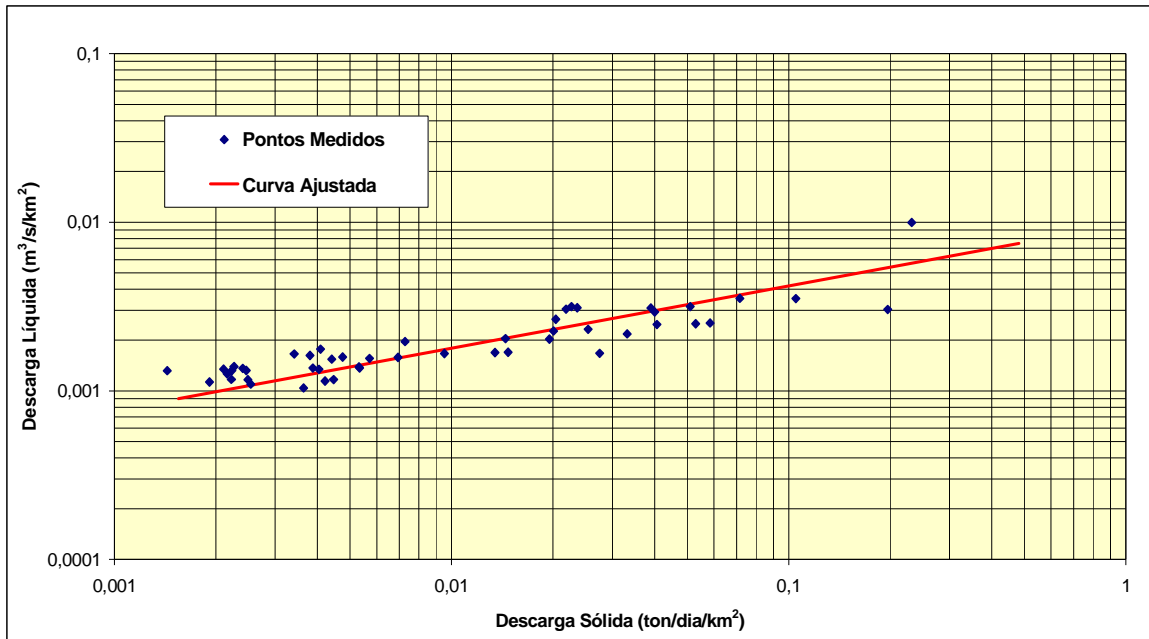


Gráfico 8.6-2 Curva-chave de Sedimentos – AHE Castelhana.

- **Rio Gurguéia na Estação Fluviométrica de Barra do Lance**

A análise regional dos dados de medições de descarga sólida permitiu estabelecer uma equação de curva-chave de sedimento para o rio Gurguéia no local da Estação Fluviométrica de Barra do Lance, conforme apresentado na **Tabela 8.6-8**.

Tabela 8.6-8 Parâmetros da curva-chave de Sedimentos.

Estação Fluviométrica	Equação
Barra do Lance	$Q_{sólida} = 478,42x Q_{líquida}^{1,46679}$

No **Gráfico 8.6-3** é apresentada a respectiva representação gráfica da curva-chave.

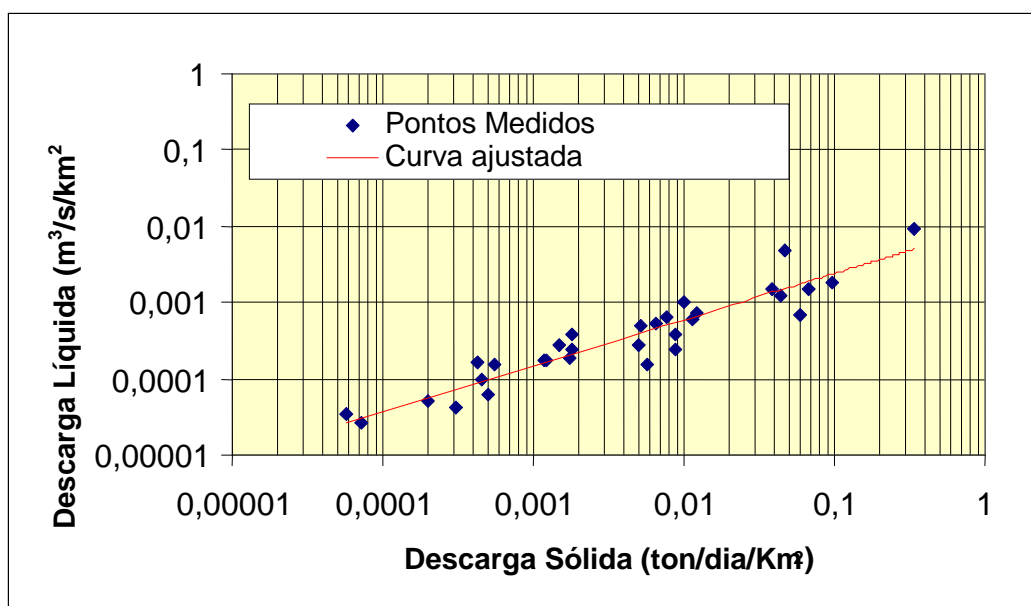


Gráfico 8.6-3 Curva-chave de Sedimentos – Rio Gurguéia em Barra do Lance.

• **Rio Poti na Estação Fluviométrica de Fazenda Cantinho**

A análise regional dos dados de medições de descarga sólida permitiu estabelecer uma equação de curva-chave de sedimento para o rio Poti no local da Estação Fluviométrica de Fazenda Cantinho, conforme apresentado na **Tabela 8.6-9**.

Tabela 8.6-9 Curva-Chave de Sedimentos – Rio Poti em Fazenda Cantinho.

Estação Fluviométrica	Equação
Fazenda Cantinho	$Q_{sólida} = 333 \times Q_{líquida}^{1,56264}$

No **Gráfico 8.6-4** é apresentada a representação gráfica da curva-chave de sedimentos.

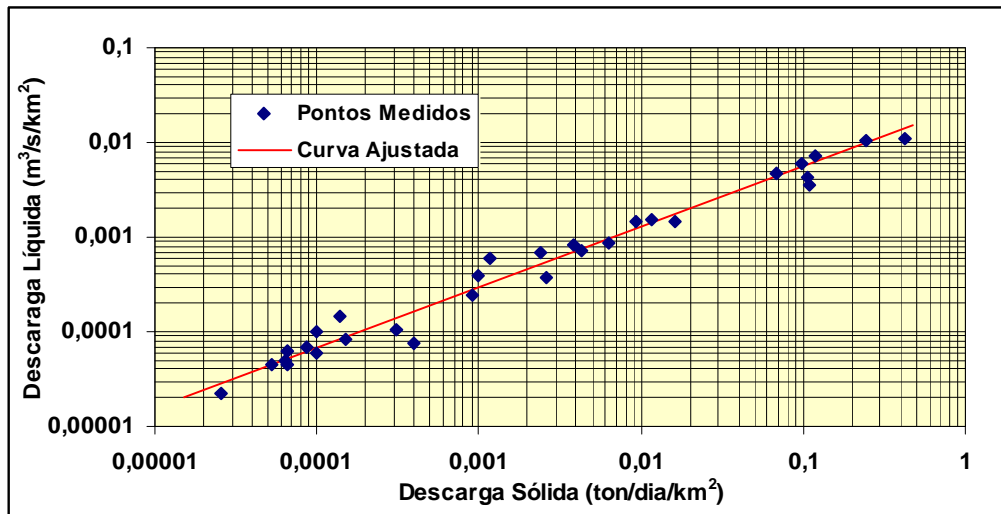


Gráfico 8.6-4 Curva-chave de Sedimentos – Rio Poti em Fazenda Cantinho.

• **Rio Parnaíba na Estação Fluviométrico de Luzilândia**

A análise regional dos dados de medições de descarga sólida permitiu estabelecer uma equação de curva-chave de sedimento para o local da Estação Fluviométrica de Luzilândia, conforme apresentado na **Tabela 8.6-10**.

Tabela 8.6-10 Parâmetros de curva-chave de Luzilândia.

Estação Fluviométrica	Equação
Luzilândia	$Q_{sólida} = 428.335 \times Q_{líquida}^{2,64662}$

No **Gráfico 8.6-5** é apresentada a representação gráfica da curva-chave de sedimento.

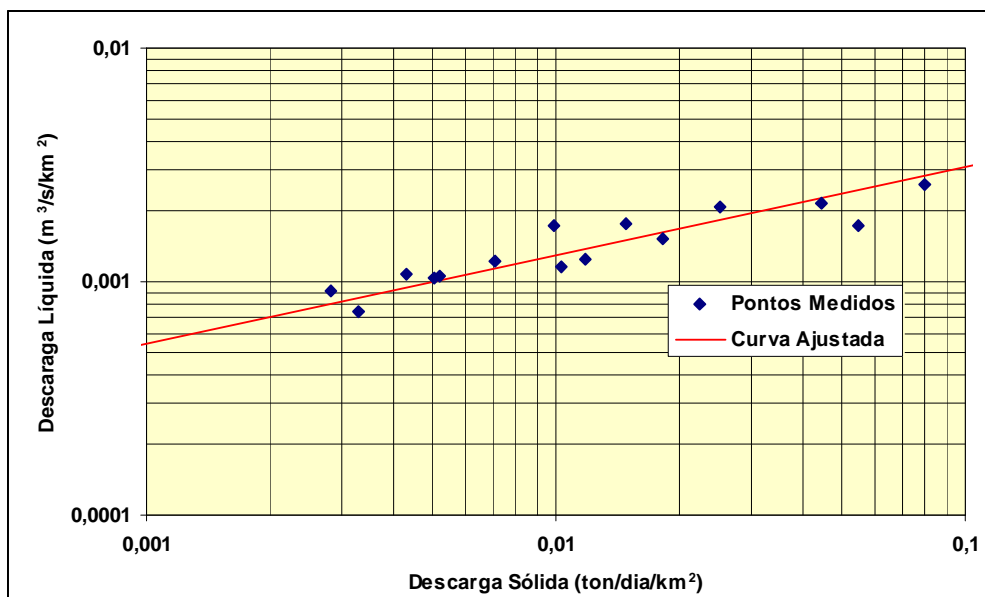


Gráfico 8.6-5 Curva-chave de Sedimentos – Estação de Luzilândia.

8.6.7. Dinâmica dos Sedimentos no Estuário do Rio Parnaíba

Os estuários são definidos como corpos aquosos litorâneos, rasos e geralmente salobros, com circulação mais ou menos restrita, que mantêm comunicação constante com o oceano aberto (Pritchard, 1967). Os processos de transporte de sedimentos em estuários são influenciados pelas correntes de maré e pela circulação estuarina; além de outros fatores, como ondas oceânicas, precipitação, temperatura, fauna e flora. Em geral, os estuários atuam como depósitos efetivos dos sedimentos fluviais, recebendo sedimentos da plataforma interna e das áreas costeiras adjacentes (Silva *et al.*, 2004). Nesses ambientes são formados dois tipos de canais; canais de maré, os quais se estendem bem abaixo da posição da maré baixa; e os canais de escape, os quais estão em posição elevada e seguem gradativamente para o nível inferior de maré baixa (Clifton 1982).

Na foz do rio Parnaíba, situado no limite dos estados do Piauí e Maranhão, são encontrados inúmeros canais de maré com diferentes características. Os depósitos encontrados nesta região apresentam características similares, principalmente nos aspectos relacionados à geometria das formas de leito e dos canais superimpostos e às rochas dos reservatórios da Formação Açu.

Após a identificação das unidades fisiográficas da área em estudo foi escolhida a região de desembocadura do rio como sendo ponto de partida para as análises. A escolha foi feita por meio de interpretação visual das imagens de satélites, em épocas diferentes. Porém foram analisadas somente as imagens tomadas em períodos secos, ou seja, nos meses de julho, agosto e setembro. Procurou-se observar e caracterizar a dinâmica dos sedimentos na foz do rio Parnaíba desde o ano de 1975 até 2007.

8.6.8. Caracterização Geológica do Estuário do Rio Parnaíba

O estuário do rio Parnaíba é formado por extensas planícies flúvio-marinhas cortadas por uma rede de canais, formadores de inúmeras ilhas **Figura 8.6-1**. No interior das ilhas e na região de praia são encontrados extensos campos de dunas móveis. Sob o aspecto sedimentar há predominância de sedimentos areno-argilosos. As características das principais feições deposicionais são sucintamente descritas a seguir:

- **Formação Barreiras:** Os poucos afloramentos que ocorrem na área pertencem à unidade litoestratigráfica Formação Barreiras. Compreendem rochas pouco consolidadas, variando de arenitos médios a grosso e lamitos de cor creme, esbranquiçados e vermelho-amarelados mostrando uma variação na composição e no tipo de cimento. Na área de estudo os poucos afloramentos permitem interpretar possíveis sistemas fluviais, provavelmente representando porções mais distais de leque aluviais;
- **Dunas móveis e fixas:** Os depósitos eólicos se estendem em grande parte da planície costeira. Os campos de dunas têm variadas condições morfogenéticas que propiciaram a sua formação, sendo que sua morfodinâmica é influenciada pela ação dos ventos com orientação NE-SW (em direção ao interior do continente). Estes ventos retrabalham os sedimentos disponibilizados na zona de praia, principalmente durante as marés baixas. Em algumas regiões, os depósitos eólicos estão recobrendo sedimentos fluviais ou manguezais e podem igualmente avançar sobre canais de maré;

- Depósitos Marinheiros: É bastante intensa a dinâmica dos processos marinhos, fluviais e da maré. Conjuntamente há um razoável aporte sedimentar do rio Parnaíba, e forte ação das ondas e das marés originando uma intensa modificação da paisagem em curto intervalo de tempo, seja pela erosão de barras, pela deposição eólica acentuada ou ainda pelo assoreamento de canais de maré ou fluvial;
- Depósitos Fluviais: Os depósitos fluviais da área estudada compreendem principalmente depósitos de canais e planície de inundação. Os canais constituem-se de faixas de acumulação, de diferentes larguras, variando desde centenas de metros, nos corpos principais, até poucos metros, quando apresentam um padrão mais meandrante. No leito destes corpos maiores ocorrem barras 2D e 3D que podem ser imageadas com uso do GPR (Ground Penetration Radar). Na foz do rio Parnaíba são encontradas barras intensamente bioturbadas, mostrando freqüentemente “seixos” de fragmentos de argila, estruturas *flaser*, *wave* e *linsen* refletindo o aumento da influência da maré.

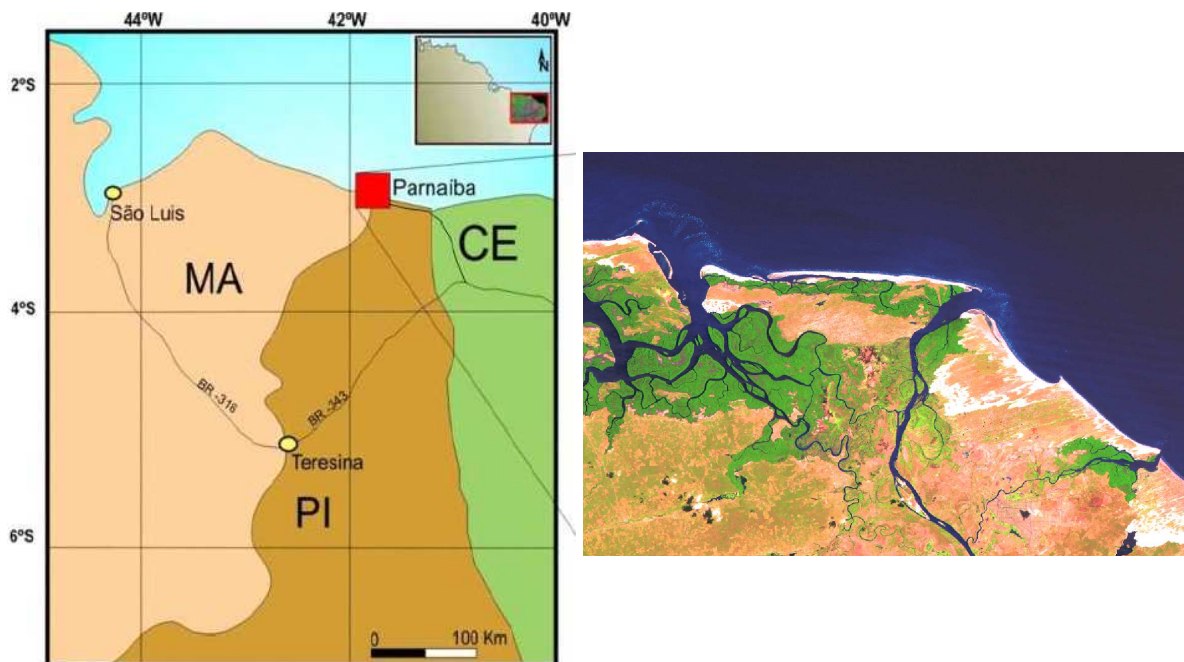


Figura 8.6-1 Localização geral da área de estudo. Imagem Landsat 5 RGB (543) de 2005, ressaltando a área do estuário do rio Parnaíba.

Metodologia

O presente item apresenta os resultados preliminares do mapeamento dos espelhos d'água do estuário do rio Parnaíba na escala aproximada de 1:100.000. Esse mapeamento fez uso de imagens Landsat 2 e Landsat 5, em épocas diferentes de 1975 a 2007 (estações secas) para os estudos da dinâmica dos sedimentos no estuário do Parnaíba, na foz principal e secundária.

Para se obter uma representação mais próxima das cores naturais observadas, para cada imagem foi gerada uma composição colorida RGB (Red-Green-Blue) com as bandas 3, 2 e 1, respectivamente.

O produto consiste em imagens de satélites (formato matricial/raster) disponíveis em projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) com Datum SAD69 utilizadas na digitalização dos espelhos d'água.

O material cartográfico utilizado é formado por imagens captadas por satélites de imageamento global no formato digital (raster) disponibilizado pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, sendo as imagens adquiridas com as bandas de espectro separadas. Através da utilização de técnicas digital de imagens estas bases foram tratadas com o programa SPRING 5.02 (INPE), o que permitiu avaliar a evolução temporal e espacial do processo sedimentométrico na região do delta do Parnaíba.

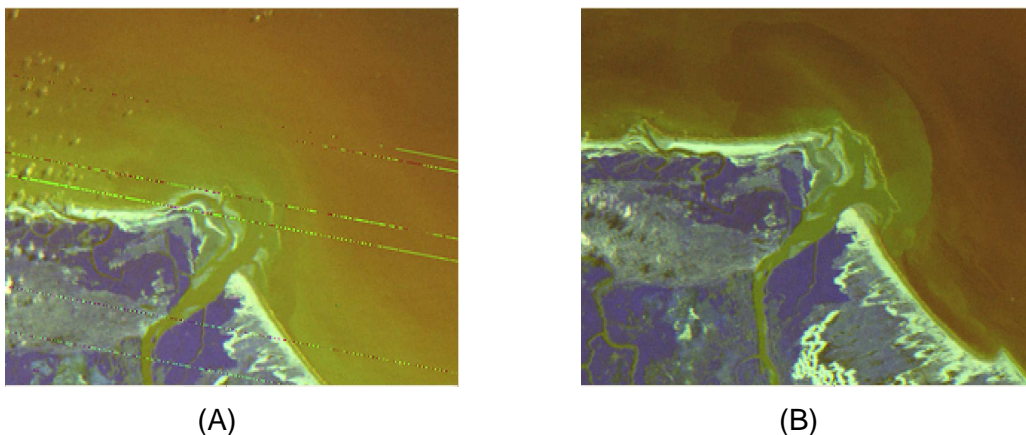
O SPRING é um *software* que utiliza Sistema de Informações Geográficas (SIG) com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais.

Tal *software* foi desenvolvido com o objetivo de construir um sistema de informações geográficas para aplicações em agricultura, monitoramento de florestas, gestão ambiental, geografia, geologia, planejamento urbano e regional; com a premissa de tornar amplamente acessível para a comunidade brasileira um SIG de rápido aprendizado, fornecendo um ambiente unificado de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Além de ser um mecanismo de difusão do conhecimento desenvolvido pelo INPE e seus parceiros, sob forma de novos algoritmos e metodologias.

Considerações Finais

Considerando as comparações de imagem LANDSAT dos anos 1975 a 2007 (estações secas) pode-se notar que os antigos canais de maré são continuamente cobertos por sedimentos flúvio-marinhos em intervalos inferiores a oito anos.

Na **Figura 8.4.5-2** é apresentada uma seqüência de imagens, que permite avaliar o desenvolvimento do depósito de sedimentos na região do delta do Parnaíba.



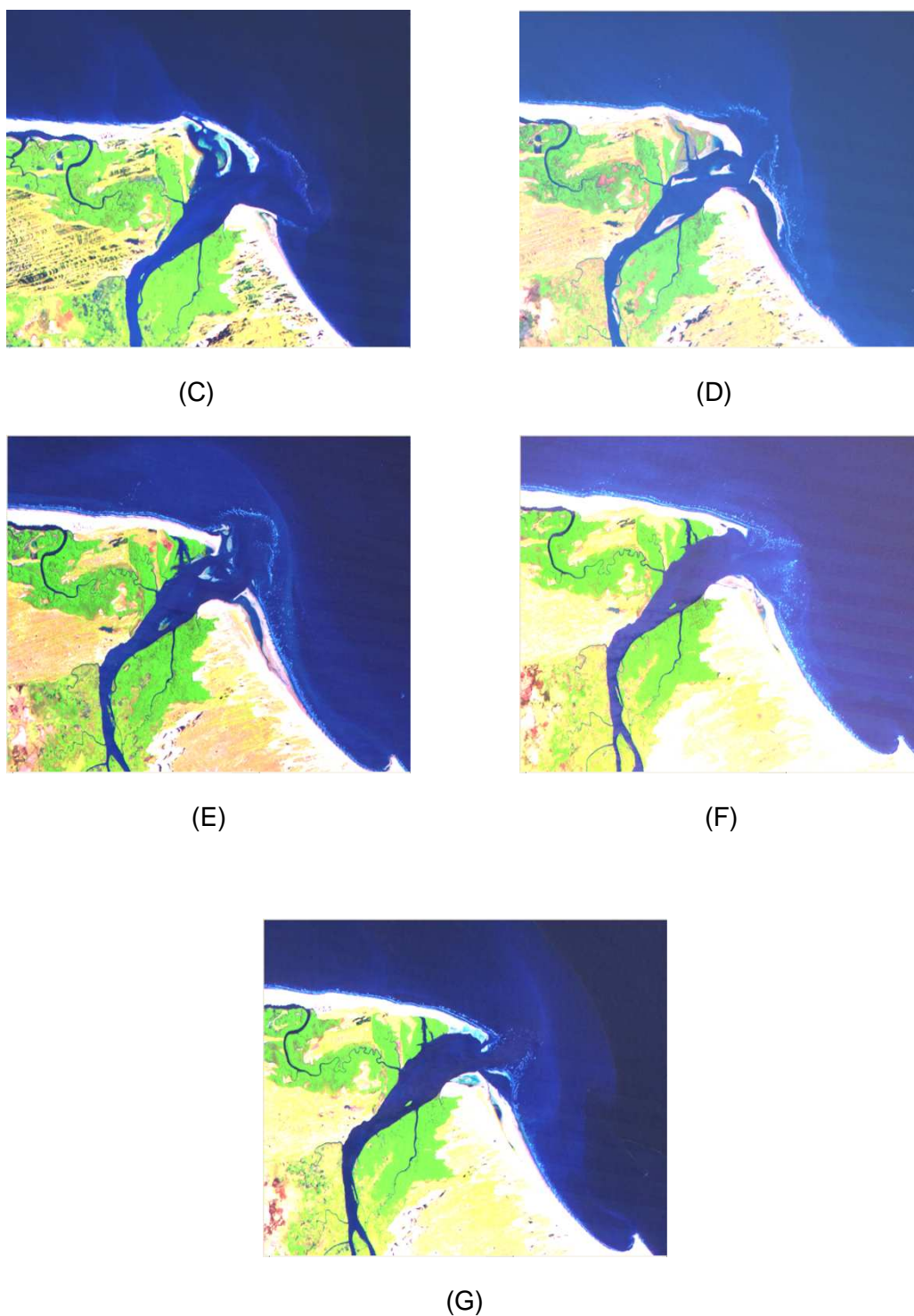


Figura 8.6-2 Imagens de satélite; (A) imagem retirada em 1975, (B) imagem retirada em 1979, (C) imagem retirada em 1985, (D) imagem retirada em 1991, (E) imagem retirada em 1997, (F) imagem retirada em 2005 e (G) imagem retirada em 2007.

Com base na **Figura 8.4.5-1**, foi possível interpretar a dinâmica dos sedimentos até a foz principal e secundária do rio Parnaíba, não se denotando alterações sensíveis em virtude da

implantação da UHE Boa Esperança distante 732 km e que se encontra em operação desde o início da década de 1970.

Contudo, a construção do Porto Luís Corrêa (1976) ocasionou a formação de um gradiente deposicional de sedimentos fluviais no sentido leste-oeste e considerável diminuição nos sedimentos do lado leste do porto.

Na **Figura 8.6-3** é apresentada uma imagem extraída do Google Earth do porto Luís Corrêa.



Figura 8.6-3 Vista aérea do Porto Luís Corrêa.

Assim, tendo em vista que as origens dos sedimentos são fluvial e marinha, é possível perceber que há predominância da deposição de sedimentos marinhos. Por conta disso, a construção dos empreendimentos à jusante da UHE Boa Esperança pouco alterará a dinâmica dos sedimentos no delta.

8.6.9. Campanhas Complementares

No escopo do presente trabalho foram desenvolvidas campanhas de levantamento, visando complementar as informações sedimentométricas do trecho do rio Parnaíba, situado entre a barragem de Boa Esperança e a região do delta do Parnaíba, em cuja oportunidade foi realizada uma série de levantamentos relacionados ao regime de vazões e ao comportamento sedimentométrico, tais como:

- Coleta de informações gerais relacionadas à calha de escoamento do rio Parnaíba e principais tributários, onde se procurou aferir as condições de erosão e assoreamento do leito e margens dos recursos hídricos. Estas inspeções, acompanhadas de documentação fotográfica, permitiram avaliar as alterações ocorridas no transporte de sedimentos em decorrência da presença da barragem de Boa Esperança e sua recuperação para jusante, traduzida pela presença cada vez mais constante de bancos de areia à medida que se para a região do delta do Parnaíba.

- Levantamentos expeditos de 57 seções transversais realizadas ao longo de 490 km do rio Parnaíba, onde foi utilizado equipamento GPS e um medidor digital de profundidade.
- Em cada seção foram levantados dados de velocidade em três pontos do rio, uma no meio da seção e outras duas distanciadas a 1/6 da margem.

Na **Tabela 8.6-11** estão relacionadas as seções topobatimétricas levantadas durante as campanhas de monitoramento de campo, realizadas no trecho do rio Parnaíba, entre a barragem de Boa Esperança e a Foz, junto a região do delta do Parnaíba. A primeira campanha foi realizada no período de 18/04/2009 a 21/04/2009, e a segunda campanha no período de 18/06/2009 a 20/06/2009.

Tabela 8.6-11 Levantamento Expedito de Seções Transversais.

Ponto	Seção	Coordenadas - UTM		Ponto	Seção	Coordenadas - UTM	
		Este	Norte			Este	Norte
1	Seção01-D	660.595	9.251.178	2	Seção02-D	665.966	9.247.400
	Seção01-E	660.650	9.251.196		Seção02-E	665.590	924.756
3	Seção03-D	671.200	9.243.404	4	Seção04-D	677.827	9.244.000
	Seção03-E	671.140	9.243.434		Seção04-E	677.807	9.243.998
5	Seção05-D	678.664	9.246.242	6	Seção06-D	687.159	9.247.874
	Seção05-E	678.651	9.246.326		Seção06-E	687.130	9.248.012
7	Seção07-D	696.115	9.252.016	8	Seção08-D	705.523	9.249.846
	Seção07-E	696.084	9.251.948		Seção08-E	705.492	9.249.974
9	Seção09-D	714.160	9.253.074	10	Seção10-D	721.301	9.253.060
	Seção09-E	714.248	9.253.182		Seção10-E	721.220	9.253.186
11	Seção11-D	729.551	9.261.692	12	Seção12-D	732.792	9.271.344
	Seção11-E	729.493	9.261.776		Seção12-E	732.664	9.271.460
13	Seção13-D	735.357	9.279.346	14	Seção14-D	734.838	9.289.302
	Seção13-E	735.228	9.279.368		Seção14-E	734.722	9.289.270
15	Seção15-D	738.882	9.297.560	16	Seção16-D	737.305	9.299.540
	Seção15-E	738.749	9.297.660		Seção16-E	737.234	9.299.374
17	Seção17-D	737.236	9.299.356	18	Seção18-D	728.813	9.315.056
	Seção17-E	-	-		Seção18-E	728.738	9.314.928
19	Seção19-D	719.835	9.324.168	20	Seção20-D	713.084	9.330.882
	Seção19-E	719.825	9.323.976		Seção20-E	712.920	9.330.812
21	Seção21-D	712.528	9.340.662	22	Seção22-D	710.666	9.347.498
	Seção21-E	712.318	9.340.540		Seção22-E	710.509	9.347.606
23	Seção23-D	712.065	9.353.540	24	Seção24-D	710.700	9.359.774
	Seção23-E	711.797	9.353.482		Seção24-E	710.475	9.359.880
25	Seção25-D	713.225	9.365.990	26	Seção26-D	718.814	9.383.718
	Seção25-E	713.045	9.366.000		Seção26-E	718.646	9.383.742
27	Seção27-D	724.699	9.393.704	28	Seção28-D	731.752	9.403.300
	Seção27-E	724.490	9.393.732		Seção28-E	731.623	9.403.476
29	Seção29-D	741.604	9.409.946	30	Seção30-D	740.812	9.419.914
	Seção29-E	741.348	9.409.978		Seção30-E	740.559	9.419.818
31	Seção31-D	743.798	9.428.516	32	Seção32-D	740.308	9.443.202
	Seção31-E	743.462	9.428.552		Seção32-E	740.303	9.443.004

Cont.

Tabela 8.6-11 Levantamento Expedito de Seções Transversais.

Ponto	Seção	Coordenadas - UTM		Ponto	Seção	Coordenadas - UTM	
		Este	Norte			Este	Norte
33	Seção-33 (meio)	740.480	9.438.346	34	Seção-34D	737.895	9.447.782
	Seção-34E				737.555		
35	Seção-35D	734.368	9.458.332	36	Seção-36D	730.012	9.467.140
	Seção-35E				733.964		
37	Seção-37D	736.650	9.494.118	38	Seção-38D	735.679	9.507.704
	Seção-37E				736.200		
39	Seção-39D	726.393	9.519.574	40	Seção-40D	724.207	9.534.242
	Seção-39E				725.701		
41	Seção-41D	733.941	9.542.536	42	Seção-42D	740.898	9.555.438
	Seção-41E				733.472		
43	Seção-43D	750.614	9.564.860	44	Seção-44D	-	-
	Seção-43E				750.237		
45	Seção-45D	757.872	9.592.600	46	Seção-46D	-	-
	Seção-45E				757.634		
47	Seção-47D	792.230	9.617.780	48	Seção-48D	805.127	9.619.624
	Seção-47E				792.263		
49	Seção-49D	817.237	9.625.894	50	Seção-50D	822.832	9.635.342
	Seção-49E				816.817		
51	Seção-51D	832.581	9.640.990	52	Seção-52D	174.399	9.651.368
	Seção-51E				832.754		
53	Seção-53D	185.001	9.664.324	54	Seção-54D	200.050	9.682.330
	Seção-53E				184.609		
55	Seção-55D	188.275	9.674.776	56	Seção-56D	181.895	9.685.992
	Seção-55E				187.895		
57	Seção-57D	187.877	9.695.394				
	Seção-57E			187.850	9.697.202		

Foram amostrados 61 pontos de coleta de sedimentos, visando as análises da distribuição granulométrica. As coletas consideraram 56 pontos distribuídos ao longo do curso do rio Parnaíba entre a barragem de Boa Esperança e a Foz do Parnaíba, 5 pontos nas praias localizadas junto à região da foz e uma amostragem na zona de rebentação das ondas próximas a estas praias.

Na **Tabela 8.6-11** são relacionados os pontos de amostragem de sedimentos realizados especificamente no curso do rio Parnaíba, onde é assinalado para cada ponto, o valor do diâmetro D_{50} extraído da curva granulométrica.

Tabela 8.6-11 Diâmetro do Sedimento Correspondente a D_{50} .

Ponto	D_{50}	Ponto	D_{50}	Ponto	D_{50}	Ponto	D_{50}
4	0,31	20	0,27	35	0,29	50	0,22
6	0,58	21	0,32	36	0,3	51	0,14
7	0,45	22	0,27	37	0,27	52	0,18
8	0,45	23	0,35	38	0,24	53	0,3
9	7,2	24	0,25	39	0,25	54	0,25

Cont.

Tabela 8.6-11 Diâmetro do Sedimento Correspondente a D₅₀.

Ponto	D ₅₀	Ponto	D ₅₀	Ponto	D ₅₀	Ponto	D ₅₀
10	0,35	25	0,32	40	0,38	55	0,2
11	0,3	26	0,23	41	0,18	56	0,25
12	0,34	27	0,34	42	0,17	57	0,12
13	0,34	28	0,24	43	0,2	58	0,5
14	0,3	29	0,26	44	0,25	59	0,18
15	0,44	30	0,2	45	0,14	60	0,25
16	0,33	31	0,31	46	0,25	61	0,23
17	0,24	32	0,2	47	0,4		
18	0,35	33	0,28	48	0,29		
19	0,3	34	0,26	49	0,22		

Na **Tabela 8.6-13** estão relacionadas as coletas de sedimentos nas praias, localizadas junto à foz do rio Parnaíba.

Tabela 8.6-13 Coletas de Sedimentos na Região das Praias.

Ponto de Coleta	Local	Coordenadas UTM	
		Norte	Este
57	Areia da praia – Braço principal do rio Parnaíba – margem direita	9.683.684	205.589
58	Coleta na área de arrebatamento das ondas	9.683.694	205.492
59	Areia da praia – Braço principal do rio Parnaíba – margem esquerda	9.683.660	205.516
60	Areia da praia – Braço principal do rio Parnaíba – margem esquerda	9.682.328	205.588
61	Areia da praia – Braço secundário do rio Parnaíba – margem esquerda	9.695.354	187.906

Nos **Gráficos 8.6-6** e **8.6 -7** são apresentados os resultados laboratoriais das distribuições granulométricas de sedimento de fundo, onde são integrados os levantamentos realizados no trecho do rio Parnaíba entre a barragem de Boa Esperança e Teresina (32 pontos de coleta).

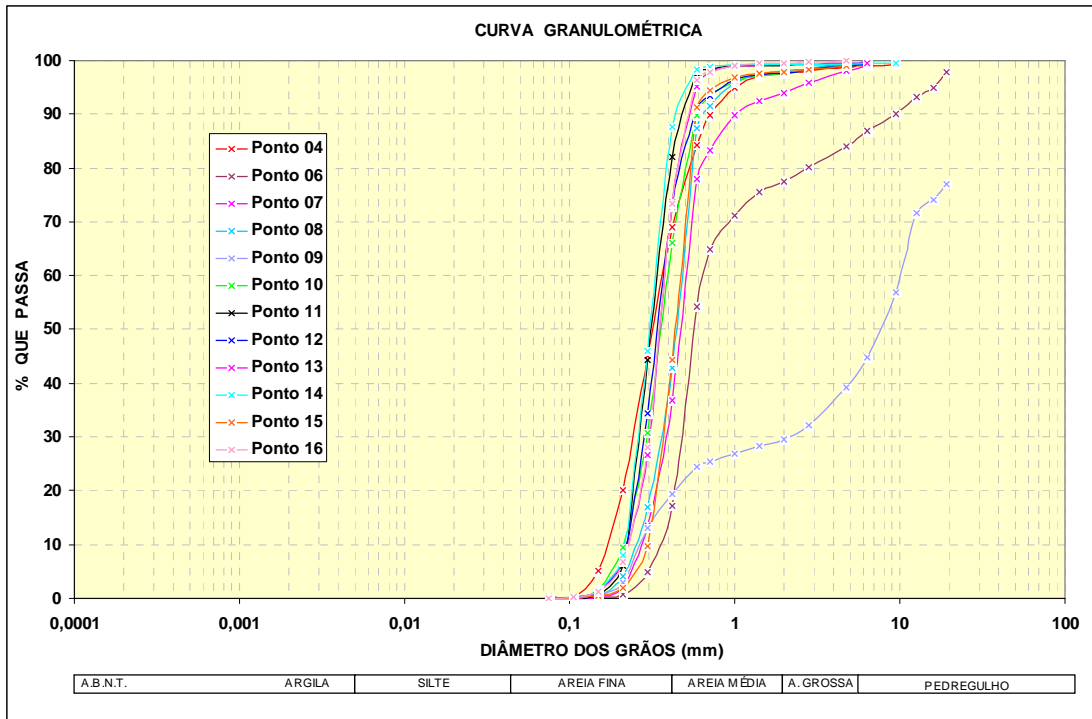


Gráfico 8.6-6 Curvas Granulométricas – Trecho: Boa Esperança até o Ponto 16.

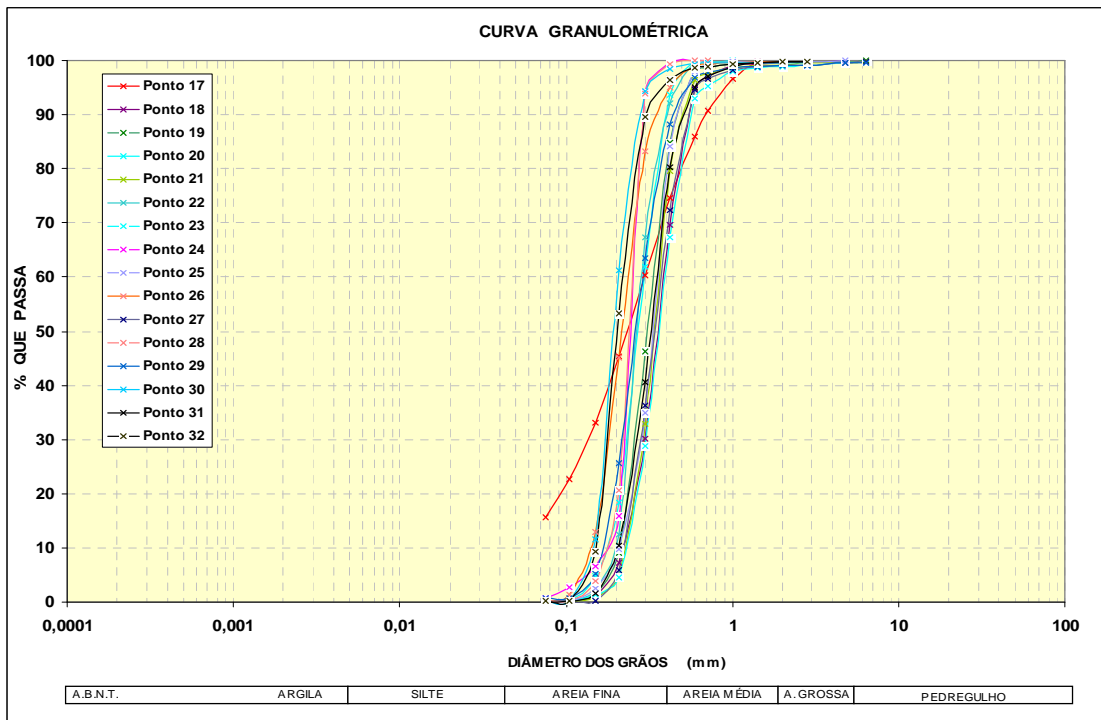


Gráfico 8.6-7 Curvas Granulométricas – Trecho: Ponto 17 até Teresina.

Nos Gráficos 8.6-8 e 8.6-9 são apresentados os resultados laboratoriais das distribuições granulométricas de sedimento de fundo, onde são integrados os levantamentos realizados no trecho do rio Parnaíba entre Teresina e a Foz do Parnaíba (24 pontos de coleta).

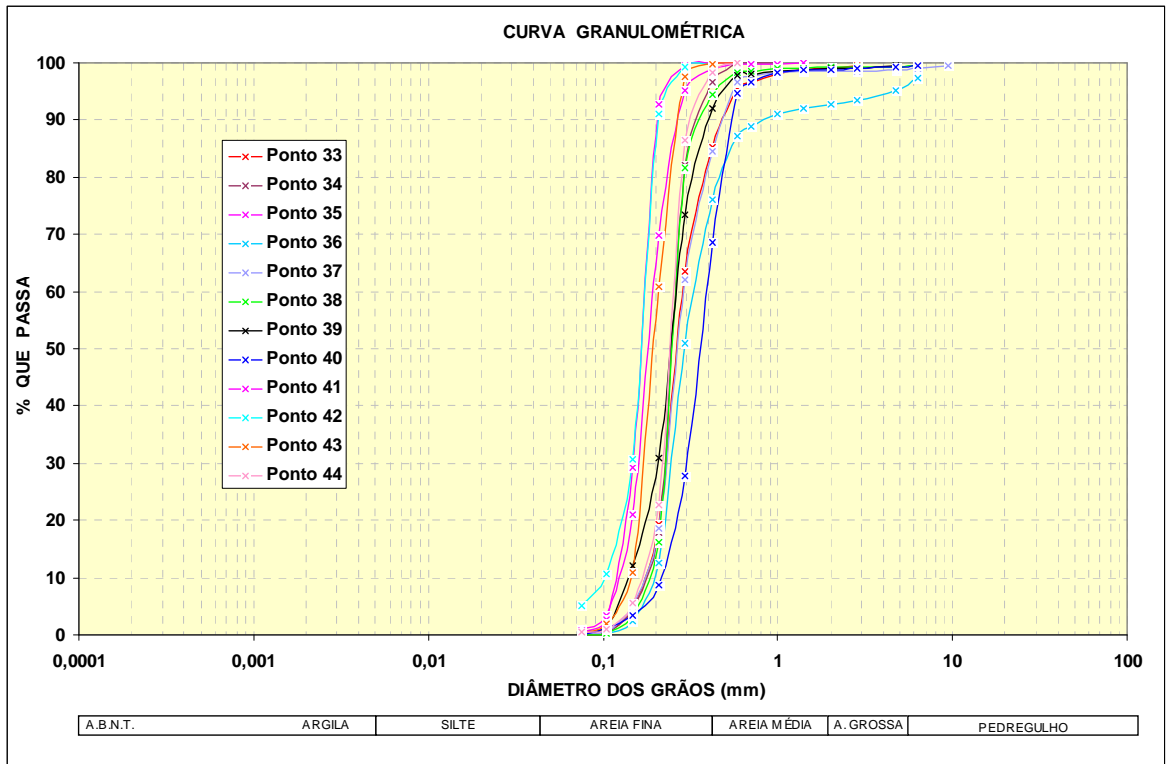


Gráfico 8.6-8 Curvas Granulométricas – Trecho: Teresina até Ponto 44.

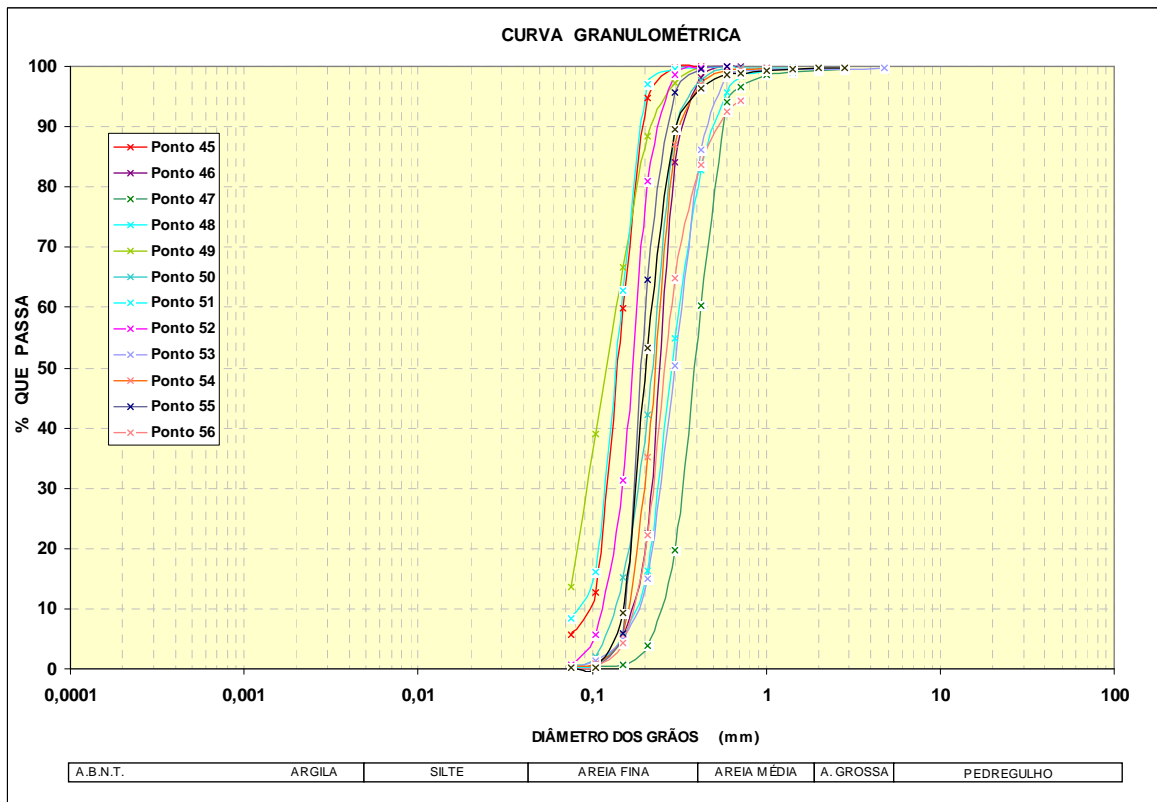


Gráfico 8.6-9 Curvas Granulométricas – Trecho: Ponto 44 até a Foz do Parnaíba.

No **Gráfico 8.6-10** são apresentados os resultados laboratoriais das distribuições granulométricas dos sedimentos coletadas nas praias que circundam o curso do rio Parnaíba junto a Foz.

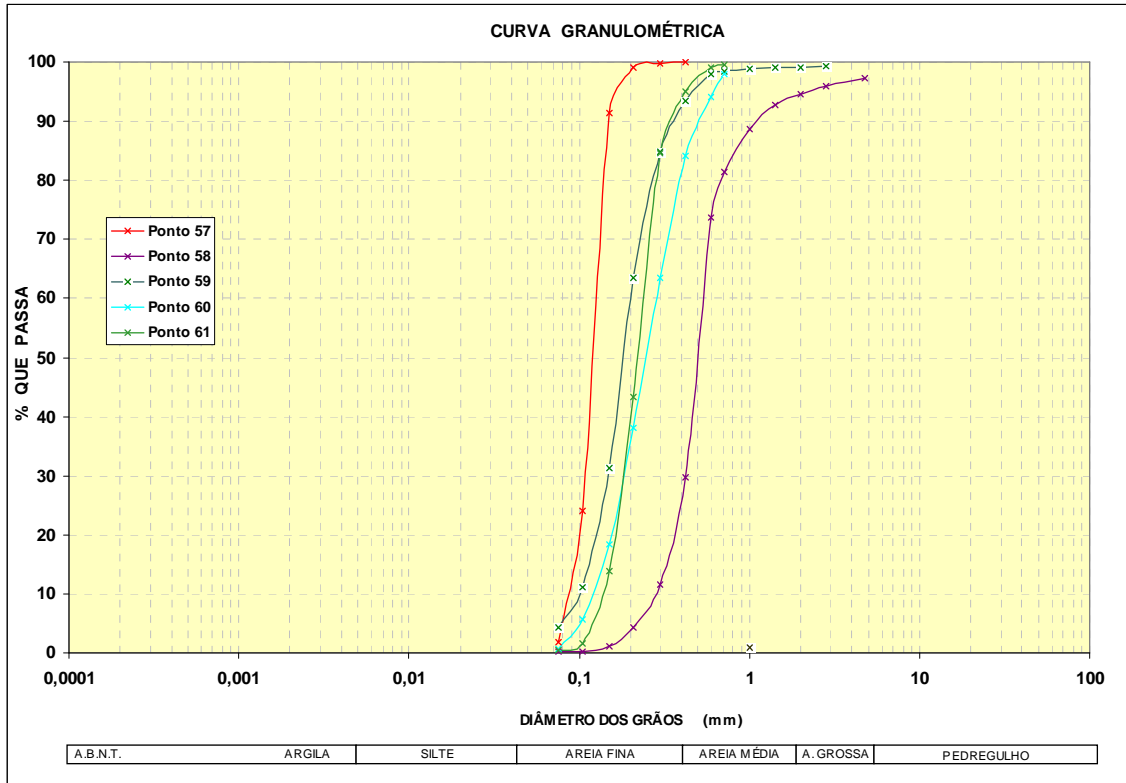


Gráfico 8.6-10 Curvas Granulométricas – Região das Praias.

Modelagem Matemática – Conceituação Teórica

A seguir é apresentada a conceituação do modelo matemático utilizado nas análises, fundamentada no escoamento hidrodinâmico e nas equações cinéticas que descrevem o transporte de sedimentos.

Modelagem Hidrodinâmica

O modelo matemático hidrodinâmico adotado baseia-se nas equações de Saint Venan, representado fundamentalmente por duas equações diferenciais: equação da Continuidade e a equação do Momentum.

Equação da Continuidade. Para um dado trecho de um curso d’água, a equação da continuidade realiza um balanço de massa entre o volume de água que entra na seção de montante, o volume devido à contribuição lateral e o volume que sai na seção de jusante em um dado período de tempo considerado. Este processo é representado pela seguinte equação diferencial:

$$\delta A / \delta t + \delta Q / \delta x = q_l$$

Onde:

Q = Vazão;

A = Área da seção transversal molhada;

x = Comprimento do canal na direção longitudinal ao fluxo;

t = Tempo e

ql = Vazão lateral. É a entrada ou saída de vazão por unidade de comprimento.

Equação do momentum. A conservação de *momentum* considera que a soma dos vetores, na direção longitudinal do *momentum* que entra no volume, menos o *momentum* que sai mais o *momentum* devido à contribuição lateral e das forças que atuam no corpo d'água, são iguais à variação de momentum no intervalo de tempo considerado.

Neste processo são consideradas as forças atuantes devido à gravidade, pressão hidrostática e fricção resultante da força, devido à resistência do fluido com as paredes do canal.

A variação do *momentum* no tempo é descrita pela seguinte equação diferencial:

$$1 / g * \delta v / \delta t = v / g * \delta v / \delta x + \delta y / \delta x = S_o - S_f$$

Onde:

g = aceleração da gravidade;

v = componentes longitudinal da velocidade;

S_o = declividade do canal; e

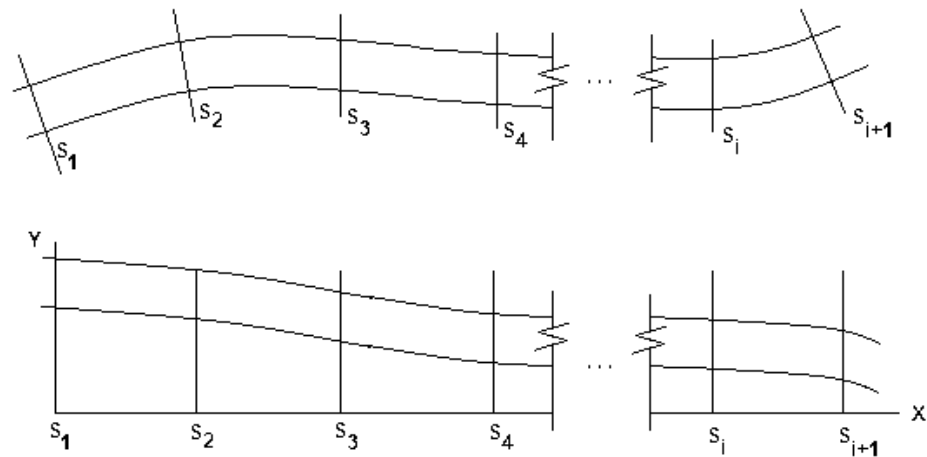
S_f = declividade da linha de fricção, aproximada através do emprego da fórmula de Manning.

O modelo adotado é do tipo unidimensional e considera, para efeito de solução das equações de Saint Venan, o esquema implícito de Preissmann.

No processo de modelagem, a conformação do curso d'água é caracterizada por uma série de seções transversais distribuídas ao longo do trecho simulado, posicionadas de forma a representar todas as mudanças da geomorfologia que possam afetar a solução numérica.

Equações Cinéticas de Transporte Sólido

O modelo sedimentológico para o estudo de erosão à jusante dos reservatórios previstos no rio Parnaíba (Cachoeira, Estreito e Castelhana) baseia-se no princípio da conservação da massa, conforme esquemas apresentados na **Figura 8.6-4**.



Trecho i entre as seções S_i e S_{i+1}

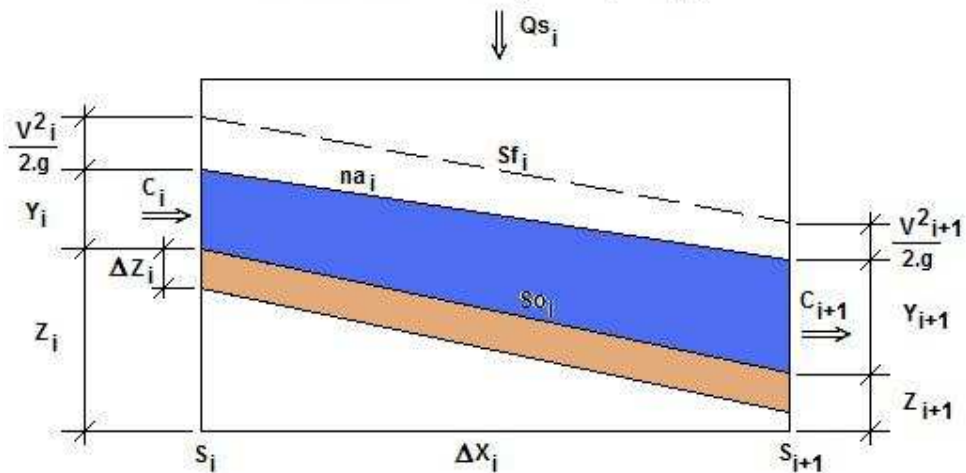


Figura 8.6-4 Esquema de cálculo da variação de leito pelo princípio da conservação da massa.

Num trecho “i” da malha de cálculo a variação entre a vazão sólida afluente do trecho anterior (C_i) a entrada lateral (Q_{si}) e a vazão sólida efluente (C_{i+1}), esta por sua vez igual à capacidade de transporte sólido do trecho i anterior, resultará na variação da quantidade de material (em massa) no trecho, ou seja:

$$C_{i+1} - (C_i + Q_{si}) = \Delta M_i$$

Esta variação resultará num certo volume de assoreamento ou de erosão, dependendo do total da vazão afluente ($C_i + Q_{si}$) ser respectivamente maior ou menor do que a capacidade de transporte sólido no trecho (C_{i+1}).

A vazão afluente na seção extrema de montante é uma condição de fronteira, que no caso em questão seria a vazão que transpassa o reservatório a montante (Castelhanos). Nos demais trechos seria a capacidade de transporte sólido do trecho imediatamente anterior. A vazão lateral (Q_{si}) corresponde às contribuições pontuais de afluentes ou as contribuições laterais da bacia, distribuídas ao longo do percurso. A capacidade de transporte é calculada por equações de transporte sólido, como as listadas mais adiante, que dependem de

parâmetros hidráulicos provenientes da modelação hidrodinâmica e sedimentológicos, levantados em campanhas. A modelação hidrodinâmica parte também de dados levantados no campo, porém, à medida que a simulação avança na série histórica (variação no tempo), as alterações geométricas das seções de cálculo, decorrentes de processos de erosão ou assoreamento, são incorporadas aos cálculos hidrodinâmicos, atualizando os parâmetros que servem para os cálculos da fase sedimentológica.

A variação de massa no trecho (ΔM_i) é transformada em volume, dividindo-se este valor pelo peso específico do material depositado, considerando a porosidade do depósito (no caso correspondente às areias). O passo seguinte é transformar este volume em variação média da cota de fundo no trecho:

$$\Delta Z_i = \Delta M_i / [\gamma_{\text{depósito}} \cdot 0,5 (P_i + P_{i+1}) \Delta X_i]$$

Onde:

ΔZ_i – é a variação de cota do fundo no trecho i ;

ΔM_i – é a variação de massa no trecho;

$\gamma_{\text{depósito}}$ – é o peso específico do sedimento depositado;

P_i e P_{i+1} – são os perímetros molhados das seções i e $i+1$;

ΔX_i – é a distância entre as seções i e $i+1$.

Para o cálculo da capacidade de transporte sólido foram utilizadas equações de uso consagrado, listadas a seguir:

- a. Equação do transporte de fundo de Meyer-Peter e Muller (modificação Einstein-Chien; apud – Vanoni 1977):

$$\phi = 8(\tau'_* - 0,047)^{1,5}$$

- b. Equações de Van Rijn (Van Rijn – 1984).

- Transporte de Fundo:

$$\frac{q_{sf}}{V \cdot h} = 0,005 \left(\frac{V - V_{cr}}{\sqrt{(s-1) \cdot g \cdot d_{50}}} \right)^{2,4} \left(\frac{d_{50}}{h} \right)^{1,2}$$

- Transporte em suspensão:

$$\frac{q_{ss}}{V.h} = 0,012 \left(\frac{V - V_{cr}}{\sqrt{(s-1).g.d_{50}}} \right)^{2,4} \left(\frac{d_{50}}{h} \right) d_*^{-0,6}$$

c. Equação de transporte sólido total de Engelund-Hansen (1967):

$$\phi = \frac{0,1}{f} \tau_*^{2,5}$$

d. Equação de Ackers-White (1973)

$$C = c_2 \left(\frac{\gamma_s d}{\gamma h} \right) \left(\frac{V_*}{V} \right)^{c_1} \left(\frac{F_1}{c_3} - 1 \right)^{c_4}$$

e. Equação de Brownlie (1981):

$$C = K \left(\frac{V - V_{cr}}{\sqrt{(s-1)g.d}} \right)^{1,978} S^{0,6601} \left(\frac{h}{d} \right)^{-0,3301}$$

Onde:

ϕ - parâmetro de transporte de Einstein

$$\phi = \frac{qs}{\gamma_s \sqrt{(s-1)g.d^3}}$$

qs – transporte sólido específico (N/s.m)

qsf – transporte sólido de fundo

qss – transporte sólido em suspensão

$$s = \frac{\gamma_s}{\gamma}$$

γ – peso específico da água

γ_s – peso específico do sedimento

g – aceleração da gravidade

d – diâmetro característico

d50- diâmetro correspondente à mediana da curva granulométrica

τ_* - parâmetro de Shields

$$\tau_* = \frac{V_*^2}{(s-1)gd}$$

V_* - velocidade de atrito

$$V_* = \sqrt{g \cdot Rh \cdot S}$$

Rh – raio hidráulico

S – declividade da linha de energia

V - velocidade média do escoamento

Vcr – velocidade crítica para o início de movimento do sedimento

h – profundidade média de escoamento

d^* - diâmetro sedimentológico

$$d_* = d \cdot \sqrt[3]{\frac{(s-1) \cdot g}{v^2}}$$

ν - coeficiente cinemático de viscosidade

f – fator de atrito da fórmula universal de perda de carga

C – concentração de sedimentos

K – constante da fórmula

Processo de Cálculo da Modelagem

O processo de modelagem integra as cinéticas relacionadas ao escoamento hidrodinâmico e ao transporte sólido em único programa, realizando em cada passo de tempo da simulação, uma atualização da morfologia da calha de escoamento, procurando, desta forma representar os processos de assoreamento ou de erosão em cada trecho de rio.

Preparação dos Dados de Entrada da Modelagem

Nesta tarefa foram reunidas todas as informações disponíveis, o que inclui os dados dos estudos de viabilidade da cascata de aproveitamentos; dados disponíveis das entidades que operam as estações fluviométricas; e dados de campanhas de monitoramento realizadas pela CNEC no âmbito dos estudos de inventário e estudos de viabilidade.

No âmbito do presente estudo foram desenvolvidas campanhas sedimentométricas intensivas no trecho entre a barragem de Boa Esperança e o delta do Parnaíba.

Definição do Esquema Topológico da Modelagem

Na definição do esquema de reservatórios a ser representado pela modelagem matemática considerou-se, a favor da segurança, retenção total de sedimentos até o reservatório de Castelhana, apesar das características destes reservatórios mais se assemelharem a condição de rio do que propriamente de reservatório.

Nestas condições, o trabalho de modelagem abrangeu o curso do rio Parnaíba compreendido entre o AHE Castelhana e a sua foz no delta do Parnaíba cobrindo uma extensão aproximada de 490 km. A morfologia da calha de escoamento foi representada por 62 seções transversais e 61 trechos de rios. O distanciamento entre as seções ficou em torno de 8 km.

Neste percurso, a bacia contribuinte recebe o aporte lateral de vazões e cargas de sedimentos, cumprindo destacar os aportes pontuais derivados dos cursos tributários dos rios Poti e Longá.

Na **Figura 8.6-5** é apresentado o esquema topológico utilizado como referência na composição do modelo matemático, onde estão assinaladas as estações fluviométricas que foram utilizadas com referência na definição dos aportes laterais de cargas de sedimentos e de vazões.

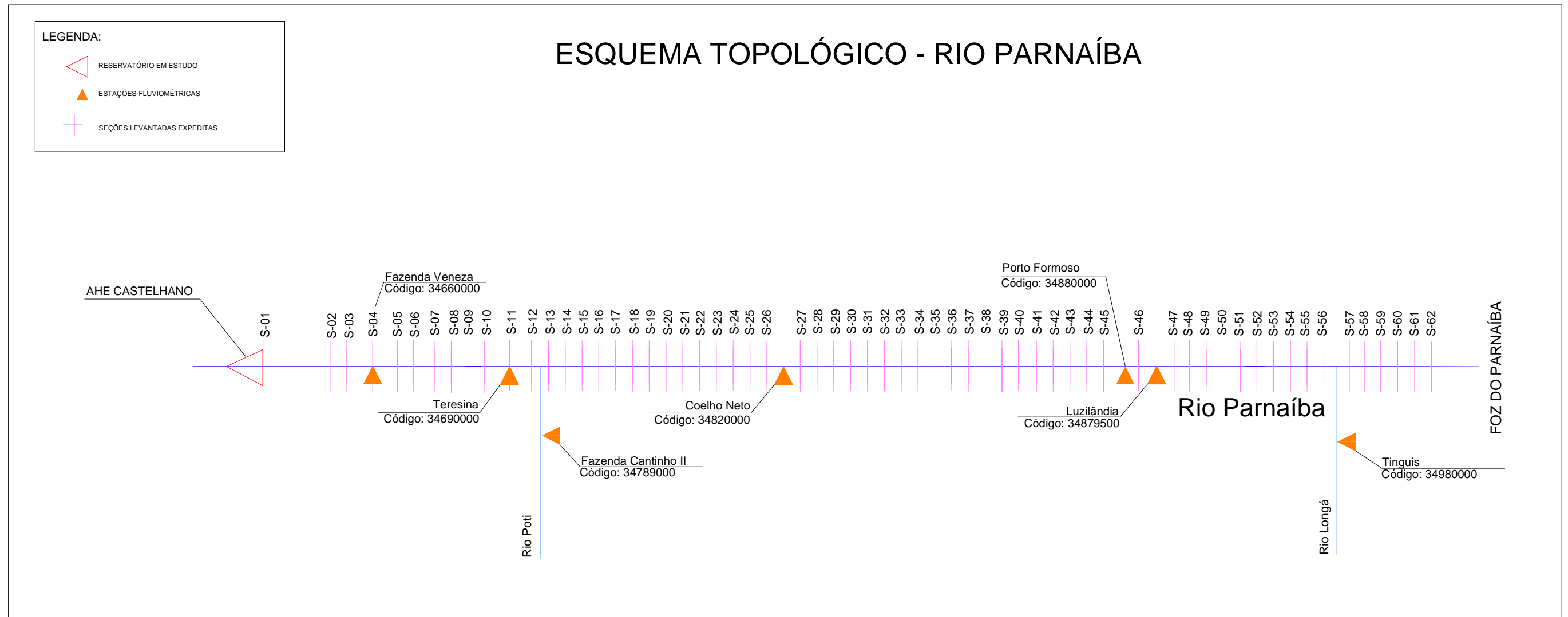


Figura 8.6-5 Esquema Topológico.

Metodologia para a Determinação da Declividade do Curso d'água

A caracterização do perfil da linha d'água do rio Parnaíba, no trecho compreendido entre o aproveitamento de Castelhana e a foz, foi baseada no levantamento das características Hipsométricas. Neste intuito foram utilizadas cartas do Ministério do Exército – Diretoria de Serviços Geográficos (DSG), região nordeste do Brasil na escala de 1:100.000 com equidistância das curvas de nível de 40 em 40 metros.

A partir das informações contidas nestas cartas, procedeu-se o ajuste das cotas tendo como referência os cursos e os dados altimétricos providos pelo programa *Google Earth*.

Na técnica utilizada para esse ajuste, o curso do rio Parnaíba foi dividido em intervalos de 10 km, e esta base foi transportada para o programa *Google Earth* para efeito de definição das cotas altimétricas.

Os valores decorrentes destas análises foram utilizados na amarração topográfica das seções topobatimétricas, visando a sua utilização nos trabalhos de modelagem matemática.

Definição das Condições de Contorno da Modelagem

- **Modelagem Hidrodinâmica**

Na modelagem hidrodinâmica utilizou-se, como condição de contorno, dados de vazão à montante, nível d'água à jusante e vazões concentradas derivadas das contribuições dos rios Poti e Longá.

Para a definição da vazão à montante, utilizou-se o conceito de vazão Dominante ou vazão Modeladora que, por definição, corresponde à vazão que manteria o mesmo padrão geomorfológico do rio caso ocorresse constantemente ao longo do ano.

- **Aspectos Metodológicos**

As alterações morfológicas num curso d'água natural, que sejam decorrentes de solicitações naturais, estabelecidas dentro de critérios usuais e economicamente viáveis, ou decorrentes de um processo erosivo ou de assoreamento, somente podem ser avaliadas a partir de um conhecimento adequado de todas as variáveis que regem o fenômeno, o que não é uma tarefa simples. Por esta razão é interessante tecer algumas considerações conceituais que auxiliem a compreensão dos princípios básicos que norteiam os estudos.

Em primeiro lugar, nos estudos de estabilidade de rios, o ideal é trabalhar com séries históricas de vazões. No entanto, é comum nas avaliações trabalhar com uma única vazão representativa do hidrograma anual, denominada de vazão modeladora, que corresponde à vazão que manteria o mesmo padrão geomorfológico do rio, caso ocorresse constantemente ao longo do ano. Dessa forma, não existe um padrão para a descrição da vazão modeladora, porém os critérios mais utilizados para a sua definição são os seguintes:

- a) Vazão de seção plena do leito principal do rio. Esta definição somente é válida para rios aluvionares.
- b) Vazões com período de retorno entre 1,5 e 2 anos. Este critério é equivalente ao anterior nos rios de planície, porém é mais genérico, podendo ser aplicado nos trechos superiores, onde as declividades são mais acentuadas.

- c) **Vazão dominante.** Representa o valor de uma vazão fictícia que se ocorresse constantemente ao longo do ano transportaria a mesma quantidade de sedimentos do hidrograma anual. Sua aplicação, no entanto, exige um nível de informações superior às definições anteriores.

Em geral, as três definições levam a valores parecidos. No caso em questão, a partir dos dados de postos sedimentométricos, pode-se definir um valor aproximado da vazão dominante ou vazão modeladora. É fato que, mesmo os dados disponíveis, carecem de informações adequadas, uma vez que as concentrações medidas incorporam uma parcela correspondente à carga de lavagem e não incluem a parcela do material transportado junto ao leito, mas servem como uma primeira aproximação. Dentro desta abordagem, o cálculo da vazão modeladora é feito da seguinte forma:

Considerando uma equação de transporte sólido do tipo:

$$Q_s = \alpha \cdot Q^\beta$$

Para uma dada vazão líquida, com probabilidade de ocorrência **fi**, resultará uma vazão correspondente **Qs**, com a mesma frequência. A somatória do produto destas vazões sólidas pela correspondente frequência resultará na vazão sólida média anual:

$$Q_{s\text{média}} = \sum Q_s \cdot f_i = \sum (\alpha \cdot Q^\beta) \cdot f_i$$

A esta vazão sólida média anual corresponderá à vazão modeladora, de onde também se pode definir a correspondente frequência:

$$Q_{\text{modeladora}} = (Q_{s\text{média}} / \alpha)^{1/\beta}$$

A **Figura 8.6-6** apresentada uma visualização do procedimento de cálculo da vazão modeladora.

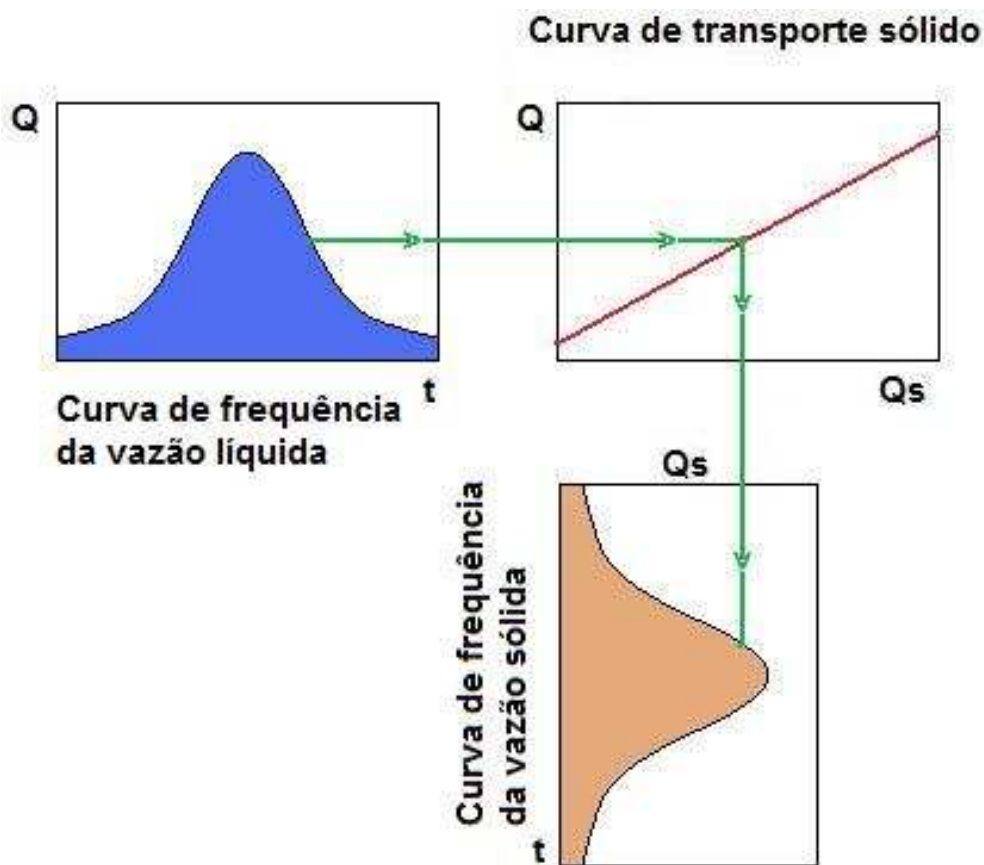


Figura 8.6-6 Esquema para Cálculo da Vazão Modeladora.

- **Definição das Vazões Afluentes**

Para a definição do aporte de vazão à montante, adotou-se o padrão hidrológico mais crítico observado na série histórica de vazão da estação fluviométrica de Fazenda Veneza, conforme dados apresentados na **Tabela 8.6-14**.

Tabela 8.6-14 Dados da Estação Fluviométrica de Fazenda Veneza (m³/s).

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1967	-	-	-	-	-	-	329	298	289	282	417	488	-
1968	599	664	-	734	534	354	309	287	270	306	506	541	464
1969	539	273	774	508	554	362	260	223	220	229	327	450	393
1970	368	624	779	683	523	261	231	219	221	258	395	432	416
1971	356	447	542	1027	1135	451	277	224	222	204	240	338	455
1972	196	441	519	663	313	303	295	235	213	398	255	488	360
1973	556	499	817	998	505	327	288	290	254	380	497	686	508
1974	782	1151	1907	2532	1115	507	361	384	328	407	482	575	878

Cont.

Tabela 8.6-14 Dados da Estação Fluviométrica de Fazenda Veneza (m³/s).

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1975	596	882	936	974	460	340	343	342	276	338	489	535	543
1976	634	956	706	753	318	276	292	284	275	529	551	596	514
1977	669	867	683	828	912	437	351	275	288	425	431	571	561
1978	1253	818	1581	1032	946	469	392	294	313	371	510	730	726
1979	906	1676	970	587	604	363	309	323	387	377	651	503	638
1980	960	2265	2109	594	325	318	311	303	317	502	640	697	778
1981	762	599	1172	1394	486	381	341	322	298	462	728	564	626
1982	1017	788	882	529	450	372	352	345	357	515	490	407	542
1983	629	1002	485	482	329	292	289	282	267	295	488	628	456
1984	574	610	759	1308	455	327	290	272	339	340	393	459	511
1985	1053	1577	1461	2630	1239	575	405	359	422	514	642	1318	1016
1986	1423	1303	1632	977	746	487	403	370	426	512	547	572	783
1987	686	548	973	832	552	381	337	336	463	535	435	642	560
1988	667	711	1323	885	579	395	347	342	348	399	480	884	613
1989	688	678	1158	1228	893	484	376	330	342	388	696	1333	716
1990	1290	895	793	692	369	354	364	401	416	338	357	532	567
1991	1034	777	644	843	503	398	336	419	436	383	440	446	555
1992	779	1584	562	443	336	324	314	317	318	333	341	-	-
1993	561	549	426	452	340	310	311	323	323	344	351	493	399
1994	561	661	836	860	417	342	295	308	316	328	386	532	487
1995	703	724	527	1178	798	469	302	312	389	396	458	584	570
1996	692	572	717	830	568	357	289	359	416	417	483	436	511
1997	561	696	920	1187	731	416	432	392	324	354	363	387	564
1998	547	522	511	353	288	280	271	273	276	282	371	509	374
1999	500	521	773	401	346	312	315	333	309	343	512	671	445
2000	774	1175	1218	903	584	417	313	362	416	341	489	442	620
2001	550	499	659	514	465	424	352	380	353	350	445	499	458
2002	1395	843	641	505	386	345	355	370	345	347	333	475	528
2003	605	502	745	589	392	352	314	331	327	371	408	355	441
2004	1008	2129	1212	614	460	316	300	290	406	360	416	376	657
2005	484	767	1218	596	571	425	395	325	362	386	345	524	533

Nesta série, o ano de 1985 foi identificado como padrão mais crítico a ser utilizado no cálculo da vazão modeladora.

Desta forma, consideraram-se os dados de vazões médias diárias, referenciadas no ano de 1985, para efeito de cálculo da carga sedimentométrica, utilizando-se a equação da curva-chave de sedimento válida para o eixo de Castelhana.

Os cálculos realizados assinalam para uma permanência de 50% no tempo, uma carga de sedimento igual a 7.914 t/dia, e que corresponde a uma vazão dominante ou modeladora igual a 664 m³/s.

As vazões concentradas, derivadas das contribuições dos rios Poti e Longá, foram determinadas de forma proporcional, considerando-se os valores médios das vazões anuais respectivas referenciadas ao ano de 1985. Desta forma, foi aplicado um coeficiente de redução proporcional igual a 0,654, definido pela relação entre a vazão modeladora e a vazão média da estação de Fazenda Veneza, conforme valores apresentados na **Tabela 8.6-15**.

Tabela 8.6-15 Dados de Vazões Afluentes.

Estação de Referência	Vazão Média anual Ano 1985 (m ³ /s)	Vazão Afluente Modelagem (m ³ /s)
Fazenda Veneza	1016	664
Fazenda Cantinho	571	373
Tinguis	495	323

- Definição das Cargas Sedimentométricas**

No processo de modelagem do transporte sólido foram utilizados dados de cargas de sedimentos aportados a montante, acrescidos das cargas de sedimentos provenientes dos rios Poti e Longá.

Para a definição das cargas de sedimentos aplicou-se a equação da curva chave de sedimentos definida nas estações fluviométricas, conforme sistemática apresentada na Tabela 8.4.8-3.

Considerando-se que a carga sólida diária obtida através da curva-chave de sedimento detém uma parcela apreciável de carga de lavagem, as simulações consideraram o aporte de 50% da carga sólida diária, conforme dados apresentados na **Tabela 8.6-16**.

Tabela 8.6-16 Definição das Cargas de Sedimentos.

Curso d'água	Estação de Referência	Vazão Modelagem (m ³ /s)	Equação de Descarga Sólida	Carga Sólida	
				Calculada (ton/dia)	Modelagem (ton/dia)
Parnaíba	Fazenda Veneza	664	$Q_{sólida} = 272.420 \times Q_{líquida}^{2,7071}$	7.914,2	3.957,1
Poti	Fazenda Cantinho	373	$Q_{sólida} = 333 \times Q_{líquida}^{1,56264}$	7.893,5	3.946,8
Longa	Tinguis	323	$Q_{sólida} = 333 \times Q_{líquida}^{1,56264}$	9.504,4	4.752,2

- **Simulações do Transporte Sólido**

O comportamento sedimentométrico do rio Parnaíba foi simulado segundo duas condições:

- Condição de rio natural, onde não se considera a implantação dos aproveitamentos de Cachoeira, Estreito e Castelhana; e
- Condição de rio desenvolvido, onde as condições sedimentométricas vigentes são alteradas em função da presença destes empreendimentos. Neste caso, considerou-se a favor da segurança, retenção total de sedimento no reservatório de Castelhana.

Para cada uma destas condições foram testadas cinco formulações consagradas de transporte sólido:

- Equação do transporte de fundo de Meyer-Peter e Muller (modificação Einstein-Chien; apud – Vanoni 1977).
- Equação de transporte sólido total de Engelund-Hansen (1967).
- Equações de transporte sólido de fundo e suspensão de Van Rijn (Van Rijn – 1984).
- Equação de Ackers-White (1973).
- Equação de Brownlie (1981).

No processo de modelagem adotou-se passo de tempo diário e o aporte de cargas de sedimentos e de vazões foram consideradas em regime permanente e uniforme.

A seguir são apresentados os resultados da simulação, onde se procurou refletir um período de 124 anos.

A fim de facilitar a apresentação dos resultados, é mostrado apenas o trecho inicial de 118 km do rio Parnaíba, a partir do eixo do reservatório de Castelhana, tendo em vista que as alterações na morfologia do rio, apontadas pela simulação, ficou limitada até a confluência com o rio Poti.

Nas **Tabelas 8.6-17 a 8.6-22** são apresentados, respectivamente, os resultados referentes a cada formulação adotada, onde são indicadas: a distância da seção em km em relação ao eixo de Castelhana, as condições do leito do Parnaíba, sem e com reservatório e as alterações resultantes da morfologia do curso d'água.

Nos **Gráficos 8.6-11 a 8.6-15** são apresentadas, de forma comparativa, as representações gráficas do perfil do fundo do rio, considerando a presença e ausência do reservatório.

Tabelas 8.6-17 Equação do transporte de fundo de Meyer-Peter e Muller.

Seção	Distância (km)	Condição		Alterações na Morfologia (m)
		Sem Reservatório (m)	Com Reservatório (m)	
01	0,00	72,893	67,374	-5,519
02	8,94	69,265	66,416	-2,849
03	17,88	65,486	65,288	-0,199
04	26,82	64,361	64,249	-0,112
05	35,73	62,247	62,242	-0,006
06	44,65	60,265	60,261	-0,004
07	53,57	58,182	58,181	0,000
08	62,49	56,162	56,162	0,000
09	71,41	54,049	54,049	0,000
10	80,33	51,902	51,902	0,000
11	89,25	49,844	49,844	0,000
12	97,73	46,813	46,813	0,000
13	106,21	46,173	46,173	0,000
14	112,34	44,974	44,974	0,000
15	118,48	41,126	41,126	0,000

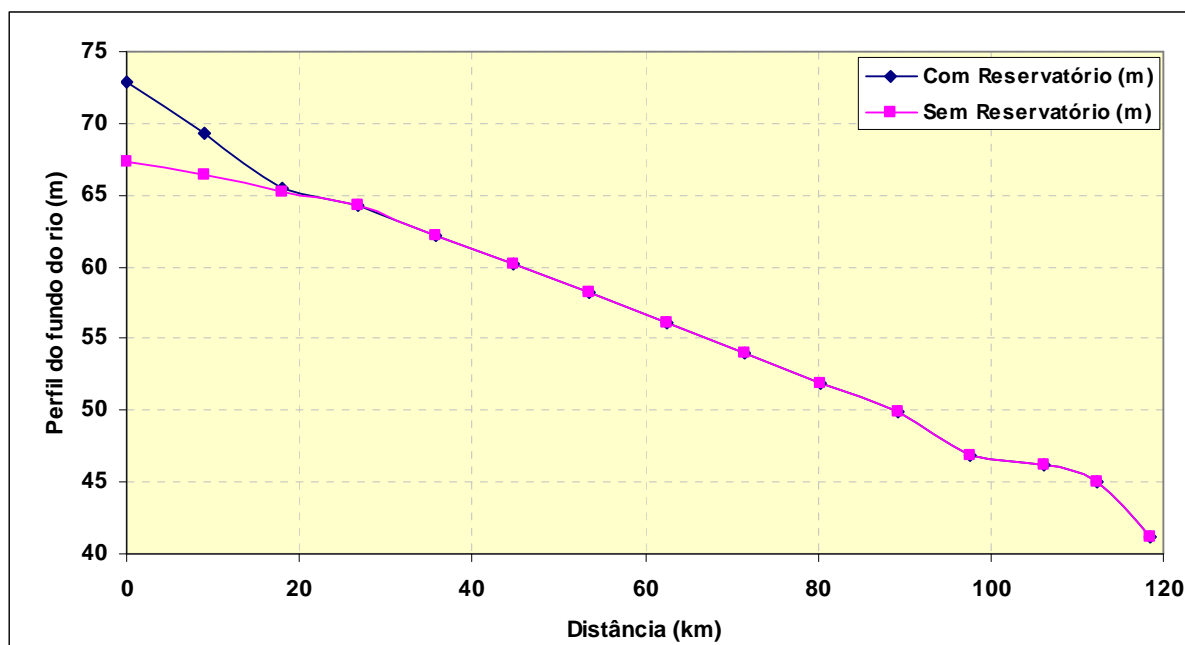


Gráfico 8.6-11 Alteração na Morfologia do Curso d'água - Meyer-Peter e Muller.

Tabelas 8.6-18 Equação de transporte sólido total de Engelund-Hansen.

Seção	Distância (km)	Condição		Alterações na Morfologia (m)
		Sem Reservatório (m)	Com Reservatório (m)	
01	0,00	70,082	66,698	-3,384
02	8,94	68,076	65,900	-2,176
03	17,88	65,589	64,666	-0,923
04	26,82	64,071	63,526	-0,545
05	35,73	62,084	61,876	-0,209
06	44,65	60,156	60,034	-0,122
07	53,57	58,217	58,180	-0,037
08	62,49	56,419	56,399	-0,019
09	71,41	54,192	54,188	-0,003
10	80,33	51,897	51,895	-0,002
11	89,25	49,911	49,911	0,000
12	97,73	47,312	47,312	0,000
13	106,21	44,896	44,896	0,000
14	112,34	43,182	43,182	0,000
15	118,48	40,863	40,863	0,000

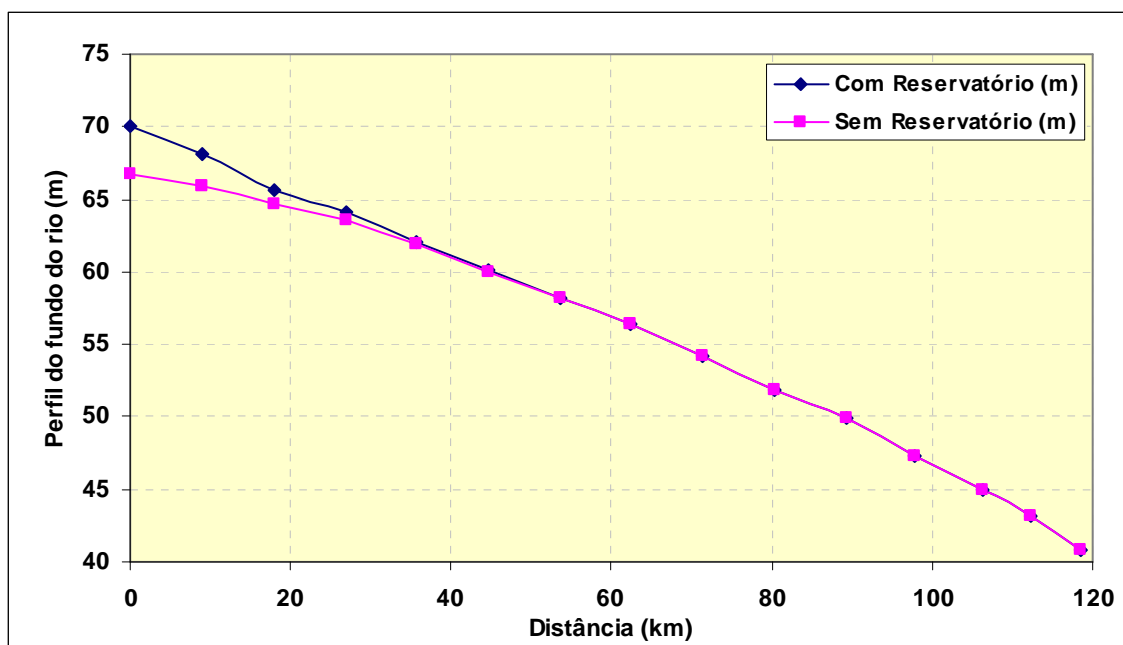


Gráfico 8.6-12 - Alteração na Morfologia do Curso d'água - Engelund-Hansen.

Tabelas 8.6-19 Equações de transporte sólido de fundo e suspensão de Van Rijn.

Seção	Distância (km)	Condição		Alterações na Morfologia (m)
		Sem Reservatório (m)	Com Reservatório (m)	
01	0,00	68,318	66,027	-2,291
02	8,94	66,936	65,262	-1,674
03	17,88	65,004	63,983	-1,022
04	26,82	63,639	62,919	-0,720
05	35,73	61,879	61,456	-0,423
06	44,65	60,029	59,744	-0,285
07	53,57	58,205	58,052	-0,153
08	62,49	56,510	56,426	-0,084
09	71,41	54,280	54,247	-0,033
10	80,33	52,059	52,042	-0,018
11	89,25	49,962	49,956	-0,006
12	97,73	47,454	47,450	-0,004
13	106,21	44,684	44,683	-0,001
14	112,34	42,899	42,898	0,000
15	118,48	41,206	41,206	0,000

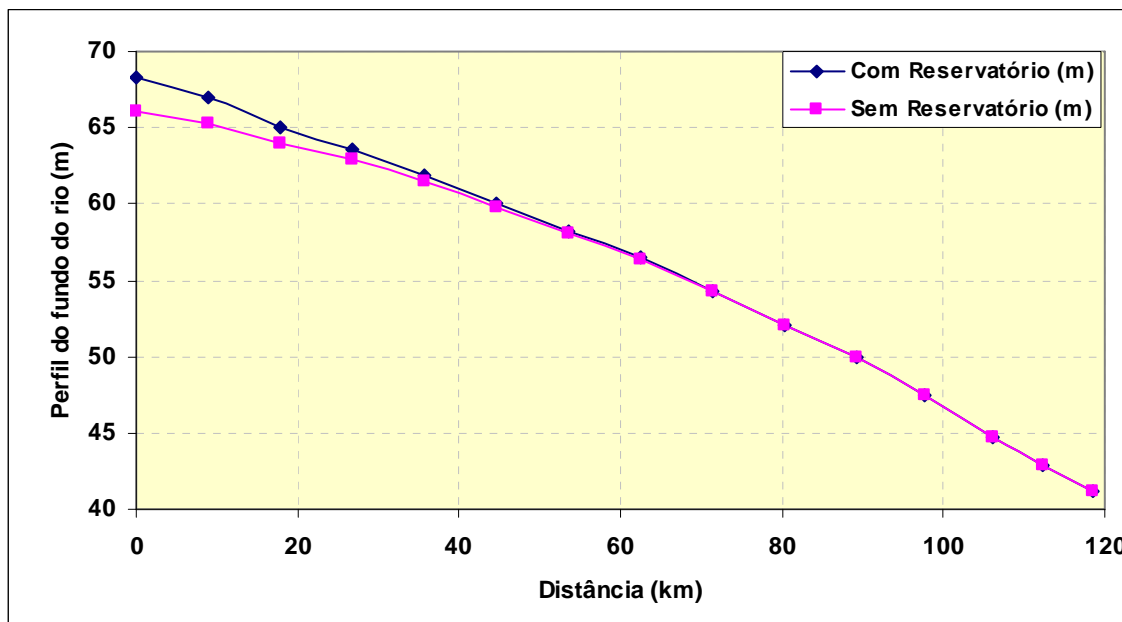


Gráfico 8.6-13 Alteração na Morfologia do Curso d'água - Van Rijn.

Tabelas 8.6-20 Equação de Ackers-White.

Seção	Distância (km)	Condição		Alterações na Morfologia (m)
		Sem Reservatório (m)	Com Reservatório (m)	
01	0,00	68,334	65,905	-2,429
02	8,94	66,950	65,211	-1,739
03	17,88	65,022	64,009	-1,013
04	26,82	63,651	62,954	-0,697
05	35,73	61,889	61,497	-0,392
06	44,65	60,035	59,778	-0,257
07	53,57	58,196	58,066	-0,130
08	62,49	56,484	56,414	-0,070
09	71,41	54,262	54,237	-0,025
10	80,33	52,050	52,036	-0,014
11	89,25	49,983	49,979	-0,004
12	97,73	47,489	47,487	-0,002
13	106,21	44,745	44,745	-0,001
14	112,34	42,926	42,925	0,000
15	118,48	41,141	41,141	0,000

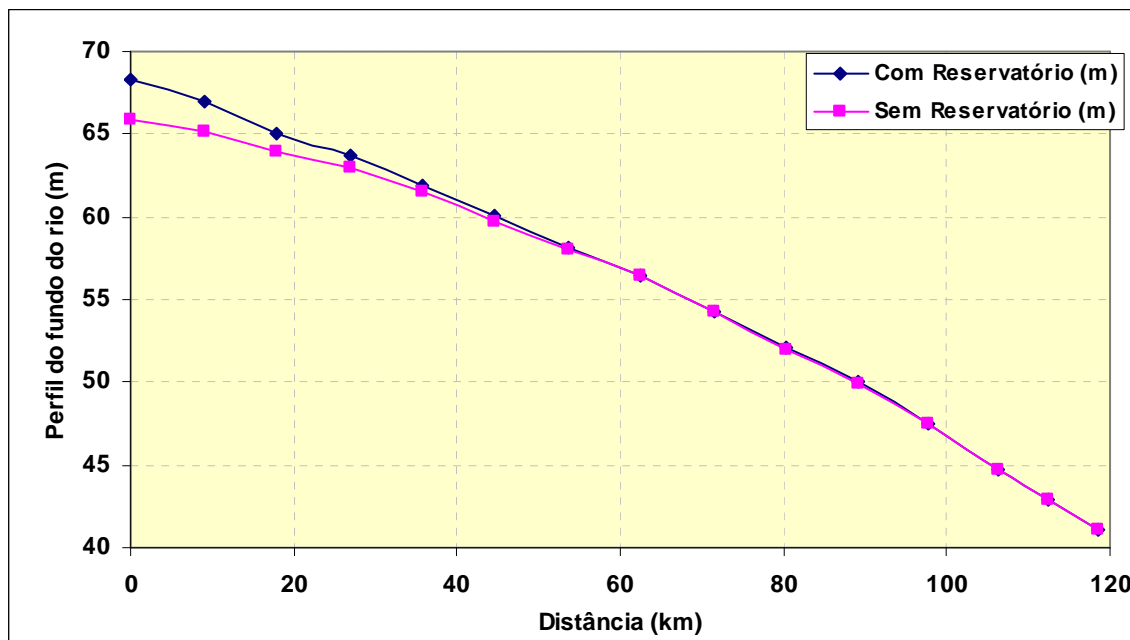


Gráfico 8.6-14 Alteração na Morfologia do Curso d'água - Ackers-White.

Tabelas 8.6-21 Equação de Brownlie.

Seção	Distância (km)	Condição		Alterações na Morfologia (m)
		Sem Reservatório (m)	Com Reservatório (m)	
01	0,00	67,728	65,489	-2,239
02	8,94	66,501	64,871	-1,630
03	17,88	64,728	63,739	-0,989
04	26,82	63,438	62,735	-0,703
05	35,73	61,758	61,336	-0,422
06	44,65	59,950	59,663	-0,287
07	53,57	58,154	57,996	-0,159
08	62,49	56,481	56,392	-0,089
09	71,41	54,270	54,234	-0,036
10	80,33	52,075	52,056	-0,020
11	89,25	49,971	49,964	-0,007
12	97,73	47,465	47,461	-0,004
13	106,21	44,650	44,649	-0,001
14	112,34	42,846	42,845	-0,001
15	118,48	41,223	41,223	0,000

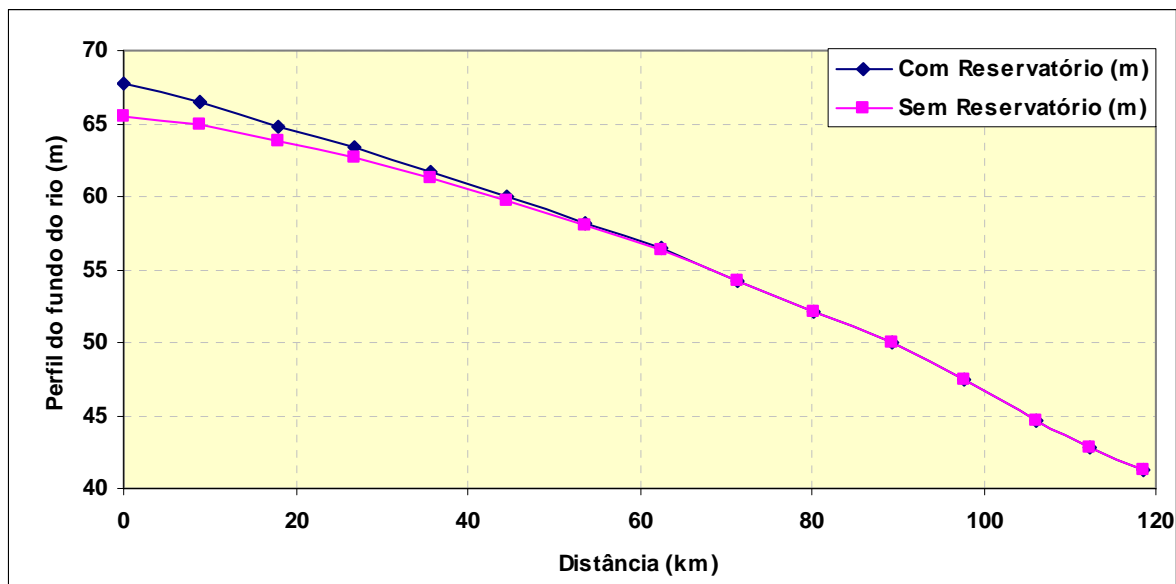


Gráfico 8.6-15 Alteração na Morfologia do Curso d'água – Brownlie.

Na Tabela 8.6-22 é apresentado um resumo dos casos simulados, indicando para cada método de cálculo, o nível de erosão esperada imediatamente a jusante do reservatório de Castelhana e uma estimativa da distância em que ocorrerá a estabilização do processo erosivo.

Tabelas 8.6-22 Resumo dos Casos Simulados.

Equação de Transporte Sólido	Erosão Imediatamente a Jusante de Castelhana (m)	Distância a partir do Eixo de Castelhana (km)
Meyer-Peter e Muller	5,519	44,65
Engelund-Hansen	3,384	80,33
Van Rijn	2,291	106,21
Ackers-White	2,429	106,21
Brownlie	2,239	112,34

Considerando-se as situações mais críticas apontadas pelas simulações, é possível observar que ao fim de 124 anos haverá uma tendência de erosão máxima de 5,5 m próximo ao pé da barragem de Castelhana, e uma estabilização do processo erosivo logo após a confluência com o rio Poti.

Ressalta-se que este cálculo é bastante conservativo, tendo em vista as seguintes questões:

- A simulação considera, para o caso de rio desenvolvido, aporte de sedimento igual a zero à montante, ou seja, o AHE Castelhana retém a totalidade da parcela do sedimento de fundo, mesmo considerando a redução do volume do reservatório previsto ao longo de 124 anos; e
- As análises não consideram o incremento de aporte de sedimento ao longo do tempo, em decorrência das alterações das condições de uso e ocupação dos solos das bacias contribuintes laterais.

• **Considerações Referentes à Erosão à Jusante**

A seguir são apresentadas algumas questões relativas às alterações sedimentométricas no baixo curso do rio Parnaíba, em função da implantação da cascata formada pelos reservatórios de Cachoeira, Estreito e Castelhana.

Alteração da Dinâmica Fluvial à Jusante

À jusante de um reservatório ocorre normalmente um processo de erosão progressiva, a partir da barragem, que se reduz gradualmente até que o rio reencontre a situação de equilíbrio, conforme o esquema apresentado na **Figura 8.6-10**. Observa-se um pivotamento em torno do ponto **O** indicado na figura, com maior profundidade de erosão junto à barragem (Simons e Senturk, 1977).

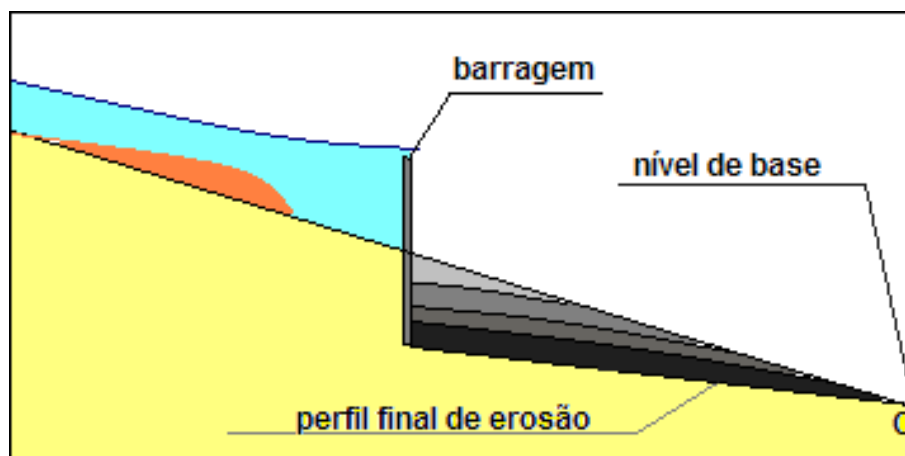


Figura 8.6-7 Processo erosivo à jusante de uma barragem.

Dessa forma, podem ocorrer alguns efeitos, como a erosão regressiva em tributários que estejam mais próximos à barragem. Neste caso, o aprofundamento do rio principal irá produzir condições de erosão de leito no rio principal, aumentando o aporte de sedimentos no trecho, conforme ilustrado na **Figura 8.6-8**.

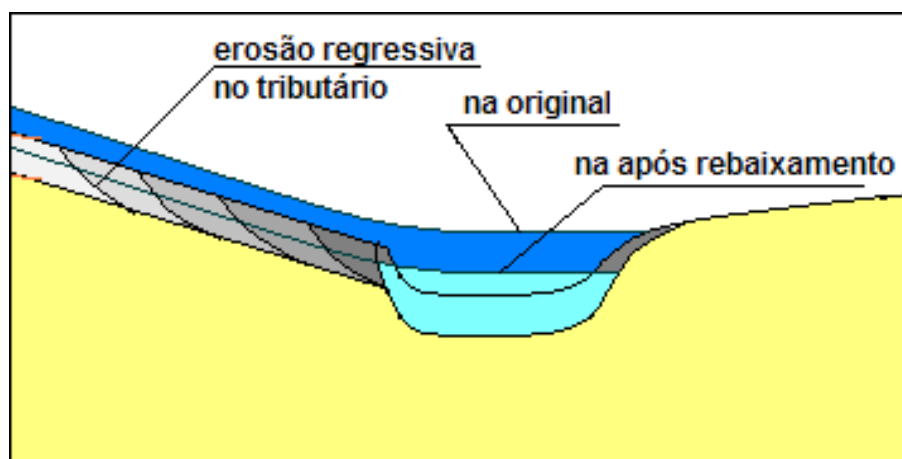


Figura 8.6-8 Erosão regressiva em afluentes próximos à barragem.

Fonte: (Simons e Senturk, 1977).

Também há situações de alteração da ocupação da bacia que podem afetar a taxa de erosão superficial de forma significativa. Em geral, as ocupações de novas fronteiras agrícolas nas bacias à jusante da barragem aumentam a produção de sedimentos reduzindo, assim, o processo erosivo. Embora não tenha sido considerado, há ainda o efeito de encouraçamento de leito, ou seja, a segregação de sedimentos formando uma carapaça de material mais grosseiro na superfície do leito, e que reduzem a taxa de erosão. Existem evidências de que tal fato ocorra na estação fluviométrica de Barão de Grajaú.

No caso da bacia do rio Parnaíba, as cartas geotécnicas indicam um maior potencial de erosão de solos no trecho inferior do rio, principalmente no que diz respeito a erosões lineares. Esta é uma forte indicação de que, dependendo do tipo de ocupação dada à bacia inferior do Parnaíba, pode-se ter uma compensação ou até uma reversão da tendência de erosão para o assoreamento.

No Brasil existem casos de processos de erosão de solo na fase de expansão da fronteira agrícola que perdura há décadas, e que ocasionam processos de instabilidade fluvial (assoreamento de leito e alargamento de seções). Um exemplo disto são os processos de erosão superficial observados no oeste dos estados de São Paulo e Paraná, e as variações das curvas-chaves de diversos postos fluviométricos da região (alteamento das cotas do leito).

Alterações do leito à jusante de Boa Esperança

Durante a inspeção de campo foi percorrida a extensão do rio Parnaíba, no trecho compreendido entre o canal de fuga de Boa Esperança até seu desemboque no mar, na região do delta do Parnaíba.

Ao longo deste percurso foi possível verificar as características morfológicas e hidráulicas da calha de escoamento, moldadas pelo aporte de sedimentos e de vazões provenientes de diversos tributários laterais.

No trecho inicial inspecionado, à jusante do reservatório de Boa Esperança, o rio Parnaíba apresenta leito e margens com conformação rochosa, largura do rio da ordem de 100 m e escoamento bastante turbulento, com velocidade próxima a superfície da água igual a 1,5 m/s. Ao longo deste percurso observou-se também a presença de ilhas e afloramentos igualmente rochosos, formando pequenos trechos em corredeiras, evidenciando o caráter erosivo da água liberada pelo reservatório de Boa Esperança.

A coleta de sedimento de fundo realizada no centro do rio revelou apenas a presença de seixos graúdos com aproximadamente 50 mm de diâmetro, atestando a alta retenção promovida pelo reservatório de Boa Esperança, que segundo estimativas, apresenta capacidade de reter 95 % da carga de sedimento afluyente.

À medida que se dirige para jusante verifica-se uma progressiva redução dos diâmetros dos sólidos coletados, sendo verificadas na seqüência, dimensões da ordem de 40 mm e 30 mm.

A presença de areia mesclada com seixo de pequenas dimensões começa a ser evidenciada a partir do sexto ponto de amostragem, situado após a confluência do rio Gurguéia, em um ponto distante aproximadamente 30 km à jusante do aproveitamento de Boa Esperança.

À medida que se desloca para jusante, observa-se uma alteração nas características das margens e leito do rio Parnaíba, com a presença cada vez mais freqüente de bancos de areia, podendo-se constatar uma tendência de recuperação de sedimento de fundo próximo a cidade de Floriano, situado a aproximadamente 73 km do reservatório de Boa Esperança, onde já se observa a presença de diversas dragas de exploração de areia.

A partir deste ponto, a ocorrência de banco de areia, e o assoreamento do rio Parnaíba se tornam gradativamente mais intenso. À medida que recebe os diversos tributários laterais, o leito principal torna-se cada vez mais alargado, característica esta típica de zonas deposicionais. Destes tributários destacam-se, na seqüência, os cursos dos rios Canindé, Poti, e finalmente o rio Longa já próximo à foz, que contribui com uma carga expressiva de sedimentos. Em muitos trechos de rios a locomoção por voadeira foi dificultada em função da presença de bancos de areia e cordões de sedimento, que diminuem o calado do rio.

Arranjo das Estruturas Vertentes dos Aproveitamentos

Os três aproveitamentos previstos à jusante de Boa Esperança, respectivamente, Cachoeira, Estreito e Castelhana, se caracterizam por possuir reduzida capacidade de reservação, condicionando a formação de reservatórios que se assemelham a condições de rios. Verificam-se tempos de residência da água variando entre cinco e nove dias e alturas de queda para geração, próximas dos 11 metros.

O arranjo das estruturas hidráulicas prevê a utilização de turbinas do tipo bulbo e estruturas vertentes, e a tomada d'água para a casa de força implantadas em cotas próximas ao fundo do rio, fatores que favorecem a veiculação de sedimentos para jusante. Na **Tabela 8.6-20** são apresentadas as cotas de referência associadas a estas estruturas.

Tabela 8.6-20 Cotas das Estruturas Vertentes.

Estruturas	Cachoeira (m)	Estreito (m)	Castelhana (m)
Cota do fundo do Rio	109,00	103,33	73,00
Cota do Canal de Aproximação	99,00	85,00	70,00
Cota da soleira do vertedor	105,42	90,00	75,00
Cota do fundo do Canal de Adução	87,00	72,50	58,25
Cota da soleira da tomada d'água	88,83	74,45	59,70

Verifica-se que, de forma geral, os níveis da soleira do vertedor e da soleira da tomada d'água situam-se abaixo da cota do fundo do rio, fatores que favorecem a veiculação de sedimentos para jusante.

Análise da Curva-chave

As transformações ocorridas nas equações das curvas-chave também constituem um indicativo das transformações que ocorreram na morfologia da calha de escoamento. Nesta questão inserem-se as alterações promovidas pelo reservatório de Boa Esperança, implantado no ano de 1970, o que perfaz 33 anos de operação.

No **Gráfico 8.6-16** são apresentadas as alterações observadas na curva-chave da estação de Fazenda Veneza, detalhada por grupo de medições de descarga líquida e sólida realizada em cada década.

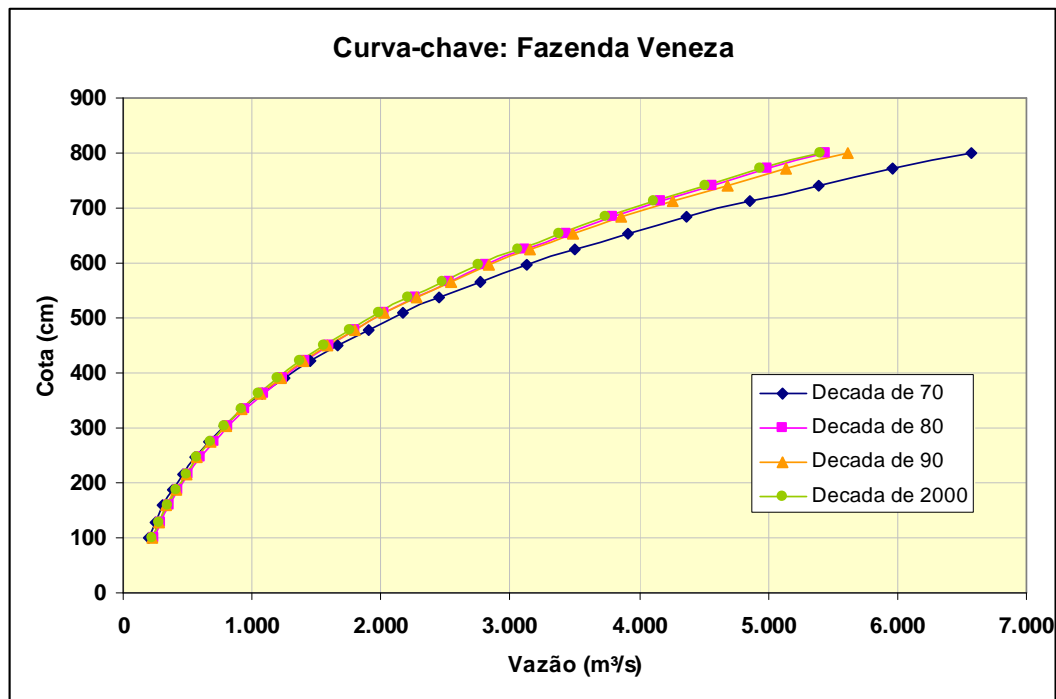


Gráfico 8.6-16 Curva-chave de Sedimentos – Estação Fazenda Veneza.

O histórico observado nesta estação aponta vazões variando entre 132 m³/s e 4.476 m³/s e média de longo termo igual a 558 m³/s.

Verifica-se uma perfeita coincidência da curva para vazões até próximas de 1.500 m³/s, podendo-se inferir uma estabilidade do leito para esta faixa de vazões. Para vazões da ordem de 4.500 m³/s, as alterações observadas assinalam uma elevação do nível d'água da ordem de 0,50 m, ou seja, ocorreu uma tendência a processo de assoreamento da calha de escoamento.

Este fato deve-se provavelmente à atenuação dos níveis das grandes cheias promovida pelo aproveitamento de Boa Esperança e que, por sua vez, acarreta uma redução no transporte de sedimento, na fase das altas vazões.

Vida Útil dos Aproveitamentos

Na estimativa da vida útil dos aproveitamentos foi considerada a seguinte seqüência:

- Cálculo da descarga sólida em suspensão, aplicando-se a curva-chave de sedimentos a série de vazões médias mensais afluentes aos eixos de cada barragem, definida no período de janeiro de 1931 a dezembro de 2004;
- Cálculo do deflúvio sólido médio anual, obtido através da soma das cargas de transporte sólido em suspensão e de arrasto. A parcela relativa à descarga sólida de arraste foi adotada igual a 20% do valor obtido para a descarga sólida em suspensão;
- O volume final obtido foi duplicado a fim de se prever um provável incremento da produção de sedimentos na bacia devido ao aumento da erosão por efeito de ações antrópicas;

- Estimativa da retenção de sedimentos, avaliada através do emprego da curva de eficiência de retenção de sedimentos em reservatórios, de acordo com o estabelecido por Brune, que adota como referência a seguinte relação: (capacidade do reservatório)/(volume afluente anual).

Na **Tabela 8.6-24** é apresentado para cada reservatório o valor percentual de retenção de sedimentos, a sua vida útil operando isoladamente (primeira adição) e os valores das descargas sólidas totais afluentes.

Tabela 8.6-24 Tabela Síntese das Análises Sedimentométricas.

Reservatório	Retenção de Sedimentos (%)	Vazão Média (m³/s)	Volume (m³ x 10 ⁶)	Vida Útil (anos)	Sedimento (t/ano)x10 ⁶
Cachoeira	56	484	236	190	1,22
Estreito	60	494	308	270	1,22
Castelhano	63	557	444	105	3,81

Conclusões

Após a construção de um reservatório ocorrerá um processo natural de erosão progressiva, que vai se atenuando à medida que se caminha para jusante, conforme se apresentou anteriormente. O principal questionamento focado neste estudo trata da preocupação de que esse processo erosivo pudesse afetar a zona do delta do Parnaíba.

Dentro das disponibilidades de dados hidrológicos e sedimentológicos históricos do rio Parnaíba e de outros levantados em campanhas, foram realizadas simulações matemáticas possíveis para analisar a extensão do processo erosivo. Utilizando várias equações de transporte sólido, de uso consagrado, conclui-se que a influência dos barramentos não deverá ultrapassar a confluência do rio Poti, situado a aproximadamente 106 km à jusante de Castelhano.

Para completar as análises lançou-se mão de outras abordagens independentes. A primeira, que se pode considerar como a mais importante, trata da análise do processo erosivo causado pelo reservatório de Boa Esperança. Este reservatório foi projetado com grande capacidade de regularização de vazões, ao contrário dos empreendimentos que estão sendo analisados. Por esta razão tem uma capacidade de retenção de sedimentos muito maior e, por conseguinte, de erosão à jusante. Dessa forma, os reservatórios de Cachoeira, Estreito e Castelhano pouco teriam a contribuir, em decorrência de suas dimensões e por estar à jusante de um reservatório que já vem retendo a quase totalidade dos sedimentos produzidos na bacia à montante por cerca de quatro décadas.

Durante as campanhas verificou-se que, à jusante do reservatório de Boa Esperança, o leito do rio Parnaíba era constituído predominantemente por seixos e cascalhos com diâmetros da ordem de 50 mm até uma distância da ordem de 40 km à jusante, a partir desse ponto a constituição voltava a ser de areias com pouca variação granulométrica até o delta. Esta é uma evidência da extensão da influência do processo erosivo à jusante da barragem, com valor compatível ao que foi determinado na simulação matemática. O processo de segregação de sedimentos, também conhecido como encouraçamento do leito, é comum em áreas sujeitas à erosão, e o fato de desaparecer mais à jusante significa que houve a retomada da situação de equilíbrio.

Outra evidência importante é que a influência do reservatório de Boa Esperança nos processos erosivos não afetou as curvas-chaves de jusante, ou seja, estas seções de régua permanecem estáveis desde a construção da barragem, há cerca de quatro décadas. Se for tomada como exemplo a curva-chave de Fazenda Veneza, distante de Boa Esperança cerca de 250 km, pode-se observar que não seria possível que o reservatório de Castelhana fosse capaz de afetar a zona do delta, que se localiza a aproximadamente 490 km à jusante.

Durante as campanhas verificou-se que o trecho inferior do rio Parnaíba visualmente tinha características de uma zona deposicional, com seções bastante alargadas e grandes formações de bancos de areia. As imagens de satélite evidenciam bem esta afirmação, portanto, não são esperados processos erosivos nesta região, onde já existe um nível de base (nível do mar) estabilizado. De maneira contrária, existe uma percepção da população local de que o rio Parnaíba sofre processo de assoreamento nessa região.

Finalizando, a realidade mostra que as ações antrópicas na bacia, por seu caráter extensivo, tendem a transformar o meio, aumentando a produção de sedimentos (ocupação agrícola inadequada, grandes movimentos de terra, mineração, etc.), ao passo que a construção de barragens, principalmente como as que vêm sendo projetadas nos últimos tempos (usinas a fio d'água), tem um caráter pontual com uma ação localizada. Para se ter uma idéia, no rio Paraíba do Sul, no estado de São Paulo, a atividade de extração do leito do rio de meia dezena de mineradores de areia tem um efeito da mesma ordem de grandeza que o reservatório Paraibuna-Paraitinga, que é um reservatório de grande capacidade. Outros exemplos de ações diferentes poderiam ser citados, como os processos de erosão superficial observados no oeste dos estados de São Paulo e Paraná já mencionados anteriormente, que há algumas décadas aumentaram consideravelmente a produção de sedimentos, criando instabilidades fluviais. Estes exemplos são apenas para citar que, a longo prazo (décadas), podem até ocorrer outras intervenções na bacia, e que a retenção de sedimentos nos reservatórios pode até ser positiva, como forma de compensação do incremento de sua produção na bacia de contribuição.

Anexo I

Documentação Fotográfica Meio Físico

AHE Castelhana



Foto 8.1-1 Afloramento da Formação Piauí mostrando a predominância de um arenito róseo com estratificação cruzada de médio porte na base, na parte mediana uma alternância de argilito/siltito laminado e arenito fino, e no topo, um arenito conglomerático.



Foto 8.1-2 Panorâmica da ombreira esquerda no eixo da futura barragem.



Foto 8.1-3 Sondagem SM-502 - 31,52 a 34,99 m.

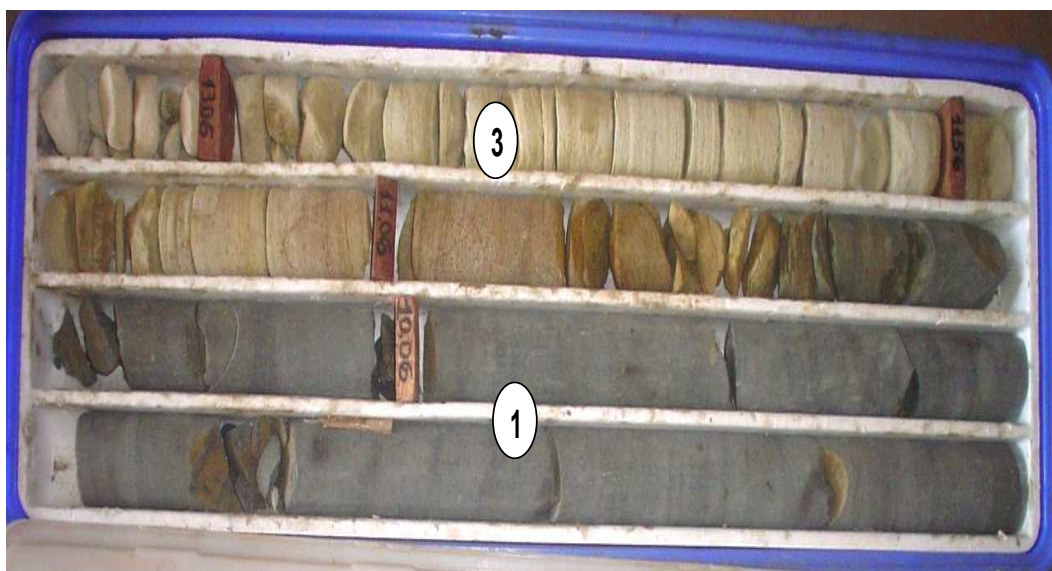


Foto 8.1-4. Sondagem SM-514 Contato entre a Formação Sardinha e a Formação Piauí.



Foto 8.2-1 Relevo de colinas suavemente onduladas nas margens do rio Parnaíba na região de Castelhana.



Foto 8.2-2 Aspecto do terraço marginal do rio Parnaíba, observa-se cobertura vegetal muito densa.



Foto 8.2-3 Eixo do AHE Castelhana com relevo de vales pedimentados e dissecados em ravinas com relevo suave ondulado.



Foto 8.2-4 Vales pedimentados com relevo suave ondulado na área de alagamento (vista para jusante, sede municipal de Palmeirais).



Foto 8.2-5 Vales pedimentados com relevo suave ondulado (vista para jusante, a jusante da confluência com riacho das Pedras). Superfícies Estruturais Tabulares ao fundo, fora da área de inundação.



Foto 8.2-6. Vales pedimentados com relevo suave ondulado (vista para jusante). Residuais próximos a calha do rio e Superfície Estrutural Tabular ao fundo.



Foto 8.2-7 Vales pedimentados com relevo suave ondulado (vista para montante); confluência dos rios Parnaíba (D) e Canindé (E).



Foto 8.2-8 Vales pedimentados com relevo suave ondulado (remanso do reservatório, vista para jusante). Superfícies Estruturais Tabulares ao fundo, fora da área de alagamento.

8.7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 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.
- 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.
- 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. Instituto de Geociências, USP, São Paulo. Tese de Doutorado (2V), 259p. 1983.
- COSTA E SILVA. Et Al. Critérios para a caracterização geotécnica de maciços rochosos para obras subterrâneas. Congresso de Engenheiros, Ordem dos Engenheiros, Vidago em 2001.
- 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. **Atlas Digital dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Piauí, Fortaleza – CE, 2004.**
- CRUZ, W.B.; FRANÇA, H.P.M. **Água Subterrânea Sob Condições Artesianas na Área de Picos-Piauí.** Recife/PE. SUDENE. 79 p. 1967.
- 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.; 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. da. 1986. **Evolução paleozóica da Bacia do Parnaíba e seu arcabouço tectônico.** 107 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- 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.
- 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.
- FEITOSA, E.C. *et.al.* **Fronteiras Detectadas em testes de aquíferos na Formação Cabeças/PI.** In: II SIMPOSIO 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.
- 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.
- 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. **Sobre alguns trilobitas carboníferos do Piauí e do Amazonas.** Divisão de Geologia e Mineralogia, Boletim, Rio de Janeiro, n. 135, p. 1-38. 1951.
- KEGEL, W.; COSTA, M. T. **Espécies neopaleozóicas do Brasil, da família Aviculopectinidae, ornamentadas com costelas fasciculadas.** Divisão de Geologia e Mineralogia, Boletim..., Rio de Janeiro, n. 137, p. 1-48, 1951.
- LEITE, J. F.; ABOARRAGE, A. M.; DAEMON, R. F. **Projeto Carvão da Bacia do Parnaíba. Relatório Final das Etapas II e III.** DNPM/CPRM, Recife, 5 v. 1975.
- LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**, 3ª ed., SBSC/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.
- 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.
- 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 Projetc/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, 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.

9. Área de Influência Direta AID do Meio Biótico.

9 ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID DO MEIO BIÓTICO

9.1 ECOSISTEMAS TERRESTRES

9.1.1 Introdução

O presente estudo trata da caracterização dos ecossistemas terrestres, flora e fauna vertebrada, diagnosticados na Área de Influência Direta (AID) do AHE Castelhana. Ressalta-se que a Área de Influência Direta (AID) é aquela passível de receber os impactos diretos e mais significativos gerados pela implantação do AHE em estudo. A AID foi definida como a área de inundação na cota máxima normal acrescida da APP (Área de Preservação Permanente¹) do Reservatório, conforme o Termo de Referência (TR) emitido pelo IBAMA em 2005.

A superfície definida como Área de Influência Direta é formada pelas áreas a serem ocupadas pelo empreendimento propriamente dito e pelas áreas destinadas à instalação da infra-estrutura necessária à implantação e operação do empreendimento: os diversos acessos até a obra, bem como a infra-estrutura de apoio do empreendimento, áreas de empréstimo, de bota-fora e os canteiros de obras

9.1.2 Mapeamento e Caracterização do Uso de Solo e Cobertura Vegetal

O Mapa de Uso do Solo/ Vegetação para a AHE Castelhana apresenta as categorias de vegetação e uso do solo para a AII e para a AID é apresentado no **Anexo VI, Cap 6- AII do Meio Biótico**.

Neste mesmo capítulo é apresentada também uma tabela (**Tabela 6.1.3-1**) mostrando a quantificação da vegetação da AII e da AID, bem como a relação percentual entre elas. Cabe ressaltar que esse mapa foi elaborado a partir da fotointerpretação analógica de imagens de satélite Landsat 5, datadas de julho e agosto de 2008, associado a utilização do sistema de informações geográficas “Arcview”. As categorias da legenda relativas ao tema vegetação foram baseadas na classificação do IBGE (Veloso, 1991) e associadas, para as formações savânicas ou de cerrado, às de Coutinho (1978).

O mapeamento dos acessos e das infra-estruturas de apoio, canteiros de obra, bota-fora etc. apresentam dimensões muito reduzidas em relação ao reservatório e estão descritos e quantificados no item “Impacto sobre a Perda e Supressão da Vegetação Nativa” do “**Vol.IV Identificação, Caracterização e Identificação de Impactos**”, bem como a quantificação da vegetação por categoria/fitofisionomia que será afetada e as áreas de vegetação que deverão ser suprimidas anteriormente ao enchimento do reservatório, para se evitar problemas de degradação da qualidade da água.

9.1.3 Procedimentos Metodológicos

9.1.3.1. Metodologia Geral

A metodologia adotada para o estudo dos ecossistemas terrestres da referida AID está apresentada no Volume II, Tomo I, Item 1.2.

¹ Segundo o artigo 3º da Resolução CONAMA nº302/2002 e seus incisos,. Esta resolução dispõe sobre parâmetros, definições e limites de APP de reservatórios artificiais e regime de uso do entorno, em áreas urbanas, estabelecidas em 30 metros ou áreas rurais, estabelecidas em 100 metros

9.1.4 Vegetação

9.1.4.1. Métodos

9.1.4.1.1. Fitofisionomias

A análise fitofisionômica da AID foi realizada conforme descrito anteriormente para a AII.

Para tal levantamento, além das sete estações agrupadas em tipologias savânicas e florestais (**Tabela 9.1.4-2**) previamente e aleatoriamente distribuídas, procurou-se também caracterizar o maior número de áreas possível localizados na AID, e de preferência as mais representativas, ou seja, de maior área. Inicialmente foi percorrida 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 Ribeiro Gonçalves produzidos em 2009, com os pontos determinados para a realização dos levantamentos. A partir desse trabalho identificaram-se as principais fitofisionomias ocorrentes na AID, utilizando para a sua classificação parâmetros como o predomínio de ervas, arbustos ou árvores, presença de dossel e grau de intervenção antrópica.

9.1.4.1.2. Florística e Fitossociologia

Para a análise da vegetação da Área de Influência Direta (AID) foram utilizados os mesmos procedimentos empregados para a Área de Influência Indireta (AII) no que se refere aos levantamentos florísticos e fitossociológicos, sendo realizados estudos em duas campanhas (fevereiro/março e maio de 2009), para então serem instaladas estações de levantamento fitossociológico segundo o método de Ponto quadrante (**Tabela 9.1.4-1**).

Tabela 9.1.4-1. Total de estações, campanhas, pontos quadrantes e indivíduos amostrados por fitofisionomia durante a amostragem da vegetação presente na Área de Influência Direta (AID) do AHE Castelhanao.

Fisionomia	Total de estações	Campanhas	Total de pontos	Estações	Total de indivíduos amostrados
AID- Savânica	4	2	160	42, 99, 94, 92	640
AID- Florestal	4	2	160	38, 49, 77, 61	640

9.1.4.1.3. Caracterização Fitofisionomica

Todas as categorias de vegetação encontradas na AID (**Tabela 9.1.4-2**) também se apresentam na AII, sendo descritas acima no item referente à Área de Influência Indireta. As **Fotos de 9.1.4.1-1 a 9.1.4.1-5** no **Anexo II** ilustram as fitofisionomias presentes na AID do AHE Castelhanao.

Tabela 9.1.4-2. Estações analisadas pertencentes ao Empreendimento Castelhana com seus respectivos números, área, Fitofisionomia e localização.

Estação	Tipo	Fitofisionomia	Coordenadas E	Coordenadas N
38	FLORESTA	Savana Florestada (Cerradão)	719377	9325112
49	FLORESTA	Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Babaçual)	739655	9310293
92	FLORESTA	Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Babaçual)	709237	9363872
42	SAVANA	Savana Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)	710734	9343173
77	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)-	710475	9359977
61	FLORESTA	Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Babaçual)	715597	9333813
89	FLORESTA	Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Babaçual)	711875	9359977
91	FLORESTA	Savana Florestada alterada (Cerradão) - Vegetação Florestal-	724235	9323193
99	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)-	719674	9323791
94	SAVANA	Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)-	719377	9324394

9.1.4.2. Florística

A composição florística da AID apresentou 94 espécies distribuídas em 32 famílias (**Tabela 9.1.4-3**). 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.

Das espécies amostradas neste estudo, em que foi dada ênfase as espécies arbóreas e arbustivas, uma espécie está citada na listagem das espécies da flora ameaçadas de extinção: *Myracrodruon urundeuva*. Ressalta-se que *Astronium fraxinifolium* está na lista com deficiência de dados (Instrução Normativa IBAMA N° 06 de 26/09/2008).

Tabela 9.1.4-3 Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Direta (AID) do AHE Castelhana.

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito
		Primeira	Segunda	
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allem.		X	
	<i>Anacardium occidentale</i> L.	X	X	Arv.
	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	X	X	Arv.
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		X	Arv.
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	X	X	Arv.
	<i>Annona</i> sp1	X	X	Arv.
	<i>Rollinia</i> sp 3	X	X	Arb.
	<i>Rollinia</i> sp.2	X	X	Arb.
	<i>Rollinia</i> sp1	X	X	Arb.
Apocynaceae	<i>Himatanthus mucosa</i> (Müll. Arg.) Woodson		X	
	<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	X	X	Arv.
Arecaceae	<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	X		Arv.
	<i>Bactris</i> sp1	X		Arb.
	<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E.Moore	X		Arv.
Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore		X	Arv.
	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson		X	Arv.
	<i>Tabebuia</i> sp2	X	X	Arv.
	<i>Protium heptaphyllum</i> March.		X	Arv.
Caesalpinioideae	<i>Caesalpinia bracteosa</i> Tul.	X	X	Arv.
	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	X	X	Arv.
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf		X	Arb.
	<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	X	X	Arv.
	<i>Hymenaea aurea</i> Y.T.Lee & Langenheim		X	Arv.
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.		X	Arv.
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	X	X	Arv.
	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Colladon) H.S.Irwin & Barneby		X	Arb.
Caryocalaceae	<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	X	X	Arv.
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.		X	Arb.
Clusiaceae	<i>Rheedia</i> sp.		X	
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum regium</i> (Schrank) Pilg.		X	Arb.

Cont.

Tabela 9.1.4-3 Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Direta (AID) do AHE Castelhana.

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito
		Primeira	Segunda	
Combretaceae	<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	X	X	Arb.
	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	X	X	Arb.
	<i>Combretum mellifluum</i> Eichler	X	X	Arb.
	<i>Terminalia actinophylla</i> Mart.	X	X	Arv.
	<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	X	X	Arv.
	<i>Terminalia glabrencens</i> Mart.		X	Arv.
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	X	X	Arv.
Ebenaceae	<i>Diospyros cf. inconstans</i> Jacq.		X	Arb.
	<i>Diospyros sericea</i> A. DC.		X	Arb.
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart.	X	X	Arb.
Flacourtiaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	X		Arb.
	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	X	X	Arb.
Icacinaceae	<i>Emmotum nitens</i> Miers		X	Arv.
Leguminosae Caesalpinioideae	<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.		X	Arv.
Leguminosae Mimosoideae	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	X	X	
	<i>Chloroleucon acacioides</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes		X	Arv.
	<i>Mimosa acustipula</i> Benth.		X	Arb.
	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	X	X	Arv.
	<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.		X	Arv.
	<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.		X	Arv.
	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	X	X	Arv.
Leguminosae Papilionoideae	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth		X	
	<i>Machaerium punctatum</i> Pers.		X	
	<i>Andira cordata</i> Arroyo ex R.T. Penn. & H.C. Lima		X	Arv.
	<i>Dalbergia micoslobium</i> Benth.		X	Arv.
	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.		X	Arv.
	<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	X	X	Arv.
	<i>Poecilanthe subcordata</i> Benth.		X	Arv.
	<i>Pterodon abruptus</i> (Moric.) Benth.		X	Arv.
	<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke		X	Arv.
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth		X	Arv.
	<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb.		X	Arv.
	<i>Byrsonima sericea</i> DC.		X	Arv.
Melastomataceae	<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.		X	

Cont.

Tabela 9.1.4-3 Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Direta (AID) do AHE Castelhana.

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito
		Primeira	Segunda	
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer		X	Arv.
Monimiaceae	<i>Siparuna</i> sp.		X	
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> cf. <i>tapacumensis</i> O.Berg		X	Arb.
	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.		X	Arb.
	<i>Eugenia</i> sp.	X	X	Arb.
	<i>Myrcia</i> cf. <i>rostrata</i> DC.		X	Arv.
	<i>Myrcia</i> sp.	X	X	Arv.
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.		X	Arv.
	<i>Psidium</i> sp 1	X	X	Arb.
	<i>Psidium</i> sp 2	X	X	Arb.
Ochnaceae	<i>Ouratea blanchetiana</i> Engl.		X	Arb.
	<i>Ouratea castaeneifolia</i> (DC.) Engl.		X	Arb.
Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	X	X	Arv.
Polygonaceae	<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.		X	Arv.
Rubiaceae	<i>Simira</i> sp.		X	
	<i>Alibertia concolor</i> K.Schum.		X	Arb.
	<i>Alibertia rigida</i> K. Schum.		X	Arb.
	<i>Alibertia sessilis</i> K.Schum.		X	Arb.
Sapindaceae	<i>Sapindus</i> sp.		X	
	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	X	X	Arv.
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> Radlk.		X	Arv.
Simaroubaceae	<i>Simaba ferruginea</i> A.St.-Hil.		X	Arv.
	<i>Simaba</i> sp 2		X	Arv.
	<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	X	X	Arv.
Sterculiaceae	<i>Helicteres mucosa</i> Mart.		X	Arb.
Verbenaceae	<i>Vitex</i> cf. <i>panshiniana</i> Moldenke	X	X	Arv.
Vochysiaceae	<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	X	X	Arv.
	<i>Callisthene microphylla</i> Warm.		X	Arv.
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	X	X	Arv.
	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	X	X	Arv.

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

9.1.4.3. Fitossociologia

9.1.4.3.1. Vegetação Savânica

A comunidade vegetal da fitofisionomia arbustiva de influência direta (AID) - Savana Arborizada (Cerrado *stricto sensu*) - apresenta 33 famílias botânicas, 45 gêneros e 67 espécies. Dentre essas, 48 (71,64%) foram identificadas até o nível específico, 10 (14,92%) foram determinadas até o nível de gênero, e 5 (7,46%) permaneceram como indeterminadas. Fabaceae e Ceasalpinoideae, ambas com 7 espécies (10,00%), foram as famílias mais ricas, seguidas de Myrtaceae e Combretaceae com 5 espécies (7,14%) (**Gráfico 9.1.4-1**). Mimosaceae, Annonaceae e Vochysiaceae com 4 espécies (5,71%), cada qual, também se destacaram quanto à riqueza de espécies. Vinte e quatro famílias apresentaram apenas uma única espécie.

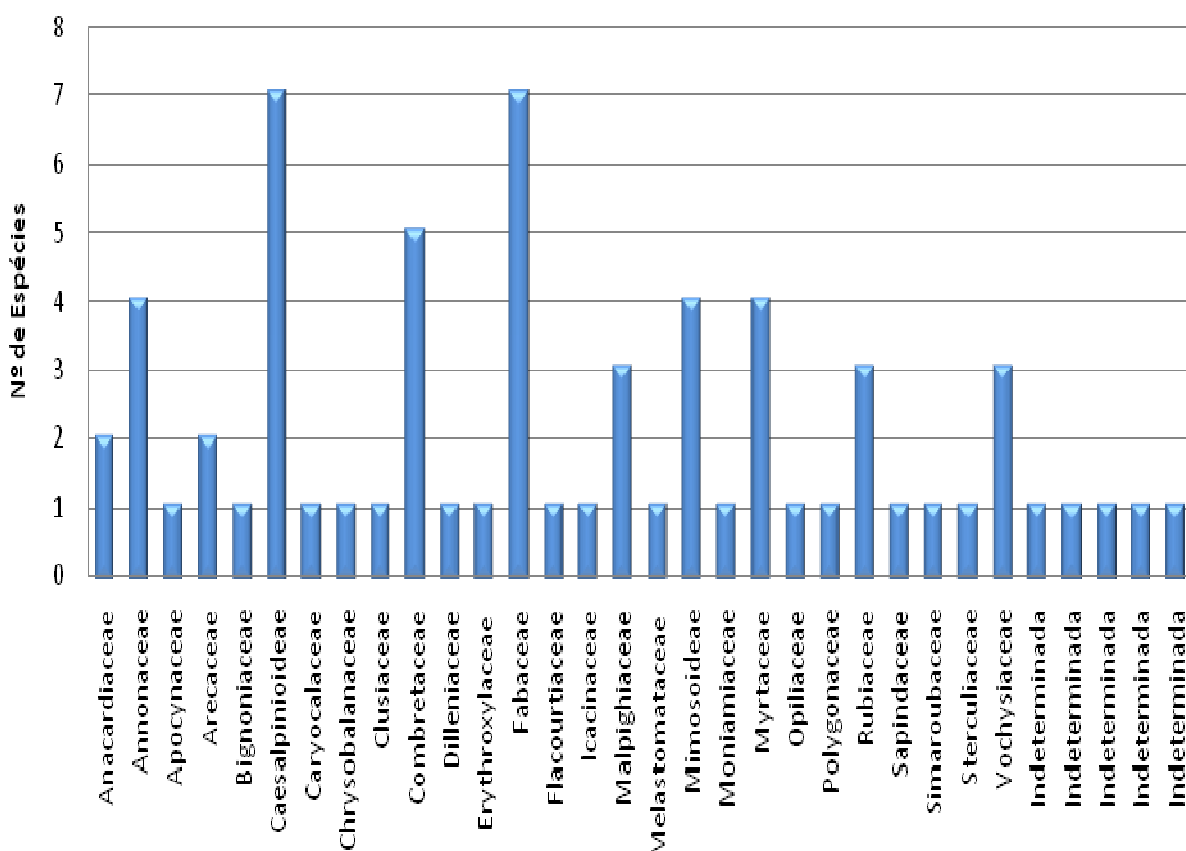


Gráfico 9.1.4-1. Riqueza de espécies por família botânica levantadas nas fitofisionomia savânicas da Área de Influência Direta - AID, do AHE Castelhana.

O ordenamento das famílias mais importante muda consideravelmente quando se analisa o número de indivíduos e não a riqueza de espécies. Arecaceae com 119 indivíduos (18,59%) foi a família mais abundante, seguida de Combretaceae com 99 indivíduos (15,47%), Malpighiaceae com 80 (12,50%) e Vochysiaceae com 66 (10,31) (**Gráfico 9.1.4-2**). Essa três famílias totalizam 46, 56% dos indivíduos amostrados. Vinte e cinco famílias totalizaram menos que dez indivíduos.

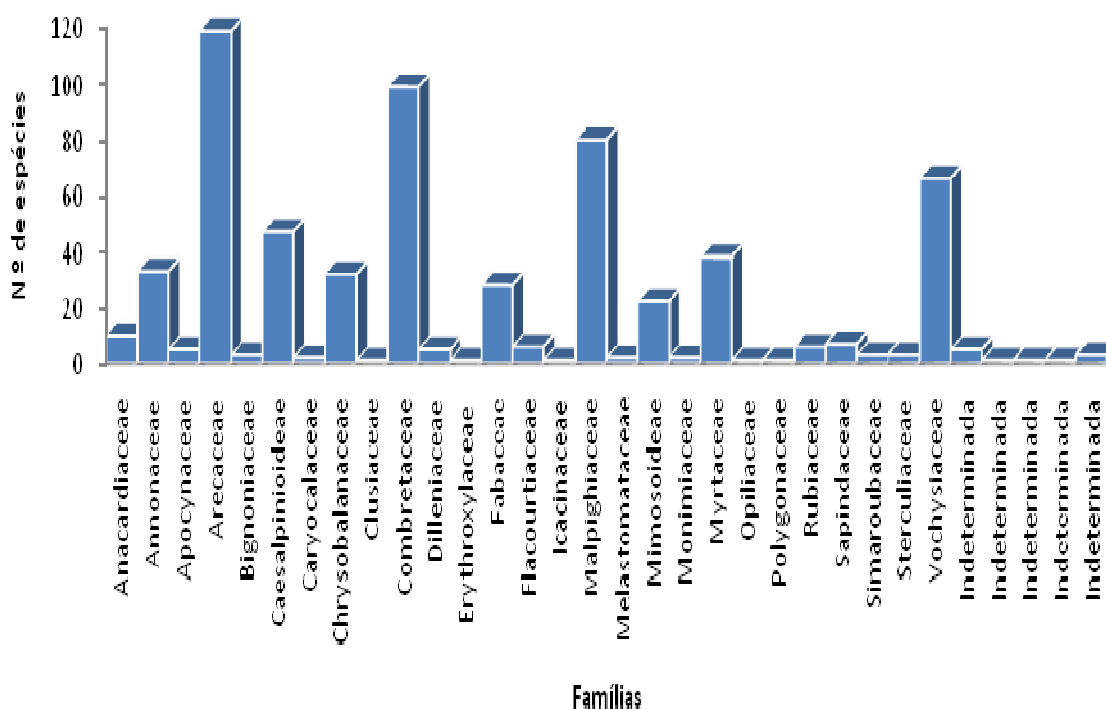


Gráfico 9.1.4-2 – Total de indivíduos por família botânica levantadas na área de influência direta, fitofisionomia Savânica, do empreendimento Castelhana.

Os indivíduos amostrados totalizaram uma Densidade Total de 1339.59 ind.ha⁻¹, sendo *Copernicia prunifera* a espécie com maior Densidade Absoluta (DA), 93 indivíduos (14,53%), seguida por *Byrsonima crassifolia* (58 indivíduos, 9,06%), *Qualea grandiflora* (39 indivíduos e 6,09%), *Combretum duarteanum* (35 indivíduos e 5,74%) e *Hirtella ciliata* com 32 indivíduos (5,00%) (**Tabela 9.1.4-4**). Essas cinco espécies somam uma densidade de 537,929 ind.ha⁻¹. A alta densidade de *C. prunifera* explica a evidência da família Arecaceae quanto à sua abundância. Cinquenta e três espécies totalizaram menos que dez indivíduos, das quais dezenove apresentaram somente um indivíduo.

A fitofisionomia em questão apresentou uma Dominância Total igual à 21,933 m².ha⁻¹. Novamente *C. prunifera* foi a espécie com maior destaque ao 30,01% de toda Dominância Relativa (DoR). Seguem no ordenamento: *A. speciosa* (20,58%), *Parkia platycephala* (6,64%), *Terminalia glabrencia* (5,7%), *Terminalia fagifolia* (4,3%).

A Frequência Total da área foi de 277,5. As mesmas espécies com maiores densidades são, na mesma ordem, as mais freqüentes: *C. prunifera*, Frequência (7,43%), *B. crassifolia*, (6,76%), *Q. grandiflora* (5,63%), *C. duarteanum* (5,41%), e *H. ciliata* (4,95%). Portanto, estas espécies também se destacaram pela elevada densidade. Vinte espécies apresentaram-se pouco freqüentes na área, por serem amostradas com um único indivíduo na área.

Evidentemente, ao somar a maior densidade, dominância e freqüência, *C. prunifera* foi a espécie com maior Valor de Importância (VI), 51,97 (17,32% do total). Em porcentagem (VI%), essa espécie apresentou mais que o dobro do VI da segunda espécie, *A. speciosa*, 28,69 (9,56%). Seguem na listagem de importância: *B. crassifolia*, com VI igual a 17,434 (5,81%), *Q. grandiflora* com 15,921 (5,3%) e *H. ciliata* 13,4 (4,47%) (**Tabela 9.1.4-4**). Dessas cinco espécies, que somam 42,46% de todo o VI da amostra, quatro estavam no

ordenamento das mais densas e mais freqüentes, e apenas duas no ordenamento das mais dominantes. Cinquenta espécies totalizaram um VI (%) menor que 1,00.

A carnaúba (*Copernicia prunifera*) é uma planta perenifólia, heliófita, seletiva higrófila, característica dos vales da Caatinga. Vegeta socialmente, isto é, em populações puras ao longo de rios e vales, preferencialmente em solos argilosos aluviais e, suportando alagamento no período chuvoso. Longe do leito dos rios pode ocorrer em associação com outras espécies (Lorenzi, 2000), nas fisionomias savânicas da AID foi encontrada em todas as estações com indivíduos esparsos, distribuídos ao longo das formações arbustivas.

Assim, devido à posição geográfica ocupada pela AID – Savânica, mais próxima ao rio, e portanto, com maior umidade, a sua vegetação é formada por espécies de Cerrado em associação muito intensa com as palmeiras babaçu e carnaúba.

Tabela 9.1.4-4. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas fisionomias savânicas da área de influência direta (AID), ordenadas segundo o Valor de Importância (VI) - AHE Castelhanao.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E.Moore	93	3.1444	14.53	7.43	30.01	17.32
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	26	2.156	4.06	4.05	20.58	9.56
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	58	0.1692	9.06	6.76	1.61	5.81
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	39	0.4388	6.09	5.63	4.19	5.3
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	30	0.4511	4.69	4.28	4.3	4.42
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	16	0.6956	2.5	3.6	6.64	4.25
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	35	0.1147	5.47	5.41	1.1	3.99
<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	25	0.2953	3.91	3.15	2.82	3.29
<i>Terminalia glabrencens</i> Mart.	11	0.5977	1.72	2.25	5.7	3.23
<i>Rollinia</i> sp.2	26	0.1275	4.06	3.15	1.22	2.81
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	20	0.0651	3.13	3.83	0.62	2.52
<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb.	21	0.0397	3.28	3.38	0.38	2.35
<i>Anacardium occidentale</i> L.	8	0.3063	1.25	1.8	2.92	1.99
<i>Combretum mellifluum</i> Eichler	14	0.0622	2.19	2.7	0.59	1.83
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	11	0.071	1.72	2.48	0.68	1.62
<i>Myrcia</i> sp.	12	0.0054	1.88	2.25	0.05	1.39
<i>Psidium</i> sp 1	10	0.0221	1.56	1.8	0.21	1.19
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	9	0.0546	1.41	1.58	0.52	1.17
<i>Caesalpinia bracteosa</i> Tul.	9	0.0235	1.41	1.8	0.22	1.14
<i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC.	9	0.0122	1.41	1.35	0.12	0.96
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Colladon) H.S.Irwin & Barneby	7	0.0378	1.09	1.35	0.36	0.94
<i>Sapindus</i> sp.	7	0.0084	1.09	1.58	0.08	0.92
<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	2	0.199	0.31	0.45	1.9	0.89
<i>Curatela americana</i> L.	5	0.0695	0.78	1.13	0.66	0.86

Tabela 9.1.4-4. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas fisionomias savânicas da área de influência direta (AID), ordenadas segundo o Valor de Importância (VI) - AHE Castelhanao.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Hymatanthus mucosa</i> (Müll. Arg.) Woodson	5	0.0681	0.78	1.13	0.65	0.85
<i>Mimosa acutistipula</i> Benth.	3	0.1283	0.47	0.68	1.22	0.79
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	6	0.0123	0.94	1.13	0.12	0.73
<i>Annona</i> sp.	5	0.023	0.78	1.13	0.22	0.71
<i>Dalbergia micoslobium</i> Benth.	4	0.0619	0.63	0.9	0.59	0.71
Indeterminada 5	5	0.0329	0.78	0.9	0.31	0.67
<i>Eugenia</i> cf. <i>tapacumensis</i> O.Berg	6	0.0055	0.94	0.9	0.05	0.63
<i>Callisthene microphylla</i> Warm.	4	0.0179	0.63	0.9	0.17	0.57
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	3	0.0427	0.47	0.68	0.41	0.52
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	2	0.0777	0.31	0.45	0.74	0.5
<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.	3	0.0339	0.47	0.68	0.32	0.49
<i>Tabebuia serratifolia</i> G.Nicholson	3	0.0499	0.47	0.45	0.48	0.47
<i>Helicteres mucosa</i> Mart.	3	0.0337	0.47	0.45	0.32	0.41
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	2	0.0491	0.31	0.45	0.47	0.41
<i>Andira cordata</i> Arroyo ex R.T. Penn. & H.C. Lima	3	0.0091	0.47	0.68	0.09	0.41
Indeterminada 1	3	0.005	0.47	0.68	0.05	0.4
<i>Alibertia concolor</i> K.Schum.	3	0.0033	0.47	0.68	0.03	0.39
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	3	0.0194	0.47	0.45	0.19	0.37
<i>Pterodon abruptus</i> (Moric.) Benth.	2	0.0139	0.31	0.45	0.13	0.3
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	2	0.0104	0.31	0.45	0.1	0.29
<i>Siparuna</i> sp.	2	0.0027	0.31	0.45	0.03	0.26
Indeterminada 2	3	0.0014	0.31	0.45	0.01	0.26
Indeterminada 3	3	0.0012	0.31	0.45	0.01	0.26
Indeterminada 4	3	0.0006	0.31	0.45	0.01	0.26
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1	0.0368	0.16	0.23	0.35	0.24
<i>Rheedia</i> sp.	1	0.0286	0.16	0.23	0.27	0.22
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf	1	0.0259	0.16	0.23	0.25	0.21
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	1	0.0199	0.16	0.23	0.19	0.19
<i>Simira</i> sp.	2	0.0026	0.31	0.23	0.02	0.19
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	1	0.0127	0.16	0.23	0.12	0.17
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	1	0.0081	0.16	0.23	0.08	0.15
<i>Rollinia</i> sp1	1	0.005	0.16	0.23	0.05	0.14
<i>Machaerium punctatum</i> Pers.	1	0.005	0.16	0.23	0.05	0.14

Cont.

Tabela 9.1.4-4. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas fisionomias savânicas da área de influência direta (AID), ordenadas segundo o Valor de Importância (VI) - AHE Castelhana.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Hymenaea aurea</i> Y.T.Lee & Langenheim	1	0.0039	0.16	0.23	0.04	0.14
<i>Alibertia rigida</i> K. Schum.	1	0.0032	0.16	0.23	0.03	0.14
<i>Annona coriacea</i> Mart.	1	0.0011	0.16	0.23	0.01	0.13
<i>Psidium</i> sp 2	1	0.0002	0.16	0.23	0	0.13
<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart.	1	0.0002	0.16	0.23	0	0.13
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	1	0.0002	0.16	0.23	0	0.13
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	6	0.063	0.94	1.35	0.6	0.96
<i>Emmotum nitens</i> Miers	1	0.0145	0.16	0.23	0.14	0.17
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	1	0.0072	0.16	0.23	0.07	0.15
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	32	0.361	5	4.95	3.45	4.47

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

Os indivíduos apresentaram uma altura média de 5,01 metros e *A. speciosa* foi a espécie que apresentou a maior altura registrada na área com 26 m, bem como a única representante nas maiores classes de altura. *B. crassifolia* apresentou a menor altura registrada, 0,76 m. A classe de altura de 1-1,99 m foi a mais abundante e a menor classe foi representada por poucos indivíduos, apenas cinco. (Gráfico 9.1.4-3).

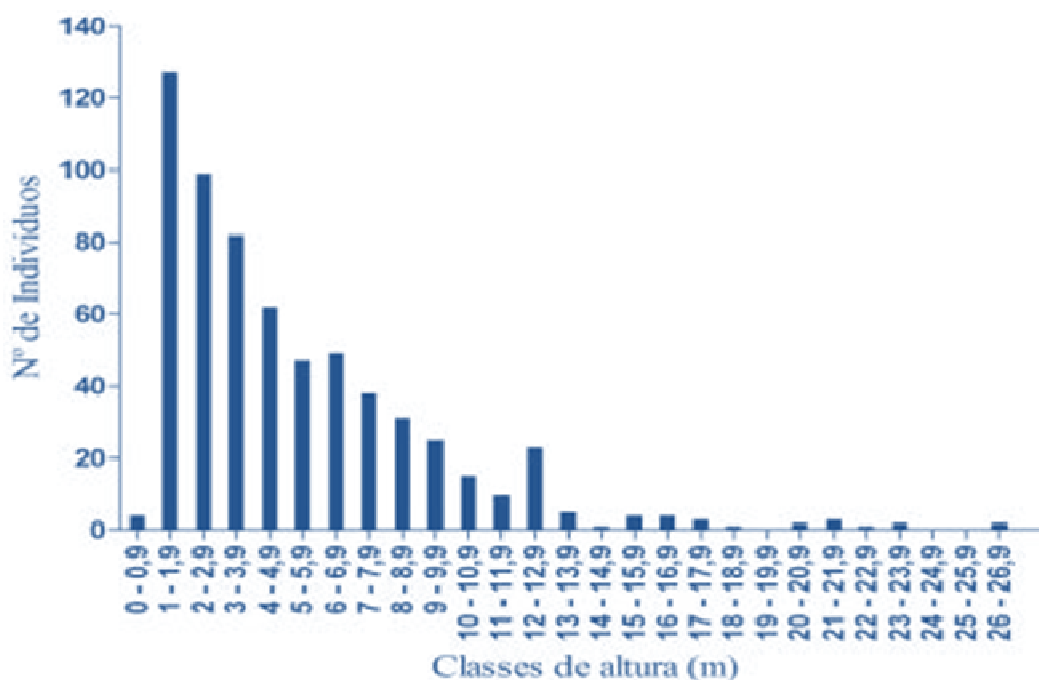


Gráfico 9.1.4-3. Distribuição dos indivíduos em classes de altura nas fisionomias savânicas da área de influência direta (AID) - AHE Castelhana.

Os indivíduos da comunidade vegetal analisada se distribuem em dezessete classes de diâmetro, sendo o diâmetro médio igual à 10,39 cm. *A. speciosa* foi a espécie que, além de apresentar o maior diâmetro (56,02 cm), foi aquela com maior presença nas maiores classes, onde *T. glabrencens* também recebeu destaque. O **Gráfico 9.1.4-4** evidencia que o total de indivíduos cresce da primeira para a segunda classe, para decrescer de forma exponencial negativa até a última classe. A classe diamétrica entre 3-5-99 cm é a inclui a maior quantidade de indivíduos quando comparados às demais classes.

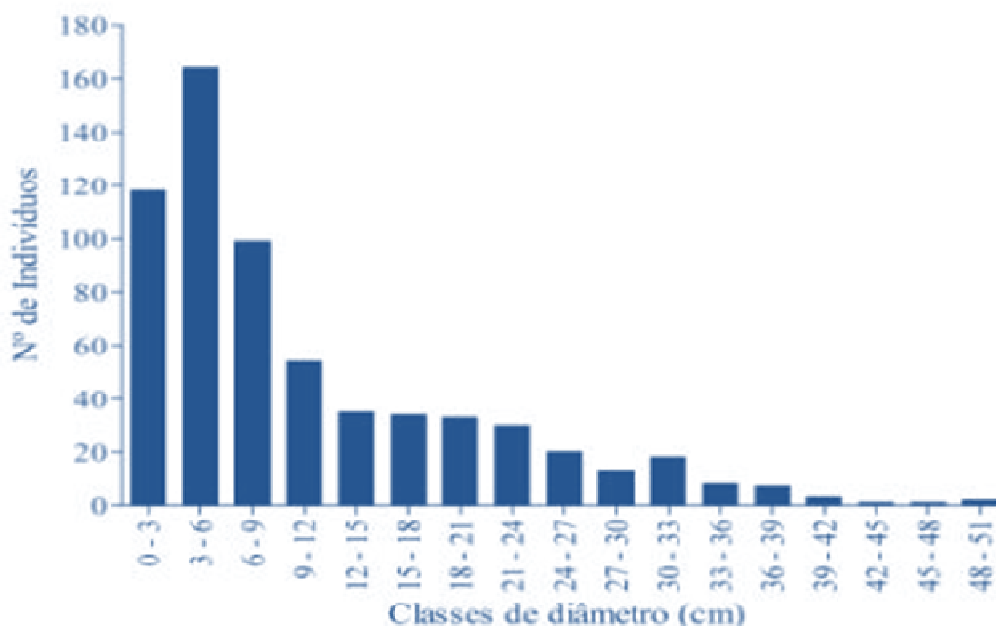


Gráfico 9.1.4-4. Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro nas fisionomias savânicas da área de influência direta (AID) - AHE Castelhana.

9.1.4.3.2. Vegetação Florestal

Foram amostradas nas fitofisionomias florestais - **Savana Florestada (Cerradão), Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Babaçal)** - 33 famílias botânicas, 59 gêneros e 77 espécies. Dentre essas, 63 (81,81%) foram identificadas até o nível específico, 10 (12,98%) foram determinadas até o nível de gênero, e apenas 4 (5,19%) permaneceram como indeterminadas. As famílias com maior número de espécies foram Fabaceae com 9 espécies (11,68%), Mimosaceae com 7 espécies (9,09%), Myrtaceae com 6 (7,79%), Caesalpiniaceae e Combretaceae, ambas com cinco espécies (6,49%) (**Gráfico 9.1.4-5**). As famílias restantes apresentaram uma riqueza menor ou igual a 4, sendo que 16 famílias contribuíram apenas com uma espécie para diversidade local.

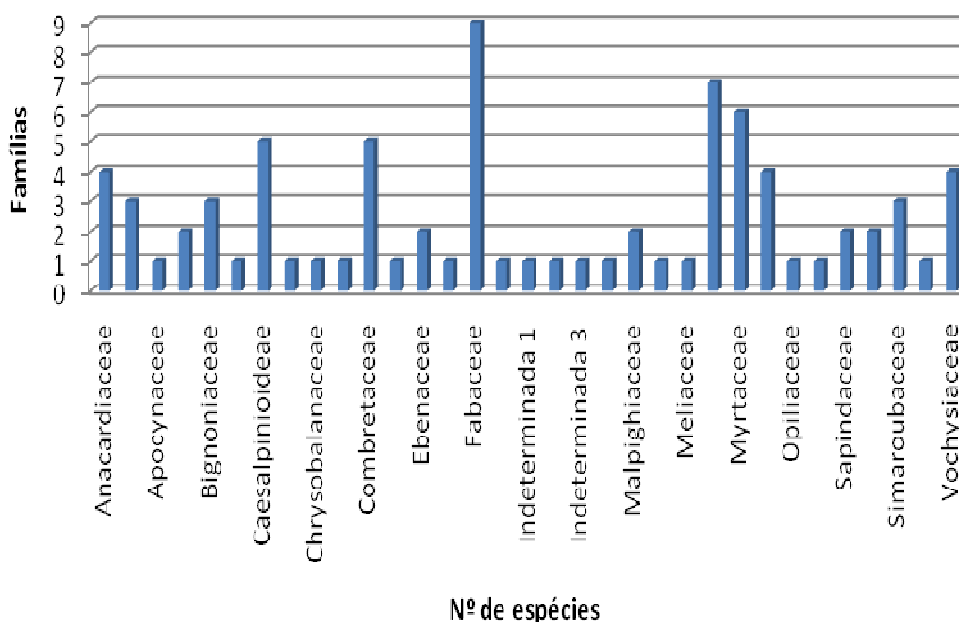


Gráfico 9.1.4-5. Riqueza de espécies por família botânica levantadas nas fisionomias florestais da área de influência direta (AID) - AHE Castelhana.

A família que apresenta um maior número de indivíduos é Arecaceae, totalizando 198 indivíduos (30,94% do total), seguida por Caesalpiniaceae com 76 indivíduos (11,88%), Combretaceae com 73 indivíduos (11,41%), Vochysiaceae com 55 (8,59%) e Dilleniaceae com 45 (7,03%). Essas cinco famílias contribuem com 69,85% de todos os indivíduos inventariados. Cinco famílias contribuíram com dois indivíduos, e oito famílias com apenas um único indivíduo. (**Gráfico 9.1.4-6**).

Segundo do método de ponto quadrante, a comunidade vegetal de fitofisionomia florestal - **Savana Florestada (Cerradão), Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Babaçual)** - apresenta uma Densidade Total de 944,242 ind.ha⁻¹. A espécie com maior densidade na área é *Attalea speciosa*, com 177 indivíduos, o que representa 27,66% do total de espécies. Sua Densidade Absoluta (DA) chega a ser cerca de quatro vezes a mais que a densidade da segunda espécie (**Tabela 9.1.4-5**). Essa alta densidade justifica a saliência da família Arecaceae quando se considera o total de indivíduos amostrados. Portanto, espera-se que a cada quatro indivíduos amostrados na área um desses seja *A. speciosa*. A segunda espécie de maior densidade é *Curatela americana*, com 45 indivíduos, seguida por *Callisthene microphylla* (36 indivíduos), *Combretum duarteanum* (29 indivíduos) e *Caesalpinia bracteosa* (28 indivíduos).

A Dominância Total desta área foi de 31,387 m².ha⁻¹ dos quais 70,7% se devem aos indivíduos de *A. speciosa*. Em outras palavras, 70% do espaço horizontal é ocupado por esta espécie. Este valor é 13 vezes maior do que a espécie de segunda maior dominância, que é *P. platycephala*, e apresenta uma Dominância Absoluta (DoA) de 1,68 m².ha⁻¹ (representa 5,35% do total amostrado). *Terminalia fagifolia*, *Curatela americana* e *Terminalia actinophylla* também se destacaram quanto aos seus valores de DoA, que são, respectivamente, 0,834 m².ha⁻¹ (2,66%); 0,673 m².ha⁻¹ (2,15%) e 0,609 m².ha⁻¹ (1,94%). O restante das espécies somaram uma DoA igual a 5,404 (17,24%).

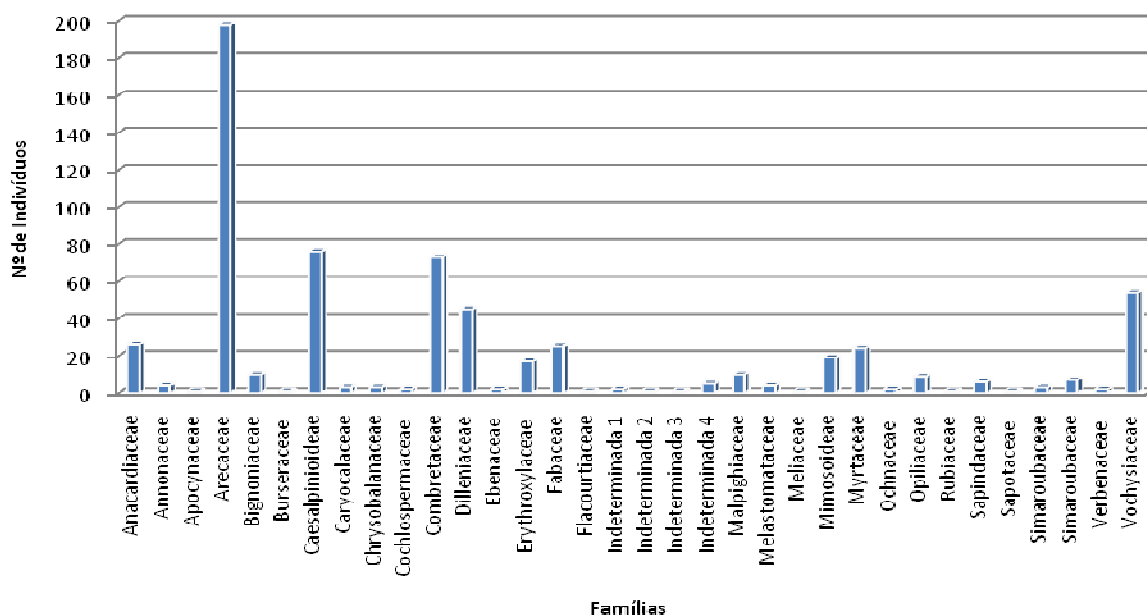


Gráfico 9.1.4-6. Total de indivíduos por família botânica levantadas nas fisionomias florestais da área de influência direta (AID) - AHE Castelhana.

A Frequência Total foi de 265,63 e *A. speciosa* também se destacou como a espécie de maior distribuição espacial, sendo a sua Frequência igual a 14,12%. Seguem em ordem, *C. americana*, *C. duarteanum*, *C. bracteosa* e *Bactris* sp.

Como *A. speciosa* (babaçu) apresentou os maiores valores de Densidade, Frequência e Dominância Relativa, evidentemente, esta espécie apresentou o maior Valor de Importância (VI) (37,49% do total), o que era esperado, visto que três das quatro estações amostradas são representadas por Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Babaçual). *C. americana* foi à segunda espécie de maior VI (5,25%), seguida por *C. duarteanum*, *P. platycephala* e *C. microphylla*.

Tabela 9.1.4-5. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas fisionomias florestais da área de influência direta (AID), ordenadas segundo o Valor de Importância (VI) - AHE Castelhana.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	177	15,0407	27,66	14,12	70,7	37,49
<i>Curatela americana</i> L.	45	0,4563	7,03	6,59	2,15	5,25
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	29	0,1126	4,53	5,18	0,53	3,41
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	13	1,1386	2,03	2,82	5,35	3,4
<i>Callisthene microphylla</i> Warm.	36	0,1841	5,63	3,53	0,87	3,34
<i>Caesalpinia bracteosa</i> Tul.	28	0,1219	4,38	4,47	0,57	3,14
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	17	0,5653	2,66	3,53	2,66	2,95
<i>Bactris</i> sp1	21	0,2609	3,28	4,24	1,23	2,91
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	25	0,1487	3,91	3,76	0,7	2,79

Cont.

Tabela 9.1.4-5. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas fisionomias florestais da área de influência direta (AID), ordenadas segundo o Valor de Importância (VI) - AHE Castelhana.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Anacardium occidentale</i> L.	19	0,39	2,97	3,53	1,83	2,78
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	15	0,1177	2,34	3,06	0,55	1,99
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	14	0,191	2,19	2,82	0,9	1,97
<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart.	17	0,0948	2,66	2,59	0,45	1,9
<i>Terminalia actinophylla</i> Mart.	9	0,4126	1,41	2,12	1,94	1,82
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	13	0,0441	2,03	2,59	0,21	1,61
<i>Psidium</i> sp 1	13	0,0308	2,03	2,59	0,14	1,59
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	9	0,0835	1,41	1,88	0,39	1,23
<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb.	7	0,0918	1,09	1,65	0,43	1,06
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	5	0,2098	0,78	1,18	0,99	0,98
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	6	0,0601	0,94	1,41	0,28	0,88
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	6	0,0588	0,94	1,41	0,28	0,88
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Colladon) H.S.Irwin & Barneby	7	0,0219	1,09	1,18	0,1	0,79
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	4	0,1504	0,63	0,94	0,71	0,76
Indeterminada 4	5	0,0992	0,78	0,94	0,47	0,73
<i>Combretum mellifluum</i> Eichler	5	0,0184	0,78	1,18	0,09	0,68
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	3	0,1824	0,47	0,71	0,86	0,68
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	5	0,0229	0,78	0,94	0,11	0,61
<i>Psidium</i> sp 2	5	0,0185	0,78	0,94	0,09	0,6
<i>Andira cordata</i> Arroyo ex R.T. Penn. & H.C. Lima	3	0,121	0,47	0,71	0,57	0,58
<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	3	0,1084	0,47	0,71	0,51	0,56
<i>Machaerium punctatum</i> Pers.	4	0,069	0,63	0,71	0,32	0,55
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	3	0,0682	0,47	0,71	0,32	0,5
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	3	0,0248	0,47	0,71	0,12	0,43
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	3	0,0141	0,47	0,71	0,07	0,41
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	3	0,0107	0,47	0,71	0,05	0,41
<i>Sapindus</i> sp.	3	0,0108	0,47	0,71	0,05	0,41
<i>Simaba ferruginea</i> A.St.-Hil.	3	0,0082	0,47	0,71	0,04	0,4
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	4	0,0132	0,63	0,47	0,06	0,39
<i>Vitex</i> cf. <i>panshiniana</i> Moldenke	2	0,0726	0,31	0,47	0,34	0,37
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	3	0,0139	0,47	0,47	0,07	0,33
<i>Eugenia</i> sp.	3	0,0095	0,47	0,47	0,04	0,33

Cont.

Tabela 9.1.4-5. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas fisionomias florestais da área de influência direta (AID), ordenadas segundo o Valor de Importância (VI) - AHE Castelhana.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	2	0,0219	0,31	0,47	0,1	0,3
<i>Mimosa acustipula</i> Benth.	2	0,016	0,31	0,47	0,07	0,29
<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.	2	0,015	0,31	0,47	0,07	0,28
<i>Cochlospermum regium</i> (Schrank) Pilg.	2	0,0099	0,31	0,47	0,05	0,28
Indeterminada 1	2	0,0088	0,31	0,47	0,04	0,27
<i>Annona coriacea</i> Mart.	2	0,0076	0,31	0,47	0,04	0,27
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	1	0,0472	0,16	0,24	0,22	0,2
<i>Pterodon abruptus</i> (Moric.) Benth.	1	0,0401	0,16	0,24	0,19	0,19
<i>Protium heptaphyllum</i> March.	1	0,0383	0,16	0,24	0,18	0,19
Indeterminada 3	1	0,0357	0,16	0,24	0,17	0,19
<i>Chloroleucon acacioides</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	1	0,0168	0,16	0,24	0,08	0,16
<i>Ouratea castaeneifolia</i> (DC.) Engl.	1	0,0161	0,16	0,24	0,08	0,16
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allem.	1	0,0147	0,16	0,24	0,07	0,15
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	1	0,0134	0,16	0,24	0,06	0,15
<i>Dalbergia micoslobium</i> Benth.	1	0,0127	0,16	0,24	0,06	0,15
<i>Alibertia sessilis</i> K.Schum.	1	0,0124	0,16	0,24	0,06	0,15
<i>Pouteria ramiflora</i> Radlk.	1	0,0111	0,16	0,24	0,05	0,15
<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	1	0,0097	0,16	0,24	0,05	0,15
<i>Diospyros sericea</i> A. DC.	1	0,0076	0,16	0,24	0,04	0,14
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	1	0,0062	0,16	0,24	0,03	0,14
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	1	0,0046	0,16	0,24	0,02	0,14
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	1	0,0039	0,16	0,24	0,02	0,14
Indeterminada 2	1	0,0037	0,16	0,24	0,02	0,14
<i>Ouratea blanchetiana</i> Engl.	1	0,0029	0,16	0,24	0,01	0,14
<i>Simaba</i> sp 2	1	0,003	0,16	0,24	0,01	0,14
<i>Annona</i> sp1	1	0,0029	0,16	0,24	0,01	0,14
<i>Eugenia</i> cf. <i>tapacumensis</i> O.Berg	1	0,0026	0,16	0,24	0,01	0,13
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	1	0,0024	0,16	0,24	0,01	0,13
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	1	0,0019	0,16	0,24	0,01	0,13
<i>Poecilanthe subcordata</i> Benth.	1	0,0018	0,16	0,24	0,01	0,13
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1	0,0022	0,16	0,24	0,01	0,13
<i>Myrcia</i> cf <i>rostrata</i> DC.	1	0,0018	0,16	0,24	0,01	0,13

Cont.

Tabela 9.1.4-5. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas fisionomias florestais da área de influência direta (AID), ordenadas segundo o Valor de Importância (VI) - AHE Castelhana.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Diospyros cf. inconstans</i> Jacq.	1	0,0018	0,16	0,24	0,01	0,13
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1	0,0018	0,16	0,24	0,01	0,13
<i>Rollinia</i> sp 3	1	0,0018	0,16	0,24	0,01	0,13
<i>Tabebuia</i> sp2	1	0,0018	0,16	0,24	0,01	0,13

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

A altura média da comunidade vegetal foi 8,98 metros e a altura máxima foi de 39 m, atingida por dois indivíduos de *A. speciosa*. Os 33 indivíduos mais altos são de *A. speciosa*, o que corresponde ao total de indivíduos a partir de 21 m. Dos 46 indivíduos presentes nas classes de 18 – 18,9; 19 – 19,9, 20 – 20,9; apenas 3 indivíduos não são de *A. speciosa*, isso também reforça a importância desta espécie nesta fitofisionomia. Estes outros três indivíduos são de *Terminalia actinophylla* (20 m), *Pterodon abruptus* (20 m) e *Astronium fraxinifolium* (18 m). A menor altura registrada foi de 1 m para um indivíduo de *Myrcia splendens*. Foram registradas 30 classes de altura com representantes, sendo que a classe de 5-5,99 m a apresentou um maior número de indivíduos, 60 no total. A maioria dos indivíduos estão concentrados entre 2 e 8,99 metros. A menor classe (0-0,99 m) não apresentou nenhum indivíduo (**Gráfico 9.1.4-7**).

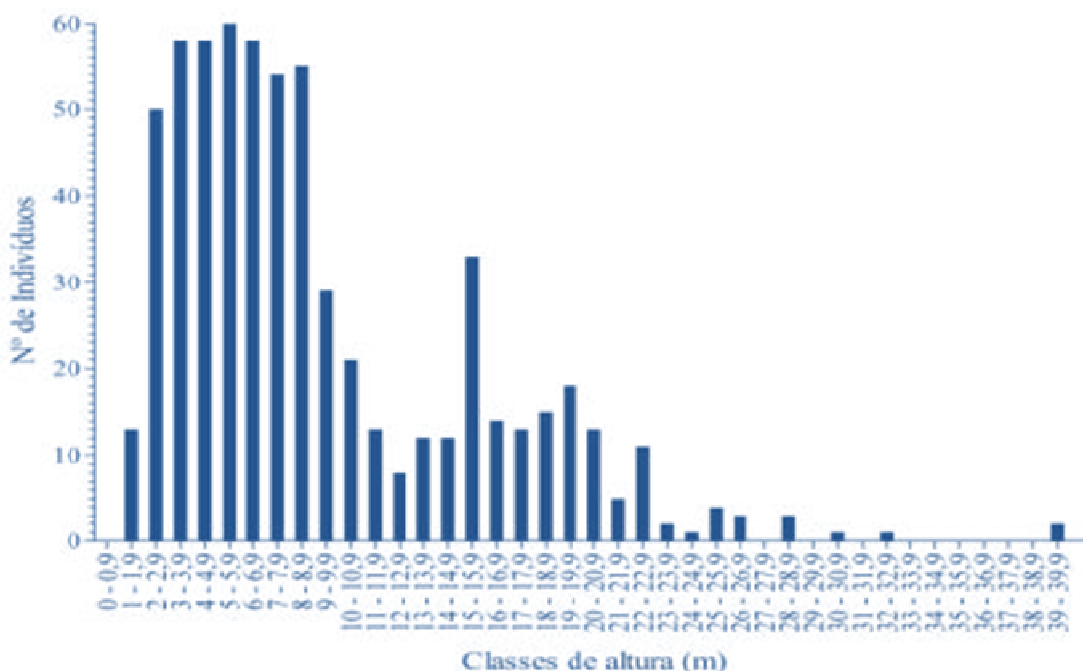


Gráfico 9.1.4-7. Distribuição dos indivíduos em classes de altura nas fisionomias florestais da área de influência direta (AID).

A comunidade vegetal analisada se distribui em 19 classes de diâmetros com média diamétrica de 15,51 cm. O maior diâmetro foi registrado em um indivíduo de *Parkia platycephala*, 92,32 centímetros, e o menor em um representante de *Senna macranthera*,

2,54 centímetros. As espécies presentes nas últimas três classes de diâmetro foram: *T. actinophylla*, *A. speciosa* e *P. platycephala*, cada qual com um indivíduo. A classe diamétrica que obteve uma maior quantidade de indivíduos foi entre 6-8,99 cm (165 indivíduos). A maioria dos indivíduos está entre as classes de 3 – 15,9 cm. (Gráfico 9.1.4-8)

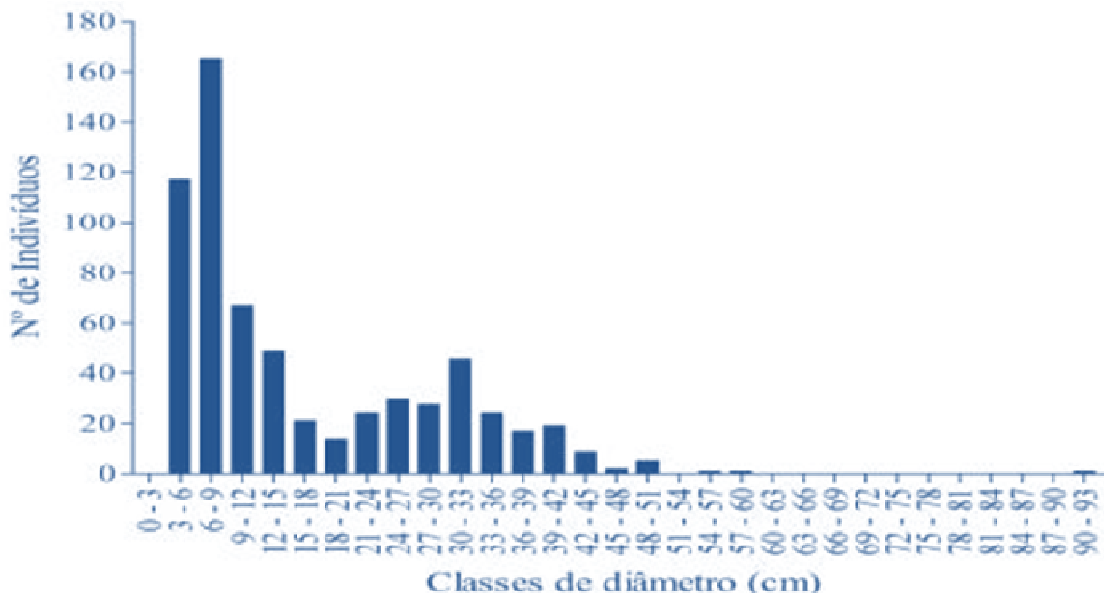


Gráfico 9.1.4-8. Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro nas fisionomias florestais da área de influência direta (AID).

9.1.4.4. Declividade e Granulometria

9.1.4.4.1. Declividade

A área de influência direta do empreendimento encontra-se na porção mais baixa do relevo, em uma altitude próxima a 80m de altitude. O relevo é predominantemente plano, concentrando aproximadamente 66% da área em uma faixa de declividade inferior a três por cento. Uma importante fração da AID, cerca de 30% possui declividade entre 3 e 8%, o que caracteriza um relevo suave ondulado. Os 4% restantes, que compreendem 412ha, são representados por relevo ondulado a forte ondulado (Tabela 9.1.4-6).

Nesse trecho do rio Parnaíba ocorre um relevo mais ondulado, cuja formação é fortemente influenciada pelo clima regional. Nessa região o clima é mais úmido que a montante do Rio, o que condiciona a velocidade dos processos de pedológicos de gênese e perda de solo.

O relevo é um fator passivo de condicionamento dos processos pedológicos. O comprimento de rampa e declividade do terreno, junto com as características intrínsecas dos solos e com o papel ativo da intensidade e distribuição das chuvas, determinam o potencial natural de erosão (PNE). Desses fatores, o relevo é aquele que detém a maior influência, podendo tanto reduzir como aumentar em várias vezes o PNE (Bertoni & Lombardi Neto, 1999).

Outra característica importante é que o relevo mais inclinados tendem a aumentar sua capacidade de drenagem do solo. Desse modo, os ambientes alagados são reduzidos e, conseqüentemente, reduz-se o habitat da vegetação hidrófila. Por outro lado, o aumento da rede de drenagem favorece a formação de matas de galeria, as quais contribuem para com a manutenção quali-quantitativa dos recursos hídricos e do ecossistema.

Estações amostrais de fitofisionomia distintas foram aleatoriamente escolhidas nas regiões da AID. As estações amostrais 5 e 8 foram realizadas em relevo forte ondulado e suave ondulado, respectivamente. A vegetação levantada é, dessa forma, representativa para essas formas de relevo, não sendo possíveis inferências quanto à vegetação de outras configurações.

Tabela 9.1.4-6. Síntese de distribuição do relevo por faixa de declividade na Área de Influência Direta (AID) do AHE Castelhana.

Faixa de declividade (%)	Relevo	Area (Km ²)	Área (Ha)	Fração
< 3	Plano	61,73	6.173,5	65,8%
3 a 8	Suave ondulado	28,02	2.802,5	29,9%
8 a 20	Ondulado	3,76	376,0	4,0%
20 a 45	Forte ondulado	0,34	34,5	0,4%
45 a 75	Montanhoso	0,01	1,3	0,0%
> 75	Escarpado	0,00	0,0	0,0%
Total			9.387,8	100%

9.1.4.4.2. Granulometria

As propriedades físicas do solo influenciam a distribuição da vegetação principalmente por condicionar diferentes níveis de disponibilização de água. A textura (tamanho das partículas) e a estrutura (modo como as partículas estão arranjadas) irão influenciar na capacidade de infiltração e absorção da água da chuva, aeração e na capacidade de transporte de partículas pelo escoamento (Bertoni e Lombardi Junior, 1999; Kerbauy, 2004).

Pelo resultado das análises granulométricas puderam-se identificar cinco classes texturais: Areia-Franca, Franca, Franco-Arenosa, Franco-Argilo-Arenosa e Franco-Argilosa. A **Tabela 9.1.4-7** 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. A **Tabela 9.1.4-8** destaca a quantidade de amostras de solos por classe textural em cada fisionomia da AID do AHE Castelhana.

Tabela 9.1.4-7. Valores médios das frações do solo e classificação textural de acordo com a estação de amostragem e fisionomia da Área de Influência Direta da AHE Castelhana.

Fisionomia	Estação	Areia grossa%	Areia fina %	Silte %	Argila %	Classificação textural
AID savana	92	32,4	51,5	7,1	9	ARF
AID savana	42	31,2	28,7	23,7	16,4	FAR
AID savana	99	4,3	3,13	32	32,4	FAG
AID savana	94	19,7	37,9	14	28,4	FAGAR
AID floresta	61	18,5	66,8	4,3	10,4	ARF
AID floresta	38	29,8	53,7	6,1	10,4	ARF
AID floresta	49	6	32,5	37,1	24,4	F
AID floresta	77	12,1	39,5	26	22,4	FAGAR

ARF Areia-Franca; F Franca; FAR Franco-Arenosa; FAGAR Franco-argilo-arenosa; FAG Franco-Argilosa.

Tabela 9.1.4-8. Número de amostras de solos por classe textural em cada fisionomia da área de influência direta do empreendimento Castelhana.

Textura	Savana Arborizada	Savana Florestada
ARF	1	2
FAR	1	0
FAG	1	0
F	0	1
FAGAR	1	1

ARF Areia-Franca; F Franca; FAR Franco-Arenosa; FAGAR Franco-argilo-arenosa; FAG Franco-Argilosa.

9.1.4.5. Considerações Gerais

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

As fitofisionomias savânicas apresentaram um maior número de famílias em relação às florestais. Entretanto, essa última foi a mais rica em número de espécies, ou seja, a primeira foi mais diversa quando se consideram grupos florísticos maiores (famílias) enquanto a segunda foi mais diversa em relação a *taxas* menores (espécies).

Devido às características inerentes às formações vegetais florestais, as áreas de AID florestais obtiveram maiores valores de Dominância e Frequência Total. Entretanto as áreas savânicas foram mais densas. A organização horizontal (estrutura horizontal) encontrada nas AID é comum a outros levantamentos já realizados na região, especialmente quando consideramos as cinco espécies com maior Valor de Importância.

As populações florestais se organizam e se concentram em maiores classes de altura, da mesma forma que se estruturam em maiores classes de diâmetro. Esse resultado era esperado, posto que as formações mais úmidas tem maior potencial para desenvolver comunidades vegetais de maior porte.

A. speciosa (babaçu) apresentou o maior Valor de Importância (VI) na fitofisionomia florestal, o que era esperado, visto que três das quatro estações amostradas são representadas por Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Babaçual) e que esta formação é dominante na área da AHE Castelhana, principalmente nas regiões de baixas altitudes e declividades, características das áreas diretamente afetadas por aproveitamentos hidrelétricos.

Foram verificadas na AID do AHE Castelhana duas espécies presentes na Instrução Normativa IBAMA N° 06 de 26/09/2008: *Astronium fraxinifolium* Schott ex Spreng., presente na lista da flora brasileira que necessita de mais dados que apontem seu status de conservação, e *Myracrodruon urundeuva* Allem. que encontra-se na lista de espécies em risco de extinção.

9.1.4.6. Comparação entre as amostragens da AII e AID

Nos levantamentos fitossociológicos e florísticos foram registradas um total de 178 espécies no conjunto das amostragens realizadas nas quatro tipologias (AII- Savânica, AII- Florestal, AID- Savânica, AID- Florestal).

O comportamento das curvas do coletor para três das quatro tipologias foi similar, tendendo a uma estabilização (formação de um patamar) a partir do 130^o ponto para a AII- Savana

(Gráfico 9.1.4- 9), 140^o para AID- Savana (Gráfico 9.1.4-10) e 120^o para AID- Floresta (Gráfico 9.1.4-11). Para a AII- Floresta (Gráfico 9.1.4-12) a curva tendeu a uma estabilização a partir do ponto 90, apresentando novamente um aumento e uma tendência a estabilização no ponto 130.

Desta forma, considerando-se os tamanhos das áreas e a tendência de estabilização das curvas, conclui-se que a amostragem foi adequada para as análises fitossociológicas. Estas proporcionaram um conhecimento mais detalhado sobre a estrutura e florística, complementando as caracterizações fitofisionômicas florestais.

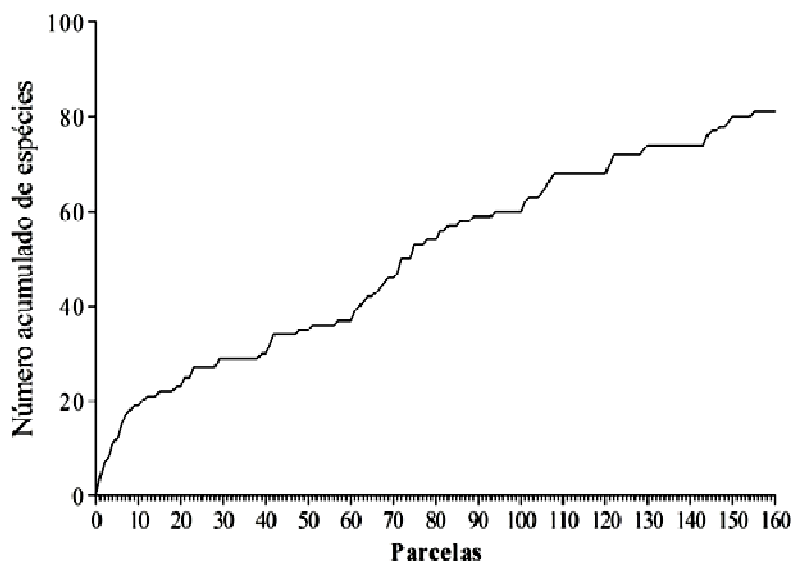


Gráfico 9.1.4-9. Curva de acumulação de espécies nas fitofisionomias savânicas da Área de Influência Indireta (AII) - AHE Castelhana.

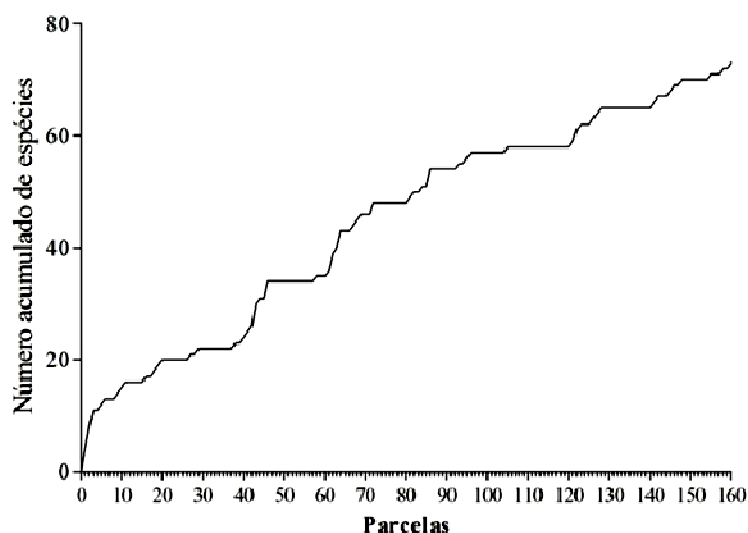


Gráfico 9.1.4-10. Curva de acumulação de espécies nas fitofisionomias florestais da Área de Influência Indireta (AII) - AHE Castelhana.

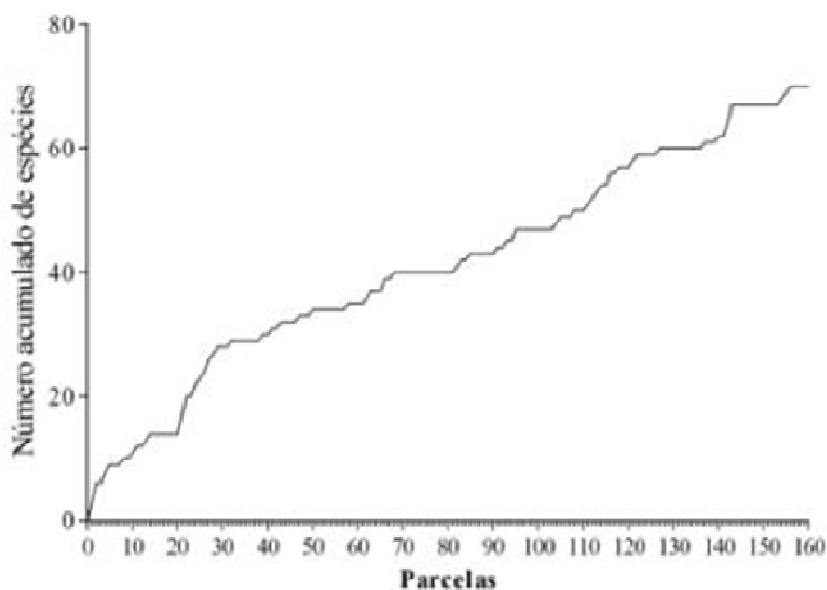


Gráfico 9.1.4-11. Curva de acumulação de espécies nas fitofisionomias savânicas da Área de Influência Direta (AID) - AHE Castelhana.

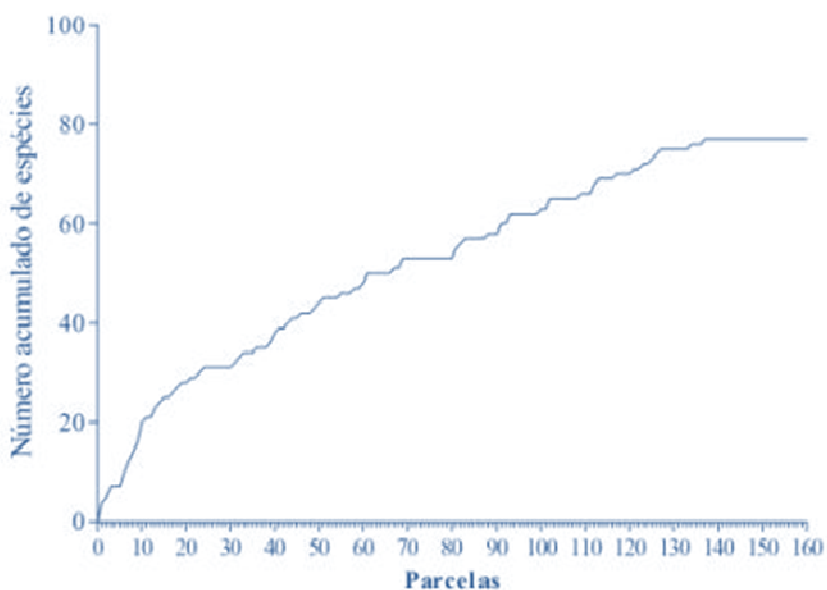


Gráfico 9.1.4-12. Curva de acumulação de espécies nas fitofisionomias florestais da Área de Influência Direta (AID) - AHE Castelhana

A área basal e o volume de madeira foram menores na AII e AID Savânica. Esse resultado seria esperado, pois predominam árvores de maior porte nas fisionomias florestais (**Tabela 9.1.4-9**).

Comparando-se a riqueza de espécies e os índices de diversidade (H' e J), a amostragem feita apresenta valores de diversidade muito semelhantes para as quatro amostras (**Tabela 9.1.4-9**). Isso não permite afirmar que as duas fitofisionomias apresentam as mesmas espécies, mas apenas que concentram uma alta riqueza biológica.

Tabela 9.1.4-9. Compilação de diferentes parâmetros fitossociológicos entre os quatro grupos amostrados para o AHE Castelhana. AII = Área de Influência Indireta; AID = Área de Influência Direta.

Parâmetros	AII Savana	AII Floresta	AID Savana	AID Floresta
Área amostral	0,45	0,47	0,48	0,68
Nº de ind. amostrados	640	640	640	640
Nº de pontos	160	140	160	160
Densidade total (ind./m ²)	1428,798	1357,323	1339,59	944,242
Área basal (m ² /ha)	9,3761	17,2755	10,4785	21,274
Diâmetro médio (cm)	8,787	13,551	10,39	15,51
Diâmetro Máximo	89,1265	80,850	50,93	92,32
Diâmetro Mínimo	0,13687	1,591	1,59	92,31
Altura média	4,757	6,504	5,01	8,98
Altura máxima	22	35	26	39
Altura mínima	0,4	0,7	0,7	1,0
Volume (m ³ /ha)	14,12	134,10	104,63	101,64
N espécies	81	76	70	77
N famílias	38	34	35	33
H'	3,93	3,49	3,46	3,22
J'	0,90	0,81	0,81	0,74

O **Gráfico 9.1.4-13** apresenta a relação florística entre todas as estações do Empreendimento de Castelhana e evidencia a formação de dois grandes grupos, mesmo que pouco sólidos. O primeiro grupo é formado pelas seguintes estações: AII-F (E05) 1, AII-S (E01)1, AID-S (E99) 1, AII-F (E10) 1, AII-S (E09), AII-S (E38) 1, AII-S (E49) 1, AII-S (E61) 1, AID-S (E92) 1, AID-S (E23)1 e AII-S (E43) 1. Percebe-se, portanto um predomínio das estações da Área de Influência Indireta amostradas na primeira campanha. No segundo encontram-se as seguintes estações: AII-F (E02) 2, AII-S (E61) 2, AII-F (E10) 2, AII-S (E23) 2, AID-S (E94) 1, AID-S (E94) 2, AII-S (E43) 2, AID-S (E99) 2 e AII-S (E38) 2. Esse segundo grupo não apresenta nenhum predomínio de fitofisionomia, campanha ou área de influência. Vale destacar que as duas estações mais similares, 0,65 semelhantes, foram AII-F (E27) 1 e AII-S (E77) 1, apesar de não configurarem um grupo.

Apesar da formação destes dois grupos, as estações são bastante dissimilares, quando se leva em consideração a proximidade destas estações, visto que a maioria das estações tem similaridade menor que 50%. Isso indica que as estações são bastante distintas e provavelmente compõem um mosaico florestal, ou seja, com diversos tipos vegetacionais.

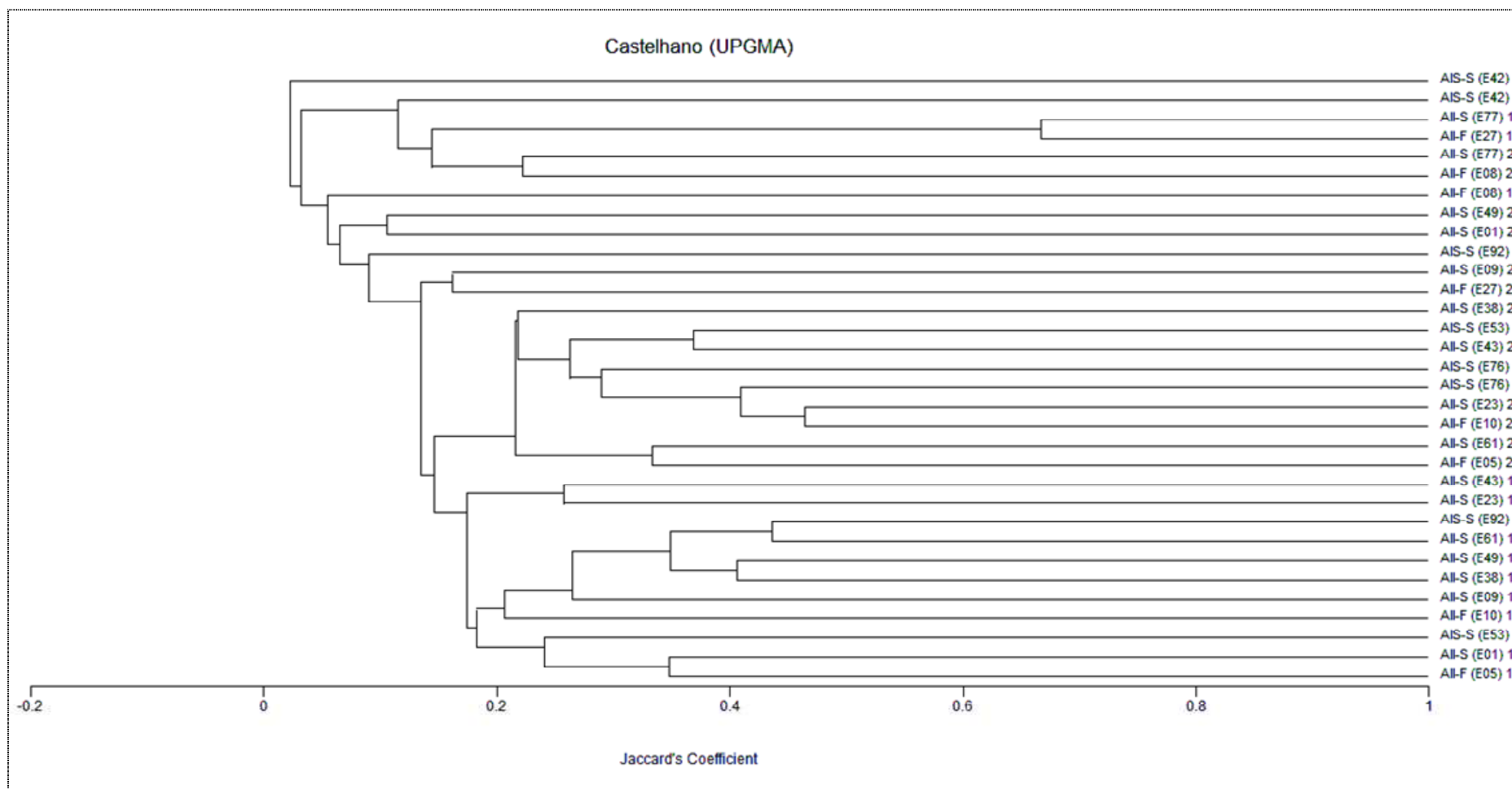


Gráfico 9.1.4-13. Dendrograma (UPGMA) para as Estações de Amostragem do AHE Castelhana, baseada numa matriz binária. Os nomes das estações as caracterizam em relação à fitofisionomia, área de influência e campanha. AI-I = Área de Influência Indireta; AI-D = Área de Influência Direta. Os códigos entre os parênteses correspondem à identificação das Estações. 1 = primeira campanha; 2 = segunda campanha.

9.1.4.7. Metodologia para o estudo dos parâmetros ambientais (declividade, solo) relacionados à vegetação.

As similaridades e diferenças florísticas entre as 78 estações foi avaliada por meio de análise multivariada de agrupamento, tendo sido empregado o TWINSpan – Two Way INdicator SPecies ANalysis (Gauch & Whittaker 1981), tendo em vista que essa análise apresenta espécies indicadoras dos agrupamentos gerados. Para a análise, todas as espécies foram listadas em uma matriz de presença e ausência por estação. Posteriormente, todos os táxons não identificados (morfo-espécies) foram excluídos das análises, de forma que restaram 178 espécies. Por fim, as espécies que ocorreram em uma só estação (espécies exclusivas) foram eliminadas da matriz, visto que espécies exclusivas não contribuem para a avaliação da similaridade florística entre áreas (Kent & Coker 1999). A análise foi realizada, então, com 122 espécies distribuídas por 78 estações.

9.1.4.8. Análise multivariada dos cinco AHEs em estudo na bacia do Parnaíba.

As inter-relações entre a distribuição das espécies, altitude, desnível topográfico e textura do solo (porcentagem de areia grossa, areia fina, argila e silte) foram exploradas entre as estações, dentro de cada Usina, por meio de Análises de Correspondência Canônica – CCA (ter Braak 1987). Para tanto, para cada Usina, foram preparadas duas matrizes no programa Microsoft excell: uma matriz com a presença e ausência das espécies por estação e outra matriz com as variáveis ambientais por estação. Quando as estações só tinham amostra da vegetação ou de solos, foram excluídas da CCA, visto que a análise só é possível quando a amostra (no caso estação) apresenta a composição de espécies e as variáveis ambientais.

Ribeiro Gonçalves, a estação 77 foi excluída da CCA, por não ter tido coleta de solo. Dessa forma, foram encontradas 159 espécies em 15 estações. As espécies que ocorreram em uma ou duas estações foram excluídas, de forma que a CCA foi explorada com 48 espécies.

Em Uruçuí foram listadas 104 espécies em 14 estações. As espécies que ocorreram em uma ou duas estações foram excluídas, de forma que a CCA foi explorada com 35 espécies.

Para Estreito, as estações 49, 91, 117 e 134 foram excluídas por não terem coleta de solos. Nas 11 estações restantes foram listadas 97 espécies, sendo que as que ocorreram em uma estação foram excluídas, de forma que a CCA foi explorada com 35 espécies.

Em Cachoeira, 92 espécies foram listadas em 18 estações. As estações 4, 18 e 95 foram excluídas, por não terem coleta de solos. As espécies que ocorreram em apenas uma estação foram excluídas e a CCA foi explorada com 47 espécies.

Em Castelhana foram encontradas 118 espécies em 16 estações. Nas estações 27 e 92 não foram coletadas amostras de solo, de forma que foram excluídas das análises multivariadas. As espécies que ocorreram em apenas uma estação foram eliminadas e a CCA foi explorada, então, com 45 espécies.

Em função da grande quantidade de espécies utilizadas nas análises, os nomes foram abreviados para os gráficos ficarem menos poluídos e permitirem melhor compreensão das análises. Os nomes abreviados podem ser consultados em tabelas florísticas gerais. Para facilitar a compreensão, foram mantidas as quatro primeiras letras dos gêneros e as três primeiras do nome específico. Por exemplo, para o babaçu (*Attalea speciosa*) foi utilizado Atta spe, para o cajueiro (*Anacardium occidentale*) foi utilizado Anac oci, e assim por diante.

Todas as análises multivariadas (TWISPAN e CCA) foram processadas no programa PC-ORD versão 4.0 (Mccune & Mefford 1999).

9.1.4.9. Comparações de variáveis ambientais para a AHE Castelhana

As variáveis ambientais (desnível topográfico, altitude, porcentagem de areia grossa, areia fina, silte e argila) foram comparadas entre as duas áreas de influência (AID x AII) e também entre as duas fisionomias (Floresta x Savana) por meio de testes t de Welch (Welch 1947), utilizado para variâncias não homogêneas. Os testes foram processados no programa R versão 9.0 (R Development Core Team 2009).

As variáveis ambientais (desnível topográfico, altitude, porcentagem de areia grossa, areia fina, silte e argila) foram comparadas entre as duas áreas de influência (AID x AII) e também entre as duas fisionomias (Floresta x Savana) por meio de testes t de Welch (Welch 1947), utilizado para variâncias não homogêneas. Os testes foram processados no programa R versão 9.0 (R Development Core Team 2009).

9.1.4.10. Resultado das comparações entre os parâmetros ambientais (declividade, solo) relacionados à vegetação.

a) Análise multivariada dos cinco AHEs em estudo na bacia do Parnaíba.

As espécies que ocorreram em um maior número de estações (ou seja, espécies mais comuns) foram *Qualea grandiflora* (46 das 78 estações, ou 59% delas), *Qualea parviflora* (36 estações ou 46% do total), *Parkia platycephala* (35 estações ou 45% do total), *Combretum duarteanum* e *Terminalia fagifolia* (34 estações ou 44% delas).

A primeira divisão gerada pelo TWISPAN separou as estações em dois grupos, quanto à composição florística: o primeiro foi formado por todas as estações de Ribeiro Gonçalves e Uruçuí, além da maioria das estações das demais Usinas (**Gráfico 9.1.4-14**). O segundo grupo foi composto por uma estação de Cachoeira (53) e poucas estações de Castelhana (8, 42 e 77) e Estreito (20, 49, 57, 64 e 117). Como espécies indicadoras do primeiro grupo têm-se *Qualea grandiflora*, *Q. parviflora* e *Andira cordata*, sendo indicadora do segundo grupo *Mimosa caesalpinifolia*.

A segunda divisão do TWISPAN separou o primeiro grupo em dois novos grupos, sendo o primeiro formado principalmente por amostras de vegetação savânica, tendo como espécies indicadoras *Qualea grandiflora*, *Q. parviflora* e *Pouteria ramiflora*, e espécies preferenciais *Annona coriacea*, *Bowdichia virgilioides*, *Byrsonima correaefolia*, *Caryocar coriaceum*, *Conarus suberosus*, *Diospyros inconstans*, *Himatatanhus drasticus*, *Hirtella ciliata*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Mouriri pusa*, *Salvertia convallariodora*, *Stryphnodendron coriaceum*, *Tachigali paniculata*, *Vochysia gardneri*, entre outras. O outro subgrupo foi formado principalmente por amostras de floresta, que teve como espécie indicadora *Combretum duarteanum* e espécies preferenciais *Agonandra brasiliensis*, *Aspidosperma multiflorum*, *Astronium fraxinifolium*, *Callisthene fasciculata*, *Combretum leprosum*, *Hymenaea courbaril*, *Machaerium punctatum*, *Martiodendron mediterraneum*, *Thiloa glaucocarpa*, *Vatairea macrocarpa*.

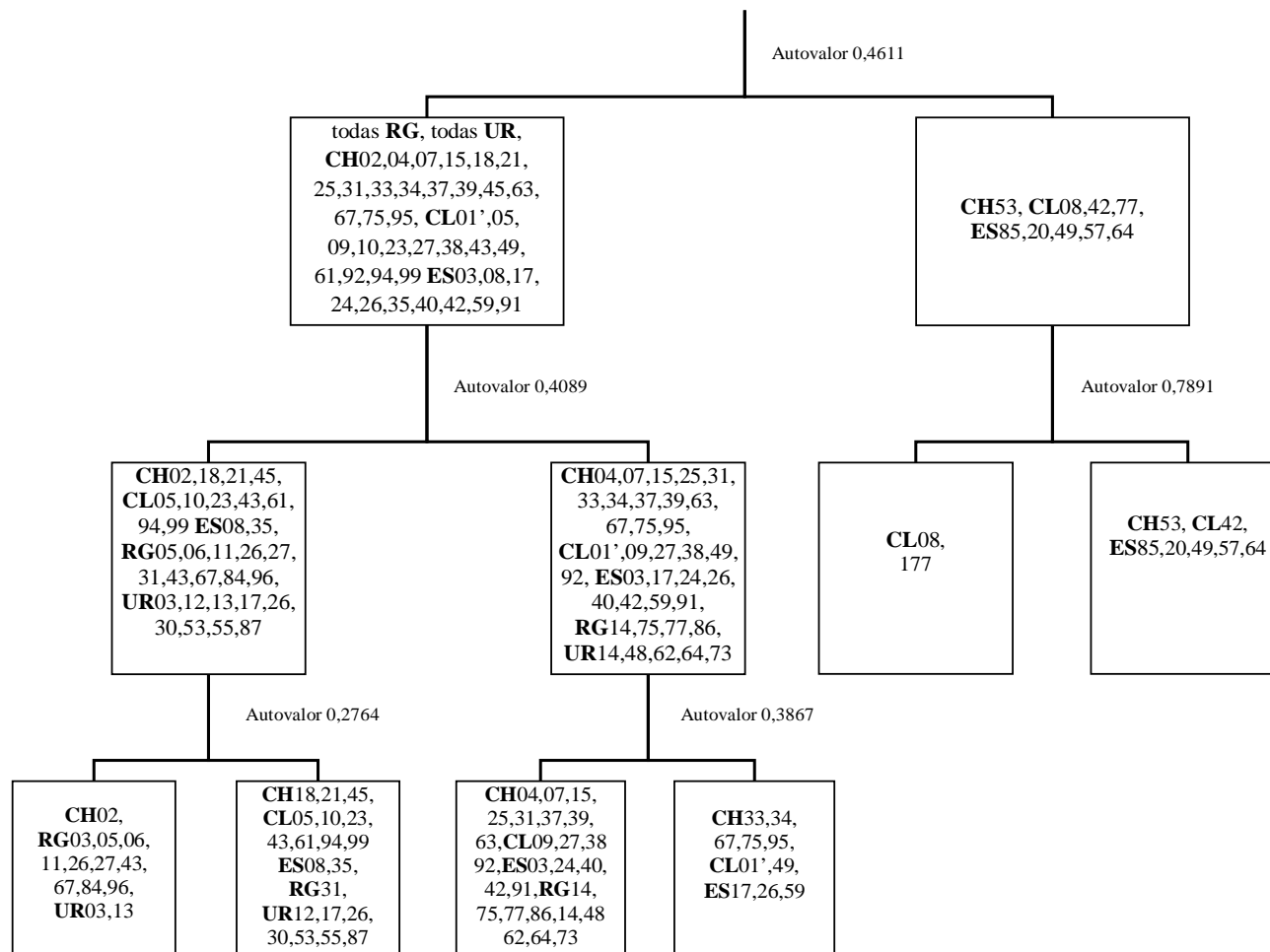


Gráfico 9.1.4-14 Cladograma, baseado no TWINSPAN, com agrupamentos de 78 estações, com base na presença e ausência de espécies.

b) Comparações de variáveis ambientais para a AHE Castelhana

Para Castelhana, as análises multivariadas também indicaram uma baixa variância explicada para os dados (22,5%, somando os eixos 1 e 2 da CCA). A CCA indicou que a distribuição das espécies pelas estações se deu principalmente pela altitude, areia grossa, desnível topográfico e argila (**Gráfico 9.1.4-15**). As florestas localizadas em AID agruparam-se principalmente no quadrante superior esquerdo, caracterizadas por menores altitudes e pela ocorrência de *Simaba ferruginea*, *Arecaceae 1*, entre outras. Opostamente, as savanas localizadas em All agruparam-se no quadrante inferior direito, associadas às maiores altitudes e caracterizadas pela ocorrência de *Callisthene microphylla*, *Andira cordata*, *Tibouchina gracilis*, entre outras espécies.

As comparações das variáveis ambientais entre as áreas de influência e entre as fisionomias mostraram que apenas a altitude diferiu significativamente, com maiores valores em All em detrimento de AID (**Tabela 9.1.4-10**), e também em savanas em comparação às florestas (**Tabela 9.1.4-11**).

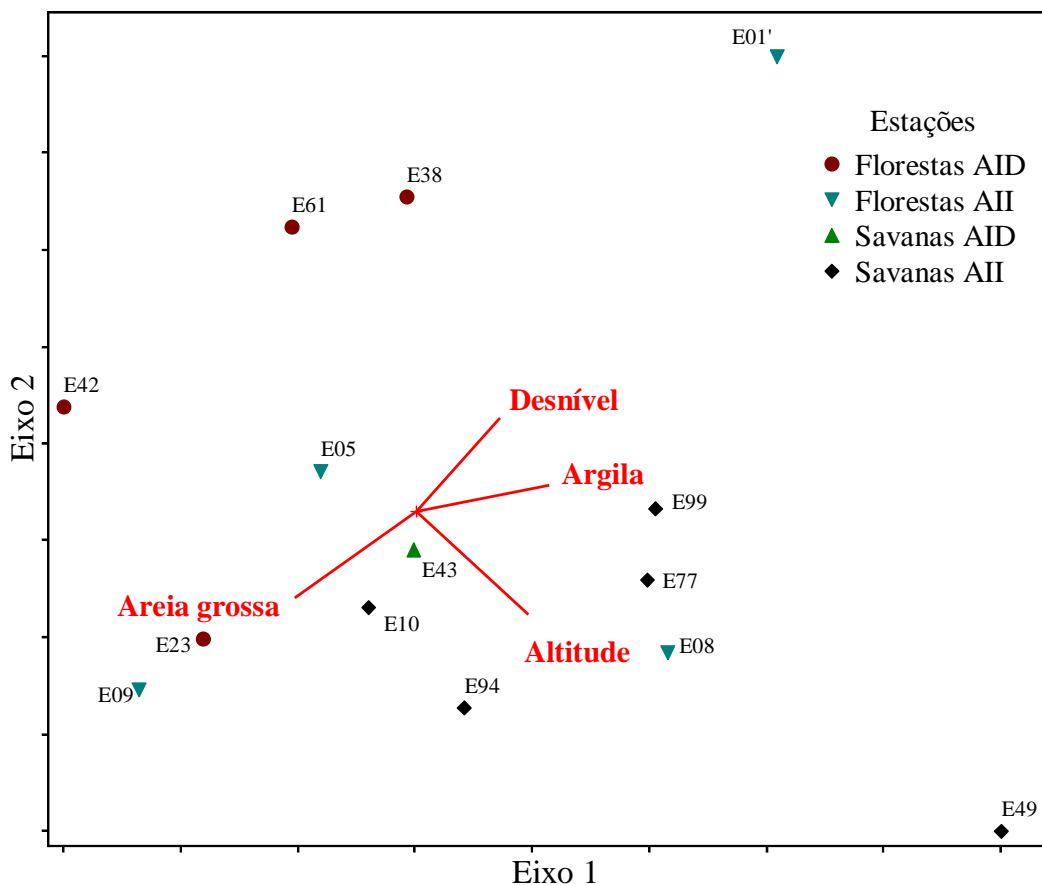


Gráfico 9.1.4-15. Análise de correspondência canônica (CCA): ordenação das estações de Castelhana, com base nas suas correlações com variáveis ambientais edáficas.

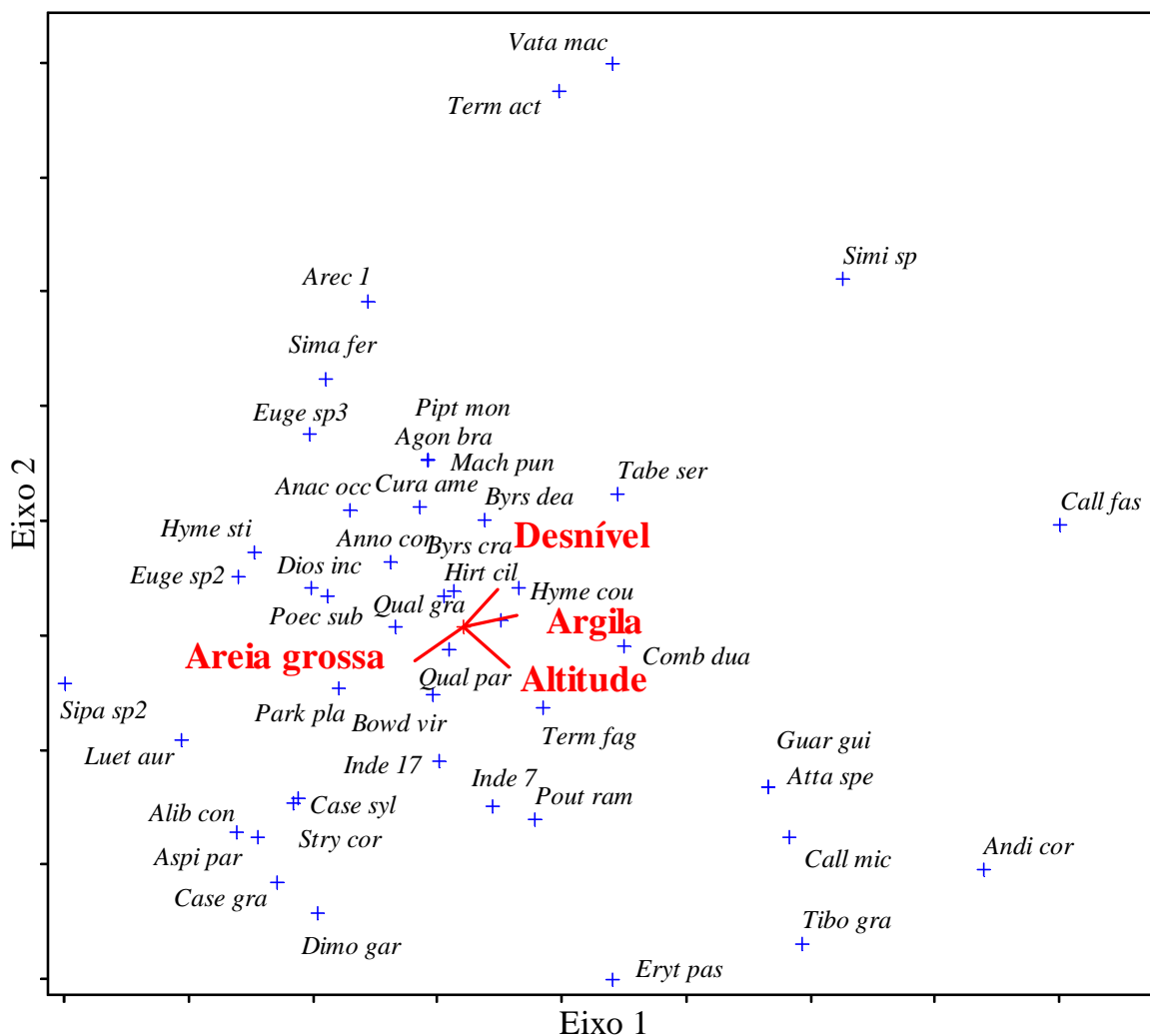


Gráfico 9.1.4-16. Análise de correspondência canônica (CCA): ordenação das estações de Castelhano, com base na distribuição de espécies (+) e suas correlações com variáveis ambientais edáficas.

Tabela 9.1.4-10. Comparação dos valores de desnível topográfico, altitude e porcentagem de areia grossa, areia fina, silte e argila entre AID e AII na AHE Castelhano.

Variáveis ambientais	AID	AII	teste t de Welch
Desnível (%)	0,6 + 1,3	4,0 + 6,8	n.s.
Altitude (m)	69,6 + 26,9	143,9 + 42,6	**
Areia grossa (%)	19,5 + 11,0	20,1 + 12,9	n.s.
Areia fina (%)	44,2 + 15,8	46,5 + 22,6	n.s.
Silte (%)	19,4 + 14,0	13,0 + 11,9	n.s.
Argila	16,8 + 6,5	17,2 + 8,4	n.s.

Os valores representam médias seguidas do desvio padrão. Letras distintas indicam diferenças significativas entre si pelo teste t de Welch (* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$). Ns = não significativo.

Tabela 9.1.4-11. Comparação dos valores de desnível topográfico, altitude e porcentagem de areia grossa, areia fina, silte e argila entre fisionomias florestais e savânicas na AHE Castelhana.

Variáveis ambientais	Floresta	Savana	teste t de Welch
Desnível (%)	4,0 + 7,4	1,2 + 1,3	n.s.
Altitude (m)	97,3 + 56,0	144,2 + 33,5	*
Areia grossa (%)	22,0 + 13,7	17,1 + 9,3	n.s.
Areia fina (%)	50,8 + 13,9	38,9 + 25,5	n.s.
Silte (%)	12,1 ± 12,5	19,6 ± 12,3	n.s.
Argila	15,2 ± 6,1	19,6 ± 9,0	n.s.

Os valores representam médias seguidas do desvio padrão. Letras distintas indicam diferenças significativas entre si pelo teste t de Welch (* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$). Ns = não significativo



ANEXOII

Documentação Fotográfica – Vegetação AHE Castelhana



Foto 9.1.4.1-1 Floresta Aberta Aluvial com Babaçu, no município de Palmeirais, margem do rio Parnaíba.



Foto 9.1.4.1-2 Aspecto de Floresta Aberta Secundária com Babaçu (**Babaçual**).



Foto 9.1.4.1-3 Aspecto de Cerrado *stricto sensu*.



Foto 9.1.4.1-4 Floresta Aberta Secundária com Babaçu (**Babaçual**) na Estação 89, com detalhe do sub-bosque regenerante.



Foto 9.1.4.1-5 Área antrópica com indivíduos de Babaçu.

9.1.4.11. Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A.N. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. **Geomorfologia** 43: 1-39. 1974.
- ALCOFORADO-FILHO, F. G. 1993. **Composição florística e fitossociologia de uma área de caatinga arbórea no município de Caruaru-PE**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- ANDRADE, L.A.Z; FELFILI, J.M.; VIOLATTI, L. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 2, p. 225-240, 2002.
- ANDRADE-LIMA, D. de. The caatingas dominium. **Revta brasil. Bot.** 4:149-153. 1981.
- ANDRADE-LIMA, D. Vegetação. In: IBGE. **Atlas Nacional do Brasil**. Rio de Janeiro, 1997. f. 2.
- BARBEIRO-RODRIGUES, S.M.C. **Florística e fitossociologia de formações vegetais ocorrentes em tabuleiro costeiro, na reserva biológica Guaribas, Paraíba**. 2005. 103f. Tese (Doutorado em Botânica).- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- BARBEIRO-RODRIGUES, S.M.C. **Florística e fitossociologia de uma área de cerrado em processo de desertificação no município de Gilgués – PI**. 1998. 138f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- BEARD, J.S. The savanna vegetation of northern tropical America. **Ecological Monographs** 23:149-215. 1985.
- BRAGA, C. C.; de BRITO, J.I; SANSIGOLO, C.A e RAO, T.V.R. Tempo de Resposta da Vegetação às Variabilidades Sazonais da Precipitação no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, n.1, p.149-157, 2003.
- CASTRO, A.A.J. **Comparação florístico-geográfica (Brasil) e fitossociológica (Piauí - São Paulo) de amostras de cerrado**. 1994. 520f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CASTRO, A.A.J.F. Cerrados do Brasil e do Nordeste: considerações sobre os fatores ecológicos atuantes, ocupação, conservação e fitodiversidade. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 27, n. 2, p. 183-205, 1996.
- CASTRO, A.A.J.F., MARTINS, F.R.; FERNANDES, A.G. The woody flora of cerrado vegetation in the state of Piauí, northeastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 55, n.3, p. 455-472, 1998.
- CASTRO, A.A.J.F.; CASTRO, N.M.C.F.; et al.. Cerrados marginais do Nordeste e ecótonos associados. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 273-275, 2007.
- CASTRO, A.A.J.F.; MARTINS, F.R. Cerrados do Brasil e do Nordeste: caracterização, área de ocupação e considerações sobre a sua fitodiversidade. **Pesquisa em Foco**, v. 7, n. 9, p. 147-178, 1999.

- CASTRO, A.A.J.F.; MARTINS, F.R.; TAMASHIRO, J.Y.; et al.. How rich is the flora of brazilian cerrados?. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 86, p. 192-224, 1999.
- CENÁRIOS PARA O BIOMA CAATINGA.** Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga. CD-ROM de apresentação. 2000.
- CESTARO, L.A. & SOARES, J.J. Variações florística e estrutural e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n. 2, p. 203-218, 2004.
- COLE, M.M. Cerrado, caatinga and pantanal: the distribution and origin of the savanna vegetation of Brazil. **The Geographical Journal**, London, v. 126, p. 168-179, 1960.
- COUTINHO, L.M. 2000 http://eco.ib.usp.br/cerrado/aspectos_conservacao.htm.
- COUTINHO, L.M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 1, p. 17-23, 1978.
- CRONQUIST, A. 1988. **The evolution and classification of flowering plants**. New York Bot. Gard.; New York. 2nd ed.
- CURTIS, J.T.; MCINTOSH. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. **Ecology**, v. 31, p. 434-455, 1950.
- EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Universidade de Brasília: CNPq / Coordenação Editorial, 1983. 305p.
- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, New York, v. 38, p. 201-341, 1972.
- EITEN, G. Vegetação do cerrado. In: PINTO, M.N. (org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva**. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1993. cap. 1, p. 17-73.
- EMBRAPA, - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual e Métodos de análise de solos**. 2^a ed. EMBRAPA CPS, Rio de Janeiro, 1997.
- FARIAS, R.R.S.; CASTRO, A.A.J.F. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior-PI. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 949-963, 2004.
- FELFILI, J.M.; SILVA JUNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado sensu stricto da Chapada Pratinha, DF-Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 6, n. 2, p. 27-46, 1993.
- FERNANDES, A. & BEZERRA, P. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Stylos Comunicações, Fortaleza. 1990.
- FERNANDES, A. G.. **Fitogeografia brasileira**. Fortaleza: Multigraf. 1998. 340p.

- FERNANDES, A.G.; BEZERRA, P. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylus Comunicações. 1990. 205p.
- GIL, P.R. **Wilderness: earth's last wild places**. CEMEX, S.A , Cidade do México.2002.
- GOODLAND, R. A physiognomic analysis of the cerrado vegetation of central Brazil. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 59, p. 411-419, 1971.
- GOODLAND, R.; POLLARD, R. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 61, p. 219-224, 1973.
- GURGEL, H. C. B.; BARBIERI, G.; PEREIRA, J. A. & MARINS, M. A. **Análise quantitativa e qualitativa da nutrição de Arius luniscutis Cuvier & Valenciennes, 1840** (Siluriformes, Ariidae) do estuário do rio Potengi, Natal/RN. An. Sem. Reg. Ecol.
- <http://www.conservacao.org/noticias/noticia.php?id=120>
- IBGE 2004 <http://www.ibge.gov.br>.
- IBGE. 1993. **Mapa de Vegetação do Brasil**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Escala 1 : 5.000.000.
- JUAREZ, R.I.N.; Liu, W.F.F.t. Analysis in NDVI Annual Cycle and Climatic Regionality in **Northeast Brazil**. **International Journal of Climatology**, Birmingham. V.21, p.1803-1820, 2001.
- LEAL IR, TABARELLI M, SILVA JMC . **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. 2003.
- LOPES, A.S.; COX, F.R. Cerrado vegetation in Brazil: an edaphic gradient. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, p. 828-831, 1977.
- LORENZI, H. 2000. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa. Editora Plantarum. Vol.1 e 2. 352p.
- MANTOVANI, W.; MARTINS, F.R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, p. 101-112, 1988.
- MARTINS, F.R. Atributos de comunidades vegetais. **Quid**, Teresina, v. 9, n. 1 /2, p. 12-17, 1990.
- MMA. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga** .por: Ministério do Meio Ambiente, Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/ Instituto Estadual de Florestas-MG.Brasília, 2000, 40p
- MÜELLER - DOMBOIS, D.; ELLENBERGS, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons. 1974.

- NIMER, E. **Clima-circulação atmosférica. Paisagens do Brasil.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro. (Série D, n.2). 1969.
- OLIVEIRA, M.E.A. **Mapeamento, florística e estrutura da transição campo-floresta na vegetação (cerrado) do Parque Nacional de Sete Cidades, Nordeste do Brasil.** 2004. 130f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SHEPHERD, G. J.; MARTINS, F. R.; STUBBLEBINE, W. H. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado in central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 5: 413-431. 1989.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany** 52(2):141-194. 1995.
- PLANAP. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba . 2006.
- PRADO, D.E. & GIBBS, P.E. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forest South America. **Annals of the Missouri Botanic Garden** 80:902-927.
- PROJETO RADAM-BRASIL.** Folhas SB 23 Teresina e parte da folha Sb. 24 Jaguaribe. Rio de Janeiro: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. 1973.
- RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III. Comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 60, n. 1, p. 57-109, 2003.
- REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SPERA, S.T. Solos do bioma Cerrado : aspectos pedológicos. In : SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de. (Ed.). **Cerrado : ambiente e flora.** Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p. 47-86.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. **Fitofisionomias do bioma cerrado.** In Cerrado: ambiente e flora (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds). EMBRAPA-CPAC, Planaltina, p.89-166.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Org.). **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC. 1998. cap. 3, p. 87-166.
- RIBEIRO, L.F., TABARELLI, M. A structural gradient in cerrado vegetation of Brazil: changes in woody plant density, species richness, life history and plant composition. **Journal of Tropical Ecology**, v.18, p.775-791, 2002.
- RIZZINI CT, **Tratado de fitogeografia do Brasil**, 2a ed. Ambito Cultural Edicoes Ltda., Rio de Janeiro, 747p. 1997.
- RIZZINI, C.T. Contribuição ao conhecimento das floras nordestinas. **Rodriguesia**, v. 28, n. 41, p. 137-193, 1976.

- ROMARIZ, D. A. **Aspectos da vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro, IBGE. 60f. A.R.H. 1974.
- SAMPAIO, E.V.S.B. Fitossociologia. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; MAYO, S.J.; BARBOSA, M.R.V.(org.). **Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectivas**. Recife: Sociedade Botânica do Brasil / Seção Regional de Pernambuco. 1996. cap. 16, p. 203-221.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; SOUTO, A.; RODAL, M.J.N.; *et al.*. Caatingas e cerrados do NE: biodiversidade e ação antrópica. In: **CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO**. Fundação Esquel do Brasil, Fortaleza/Brasília. 1994.
- SEMATUR. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Turismo. **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do estado do Maranhão**. São Luís: LITHOGRAF. 1991. 193p.
- TABARELLI, M; SILVA J.M.C. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: Leal, I.R.; Tabarelli, M.; Silva, J.M.C. (eds). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife, Editora UFPE, p. 719-734. 2003.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. & LIMA, J. C. A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. 1991. 124p.
- VIEIRA, S. 2003..**Bioestatística: Tópicos avançados**. São Paulo: Campus.

9.1.5. FAUNA

9.1.5.1. Avifauna

9.1.5.1.1. 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 .

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 bibliografia 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.

9.1.5.1.2. Caracterização da Avifauna dos Pontos de Amostragem da AID

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.

Foram definidas pela coordenação dos trabalhos, com base em mapas de vegetação e imagens de satélites, as seguintes categorias de vegetação:

- FL – Floresta de Babaçu
- FC – Floresta Ciliar
- SA – Savana (Cerrado)
- AU – Áreas Úmidas

A localização precisa dos pontos de amostragem, bem como os ambientes amostrados em cada um deles, está relacionada na **Tabela 9.1.5.1.-1** e na **Figura 6.1.5.1.-1**, apresentada no Volume II (**Capítulo 6 AII do Meio Biótico**)

Tabela 9.1.5.1-1. - Pontos amostrados na AID durante as campanhas de campo (março a junho de 2009), nos levantamentos de avifauna do AHE Castelhanos.

Ponto	Ambiente Amostrado e localização nas áreas de influência	Coordenadas (UTM)	
		Leste	Sul
38	Mata - AID	719376	9325111
42	Savana - AID	710734	9343173
49	Mata - AID	739654	9310293
53	LT - Savana AID	702095	9365312
61	Mata - AID	715597	9333813
76	LT – Savana AID	699219	9364947
77	Mata - AID	710474	9359977
92	Mata - AID / AII - LT	709237	9363872

Cont.

Tabela 9.1.5.1-1. - Pontos amostrados na AID durante as campanhas de campo (março a junho de 2009), nos levantamentos de avifauna do AHE Castelhana.

Ponto	Ambiente Amostrado e localização nas áreas de influência	Coordenadas (UTM)	
		Leste	Sul
94	Savana - AID	719377	9324394
99	Savana - AID	719673	9323790
AV-2	Área Úmida AID	710921	9342001
AV-3	Área Úmida AID	712332	9341679
AV-5	Mata Ciliar - AID	724520	9316905

AID – Área de Influência Direta; LT – Linha de Transmissão

Foi definido durante a segunda campanha, em função da sua relevância para o grupo avifauna os pontos extras, a saber:

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 (**Foto 9.1.5.1-1**), ambiente bastante distinto daquele dos pontos situados na mesma região, e o único ambiente paludícola amostrado na margem direita do rio Parnaíba.

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.

9.1.5.1.2.1. Considerações sobre a avifauna característica da AID (resultados)

A **Tabela 6.1.5.1-2** lista as espécies e os pontos em que foram registradas na All e na AID. 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).

Registraram-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 AID, 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”.

9.1.5.1.2.2. 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 9.1.5.1-3**), 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 curucu*) (**Foto 9.1.5.1-4**).

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 tinguau-ferrugem (*Attila cinnamomeus*) e o poiaeiro-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 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 anhuma (*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 arredo-do-rio (*Cranioleuca vulpina*), o anu-coroca (*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 9.1.5.1-5**), predominam aves de ampla distribuição, como a graúna (*Gnorimopsar chopi*), a guaracava-de-topete-uniforme (*Elaenia cristata*) e o rapazinho-dos-velhos (*Nystalus maculatus*).

Damesma 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 (*Compsotherapis loricata*) e o cardeal-do-nordeste (*Paroaria dominicana*).

9.1.5.1.2.3. Avifauna Aquática e Semi-Aquática

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 corrupeirão (*Icterus jamacaii*), o casaca-de-couro (*Pseudoseisura cristata*) e o turu-turu (*Neocrex erythrops*), este último mencionado em entrevista com morador local.

9.1.5.1.3. Espécies Raras, Ameaçadas, Bioindicadoras e de Valor Cienegético

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 campanha-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 campanha-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.

9.1.5.1.4. Comparações e Considerações entre a Avifauna característica da AII e AID

A comunidade de aves presente na AII e na AID do AHE Castelhana é em geral bastante semelhante, com particularidades decorrentes da maior ou menor representatividade de determinados ambientes em cada uma delas.

Em termos quantitativos com base na lista de espécies apresentada na **Tabela 6.1.5.1-2** foram identificadas 209 espécies ao total dentro das áreas de influência do empreendimento abrangendo as diferentes fisionomias nele representadas. Dessas espécies 83 foram registradas exclusivamente na AID, e 20 foram registradas exclusivamente na AII. As demais 106 ocorreram indiscriminadamente tanto na AII quanto na AID.

Tabela 9.1.5.1-2 Quantificação das espécies registradas por área de influência do empreendimento.

Áreas de Influência	Nº de Espécies Registradas
Apenas na AID	83
Apenas na AII	20
AII e AID	106
Total de espécies	209

Observou-se um número significativamente maior de espécies, e também maior frequência de ocorrência da maioria das espécies na AID, conforme ilustrado na **Tabela 6.1.5.1-3** e compilados na **Tabela 9.1.5.1-2**. Tal fato provavelmente é decorrente da existência de ambientes ribeirinhos em maior abundância ao longo da calha do rio Parnaíba, ao contrário do que ocorre na AII.

Várias aves tipicamente ribeirinhas foram registradas somente na mata ciliar e em lagoas marginais do rio Parnaíba (AID), uma vez que seu ambiente preferencial de ocorrência não está representado na AII. Estas espécies, no entanto, são em geral comuns, e de ampla distribuição no Brasil. Chamou a atenção ainda, na AID, o número reduzido de indivíduos destas espécies na mata ciliar do rio Parnaíba, indicando uma relativa pobreza do ambiente.

As áreas úmidas estão pouco representadas na AID e na AII, e abrigam em sua maioria espécies oportunistas e de ampla distribuição, que ocorrem em ambientes temporários formados no período das chuvas.

Espécies típicas do Cerrado estão muito pouco representadas na AID, e são pouco frequentes também na AII, onde dominam a paisagem formações florestais e semi-florestais com uma fisionomia intermediária entre Cerrado e Caatinga.

Aves típicas do bioma Caatinga estão associadas principalmente às áreas úmidas com presença de carnaúbas que ocorrem ao longo da calha do rio Parnaíba, e são bastante frequentes na AID, ao contrário do que ocorre na AII.

A maioria destas espécies possui distribuição relativamente ampla, não restrita à Caatinga, e na área do empreendimento podem ser observadas principalmente na AID, uma vez que seu ambiente preferencial de ocorrência está pouco representado na AII.

As Florestas de Babaçu estão bem representadas tanto na AII quanto na AID, mas na grande maioria das áreas visitadas estão bastante degradadas, e apresentam poucas características da formação vegetal original, como no ponto 8. Uma das únicas exceções é o ponto 92, localizado na AID, onde a formação florestal original se encontra bastante preservada, e onde foi registrada a maioria das espécies tipicamente amazônicas.

Anexo III

Documentação Fotográfica - Avifauna

AHE CASTELHANO



Foto 9.1.5.1.-1 Lagoa temporária com carnaúbas no ponto AV-2. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 9.1.5.1.-2 Floresta de Babaçu bastante preservada no ponto 92 Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 9.1.5.1.-3 Canário-do-amazonas (*Sicalis columbiana*). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 9.1.5.1.-4 Rabo-branco-do-maranhão (*Phaethornis maranhaoensis*). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 9.1.5.1.-5 Vegetação Ciliar no ponto 61. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 9.1.5.1.-6 Floresta Ciliar no ponto 38. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 9.1.5.1.-7 Papa-lagarta-de-euler (*Coccyzus euleri*). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 9.1.5.1-8 Mata Ciliar do rio Parnaíba, na região de Palmeirais. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.



Foto 9.1.5.1.-9 Vegetação aberta com fisionomia de Cerrado no ponto 94. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana 2009.

9.1.5.1.5. Referências Bibliográficas

- Ab' Saber, A. N., 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira Aproximação. **Geomorfologia 52**. Inst. Geogr. Univ. São Paulo.
- BirdLife International 2000. **Threatened Birds of the World**. BirdLife International, Cambridge, UK & Lynx Edicions, Barcelona.
- Braz, V.S. 2003. **A representatividade das unidades de conservação do Cerrado na preservação da avifauna**. Dissertação de Mestrado. Brasília. Universidade de Brasília.
- CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. 2008. Lista das aves do Brasil. Versão 10/10/2008. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em 25/6/2009.
- Collar, N. J., Gonzaga, L. P., Krabbe, N., Madroño Nieto, A., Naranjo, L. G., Parker, T. A. and Wege, D. C. 1992 **Threatened birds of the Americas: the ICBP/IUCN Red Data Book**. Cambridge, U.K.: International Council for Bird Preservation.
- del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (eds.) 1999. **Handbook of the birds of the world. Vol. 5**. Lynx Edicions, Barcelona.
- Hellmayr, C. E.; Conover, B. & Cory, C. B. 1918 - 1949. Catalogue of Birds of Americas and the Adjacent Islands. 16 vols. **Field Museum of Natural History**.
- Hellmayr, C.E. 1929. A contribution to the ornithology of northeastern Brazil. **Field Museum Nat. History Publ. Zool. Ser. 12**:1-498.
- Herzog, S.K.; Kessler, M. & Cahill, T.M. 2002. Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data. **The Auk 119(3)**: 749-769.
- Isler, M.L., Isler, P.R. & Whitney, B.M. 1998. Use of vocalizations to establish species limits in antbirds (Passeriformes; Thamnophilidae). **The Auk 115**:577-590.
- IUCN – The World Conservation Union, 2008. **2008 IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível na Internet [http:// www.redlist.org/search/search-basic.html](http://www.redlist.org/search/search-basic.html) site consultado em 25/06/2009.
- Marantz, C.A. & Oren, D. C. 2000. A técnica do *Area Search*: uma avaliação crítica aos métodos tradicionais de censo de avifauna em ambientes florestais. Em: Straube, F.C.; Argel-de-Oliveira, M.M. & Cândido-Jr, J.F (eds.). **Ornitologia Brasileira no Século XX**, incluindo os Resumos VIII Congresso Brasileiro de Ornitologia (Florianópolis, 9 a 14 de julho de 2000) Curitiba, Editora Popular. R 233 p. 416-417.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente 2003. **Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção**. Disponível na internet [http:// www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm](http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm) , site consultado em 25/06/2009.
- Novaes, F.C. 1992. Bird observations in the state of Piauí, Brazil. **Goeldiana Zool. 17**:1-5.
- Olmos, F. & Brito, G.R.R. 2007. Aves da região da Barragem de Boa Esperança, médio rio Parnaíba, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia 15 (1)**: 37-52.
- Oren, D.C. 1990. New and Reconfirmed Bird Records from the State of Maranhão, Brazil. **Goeldiana Zoologia 4**:1-13.
- Oren, D.C. 1991. Aves do Estado do Maranhão, Brasil. **Goeldiana Zoologia, Belém**, 9:1-55.

- Pacheco, J.F. 2000. A ornitologia descobre o sertão: um balanço do conhecimento da avifauna da Caatinga desde os primórdios aos anos 1950. pp. 11-70. In: Straube, F.C.; Argel-de-Oliveira, M.M. & Cândido-Jr (eds). **Ornitologia Brasileira no Século XX**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Ornitologia.
- Pinto, O. M. de O., 1938. **Catálogo das Aves do Brasil, 1ª Parte**. Rev. Mus. Paulista XXII: 566 pp.
- Pinto, O. M. de O., 1944. **Catálogo das Aves do Brasil, 2ª Parte**. Secretaria da Agricultura, Industria e Comércio de São Paulo. 700 pp
- Reiser, O. 1910. Liste Vogelarten, welche auf der von der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften 1903 nach Nordost-brasilien entsendetem Expedition unter Leitung des Hofrates Dr. F. Steindachner gesammelt wurden. **Denkschr. Mathem-naturw. K. Akad. Wissench Wien 76**: 55-100.
- Ridgely, R. S. & Tudor, G. 1989. **The birds of South America, vol. 1 – the oscine passerines**. University of Texas Press. Austin.
- Ridgely, R. S. & Tudor, G. 1994. **The birds of South America, vol. 2 – the suboscine passerines**. University of Texas Press. Austin.
- SEMATUR. 1991. **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Maranhão**. São Luís, Secretária de Meio Ambiente e Turismo. 193 p.
- Sick, H. 1997. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro:Ed. Nova Fronteira.
- Silva, J.M.C. & Oren, D.C. 1997. Geographic variation and conservation of the Moustached Woodcreeper *Xiphocolaptes falcirostris*, an endemic and threatened species of north-eastern Brazil. **Bird Cons. Int.** 7:263-274.
- Silva, J.M.C. 1995. Birds of the Cerrado Region, South América. **Steenstrupia** 21:69-92.
- Silva, J.M.C. 1997. Endemic bird species and conservation in the Cerrado region, South America. **Biodiv. Conserv.** 6:435-450.
- Silveira, L.F.; Calogne-Méndez, A. & Brito, G.R.R. 2001. Range extensions and new records for birds in Piauí state, Brazil. **Internat. J. Ornithol.** 4: 219-224.
- Snethlage, E. 1914. Catálogo das aves amazônicas. **Bol. Mus. Goeldi.** 8:1-530.
- Snethlage, E. 1924. Informação sobre a avifauna do Maranhão. **Bol. Mus. Nac. I** (6) Rio de Janeiro.
- Stotz, D.F.; Fitzpatrick, J.W.; Parker III, T.A. & Moskovits, D. K. 1996. **Neotropical Birds - Ecology and Conservation**. The University of Chicago Press, Chicago and London. 478 pp.
- Wege, D.C. & Long A. J. 1995. **Key Areas for threatened birds in the Neotropics**. Cambridge, UK: Birdlife International (Conservation Series 5).
- Zaher, H. (coord.) 2001. **Diversidade de Vertebrados terrestres da Estação Ecológica de Uruçuí-Una, Piauí. Relatório final**. Universidade de São Paulo, São Paulo. 110 p. + 24 pranchas.

9.1.5.2. Mastofauna

9.1.5.2.1. Métodos

Os dados dos métodos foram os mesmos explanados no item 6.1.5.2.1

9.1.5.2.2. Caracterização da Mastofauna dos Pontos de Amostragem da AID

Na área de influência direta (AID) foram identificadas 60 espécies de mamíferos, o que representaria 83.3% das espécies encontradas em todo o AHE Castelhana e 50.8% do total de espécies identificadas para toda a área do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (**Tabela 6.1.5.2-2.** e **Tabela 9.1.5.2-1**). Destas, cinco foram consideradas ameaçadas de extinção nacional ou regionalmente, ou de especial interesse (**Tabela 9.1.5.2-2**).

Tabela 9.1.5.2-1 Frequência de ocorrência de mamíferos na área de influência direta (AID) do AHE Castelhana, Maranhão/Piauí.

ESPÉCIE	MATA – AID	SAVANA - AID
<i>Caluromys philander</i>	0,52	0,00
<i>Didelphis marsupialis</i>	3,70	0,93
<i>Didelphis albiventris</i>	0,93	0,00
<i>Monodelphis domestica</i>	12,96	3,70
<i>Gracilinanus cf. agilis</i>	8,33	11,11
<i>Micoreus demerarae</i>	0,93	0,00
<i>Tamandua tetradactyla</i>	0,93	1,85
<i>Cabassous unicinctus</i>	0,00	0,93
<i>Dasybus novemcinctus</i>	0,93	0,00
<i>Euphractus sexcinctus</i>	1,85	6,48
<i>Phyllostomus elongatus</i>	0,93	0,93
<i>Artibeus obscurus</i>	0,93	0,00
<i>Artibeus gnomus</i>	0,93	0,93
<i>Artibeus lituratus</i>	0,93	0,00
<i>Artibeus cinereus</i>	0,93	0,00
<i>Artibeus sp.</i>	0,93	0,00
<i>Carollia perspicillata</i>	4,63	1,85
<i>Carollia sp.</i>	0,00	0,93
<i>Glossophaga soricina</i>	0,93	0,00
<i>Micronycteris minuta</i>	0,93	0,00
<i>Anoura caudifer</i>	0,93	0,00
<i>Lophostoma carrikeri</i>	0,00	0,93
<i>Lophostoma silvicollum</i>	0,00	0,93
<i>Mimon crenulatum</i>	0,00	0,93
<i>Rhinophylla pumilio</i>	0,93	0,93
<i>Plathyrrhinus lineatus</i>	0,93	0,00
<i>Pteronotus sp. 1</i>	0,00	0,93
<i>Callithrix jacchus</i>	0,00	0,93

* espécie ameaçada de extinção ou de especial interesse

cont.

Tabela 9.1.5.2-1 Frequência de ocorrência de mamíferos na área de influência direta (AID) do AHE Castelhana, Maranhão/Piauí.

ESPÉCIE	MATA – AID	SAVANA - AID
<i>Pseudalopex vetulus</i>	1,85	5,56
<i>Cerdocyon thous</i>	3,70	7,41
<i>Nasua nasua</i>	0,93	0,00
<i>Procyon cancrivorus</i>	2,78	1,85
<i>Eira barbara</i>	0,93	0,00
<i>Galictis cuja</i>	0,93	0,93
<i>Conepatus semistriatus</i>	0,93	0,93
* <i>Leopardus tigrinus</i>	0,00	0,93
* <i>Leopardus colocolo</i>	0,00	0,93
* <i>Puma yagouaroundi</i>	0,93	0,93
* <i>Puma concolor</i>	0,93	0,93
* <i>Tayassu tajacu</i>	0,93	0,00
<i>Mazama gouazoubira</i>	0,93	0,93
<i>Coendou prehensilis</i>	0,93	0,93
<i>Oligoryzomys sp. 1</i>	2,78	0,00
<i>Oligoryzomys sp. 2</i>	0,93	0,00
<i>Oecomys sp.</i>	1,85	0,00
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	0,93	0,93
<i>Agouti paca</i>	0,00	3,70
<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	2,78	5,56
<i>Rhipidomys cf. macrurus</i>	0,00	0,93
<i>Cerradomys cf. scottii</i>	1,85	0,00
<i>Marmosa murina</i>	4,63	0,00
<i>Thrichomys inermis</i>	4,63	5,56
<i>Dasypus sp.</i>	0,00	1,85
<i>Mazama sp.</i>	0,93	0,93
<i>Cebus libidinosus</i>	0,93	0,00
<i>Proechimys cf. roberti</i>	2,78	0,00
<i>Euryoryzomys sp.</i>	5,56	0,93
<i>Hylaeamys sp.</i>	2,78	0,00
<i>Mus musculus</i>	3,70	0,00

* espécie ameaçada de extinção ou de especial interesse

Todas as espécies com maior frequência de ocorrência são comumente encontradas em áreas do bioma Cerrado. Dos pequenos mamíferos, as espécies mais frequentemente encontradas foram os marsupiais *Gracilinanus cf. agilis* (11.7%) e *Monodelphis domestica* (8.7%), seguidos pelos roedores *Thrichomys inermis* (7.3%) e *Euryoryzomys sp.* (3.4% do total de registros). Dos mamíferos de médio e grande porte a maioria dos registros foram para a raposa (*Cerdocyon thous* – 6.3%), seguidos pelo tatu-peba (*Eupractus sexcinctus* – 4.4%) e pela cutia (*Dasyprocta prymnolopha*) e raposa (*Pseudalopex vetulus* – 3.9% cada). Das espécies de morcegos, a mais abundante foi *Carollia perspicillata* (4.4%).

Não foi observada uma diferença significativa na diversidade mastofaunística entre as fisionomias savânicas e de mata na AID ($H = 3.092$, $P = 0.079$), seguindo ao padrão observado para as outras áreas do Parnaíba. Maiores detalhes sobre a mastofauna no item “Considerações gerais sobre a mastofauna”.

Tabela 9.1.5.2-2. Espécies ameaçadas de extinção e/ou de especial interesse presentes nas áreas de influência direta (AID) dos empreendimentos.

Espécie	Reservatório				
	Ribeiro	Uruçuí	Cachoeira	Estreito	Castelhano
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	X				
<i>Priodontes maximus</i>		X			
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	X				
<i>Lontra longicaudis</i>		X		X	
<i>Leopardus pardalis</i>	X	X			
<i>Leopardus wiedii</i>	X				
<i>Leopardus tigrinus</i>	X	X	X	X	X
<i>Leopardus colocolo</i>		X	X		X
<i>Puma yagouaroundi</i>	X	X	X		X
<i>Puma concolor</i>	X			X	X
<i>Panthera onça</i>	X	X			
<i>Tayassu tajacu</i>	X	X			X

Nas formações vegetais da AID do AHE Castelhana está presente cerca de 1/3 das espécies ameaçadas de extinção registradas para toda a área do rio Parnaíba inventariada (entre Tasso Fragoso e Parnarama – MA/PI). Chama a atenção a presença da onça-vermelha (*Puma concolor*), a despeito da baixa frequência de ocorrência, isto sem contar as outras espécies de felinos de menor porte (maiores detalhes no item “Considerações gerais sobre a mastofauna: espécies endêmicas, raras, ameaçadas e de especial interesse”).

Apesar da lontra, não ter sido registrada, talvez por ser rara ao longo de toda a região do Parnaíba, deve estar presente na área de influência deste AHE, já que ocorre tanto a montante quanto a jusante do Rio Parnaíba. Este carnívoro semi-aquático ainda consegue sobreviver em áreas impactadas e de razoável densidade populacional humana, como as encontradas ao longo do Rio Parnaíba, por apresentar hábitos noturnos, solitários e relativamente crípticos. Entretanto, por sua alimentação majoritariamente piscívora chega a preda em curais de peixes, no que tende a sofrer medidas retaliatórias por parte dos pescadores. Talvez por este motivo a espécie hoje seja, à primeira instância, rara ao longo do Rio Parnaíba.

Os registros fotográficos das espécies podem ser encontrados no anexo sobre Documentação fotográfica Mastofauna AHE Castelhana nas **Fotos de 9.1.5.2-1 a 9.1.5.2-3.**

9.1.5.2.3. Considerações Gerais sobre a Mastofauna

Na área do AHE Castelhana foram obtidos 387 registros de 72 espécies de mamíferos, das quais 49 são terrestres não-voadoras e 23 são quirópteros, o que representaria 613% do total de espécies do Parnaíba como um todo – **Gráfico 9.1.5.2-1.** Estas pertencem a oito ordens e 24 famílias (**Tabela 6.1.5.2-2**). Das espécies não voadoras seis (8.3%) são consideradas ameaçadas de extinção pela listagem da fauna ameaçada no Brasil (MMA, 2003) e no Maranhão (Oliveira 1997). Não levando em consideração algumas espécies de

roedores exclusivamente arbóreos do dossel e os morcegos (grupos aos quais ainda deverá haver inclusões de algumas espécies) a listagem preliminar estaria completa, especialmente para as espécies de porte superior a 1kg. É neste AHE que se encontra a maior influência amazônica em toda a área do Parnaíba inventariada, inclusive com a presença de espécies tidas como exclusivamente amazônica (e.g., *Makalata obscura*).

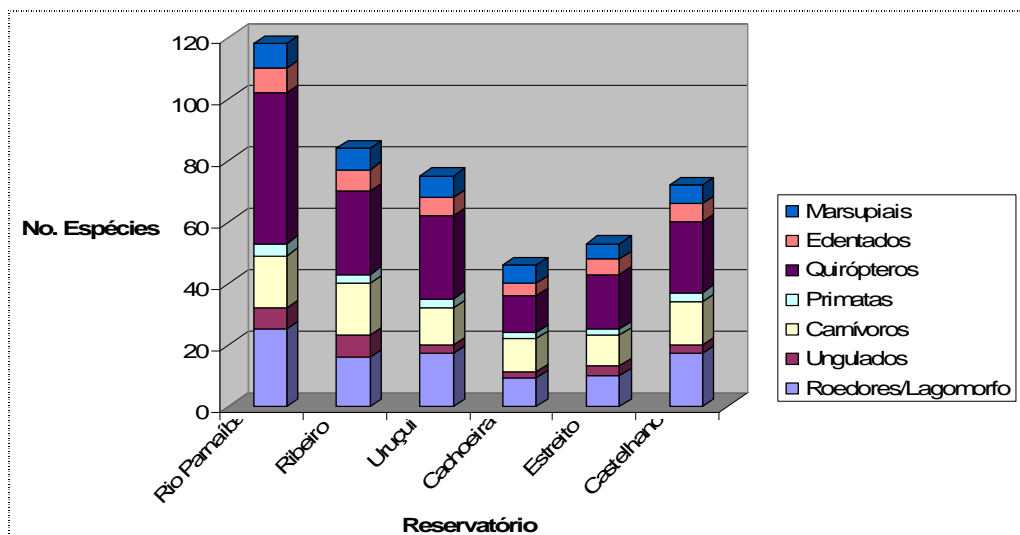


Gráfico 9.1.5.2-1 Número de espécies por grupo taxonômico de mamíferos encontrados na área das AHE e ao longo do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

A composição de espécies dos mamíferos de maior porte (> 1kg) foi bastante semelhante ao total geral, à exceção de algumas das espécies ameaçadas. As diferenças estariam mais relacionadas aos pequenos mamíferos e, em menor escala, aos morcegos. As curvas do coletor para morcegos e pequenos mamíferos chegaram à assíntota (**Gráfico 9.1.5.2-2**).

Dos pequenos mamíferos, as espécies mais frequentemente capturadas foram o roedor *Thrichomys inermis* (22.3%) e os marsupiais *Gracilinanus agilis* (19.2%), *Monodelphis domestica* (15.4%) e *Marmosa murina* (10%) – **Tabela 9.1.5.2-3**. Dentre os morcegos *Carollia perspicilata* (52.5%) foi destacadamente a espécie dominante, seguida de longe por *Artibeus obscurus* (6.8%) – **Tabela 9.1.5.2-4**. Dos mamíferos de médio-grande porte as mais frequentemente detectadas foram a raposa (*Cerdocyon thous*), a cutia (*Dasyprocta prymnolopha*), o tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*) e a paca (*Agouti paca*). Digno de nota também é presença de várias espécies de felinos ameaçados de extinção.

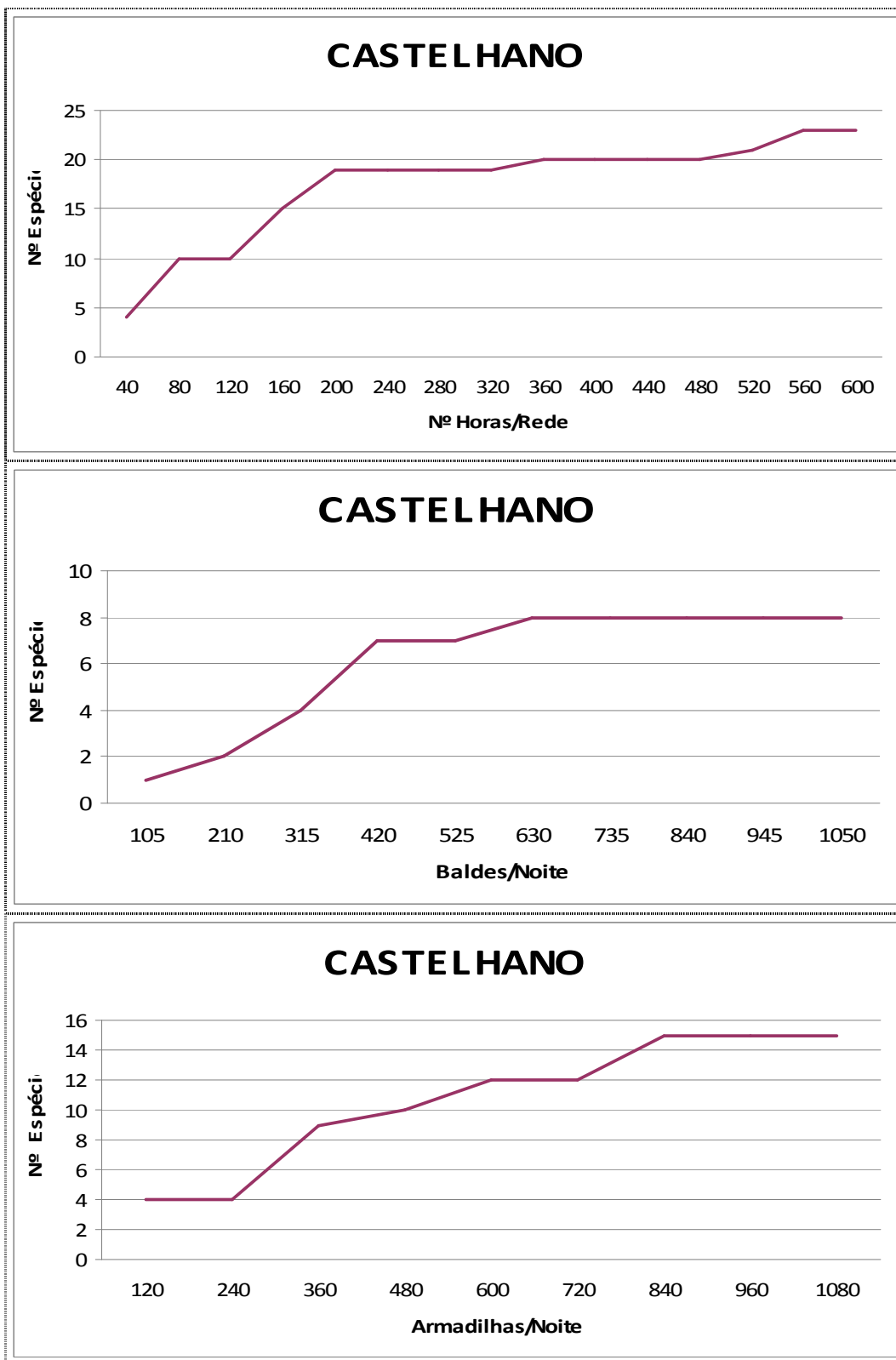


Gráfico 9.1.5.2-2 Curvas de acumulação de espécies de morcegos e pequenos mamíferos (pitfall e live-trap) na área da AHE de Castelhana (MA/PI).

Tabela 9.1.5.2-3 Abundância relativa (número de indivíduos por 1.000 armadilhas-noite) de pequenos mamíferos capturados na região da AHE Castelhana (MA/PI).

ESPÉCIE	Número capturas	Frequência ocorrência %	Abundância relativa - pitfall	Abundância relativa live-trap
<i>Didelphis albiventris</i>	5	3.8	0.952	3.704
<i>Didelphis marsupialis</i>	3	2.3	-	2.778
<i>Micoreus demerarae</i>	1	0.8	-	0.926
<i>Gracilinanus agilis</i>	25	19.2	4.762	18.519
<i>Marmosa murina</i>	13	10.0	1.905	10.185
<i>Monodelphis domestica</i>	20	15.4	8.571	10.185
<i>Euryoryzomys</i> sp.	8	6.2	-	7.407
<i>Cerradomys</i> cf. <i>scotti</i>	2	1.5	-	1.852
<i>Hyaleamys</i> sp.	3	2.3	-	2.778
<i>Oligoryzomys</i> sp. 1	7	5.4	5.714	0.926
<i>Oligoryzomys</i> sp. 2	2	1.5	1.905	-
<i>Oecomys</i> sp.	2	1.5	1.905	-
<i>Rhipidomys macrurus</i>	1	0.8	-	0.926
<i>Mus musculus</i>	5	3.8	-	4.630
<i>Proechimys</i> cf. <i>roberti</i>	3	2.3	-	2.778
<i>Thrichomys inermis</i>	29	22.3	-	26.852
<i>Makalata obscura</i>	1	0.8	0.952	-

O esforço amostral nas duas campanhas na AHE Castelhana foi de aproximadamente 1.080 armadilhas-noite, valor superior àquele recomendado para uma boa amostragem através da técnica (750 armadilhas-noite). Esforço quase idêntico (1.050 baldes-noite) foi realizado com pitfall. Desta forma, o esforço amostral realizado para o grupo dos pequenos mamíferos foi consideravelmente elevado. Para os quirópteros este foi de 572 horas x rede, enquanto o de armadilhamento fotográfico foi de 320 armadilhas-noites.

A composição de espécies por tipo de ambiente foi diferenciada (**Tabela 9.1.5.2-5**), 61 em matas e 43 nas formações de savanas. A grande maioria das espécies de médio e grande porte (> 1 kg) utilizou tanto as áreas de mata quanto as diversas fisionomias do cerrado de forma indiscriminada. Entretanto, algumas espécies apresentaram maior especificidade por um dos tipos de ambiente neste reservatório, mas não nas demais áreas, o que sugere casuismo e não especificidade de hábitat em si, conforme observado na **Tabela 6.1.5.2-2**, salvo raras exceções como, por exemplo, a capivara *Hydrochaeris hydrochaeris*, que foi mais frequentemente observada em áreas ribeirinhas.

Tabela 9.1.5.2-4 Abundância relativa (número de indivíduos por 100 redes-noite) de morcegos capturados na região da AHE Castelhana (MA/PI).

Espécie	Frequência de Ocorrência %	Abundância Relativa
<i>Artibeus</i> sp.	5.08	1.05
<i>Anoura caudifer</i>	1.69	0.35
<i>Artibeus cinereus</i>	4.24	0.87
<i>Artibeus gnomus</i>	3.39	0.70
<i>Artibeus lituratus</i>	2.54	0.52
<i>Artibeus obscurus</i>	6.78	1.40
<i>Carollia perspicillata</i>	52.54	10.84
<i>Carollia</i> sp.	0.85	0.17
<i>Carollia brevicauda</i>	1.69	0.35
<i>Desmodus rotundus</i>	4.24	0.87
<i>Glossophaga soricina</i>	1.69	0.35
<i>Lophostoma carrikeri</i>	0.85	0.17
<i>Lophostoma silvicollum</i>	0.85	0.17
<i>Micronycteris minuta</i>	1.69	0.35
<i>Mimon crenulatum</i>	0.85	0.17
<i>Phyllostomus elongatus</i>	1.69	0.35
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	1.69	0.35
<i>Pteronotus parnellii</i>	1.69	0.35
<i>Pteronotus</i> sp. 1	0.85	0.17
<i>Rhinophylla pumilio</i>	1.69	0.35
<i>Sturnira lilium</i>	0.85	0.17
<i>Tonatia</i> sp.	1.69	0.35
<i>Trachops cirrhosus</i>	0.85	0.17

Quanto às áreas de influência, independentemente da formação vegetal, observou-se uma equivalência no número de espécies na área de influência direta (AID, 60 espécies) e indireta (All, 58 espécies) – **Tabela 9.1.5.2-5**. O teste de Kruskal-Wallis (one way ANOVA on ranks) não revelou nenhuma diferença significativa na diversidade (riqueza-abundância) entre as áreas de influência dos ambientes de savana ($H = 0.619$, $P = 0.431$) e de mata ($H = 0.0225$, $P = 0.881$). Comparando-se as áreas de influência direta e indireta, independente da formação vegetal tampouco se observou diferença entre as mesmas ($H = 0.0697$, $P = 0.792$), seguindo o padrão geral do Parnaíba como um todo.

Os índices de similaridade de Jaccard (qualitativo) e de Morista-Horn (quantitativo) não apresentaram nenhum padrão definido (**Tabelas 9.1.5.2-6, 7, 8**). Como entre todos os AHE entre todos os grupos não existiu nenhum padrão claro de similaridade é possível que não haja nenhum padrão definido na área do Parnaíba avaliada.

Tabela 9.1.5.2-5 Ocorrência de espécies por tipo de formação vegetal e área de influência do empreendimento, na AHE Castelhana (MA/PI).

Ambiente	AID	All	Total
Mata	47	45	61
Savana	36	38	43
Total	60	58	

Tabela 9.1.5.2-6 Comparação qualitativa (Jaccard) e quantitativa (Morista-Horn) da diversidade de pequenos mamíferos entre as áreas dos reservatórios ao longo do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

Jaccard / Morista-Horn	Ribeiro Gonçalves	Uruçuí	Cachoeira	Estreito	Castelhana
Ribeiro Gonçalves	-	0.560	0.392	0.163	0.726
Uruçuí	0.565	-	0.521	0.245	0.632
Cachoeira	0.381	0.522	-	0.533	0.710
Estreito	0.471	0.409	0.600	-	0.529
Castelhana	0.571	0.560	0.391	0.400	-

Tabela 9.1.5.2-7 Comparação qualitativa (Jaccard) e quantitativa (Morista-Horn) da diversidade de quirópteros entre as áreas dos reservatórios ao longo do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

Jaccard / Morista-Horn	Ribeiro Gonçalves	Uruçuí	Cachoeira	Estreito	Castelhana
Ribeiro Gonçalves	-	0.834	0.826	0.815	0.845
Uruçuí	0.515	-	0.690	0.601	0.621
Cachoeira	0.242	0.206	-	0.755	0.777
Estreito	0.387	0.344	0.308	-	0.969
Castelhana	0.429	0.389	0.242	0.433	-

Tabela 9.1.5.2-8 Comparação qualitativa (Jaccard) e quantitativa (Morista-Horn) da diversidade de mamíferos de médio-grande porte entre as áreas dos reservatórios ao longo do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

Jaccard / Morista-Horn	Ribeiro Gonçalves	Uruçuí	Cachoeira	Estreito	Castelhana
Ribeiro Gonçalves	-	0.846	0.680	0.854	0.889
Uruçuí	0.700	-	0.892	0.913	0.867
Cachoeira	0.410	0.500	-	0.807	0.659
Estreito	0.675	0.781	0.517	-	0.854
Castelhana	0.683	0.788	0.533	0.813	-

9.1.5.2.4. Contexto Geral da Mastofauna do Rio Parnaíba (MA/PI)

9.1.5.2.4.1. Considerações Metodológicas

Os dados obtidos através das duas metodologias para capturas de pequenos mamíferos (pitfalls e live-traps) na área do Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama apresentaram-se complementares e foram, desta forma, tratados conjuntamente. Nenhum exemplar de hábito arbóreo/escansorial foi capturado em árvore, mas sim em pitfall ou armadilhas de chão. Ao todo foram capturadas 21 espécies através de live-trap e 20 por pitfall. Onze espécies distintas foram capturadas apenas em uma das metodologias (seis por live-trap e cinco por pitfall). Houve uma grande diferença entre os esforços amostrais das duas metodologias na primeira campanha, o que preconizou maiores comparações entre as mesmas quanto as suas eficácias. Entretanto, na segunda campanha os esforços amostrais idênticos para as duas metodologias favoreceu a comparação entre as mesmas. Nesta, três espécies foram exclusivamente capturadas nos pitfalls e cinco nas live-traps. Observou-se também uma enorme diferença no sucesso de captura total e específico para várias espécies. No geral total este foi de 1.7% para os pitfalls e de 5% para as live-traps com armadilhas Sherman® e Tomahawk®. Hice & Schmidly (2002) demonstraram que o uso de armadilha do tipo pitfall está se mostrando mais eficiente na captura dos pequenos mamíferos de menor porte nas áreas amazônicas, o que também já foi reportado por Pardini & Umetsu (2006) para Mata Atlântica. Desta forma, o sucesso de capturas obtido neste trabalho foi o inverso do preconizado por estes autores. Isto pode representar tanto uma casualidade do local quanto indicar que em diferentes áreas a primazia do sucesso de capturas pode não apenas variar consideravelmente, mas também se alternar entre as duas metodologias. Apesar de prematuro para maiores conclusões, os resultados preliminares aqui obtidos sugerem que o uso concomitante das duas metodologias seja ideal para um melhor inventariamento dos pequenos mamíferos, apesar do uso exclusivo de apenas uma das técnicas também prover resultados satisfatórios para este propósito.

Para os quirópteros, utilizamos a priori capturas por três noites consecutivas, mas após verificarmos o total insucesso da mesma, este procedimento solicitado foi descontinuado. A literatura corrente da temática não recomenda este procedimento (ver, por exemplo, Kunz & Kurta 1988), justamente pelo mesmo não prover retorno nos trabalhos de inventariamento. A partir da primeira noite praticamente não houve adição de nenhuma espécie nova, além do sucesso de capturas ter caído consideravelmente, às vezes chegando a zero. A única exceção seriam os casos onde na primeira noite houve chuva e não na segunda. Ainda assim, na primeira noite o total de espécies dos pontos amostrados foi de 14, tendo este decrescido para 12 espécies na segunda noite (sendo estas as mesmas da primeira noite) e para sete na terceira, enquanto o número de indivíduos decresceu de 37 para 19. Teríamos assim uma diminuição tanto no número de espécies registradas quanto de indivíduos capturados. Isto seria decorrente do fato dos morcegos aprenderem a localização das redes, o que diminui consideravelmente o sucesso de capturas em noites subseqüentes, fato conhecido na literatura especializada (Kunz & Kurta 1988, Bergallo et al. 2003, Esbéard & Bergallo 2008), e confirmado neste trabalho. Pelo exposto não seria recomendável e justificável a captura de morcegos em noites subseqüentes num mesmo ponto amostral.

Para os mamíferos de médio-grande porte também foi considerado para análise a complementaridade entre as metodologias utilizadas para detectar a presença das espécies (vestígios-armadilhas fotográficas) haja vista as mesmas estarem direcionadas a amostrar as mesmas espécies.

O sucesso dos trabalhos envolvendo armadilhas fotográficas reside exatamente na escolha

do local em que ela venha a ser instalada e isto, por sua vez, está relacionado com a experiência do profissional, pois não pode, nem deve ser feita de forma aleatória. Isso posto, essa decisão de locais foi tomada considerando os pontos amostrais definidos no plano de trabalho.

Ademais, o uso da técnica de armadilhamento fotográfico segue determinados pressupostos, sendo um deles a manutenção de um distanciamento mínimo entre câmeras, pois câmeras colocadas próximas tendem a registrar os mesmos indivíduos. Portanto, considerando-se um reduzido raio de 500 m, não se justifica a presença de mais de uma unidade para a captura de indivíduos.

Deve-se considerar que dentro dos pressupostos da técnica muitos dos pontos sequer tinham condições de manter uma única unidade. Em alguns casos, em que a área apresentava potencial para duas unidades não muito próximas entre si, assim se procedeu. A colocação das câmeras em “pontos amarrados” fez com que mais de 70% dos registros delas fossem de animais domésticos e apenas 27% de animais silvestres. Os melhores resultados foram obtidos nas áreas intencionalmente escolhidas pela equipe.

Ainda assim, os resultados obtidos com esta técnica, da forma executada no trabalho, a despeito dos problemas com os animais domésticos, apresentaram espécies de significativa importância para a região.

A experiência da equipe no uso desta técnica já permitiu inclusive o cálculo de densidade para todas as espécies de felinos de pequeno-médio porte encontradas no Brasil. Isto, por sua vez levou à mudança do status de conservação de alguns destes felinos na nova avaliação das espécies ameaçadas da IUCN, apresentada no Congresso Mundial da entidade em Barcelona, Espanha, em 2008.

9.1.5.2.4.2. Análise da Mastofauna

Na região do Rio Parnaíba, no trecho entre Tasso Fragoso (MA) e Parnarama (MA), até o momento foram obtidos 1.911 registros de 118 espécies de mamíferos, das quais 69 são terrestres não-voadoras e 49 são quirópteros. Estas pertencem a 10 ordens e 30 famílias (**Tabela 9.1.5.2-9**). Das espécies não voadoras 11 (15.9%) são consideradas ameaçadas de extinção pela listagem da fauna ameaçada no Brasil (MMA, 2003), enquanto 14 (20.3%) foram consideradas ameaçadas de extinção no Maranhão (Oliveira 1997). Não levando em consideração os morcegos e possivelmente algumas espécies de roedores exclusivamente arbóreos do dossel, a listagem preliminar estaria relativamente completa, especialmente para as espécies de porte superior a 1kg.

O esforço amostral total dessa região do Rio Parnaíba foi de 7.580 armadilhas-noite para as live-traps, 9.195 baldes-noite para os pitfalls, 3.104 horas X rede para morcegos e 1.580 armadilhas-noite para armadilhas fotográficas. Estes valores seriam bastante satisfatórios para uma boa caracterização mastofaunística da área.

A composição das espécies foi típica do bioma de Cerrado. Entretanto, a grande maioria é encontrada em vários outros biomas, especialmente na Amazônia e Mata Atlântica e, em menor escala na Caatinga também (**Gráfico 9.1.5.2-3**). Ainda assim puderam-se observar algumas espécies tidas como exclusivas de áreas amazônicas (e.g., *Lophostoma = Tonatia carrikeri*, *Makalata obscura*) ou mais características da Caatinga (e.g., *Kerodon rupestris* – apesar desta não ser restrita a este bioma). Isto decorreria do fato da área inventariada estar em contato com áreas transicionais (ecótono) com esses biomas, especialmente a Caatinga. Entretanto, a influência deste último bioma na mastofauna não foi da mesma intensidade quanto àquela observada para avifauna e herpetofauna neste estudo.

Tabela 9.1.5.2-9. Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
DIDELPHIMORPHIA					
Didelphidae					
<i>Caluromys philander</i>	Mucuri	C, A	FI	PF	Uru 73
<i>Didelphis marsupialis</i>	Mucura	C, A, F	FI, CE	C	Cac 91, 95, Cas 92, Est 57, Rib 00, 54,11, RSJ, 64 Uru 26, 55
<i>Didelphis albiventris</i>	Mucura	C, F	FI, CE	C	Cac 15, Cas 08, Est 35, 17, 57, 40, Uru 77, 34, 67
<i>Monodelphis domestica</i>		C, A	FI, Ce	C	Cac 7, 39, 30, 15, 8 Cas 8, 49, 53, 61, 76, 92, 99, 23, Est 2, 24, 26, 17, 57, 40, 42, 49, 57 Rib 0, Uru 3, 14, 26
<i>Thylamys karimii</i>		C	Ce	C	Cac 04, Uru 34,67,99, Rib 03, 26
<i>Gracilinanus agilis</i>		C	FI, Ce	C	Cac 39, 15, 2, 95, 4, Cas 61, 76, 92, Est 42, 57alt, Rib 14, 26 Uru 12, 14, 64, 73, 77, 99, 26, 17
<i>Micoreus demerarae</i>		C	FI, CE	C	Rib 0, 14, 86, Cas 76
<i>Marmosa murina</i>		C	FI, CE	C	Cac 15, 95, 8, 39, Cas 53, 61, 92, 76, 8, 49, 23, Est 8, 42, 57alt, 17, 26, 35, 40, 49, Rib 86, 77, 43, 64, Uru 73, 26
PILOSA					
Myrmecophagidae					
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Mambira	F, K, I, E	FI, CE	C	Cac 7B, extra 8,Cas 8, 13, 30, 43, 59, 94 Est 3, 24, 44, 91, Rib 6, 11, 26, extra Nego, extra Cerr/soja, Uru 13, 55, 97, 30

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 9.1.5.2-9. Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
<i>*Myrmecophaga tridactyla</i> (VU)	Tamanduá-bandeira	E	FI, CE	R	Rib 11, 26, 6, extra Nego
Bradipodidae					
<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	Cac 13, 18, 7, extra 4, Cas 5, 8, 13, 30, Est 37, 38, 59, Rib 3, 11, 26, 43, extra 4, Uru 26, 17, 30, 53, 77, 91, 99
<i>Dasyus septemcinctus</i>	Tatu-china	K, I, E	Ce	C	Cas 8, Est 91, Rib 5, 11, 26, 6, extra Nego, Uru 97, 30
<i>Dasyus novemcinctus</i>	Tatu-verdadeiro	F, I, E	FI, CE	C	Cac 33, 70, 75, 53, 4, 42A, 9A, 12A, 37, 7, extra 5, extra 8, extra 11, Cas 5, 89, 94, 8, 77, Est 17, 37, 44, 91, 67, Rib 3, 5, 11, 26, 43, 6, 27, 64, 75 extra 2, extra Zezão CT1, Uru 3, 13, 64, 91, 97, 99, 53, 30, 67, 73, 12
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	F, I, E	FI, CE	C	Cac 7, 37, 67, 75, 21, 13, 5, 12A, 33, extra 3, extra 4, extra 6, extra 7, extra 8, Cas 5, 8, 13, 23, 30, 36, 43, 77, 89, 94, 99, Est 35, 38, 44, 91, Rib 5, 11, 14, 26, 43, 64, 77, 6, extra Nego, Uru 12, 14, 30, 53, 67, 73, 77, 80L, 91, 97, 99
<i>*Priodontes maximus</i>	Tatu-canastra	I, E	FI, CE	R	Rib 5, 26, 43, Uru 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: 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 9.1.5.2-9. Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
CHIROPTERA					
Phyllostomidae					
<i>Phyllostomus elongatus</i>		C	FI, Ce	PF	Cas 76, 42
<i>Phyllostomus discolor</i>		C	FI, CE	C	Est 59, Cac 21, 33, 18, 4, Uru 87, Rib 64
<i>Phyllostomus hastatus</i>		C	FI, CE	PF	Est 59, Cac 4, 95
<i>Artibeus obscurus</i>		C	FI, CE	C	Uru/Rib 64, Uru 12, 73, Est 61, Cas 38, 9, 59, Cac 75, 5A, 42A, 95, Rib 27
<i>Artibeus gnomus</i>		C	FI, CE	C	Rib 14, 64, Uru/Rib 64, Uru 14, 73, 62, Est 61, Cas 91, 49
<i>Artibeus lituratus</i>		C	FI	PF	Est 26, 42, Cac 4, 39, 9A, Rib 14, Uru 14, Cas 38, 59, 8, 9, 92
<i>Artibeus cinereus</i>		C	FI	C	Rib 0, Uru 73, Est 61, Cas 8, 49, 92, 9
<i>Artibeus jamaicensis</i>		C	FI	R	Cac 39
<i>Artibeus planirostris</i>		C	FI	R	Cac 5A
<i>Artibeus sp.</i>		C	FI, CE	C	Uru/Rib 64, Uru 73, Est 26, Cas 38, 59
<i>Carollia perspicillata</i>		C	FI, CE	C	Rib 3, 77, 86, 14, 0, 27, 31, 64, 41A, EXTRA, EXTRA ZEZÃO, 11, Uru/Rib 64, Uru 77, 14, 12, 73, 48, 87, 3, 53, Est/Cas 23, Est 61, 57, 40, 24, 35, 40, 59, 26, 42, 64, 85, Cas 91, 76, 53, 92, 65, 8, 49, 36, 38, 59, 10, 23, 9, Cac 39, 89, 75, 18, 34, 4, 95, 28A, 42A

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 9.1.5.2-9. Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
<i>Carollia brevicauda</i>		C	FI	R	Cas 59
<i>Carollia sp.</i>		C	FI, CE	R	Uru/Rib 64, Cas 91
<i>Glossophaga soricina</i>	Morcego beija-flor	C	FI, CE	C	Rib 77,14, 43, 31, 64, 11, Uru 77,14, 12, 73, 87, 3, 62, Est 61, 40, 3, Cas 38, 59
<i>Glossophaga sp.</i>	Morcego-beija-flor	C	FI, CE	R	Rib 3, Est 61
<i>Glossophaga sp. (laranja)</i>		C	CE		Rib 77, 31
<i>Micronycteris minuta</i>		C	FI, CE	C	Rib 77, 31, EXTRA, Uru 12, 73, 62, Est 67, Est/cas 23 e Cas 65, 43', 37
<i>Micronycteris schmidtorum</i>		C	CE	R	Cac 12A
<i>Micronycteris megalotis</i>		C	CE	R	Rib 41A
<i>Micronycteris sp.</i>		C	FI, CE	R	Rib 26
<i>Micronycteris sp. 1</i>		C	FI, CE	PF	Rib14, 43, 77 RGZM1 e Uru 73
<i>Micronycteris sp. 2</i>		C	CE	R	Rib 3
<i>Anoura geoffroyi</i>		C	FI	R	Rib 14, 0, 64, Uru 73, 26
<i>Anoura caudifer</i>		C	FI	PF	Rib 14, Cas 49
<i>Anoura sp.</i>		C	FI	R	Uru 73
<i>Lophostoma carikeri</i>		C	CE	R	Cas 91, Uru 3
<i>Lophostoma silvicollum</i>		C	CE	R	Cas 91, Est 40

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 9.1.5.2-9. Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
<i>Lophostoma brasiliensi</i>		C	CE	R	Uru 73
<i>Lophostoma sp.</i>		C	CE	R	Rib 77
<i>Mimon crenulatum</i>		C	FI, CE	C	Rib 77, 86, 14, EXTRA, Uru 77, Est/Cas 23, Cas 65, Cac 89, 02, 37
<i>Rhinophylla pumilio</i>		C	FI, CE	R	Cas 53, 65
<i>Plathyrrhinus lineatus</i>		C	FI, CE	C	Est 20, Uru/Rib 64, Uru 77, 14, 73, Cas 38, 09, Rib 0, 27, 64, 77, RGZM1, Cac 42A, 75, 39
<i>Vampyroides caraccioli</i>		C	FI	R	Uru 73
<i>Diaemus youngi</i>	Morcego-vampiro	C	CE	R	Cac 37
<i>Desmodus rotundus</i>	Morcego-vampiro	C, E	FI, CE	C	Rib 77, 14, 0, Uru 77, 12, Cas 59, 5, 94, Cac 67, 95
<i>Sturnira lilium</i>		C	FI, CE	R	Cas 09, Est 24
<i>Tonatia bidens</i>		C	CE	R	Rib 26
<i>Tonatia sp.</i>		C	FI, CE	R	Cas 09, 42, Uru 73
<i>Trachops cirrhosus</i>		C	FI	R	Cas 10, Cac 39
<i>Uroderma bilobatum</i>		C	FI	R	Cac 4
Mormoopidae					
<i>Pteronotus sp. 1</i>		C	FI, CE	PF	Rib 77, 14, Cas 91, Uru 62

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 9.1.5.2-9. Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
<i>Pteronotus sp. 2</i>		C	FI	R	Uru/Rib 64, Uru 73
<i>Pteronotus parnellii</i>		C	FI	PF	Est 24, Cas 92, 09
Vespertilionidae					
<i>Myotis nigricans</i>		C	FI	R	Est 40
<i>Rhogeesa sp.</i>		C	CE	PF	Rib 3, 86, 26, Uru 77
<i>Rhogeesa hussoni</i>		C	CE	R	Uru 77
Molossidae					
<i>Molossops teminekii teminekii</i>		C	CE	R	Uru 77
<i>Molossops sp.</i>		C	CE	R	Est 57, Uru 77
Natalidae					
<i>Natalus stramineus</i>		C	CE	R	Uru 12
PRIMATES					
Callithrichidae					
<i>Callithrix jacchus</i>	Soim	A, E	FI, CE	C	Cas 30, 94, Cac extra 3, Est 3, 8, 38, 44, extra 1, Uru 13, 30, 91, 97
Atelidae					
<i>Alouatta belzebul</i>	Guariba	E	FI	R	Cas 8, 43, Est 3, Rib 5, 11, 26, 6, extra Nego, Uru 30

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 9.1.5.2-9. Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
Cebidae					
<i>Cebus libidinosus</i>	Macaco-prego	A, E	FI, CE	PF	Cac extra 8, Cas, 43, 8, 77 30, Rib 5, 11, 26, extra Nego, extra cerr/soja
Aotidae					
<i>Aotus infulatus</i>	Macaco-da-noite	A	FI	R	Uru 14
CARNIVORA					
Canidae					
<i>Pseudalopex vetulus</i>	Raposa	A, F, K, I, E	FI, Ce	C	Cac 7, 13, 18, 4, 28A, 5A, 42A, 12A, 15, 33, 39, 70, 89, 96, 21, extra 10, Cas 8, 32, 36, 94, 99, Rib 3, 26, extra 2, extra Nego, extra Zezão-soja CT4, Est 8, 20, 38, 67, 91, extra 40, Uru 12, 13, 53, 55, 73, 67, 77, 91, 97
<i>Cerdocyon thous</i>	Raposa	A, F, K, I, E	FI, Ce	C	Cac 2, 21, 13, 5A, 28A, 42A, 4, 7, 15, 18, 33, 36, 37, 39, 63, 67, 75, 89, 95, extra 3, extra 5, extra 6, extra 8, extra 9, extra 10, extra 11, Cas 1', 8, 9, 13, 23, 30, 36, 92, 99, 43, 61, 77, 53, extra CT1, Est 3, 20, 26, 33, 37, 38, 44, 49, 57, 67, 90, 91, Rib 0, 3, 5, 6, 11, 14, 26, 31, 43, 64, 75, 77, 84, 12, 41, 77A, 77B, 86, Zezão/soja, extra Nego, Uru 3, 12, 13, 26, 53, 55, 62, 73, 77, 91, 97, 99, 17, 30, 67, 87, 77A, 77B
* <i>Chrysocyon brachyurus</i> (EP)	Lobo-guará	I, E	CE	R	Rib 5, 26, 43, extra Nego
* <i>Speothos venaticus</i> (EP)	Cachorro-do-mato	E	FI, CE	R	Rib 26

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 9.1.5.2-9. Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
Procyonidae					
<i>Nasua nasua</i>	Quati	F, I, E	FI, CE	PF	Cac extra 8, Cas 9, 30, 43, 8, 77, extra 8, Rib 5, 11, 26, 6, 0, extra 2, extra 11, extra Zezão CT1, extra Nego Uru 13, 62
<i>Procyon cancrivorus</i>	Guaxinim	F, I, E	FI, CE	C	Cac 7, 63, Cas 5, 8, 30, 36, 43, 77, 92, 99, Est 3, 17, 38, 44, 57, 64, Rib 6, 14, 77, 64, 71, 31 Uru 13, 26, 34L, 53, 55, 64, 77, 97, 87, 14, 62, 12
Mustelidae					
<i>Eira barbara</i>	Papa-mel	A, E	FI, CE	R	Cac extra 8, Cas 8, 77, Est 3, 44, Rib 5, 6, 11, 13, 14, 26, 27, 31, 41, extra Nego
<i>Galictis cuja</i>	Furão	A, E	FI, CE	R	Cas 30, 77, 89, Est 3, Rib 11, 26, extra Nego, Uru 13
** <i>Lontra longicaudis</i> (VU)	Lontra	I, E	R	R	Est 91, Rib 5, 11, 26, Uru 14, 62, 91
Mephitidae					
<i>Conepatus semistriatus</i>	Gambá	F, K, I, E	FI, CE	PF	Cac 70, Cas 30, 99, 43, 8, 77, Est 3, 37, Rib 5, 11, 26, 6, 14, extra Nego, extra CTPuma Uru 12, 13, 77, 91, 97
Felidae					
* <i>Leopardus pardalis</i> (VU)	Gato-maracajá	F, A, I, E	FI, CE	R	Cac extra 8, Cas 10, 30, 43, 8, Rib 5, 11, 26, 6, 31, 12, 14, 43, 77B Uru 77, 91
* <i>Leopardus wiedii</i> (VU)	Gato-peludo	F, I, E	FI, CE	R	Cac 33, extra 8, Cas 30, Est 3, Rib 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: 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 9.1.5.2-9. Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
* <i>Leopardus tigrinus</i> (VU)	Gato-macambira	C, F, K, I, E	FI, CE	R	Cac 39, 21, 53, extra 8, Cas 8, 91, 43, extra Lt, Est 3, 38, 44, 20, 59, Rib 0, 43, extra Nego, extra Zezão CT1, Uru 13, 30, 62, 64
* <i>Leopardus colocolo</i> (VU)	Gato-palheiro	F, K, I	CE	R	Cac 18, 89, extra 3, Cas 8, 99, Rib 0, 11, Uru 53
<i>Puma yagouaroundi</i>	Gato-mourisco	F, A, K, I, E	FI, CE	R	Cac 63, 67, 95, 18, 37, 42A, extra 6, Cas 13, 8, 77, Est 3, 44, Rib 5, 11, 6, extra Nego, extra Cerr/soja 2, Uru 53
* <i>Puma concolor</i> (VU)	Onça-vermelha	F, I, E	FI, CE	R	Cas 5, 13, Est 44, 91, Rib 11, 23, 46, 6, extra 1, extra 2, extra Nego, extra Cerr/arroz
* <i>Panthera onca</i> (EP)	Onça-pintada/preta	I, K, E	FI, CE	R	Cas 43, Rib 11, 26, 92, extra 2, extra Nego, Uru 91
PERISSODACTYLA					
Tapiridae					
** <i>Tapirus terrestris</i> (VU)	Anta	E	FI, CE	R	Rib 5
ARTIODACTYLA					
Tayassuidae					
<i>Tayassu tajacu</i>	Caititu	I, E	FI, CE	PF	Cas 5, 8, 77, Est 3, Rib 5, 11, 26, extra Zezão CT1, extra Nego, Uru 62, 97
<i>Tayassu pecari</i>	Porcão	E	FI, CE	R	Rib 5, 26
Cervidae					

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 9.1.5.2-9. Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
<i>Mazama americana</i>	Veado-mateiro	F, I, E	FI, Ce	PF	Cac 39, Cas 30, Est 3, Rib 5, 11, 26, 43, extra Zezão CT1, extra Cerr/soja Uru 13, 55, 30, 91, 97
<i>Mazama gouazoubira</i>	Veado-catingueiro	F, I, E	FI, CE	C	Cac 34, 21, 34A, Cas 5, 8, 32, 94, 43, 77, 53, Est 57, Rib 5, 11, 26, 3, 6, 31, 75, 43, extra CTPuma2, extra cerr/arroz, Uru 13, 53, 62, 91, 97, 99, 17, 30, 67
** <i>Ozotoceros bezoarticus</i> (VU)	Veado-campeiro	E	CE	R	Rib 5
* <i>Blastocerus dichotomus</i> (CR)	Suçupara	E	CE	R	Gerais de Balsas
RODENTIA					
Erithizontidae					
<i>Coendou prehensilis</i>	Cuandu	K, I, E	FI, CE	PF	Cas 13, 30, 43, 8, 77, Est 3, Rib 11, 26
Cricetidae					
<i>Oryzomys</i> sp.		C	FI	C	Rib 86, Uru 64
<i>Euryoryzomys</i> sp.		C	FI, Ce	C	Cas 8, 53, 92, Rib 0, 64
<i>Hylaeamys</i> sp.		C	FI, Ce	C	Cas 92, Rib 11, 84, 86, RSJ
<i>Cerradomys scotti</i>		C	FI, Ce	C	Cac 15, 95, Cas 94, Uru 3
<i>Oligoryzomys</i> sp. 1		C	FI, Ce	C	Cac 39, 7, Cas 5, 8, 92, Rib 0, 77, 3, 64, 86, 84, Uru 64, 73, 97, 67, 62, 14
<i>Oligoryzomys</i> sp. 2		C	FI	C	Cas 8, 92, Uru 73, 97, 34, 62
<i>Oecomys</i> sp.		C	FI	C	Cas 61, 92, Est 38, Rib 0, 11, Uru 73, 77, 80, 62

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 9.1.5.2-9. Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
<i>Rhipidomys macrurus</i>		C	FI, CE	PF	Cac 39, Cas 94, Est 38
<i>Calomys cf. expulsus</i>		C	FI, CE	C	Cac 95, 15, Est 24, 35, 26, 57, Rib 3, 84, Uru 67, 73, 99, 3, 3extra
<i>Necomys lasiurus</i>		C	FI, CE	PF	Rib 43, Uru 34
<i>Wiedomys pyrrhorhinus</i>		C	CE	PF	Cac 75, Est 26, 57, Uru 55, 80
<i>Holochilus sciureus</i>		C	FI	PF	Uru 62
Roedor não identificado 1		C	FI	R	Cac 39, Uru 64
Muridae					
<i>Mus musculus</i>	Rato-de-butica	C	FI	C	Cas 8, 92, Uru 73
Caviidae					
<i>Galea spixii</i>	Preá	A	CE	C	Est 26, Rib 11, 26, Uru 30
<i>Kerodon rupestris</i>	Mocó	A, I	CE	PF	Rib 26, 41, 64
Hydrochaeridae					
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Capivara	I, E	FI, Ce, R	C	Cas 36, 8, 77, Est 38, 91, Rib 5, 11, 26, 43, 6, extra 2, extra Nego, Uru 62, 97
Agoutidae					

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 9.1.5.2-9. Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
<i>Agouti paca</i>	Paca	F, I, E	FI, Ce, R	C	Cac 7, 53, extra 11 Cas 5, 8, 9, 30, 36, 91, 94, Est 8, 40, 57, Rib 0, 11, 14, 26, 43, 84, 94, 6, 3, 31, 41, 86, extra 1, extra 2, extra Nego, extra Zezão CT1, Uru 13, 53, 62, 91, 77, 77A
Dasyproctidae					
<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	Cutia	A, F, I, E	FI, Ce	C	Cac 13, 21, 33, 53, extra 6, extra 8, Cas 1, 5, 13, 23, 30, 38, 59, 76, 89, 91, 92, 94, 43, 8, 77, Est 3, 8, 24, 37, 38, Rib 11, 26, 77, Uru 3, 53, 62, 64, 67, 77, 91, 97
Echimyidae					
<i>Proechimys cf. roberti</i>		C, F	FI, Ce	C	Cas 76, Rib 0, 11, Uru 64
<i>Thrichomys inermis</i>	Rabudo	C, F	FI, Ce	C	Cac 15, 18, 75, 95, Cas 53, 92, 76, 8, 94, 5, Est 26, 8, Rib 0, 14, 77, 26, 3, 2, 12, 64 Uru 3, 73, 26, 34, 67, 3, 14
<i>Makalata obscura</i>		C	FI	C	Cas 8
Roedor não identificado 2		C	FI	R	Cac 39
LAGOMORPHA					
Leporidae					
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Coelho	I, E	CE	R	Rib 26, 64

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.

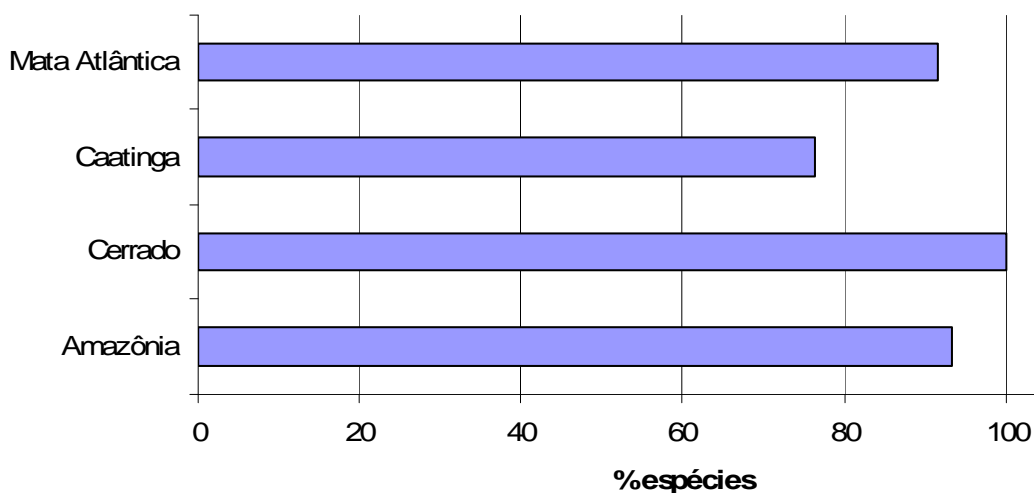


Gráfico 9.1.5.2-3 Ocorrência (%) das espécies encontradas no Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI) por tipo de bioma onde são encontradas no Brasil, segundo Fonseca et al. (1996).

O número de espécies encontradas foi consideravelmente elevado, mesmo levando-se em consideração o longo histórico de ocupação e os decorrentes impactos negativos da região. A riqueza de espécies desta área do Rio Parnaíba apresentou-se superior àquela com fitofisionomia similar ao longo do Rio Tocantins, entre Estreito (MA) e Palmeirante (TO), com 83 espécies (62 terrestres, 21 quirópteros). Por outro lado, foi bem mais elevada do que numa região degradada, em outra porção do Rio Tocantins na Amazônia maranhense, fronteira com o Pará e Tocantins - “Bico do Papagaio” (47 espécies), bem como da região do Parque Estadual do Jalapão (Tocantins – 43 espécies), uma área não degradada de Cerrado (Oliveira *et al.* 1998, Reis *et al.* 2002). Entretanto, especula-se que apesar da maior riqueza, a diversidade de espécies (o número de indivíduos relacionado ao número de espécies) possa ser menor do que nestas áreas (boa variedade, baixa quantidade). Esta maior riqueza tanto pode ser decorrente da área conter contribuições de elementos da fauna Amazônica quanto por apresentar uma maior abrangência geográfica. Por outro lado, a possível menor diversidade pode estar relacionada à redução da abundância de vários táxons devido aos altos impactos sobre estes.

Dentre os pequenos mamíferos, os marsupiais *Marmosa murina* (19%), *Gracilinanus agilis* (18.1%) e *Monodelphis domestica* (9.9%), e os roedores *Thrichomys inermis* (15.1%) e *Oligoryzomys sp.1* (8.2%) foram as espécies com maior frequência de ocorrência em toda área do Parnaíba amostrada (**Tabela 9.1.5.2-10**). Entretanto algumas particularidades por reservatório foram observadas.

Tabela 9.1.5.2-10 Ocorrência de pequenos mamíferos capturados na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

ESPÉCIE	Número de capturas	Frequência de ocorrência %
<i>Didelphis albiventris</i>	24	4.7
<i>Didelphis marsupialis</i>	10	1.9
<i>Caluromys philander</i>	1	0.2
<i>Micoreus demerarae</i>	5	1.0
<i>Gracilinanus agilis</i>	93	18.1
<i>Marmosa murina</i>	98	19.0
<i>Monodelphis domestica</i>	51	9.9
<i>Thylamys karimii</i>	6	1.2
<i>Oryzomys</i> sp.	2	0.4
<i>Euryoryzomys</i> sp.	10	1.9
<i>Cerradomys</i> cf. <i>scotti</i>	12	2.3
<i>Hylaeamys</i> sp.	8	1.6
<i>Oligoryzomys</i> sp.1	42	8.2
<i>Oligoryzomys</i> sp. 2	12	2.3
<i>Oecomys</i> sp.	16	3.1
<i>Rhipidomys macrurus</i>	3	0.6
<i>Necomys lasiurus</i>	2	0.4
<i>Holochilus sciureus</i>	1	0.2
<i>Calomys</i> cf. <i>expulsus</i>	24	4.7
<i>Wiedomys pyrrhorhinus</i>	5	1.0
<i>Mus musculus</i>	8	1.6
<i>Proechimys</i> cf. <i>roberti</i>	15	2.9
<i>Makalata obscura</i>	1	0.2
<i>Thrichomys inermis</i>	78	15.1
Espécies não identificadas	3	0.6

De uma maneira geral, tanto o número de espécies quanto o de indivíduos de quirópteros foi relativamente baixo para a área do Rio Parnaíba como um todo. Apesar de 49 espécies ser uma riqueza razoável, considerando-se a abrangência geográfica da região este número fica proporcionalmente reduzido, especialmente quando comparada à de outras áreas, inclusive de savana (Aguirre 2002, Stoner 2005). É esperado que a riqueza de espécies nessa região seja maior que a observada. A incidência freqüente de chuvas ou ventos fortes que a precedem, a alta umidade relativa do ar, além da presença da fase lunar de “lua cheia” também contribuiu para isto.

A grande maioria das espécies (81.3%), assim como dos indivíduos, foi da Família Phyllostomidae, de hábitos majoritariamente frugívoro-insetívoro. Isto é de especial importância para áreas degradadas, onde estes animais funcionam como agentes dispersores de sementes, auxiliando na regeneração da vegetação degradada. Das 27

espécies capturadas, *Carollia perspicillata* foi destacadamente a mais abundante (42.2%), seguida de longe por *Plathyrrhinus lineatus* (6.6%) e *Artibeus obscurus* (6.2%), todas da família Phyllostomidae e de alimentação frugívora-insetívora. As demais espécies apresentaram abundância relativa bem baixa (**Tabela 9.1.5.2-11**). Outras quatro famílias também foram amostradas, a Vespertilionidae, Mormoopidae, Natalidae e Molossidae (com representantes de hábito insetívoro), todas com baixa abundância relativa e diversidade de espécies. O morcego-vampiro (*Desmodus rotundus*) foi relativamente bem abundante na região comparado ao padrão de capturas da espécie observado para outras áreas do Maranhão (Oliveira, obs. pess.), representando 4.3% do total de registros (a quinta espécie mais abundante). Entretanto, nas entrevistas realizadas não foram reportados casos acerca da transmissão de raiva. Dada a elevada presença de animais domésticos, é possível que esta espécie possa apresentar uma maior importância zoonótica.

Tabela 9.1.5.2-11 Frequência de ocorrência de morcegos capturados em redes de neblina na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

Espécie	N	Frequência de Ocorrência %
<i>Anoura geoffroyi</i>	8	1.56
<i>Anoura caudifer</i>	3	0.58
<i>Anoura sp.</i>	1	0.19
<i>Artibeus cinereus</i>	12	2.33
<i>Artibeus gnomus</i>	13	2.53
<i>Artibeus jamaicensis</i>	2	0.39
<i>Artibeus lituratus</i>	14	2.72
<i>Artibeus obscurus</i>	32	6.23
<i>Artibeus planirostris</i>	1	0.19
<i>Artibeus sp.</i>	10	1.95
<i>Carollia brevicauda</i>	2	0.39
<i>Carollia perspicillata</i>	217	42.22
<i>Carollia sp.</i>	2	0.39
<i>Diaemus youngi</i>	1	0.19
<i>Desmodus rotundus</i>	22	4.28
<i>Glossophaga soricina</i>	29	5.64
<i>Glossophaga sp.</i>	4	0.78
<i>Lophostoma brasiliense</i>	1	0.19
<i>Lophostoma carikeri</i>	2	0.39
<i>Lophostoma silvicolium</i>	2	0.39
<i>Lophostoma sp.</i>	2	0.39
<i>Micronycteris megalotis</i>	1	0.19
<i>Micronycteris minuta</i>	16	3.11

Cont.

Tabela 9.1.5.2-11 Frequência de ocorrência de morcegos capturados em redes de neblina na região do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

Espécie	N	Frequência de Ocorrência %
<i>Micronycteris schmidtorum</i>	2	0.39
<i>Micronycteris sp.</i>	7	1.36
<i>Micronycteris sp.1 (cinza)</i>	1	0.19
<i>Micronycteris sp.2</i>	1	0.19
<i>Mimon crenulatum</i>	17	3.31
<i>Molossops teminekii teminekii</i>	1	0.19
<i>Molossops sp</i>	2	0.39
<i>Myotis nigricans</i>	1	0.19
<i>Natalus stramineus</i>	1	0.19
<i>Phyllostomus discolor</i>	13	2.53
<i>Phyllostomus elongatus</i>	2	0.39
<i>Phyllostomus hastatus</i>	3	0.58
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	34	6.61
<i>Pteronotus parnellii</i>	3	0.58
<i>Pteronotus sp.1</i>	4	0.78
<i>Pteronotus sp.2</i>	2	0.39
<i>Rhinophylla pumilio</i>	2	0.39
<i>Rhogeessa hussoni</i>	1	0.19
<i>Rhogeessa sp.</i>	7	1.36
<i>Sturnira lilium</i>	4	0.78
<i>Tonatia bidens</i>	1	0.19
<i>Tonatia sp</i>	3	0.58
<i>Trachops cirrhosus</i>	3	0.58
<i>Uroderma bilobatum</i>	1	0.19
<i>Vampyrodes caraccioli</i>	1	0.19

Fazendo uma análise comparativa entre os reservatórios observa-se uma característica bastante interessante na diminuição do número de espécies (riqueza) em direção à área de Floriano (PI). Esta é a região onde a influência da Caatinga tende a ser mais marcante (área da AHE Cachoeira), e a partir daí aumentando novamente em direção a Parnarama (MA), a área com maior influência amazônica (área da AHE Castelhana) – **Tabela 9.1.5.2-12, Gráfico 9.1.5.2-1**. Apesar de algumas das diferenças observadas entre as áreas dos futuros reservatórios poderem estar relacionadas a casuísmos amostrais relacionados à chuva ou aos sítios amostrais sorteados, observa-se uma nítida diferença gradativa entre eles. Isto é claramente refletido nos índices de diversidade observados quer seja para pequenos mamíferos, morcegos ou mamíferos de médio-grande porte (**Tabela 9.1.5.2-12**). Para todos os grupos os maiores índices de diversidade foram obtidos para Ribeiro Gonçalves (exceto para pequenos mamíferos, onde o maior foi Uruçuí), já os menores índices foram

registrados para Cachoeira (exceto pequenos mamíferos, onde o menor foi o de Estreito).

Tabela 9.1.5.2-12 Avaliação da riqueza e diversidade por grupos de mamíferos por área dos reservatórios, ao longo do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

Reservatório	Shannon (H')			1/Simpson			Riqueza		
	Pequenos	Morcegos	Grandes	Pequenos	Morcegos	Grandes	Pequenos	Morcegos	Grandes
Ribeiro Gonçalves	2.22	2.47	3.51	6.184	7.541	38.429	15	25	39
Uruçuí	2.56	2.12	3.01	10.189	6.932	19.640	21	25	29
Cachoeira	2.18	0.68	2.19	7.133	1.714	9.118	14	16	16
Estreito	1.44	1.25	2.86	3.120	2.052	19.286	10	18	28
Castelhano	2.36	1.89	2.82	8.266	3.202	15.973	18	25	30

O índice de similaridade de Jaccard (qualitativo) para os pequenos mamíferos, morcegos e mamíferos de médio-grande não chegou a apresentar um padrão claro, apesar de uma maior tendência à similaridade entre as áreas de Ribeiro e Uruçuí, as de estrutura florística mais semelhante – **Tabelas 9.1.5.2-6, -7 e -8**. Quanto ao índice de Morista-Horn (quantitativo) também não foi detectado nenhum padrão entre as áreas ou entre os grupos taxonômicos avaliados. Estas ausências de padrão podem ser um indicativo de que a despeito de algumas diferenças entre as AHE por conta de particularidades ambientais, deva existir uma composição bem similar, com as diferenças eventualmente observadas possivelmente decorrentes em parte também pela intensidade da pressão antrópica. Isto tende a ser mais facilmente visível para o grupo dos mamíferos de médio-grande porte, sob maior pressão por conta das espécies cinegéticas. Analisando-se a riqueza e abundância espécies de maior porte presentes nos reservatórios nota-se uma menor diversidade nas imediações de Floriano, a maior cidade da região (**Tabela 9.1.5.2-12, Gráfico 9.1.5.2-1**).

O número total de espécies entre as fitofisionomias de mata e savana e entre as áreas de influência foram bastante equivalentes – **Tabela 9.1.5.2-13**. Por esta razão, as análises estatísticas através do teste de Kruskal-Wallis (one way ANOVA on ranks) não indicaram nenhuma diferença entre as fitofisionomias e áreas de influência como um todo ($H = 2.597$, g.l. = 3, $P = 0.458$). Comparações separadas entre as áreas de mata e savana e de influência direta e indireta dos reservatórios também não apresentaram nenhuma diferença ($P > 0.05$). Estas ausências de diferenças é um bom indicativo da uniformidade mastofaunística da região como um todo. Desta forma, as diferenças particulares devam estar relacionadas a casuismo amostral ou a alguma particularidade específica como, por exemplo, maior influência do domínio dos cerrados nos AHEs de Uruçuí e de Ribeiro Gonçalves; influência amazônica na região do AHE de Castelhano e elementos de Caatinga, Cerrado e Amazônico nos AHEs de Estreito e Cachoeira.

Tabela 9.1.5.2-13 Ocorrência de espécies por tipo de formação vegetal e área de influência dos reservatórios no Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (MA/PI).

Ambiente	AID	All	Total
Mata	86	79	105
Savana	75	79	100
Total	105	97	

9.1.5.2.4.3. Espécies endêmicas, raras, ameaçadas e de especial interesse

A grande maioria das espécies da região tem distribuição geográfica ampla, são relativamente comuns e têm baixa especificidade de hábitat, apresentando, portanto, um baixo grau de vulnerabilidade à extinção (índice de vulnerabilidade 4). Entretanto, muitas, mesmo com uma ampla área de ocorrência pelo Brasil, encontram-se ameaçadas de extinção (índice de vulnerabilidade 3). Das 14 espécies ameaçadas de extinção presentes na região, oito (57.1%) são da Ordem Carnívora, das quais cinco (35.7% do total ameaçado) são felinos.

Das espécies da Ordem Carnívora, é extremamente interessante a ocorrência de *Speothos venaticus* (registrado através de entrevistas para a área do Vão da Viúva) e do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*). Este último, apesar de localmente abundante em algumas unidades de conservação, como nos Parques Nacionais das Emas (GO) e da Serra da Canastra (MG) (Rodrigues et al., *in press*; Paula, 2002), é bem raro na região do Parnaíba avaliada. Outra espécie, que a primeira vista parece deter um status bem raro na região é a lontra (*Lontra longicaudis*). Apesar de ter saído da listagem nacional de espécies ameaçadas, foi considerada vulnerável no Estado do Maranhão (Oliveira, 1997). Com as ações de barramento do rio é certo que a mesma vá sofrer impactos. As demais espécies da ordem ameaçadas de extinção são todas da família Felidae. Apesar de haver sido recentemente detectado no Parque Estadual do Mirador (MA), o gato-palheiro (*Leopardus colocolo*) teria ocorrência desconhecida para esta região. Juntamente com as demais espécies de felinos, foi considerado raro. De todas as espécies deste grupo a situação mais preocupante é a da onça-pintada (*Panthera onça*). Este felino já desapareceu da maior parte da região, mas ainda está presente em alguns bolsões, notadamente na porção sul (AHE Ribeiro Gonçalves). A onça-vermelha (*Puma concolor*) tem situação um pouco mais favorável, com uma maior quantidade de registros. Ambas, apesar de raras e ameaçadas de extinção ainda chegam a ser perseguidas quando representam ameaça às criações domésticas. Desta forma, estratégias de ação devem ser direcionadas para conservação dos carnívoros, pois com o aumento da presença humana (e conseqüentes conflitos com algumas delas, transmissão de doenças por cães e gatos domésticos) e da alteração de seus habitats, a situação piorará.

O tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) aparenta ser bastante raro, assim como o tatu-canastra (*Prionates maximus*). Talvez isto possa estar associado à baixa ocorrência de cupinzeiros na região, associada à pressão de caça sofrida historicamente. A anta (*Tapirus terrestris*) é uma das espécies mais raras por toda a região, só havendo sua presença reportada para uma única área. Situação parecida tem também o veado-campeiro (*Ozotocerus bezoarticus*), que juntamente com a anta está ausente da listagem nacional, mas foram considerados vulneráveis no Maranhão (Oliveira, 1997). Suas raridades são decorrentes da pressão de caça sofrida. Segundo informes, o primeiro está quase extinto nessa região do Rio Parnaíba. A presença do suçupara/veado-galheiro (*Blastocerus*

dichotomus) foi inusitada, pois a espécie, de situação crítica no Maranhão, já chegou até mesmo a ser considerada como possivelmente extinta no Estado (Oliveira 1997). Entretanto o relato de registro da espécie é para a região das Gerais de Balsas, que seria contígua à área analisada neste trabalho. O porcão/queixada (*Tayassu pecari*) seria outra espécie que ainda subsiste em condições precárias e em áreas bem limitadas.

As causas que ameaçam as espécies em risco de extinção já registradas, além da destruição e fragmentação do hábitat, são a caça para alimentação e para o “controle da predação” a animais domésticos (gado, galináceos, etc.). A perseguição atual sofrida por parte das duas espécies de felinos de grande porte, por representarem uma potencial ameaça ao gado, tipifica claramente os problemas por que passam os eventuais exemplares ainda remanescentes na região. O cachorro-do-mato (*Speothos venaticus*) é naturalmente raro e acredita-se ser suscetível a doenças transmitidas por cães domésticos, assim como o também ameaçado lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus* - Oliveira, *in press*). A maioria destas espécies pode servir como excelentes indicadores da qualidade ambiental, pois muitas são altamente sensíveis. As localidades das espécies mencionadas estão descritas na **Tabela 9.1.5.2-9**.

9.1.5.2.4.4. Ocorrências na área de influência direta (AID) dos empreendimentos

Existem 12 espécies que seriam de especial interesse com registros confirmados para áreas de influência direta dos empreendimentos (**Tabelas 9.1.5.2-2**). Devido suas características biológicas e de mobilidade todas podem ocorrer em todas as áreas dos reservatórios avaliados, mesmo que momentaneamente não tenham sido detectadas em algum destes. Também por conta destas características, quando do barramento do rio estas deverão deslocar-se para as áreas não inundadas (AII). Isto, por sua vez, elevará momentaneamente a abundância das mesmas nas adjacências, levando-as provavelmente a ultrapassar a capacidade de suporte da área, cujos efeitos são “incertos”, mas ecologicamente negativos. Como muitas destas espécies são predadores naturais poderá haver aumento de casos de predação em criações domésticas. Por estes motivos faz-se necessário um monitoramento destas espécies tanto no pré como no pós enchimento da barragem.



Anexo IV

Documentação Fotográfica – Mastofauna AHE CASTELHANO



Foto 9.1.5.2.1-1 *Pseudalopex vetulus* – CAS 42A. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.2.1-2 *Gracilinanus agilis* – CAS 61. Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009

9.1.5.2.5. Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A. N. 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. *Geomorfol*, 52:1-21.
- AGUIRRE, L. F. 2002. Structure of a Neotropical bats savanna community. *J.Mammal*,83:775-784.
- BERGALLO, H. G., Esbérard, C. E. L., Mello, M. A. R., Lins, V., Mangolin, R., Melo, G. G. S. & Baptista, M. 2003. Bat species richness in Atlantic forest: what is the minimum sampling effort? *Biotropica* 35:278-288.
- BODMER, R.E., J.F. Eisenberg, K.H. Redford 1997. Hunting and the likelihood of extinction of Amazonian mammals. *Conservation Biology*, 11: 460-466.
- CROOKS, K. R. & Soulé, M. E. 1999. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature* 400:563-566.
- CULLEN, L. Jr., R.E. Bodmer, C.V. Padua 2000. Effects of hunting in habitat fragments of the Atlantic Forests, Brazil. *Biological Conservation*, 95: 49-56.
- EMMONS, L. H. & Feer, F. 1997. Neotropical rainforest mammals: a field guide. 2 ed. Chicago: University of Chicago Press, 281p.
- ESBÉRARD, C. E. L. & Bergallo, H. G. 2008. Influência do esforço amostral na riqueza de espécies de morcegos no sudeste. *Revista Brasileira de Zoologia* 25:67-73.
- FONSECA, G. A. B. da, Herrmann, G, Leite, Y. L. R., Mittermeier, R. A., Rylands, A. B. & Patton, L. J. 1996. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil. *Occasional Papers in Conservation Biology*, 4. Conservation International & Fundação Biodiversitas, 37 p.
- FRAGOSO, J.M.V., K.M. Silvius, and M. Prada Villalobos 2000. Wildlife management at the Rio das Mortes Xavante Reserve, MT, Brazil: Integrating indigenous culture and scientific methods for conservation. WWF-Brazil, Brasília DF.
- HICE, C. L. & Schmidly, D. J. 2002. The effectiveness of pitfall traps for sampling small mammals in the Amazon basin. *J. Neotrop. Mammal.* 9:85-88.
- KUNZ, T. H. & Kurta, A. 1988. Capture methods and holding device. In T. H. Kunz (ed). *Ecological and behavioral methods for the study of bats*, pp. 1-29. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- OLIVEIRA, T. G. de. in press. Carnívoros do Brasil. São Paulo: CENAP/Pró-Carnívoros.
- OLIVEIRA, T. G. de; Paula, R. C. de & Figueira, C. 1998. Levantamento mastofaunístico da área do empreendimento florestal da CELMAR, Maranhão. Instituto de Pesquisa em Vida Silvestre, Piracicaba.
- OLIVEIRA, T. G. de. 1997. Status dos mamíferos no Estado do Maranhão: uma proposta de classificação. *Pesq. Foco*, São Luís, 5: 63-80.
- PARDINI, R & Umetsu, F. 2006. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Floretal do Morro Grande – distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata atlântica. *Biota Neotropical*. 6: 01-22.
- PAULA, R.C. 2002. Avaliação Ecológica Rápida para a revisão do plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra – diagnóstico da comunidade mastofaunística. Relatório Técnico. Instituto Terra Brasilis/IBAMA. Brasília, DF.
- REIS, M. L.; Coelho, D. C.; Pereira, D. F.; Carvalho, I. H. de; Nunes, M. L. ^ª; Simon, M. F. & Braz, V. S. 2002. Relatório de fauna. Pp. 29-44 in *Jalapão: expedição científica e conservacionista* (M. B. Arruda, M. von Behr, orgs.). Edições IBAMA, Brasília, DF.
- RODRIGUES, F.H.G., L. Silveira, A.T.A. Jácomo, A.P. Carmignotto, A.M.R. Bezerra, D.C. Coelho, H. Garbogini, J. Pagnozzi, A. Hass. *in press*. Composição e Caracterização da Fauna de Mamíferos do Parque Nacional das Emas, Goiás, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*.
- ROBINSON, J. G. & Redford, K. H. 1986. Body size, diet, and population density of Neotropical forest mammals. *American Naturalist*, 128:665-680.
- SMITH, N. J. H. Spotted cats and the Amazon skin trade. *Oryx* 13:362-371.
- STONER, K. E. 2005. Phyllostomid bat community structure and abundance in two contrasting tropical dry forests. *Biotropica*, 37:591-599.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 673p.

9.1.5.3. Herpetofauna

9.1.5.3.1. Métodos

As metodologias utilizadas para a amostragem da herpetofauna nas AID do AHE e LT Castelhana foram às mesmas utilizadas na AII. No que tange às armadilhas de queda, foram dispostos oito *grids* em ambientes de mata (pontos 38, 49, 49mata, 60, 61 PE, 63, 92 e C2-03, sendo que os pontos 49 e C2-03 coincidem com a AID da LT) e oito em ambientes de savana (pontos 94, 99, 61 AQ, 69 e 53, C2-08, C2-09 e C2-11, sendo que o ponto 69 coincide com a AID da LT). Foram instalados 135 baldes na primeira e na segunda campanhas, que ficaram abertos por oito noites consecutivas em cada, sendo revisados diariamente pela manhã. Portanto, o esforço dessa metodologia na AID foi de 1080 armadilhas/noite em cada campanha (135 baldes abertos por oito noites cada).

Foram amostrados na AID do AHE Castelhana e de sua LT sete pontos consolidados (**Tabela 9.1.5.3-1**) e nove pontos extras (locais onde só as equipes de herpetofauna realizaram investigações), totalizando 16 pontos. O período, método de amostragem, base de apoio e coordenadas de cada ponto são mostrados na **Tabela 9.1.5.3-1**. A descrição dos pontos amostrados é apresentada após a referida tabela e seus registros fotográficos encontram-se no **Anexo V (Foto 9.1.5.3-1 a -6)**.

Tabela 9.1.5.3-1. Pontos amostrados na AID 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	
49mata (AQ)	Amarante	739655	9310293	7-16/03/09 16-24/06/09			F
94 (AQ)	Amarante	719239	9324560	9-17/03/09 16-24/06/09	14/03/09 18/06/09 20/06/09		S
38 (AQ)	Amarante	719325	9325106	9-17/03/09 15-23/06/09	14/03/09 18/06/09 19/06/09		F
99 (AQ)	Amarante	719728	9323484	11-18/03/09 16-24/06/09	15/03/09 19/06/09 22/06/09	17/06/09 20/06/09 23/06/09	S
61 (AQ)	Amarante	715782	9333638	9-17/03/09 15-23/06/09	14/03/09 20/06/09 21/06/09		S
61 (PE)	Parnarama	709150	9359372		18/03/09		F
92 (AQ,PE)	Parnarama	0709615	9363800		14/03/09		F
49 (PE)	Parnarama	0710250	9365100		14/03/09 22/06/09 24/06/09 26/06/09		F
60 (PE)	Parnarama	0710215	9357562		18/03/09		F
63 (PA)	Parnarama	0708903	9360188			18/03/09	F
69 (PA)	Parnarama	0710432	9365144			12/03/09	S
53 (AQ,PE)	Parnarama	0702095	9365488		15/03/09 21/06/09 23/06/09 25/06/09		S

cont

Tabela 9.1.5.3-1. Pontos amostrados na AID 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	
C2-03 (PE)	Parnarama	0710667	9365156		22/06/09 24/06/09 26/06/09		F
C2-08 (PA)	Amarante	0737414	9308994			20/06/09	S
C2-09 (PA)	Amarante	0737474	9309004			21/06/09	S
C2-11 (PA)	Amarante	0714574	9332676			20/06/09	S

Legenda: F = floresta; S = savana.

▪ **PONTO 49mata (AQ)**

- Mata bem estruturada com árvores de até 10 m e dossel quase contínuo, com altura de 8 m. O sub-bosque é esparso, com palmeiras, alguns cactos e gramíneas no chão. O solo é arenoso com algumas formações rochosas. Ponto próximo à sede da fábrica de cachaça “Lira”.

▪ **PONTO 92 (AQ, PE)**

Babaçal secundário no entorno de área Savânica, em terreno sem declividade, com solo profundo de textura predominantemente argilosa, muito úmida e pouco drenada. No interior do babaçal, há uma área encharcada a 50 m de distância e um curso d’água pequeno a 100 m. Há vários buracos no solo utilizados pelos moradores para queimar babaçu. A serrapilheira é espessa, bem úmida, com muitas folhas e troncos de babaçu caídos. Há pouca entrada de luz. Presença de algumas árvores e arbustos entre os babaçus, havendo também algumas palmeiras de pequeno porte, mas em caracterizar sub-bosque estruturado.

▪ **PONTO 94 (AQ)**

Cerrado em terreno pouco inclinado. Solo arenoso marrom-claro com seixos de rochas pequenos e afloramentos rochosos esparsos. As árvores presentes, todas de pequeno porte (< 3 m), encontram-se espaçadas, a cerca de 2 m uma das outras, concentradas em manchas de no máximo 10 m de diâmetro. Sob as manchas de árvores, o solo sombreado é coberto por folheto abundante. Algumas árvores maiores de até 15 m de altura ocorrem bem isoladas entre si. Entre as manchas de vegetação arbórea ocorrem gramíneas rasteiras, muita baixas, que pouco impedem a incidência direta de radiação solar no solo.

▪ **PONTO 38 (AQ)**

Resquício de mata ciliar com aproximadamente 10 m de largura a partir da margem do riacho. O terreno é inclinado em direção ao riacho e o solo arenoso, marrom-acinzentado, é coberto por folheto abundante. O estrato arbóreo é formado por indivíduos de até 20 m de

altura, distantes cerca de 5 m entre si. O subosque é caracterizado pela presença de algumas palmeiras esparsas, pouco estruturado.

▪ **PONTO 99 (AQ)**

Cerrado aberto em terreno plano de solo arenoso. Formado por árvores esparsas de aproximadamente 3 m de altura, com troncos de 10 cm de diâmetro máximo, sem formação de dossel. Sob as árvores há pouco folheto e entre elas, nos locais expostos ao sol, há gramíneas rasteiras.

▪ **PONTO 61 (AQ)**

Fisionomia savânica aberta, próxima de área de mata, formada por moitas de árvores pequenas, além de arbustos e bromélias (gravatás) entre áreas de baixa densidade de cobertura vegetal. Onde a maior parte do solo é exposta, ocorre somente vegetação herbácea rasteira e esparsa. O terreno é pouco inclinado e o solo arenoso branco é coberto por abundante folheto nas moitas de vegetação.

▪ **PONTO 61 (PE)**

Poça temporária na estrada, em área aberta plana, de solo argiloso e com vegetação arbustiva e herbácea nas duas margens. Sobre a poça há uma árvore de grande porte.

▪ **PONTO 49 (PE)**

Margens encharcadas de um córrego temporário de pequeno porte do lado esquerdo da estrada. O solo arenoso, úmido e pedregoso em alguns pontos é coberto por gramíneas. Ao fundo, havia vegetação arbórea alagada. No entorno, vegetação arbustiva com algumas palmeiras. Presença de árvores no entorno da área alagada. Amostrado nas duas campanhas.

▪ **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 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.

▪ **PONTO 69 (PA)**

Estrada de terra que liga Parnarama à localidade de Boa Vista, passando próximo aos pontos de armadilhas de queda 53, 1' e 76. Investigado apenas na primeira campanha.

▪ **PONTO 53 (AQ, 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 C2-03 (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.

▪ **PONTOS C2-08 e C2-09 (PA)**

Savana próxima às margens do rio Parnaíba, com presença de algumas moradias.

▪ **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 AID do AHE e LT Castelhana seguem as propostas já citada no item “Métodos” da AII, sendo também consultada a lista do IBAMA (2003) para a avaliação da ocorrência de espécies ameaçadas de extinção. 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).

9.1.5.3.2. Caracterização da Herpetofauna dos Pontos de Amostragem da AID

As amostragens na AID do AHE Castelhana e de sua LT nas duas campanhas resultaram no registro de 37 espécies, sendo 18 anfíbios e 19 répteis (**Tabela 9.1.5.3-2; Foto 9.1.5.3-7 a 26 - do Anexo V**). Entre os anfíbios, foram registradas 18 espécies da ordem Anura, distribuídas em seis famílias (**Gráfico 9.1.5.3-1**), das quais as famílias Leiuperidae e Leptodactylidae, ambas representadas por seis espécies, constituem a maioria das espécies amostradas (12 espécies).

Entre os répteis, foram registrados nove lagartos, sete serpentes, uma anfisbena, um quelônio e um jacaré (**Gráfico 9.1.5.3-2**). A família mais representativa entre os répteis foi Colubridae, contemplando cinco das 18 espécies de répteis registradas.

Tabela 9.1.5.3-2. Espécies da herpetofauna registrados na AID 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	92	1
<i>Rhinella schneideri</i>	PA/AQ	53, 92	1, 2
Família Cycloramphidae			
<i>Proceratophrys cristiceps</i>	PA/AQ	49mata, 53, 61	1, 2
Família Hylidae			
<i>Dendropsophus minutus</i>	PE	49mata, 94, 99	2
Família Leiuperidae			
<i>Eupemphix nattereri</i>	AQ	53, 61	1
<i>Physalaemus albifrons</i>	PA/AQ	61, 94, 99	1, 2
<i>Physalaemus centralis</i>	AQ	61	1
<i>Physalaemus cuvieri</i>	PA/AQ	38, 49mata, 53, 61, 76, 92, 94, 99	1, 2
<i>Pleurodema diplolistris</i>	PA/AQ	61	1
<i>Pseudopaludicola cf. mystacalis</i>	PA/AQ	38, 61, 92, 94	1, 2
Família Leptodactylidae			
<i>Leptodactylus fuscus</i>	PA/AQ	61, 92	1
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	PA/AQ	38, 49mata, 61, 92, 99	1, 2
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	PA/AQ	49mata, 92	1
<i>Leptodactylus petersii</i>	PA/AQ	92	1
<i>Leptodactylus troglodytes</i>	PA/AQ	38, 53, 61, 92, 94, 99	1, 2
<i>Leptodactylus vastus</i>	PA/AQ	49mata, 76, 94, 99	1, 2
Família Microhylidae			
<i>Dermatonotus muelleri</i>	PA/AQ	53, 92	1
<i>Elachistocleis piauiensis</i>	PA/AQ	61, 92	1, 2
Classe Reptilia			
Ordem Squamata			
Sub-ordem Lacertilia			
Família Gekkonidae			
<i>Gonatodes humeralis</i>	AQ	92	1
Família Gymnophthalmidae			
<i>Colobosaura modesta</i>	AQ	76	2
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	AQ	38, 49mata, 53, 94, 99	1, 2

cont

Tabela 9.1.5.3-2. Espécies da herpetofauna registrados na AID do AHE Castelhana e da LT Castelhana, municípios de Palmeiras 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
<i>Vanzosaura rubricauda</i>	AQ	53, 61, 94	1, 2
Família Teiidae			
<i>Ameiva ameiva</i>	PA/AQ	38, 49, 61, 92, 99	1, 2
<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	AQ	61, 92, 94, 99	1, 2
<i>Kentropyx calcarata</i>	AQ	92	1, 2
Família Tropiduridae			
<i>Tropidurus hispidus</i>	AQ	49mata, 53, 61, 76, 99	1, 2
<i>Tropidurus semitaeniatus</i>	AQ	49mata	1
Sub-ordem Serpentes			
Família Boidae			
<i>Eunectes murinus</i>	PA	99	2
Família Colubridae			
<i>Drymarchon corais</i>	PA	99	2
<i>Leptophis ahaetulla</i>	PA	92	1
<i>Liophis poecylogirus</i>	PA	92	2
<i>Tantilla melanocephala</i>	AQ	61	1
Sub-ordem Amphisbaenia			
Família Amphisbaenidae			
<i>Amphisbaena vermicularis</i>	AQ	61	1
Sub-ordem Testudines			
Família Chelidae			
<i>Phrynops geoffroanus</i>	PA	69	1
Sub-ordem Crocodylia			
Família Alligatoridae			
<i>Caiman crocodilus</i>	PA	60, 99	1, 2

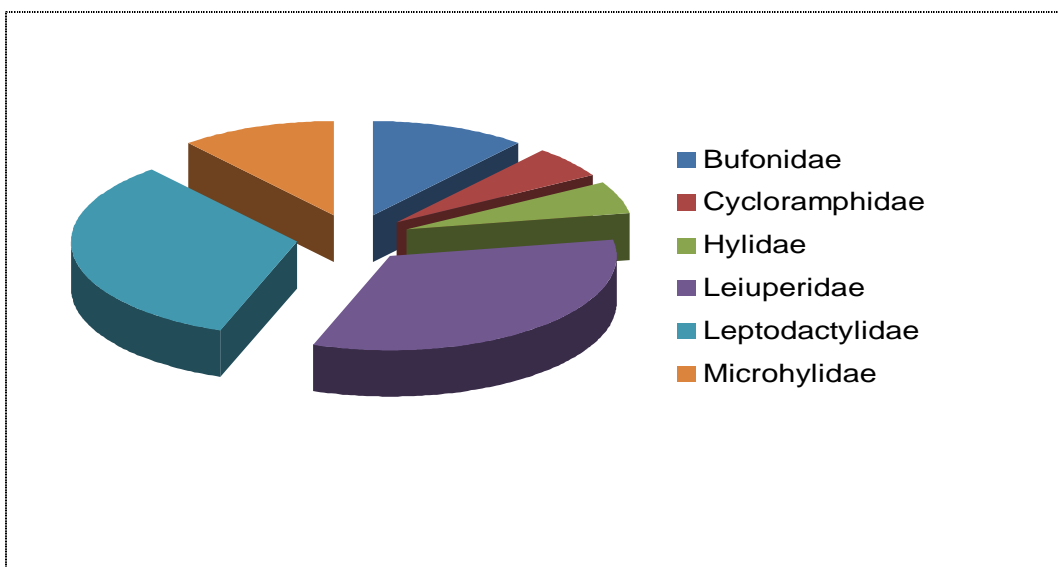


Gráfico 9.1.5.3-1. Distribuição das espécies de anfíbios registradas na AID do AHE Castelhana e respectiva LT nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA, por famílias.

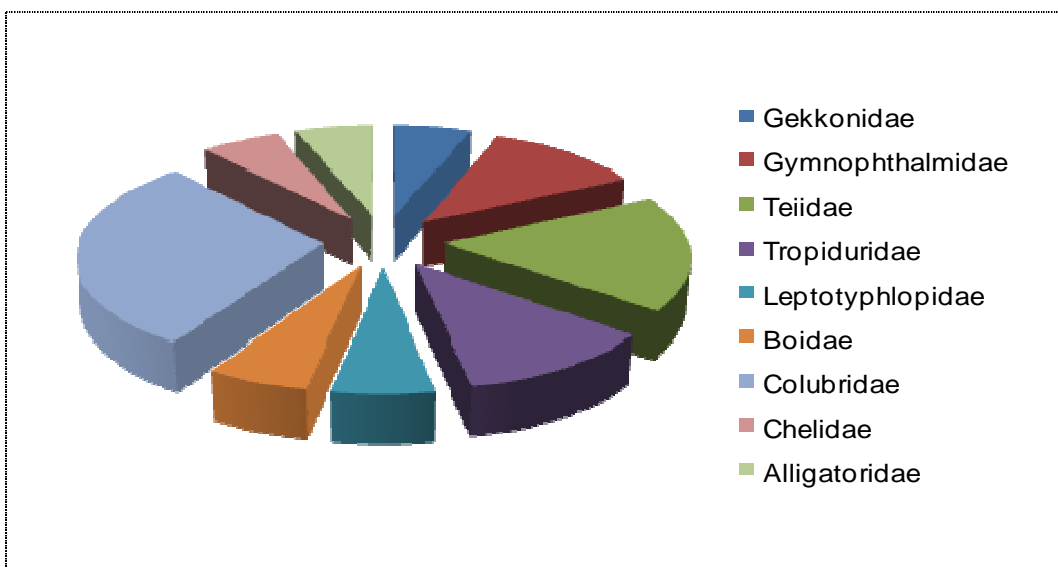


Gráfico 9.1.5.3-2. Distribuição das espécies de répteis registradas na AID do AHE Castelhana e respectiva LT nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA, por famílias.

Dentre os anfíbios, oito espécies foram registradas exclusivamente na primeira campanha, uma exclusivamente na segunda campanha e nove em ambas as campanhas (**Gráfico 9.1.5.3-3**). 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.

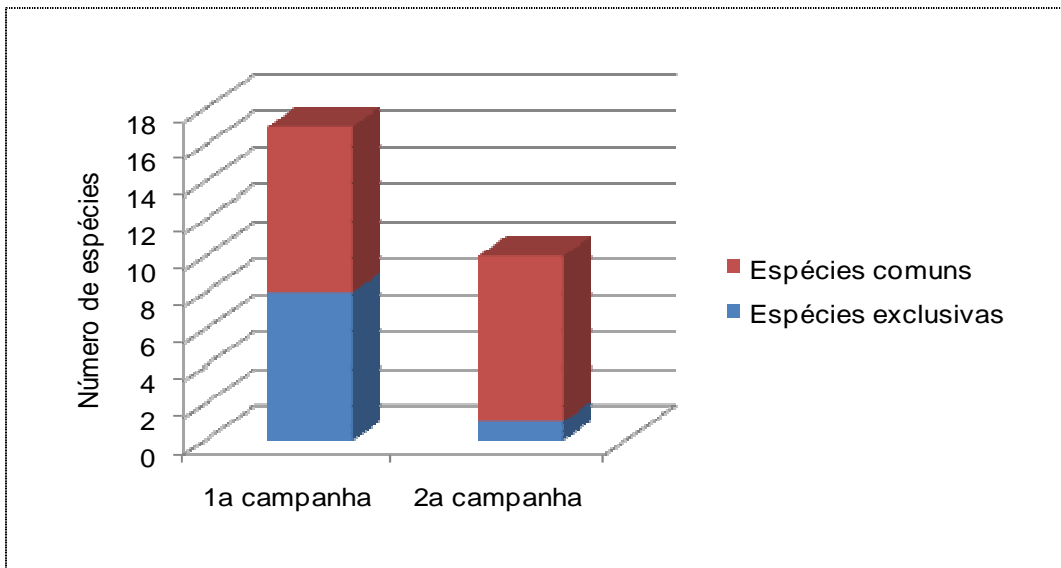


Gráfico 9.1.5.3-3. Comparação entre as riquezas totais e número de espécies exclusivas de anfíbios (em azul) registradas nas campanhas realizadas nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009 na AID do AHE Castelhana e respectiva LT, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA.

Em relação aos répteis, seis espécies foram registradas exclusivamente na primeira campanha, seis exclusivamente na segunda campanha e sete em ambas as campanhas (**Gráfico 9.1.5.3-4**). Na AID, não se repetiu a tendência de maior riqueza associada à época chuvosa, ocorrendo alto nível de complementaridade na lista de espécies entre as duas campanhas.

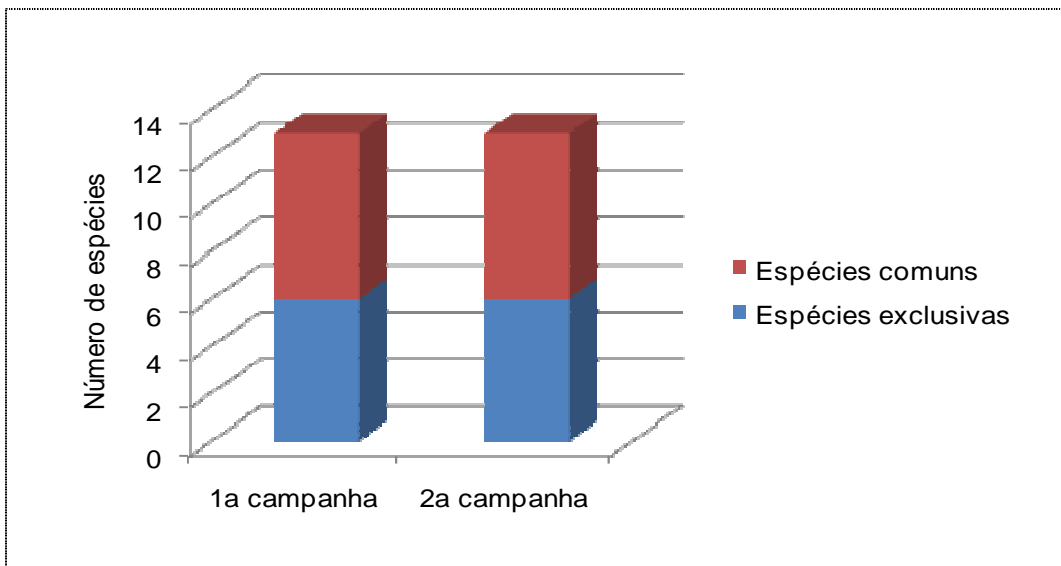


Gráfico 9.1.5.3-4. Comparação entre as riquezas totais e número de espécies exclusivas de répteis (em azul) registradas nas campanhas realizadas nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009 na AID do AHE Castelhana e respectiva LT, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA.

9.1.5.3.2.1. Quelônios Aquáticos

A única espécie de quelônio aquático encontrada na AID de Castelhana (e também em toda a área do reservatório e LT) foi *Phrynops geoffroanus* (cágado-de-barbicha). É uma espécie comum e de ampla distribuição, sendo encontrada da Amazônia colombiana ao Rio Grande do Sul, Uruguai e norte da Argentina, associada a todos os tipos de ambientes aquáticos (VANZOLINI et al., 1980). *Phrynops geoffroanus* é mais ativa entre setembro e novembro, justamente quando as temperaturas estão mais altas e a escassez de chuvas causa a maior disponibilidade de locais para termorregulação e oviposição, que ocorrem em bancos de areia e margens lamacentas nas margens dos corpos d'água, cobertas por vegetação arbustiva (SOUZA, 2004).

9.1.5.3.3. Considerações sobre a Herpetofauna característica da AID (resultados)

9.1.5.3.3.1. Composição, Riqueza e Diversidade de Espécies

Como esperado e observado também na AII, a composição da herpetofauna das AID 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.

Também como já observado na AII, ocorre uma espécie de lagarto, *Kentropyx calcarata*, associada a fisionomias florestais ou bordas de mata, que é encontrada em maiores abundância na região amazônica. A ocorrência de *Kentropyx calcarata* na AID 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 populações primariamente amazônicas.

Portanto, a herpetofauna da AID 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, à semelhança do observado na AII. 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). *Kentropyx calcarata*, lagarto primariamente amazônico encontrado na AID do AHE Castelhana, pode ter sua distribuição na área relacionada a 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 AID. Apenas *Tropidurus semitaeniatus* (lagartixa) é considerada espécie endêmica da Caatinga (segundo RODRIGUES, 2003), sem nenhum registro de espécies restritas ao Cerrado na AID. A taxa de endemismo é de apenas 2,7%, 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 na AID encontra-se bem abaixo do número de registros normalmente efetuado pela utilização dos métodos descritos no presente estudo e no período de amostragens. BRASILEIRO et al. (2008) registrou 38 espécies de anfíbios 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, enquanto VAZ-SILVA et al. (2007) encontraram 32 espécies de anfíbios em localidade do Cerrado de Goiás.

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 AID do AHE e LT Castelhanos, 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.

9.1.5.3.3.2. *Espécies bioindicadoras*

Conforme discutido em item análogo sobre a herpetofauna da AII, seriam consideradas espécies bioindicadoras de anfíbios aquelas com modos reprodutivos especializados, e portanto dependentes de recursos ambientais especiais e possivelmente limitados, por serem 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. Não é encontrada na AID de Castelhanos nenhuma espécie de anfíbio restrita a ambientes florestais (que não conseguiriam sobreviver em ambientes alterados) e com modos reprodutivos especializados. Dessa forma, não é possível indicar espécies bioindicadoras deste grupo na área analisada.

Em relação aos répteis, foram selecionados os lagartos de folheto como espécies bioindicadoras de alteração florestal e exploração madeireira (veja discussão em item análogo sobre a herpetofauna da AID). Eles dependem de pequenos invertebrados para sua alimentação e de sombra para manter temperaturas corpóreas moderadas (VITT & CALDWELL, 1994; CALDWELL & VITT, 1999). Na AID de Castelhanos são encontradas duas espécies de lagartos pequenos de folheto: *Colobosaura modesta* e *Gonatodes humeralis*. Estas espécies podem ser apontadas como as mais sensíveis a perturbações relacionadas à retirada da vegetação florestal nativa, sendo consideradas bioindicadoras.

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

Nenhuma das espécies registradas na AID do AHE e LT de Castelhanos 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* (güia, rã-pimenta; **Foto 9.1.5.3-4 do Anexo V**), 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 jacaré *Caiman crocodilus*. Moradores rurais relataram grande pressão de caça sobre a espécie, comentando sobre pessoas especializadas na captura e abate. Ainda segundo moradores, a carne de jacaré é vendida para outras pessoas ou mesmo para restaurantes, o que torna a situação da espécie na área do Estudo muito preocupante.

9.1.5.3.4. Comparações e Considerações entre a Herpetofauna característica da All e AID

A All, com 59 espécies, apresentou riqueza bem maior que AID, com 37, fato esperado pelo maior número de pontos-escuta e de procura ativa no primeiro que no segundo. Os pontos-escuta são responsáveis por grande parte dos registros de anfíbios, notadamente os da Família Hylidae, o que explica o encontro de apenas uma espécie dessa família na AID (*Dendropsophus minutus* - perereca). Os hilídeos são normalmente os componentes mais numerosos das comunidades neotropicais. Essa família alcançou grande diversificação devido à capacidade trepadora conferida pelos discos adesivos nas extremidades dos dedos, o que permite a ocupação de variados micro-habitats, notadamente em áreas florestadas (CARDOSO et al., 1989; HADDAD & SAWAYA, 2000). As espécies de hilídeos desenvolveram uma vasta diversidade de modos reprodutivos, fato possível devido à grande disponibilidade de micro-ambientes para animais que conseguem alcançar estratos da vegetação inalcançáveis para a maioria dos anfíbios (HADDAD & PRADO, 2005), e por conseqüência experimentaram vários eventos de especiação, levando à riqueza atualmente verificada para o grupo. Portanto, a ausência de registros de hilídeos causa grande decréscimo na riqueza de uma área. Além disso, a maior parte dos registros ocasionais, isto é, aqueles realizados entre os deslocamentos da equipe entre pontos e/ou bases de apoio, foram efetuados nas estradas de acesso, em sua maioria localizada na All dos empreendimentos.

No entanto, as amostragens na AID contribuíram para o registro de cinco espécies de répteis que não foram encontradas na All. Portanto, os registros na All e AID do AHE e LT Castelhana somaram 64 espécies da herpetofauna, sendo 36 anfíbios e 28 répteis. Todos os anfíbios encontrados pertencem à Ordem Anura (sapos, rãs e pererecas). Os répteis distribuem-se entre lagartos (12 espécies), serpentes (13 espécies), anfisbenas (uma espécie), quelônios (uma espécie) e jacarés (uma espécie).

O método das armadilhas de queda foi responsável pelo registro de 535 exemplares pertencentes a 21 espécies de anfíbios anuros na primeira campanha, tanto na All quanto na AID. Naquela ocasião, *Physalaemus cuvieri* foi a espécie de maior abundância, com 222 indivíduos ou 41,5% do número total de capturas (**Gráfico 9.1.5.3-5**). Outras seis espécies foram consideradas abundantes (entre 23 e 44 indivíduos ou 4,3 e 8,2%), seis ocorreram com abundância intermediária (entre 10 e 17 indivíduos ou 1,9 e 3,2%) e oito foram pouco abundantes (entre 1 e 4 indivíduos ou abaixo de 1% (**Gráfico 9.1.5.3-5**).

Na segunda campanha, houve grande decréscimo na riqueza de anfíbios, sendo registradas 12 espécies através das armadilhas de queda. Provavelmente, o término da estação chuvosa, com conseqüente aumento da incidência de radiação solar sobre os corpos d'água e evaporação, foi o maior responsável por este fato. A queda na disponibilidade de ambientes úmidos utilizados para a reprodução causou a queda no número de espécies em atividade. Por outro lado, a abundância total aumentou para 752 exemplares. A maior parte dos exemplares capturados foi novamente de *Physalaemus cuvieri*, que apresentou nada menos que 700 indivíduos nas armadilhas (**Gráfico 9.1.5.3-5**). Para efeito de comparação, a segunda espécie mais abundante foi *Leptodactylus troglodytes*, com 13 exemplares, seguido por *L. macrosternum*, com 11, ambas consideradas de abundância intermediária. A

provável razão para a elevadíssima abundância de *P. cuvieri* em relação às demais espécies é a coincidência entre o período da segunda campanha e o período de recrutamento da espécie. A maioria dos exemplares capturados era jovem ou recém-metamorfoseada e deviam estar se deslocando das poças onde terminaram a metamorfose, que já estavam secando, para ambientes de refúgio onde passariam o período seco. O deslocamento aumenta as chances de captura pelas armadilhas. As demais espécies capturadas nos baldes na segunda campanha foram representadas por um a seis exemplares.

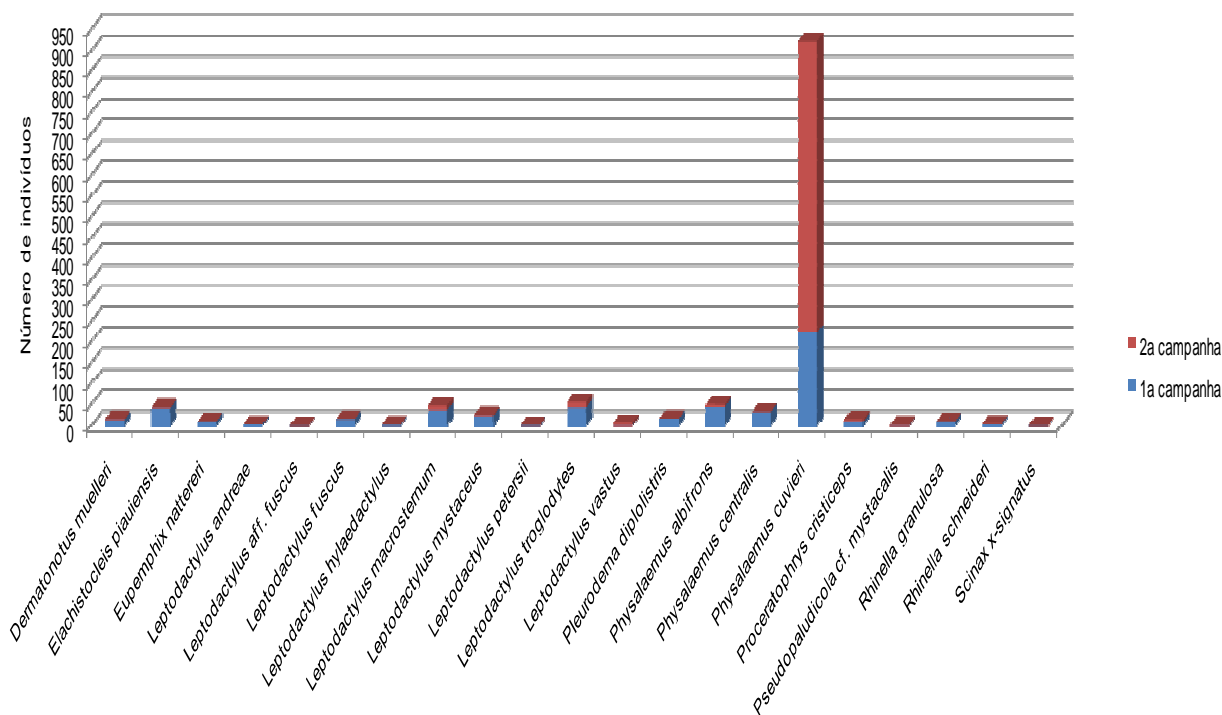


Gráfico 9.1.5.3-5. Abundância relativa de espécies de anfíbios em relação ao número total de indivíduos registradas nas campanhas realizadas nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009 na AID do AHE Castelhana e respectiva LT, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA, considerando somente o método armadilha de queda (AQ).

As espécies de anfíbios registradas nas armadilhas de queda pertencem a seis famílias: Bufonidae, Cycloramphidae, Hylidae, Leiuperidae, Leptodactylidae e Microhylidae. Entretanto, 80,4% dos indivíduos amostrados pertencem a família Leiuperidae devido a grande abundância das espécies do gênero *Physalaemus*. Apesar da família Leptodactylidae ser mais rica do que Leiuperidae, sua representatividade em números de indivíduos capturados foi menor (12,6%), sendo a segunda família mais freqüente (**Gráfico 9.1.5.3-6**).

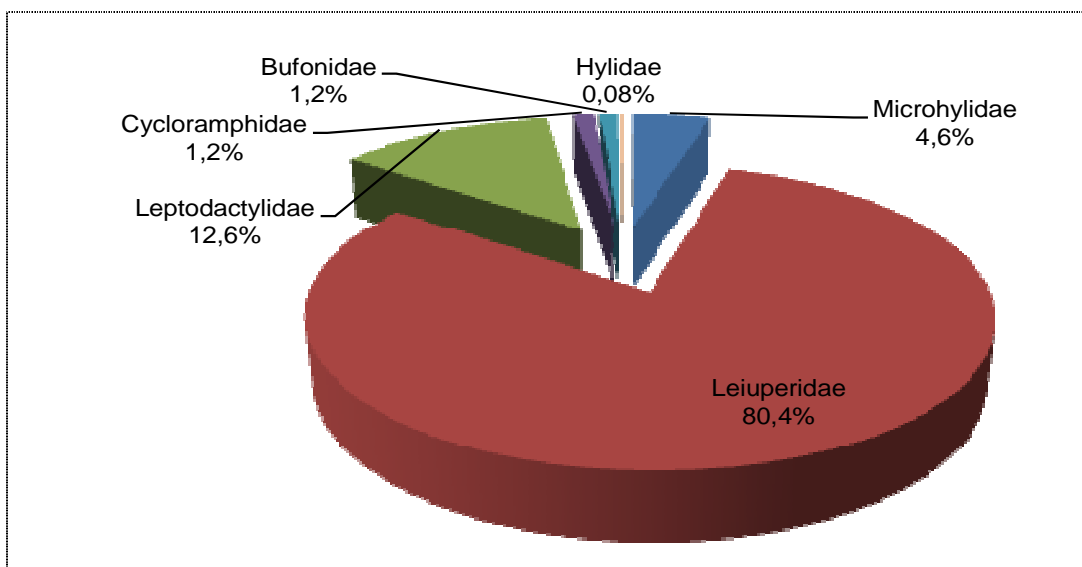


Gráfico 9.1.5.3-6. Percentual de contribuição das famílias em relação ao número total de espécies de anfíbios registradas nas campanhas realizadas nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009 na AID do AHE Castelhana e respectiva LT, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA, considerando somente o método armadilha de queda (AQ).

O método das armadilhas registrou 92 exemplares pertencentes a 14 espécies de répteis na primeira campanha, tanto na AII quanto na AID. Naquela ocasião, *Tropidurus hispidus* (lagartixa) foi a espécie mais abundante, com 31 capturas (33,7% do total), seguidos por *Cnemidophorus ocellifer* (lagartixa) e *Micrablepharus maximiliani* (lagarto), ambos com 15 indivíduos capturados (16,3% do total). Os registros das demais espécies somados representaram cerca de um terço do número total de indivíduos (entre um e oito indivíduos ou abaixo de 10%).

Na segunda campanha, houve um acréscimo de três espécies à lista daquelas capturadas pelas armadilhas: *Leptotyphlops brasiliensis* (cobra-cega), *Micrurus ibiboboca* (cobra-coral) e *Tupinambis quadrilineatus* (teiú). Em contrapartida, *Amphisbaena vermicularis* (cobra-de-duas-cabeças), *Coleodactylus brachistoma* (lagarto), *Gonatodes humeralis* (lagarto) e *Waglerophis merremii* (boipeva) não foram encontrados por esse método na segunda campanha, como haviam sido na primeira. A queda na disponibilidade de ambientes úmidos utilizados para a reprodução causou a queda no número de espécies em atividade. A abundância total aumentou para 138 exemplares. A maior parte dos exemplares capturados foi de *Tropidurus hispidus* (lagartixa) e *Micrablepharus maximiliani* (lagarto), ambos com 38 exemplares (Gráfico 9.1.5.3-7), seguidos de *Cnemidophorus ocellifer* (lagartixa), com 29 capturas. Merece destaque também *Vanzosaura rubricauda* (lagarto), com 12 exemplares. As demais espécies de répteis capturadas nos baldes na segunda campanha foram representadas por um a seis exemplares.

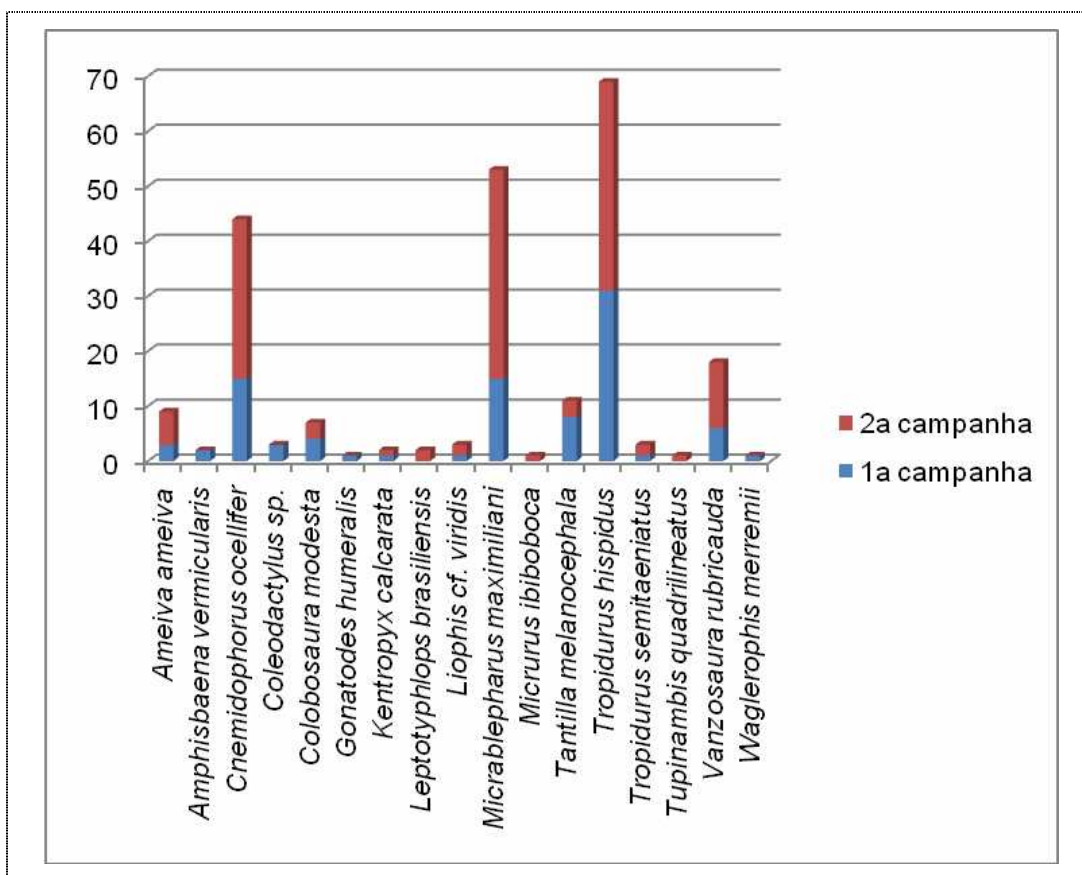


Gráfico 9.1.5.3-7. Abundância relativa de espécies de anfíbios em relação ao número total de indivíduos registradas nas campanhas realizadas nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009 na AID do AHE Castelhana e respectiva LT, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA, considerando somente o método armadilha de queda (AQ).

As armadilhas de queda registraram oito famílias de répteis, somente da Ordem Squamata: Amphisbaenidae entre os anfisbenídeos, Gekkonidae, Gymnophthalmidae, Teiidae e Tropicuridae entre os lagartos, e Leptotyphlopidae, Colubridae e Elapidae entre as serpentes. Considerando o grupo todo, há predomínio de gimnoftalmídeos e tropidurídeos na abundância de répteis da AII e AID do AHE e LT Castelhana, correspondendo a 33,9% e 31,3% do número total de indivíduos capturados através desse método, respectivamente (Gráfico 9.1.5.3-8). A família menos representativa foi Elapidae, que contribui apenas com um registro, ou 0,4% do número total de indivíduos encontrados.

A fauna observada nas áreas de influência do AHE e LT Castelhana apresentou uma riqueza elevada de espécies comparável a outras localidades do Cerrado amostradas com os mesmos métodos, sem apresentar endemismos ou espécies ameaçadas. No entanto, a fauna é extremamente complexa no que refere à sua composição e distribuição espacial nas áreas estudadas. Isto ocorre principalmente devido ao contato das paisagens Amazônicas, de Cerrado e de Caatinga, formando um mosaico de habitats abertos e florestais, úmidos e secos. Esta é justamente a característica biológica mais importante para a análise da herpetofauna da região do Médio Parnaíba, onde o está inserido o empreendimento.

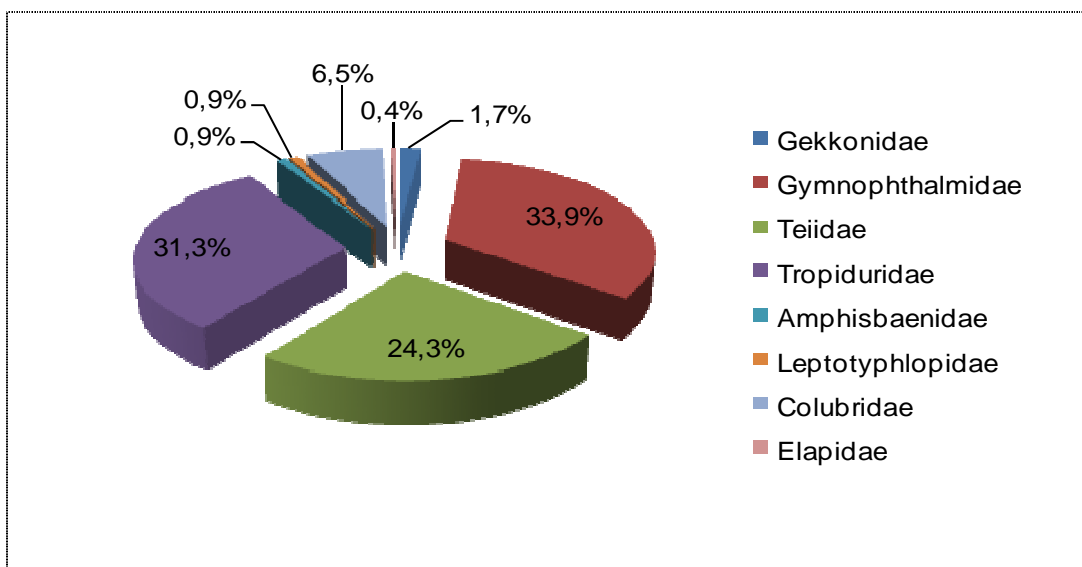


Gráfico 9.1.5.3-8. Percentual de contribuição das famílias em relação ao número total de espécies de répteis registradas nas campanhas realizadas nos períodos de 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009 na AID do AHE Castelhana e respectiva LT, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA, considerando somente o método armadilha de queda (AQ).

Aí foi observado o contato e até mesmo a sobreposição entre as distribuições de vários pares de espécies muito próximas que ocorrem em parapatria no Cerrado e na Caatinga. Esta situação torna extremamente importante a coleta de exemplares destas espécies na região, pois a identificação de espécies tão próximas é duvidosa em campo, comprometendo a obtenção de dados quantitativos confiáveis, e também permitiria definir com maior precisão a distribuição das espécies na área, identificando áreas de contato, sobreposição ou até mesmo hibridação entre elas. Na região de influência do AHE e LT Castelhana, ocorrem as formas associadas à Caatinga *Tropidurus hispidus*, *Cnemidophorus ocellifer* e *Proceratophrys cristiceps*, enquanto que na bacia do Parnaíba, a montante da Represa de Boa Esperança, foram observadas as formas correspondentes associadas ao Cerrado *Tropidurus oreadicus*, *Cnemidophorus mumbuca* e *Proceratophrys concavitimpanum*.

A influência que a proximidade da Caatinga exerce sobre a composição da fauna da região amostrada na bacia do Parnaíba se faz sentir também pela presença de várias espécies que ocorrem predominantemente na Caatinga, mas que ao contrário daquelas comentadas acima, não apresentam espécies irmãs ou próximas no Cerrado. Algumas destas espécies, como os anuros *Leptodactylus troglodytes* (caçote), *Corythomanthis greeningi* (perereca-de-capacete) e *Pleurodema diplolistris* (rã) penetram na porção setentrional do Cerrado não somente na bacia do Parnaíba, como também em grande parte da bacia do Tocantins. Outras espécies, como o lagarto *Tropidurus semitaenitus* (lagartixa) e o anuro *Physalaemus albifrons* (rã-chorona) penetram bem menos no Cerrado, aparentemente restringindo-se à bacia do Parnaíba. A presença e a abundância das espécies de Caatinga no trecho amostrado na bacia do Rio Parnaíba variam bastante. A Caatinga é considerada uma paisagem típica de depressões interplanálticas e as espécies de Caatinga são mais freqüentes justamente na região da cidade de Floriano, PI, área mais seca de relevo rebaixado na confluência do rio Gurguéia com o rio Parnaíba. Esta região apresenta menor densidade de drenagem, como também vários rios temporários. Nos fundos de vale aplanados e ressecados, a vegetação também reflete condições mais áridas. Há principalmente carnaúbas, com poucos babaçus e praticamente nenhum buritizal. Tanto a

sul como a norte de Floriano, o vale do Parnaíba torna-se mais encaixado entre as chapadas, a rede de drenagem mais densa e perene e os fundos de vale apresentam buritizais, extensos babaçuais e florestas de galeria mais características. Na área do AHE e LT Castelhana, as espécies de Caatinga são menos comuns, principalmente nas áreas amostradas ao norte, próximo de Parnarama, MA, voltando a ocorrer espécies de anuros de Cerrado que foram registradas na porção sul da área amostrada, mas não encontradas em Floriano, como *Leptodactylus andreae* (rãzinha), *Leptodactylus petersii* (caçote), *Hypsiboas punctatus* (perereca-verde), *Scinax fuscomarginatus* (perereca) e *Scinax nebulosus* (perereca). Algumas espécies foram registradas exclusivamente nos pontos próximos a Parnarama, entre elas espécies amazônicas que ocorrem no Cerrado Norte, como os lagartos *Gonatodes humeralis* e *Kentropyx calcarata* e a rãzinha *Leptodactylus hylaedactylus*. Estas ocorrências sugerem uma tendência de diminuição da influência da Caatinga de Floriano para Parnarama, acompanhada de um aumento correspondente da influência do Cerrado e da Amazônia.

Na área de influência do AHE propriamente dita as espécies de répteis e anfíbios mais abundantes ocorrem tanto nas fisionomias vegetais de savana como de Floresta, e também nas áreas de influência direta e indireta. Seis espécies foram registradas nos quatro ambientes (*Ameiva ameiva*, *Cnemidophorus ocellifer*, *Leptodactylus fuscus*, *Leptodactylus troglodytes*, *Leptodactylus vastus*, *Physalaemus cuvieri*, *Micrablepharus maximiliani* e *Tropidurus hispidus*), demonstrando grande plasticidade para a ocupação de habitats.

Porém, há grandes variações de riqueza e abundância entre os tipos de vegetação e entre a proximidade do rio. As áreas de influência direta apresentam mais espécies e maior abundância (**Tabela 9.1.5.3-3**).

Tabela 9.1.5.3-3. Número de indivíduos de cada espécie registrados entre 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009 nos pontos amostrados por armadilhas de queda em áreas de Mata e Savana da AID e AII do AHE e LT Castelhana, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA.

Campanha	Mata												Savana												Total				
	AID						AII						AID						AII										
	38		49mata		61		5		8		10		1' (AII LT)		92		94		99		23		43' (AHE e LT)			53 (AID LT)		76 (AID LT)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		1	2	1	2
Anfíbios																													
<i>Dermatonotus muelleri</i>	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	16
<i>Elachistocleis piauiensis</i>	-	-	24	-	14	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43
<i>Eupemphix nattereri</i>	-	-	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	9
<i>Leptodactylus aff. fuscus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Leptodactylus andreae</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-	4	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
<i>Leptodactylus hylaedactylus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	1	4	23	-	1	2	-	-	-	-	-	-	4	1	-	2	3	-	4	1	-	-	-	1	-	-	-	46	
<i>Leptodactylus petersii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
<i>Leptodactylus troglodytes</i>	2	1	-	-	7	1	-	-	6	-	-	-	1	1	2	1	3	6	3	1	2	-	-	-	6	2	1	37	
<i>Leptodactylus vastus</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	6	
<i>Physalaemus albifrons</i>	1	-	7	-	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	9	2	19	1	-	-	-	-	-	-	-	50	

Cont.

Tabela 9.1.5.3-3. Número de indivíduos de cada espécie registrados entre 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009 nos pontos amostrados por armadilhas de queda em áreas de Mata e Savana da AID e AII do AHE e LT Castelhana, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA.

Campanha	Mata												Savana												Total				
	AID						AII						AID						AII										
	38		49mata		61		5		8		10		1' (AII LT)		92		94		99		23		43' (AHE e LT)			53 (AID LT)		76 (AID LT)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		1	2	1	2
<i>Physalaemus centralis</i>	1	-	1	-	7	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	7	-	15	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	33
<i>Physalaemus cuvieri</i>	1	21	36	353	18	9	6	47	8	11	-	19	9	7	100	60	24	13	11	23	2	132	-	-	-	1	7	4	910
<i>Pleurodema diplolistris</i>	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
<i>Proceratophrys cristiceps</i>	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	3	-	8
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> cf.	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Rhinella granulosa</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	8
<i>Rhinella schneideri</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	2
<i>Scinax x-signatus</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Répteis																													
<i>Ameiva ameiva</i>	-	1	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	9
<i>Amphisbaena vermicularis</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	-	-	1	-	5	8	2	2	-	4	-	5	-	-	-	1	3	5	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	44
<i>Coleodactylus brachistoma</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Coleodactylus meridionalis</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3

Cont.

Tabela 9.1.5.3-3. Número de indivíduos de cada espécie registrados entre 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009 nos pontos amostrados por armadilhas de queda em áreas de Mata e Savana da AID e AII do AHE e LT Castelhana, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA.

Campanha	Mata												Savana												Total				
	AID						AII						AID						AII										
	38		49mata		61		5		8		10		1' (AII LT)		92		94		99		23		43' (AHE e LT)			53 (AID LT)		76 (AID LT)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		1	2	1	2
<i>Colobosaura modesta</i>	-	-	1	-	-	-	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	6
<i>Gonatodes humeralis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Kentropyx calcarata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Leptotyphlops brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0
<i>Liophis cf. viridis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	2
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	1	1	2	5	1	-	6	2	2	9	-	3	1	8	-	-	1	1	-	1	-	-	-	5	-	2	1	1	49
<i>Micrurus ibiboboca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Tantilla melanocephala</i>	1	-	-	-	4	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	11
<i>Tropidurus hispidus</i>	1	-	1	1	2	-	8	3	3	3	-	3	5	4	-	-	2	-	1	3	-	7	-	9	8	4	-	1	56
<i>Tropidurus semitaeniatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
<i>Tupinambis quadrilineatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Vanzosaura rubricauda</i>	-	-	-	-	3	5	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	1	-	-	-	2	-	2	1	1	-	-	16
<i>Waglerophis merremii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Abundância	44		480		120		83		59		40		49		212		89		98		157		18		34		35		1448
Riqueza	14		17		18		8		12		11		12		18		13		13		12		5		9		9		39

O coeficiente de semelhança biogeográfica (CSB; DUELLMAN, 1990) foi calculado para verificar a similaridade de espécies entre os tratamentos, segundo a fórmula $CSB = 2C / (N_1 + N_2)$, onde C é o número de espécies comuns entre os ambientes comparados, N_1 e N_2 são o número de espécies presentes em cada um dos tratamentos. Este coeficiente varia de 0 (sem similaridade) a 1 (similaridade total ou 100%).

Os coeficientes de semelhança biogeográfica entre as Matas AID e All e a Mata AID e Savana AID foram os maiores (0,85 e 0,82, respectivamente; **Tabela 9.1.5.3-4**). O menor CSB foi verificado entre as Savanas AID e All (0,67), provavelmente devido à proximidade dos ambientes da AID do rio Parnaíba, o que garante a formação de ambientes ricos em corpos d'água e vegetação no primeiro, e pela classificação do Ponto 92 como Savana. Este ponto é um babaçual secundário denso, sombreado e muito úmido, condições também encontradas no interior de matas. É neste ponto, inclusive, que foi encontrado o lagarto *Kentropyx calcarata*, de distribuição primariamente amazônica.

Tabela 9.1.5.3-4. Coeficiente de semelhança biogeográfica (CSB, em itálico) entre os quatro tipos de ambiente amostrados entre 06 a 18/03 e 15 a 27/06/2009 na All e AID do AHE e LT Castelhana, municípios de Palmeirais e Amarante, PI, e Parnarama e São Francisco do Maranhão, MA. Número de espécies em cada ambiente em negrito (diagonais) e número de espécies em comum entre os ambientes (abaixo da diagonal).

	Mata AID	Mata All	Savana AID	Savana All
Mata AID	28	0,85	0,82	0,69
Mata All	17	22	0,75	0,74
Savana AID	23	15	28	0,67
Savana All	17	16	16	21

A maior riqueza nas áreas de influência direta, tanto de cerrado como de floresta, resulta da combinação de dois fatores. Primeiro, pelo maior número de pontos consolidados na AID, utilizados tanto para a amostragem com armadilhas de queda quanto para pontos-escuta e procura ativa. Segundo, pela maior riqueza normalmente encontrada em ambientes de mata em detrimento de formações vegetais abertas.

É importante ressaltar que as espécies das áreas de influência direta, que apresentam maiores riquezas e abundâncias, serão as mais afetadas pela construção do AHE. Grande parte dos sítios reprodutivos se encontra na AID e tem que ser considerada a probabilidade destes sítios funcionarem, atualmente, como fontes de indivíduos para as populações da All.

9.1.5.3.5. Análises Estatísticas

9.1.5.3.5.1. Avaliação do Esforço Amostral

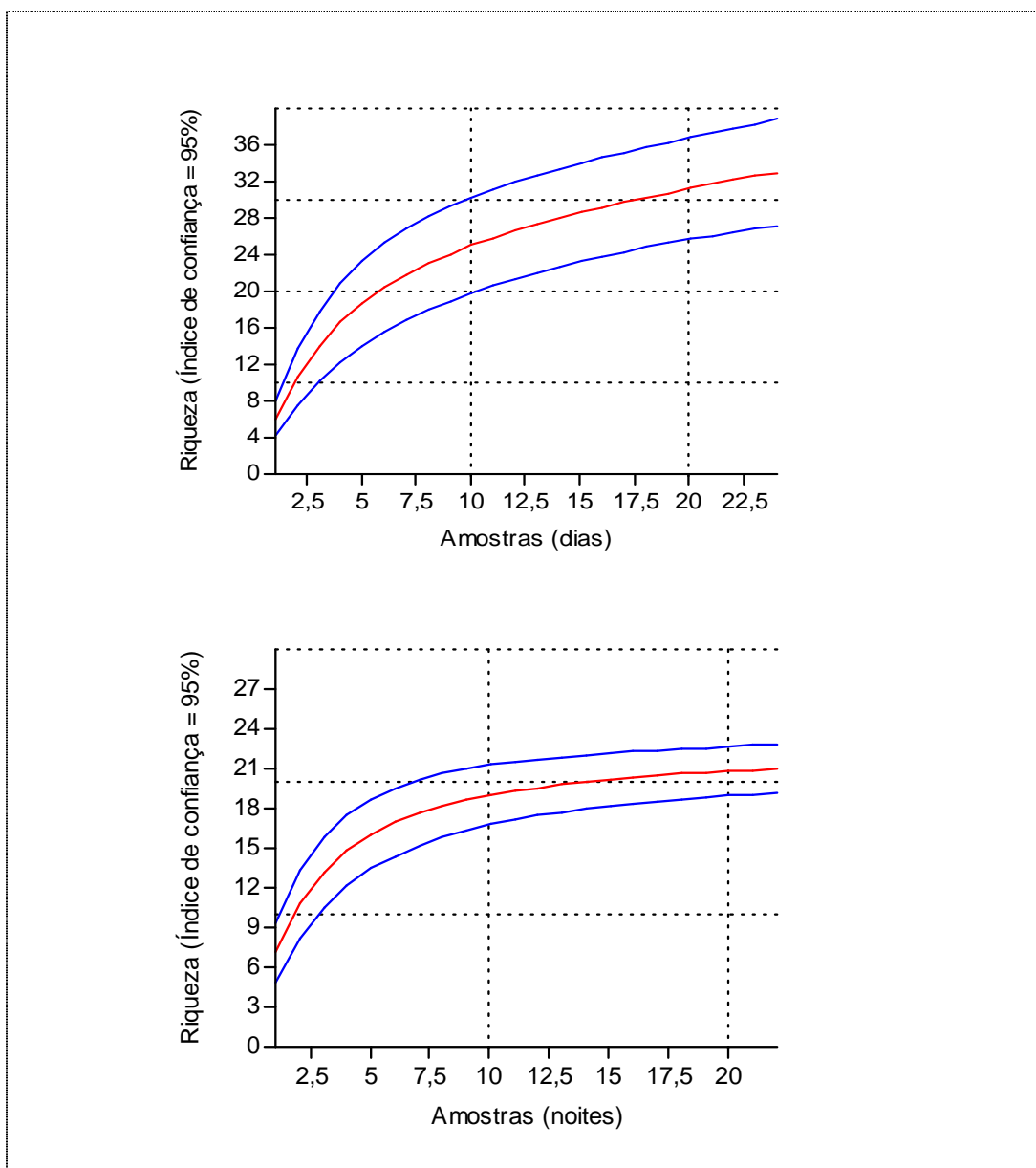
Com o objetivo de avaliar a consistência dos dados obtidos, foram realizadas análises estatísticas para estimar a riqueza das áreas amostradas, comparando-as com as informações coletadas. Esse método é utilizado para verificar se o número de amostras foi suficiente para explicar a diversidade do local (COLWELL & CODDINGTON, 1994). Para inferir a eficiência com que a riqueza de espécies local foi amostrada, foram utilizadas curvas de rarefação de *Coleman* (MAGURRAN, 2004) com o auxílio do programa PAST 1.26 (HAMMER & HARPER, 2004). As curvas de rarefação geradas foram produzidas a partir de 1.000 curvas de rarefação de espécies, aleatorizando-se a ordem das amostras

sem reposição, produzindo assim uma curva onde cada ponto corresponde à média dos pontos em cada uma das 1.000 curvas geradas e está associado a um desvio-padrão.

Foram realizadas análises separadas de estimativas de espécies separadamente para os resultados obtidos através da procura direta e pelas armadilhas de queda. Posteriormente, dentro das análises de cada método, foram separados os dados de anfíbios e répteis, pois a pré-disposição para o encontro por procura ativa ou para a captura por armadilhas pode ser diferente em cada grupo biológico. Dessa forma, foram obtidas quatro curvas do coletor, a saber:

- Estimativa de Espécies de Anfíbios Encontradas Através de Procura Ativa (**Gráfico 9.1.5.3-9**);
- Estimativa de Espécies de Anfíbios Encontradas Através de Armadilhas De Queda (**Gráfico 9.1.5.3-10**);
- Estimativa de Espécies de Répteis Encontradas Através de Procura Ativa (**Gráfico 9.1.5.3-11**);
- Estimativa de Espécies de Répteis Encontradas Através de Armadilhas De Queda (**Gráfico 9.1.5.3-12**).

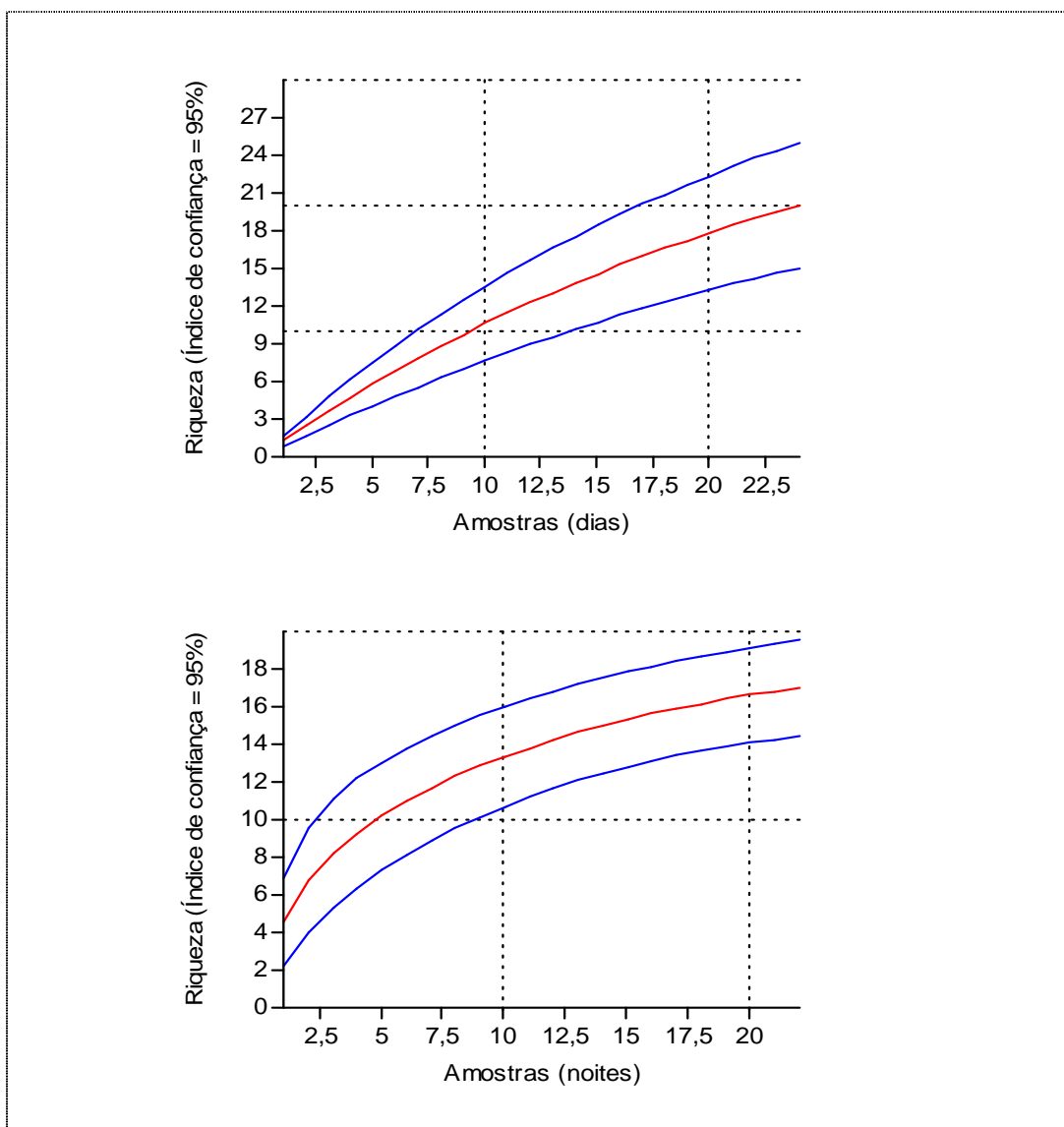
As curvas do coletor para as estimativas das riquezas de anfíbios através dos diferentes métodos utilizados apresentam tendências bem distintas. A estimativa para espécies encontradas através de procura ativa mostra uma curva ainda bem inclinada, sem que haja previsão de se alcançar a assíntota. A tendência observada é reforçada pelo amplo desvio-padrão (mínimo de 26 e máximo de 40 espécies, sendo que a riqueza encontrada foi de 33; **Gráfico 9.1.5.3-9**), demonstrando que a continuidade das amostragens, ou seja, o emprego de maior esforço na procura ativa resultaria em adições à lista atual. Por outro lado, a estimativa para espécies encontradas através de armadilhas de queda demonstra clara tendência à estabilização e pequeno desvio-padrão (mínimo de 20 e máximo de 22 espécies, sendo que a riqueza encontrada foi de 21; **Gráfico 9.1.5.3-10**), indicando que o esforço empregado para a amostragem desse grupo através das armadilhas foi satisfatório para registrar a riqueza das áreas analisadas.



Gráficos 9.1.5.3-9 e 9.1.5.3-10. Curvas de rarefação de espécies de anfíbios produzidas para todos os registros efetuados em março e junho de 2009 através da metodologia de procura ativa (à esquerda) e de armadilhas de queda (à direita).

Em relação aos répteis, a curva do coletor para as espécies registradas através da procura ativa mostra forte tendência ao crescimento e desvio-padrão ainda amplo (mínimo de 14 e máximo de 26 espécies, sendo que a riqueza encontrada foi de 20; (**Gráfico 9.1.5.3-11**), indicando que o esforço empregado através desse método não foi suficiente para a amostragem satisfatória do grupo nas áreas de influência do empreendimento e que a continuidade das investigações resultaria em adições à lista atual. Quanto à estimativa de riqueza através das armadilhas de queda (**Gráfico 9.1.5.3-12**), também é observada tendência ao crescimento, sem previsão para atingir a assíntota, ainda que o resultado desta análise esteja mais próximo à estabilização da curva do que na análise de procura ativa. O desvio-padrão é mais baixo (mínimo de 14 e máximo de 20 espécies, sendo que a

riqueza encontrada foi de 17), mas ainda aponta para a necessidade de maior esforço amostral para o registro de número satisfatório de espécies.



Gráficos 9.1.5.3-11 e 9.1.5.3-12. Curvas de rarefação de espécies de répteis produzidas para todos os registros efetuados em março e junho de 2009 através da metodologia de procura ativa (à esquerda) e de armadilhas de queda (à direita).

Os resultados das análises para o grupo dos anfíbios demonstram que a utilização de armadilhas de queda é de grande importância para a amostragem de áreas extensas. A maior parte das espécies que poderiam ser registradas através desse método, ou seja, as espécies terrícolas foram encontradas durante os estudos nas áreas de influência do AHE Castelhanos e respectiva LT, indicando que a riqueza real desta guilda é bem próxima do número encontrado nas duas campanhas. Quanto ao resultado da análise para a metodologia de procura ativa, é bem provável que a falta de padronização para as amostragens tenha influenciado a curva mostrada no Gráfico 9.1.5.3-9. A análise estatística realizada tem como uma de suas premissas que o método de amostragem deve ser bem definido, com esforços semelhantes nos pontos investigados. Pela **Tabela 9.1.5.3-1**, é

possível observar que os pontos-escuta e os pontos de procura ativa foram visitados de maneira aleatória, sem a preocupação de dedicar a cada ponto igual número de dias ou de horas para a amostragem da herpetofauna. Ainda assim, o número de espécies registradas através deste método demonstra a importância de sua aplicação, pois este método foi responsável pelo encontro de 33 das 34 espécies encontradas nas áreas de influência do empreendimento.

No que tange aos répteis, era esperado que as estimativas de riqueza apontassem para a insuficiência do esforço amostral. O registro de répteis em campo em campanhas de curta duração é limitado por aspectos de sua biologia, como a baixa densidade populacional, vagilidade, ocupação de substratos diversificados, dificuldade de captura mesmo com a utilização de armadilhas e a existência de poucas espécies aquáticas ou estreitamente associadas a corpos d'água permanentes (STRÜSSMANN et al., 2000). Dados confiáveis sobre a composição de comunidades de répteis e abundâncias de suas populações só podem ser obtidas em campanhas de médio e longo prazo e com a utilização de grande número de metodologias conjugadas.

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

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

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

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

A procura ativa diurna, realizada durante cada revisão diária das armadilhas, detectou principalmente as espécies mais abundantes registradas também pelos baldes, por

exemplo, sempre eram visualizados *Tropidurus oreadicus* e *Cnemidophorus cf. mumbuca* nestas ocasiões. As armadilhas de queda têm uma enorme vantagem de obter um registro quantitativo mais exato e bem menos subjetivo destas espécies, uma vez que as armadilhas estão abertas todo o tempo, amostrando simultaneamente todos os lugares e são montadas exatamente da mesma forma, enquanto os pesquisadores apresentam experiência e habilidades distintas e é impossível amostrar os pontos simultaneamente. As espécies mais raras e difíceis de serem detectadas pelas armadilhas de queda, como serpentes e lagartos grandes foram raríssimos nestes pontos. A maior parte dos pontos não obteve nenhum registro e os dados não são suficientes para comparar os pontos com qualquer análise. Assim os registros destas espécies foram considerados apenas para determinação da composição de espécies.

Os pontos encontravam-se a grande distância, em estradas de condição ruim, tornando o tempo um fator muito limitante na revisão diária de todos os pontos. Assim tomou-se a decisão de priorizar a revisão dos baldes em detrimento de um registro quantitativo dos exemplares observados na procura ativa diurna, que tomaria muito tempo, comprometeria a revisão de todas as armadilhas, produzindo dados sobre as mesmas espécies, porém de qualidades bem inferior a das armadilhas. Por este motivo, resolveu-se utilizar os dados de procura ativa diurna apenas qualitativamente. Em muitos pontos amostrados, tanto extras, como aqueles pré-determinados no Plano, não houve registro algum e para simplificação do relatório, não foram apresentados na tabela de resultados e em alguns casos excluídos também das Tabelas de Pontos Amostrados.



Anexo V

Documentação Fotográfica – Herpetofauna AHE Castelhana



Foto 9.1.5.3-1 Ponto 94 (AQ) Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-2 Ponto 61 (AQ) Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-3 Ponto 76 (AQ) Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-4 Ponto 92 (AQ) Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-5 Ponto 48 (PE). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-6 Ponto 49 (PE). Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-7 *Rhinella schneideri* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-8 *Leptodactylus fuscus* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-9 *Leptodactylus petersii* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009



Foto 9.1.5.3-10 *Gonatodes humeralis* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009



Foto 9.1.5.3-11 *Kentropyx calcarata* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009



Foto 9.1.5.3-12 *Amphisbaena vermicularis*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-13 *Proceratophrys cristiceps*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009



Foto 9.1.5.3-14 *Dendropsophus nanus* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-15 *Leptodactylus vastus* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-16 *Leptodactylus mystaceus* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-17 *Leptodactylus troglodytes* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-18 *Elachistocleis piauiensis*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-19 *Physalaemus albifrons* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-20 *Physalaemus cuvieri* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-21 *Colobosaura modesta* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-22 *Vanzosaura rubricauda* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009 .



Foto 9.1.5.3-23 *Ameiva ameiva*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-24 *Tropidurus semitaeniatus* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-25 *Leptophis ahaetulla* Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.



Foto 9.1.5.3-26 *Phrynops geoffroanus*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Castelhana, 2009.

9.1.5.3.6. Referências bibliográficas

- ABE, A.S. & GARCIA, L.S. 1990. Alterações de fluídos corpóreos na rã *Leptodactylus fuscus* durante a estivação (Anura, Leptodactylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 50(1): 243-247.
- ARGÔLO, A.J.S. 2004. As serpentes dos cacauais do sudeste da Bahia. Ilhéus: Editora da UESC, 259 p.
- BASTOS, R.P. & ABE, A.S. 1998. Dormancy in the Brazilian horned toad *Ceratophrys aurita* (Anura, Leptodactylidae). *Ciência e Cultura*, 50(1): 68-70.
- ÁVILA-PIRES, T.C.S.; HOOGMOED, M.S.; VITT, L.J. 2007. Herpetofauna da Amazônia. In: Nascimento, L.B. & Oliveira, M.E. (eds.) *Herpetologia no Brasil II*. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia, p.13-43.
- BASTOS, R.P.; MOTTA, J.A.O.; LIMA, L.P.; GUIMARÃES, L.D. 2003. Anfíbios da Floresta Nacional de Silvânia, Estado de Goiás. Goiânia: FEMA, 82 p.
- BEEBEE, T. J. C. 1996. *Ecology and Conservation of Amphibians*. Chapman & Hall, 213p.
- BRANDÃO, R. A. 2002. Monitoramento das populações de lagartos no aproveitamento hidroelétrico da Serra da Mesa, Minaçu, GO. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, DF. 170 p.
- BRANDÃO, R.A. & PERES Jr., A.K. 2001. Levantamento da herpetofauna na área de influência do aproveitamento hidroelétrico Luis Eduardo Magalhães, Palmas, TO. *Humanitas* 3: 35-50.
- BRASILEIRO, C.A.; LUCAS, E.M.; OYAMAGUCHI, H.M.; THOMÉ, M.T.C.; DIXO, M. 2008. Anurans, Northern Tocantins River Basin, states of Tocantins and Maranhão, Brazil. *Check List*, 4(2): 185-197.
- CALDWELL, J.P. & VITT, L.J. 1999. Dietary asymmetry in leaf litter frogs and lizards in a transitional northern Amazonian rain forest. *Oikos*, 84(3): 383-397.
- COLLI, G.R.; BASTOS, R.P.; ARAÚJO, A.F.B. 2002. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (eds.) *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. New York: Columbia University Press, p. 223-240.
- COLLI, G.R.; CALDWELL, J.P.; COSTA, G.C.; GAINSBURY, A.M. 2003. A new species of *Cnemidophorus* (Squamata, Teiidae) from the Cerrado biome in central Brazil. *Occasional Papers Of The Oklahoma Museum of Natural History*. 14:1-14.
- COLWELL, R.K. & CODDINGTON, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B*, 345: 101-118.
- CONRAD, J.L. 2008. Phylogeny and systematics of Squamata (Reptilia) based on morphology. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 310: 1-182.
- CORN, P.S. 1994. Standard techniques for inventory and monitoring - Straight-line drift fences and pitfall traps. In: Heyer, W.R.; Donnelly, M.A.; McDiarmid, R.W.; Hayek,

- L.C.; Foster, M.S. (eds.) Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Washington: Smithsonian Institution Press, p. 118-124.
- DINIZ-FILHO, J.A.F.; BINI, L.M.; PINTO, M.P.; TERRIBILE, L.C.; OLIVEIRA, G.; VIEIRA, C.M.; BLAMIRE, D.; BARRETO, B.S.; CARVALHO, P.; RANGEL, T.F.L.V.B.; TÔRRES, N.M.; BASTOS, R.P. 2008. Conservation planning: a macroecological approach using the endemic terrestrial vertebrates of the Brazilian Cerrado. *Oryx*, 42(3): 567-577.
- DODD, C.K. & SEIGEL, R.A. 1991. Relocation, repatriation, and translocation of amphibians and reptiles: Are they conservation strategies that work? *Herpetologica*, 47: 336-350.
- DUELLMAN, W.E. 1990. Herpetofaunas in neotropical rainforests: comparative composition, history, and resource use. *In*: Gentry, A. H. (Ed.). Four neotropical rainforests. New Haven: Yale University Press, p. 455-505.
- DUELLMAN, W.E.; TRUEB, L. 1994. Biology of Amphibians. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- FAIVOVICH, J.; HADDAD, C.F.B.; GARCIA, P.C.A.; FROST, D.R.; CAMPBELL, J.A.; WHEELER, W.C. 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 294: 1-240.
- FEIO, R.N. & CARAMASCHI, U. 1995. Aspectos zoogeográficos dos anfíbios do médio Rio Jequitinhonha, nordeste de Minas Gerais, Brasil. *Revista Ceres*, 42(239): 53-61.
- FEIO, R.N.; BRAGA, U.M.L.; WIEDERHECKER, H.; SANTOS, P.S. 1998. Anfíbios do Parque Estadual do Rio Doce (Minas Gerais). Viçosa: UFV/IEF, 32 p.
- FRANCO, F.L.; SUGLIANO, G.O.S.; PORTO, M.; MARQUES, O.A.V. 1998. Répteis na Estação Veracruz (Porto Seguro, Bahia). Eunápolis: Veracel Celulose S.A., 39 p. (Publicação Técnico-Científica, 3).
- FROST, D.R. 2009. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Versão 5.3 (12 February, 2009). American Museum of Natural History, New York, USA. Disponível em <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Acesso em maio de 2009.
- FROST, D.R.; ETHERIDGE, R.; JANIES, D.; TITUS, T.A. 2001a. Total evidence, sequence alignment, evolution of Polychrotid lizards, and a reclassification of the Iguania (Squamata: Iguania). *American Museum Novitates*, 3343: 1-38.
- FROST, D.R.; GRANT, T.; FAIVOVICH, J.; BAIN, R.; HAAS, A.; HADDAD, C.F.B.; DE SÁ, R.; CHANNING, A.; WILKINSON, M.; DONNELLAN, S.; RAXWORTHY, C.; CAMPBELL, J.; BLOTTO, B.; MOLER, P.; DREWES, R.C.; NUSSBAUM, R.; LYNCH, J.D.; GREEN, D.; WHEELER, W.C. 2006. The amphibian tree of life. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 297: 1-370.
- FROST, D.R.; RODRIGUES, M.T.; GRANT, T.; TITUS, T.A. 2001b. Phylogenetics of the lizard genus *Tropidurus* (Squamata: Tropiduridae: Tropidurinae): direct optimization, descriptive efficiency, and sensitivity analysis of congruence between molecular data and morphology. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 21(3): 352-371.

- GIBBONS, J.W.; SCOTT, D.E.; RYAN, T.J.; BUHLMANN, K.A.; TUBERVILLE, T.D.; METTS, B.S.; GREENE, J.L.; MILLS, T.; LEIDEN, Y.; POPPY, S.; WINNE, C.T. The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *BioScience*, v. 50, p. 553-556, 2000.
- GRANT, T.; FROST, D.R.; CALDWELL, J.P.; GAGLIARDO, R.; HADDAD, C.F.B.; KOK, P.J.R.; MEANS, D.B.; NOONAN, B.P.; SCHARGEL, W.E.; WHEELER, W.C. 2006. Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives (Amphibia: Athesphatanura: Dendrobatidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 299: 1-262.
- GRIFFITH, B., SCOTT, J.M.; CARPENTER, J.W.; REED, C. 1989. Translocation as a species conservation tool: status and strategy. *Science*, 245: 477-480.
- HADDAD, C.F.B. 1998. Biodiversidade dos anfíbios no Estado de São Paulo. *In: Castro, R.M.C. (ed.) Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. São Paulo: FAPESP, p.15-26. 71p. (Série Vertebrados).*
- HADDAD, C.F.B. & PRADO, C.P.A. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*, 55: 207-217.
- HADDAD, C.F.B. & SAWAYA, R.J. 2000. Reproductive modes of Atlantic Forest hylid frogs: a general overview and the description of a new mode. *Biotropica*, 32(4b): 862-871.
- HALVORSON, W.H. & DAVIS, G.E. 1996. *Science and Ecosystem Management in the National Parks*. Phoenix: University of Arizona Press, 364p.
- HAMMER, Ø. & HARPER, D.A.T. 2004. PAST. Versão 1.26. Disponível em: <http://folk.uio.no/ohammer/past>, acesso em 02/03/2009.
- HEYER, W.R.; DONNELLY, M.A.; MCDIARMID, R.W.; HAYEK, L.C.; FOSTER, M.S. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for Amphibians*. Washington: Smithsonian Institution Press, 364 p.
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2003. Lista de espécies da Fauna Brasileira ameaçadas de Extinção. Anexo à Instrução Normativa N° 3, de 27 de maio de 2003 do Ministério do Meio Ambiente. Disponível em www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm. Acesso em 07/05/2008.
- LIPS, K.R.; REASER, J.K.; YOUNG, B.E.; IBÁÑEZ, R. 2001. *Amphibian Monitoring in Latin America: A Protocol Manual*. Salt Lake City: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 115 p.
- MAGURRAN, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Science, 256 p.
- MARQUES, O.A.V. & SAZIMA, I. 2004. História natural dos répteis da Estação Ecológica Juréia-Itatins. *In: Marques, O.A.V. & Duleba, W. (eds.) Estação Ecológica Juréia-Itatins: Ambiente físico, flora e fauna*. Ribeirão Preto: Editora Holos, p. 243-256.
- NOGUEIRA, C.; VALDUJO, P.H. & FRANÇA, F.G.R. 2005. Habitat variation and lizard diversity in a Cerrado area of Central Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 40: 105-112.

- PAVAN, D. 2001. Considerações ecológicas sobre a fauna de sapos e lagartos de uma área de Cerrado brasileiro sob o impacto do enchimento do Reservatório de Serra da Mesa. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 159 p.
- PAVAN, D. 2007. Assembléias de répteis e anfíbios do Cerrado ao longo da bacia do rio Tocantins e o impacto do aproveitamento hidrelétrico da região na sua conservação. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 422p.
- PAVAN, D. & DIXO, M. 2004. A herpetofauna da área de influência do aproveitamento hidroelétrico Luis Eduardo Magalhães, Palmas, TO. *Humanitas* 4-6: 13-30.
- PETERS, J.A. & DONOSO-BARROS, R. 1986. Catalogue of Neotropical Squamata: part II. Lizards and Amphisbaenians. *Bulletin of the United States National Museum*, 23: 1-293.
- PIANKA, E.R.; VITT, L.J. 2003. *Lizards: windows to the evolution of diversity*. Los Angeles: University of California Press.
- POUGH, F.H.; ANDREWS, R.M.; CADLE, J.E.; CRUMP, M.L. 1998. *Herpetology*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 577 p.
- RODRIGUES, M. 2006. Hidrelétricas, Ecologia Comportamental, Resgate de fauna: uma falácia. *Natureza & Conservação*, 4(1): 29-38.
- RODRIGUES, M.T. 1987. Sistemática, ecologia e zoogeografia dos *Tropidurus* do grupo *torquatus* ao sul do Rio Amazonas (Sauria, Iguanidae). *Arquivos de Zoologia*, São Paulo 31: 105-230.
- RODRIGUES, M. T. 2003. Herpetofauna da caatinga; pp. 181-236. In: Leal, I. R., Tabarelli, M., Silva, J. M. C. *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Ed. Universitária - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- RODRIGUES, M. T. 2005. A biodiversidade dos Cerrados: conhecimento atual e perspectivas, com uma hipótese sobre o papel das matas galerias na troca faunística durante ciclos climáticos. In: Scariot, A.; Sousa-Silva, J.C.; Felfili, J.M. (orgs.) *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 235-246.
- SALTHER, S.N. & DUELLMAN, W.E. 1973. Quantitative constraints associated with reproductive mode in anurans. In: Vial, J.L. (ed.) *Evolutionary Biology of the Anurans*. Columbia: University of Missouri Press, p. 229-249.
- SAWAYA, R.J.; MARQUES, O.A.V; MARTINS, M. 2008. Composition and natural history of a Cerrado snake assemblage at Itirapina, São Paulo State, southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 8(2): 127-149.
- SBH. SOCIEDADE BRASILEIRA DE HERPETOLOGIA. 2009. Brazilian amphibians and reptiles – List of species. São Paulo: Sociedade Brasileira de Herpetologia,. Disponível em: <<http://www.sbherpetologia.org.br>>. Acesso em: 05 mar. 2009.
- SEDDON, P.J.; ARMSTRONG, D.P.; MALONEY, R.F. 2007. Developing the science of reintroduction biology. *Conservation Biology*, 21: 303-312.
- SILVA JR., N.J.; SILVA, H.L.R.; RODRIGUES, M.T.U.; VALE, N.C.; COSTA, M.C.; CASTRO, S.P.; LINDER, E.T.; JOHANSSON, C. & SITES Jr., J. 2005. A fauna de

- vertebrados do Vale do Alto Rio Tocantins em áreas de Usinas Hidroelétricas. Estudos Vida e Saúde, Universidade Católica de Goiás, Goiânia (GO) 32: 57-102.
- SOUZA, F.L. 2004. Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiros (Testudines, Chelidae). *Phyllomedusa*, 3(1): 15-27.
- STRÜSSMANN, C.; PRADO, C.P.A.; UETANABARO, M.; FERREIRA, V.L. 2000. Levantamento de anfíbios e répteis de localidades selecionadas na porção sul da planície alagável do Pantanal e Cerrado do entorno, Mato Grosso do Sul, Brasil. *In*: Willink, P.W.; Chernoff, B.; Alonso, L.E.; Lourival, R. (eds.). A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. RAP Bulletin of Biological Assessment, 18. Washington: Conservation International.
- STUART, S.; CHANSON, J.S.; COX, N.A.; YOUNG, B.E.; RODRIGUES, A.S.L.; FISHMAN, D.L.; WALLER, R.W. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, v. 306, p.1783-1786.
- UETENABARO, M.; PRADO, C.P.A.; RODRIGUES, D.J.; GORDO, M.; CAMPOS, Z. 2008. Guia de campo dos anuros do Pantanal e planaltos de entorno. Campo Grande: Editora UFMS, 196 p.
- UETZ, P. & HALLERMANN, J. 2008. The TIGR Reptile Database. Disponível em <http://www.reptile-database.org/>. Acesso em 15/10/2008.
- VANZOLINI, P.E. 1953. Sobre a diferenciação geográfica de *Gymnodactylus geckoides* (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 12: 225-262.
- VANZOLINI, P.E. 1973. Distribution and differentiation of animals along the coast and in continental islands of the state of S. Paulo, Brasil. I. Introduction to the area and problems. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 12: 281-294.
- VANZOLINI, P.E. 1982. A new *Gymnodactylus* from Minas Gerais, Brasil, with remarks on the genus, on the area and on montane endemisms in Brasil (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 34: 408-413.
- VANZOLINI, P.E.; RAMOS-COSTA, A.M.; VITT, L.J. 1980. Répteis das Caatingas. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 161 p.
- VAZ-SILVA, W.; GUEDES, A.G.; AZEVEDO-SILVA, P.L.; GONTIJO, F.F.; BARBOSA, R.S.; ALOÍSIO, G.R.; OLIVEIRA, F.C.G. 2007. Herpetofauna, Espora Hydroelectric Power Plant, state of Goiás, Brazil. *Check List*, 3(4): 338-345.
- VITT, L.V. & CALDWELL, J.P. 1994. Resource utilization and guild structure of small vertebrates in the Amazon forest leaf litter. *Journal of Zoology*, 234(4): 463-476.
- VITT, L.J.; ÁVILA-PIRES, T.C.S.; CALDWELL, J.P.; OLIVEIRA, V.R.L. 1998. The impact of individual tree harvesting on thermal environments of lizards in Amazonian rain forest. *Conservation Biology*, 12(3): 654-664.
- ZAHER, H.E. 1999. Hemipenial morphology of the South-American xenodontine snakes, with a proposal for a monophyletic Xenodontinae and a reappraisal of colubroid hemipenes. *Bulletin of American Museum Natural History*, 240: 1-168.

9.2. ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS – QUALIDADE DA ÁGUA E LIMNOLOGIA

9.2.1. Área de Influência Direta – AID

Este tópico abrange o diagnóstico ambiental das condições físico-químicas e bacteriológicas do rio Parnaíba e seus contribuintes da Área de Influência Direta do AHE Castelhana, e também a caracterização das comunidades aquáticas fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos e macrófitas aquáticas. A Área de Influência Direta estabelecida para o AHE Castelhana abrange o contorno definido pela cota de inundação do futuro reservatório. A seguir, descreve a metodologia empregada para caracterização da qualidade da água e limnologia, a rede de amostragem, procedimentos de coleta e de análises e discutidos os resultados obtidos.

9.2.2. Metodologia de Diagnóstico

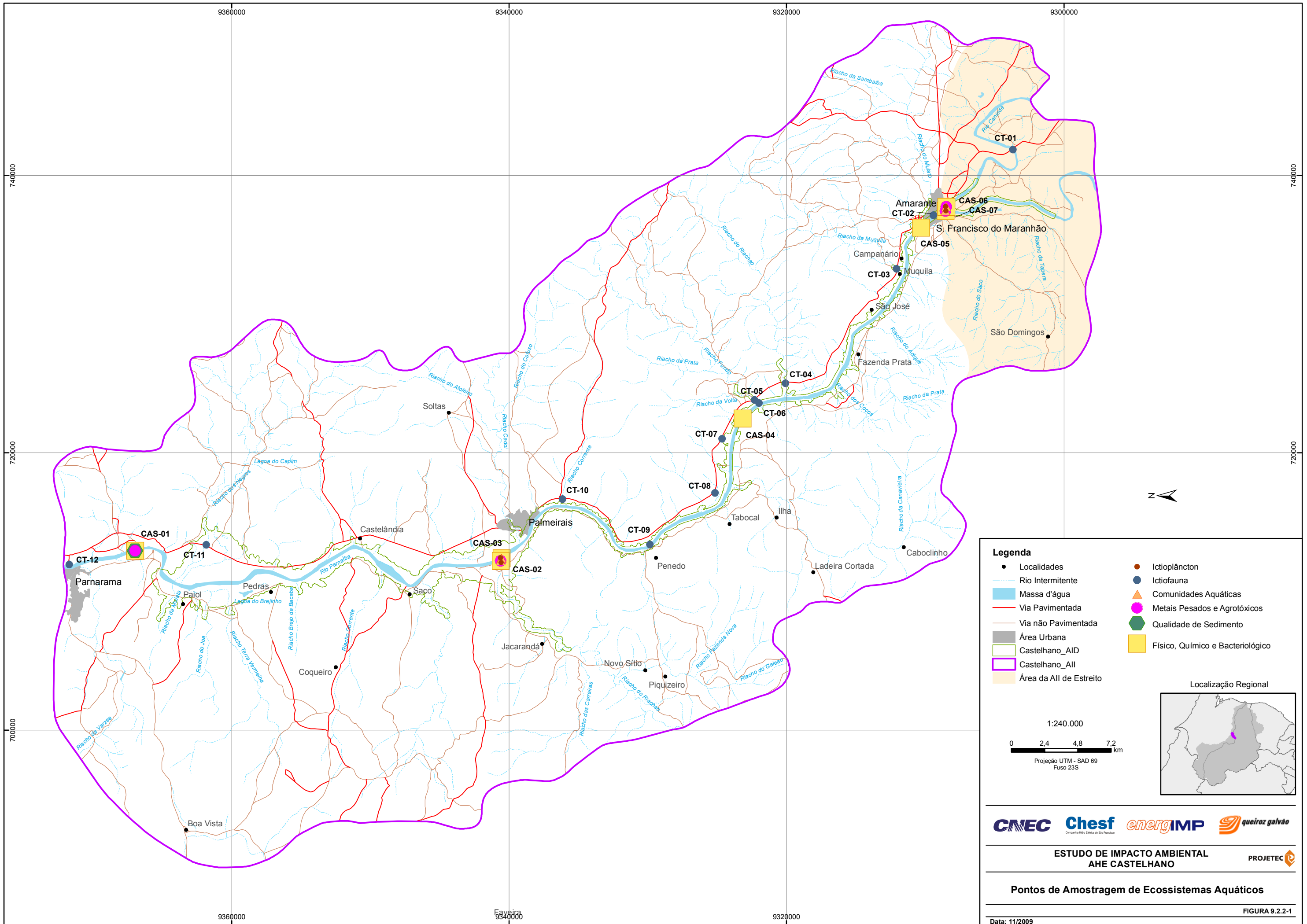
Os procedimentos metodológicos adotados para os estudos dos ecossistemas aquáticos estão apresentados no Volume II (**Capítulo 1 Procedimentos Metodológicos item 1.2.2. Ecossistemas Aquáticos**). A **Figura 9.2.2-1** indica a localização dos pontos de coleta de qualidade da água, qualidade de sedimentos, metais pesados e agrotóxicos, comunidades aquáticas, ictiofauna e ictioplâncton.

9.2.3 Ciclo Hidrológico e Vazão do Rio Parnaíba

As condições de hidrológicas (Precipitação e Vazão) interferem diretamente nas características físicas, químicas e bacteriológicas do corpo hídrico, uma vez que alteram a dinâmica hidrobiológica.

A precipitação propicia um acréscimo de volume de água na bacia hidrográfica, promovendo através do processo de lavagem dos solos das bacias, o carreamento de sedimentos e nutrientes afetando os parâmetros de qualidade da água.

Para a caracterização do trecho a ser abrangido pelo reservatório de Castelhana, foram coletados dados referentes às vazões observadas na estação fluviométrica de Teresina (Cód.: 34690000), operada pela Agência Nacional de Águas - ANA.



Legenda

- Localidades
- Ictioplâncton
- Rio Intermitente
- Ictiofauna
- Massa d'água
- ▲ Comunidades Aquáticas
- Via Pavimentada
- Metais Pesados e Agrotóxicos
- Via não Pavimentada
- Qualidade de Sedimento
- Área Urbana
- Físico, Químico e Bacteriológico
- Castelhana_AID
- Castelhana_All
- Área da All 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 Ecossistemas Aquáticos

PROJETEC

Data: 11/2009

FIGURA 9.2.2-1

Na **Tabela 9.2.3-1** são apresentados os dados de vazão média mensal observada no período de janeiro a junho de 2009 na estação de Teresina, onde se observam vazões variando de 467 m³/s em janeiro e máximas observadas no mês de maio com valores observados de 1.839 m³/s.

Tabela 9.2.3-1 Dados hidrológicos mensais.

Mês	Vazão Média (m ³ /s)
Jan	467
Fev	613
Mar	620
Abr	1.224
Mai	1.839
Jun	529

No **Gráfico 9.2.3-1** é apresentado o padrão de vazões médias mensais registradas na estação de Teresina.

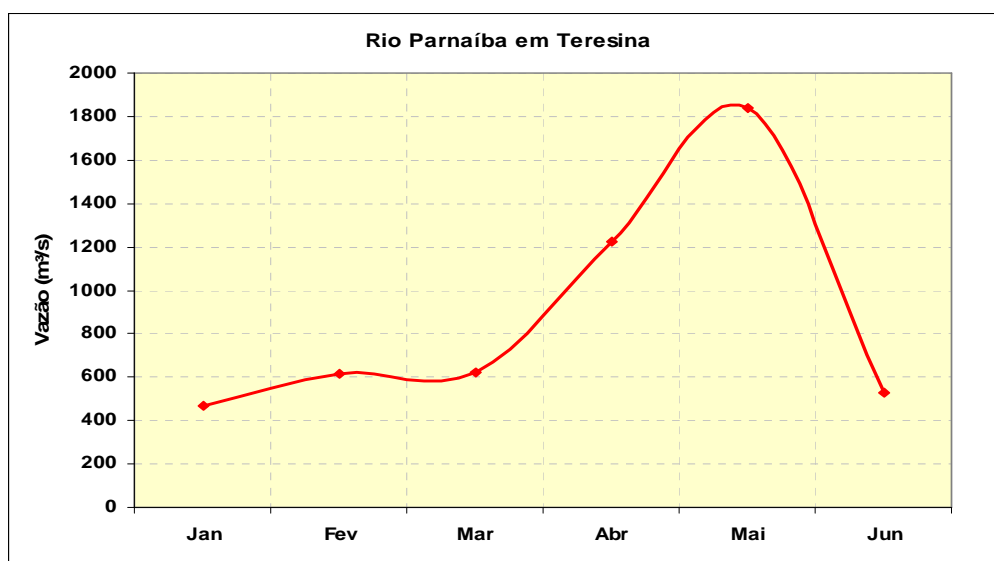


Gráfico 9.2.3-1 Histograma de Vazão Mensal - Estação fluviométrica de Teresina.

Durante as campanhas de monitoramento (1ª campanha: de 24 de fevereiro a 8 de março e 2ª campanha: de 25 de maio a 10 de junho), as vazões variaram de 520 m³/s a 1.064 m³/s na 1ª campanha. Na 2ª campanha os limites de variações nas vazões ficaram compreendidos entre 359 m³/s a 865 m³/s, conforme ilustrados nos **Gráficos 9.2.3-2** e **9.2.3-3**.

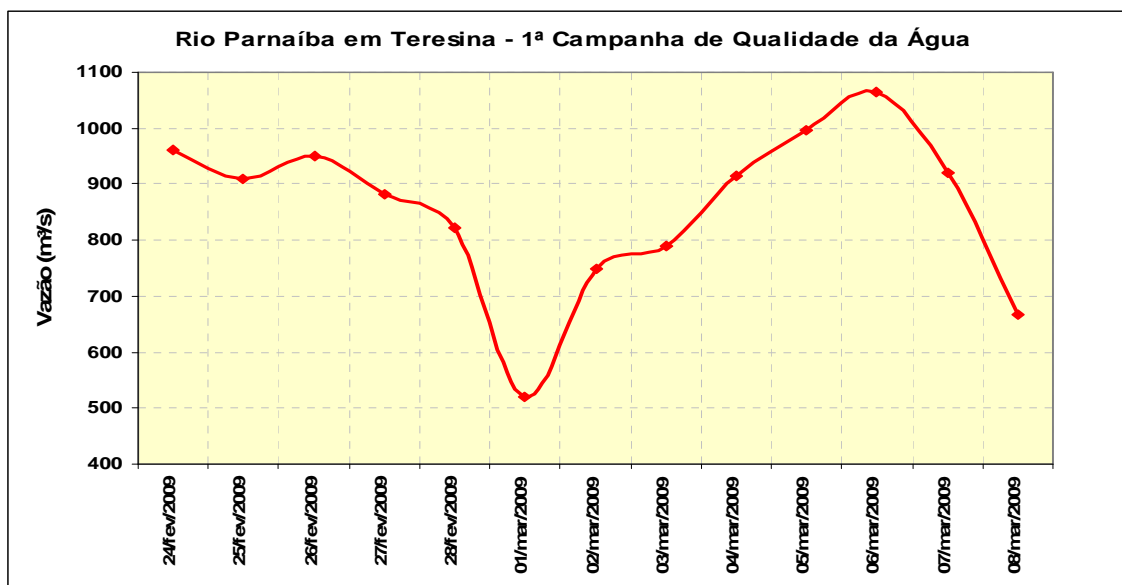


Gráfico 9.2.3-2 Histograma de Vazão - 1ª campanha de monitoramento

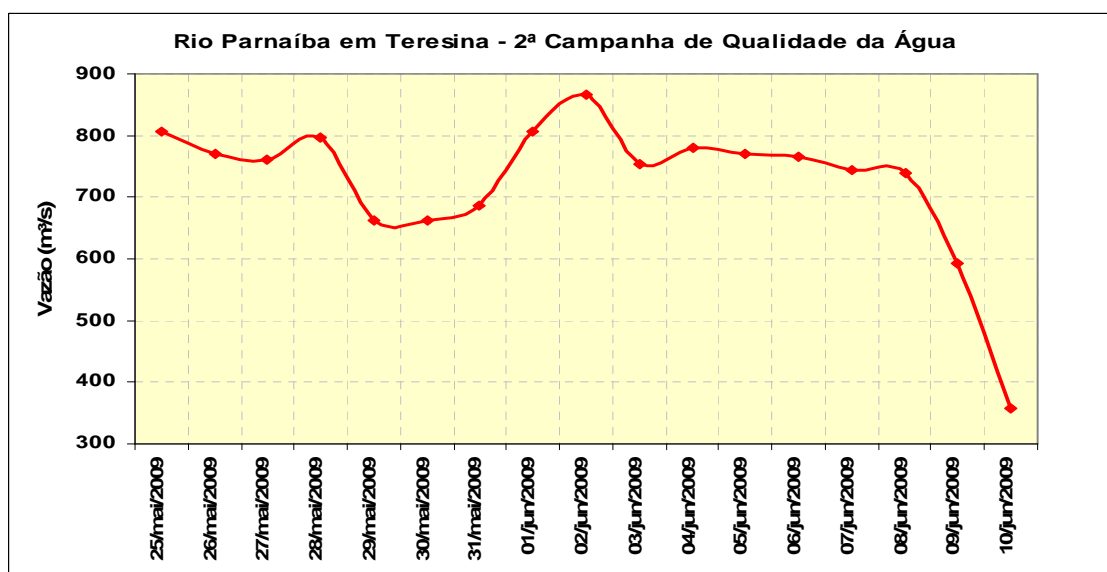


Gráfico 9.2.3-3 Histograma de Vazão - 2ª campanha de monitoramento

9.2.4 Resultados

Descreve-se abaixo um resumo das observações efetuadas em campo, compreendendo registro de anotações e medições, seguido de uma breve caracterização dos pontos de amostragem. Na seqüência, são apresentados os resultados analíticos de qualidade da água e limnologia, servindo de subsídio para avaliação integrada do ecossistema aquático em estudo.

Na **Tabela 9.2.4-1** consta as medições realizadas “in loco” relativas à largura do corpo d’água, profundidade, velocidade de escoamento e transparência (disco de Secchi) nas duas campanhas realizadas.

Tabela 9.2.4-1 Largura dos rios e tributários localizados em AHE Castelhana e variações das profundidades, velocidade e transparência da água em março (1ª) e junho (2ª) de 2009

Ponto	Largura do rio (m)	Profundidade (m)		Velocidade (m/s)		Transparência (m)	
		1ª camp.	2ª camp.	1ª camp.	2ª camp.	1ª camp.	2ª camp.
CAS-01	207	4,20	5,40	0,9	1,0	0,13	0,16
CAS-02	19	0,20	0,25	1,0	1,0	0,20	0,25
CAS-03	225	1,20	1,80	0,9	1,2	0,12	0,20
CAS-04	183	8,10	4,90	1,2	1,2	0,16	0,28
CAS-05	198	6,90	4,60	1,1	1,2	0,35	0,22
CAS-06	54	4,20	1,00	0,8	0,2	0,08	0,30
CAS-07	218	5,80	4,60	1,0	1,2	0,39	0,21

9.2.4.1 Resultados de Qualidade da Água

A seguir são apresentados os resultados das análises laboratoriais referentes às duas campanhas de amostragem de qualidade da água estando indicado nos gráficos o Valor Máximo Permitido – (V.M.P) pela Resolução CONAMA 357/05 para águas classe 2. Cabe destacar que a análise de cianobactérias em termos qualitativos e quantitativos é apresentando no item 9.2.4.3 – Comunidades Aquáticas – Fitoplâncton.

No escopo destas análises foram computados inicialmente os valores dos indicadores IQA - Índice de Qualidade da Água e do IET - Índice do Estado Trófico relativo a cada ponto de coleta, mensurando as suas variações espaciais.

- **Alcalinidade**

Alcalinidade é a propriedade que um meio aquoso possui de neutralizar os ácidos, num efeito tampão, isto é, sem alterar sua dinâmica química e a dinâmica das comunidades biológicas.

A alcalinidade é aferida pela concentração de compostos-chave, os íons mais encontrados, que fazem o tamponamento de corpos hídricos, como o bicarbonato (HCO₃⁻), o carbonato (CO₃²⁻) e a hidroxila(OH⁻).

No presente estudo, detectou-se alcalinidade para bicarbonato, sendo que as concentrações variaram de 8 mg/L (CAS-07 -1ª Campanha) a 139 mg/L (CAS-02 – 2ª Campanha) no Riacho do Riachão, como mostra o **Gráfico 9.2.4.1-1**.

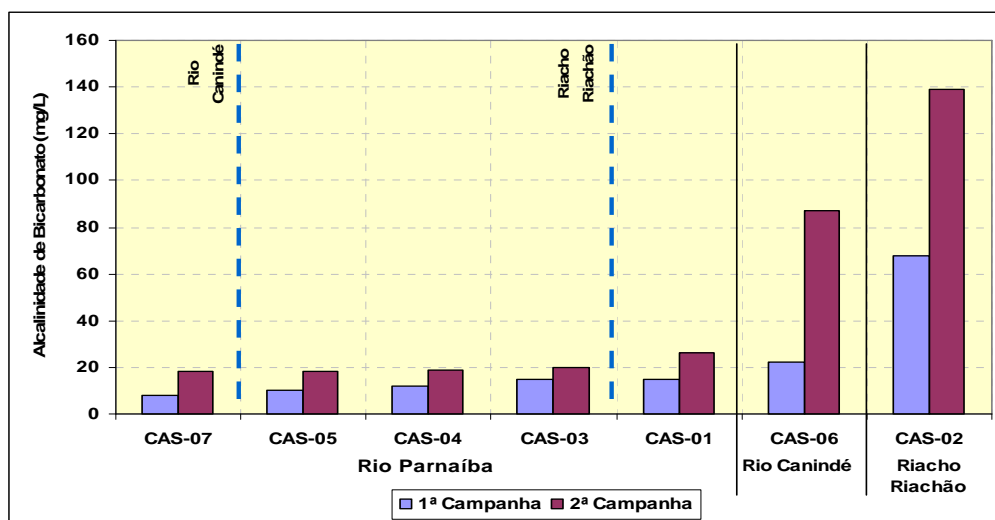


Gráfico 9.2.4.1-1 Alcalinidade de bicarbonato – AHE Castelhana.

• Alumínio (Al)

O alumínio é encontrado em jazidas minerais na forma de bauxita. Na água, o alumínio forma complexos com outros elementos como o fósforo, sendo influenciado por fatores como pH, temperatura, presença de sulfatos, de matéria orgânica e de outros ligantes. É utilizado como floculante nos sistemas de tratamento de água, servindo para precipitar compostos poluentes, como o fósforo.

O aumento da concentração de alumínio nos corpos d'água, em geral, é devido ao transporte de sólidos a partir da bacia de drenagem, especialmente no período chuvoso, estando associado aos processos de erosão do solo. O limite estabelecido para alumínio dissolvido pela Resolução CONAMA 357/05 é de 0,1mg/L (classe 2), enquanto que a Portaria 518/2004 condiciona para águas potáveis o máximo de 0,2mg/L desse elemento.

Não foi detectada a presença de alumínio dissolvido nas amostras de água do presente estudo.

• Arsênio (As)

O arsênio é um metalóide com ampla distribuição na superfície terrestre, apresentando-se, em geral, associado a depósitos de minerais metálicos. É usado na formulação de inseticidas, herbicidas, na preservação de madeiras, podendo alcançar o sistema aquático por meio de fontes difusas ou por lançamento de despejos de efluentes. Dada suas características, o arsênio produz também efeitos tóxicos à biota aquática.

A Resolução CONAMA 357/2005 e a Portaria 518/04 admitem 0,01 mg/L de arsênio para águas doces

Não foi detectada a presença de arsênio nas amostras de água do presente estudo.

• Cádmi (Cd)

Esse metal ocorre na natureza sob forma de sais ou de sulfetos, freqüentemente associado ao zinco, onde aparece como impureza. Nas águas naturais, o cádmio é encontrado em

traços mínimos. Ao ser introduzido no ambiente aquático, tende a ser rapidamente adsorvido ao material particulado, depositando-se no sedimento, cuja mobilidade passa a ser controlada pelo pH e pelo potencial redox. O cádmio apresenta elevado potencial tóxico, com efeito cumulativo, podendo concentrar-se em tecidos de peixes e em outras formas de vida aquática.

A Resolução CONAMA 357/05 (classe 2) e a Portaria 518 consideram o limite máximo de 0,001mg/L de cádmio total.

Não foi detectada a presença de cádmio nas amostras de água do presente estudo.

- **Chumbo (Pb)**

Em águas naturais, o chumbo é encontrado apenas como elemento traço. Sua presença em concentração mais elevada está associada a atividades de jazidas minerais ou lançamento de efluentes. Tem efeito tóxico e cumulativo especialmente na forma iônica. A intoxicação crônica desse metal é denominada saturnismo, freqüente em trabalhadores expostos à ação do chumbo e seus compostos.

O padrão legal para águas doces e para potabilidade é de 0,01 mg/L. A resolução 357/2005 do CONAMA determina que o valor máximo da concentração de chumbo em águas classe 2 é 0,02 mg/L

Não foi detectada a presença de chumbo nas amostras de água do presente estudo.

- **Cloreto (Cl⁻)**

É o íon negativo do elemento cloro, que está presente no solo e em rochas, sendo encontrado naturalmente nos ecossistemas aquáticos desde os lençóis profundos até as águas superficiais, tal composto influencia os microorganismos aquáticos no sentido de interferir na pressão osmótica.

Artificialmente, o cloro é levado à natureza por esgotos sanitários, indústrias petrolíferas e farmacêuticas ou em estações de tratamento de água (ETAs). Sua presença é fator limitante para a detecção e determinação da DQO (Demanda Química de Oxigênio) e de nitratos.

A resolução 357/2005 do CONAMA determina que o valor máximo da concentração de cloreto em águas classe 2 é 250 mg/L.

As concentrações de cloreto variaram de 3 mg/L no ponto CAS-07 no rio Parnaíba a 23 mg/L no CAS-06 no rio Canindé, ambos na primeira campanha. Com isso nenhuma amostra extrapolou o limite estabelecido, como mostra o **Gráfico 9.2.4.1-2**.

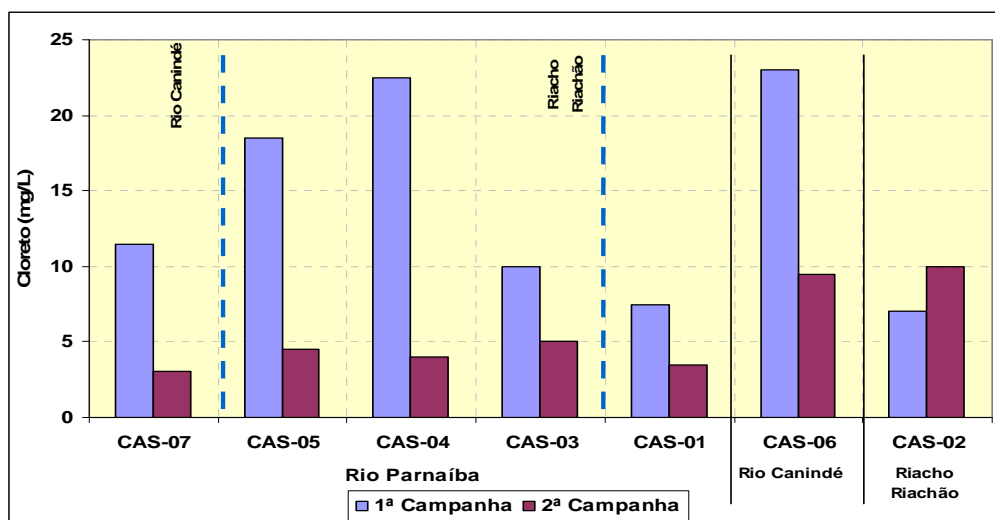


Gráfico 9.2.4.1-2 Concentração de Cloreto – AHE Castelhana.

• Cobre (Cu)

O cobre é um metal de ampla distribuição na crosta terrestre. São empregados, sob a forma de óxidos e sulfatos, na fabricação de fungicidas, algicidas, entre outros pesticidas. Por tratar-se de um metal de amplo emprego, é frequentemente encontrado nas águas receptoras de lixo e de esgotos domésticos e industriais.

Para o homem, o cobre é tóxico quando ingerido em quantidades muito elevadas. Nos sistemas hídricos, apresenta forte interação com a matéria orgânica, o que reduz sensivelmente sua biodisponibilidade para os organismos aquáticos.

Efluentes da indústria de mineração, fundição e refinação, bem como a corrosão de tubulações feitas à base de latão e oriundos de uso agrícola. Nas águas classe 1 e 2 a concentração limite é de 0,009 mg/L, segundo a resolução 357/2005 do CONAMA.

Não foi detectada a presença de cobre dissolvido nas amostras de água do presente estudo.

• Condutividade

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade do meio aquático em conduzir corrente elétrica em função da concentração dos íons presentes, como cloretos, sendo influenciada pela temperatura e pH. Valores elevados de condutividade podem indicar a presença de esgotos domésticos ou de outra fonte de poluição. Não há na legislação padrões para esta variável.

Conforme apresentado no **Gráfico 9.2.4.1-3**, a condutividade variou de 27 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CAS-05 – 1ª Campanha) no rio Parnaíba a 288 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CAS-02 – 2ª Campanha) no Riacho do Riachão.

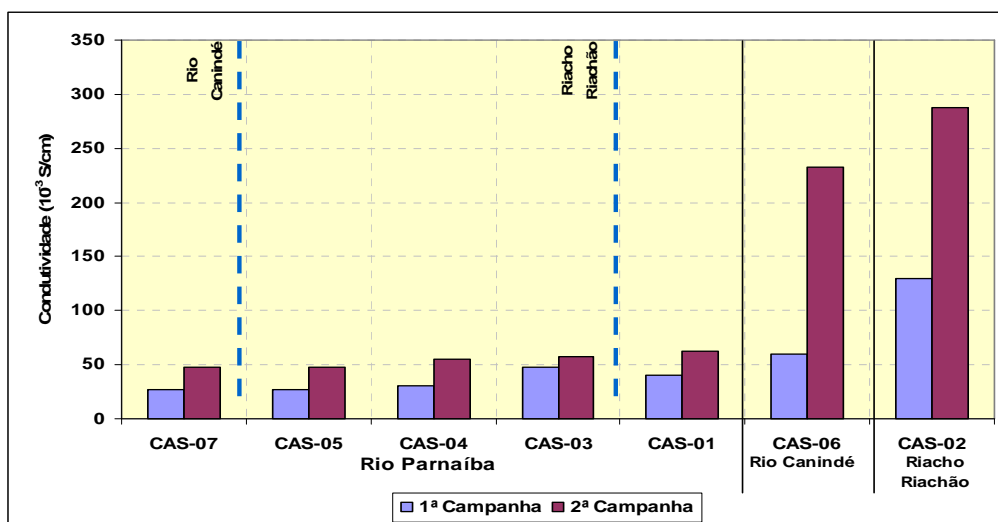


Gráfico 9.2.4.1-3 Condutividade elétrica – AHE Castelhana

- **Cor**

A cor verdadeira da água se deve à presença de substâncias em solução, geralmente resultantes da decomposição de restos vegetais, tais como ácidos fúlvicos e húmicos, que conferem aos cursos d'água uma coloração amarelada a marrom, assumindo tonalidade mais escura na presença de compostos de ferro. A introdução de sólidos a partir da bacia de drenagem, a ressuspensão dos sedimentos e o desenvolvimento do fitoplâncton em geral afetam as propriedades óticas de um corpo d'água através do aumento da cor e também da turbidez.

A cor é um parâmetro estético, de especial interesse para mananciais destinados ao abastecimento público, já que níveis de coloração intensa tendem a causar rejeição das águas para consumo humano. Porém, níveis elevados de cor podem estar associados a parâmetros de interesse sanitário, como floração de algas, presença de metais e de outros contaminantes que causam problemas de saúde pública.

A Resolução CONAMA 357/05 determina o máximo de 75 mg Pt/L de cor verdadeira para águas doces classe 2.

Conforme mostra o **Gráfico 9.2.4.1-4**, em todos os pontos de coleta verificou-se ao menos em um período de coleta valores acima do máximo permitido para a cor verdadeira. No rio Canindé e no Riacho do Riachão, a cor verdadeira foi maior na primeira campanha, realizada no período de fevereiro/março de 2009, sob a influência do período chuvoso.

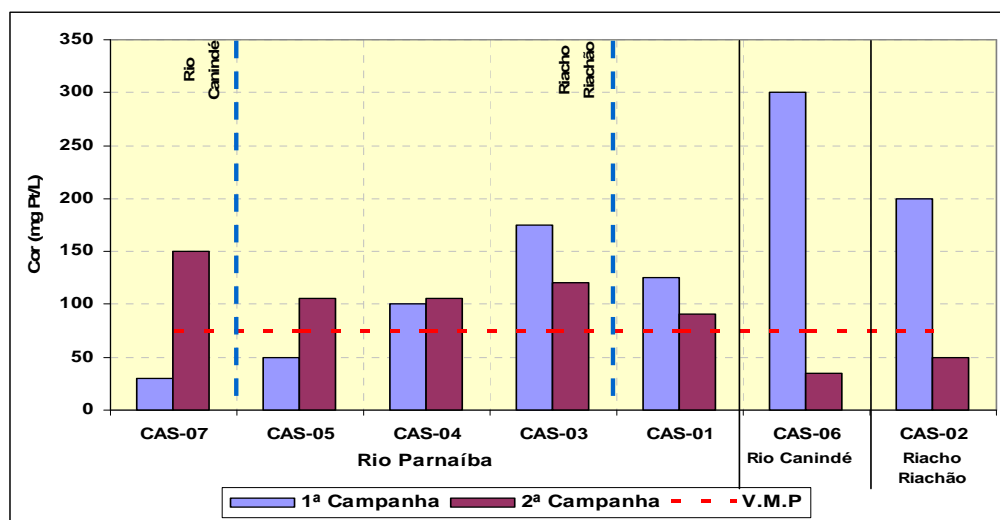


Gráfico 9.2.4.1-4 Cor – AHE Castelhana.

• Cromo (Cr)

O cromo ocorre na natureza em vários minerais, freqüentemente associado a outros metais. São amplamente usados em cromações (galvanoplastia), sendo também encontrado em águas receptoras de esgotos domésticos sem tratamento. Esse metal pode se acumular nos organismos aquáticos, principalmente em animais filtradores. As formas mais estáveis são do cromo trivalente e hexavalente, este último considerado cancerígeno ao ser humano.

O valor estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 e Portaria 518/04 é 0,05 mg/L. Não foi detectada a presença de cromo total nas amostras de água do presente estudo, em nenhuma das campanhas realizadas.

• DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

A DBO de uma amostra de água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por meio de decomposição biológica aeróbia, formando subprodutos na forma inorgânica estável. Os teores de DBO limite estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para águas doces classe 2 é de no máximo 5 mg/L, não havendo padrões determinados pela Portaria 518/04.

No **Gráfico 9.2.4.1-5**, mostra os resultados encontrados para essa variável. Verificou-se concentrações da DBO, somente na primeira campanha, nas estações de coleta: CAS-04 e CAS-03, localizadas no rio Parnaíba e em CAS-06, no rio Canindé e CAS-02, no Riacho do Riachão.

Os pontos de coleta que tiveram uma maior demanda biológica de oxigênio foram os Pontos CAS-03 (rio Parnaíba) e CAS-02 (Riacho do Riachão).

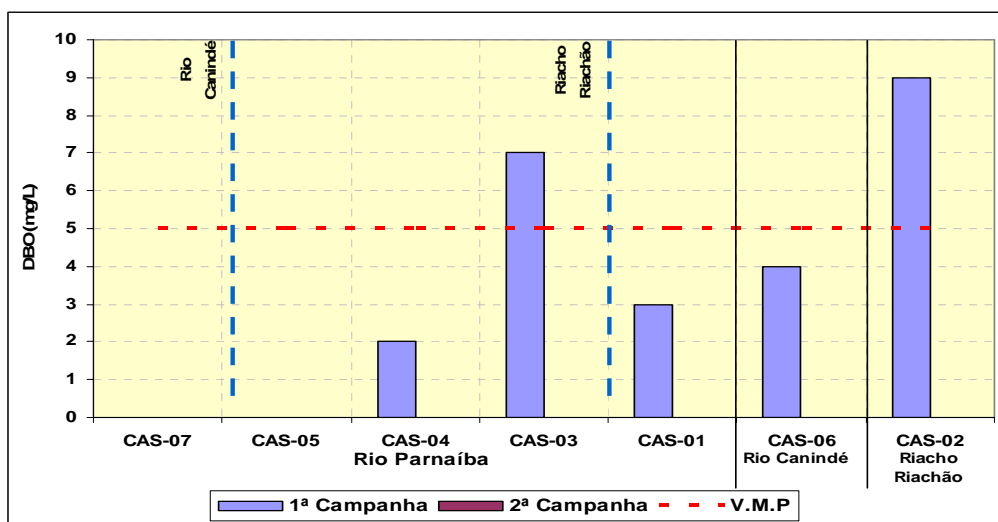


Gráfico 9.2.4.1-5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) – AHE Castelhana

• **DQO – Demanda Química de Oxigênio**

A DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Como a DBO afere apenas a fração biodegradável, quanto mais esse valor se aproximar da DQO, maior é o potencial de degradação biológica dos compostos presentes em determinada amostra. Não há na Resolução CONAMA 357/05 e na Portaria 518/04 padrões para esta variável.

Os valores encontrados situaram-se entre 6 mg/L (CAS-05) e 24 mg/L (CAS-02), ambos verificados somente na 1ª campanha, conforme apresentado no **Gráfico 9.2.4.1-6**.

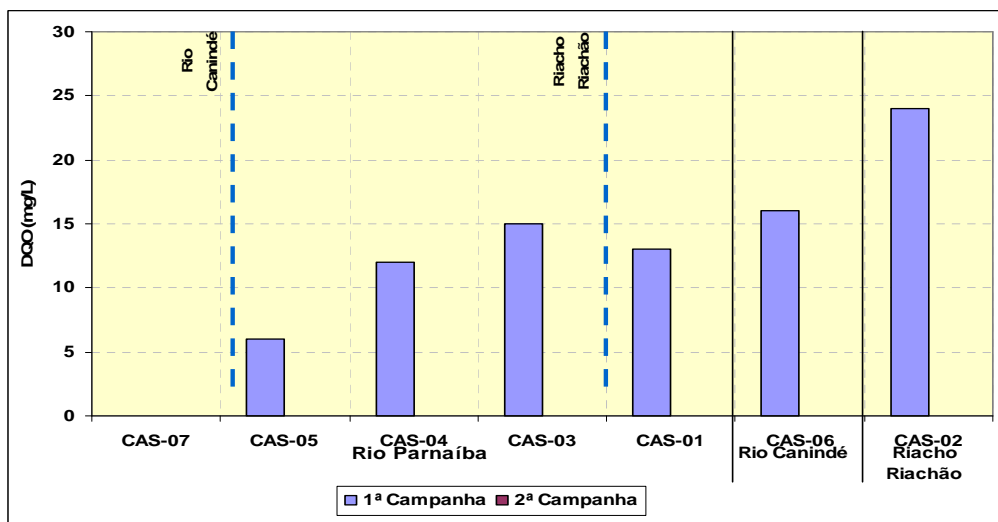


Gráfico 9.2.4.1-6 Demanda Química de Oxigênio (DQO) – AHE Castelhana

• **Dureza**

A dureza é definida como a dificuldade da água em dissolver sabão (fazer espuma) pelo efeito do cálcio, magnésio, entre outros elementos como ferro e manganês. Dureza total é a soma da dureza temporária e permanente, sendo expressa em CaCO₃ (mg/L).

A Portaria 518/04 define como limite máximo o valor de 500 mg/L, não havendo determinação para esse parâmetro pela Resolução CONAMA 357/05.

O **Gráfico 9.2.4.1-7** mostra o comportamento da dureza da água nos pontos amostrais. A dureza total da água varia entre 10 mg/L no rio Parnaíba (CAS-05) na 1ª campanha e 141 mg/L no curso do Riacho do Riachão (Ponto CAS-02) observado na 2ª campanha.

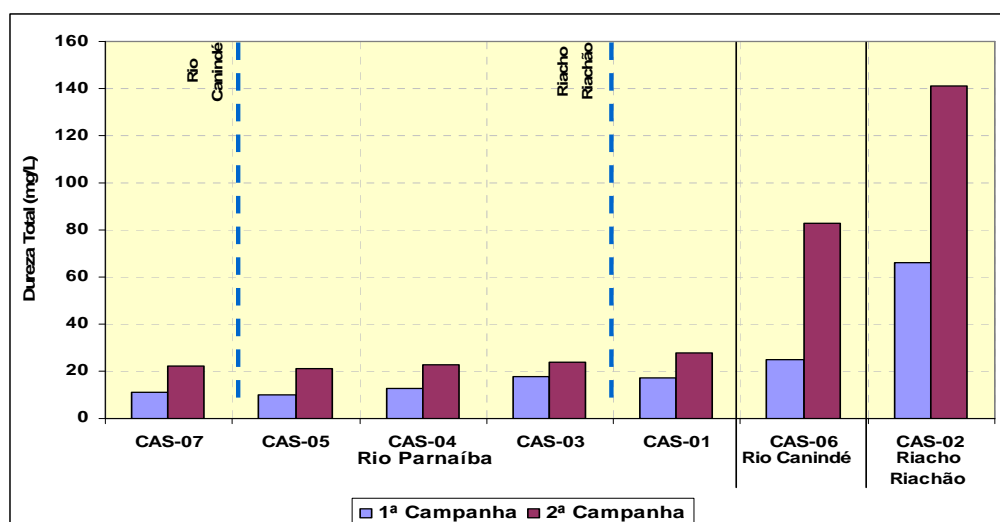


Gráfico 9.2.4.1-7 Dureza total – AHE Castelhana.

- **Ferro (Fe)**

Nas águas superficiais, a presença de ferro está associada às características geoquímicas regionais, sendo quase sempre acompanhado pelo manganês. Apesar de não ser um elemento tóxico, pode levar ao desenvolvimento de bactérias ferruginosas e produzir obstrução em canalizações.

O ferro encontra-se dissolvido na água na forma de bicarbonato (solúvel); na presença do oxigênio, transforma-se em hidróxido férrico (insolúvel), que se precipita nos sedimentos, sobretudo em pH alcalino. Quando adsorvido pelo ferro, o fósforo também tende a se precipitar, sendo novamente liberado na coluna d'água em ambientes anaeróbios e com pH inferior a 7.

A Resolução CONAMA 357/05 (classe 2) e a Portaria 518/04 determinam o limite de 0,3 mg/L para ferro dissolvido.

Sua presença foi verificada em todos os pontos amostrados no curso do rio Parnaíba e no Riacho do Riachão, onde se verificaram ocorrências de extrapolação do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA. No rio Canindé, os valores observados situaram-se dentro do permitido pela legislação vigente nas duas campanhas realizadas, conforme apresentado na **Gráfico 9.2.4.1-8**.

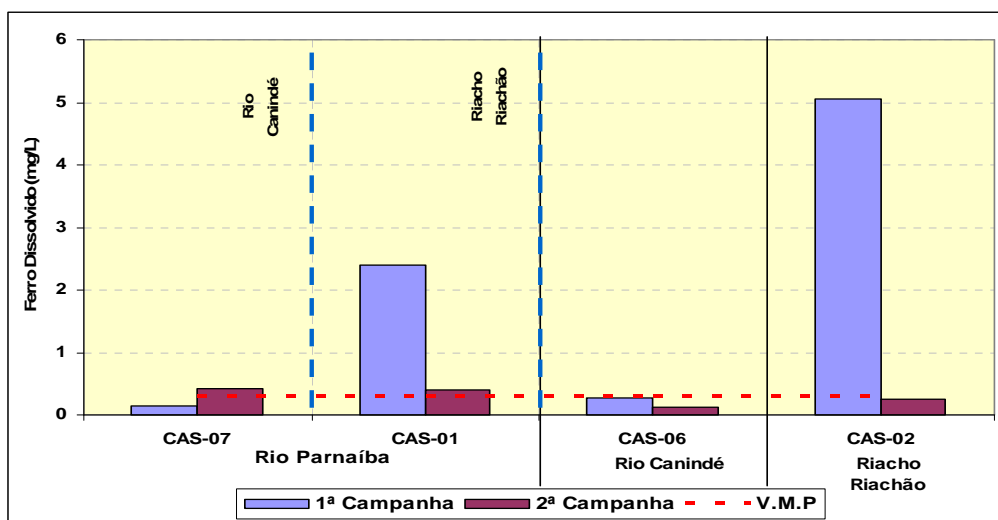


Gráfico 9.2.4.1-8 Ferro dissolvido – AHE Castelhana.

• Fósforo (P)

O fósforo na água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Os ortofosfatos são biodisponíveis e, uma vez assimilados, são convertidos em fosfato orgânico e em fosfatos condensados. Após a morte de um organismo, os fosfatos condensados são liberados na água, passando a ser assimilados pelas algas após sua conversão a ortofosfato, processo executado por bactérias.

Em comparação com outros componentes estruturais dos seres vivos, o fósforo é o menos abundante e em geral o principal fator limitante à produtividade dos sistemas hídricos. Concentrações de fósforo total de ambientes léticos superiores a 0,01 mg/L propiciam a eutrofização das águas. Sua liberação dos sedimentos depende, sobretudo, do pH e das condições redox predominantes.

As principais fontes de fósforo às águas na região estão associadas a cargas difusas geradas, basicamente, pela criação de animais, cujo aporte de dejetos ocorre mais intensamente durante as primeiras precipitações, favorecendo o desenvolvimento de algas em ambientes com maior transparência.

A Resolução CONAMA 357/2005 define para ambientes léticos e lênticos os limites máximos de 0,1 e 0,03 mg/L, respectivamente.

As concentrações de fosfato orgânico variaram de 0,007 mg/L no rio Parnaíba (CAS-01 na 2ª campanha) a 0,17 mg/L assinalada no curso do Riacho do Riachão (CAS-02 na 1ª campanha). Tal distribuição é representada na **Gráfico 9.2.4.1-9**.

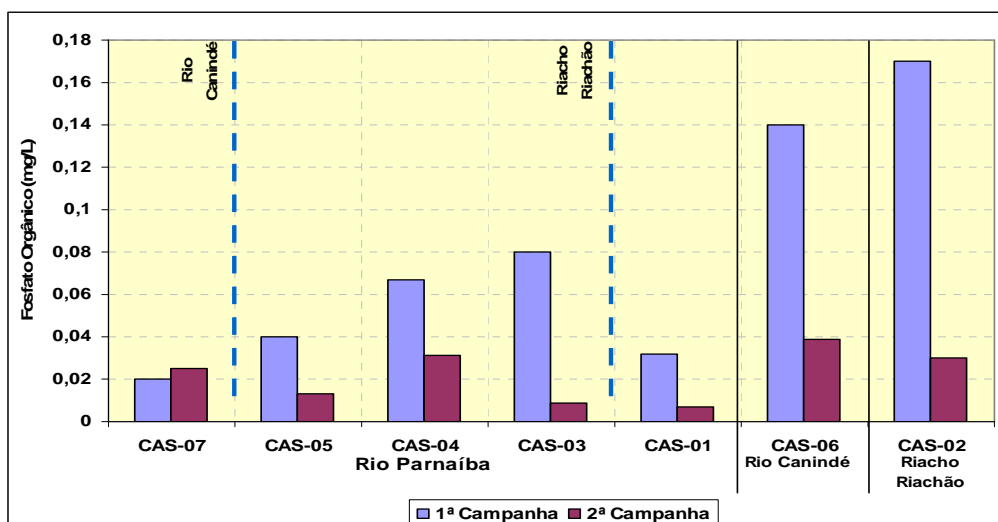


Gráfico 9.2.4.1-9 Fosfato Orgânico – AHE Castelhana

Foram verificadas concentrações máximas de ortofosfato de 0,052 mg/L no curso do Riacho do Riachão (CAS-02) durante a 1ª campanha, como apresentado no **Gráfico 9.2.4.1-10**.

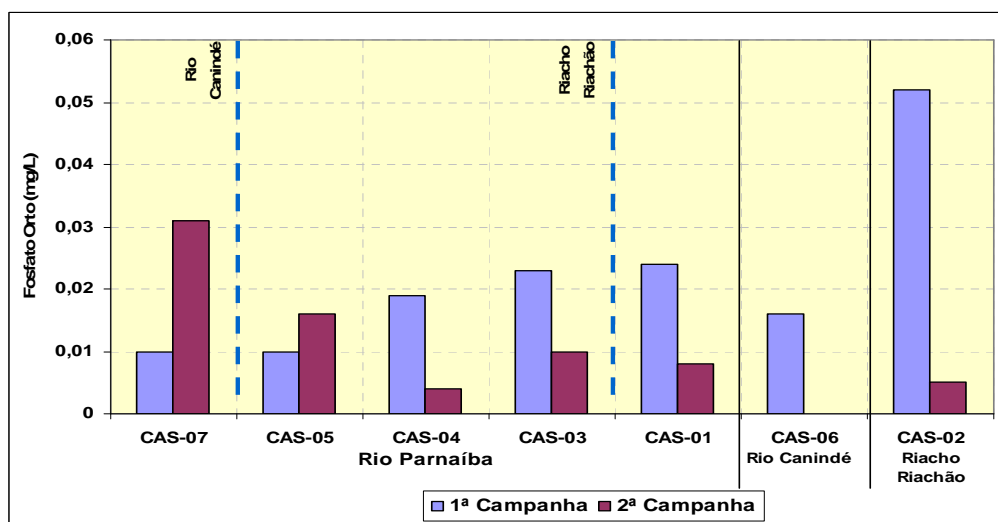


Gráfico 9.2.4.1-10 Fosfato Orto – AHE Castelhana

No curso do rio Parnaíba, verificou-se concentrações de fósforo dentro do limite permitido pelo CONAMA 357/05. Índices acima do que preconiza esta Resolução para fósforo total foram verificados nos cursos dos rios Canindé (0,2 mg/L) e Riacho do Riachão (0,19 mg/L) na 1ª campanha de monitoramento, conforme ilustrados no **Gráfico 9.2.4.1-11**.

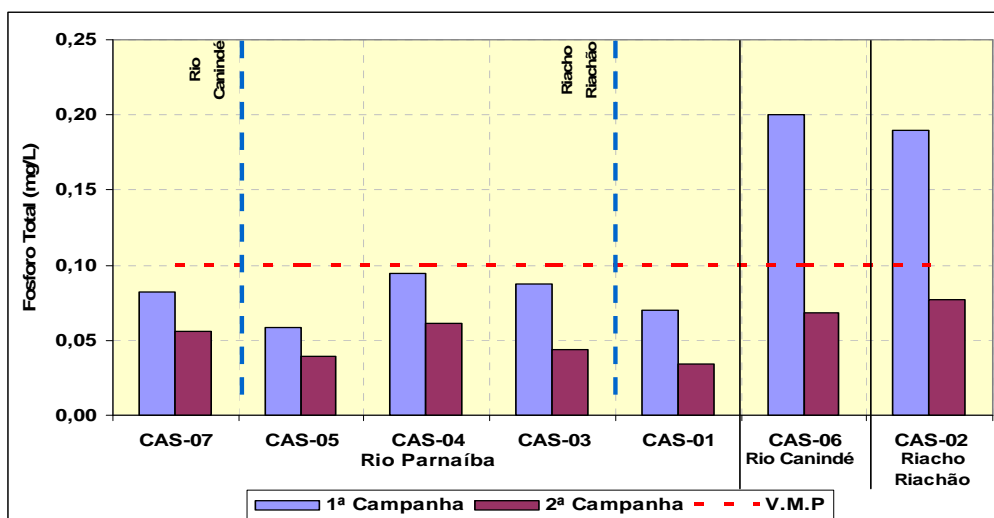


Gráfico 9.2.4.1-11 Fósforo Total – AHE Castelhana.

Conforme indicado no gráfico acima, houve um decréscimo da concentração de fósforo total na água na segunda campanha em todos os pontos de coleta.

• **Manganês (Mn)**

O manganês é um elemento encontrado na maioria das rochas ígneas estando associado freqüentemente ao ferro, com o qual possui alto grau de semelhança no comportamento químico no ambiente. Concentrações elevadas desses elementos conferem gosto e sabor às águas.

O limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 (classe 2) e pela Portaria 518/04 é de 0,1 mg/L.

Sua presença foi constatada em todos os pontos amostrados e uma maior concentração deste elemento foi verificada no curso do Riacho do Riachão durante a 1ª campanha de amostragem, com 0,15 mg/L, ultrapassando assim o valor máximo permissível para águas deste enquadramento, conforme apresentado no **Gráfico 9.2.4.1-12**.

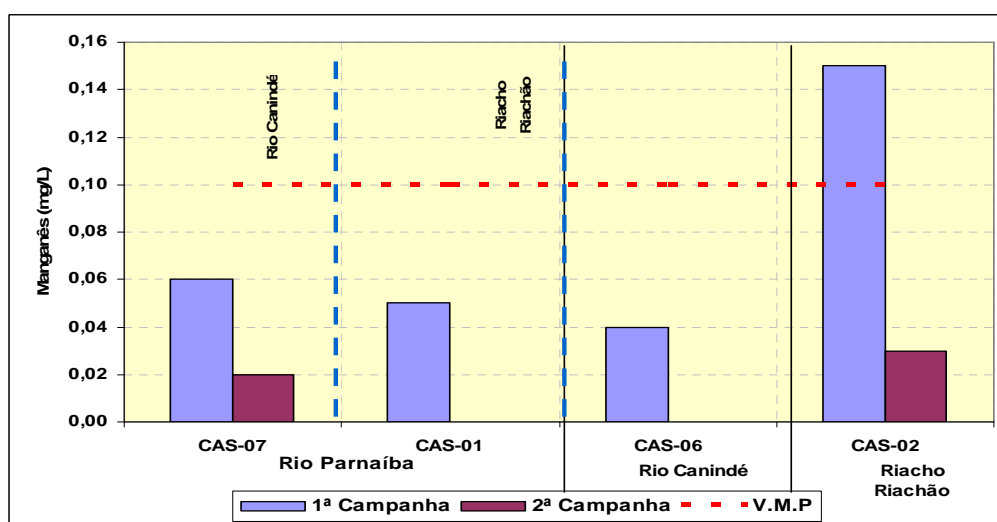


Gráfico 9.2.4.1-12 Manganês – AHE Castelhana.

- **Mercúrio (Hg)**

O mercúrio é encontrado na natureza principalmente nas rochas sedimentares e nos sedimentos argilosos. Ao sofrer o processo de metilação pelos seres vivos, esse elemento passa para a forma orgânica, podendo ser acumulado pelos organismos na cadeia alimentar. É um elemento altamente tóxico ao homem e aos organismos aquáticos, condicionando padrões legais bastante restritivos para sua presença nas águas.

A concentração limite para o mercúrio é a menor dentre os parâmetros inorgânicos da resolução CONAMA 357/2005, chegando ao valor de 0,2 µg/L para as águas de classe 2.

Não foi detectada a presença de mercúrio em nenhuma das amostras de água do presente estudo.

- **Níquel (Ni)**

O maior aporte de níquel para o meio ambiente é pela queima de combustíveis fósseis, seguido pela mineração e fundição, indústrias de eletrodeposição e em escalas mais reduzidas em artigos alimentícios que contêm aromatizantes a base de níquel.

Para as populações de peixe, ele apresenta toxicidade similar a do cobre, pois precipita secreção das mucosas branquiais, impedindo o peixe de respirar. Para o ser humano, a exposição ao níquel pode causar dermatites, afetar os nervos cardíacos e respiratórios e causar câncer.

O CONAMA normatiza para as classes 2 a concentração máxima de 0,025 mg/L.

Não foi detectada a presença de níquel em nenhuma das amostras de água do presente estudo.

- **Nitrogênio (N)**

O nitrogênio participa da formação de proteínas no metabolismo dos seres vivos, podendo ser encontrado no meio aquático na forma orgânica (microrganismos, detritos orgânicos) e na forma inorgânica, especialmente amônia, nitrito e nitrato.

Existem duas formas de nitrogênio encontradas na natureza: o nitrogênio reduzido e o nitrogênio oxidado. O nitrogênio reduzido compreende as formas nitrogenadas que apresentam número de oxidação negativo, como o nitrogênio orgânico e a amônia (NH₄⁺). O nitrogênio orgânico é todo aquele que se liga a radicais carbônicos como as amidas e aminas, enquanto que o nitrogênio oxidado compreende as formas nitrato (NO₃⁻) e nitrito (NO₂⁻).

Os processos de decomposição biológica levam à amonificação do nitrogênio presente nos compostos orgânicos. 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).

Segundo informações da CETESB, nas zonas de autodepuração natural dos rios, o nitrogênio orgânico marca a zona de degradação dos compostos orgânicos, a amônia a

zona de decomposição ativa, o nitrito em zona de recuperação e o nitrato em zonas de águas limpas.

As principais fontes artificiais de nitrogênio são esgotos sanitários (principalmente pela presença de uréia que libera amônia através de um processo de hidrólise), indústrias químicas, petroquímicas, siderurgia, farmacêuticas, de conservação de alimentos e lavagem de solos agrícolas fertilizados por águas pluviais. As fontes naturais de nitrogênio são a fixação biológica realizadas por bactérias e algas (assimilação de nitrogênio atmosférico), a fixação química (em presença de luz) e a lavagem atmosférica.

A amônia é altamente tóxica aos seres vivos e acarreta consumo de oxigênio dissolvido em água, enquanto que os nitratos podem causar, em concentrações elevadas, a doença denominada metahemoglobinemia. Existem duas formas de amônia intercambiáveis – a ionizada (ion amônio NH₄⁺) e a não ionizada (amônia livre - NH₃). Quanto maior o pH da amostra, maior é a proporção da amônia livre, que é mais tóxica, em relação ao íon amônio.

O nitrogênio amoniacal em água doce é controlado pela Resolução CONAMA 357/05 em faixas que variam de acordo com o pH. Para águas classe 2, a legislação define o máximo de 3,7 mg/L de nitrogênio amoniacal (pH inferior a 7,5); até 2,0 mg/L (pH entre 7,5 e 8,0); até 1,0 mg/L (pH entre 8,0 a 8,5) e 0,5 mg/L (pH superior a 8,5). A Portaria 518/04 estabelece para águas potáveis o valor máximo de 1,5 mg/L .

A soma das frações de nitrogênio amoniacal e orgânico é expressa pelo resultado de nitrogênio Kjeldahl, parâmetro não contemplado pela legislação, assim como o nitrogênio orgânico. A Resolução CONAMA 357/05 e a Portaria 518/04 estabelecem o valor máximo de 1 mg/L para nitrogênio na forma de nitrito. Para nitrogênio na forma de nitrato essas duas legislações estabelecem o valor máximo de 10 mg/L.

As concentrações de nitrogênio amoniacal foram baixas, com concentração máxima verificada de 0,31 mg/L no ponto CAS-01 (1ª campanha), conforme indicado pelo **Gráfico 9.2.4.1-13**.

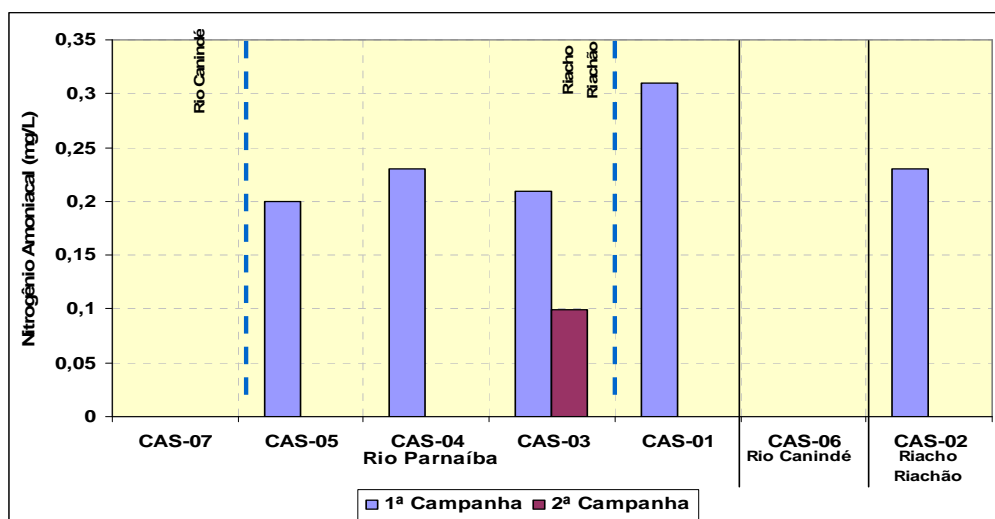


Gráfico 9.2.4.1-13 Nitrogênio Amoniacal – AHE Castelhana.

As concentrações de nitrogênio nitrato situaram-se também bem abaixo do limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA (até 10,0 mg/L), com concentração máxima

observada de 0,19 mg/L no ponto de amostragem CAS-03 (1ª campanha), conforme ilustrada no **Gráfico 9.2.4.1-14**.

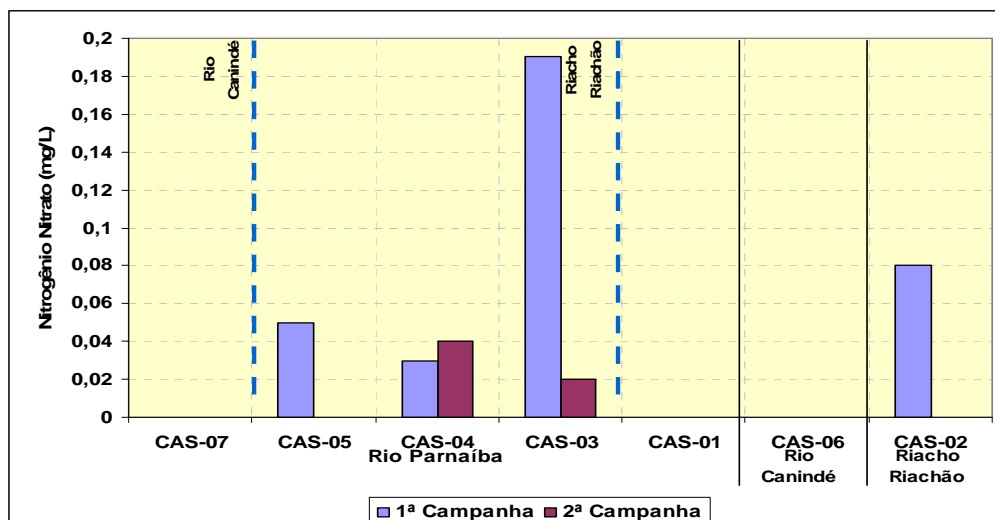


Gráfico 9.2.4.1-14 Nitrogênio Nitrato – AHE Castelhana

Mesma condição é observada para as concentrações de nitritos nos corpos d'água analisados. Conforme mostra o **Gráfico 9.2.4.1-15**, a concentração máxima medida de nitrito foi no rio Canindé (CAS-06), com 0,08 mg/L.

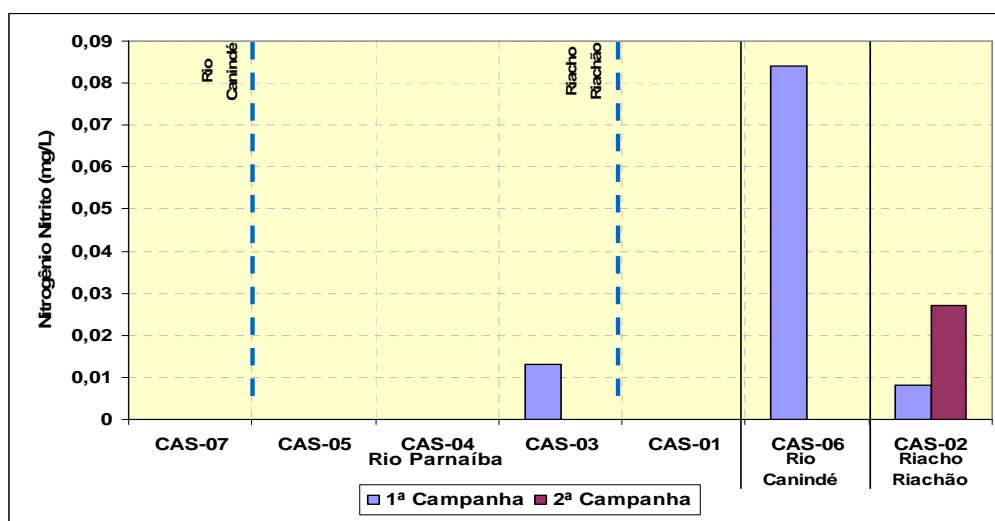


Gráfico 9.2.4.1-15 Nitrogênio Nitrito – AHE Castelhana.

Por fim, os valores de concentração de nitrogênio orgânico encontrados nas amostras das duas campanhas de campo não superaram 2,0 mg/L, conforme ilustra o **Gráfico 9.2.4.1-16**.

O nitrogênio orgânico ocorreu em maiores concentrações na primeira campanha, cujo valor máximo registrado foi registrado no ponto CAS-07, ponto localizado no rio Parnaíba próximo a foz do rio Canindé.

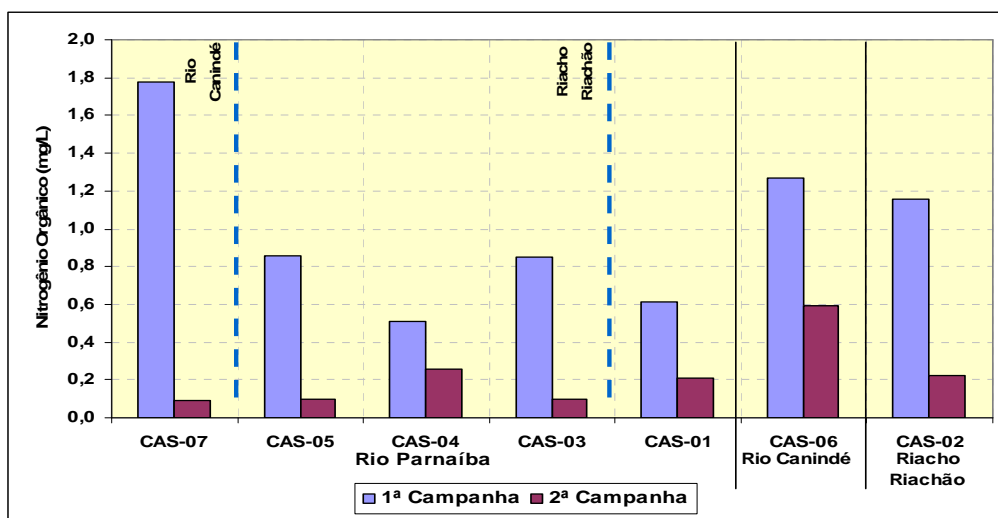


Gráfico 9.2.4.1-16 Nitrogênio Orgânico – AHE Castelhana.

• OD – Oxigênio Dissolvido

A concentração de oxigênio dissolvido nas águas é de fundamental importância à biota aquática, pois condiciona a sobrevivência de seres aeróbios, incluindo peixes.

O consumo de oxigênio nos sistemas hídricos ocorre em geral pelos processos biológicos de decomposição da matéria orgânica. A introdução desses compostos em excesso no meio aquático pode gerar ambientes anaeróbios, sobretudo nas camadas mais profundas de rios, açudes e represas, com concomitante produção de metano, sulfetos, entre outros produtos que conferem odor característico.

A alta concentração de materiais orgânicos leva também à formação de ambientes redutores nos sedimentos, processo que torna os metais pesados e os compostos de fósforo mais solúveis e biodisponíveis no ambiente.

Em águas doces, o nível de oxigênio dissolvido deve ser, no mínimo, igual a 5 mg/L, conforme preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 (classe 2), não havendo especificações de padrões pela Portaria 518/04.

As concentrações de oxigênio dissolvido situaram-se em geral acima do que preconiza a Resolução CONAMA. Algumas ocorrências pouco abaixo destes limites foram verificadas nos pontos CAS-07, CAS-05 e CAS-06 durante a 2ª campanha de amostragem, conforme apresentado no **Gráfico 9.2.4.1-17**.

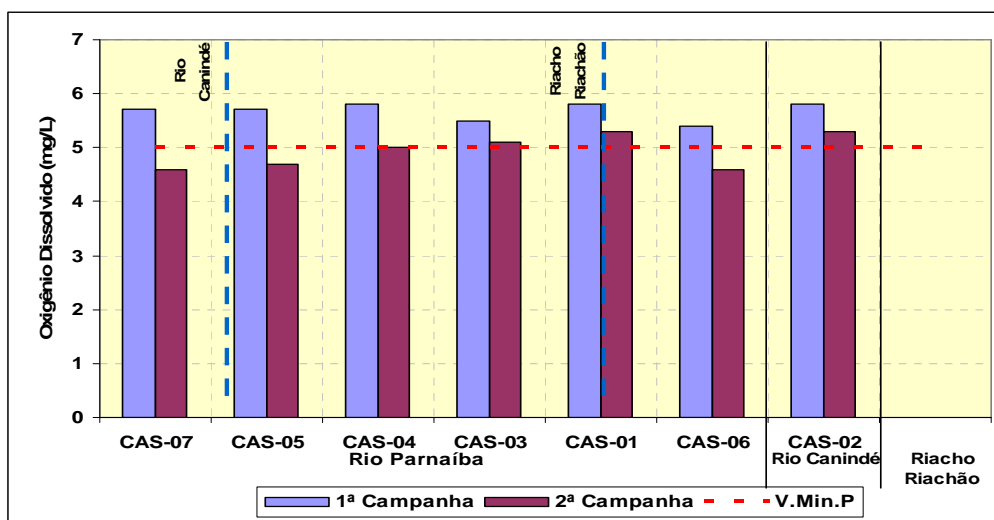


Gráfico 9.2.4.1-17 Oxigênio Dissolvido – AHE Castelhana.

• pH – Potencial Hidrogeniônico

O pH define o caráter ácido, básico ou neutro de uma amostra. Sua influência 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. Em meio ácido, os metais pesados tendem a ter maior biodisponibilidade, aumentando seu nível de toxicidade

As águas de classe 2 devem apresentar valores de pH entre 6 e 9, conforme determina a Resolução CONAMA.

Em todos os pontos de coleta os valores de pH foram maiores que o limite mínimo de 6,0, com exceção em CAS-07 na segunda campanha, onde o pH determinado foi de 5,79, verificado na 2ª campanha. A representação gráfica desses dados é indicada no Gráfico 9.2.4.1-18.

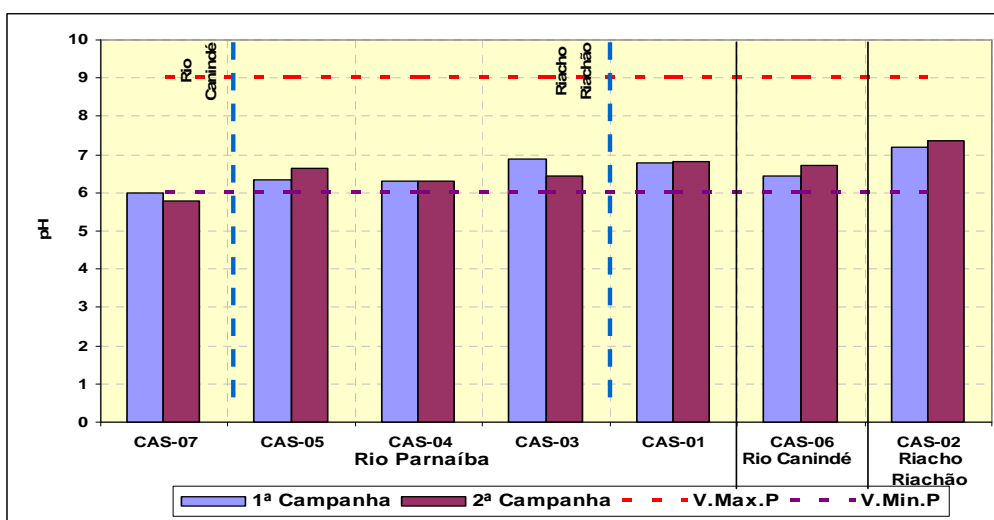


Gráfico 9.2.4.1-18 pH – AHE Castelhana.

- **Sólidos Totais**

Nas águas naturais, os sólidos se apresentam em diversas frações. Denominam-se sólidos totais a soma das parcelas em suspensão e dissolvidas presentes em determinada amostra. Essas parcelas podem ter origem orgânica (sólidos voláteis) ou inorgânica (sólidos fixos).

- **Sólidos Suspensos Totais**

Os sólidos suspensos compreendem partículas inorgânicas (areia, silte, argila) bem como detritos orgânicos (algas, bactérias, folhas em decomposição). Processos erosivos na bacia de drenagem contribuem com teores elevados de sólidos em suspensão aos corpos hídricos receptores, especialmente no período chuvoso, interferindo na turbidez das águas.

Quando em grande quantidade, podem causar danos à vida aquática, pois, além de reduzir a quantidade de luz necessária aos processos fotossintéticos, tendem a sedimentar no leito dos rios, modificando o habitat de organismos bentônicos. Podem ainda reter bactérias e resíduos orgânicos no sedimento de fundo, favorecendo a decomposição anaeróbia. Não há na legislação padrões para sólidos em suspensão.

As concentrações de sólidos suspensos totais variaram de 15 mg/L no rio Parnaíba (CAS-07) a 328 mg/L no rio Canindé (CAS-06), ambos na 1ª campanha conforme apresentado na **Gráfico 9.2.4.1-19**.

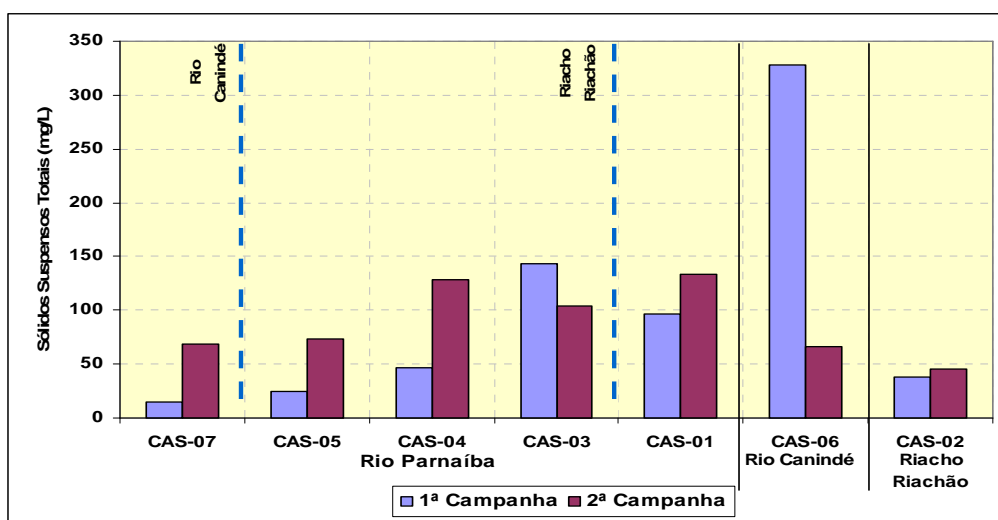


Gráfico 9.2.4.1-19 Sólidos Suspensos – AHE Castelhana.

- **Sólidos Dissolvidos Totais**

Sólidos dissolvidos são constituídos por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos entre outros, refletindo no resultado de diversos parâmetros, como salinidade, condutividade e pH.

Seguindo-se a resolução de 2005 do CONAMA, as amostras de água classe 2 não podem ter sólidos dissolvidos em concentrações superiores a 500 mg/L.

O **Gráfico 9.2.4.1-20** ilustra as concentrações de sólidos dissolvidos totais nos pontos de coleta da área do AHE Castelhana.

Em todos os pontos de coleta as concentrações máximas ocorreram na segunda campanha nos tributários rio Canindé e no Riacho do Riachão, com 307 e 340 mg/L respectivamente.

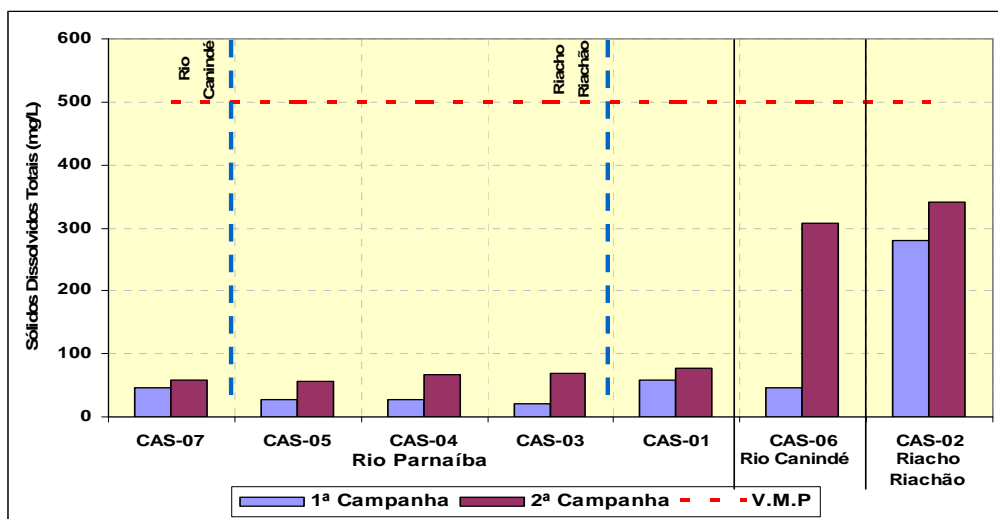


Gráfico 9.2.4.1-20 Sólidos Dissolvidos – AHE Castelhana.

• **Turbidez**

Diz-se de turbidez a atenuação do sinal luminoso por atravessar o meio aquoso. Tal atenuação é oriunda de processos ópticos de absorção e espalhamento que são causados essencialmente pela presença de sólidos em suspensão, como argila, silte e areia fina, e detritos orgânicos, como algas, bactérias e plâncton.

A turbidez de um meio aquoso aumenta com a chegada da estação chuvosa, por conta da erosão das margens, outras formas de aumento de turbidez são fontes de esgoto sanitário e efluentes industriais.

Aumentos excessivos da turbidez provocam formações de banco de lodo no fundo do rio, reduz a taxa fotossintética, suprimindo a produtividade dos peixes. Essa característica também afeta o uso doméstico, industrial e recreativo, pois afeta a aparência estética do corpo d'água.

Amostras de água classe 2 não devem ultrapassar o valor de 100 FTU, segundo resolução do CONAMA.

No curso do rio Parnaíba, observou-se apenas uma extrapolação na amostragem realizada no ponto CAS-03 (1ª campanha) e maiores inconsistências verificadas nas amostragens realizadas nos rios Canindé e Riacho do Riachão também referentes à 1ª campanha, conforme apresentada no **Gráfico 9.2.4.1-21**.

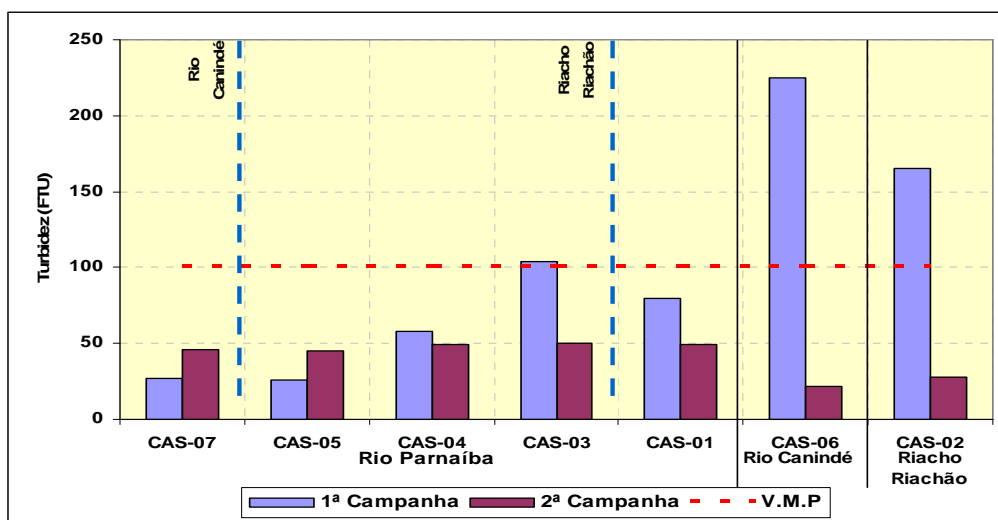


Gráfico 9.2.4.1-21 Turbidez– AHE Castelhana

• **Zinco (Zn)**

O zinco é um metal amplamente distribuído na natureza, sendo comum o seu uso na forma metálica ou em sais do metal, estando presente nas habitações (telhas, utensílios) e em produtos diversos. Esse metal se acumula facilmente nos organismos aquáticos filtradores e nos peixes.

Para este elemento, a Resolução CONAMA 357/05 define o limite de 0,18 mg/L para classe 2, enquanto que a Portaria 518/04 estabelece como padrão de potabilidade o valor de 5 mg/L.

Sua presença foi verificada em apenas nos pontos amostrados durante a 2ª Campanha, no entanto, as concentrações encontradas ficaram sempre dentro do que prescreve a Resolução CONAMA, conforme apresentado no **Gráfico 9.2.4.1-22**.

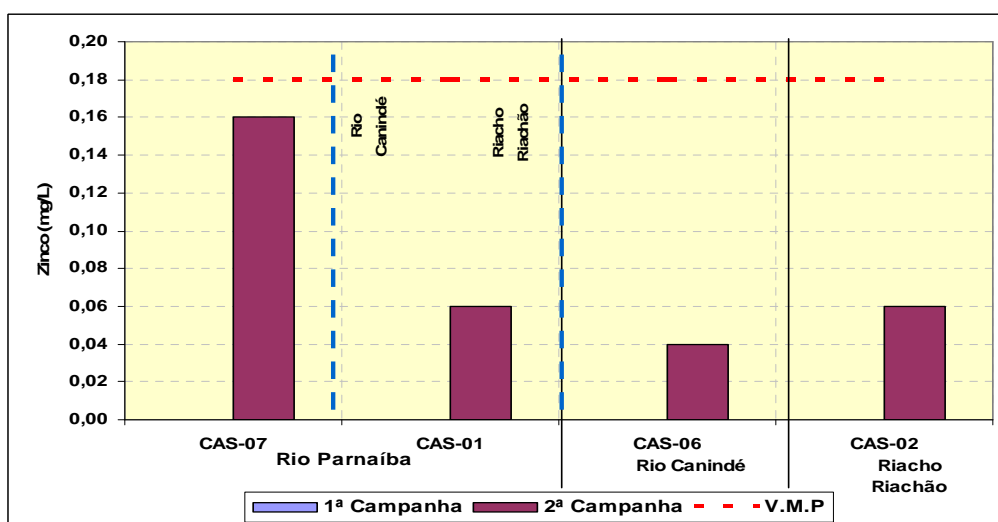


Gráfico 9.2.4.1-22 Zinco – AHE Castelhana.

- **Clorofila a**

A clorofila-a, comum a todos os seres autótrofos, é o pigmento responsável pela assimilação da energia luminosa no processo de síntese da matéria orgânica. Nos sistemas aquáticos, as algas são os principais organismos capazes de realizar a fotossíntese, de forma que o aumento na concentração de clorofila-a indica maior desenvolvimento de algas nesses ambientes.

O CONAMA normatiza pela 357/2005 que o valor máximo permitido para a concentração de clorofila A em corpos d'água de classe 2 é 30 µg/L.

Concentrações acima do que determina a Resolução CONAMA foram identificadas nos cursos dos rios Canindé e Riacho do Riachão, conforme apresentado no **Gráfico 9.2.4.1-23**.

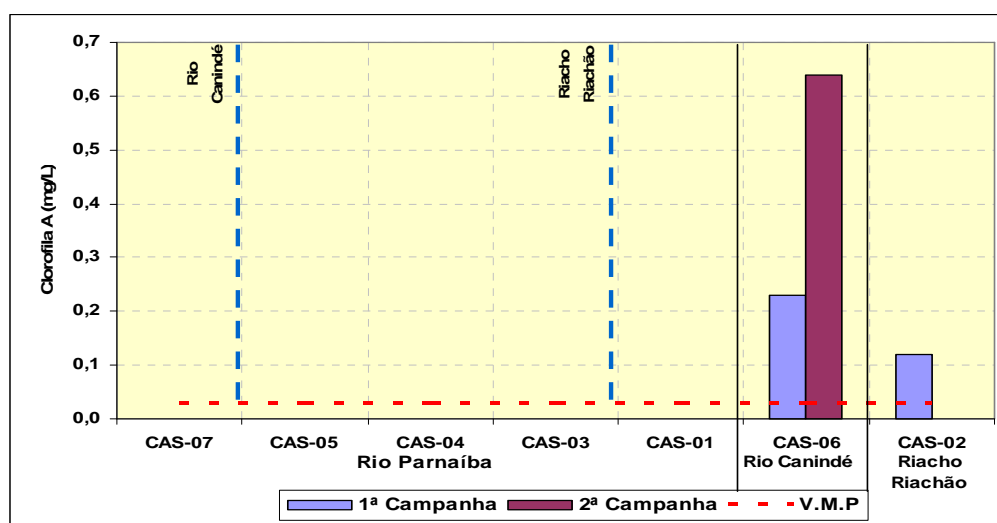


Gráfico 9.2.4.1-23 Clorofila a – AHE Castelhana.

- **Coliformes Termotolerantes**

Coliformes termotolerantes são bactérias presentes nas fezes humanas e de animais homeotérmicos, constituindo importante indicador da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera.

A presença de coliformes termotolerantes nas águas consiste num problema de grande relevância para a saúde pública, sobretudo nos mananciais destinados ao consumo humano sem prévio tratamento, como é o caso da grande maioria dos corpos hídricos em estudo.

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece o máximo de 1.000 coliformes termotolerantes para águas classe 2, enquanto que a Portaria 518/2004 prevê ausência desses organismos.

Durante a 1ª campanha de amostragem, verificou-se extrapolação do valor máximo permitido em 5 dos 7 pontos amostrados. Na 2ª campanha, todas as amostragens se enquadraram dentro do que preconiza esta Resolução.

O **Gráfico 9.2.4.1-24** ilustra os resultados encontrados pelas análises laboratoriais.

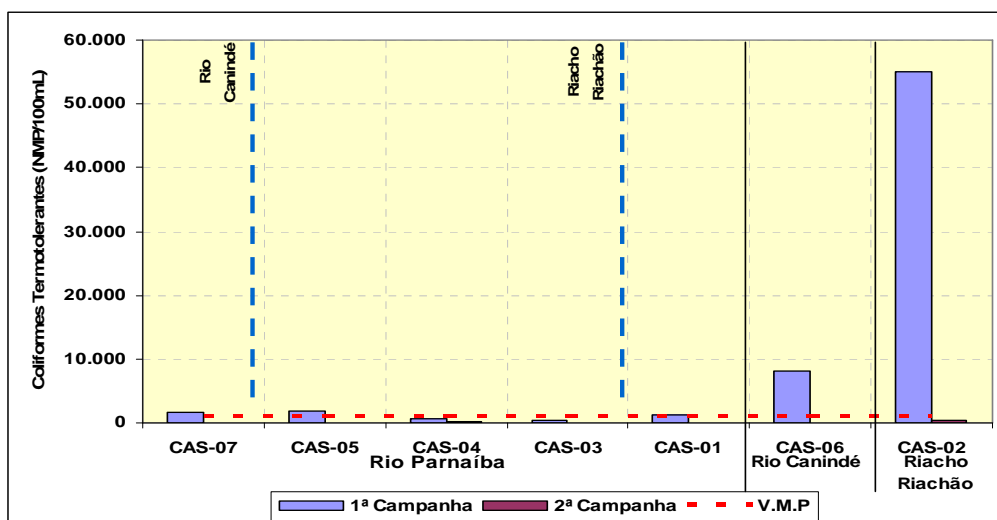


Gráfico 9.2.4.1-24 Coliformes Termotolerantes – AHE Castelhana.

• Coliformes Totais

Resultados de coliformes totais representam, em cada amostra, a soma dos coliformes de origem fecal e não fecal, sendo estes últimos associadas aos materiais em decomposição nos solos e no ambiente aquático. A Portaria 518/2004 define como padrão para coliformes totais a ausência desses microrganismos em 100 ml da amostra. A Resolução CONAMA 357/05 não apresenta limites para este parâmetro.

Houve uma considerável redução nas concentrações em relação aos valores verificados na 1ª campanha, conforme histograma apresentado no Gráfico 9.2.4.1-25.

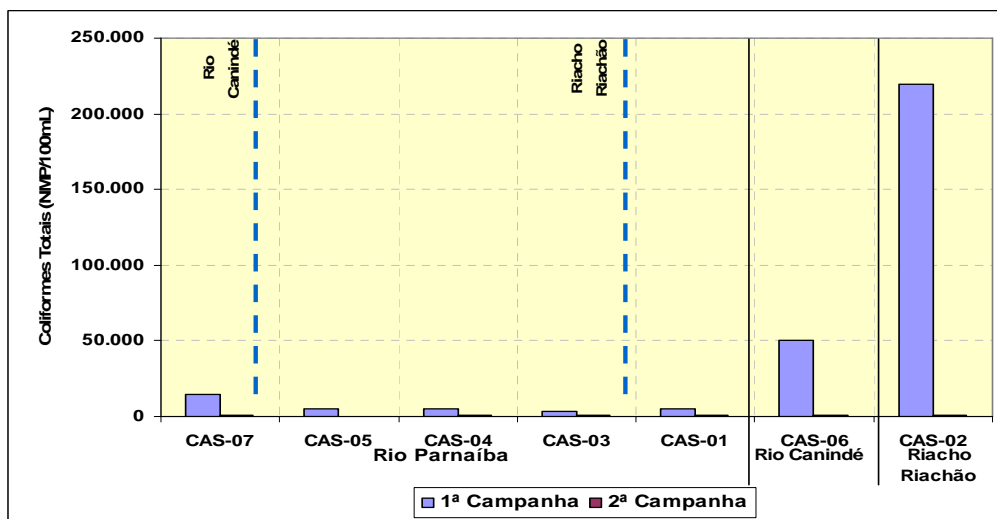


Gráfico 9.2.4.1-25 Coliformes Totais – AHE Castelhana.

Na Tabela 9.2.4.1-1 e Gráfico 9.2.4.1-26 são apresentados os resultados do índice de qualidade da água (IQA) da rede amostral na área do AHE Castelhana.

Tabela 9.2.4.1-1 Índice de Qualidade da Água dos corpos hídricos do AHE Castelhana.

Ponto de Coleta	1ª Campanha		2ª Campanha		Corpo d'água
	IQA	Classificação	IQA	Classificação	
CAS-07	62,9	Boa	70,7	Boa	Rio Parnaíba
CAS-05	64,5	Boa	77,3	Boa	
CAS-04	66,6	Boa	66,3	Boa	
CAS-03	57,3	Boa	76,0	Boa	
CAS-01	68,0	Boa	73,8	Boa	
CAS-06	47,2	Regular	74,2	Boa	Rio Canindé
CAS-02	41,9	Regular	68,9	Boa	Riacho do Riachão

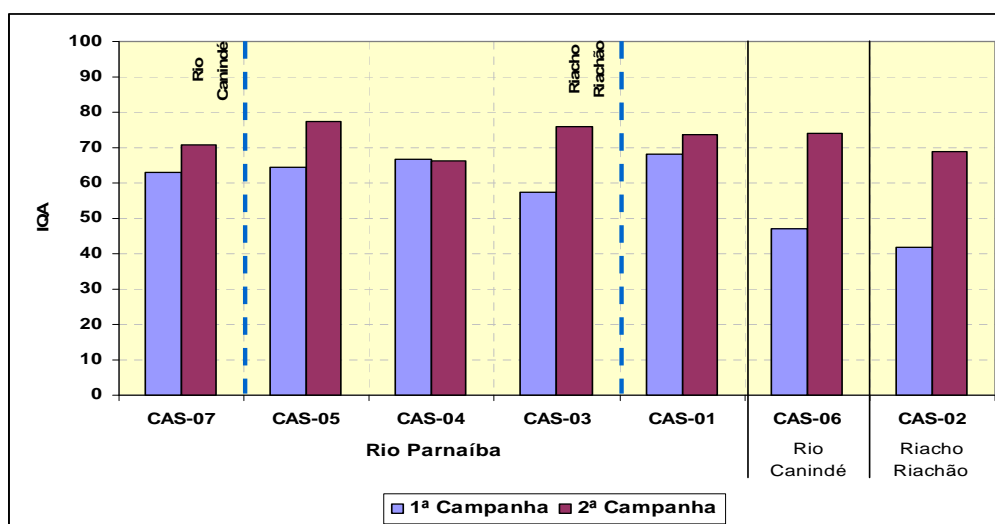


Gráfico 9.2.4.1-26 Representação gráfica do Índice de Qualidade da Água dos corpos hídricos do AHE Castelhana.

Em todos os pontos amostrados houve uma elevação do Índice de Qualidade da Água na segunda campanha em relação à primeira. Somente na estação de coleta CAS-04, verificou-se um pequeno declínio deste Índice.

Na **Tabela 9.2.4.1-2** e **Gráfico 9.2.4.1-27** são apresentados os resultados do estado trófico de cada ponto de amostragem obtidos no AHE Castelhana.

Tabela 9.2.4.1-2 Índice do Estado Trófico dos corpos hídricos do AHE Castelhana.

Ponto de Coleta	1ª Campanha		2ª Campanha		Corpo d'água
	IET	Classificação	IET	Classificação	
CAS-07	60,3	Eutrófico	54,8	Mesotrófico	Rio Parnaíba
CAS-05	55,5	Mesotrófico	49,6	Oligotrófico	
CAS-04	62,3	Eutrófico	56,0	Mesotrófico	
CAS-03	61,2	Eutrófico	51,3	Oligotrófico	
CAS-01	58,0	Mesotrófico	47,6	Oligotrófico	
CAS-06	79,1	Hipereutrófico	76,5	Hipereutrófico	Rio Canindé
CAS-02	75,5	Hipereutrófico	59,4	Eutrófico	Riacho do Riachão

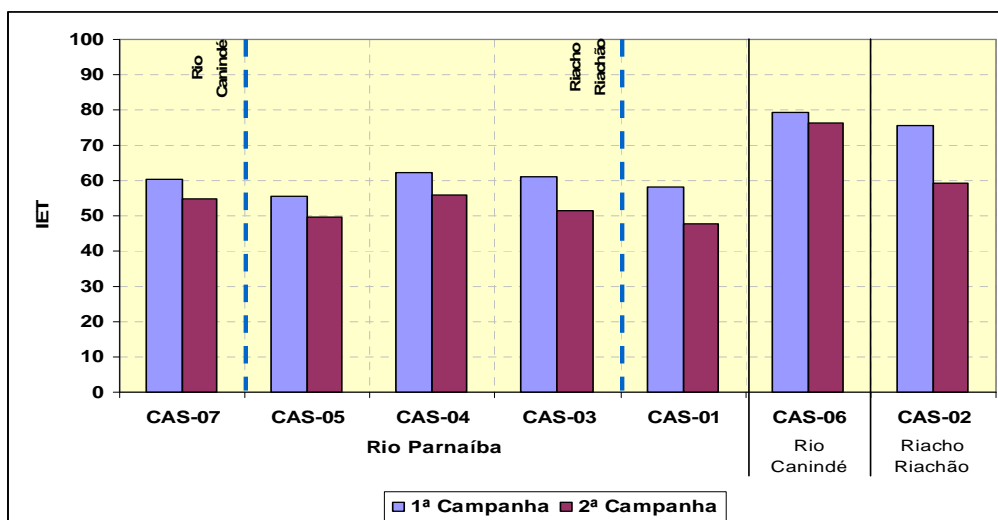


Gráfico 9.2.4.1-27 Representação gráfica do Estado Trófico dos corpos hídricos do AHE Castelhana.

O grau de trofia nas localidades estudadas acompanhou a tendência de melhora como o Índice de Qualidade de Água. Os valores dos Índices de Estado Trófico dos pontos amostrados apresentou um decréscimo na segunda campanha.

Os tributários apresentaram maiores valores do IET, sendo ambientes eutróficos a hipereutróficos. No rio Parnaíba as águas se encontravam nos estados mesotróficos e eutróficos, como pouca variação entre os períodos amostrados.

Foi realizada uma análise de agrupamento para identificar fatores de agregação entre os diversos pontos de coleta em função da variação dos parâmetros analisados. Para essa análise foram consideradas as variáveis que tiveram um conjunto mais consistente de resultados, acima do limite de detecção do método analítico. Foi aplicada a análise de agrupamento, por meio do software PC-ORD, utilizando o cálculo da distância pelo método Bray-Curtis, e o método de agrupamento pela média do grupo.

O **Gráfico 9.2.4.1-28** apresenta o resultado do agrupamento dos pontos de coleta. Houve uma tendência de ordenação dos pontos do mês de março separando-os dos pontos do mês de junho, indicando que, apesar das cheias prolongadas no período de coleta, já se visualiza a tendência de alteração dos padrões hidroquímicos da água acompanhando a redução da vazão. Destacaram-se, contudo, os pontos no rio Canindé e riacho Riachão, provavelmente sujeitos a forte influência antrópica, com altas concentrações de coliformes e fósforo.

O agrupamento das variáveis (**Gráfico 9.2.4.1-29**) reuniu aquelas mais relacionadas diretamente com a estação chuvosa: temperatura, condutividade, alcalinidade total, dureza total, cor, sólidos suspensos e turbidez. Um sub-grupo foi formado por variáveis que tiveram variação menor: cloreto, pH e oxigênio dissolvido.

Um segundo grupo foi formado pelas formas fosfatadas e nitrogenadas, que também se relacionaram com a vazão, mas de forma menos intensa, enquanto as variáveis bacteriológicas formaram um agrupamento à parte, devido à grande variação entre os dados entre março e junho. Essa variação sazonal parece justificar a discriminação entre os locais de amostragem, descritos anteriormente.

UHE Castelhana - Análise de Agrupamento

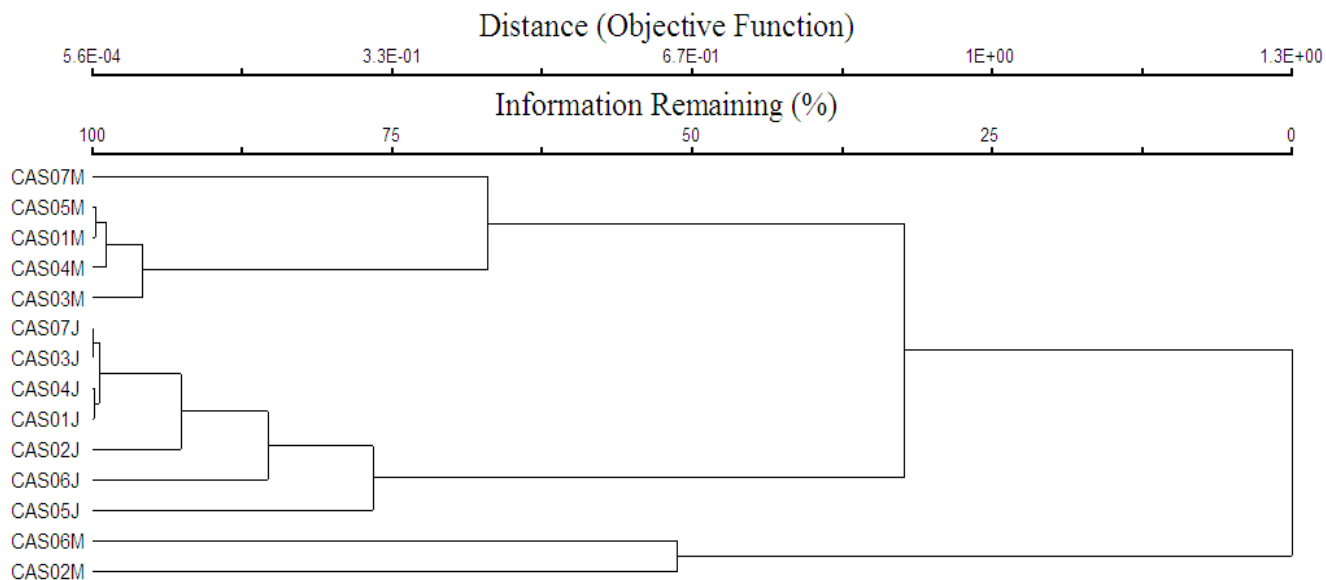


Gráfico 9.2.4.1-28 Análise de agrupamento dos pontos de coleta.

UHE Castelhana - Análise de Agrupamento

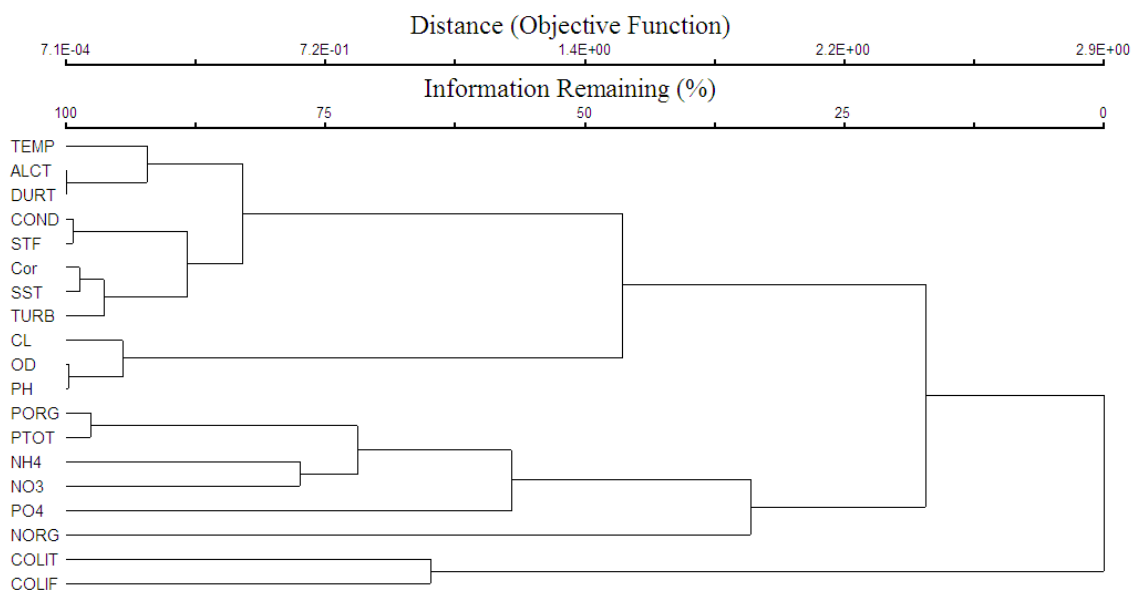


Gráfico 9.2.4.1-29 Análise de agrupamento dos das variáveis de qualidade da água

As Tabelas 9.2.4.1-3 e 9.2.4.1-4 agrupam as variáveis de qualidade da água contempladas neste diagnóstico.

Tabela 9.2.4.1-3 Parâmetros Físicos Químicos e Bacteriológicos medidos no AHE Castelhana.

Parâmetro	L.D.	V.M.P	UNIDADE	Método de Referência	Rio Parnaíba										Rio Canindé		Riacho do Riachão	
					CAS-07		CAS-05		CAS-04		CAS-03		CAS-01		CAS-06		CAS-02	
					zzz	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
Data (2009)	-	-	-	-	6/3/209	10/jun	6/mar	10/jun	6/mar	10/jun	8/mar	10/jun	8/mar	10/jun	6/mar	10/jun	8/mar	10/jun
Hora Inicial	-	-	-	-	13:07	06:17	13:47	07:26	14:45	08:11	11:42	09:09	13:58	10:56	12:38	06:44	12:10	09:40
Hora Final	-	-	-	-	13:37	06:32	14:03	07:38	14:58	08:22	11:55	09:20	14:23	11:23	12:51	06:57	12:23	09:54
Temperatura do ar	-	-	°C	-	34,8	22,8	34,3	24,8	33,8	25	32,7	26,6	29,9	31,2	35,4	23,7	33,2	28,7
Temperatura da água	-	-	°C	-	29,2	27,4	29,3	27,4	29,5	27,5	30,2	27,7	30,3	28,2	28,9	28	29,7	27,4
Alcalinidade de Bicarbonato	2	-	mg/L	L5.102	8	18	10	18	12	19	15	20	15	26	22	87	68	139
Alcalinidade de Carbonato	-	-	mg/L	L5.102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcalinidade de Hidróxido	-	-	mg/L	L5.102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	mg/L	L5.103	ND	ND	-	-	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Arsênio	0,01	0,01	mg/L	L5.104	ND	ND	-	-	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cádmio	0,001	0,001	mg/L	L5.160	ND	ND	-	-	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chumbo	0,01	0,01	mg/L	L5.111	ND	ND	-	-	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cloreto	0,5	250	mg/L	L5.113	11,5	3	18,5	4,5	22,5	4	10	5	7,5	3,5	23	9,5	7	10
Cobre Dissolvido	0,002	0,009	mg/L	L5.116	ND	ND	-	-	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Condutividade (Campo)	0,1	-	µS/cm	L5.115	27,2	47,2	27	47,7	31,1	54,7	47,9	57	40,1	62,7	60	233	129,3	288
Cor	5	75	mg Pt/L	L5.117	30	150	50	105	100	105	175	120	125	90	300	35	200	50
Cromo Total	0,01	0,05	mg/L	L5.119	ND	ND	-	-	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND
DBO	1	5	mg/L	L5.120	ND	ND	ND	ND	2	ND	7	ND	3	ND	4	ND	9	ND
DQO	6	-	mg/L	L5.121	ND	ND	6	ND	12	ND	15	ND	13	ND	16	ND	24	ND
Dureza Total	2	-	mg/L	L5.124	11	22	10	21	13	23	18	24	17	28	25	83	66	141
Ferro Dissolvido	0,03	0,3	mg/L	L5.126	0,15	0,43	-	-	-	-	-	-	2,4	0,4	0,28	0,12	5,06	0,26
Fosfato Orgânico	0,003	-	mg/L	-	0,02	0,025	0,04	0,013	0,067	0,031	0,08	0,009	0,032	0,007	0,14	0,039	0,17	0,03
Fosfato Orto	0,003	-	mg/L	L5.128	0,01	0,031	0,01	0,016	0,019	0,004	0,023	0,01	0,024	0,008	0,016	ND	0,052	0,005
Fósforo Total – Amb. Lótico	0,003	0,1	mg/L	L5.128	0,082	0,056	0,059	0,039	0,094	0,061	0,087	0,044	0,07	0,034	0,2	0,068	0,19	0,077
Manganês	0,002	0,1	mg/L	L5.133	0,06	0,02	-	-	-	-	-	-	0,05	ND	0,04	ND	0,15	0,03
Mercurio	0,0001	0,0002	mg/L	L5.134	ND	ND	-	-	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Níquel	0,002	0,025	mg/L	L5.135	ND	ND	-	-	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrogênio Amoniacal	0,05	3,7	mg/L	L5.136	ND	ND	0,2	ND	0,23	ND	0,21	0,099	0,31	ND	ND	ND	0,23	ND
Nitrogênio Nitrato	0,02	10	mg/L	L5.137	ND	ND	0,05	ND	0,03	0,04	0,19	0,02	ND	ND	ND	ND	0,08	ND
Nitrogênio Nitrito	0,005	1	mg/L	L5.138	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,013	ND	ND	ND	0,084	ND	0,008	0,027
Nitrogênio Orgânico	-	-	mg/L	-	1,78	0,088	0,86	0,096	0,51	0,26	0,85	0,1	0,61	0,21	1,27	0,59	1,16	0,22
Oxigênio Dissolvido (Campo)	0,1	≥ 5	mg/L	L5.186	5,7	4,6	5,7	4,7	5,8	5	5,5	5,1	5,8	5,3	5,4	4,6	5,8	5,3
pH (Campo)	0,01	6,0 – 9,0	UpH	L5.145	6	5,79	6,33	6,65	6,29	6,31	6,87	6,44	6,78	6,83	6,45	6,7	7,19	7,35
Salinidade	-	-	mg/L	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,1	0,1	0,1
Sólidos Dissolvidos Totais	1	500	mg/L	L5.149	45	59	27,5	57	27,2	67	21	69	58	78	45	307	280	340
Sólidos Suspensos Totais	1	-	mg/L	L5.149	15	68	25	73	46	129	143	104	97	133	328	66	38	45
Turbidez	0,02	100	FTU	L5.156	27	46	26	45	58	49	104	50	80	49	225	22	165	28
Zinco	0,001	0,18	mg/L	L5.158	ND	0,16	-	-	-	-	-	-	ND	0,06	ND	0,04	ND	0,06
Clorofila A	-	0,03	mg/L	21ª edição	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0,23	0,64	0,12	A
Coliformes Totais	3	-	NMP/100mL	21ª edição Standard	15000	1100	5400	240	4800	1100	3200	1100	5400	1100	50000	460	220000	1100
Coliformes Termotolerantes	3	1000	NMP/100mL	21ª edição Standard	1600	11	1800	15	600	240	400	20	1200	93	8000	43	55000	460

Tabela 9.2.4.1-4 Lista dos agrotóxicos analisados nos pontos amostrais do AHE Castelhana.

Parâmetro	L.D.	V.M.P	UNIDADE	MÉTODO DE REFERÊNCIA	Rio Parnaíba				Rio Canindé		Riacho do Riachão	
					CAS-07		CAS-01		CAS-06		CAS-02	
					1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
Data (2009)	-	-	-	-	6/3/209	10/jun	08/mar	10/jun	06/mar	10/jun	08/mar	10/jun
Hora Inicial	-	-	-	-	13:07	6:17	13:58	10:56	12:38	6:44	12:10	9:40
Hora Final	-	-	-	-	13:37	6:32	14:23	11:23	12:51	6:57	12:23	9:54
2,4,5-T	0,007	4.	mg/L	EPA 8140	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,5-TP	0,007	10.	mg/L	EPA 8140	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4-D	0,007	2.	mg/L	EPA 8140	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Acrilamida	0,005	0,5	mg/L	EPA 8032	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Alacloro	0,001	0,1	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Aldrin + Dieldrin	0,007	0,01	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Carbaril	0,003	0,02	mg/L	EPA 632	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Clordano (cis+trans)	0,007	0,01	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
DDT (P,P'- DDE + p,p'- DDD)	0,007	0,01	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,003	1.	mg/L	EPA 8141	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,007	0,01	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Endossulfan (I, II e Sulfato)	0,001	0,01	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Endrin	0,007	0,01	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptacloro Epóxi - Heptacloro	0,007	0,01	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Glifosato	0,1	65.	mg/L	EPA 547	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Guthion	0,003	1.	mg/L	EPA 8141	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hexaclorobenzeno	0,007	0,01	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Lindano (γ - HCH)	0,007	0,01	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Melation	0,007	1.	mg/L	EPA 8141	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Metolacloro	0,002	0,1	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Metoxicloro	0,007	0,1	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Paration	0,007	1.	mg/L	EPA 8141	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Simazina	0,003	2.	mg/L	EPA 619	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Toxafeno	0,007	1.	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trifuralina	0,003	0,1	mg/L	EPA 8081	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

9.2.4.2 Qualidade dos Sedimentos

Na **Tabela 9.2.4.2-1** são apresentados os resultados das análises referentes à qualidade dos sedimentos, onde se verifica que os parâmetros regulamentados pela Resolução CONAMA 344/04 situa-se abaixo do Nível 1, ou seja, apresentam baixa probabilidade de efeitos adversos à biota. Mesma consideração refere-se ao fósforo total, com índice abaixo do valor de alerta de 2.000 mg/kg, o qual representaria possibilidade de ocorrer prejuízos ao ambiente aquático.

Tabela 9.2.4.2-1 Análise da Qualidade do Sedimento.

Parâmetro	L.D.	UNIDADE	MÉTODO DE REFERÊNCIA	RIO PARNAÍBA	
				CAS-01	
				1ª	2ª
Data (2009)	-	-	-	08/mar	10/jun
Hora Inicial	-	-	-	13:58	10:56
Hora Final	-	-	-	14:23	11:23
Alumínio	0,1	mg/Kg	L 5.103	2940	42,3
Bário	0,02	mg/Kg	L 5.105	6,6	ND
Cádmio	0,001	mg/Kg	L 5.160	ND	ND
Chumbo	0,01	mg/Kg	L 5.111	ND	ND
Cobre	0,002	mg/Kg	L 5.116	1,63	ND
Cromo Total	0,01	mg/Kg	L 5.119	14,2	5,02
Fosfato Total	0,003	mg/Kg	L 5.119	86	27,6
Ferro	0,03	mg/Kg	L 5.126	5856	112
Manganês	0,002	mg/Kg	L 5.133	54,5	7,72
Prata	0,001	mg/Kg	L 5.165	ND	ND
pH (Campo)	0,01	UpH	L 5.145	6,78	6,83
Sódio	0,005	mg/Kg	L 5.182	0,12	32
Zinco	0,001	mg/Kg	L 5.158	6,12	2,9
2,4,5-T	0,007	mg/Kg	EPA 8140	ND	ND
2,4,5-TP	0,007	mg/Kg	EPA 8140	ND	ND
2,4-D	0,007	mg/Kg	EPA 8140	ND	ND
Acilamida	0,005	mg/Kg	EPA 8032	ND	ND
Alacloro	0,001	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND
Aldrin + Dieldrin	0,007	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND
Carbaril	0,003	mg/Kg	EPA 632	ND	ND
Clordano (cis+trans)	0,007	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND
DDT (P,P'- DDE + p,p'- DDD)	0,007	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,003	mg/Kg	EPA 8141	ND	ND
Melation	0,001	mg/Kg	EPA 8141	ND	ND
Metolacloro	0,002	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND
Metoxicloro	0,007	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND
Paration	0,001	mg/Kg	EPA 8141	ND	ND
Simazina	0,003	mg/Kg	EPA 619	ND	ND
Toxafeno	0,007	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND
Trifuralina	0,003	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND

Cont.

Tabela 9.2.4.2-1 Análise da Qualidade do Sedimento.

Parâmetro	L.D.	UNIDADE	Método de Referência	Rio Parnaíba	
				CAS-01	
				1ª	2ª
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,0008	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND
Endossulfan (I, II e Sulfato)	0,001	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND
Endrin	0,007	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND
Heptacloro Epóxi - Heptacloro	0,007	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND
Glifosato	0,1	mg/Kg	EPA 547	ND	ND
Guthion	0,003	mg/Kg	EPA 8141	ND	ND
Hexaclorobenzeno	0,007	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND
Lindano (γ – HCH)	0,007	mg/Kg	EPA 8081	ND	ND

9.2.4.3 Comunidades aquáticas

a) 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.

O fitoplâncton realiza fotossíntese, e exerce no ambiente aquático papel similar ao das plantas no ambiente terrestre. As algas assimilam nutrientes minerais disponíveis na água, em especial nitrogênio e fósforo, tendendo a apresentar grande desenvolvimento em ambientes lênticos (de pouca correnteza), com alta luminosidade e enriquecidos com sais minerais.

Uma importante característica dos organismos fitoplanctônicos é a rápida resposta que apresentam às alterações ambientais, em função do curto ciclo de vida, o que os tornam eficientes indicadores da qualidade da água (Reynolds, 1997).

Normalmente, ambientes em equilíbrio propiciam a manutenção de grande diversidade de espécies, associada a um pequeno número de indivíduos de cada espécie. Em contraste, cursos d'água que sofrem interferências antrópicas tendem a eliminar os organismos mais sensíveis, selecionando as comunidades mais resistentes que, por sua vez, passam a proliferar em maior quantidade. Desta propriedade deriva o conceito ecológico de diversidade de espécies, que tem aplicação nos estudos de indicadores biológicos de poluição (Branco, 1986).

A seguir são apresentados os resultados das análises qualitativa e quantitativa do fitoplâncton da primeira (fevereiro/2009) e segunda campanha (junho/2009) de amostragem realizadas na área de influência direta do AHE Castelhanao.

- Análise Qualitativa

A análise qualitativa do fitoplâncton, em ambos os períodos amostrados, apontou na AID de Castelhana um total de 74 táxons pertencentes a oito classes taxonômicas: Chlorophyceae (30), Bacillariophyceae (17), Euglenophyceae (11), Zygnemaphyceae (8), Cryptophyceae (2), Chrysophyceae (1), Dinophyceae (1) e Cyanobacteria(4), conforme apresentado na **Tabela 9.2.4.3-1**.

Quanto à contribuição dos grupos taxonômicos à riqueza fitoplanctônica destacou-se a classe Chlorophyceae, especialmente no rio Canindé (Ponto CAS-06) durante a segunda campanha, dada principalmente pela contribuição dos gêneros *Monoraphidium* e *Scenedesmus*. As clorofíceas comportam imensa variedade morfológica de algas, podendo ter hábitos planctônicos e/ou bentônicos. Esses organismos se desenvolvem em ambientes de amplo espectro de salinidade (águas doces, salobras e salinas) e de trofia (oligotróficas a eutróficas).

A segunda classe mais representativa em termos de riqueza foi Bacillariophyceae (diatomáceas). Esses organismos são recobertos por carapaça de sílica, que propiciam elevadas taxas de sedimentação no leito dos rios e na vegetação submersa. Assim, a maior riqueza de espécies desse grupo verificada no período chuvoso pode ser atribuída à ressuspensão dessas algas devido à turbulência causada no ambiente aquático.

As euglenofíceas (Euglenophyceae) ocuparam a terceira posição em relação à riqueza de espécies. As euglenofíceas são organismos que se desenvolvem preferencialmente em águas ricas em substâncias orgânicas, onde se proliferam massivamente, podendo formar florações. O fato de poderem se movimentar através dos flagelos representa uma vantagem competitiva em ambientes com elevada turbidez, e permite, ainda, que essas algas utilizem nutrientes acumulados em camadas mais profundas, retornando a seguir para a região eufótica.

A quarta classe mais representativa em termos de riqueza foi Zygnemaphyceae. Geralmente, as zignemafíceas são encontradas em grande variedade nos ambientes aquáticos de águas límpidas, habitando preferencialmente em corpos d'água oligotróficos, porém algumas espécies se desenvolvem em águas eutróficas. A presença de espécies pertencentes à essa classe indica que o ambiente analisado não sofre influências antrópicas significativas, como introdução de despejos domésticos, industriais ou produtos resultantes de atividades de extração de minério. Ao mesmo tempo, eventuais alterações nessas comunidades podem apontar, no futuro, interferências nos sistemas aquáticos em estudo.

Por sua vez, as algas da classe Cryptophyceae, Chrysophyceae e Dinophyceae foram as classes com as menores representatividades na matriz fitoplanctônica da área de influência do AHE Castelhana. As criptofíceas são consideradas oportunistas, pois seu aumento em geral está relacionado ao declínio de outros grupos algais, sendo favorecidas pelo aparecimento de nichos temporários. Segundo Bird e Kalf (1987), as crisofíceas além de realizar fotossíntese, apresentam comportamento heterotrófico, com possibilidade de se alimentar de bactérias e de detritos em decomposição.

Importante destacar a pequena contribuição das cianobactérias, sendo registradas apenas quatro táxons: *Geitlerinema splendidum*, *Lyngbya* sp., *Microcystis aeruginosa* e *Oscillatoria* sp. As cianobactérias são organismos procarióticos, unicelulares, filamentosos ou coloniais,

estando, muitas espécies, envolvidas em mucilagem, estratégia que as favorecem para permanecerem na superfície da água para obtenção de luz. Algumas espécies apresentam heterocistos, estrutura que permite fixar o nitrogênio diretamente do ar atmosférico; assim, o fósforo é o principal fator limitante ao seu desenvolvimento.

A baixa riqueza de cianobactérias no ambiente aquático analisado é um aspecto favorável, pois muitas espécies se desenvolvem em grande quantidade em ambientes lênticos, formando florações que podem resultar na liberação de toxinas às águas, comprometendo os seus usos múltiplos.

No conjunto fitoplanctônico amostrado, o menor valor de riqueza de espécies foi registrado na calha do rio Parnaíba (Ponto CAS-07). Em contraste, os valores máximos de riqueza específica foram computados nos tributários: rio Canindé (Ponto CAS-06) com 35 táxons, na segunda campanha, e 24 táxons no Riacho do Riachão (Ponto CAS-02), na primeira campanha.

Comparando-se as duas campanhas, observou-se uma tendência de redução da riqueza geral de espécies nos Pontos CAS-02 e CAS-03 e um comportamento oposto nos Pontos CAS-07 e CAS-06 (**Gráfico 9.2.4.3-1**). Na maioria dos pontos a classe Chlorophyceae foi predominante, especialmente nos Pontos CAS-06, CAS-07 e CAS-03.

Tabela 9.2.4.3-1 Riqueza de Espécies do Fitoplâncton no AHE Castelhana

Composição Taxonômica	Riacho do Riachão		Rio Parnaíba				Rio Canindé		Riqueza Total	Riqueza Relativa (%)
	CAS-02		CAS-03		CAS-07		CAS-06			
campanhas	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª		
Cyanobacteria	2	0	1	1	2	0	0	0	4	5,41
Chlorophyceae	2	0	4	6	2	5	2	24	30	40,54
Zygnemaphyceae	2	2	1	1	2	0	0	1	8	10,81
Euglenophyceae	5	3	4	2	1	2	2	3	11	14,86
Bacillariophyceae	10	5	3	2	0	2	1	5	17	22,97
Cryptophyceae	1	0	1	0	1	0	1	2	2	2,70
Chrysophyceae	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1,35
Dinophyceae	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1,35
Total	24	10	14	12	8	9	6	35	74	100

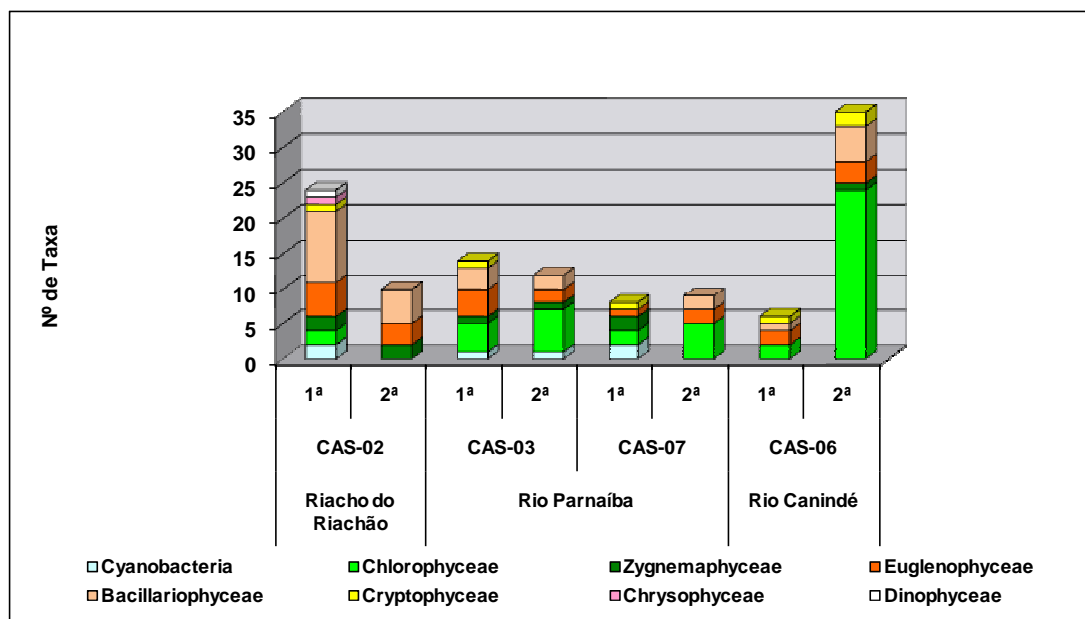


Gráfico 9.2.4.3-1. Riqueza do Fitoplâncton (Nº de táxons) - AHE Castelhana.

Do ponto de vista da distribuição espacial a maior parte dos táxons inventariados nas duas campanhas surgiu com frequência abaixo de 50%. Apenas 20 táxons ocorreram com frequência igual ou superior a 50%. Dentre as espécies mais comuns no ambiente amostrado destacaram-se as clorofíceas *Pediastrum duplex*, *P. simplex*, *P. sp.* e *Chlorella vulgaris*. *Pediastrum* são algas de superfície e quando em grande quantidade nas águas podem produzir sabor e odor de peixe, modificando as características naturais das águas. (Figura 9.2.4.3-1). Como o próprio nome sugere, a alga verde *Chlorella vulgaris* é muito comum nos sistemas aquáticos.

Dentre as euglenofíceas merece destaque a espécie *Trachelomonas volvocina*, detectada em 100% das amostras analisadas. Segundo Branco (1986, op. citado), as algas do gênero *Trachelomonas* têm carapaça formada quase exclusivamente por hidróxido de ferro e manganês, sendo indicadores de precipitação destes elementos em sistemas aquáticos.

Os demais táxons identificadas com frequência $\geq 50\%$ estão alistadas na Tabela 9.2.4.3-2.

Tabela 9.2.4.3-2 Táxons do Fitoplâncton com Frequência Igual ou Superior a 50% no AHE Castelhana.

Composição Taxonômica	Frequência Relativa (%)	
	1ª	2ª
Cyanobacteria		
<i>Oscillatoria sp.</i>	50,00	-
Chlorophyceae		
<i>Chlorella vulgaris</i>	75,00	25,00
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	-	50,00
<i>Pediastrum duplex</i>	25,00	75,00

Cont.

Tabela 9.2.4.3-2 Táxons do Fitoplâncton com Frequência Igual ou Superior a 50% no AHE Castelhana.

Composição Taxonômica	Frequência Relativa (%)	
	1ª	2ª
<i>Pediastrum simplex</i>	25,00	50,00
<i>Pediastrum</i> sp.	-	75,00
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	-	50,00
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	-	50,00
Euglenophyceae		
<i>Euglena</i> sp1.	-	50,00
<i>Phacus ovum</i>	-	50,00
<i>Trachelomonas oblonga</i>	75,00	25,00
<i>Trachelomonas volvocina</i>	100,00	100,00
Bacillariophyceae		
<i>Aulacoseira granulata</i>	50,00	-
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	-	75,00
<i>Gomphonema parvulum</i>	-	50,00
<i>Gyrosigma spenceri</i>	75,00	-
<i>Nitzschia intermedia</i>	50,00	-
<i>Nitzschia</i> sp1.	-	50,00
<i>Synedra</i> sp.	-	50,00
Cryptophyceae		
<i>Cryptomonas erosa</i>	75,00	25,00

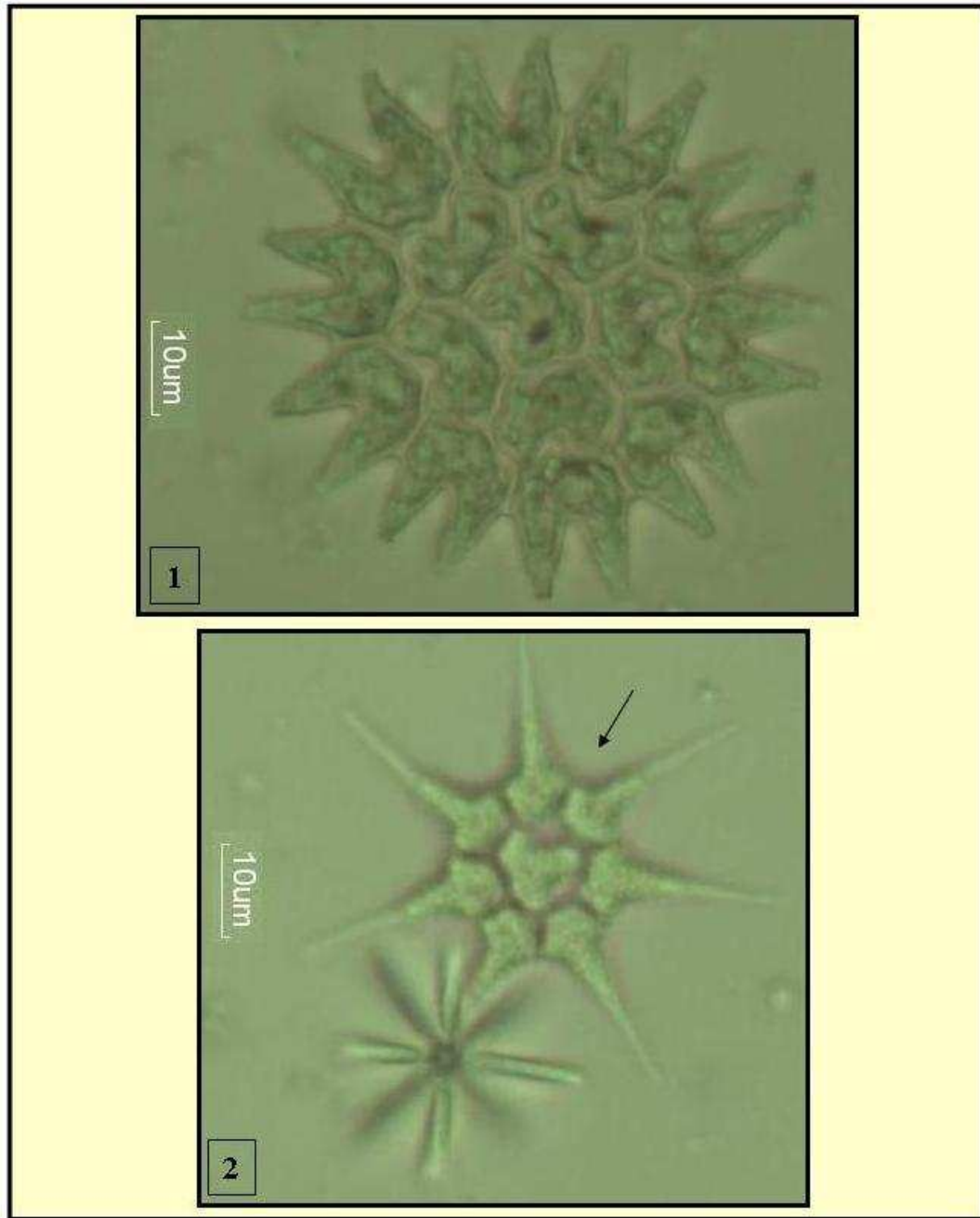


Figura 9.2.4.3-1 Foto 1: *Pediastrum duplex*, com filtro azul. Foto 2: *Pediastrum simplex* (seta) e *Actinastrum aciculare*, com filtro azul. Fonte: acervo de fotos Econsult, 2009.

Tabela 9.2.4.3-3 Distribuição Espacial e Frequência do Fitoplâncton - AHE Castelhana.

Composição Taxonomica	Riacho do Riachão		Rio Parnaíba				Rio Canindé		Frequência Relativa (%)	
	CAS-02		CAS-03		CAS-07		CAS-06		1ª	2ª
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª		
Cyanobacteria										
<i>Geitlerinema splendidum</i>									25,00	
<i>Lyngbya</i> sp.									25,00	25,00
<i>Microcystis aeruginosa</i>									25,00	
<i>Oscillatoria</i> sp.									50,00	
Subtotal	2	0	1	1	2	0	0	0		
Chlorophyceae										
<i>Actinastrum aciculare</i>										25,00
<i>Ankistrodesmus</i> sp.									25,00	
<i>Chlorella vulgaris</i>									75,00	25,00
<i>Chlorococcum infusionum</i>									25,00	
<i>Choricystis cylindracea</i>										25,00
<i>Coelastrum indicum</i>										25,00
<i>Coelastrum microporum</i>										25,00
<i>Coelastrum</i> sp.										25,00
<i>Crucigenia quadrata</i>									25,00	
<i>Crucigenia tetrapedia</i>									25,00	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>									25,00	25,00
<i>Dictyosphaerium tetrachotornum</i>										25,00
<i>Didymocystis fina</i>										25,00
<i>Golenkinia</i> sp.										25,00
<i>Monoraphidium arcuatum</i>										50,00
<i>Monoraphidium contortum</i>										25,00
<i>Monoraphidium convolutum</i>										25,00
<i>Monoraphidium longiusculum</i>										25,00
<i>Monoraphidium tortile</i>										25,00
<i>Pediastrum duplex</i>									25,00	75,00
<i>Pediastrum simplex</i>									25,00	50,00
<i>Pediastrum</i> sp.										75,00
<i>Radiococcus</i> sp.										25,00
<i>Scenedesmus acuminatus</i>										25,00
<i>Scenedesmus ellipticus</i>										25,00
<i>Scenedesmus protuberans</i>										25,00
<i>Scenedesmus quadricauda</i>										50,00
<i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>parvus</i>										25,00
<i>Scenedesmus</i> sp.										25,00
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>										50,00
Subtotal	2	0	4	6	2	5	2	24		
Zygnemaphyceae										
<i>Closterium gracile</i>										25,00
<i>Closterium jenneri</i>										25,00
<i>Closterium</i> sp.										
<i>Cosmarium obtusatum</i>									25,00	
<i>Cosmarium</i> sp.									25,00	25,00
<i>Mougeotia</i> sp.									25,00	
<i>Staurastrum rotula</i>									25,00	
<i>Staurastrum</i> sp.									25,00	25,00
Subtotal	2	2	1	1	2	0	0	1		
Euglenophyceae										
<i>Euglena oxyuris</i>										25,00
<i>Euglena</i> sp1.										50,00
<i>Euglena</i> sp2.										
<i>Phacus agilis</i>									25,00	
<i>Phacus ovum</i>										50,00
<i>Phacus longicauda</i>									25,00	
<i>Trachelomonas oblonga</i>									75,00	25,00
<i>Trachelomonas similis</i>									25,00	

Cont.

Tabela 9.2.4.3-3. Distribuição Espacial e Freqüência do Fitoplâncton - AHE Castelhana.

Composição Taxonomica	Riacho do Riachão		Rio Parnaíba				Rio Canindé		Frequência Relativa (%)	
	CAS-02		CAS-03		CAS-07		CAS-06		1ª	2ª
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª		
<i>Trachelomonas volvocina</i>									100,00	100,00
<i>Strombomonas</i> sp1.									25,00	
<i>Strombomonas</i> sp2.									25,00	
Subtotal	5	3	4	2	1	2	2	3		
Bacillariophyceae										
<i>Achnanthydium minutissimum</i>									25,00	25,00
<i>Aulacoseira granulata</i>									50,00	
<i>Eunotia</i> sp.2									25,00	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>										75,00
<i>Gomphonema parvulum</i>										50,00
<i>Gyrosigma spenceri</i>									75,00	
<i>Navicula</i> sp3.									25,00	
<i>Nitzschia intermedia</i>									50,00	
<i>Nitzschia palea</i>									25,00	
<i>Nitzschia</i> sp1.										50,00
<i>Nitzschia</i> sp2.										25,00
<i>Pinnularia brevicostata</i>									25,00	
<i>Pinnularia neomajor</i>									25,00	
<i>Pinnularia</i> sp.									25,00	25,00
<i>Planothidium</i> sp.										25,00
<i>Synedra</i> sp.										50,00
<i>Surirella</i> sp.										25,00
Subtotal	10	5	3	2	0	2	1	5		
Cryptophyceae										
<i>Cryptomonas erosa</i>									75,00	25,00
<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>									25,00	25,00
Subtotal	1	0	1	0	1	0	1	2		
Chrysophyceae										
<i>Mallomonas</i> sp.									25,00	
Subtotal	1	0	0	0	0	0	0	0		
Dinophyceae										
<i>Peridinium</i> sp1.									25,00	
Subtotal	1	0	0	0	0	0	0	0		
Total	24	10	14	12	8	9	6	35		

- Análise quantitativa

A análise quantitativa do fitoplâncton é apresentada a seguir através dos resultados de densidade (org.mL) e abundância relativa (%) das principais classes (**Gráficos 9.2.4.3-2 e 9.2.4.3-3 e Tabela 9.2.4.3-4**).

A predominância numérica de determinados grupos de algas nos ecossistemas aquáticos é resultado da dinâmica de interações entre as características fisiológicas dos organismos e os fatores abióticos. Na região tropical, destacam-se a radiação subaquática e a disponibilidade de nutrientes que, associados aos fatores climáticos, influenciam variáveis como transparência e taxas de reaeração. Tais aspectos exercem influência na produtividade primária dos organismos fitoplanctônicos, com reflexo na composição e na abundância de organismos zooplanctônicos e bentônicos.

Tabela 9.2.4.3-4 Densidade Numérica (org./mL) e Abundância Relativa (%) do Fitoplâncton.

Composição Taxonômica	Riacho do Riachão				Rio Parnaíba								Rio Canindé			
	CAS-02		CAS-02		CAS-03		CAS-03		CAS-07		CAS-07		CAS-06		CAS-06	
	1ª		2ª		1ª		2ª		1ª		2ª		1ª		2ª	
	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%	org./m	%	org./mL	%	org./mL	%
Chlorophyceae																
<i>Actinastrum aciculare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94	10,78
<i>Chlorella vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	19	40,43	-	-	-	-	47	5,39
<i>Chlorococcum infusionum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	6,42
<i>Choricystis cylindracea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	4,36
<i>Coelastrum microporum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	1,03
<i>Crucigenia quadrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	19	40,43	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	2,18
<i>Didymocystis fina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	6,42
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	-	-	-	-	-	-	19	17,12	-	-	-	-	-	-	28	3,21
<i>Monoraphidium contortum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	2,18
<i>Monoraphidium convolutum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	4,36
<i>Monoraphidium tortile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	9,75
<i>Pediastrum duplex</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	3,21
<i>Pediastrum sp.</i>	-	-	-	-	-	-	9	8,11	-	-	-	-	-	-	9	1,03
<i>Radiococcus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	1,03
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	2,18
<i>Scenedesmus ellipticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	1,03
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	-	-	-	-	-	-	9	8,11	-	-	-	-	-	-	28	3,21
Subtotal	0	0	0	0	0	0	37	33,33	38	80,86	0,00	0	0	0	591	67,78
Zygnemaphyceae																

Cont.

Tabela 9.2.4.3-4. Densidade Numérica (org./mL) e Abundância Relativa (%) do Fitoplâncton.

Composição Taxonômica	Riacho do Riachão				Rio Parnaíba								Rio Canindé			
	CAS-02		CAS-02		CAS-03		CAS-03		CAS-07		CAS-07		CAS-06		CAS-06	
	1ª		2ª		1ª		2ª		1ª		2ª		1ª		2ª	
	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%
<i>Closterium gracile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	1,03
Subtotal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1,03
Euglenophyceae																
<i>Euglena</i> sp1.	-	-	-	-	-	-	9	8,11	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phacus ovum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	12,16	-	-	9	1,03
<i>Trachelomonas oblonga</i>	-	-	9	8,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trachelomonas volvocina</i>	-	-	56	54,90	9	50,00	28	25,23	9	19,15	56	75,68	19	67,86	169	19,38
<i>Trachelomonas</i> sp.	9	33,33	-	-	9	50,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Strombomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	9	33,33	65	63,73	18	100	37	33,33	9	19,15	65	87,84	19	67,86	178	20,41
Bacillariophyceae																
<i>Achnanthyidium minutissimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	1,03
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	-	-	-	-	-	-	9	8,11	-	-	9	12,16	-	-	-	-
<i>Nitzschia</i> sp1.	-	-	19	18,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia</i> sp2.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	2,18
<i>Pinnularia</i> sp.	-	-	9	8,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Planothidium</i> sp.	-	-	9	8,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra</i> sp.	-	-	-	-	-	-	9	8,11	-	-	-	-	-	-	9	1,03
Subtotal	0	0	37	36,27	0	0	18	16,22	0	0	9	12,16	0	0	37	4,24
Cryptophyceae																
<i>Cryptomonas erosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	32,14	38	4,36

Cont.

Tabela 9.2.4.3-4 Densidade Numérica (org./mL) e Abundância Relativa (%) do Fitoplâncton.

Composição Taxonômica	Riacho do Riachão				Rio Parnaíba								Rio Canindé			
	CAS-02		CAS-02		CAS-03		CAS-03		CAS-07		CAS-07		CAS-06		CAS-06	
	1ª		2ª		1ª		2ª		1ª		2ª		1ª		2ª	
	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%	org./mL	%
<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>	-	-	-	-	-	-	19	17,12	-	-	-	-	-	-	19	2,18
<i>Cryptomonas sp.</i>	9	33,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	9	33,33	0	0	0	0	19	17,12	0	0	0	0	9	32,14	57	6,54
Chrysophyceae																
<i>Mallomonas sp.</i>	9	33,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	9	33,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	27	100	102	100	18	100	111	100	47	100	74	100	28	100	872	100

Na área de estudo, foram obtidas baixas densidades de algas, variando de 18 org/mL ao máximo de 872 org/mL. Esses resultados podem ser atribuídos à alta velocidade de corrente e a reduzidas dimensões dos biótopos amostrados, além da acidez e dos altos níveis de turbidez, que caracterizaram os rios na primeira campanha.

Os Pontos CAS-02, riacho do Riachão, e CAS-03, rio Parnaíba, apresentaram as menores densidades, durante a primeira campanha. Em contraste, no rio Canindé (Ponto CAS-06) foi registrado valor mais elevado de densidade durante a segunda amostragem, devido, principalmente à contribuição das clorófitas (591 org./mL), com destaque das espécies *Actinastrum aciculare* e *Monoraphidium tortile*.

Baixos valores de abundância fitoplanctônica são comumente observados em ambientes lóticos. Condições favoráveis para o desenvolvimento do fitoplâncton ocorrem preferencialmente em sistemas aquáticos com reduzida velocidade de fluxo, pequena profundidade, transparência elevada e altas concentrações de nutrientes minerais, sobretudo fósforo (Basu e Pick, 1995).

A classe Euglenophyceae destacou-se como o grupo mais abundante na maioria dos pontos amostrados na área de influência direta do AHE Castelhana, constituindo os únicos representantes do fitoplâncton (100% de abundância relativa) no Ponto CAS-03, rio Parnaíba, durante a primeira campanha. Conforme citado, essa classe é composta de algas com distribuição cosmopolita, especialmente em ambientes aquáticos continentais, e podem ocorrer principalmente em águas com elevados teores de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo (Alves da Silva; Bridi, 2004).

Comparando as distintas campanhas, observou-se na segunda amostragem um aumento na densidade algal em todos os pontos analisados. Na avaliação quantitativa não foram detectadas células de cianobactérias.

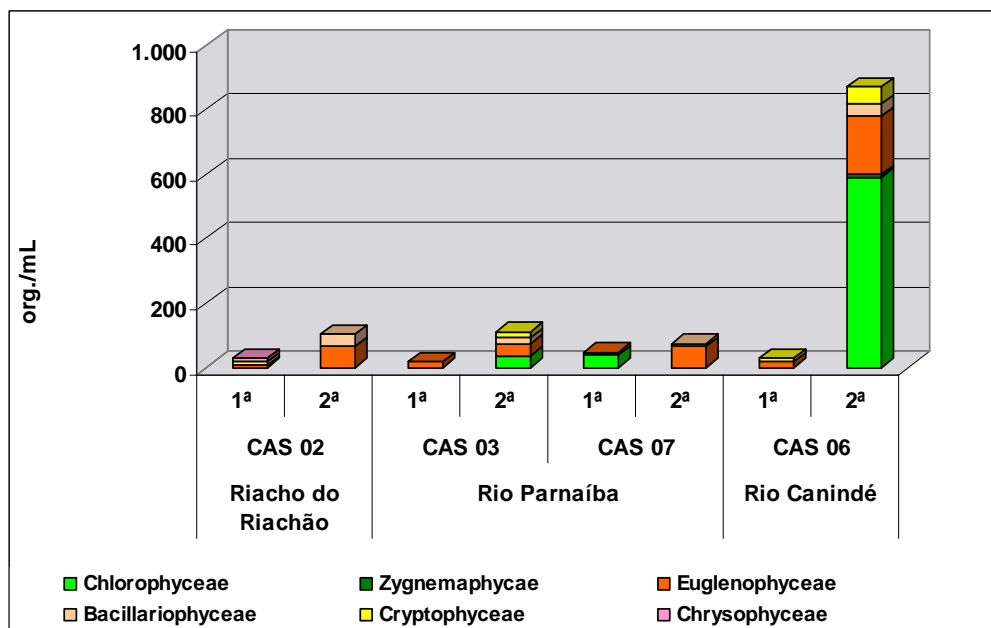


Gráfico 9.2.4.3-2 Densidade do Fitoplâncton (org./mL) - AHE Castelhana.

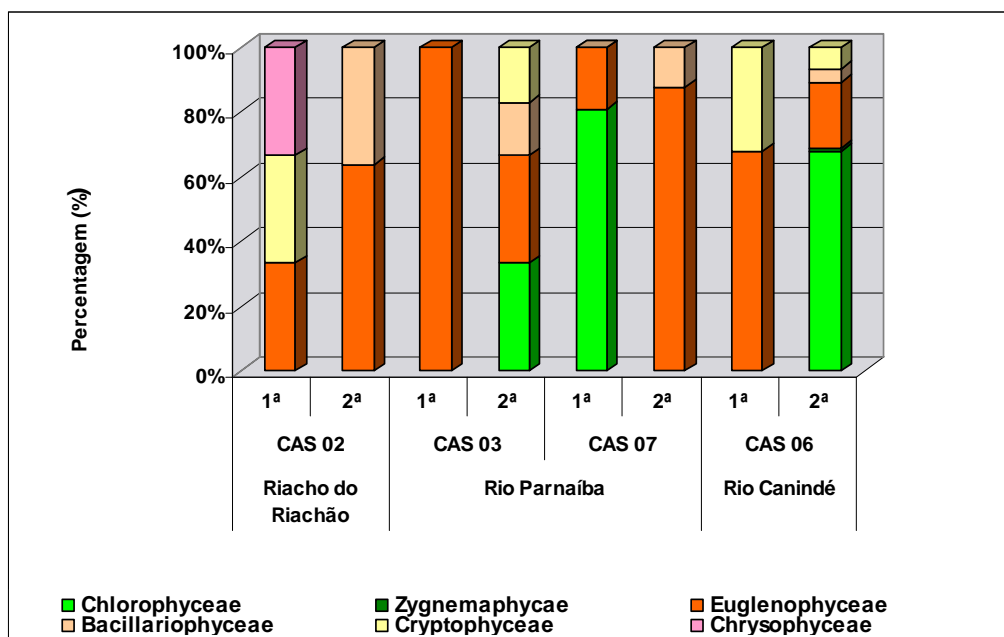


Gráfico 9.2.4.3-3. Abundância Relativa do Fitoplâncton (%) - AHE Castelhana

Para avaliar a diversidade de organismos, utilizou-se índice de Shannon-Wiener (H'), que relaciona o número de espécies e a distribuição das abundâncias entre as diferentes espécies de determinada amostra.

No presente estudo, os valores do índice de diversidade no geral foram baixos (< 2 bits.ind⁻¹) registrando baixa variação entre quase todos os pontos amostrados nos dois períodos de coleta (Tabela 9.2.4.3-5; Gráfico 9.2.4.3-4), exceto nos pontos CAS-03 e CAS-06, ambos na segunda campanha (> 2 bits.ind⁻¹) refletindo as baixas riquezas e tendência à dominância de poucos táxons.

Os valores de equitabilidade foram superiores a 0,5, mostrando boa distribuição dos indivíduos nas amostras. O valor máximo no índice de equitabilidade (1,0) ocorreu nos Pontos CAS-02 e CAS-03 (primeira campanha).

Tabela 9.2.4.3-5 Valores de Diversidade (bits.ind⁻¹) e Equitabilidade do Fitoplâncton - AHE Castelhana.

Índice	Riacho do Riachão		Rio Parnaíba				Rio Canindé	
	CAS-02		CAS-03		CAS-07		CAS-06	
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
Diversidade	1,59	1,85	1,00	2,84	1,51	1,04	0,91	4,08
Equitabilidade	1,00	0,80	1,00	0,95	0,96	0,66	0,91	0,88

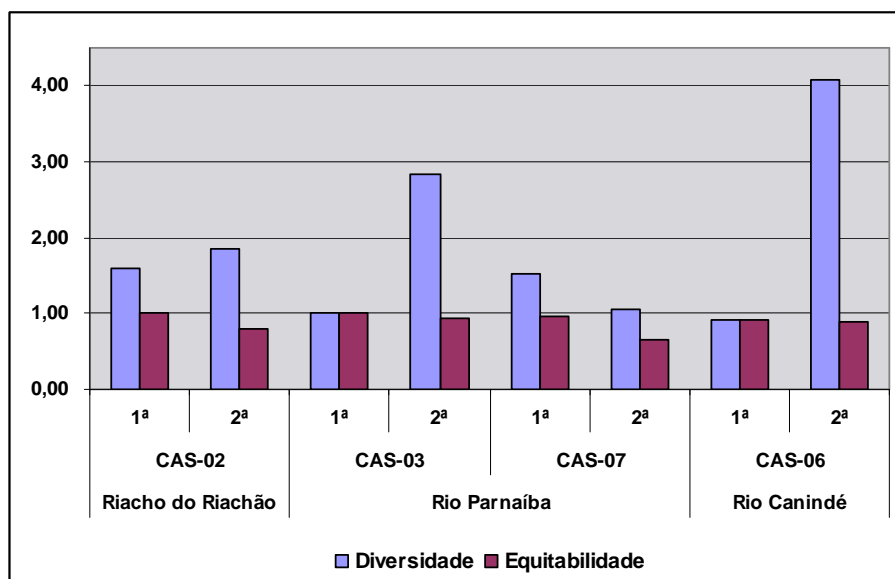


Gráfico 9.2.4.3-4 Diversidade (bits.ind⁻¹) e Equitabilidade do Fitoplâncton - AHE Castelhana.

Os resultados do índice de similaridade de Bray-Curtis (Krebs, 1989) aplicado para análise da comunidade fitoplanctônica apontaram para um agrupamento entre os Pontos CAS-02 e CAS-03 (0,40) e CAS-03 e CAS-06 (0,39) na primeira campanha (Gráfico 9.2.4.3-5), devido a baixa densidade de organismos.

Na segunda campanha (Gráfico 9.2.4.3-6), maior similaridade foi observada entre os Pontos CAS-07 e CAS-02 (0,63), com predomínio da classe Euglenophyceae. Nesta campanha, os valores referentes ao índice de similaridade foram mais elevados em comparação com o período anterior.

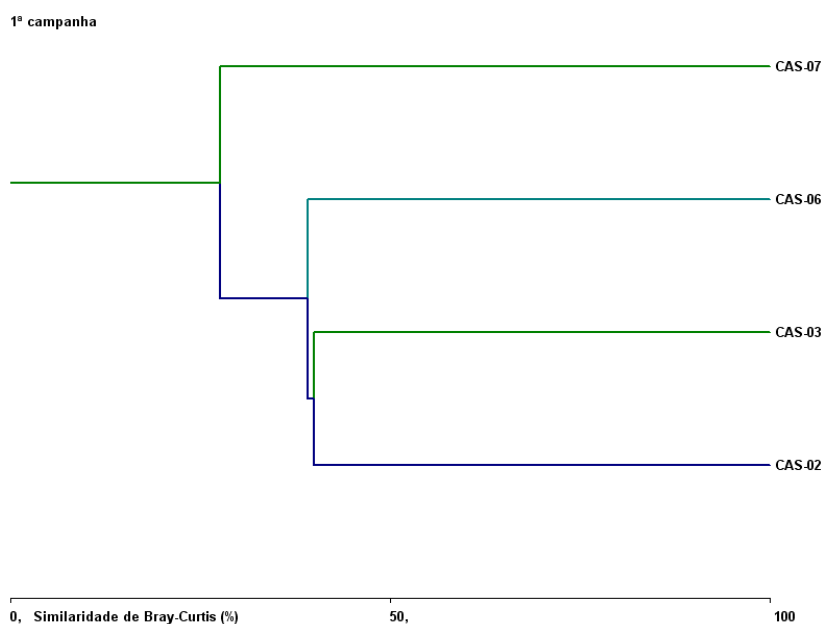


Gráfico 9.2.4.3-5 Dendrograma de Similaridade do Fitoplâncton na Primeira Campanha - AHE Castelhana.

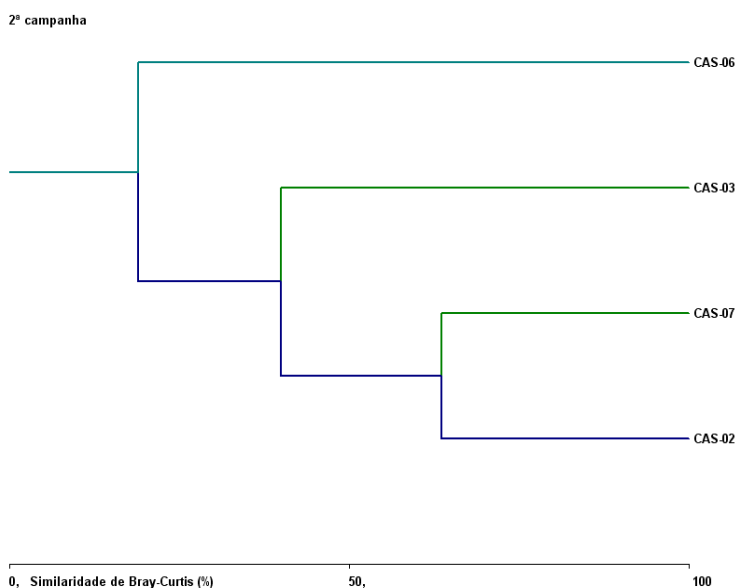


Gráfico 9.2.4.3-6 Dendrograma de Similaridade do Fitoplâncton na Segunda Campanha - AHE Castelhana

b) Zooplâncton

Presente em todos os sistemas lênticos epicontinentais e em todas as faixas latitudinais, o zooplâncton abrange uma grande variedade de espécies, a maioria invertebrados artrópodes. Os organismos zooplanctônicos são seres microscópicos que vivem em diferentes profundidades da coluna d'água, deslocando-se com a correnteza. O zooplâncton é composto de centenas de espécies, na sua maioria invertebrados artrópodes, dominado geralmente por quatro grupos principais - protozoários, rotíferos, cladóceros e copépodes.

Muitos desses organismos passam seu ciclo de vida completo no plâncton (holoplâncton ou euplâncton), a exemplo de alguns copépodes e cladóceros, enquanto que outros, como os insetos, compõem temporariamente o plâncton (meroplâncton ou hemiplâncton), na forma de ovos, larvas ou adultos.

O zooplâncton possui enorme complexidade funcional, compreendendo taxas metabólicas elevadas (respiração, nutrição e reprodução), implicando intensa interação com o meio aquático em que habitam. Apresentam nutrição seletiva, ingerindo preferencialmente formas unicelulares de algas em detrimento às filamentosas ou às que possuem espinhos. Os peixes planctívoros exercem importante mecanismo de regulação na abundância e na estrutura das populações de zooplâncton, selecionando visualmente os organismos de maior tamanho. Por tais particularidades estruturais e funcionais, essa é uma das comunidades bióticas que mais prontamente reflete as condições do meio.

Alterações na composição, riqueza de espécies e abundância do zooplâncton estão frequentemente relacionadas a diferentes tipos de impactos como eutrofização, acidificação e alterações hidrológicas (Tundisi, 1997). Espécies sensíveis ao agente poluidor são geralmente eliminadas e as mais resistentes apresentam elevadas taxas de crescimento quantitativo, tornando-se abundantes. Devido a essa grande sensibilidade em relação às mudanças nas características ambientais do sistema, os organismos zooplanctônicos

podem ser considerados sensores refinados no monitoramento da qualidade das águas (Margalef, 1983).

A seguir são apresentados os resultados das análises qualitativa e quantitativa do zooplâncton da primeira e segunda campanha de coleta na AID do AHE Castelhana.

- Análise Qualitativa

A comunidade zooplanctônica na área de influência direta do AHE Castelhana esteve representada por 71 táxons, pertencentes aos seguintes grupos taxonômicos: *Filo Rotifera* - Classe Bdelloidea (1 táxon), Classe Monogononta (32 táxons); *Filo Arthropoda* - Classe Insecta (6 táxons), Classe Arachnida – Ordem Acari (1 táxon); *Sub-Filo Crustacea* – Sub-Ordem Cladocera (7 táxons), Classe Copepoda - Ordem Cyclopoida (5 táxons), Ordem Calanoida (4 táxons), Ordem Harpacticoida (1 táxon), Classe Ostracoda (1 táxon); *Filo Platyhelminthes* – Classe Turbellaria (1 táxon); *Filo Annelida* – Classe Oligochaeta (1 táxon); *Filo Mollusca* – Classe Gastropoda (1 táxon); *Filo Nematoda* (1 táxon) e *Filo Protozoa* (9 táxons).

No presente estudo, observou-se que rotíferos foi o grupo mais relevante na maioria dos pontos amostrados, compondo 46% da riqueza relativa do zooplâncton, seguidos por protozoários (12%), cladóceros (9%), insetos (8%), copépodes ciclopoídes (7%) e calanóides (5%). Os demais táxons foram pouco representativos, contribuindo com apenas 1,4%, cada (**Tabela 9.2.4.3-6**).

Várias pesquisas realizadas na América do Sul revelam os rotíferos como o grupo de maior riqueza específica do zooplâncton (Robertson & Hardy, 1984; Vásquez & Rey, 1989; 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.

A classe Monogononta envolve cerca de 90% das espécies conhecidas, reunindo exemplares de hábitos bentônicos, livre natantes ou sésseis. Dentre estas, merece destaque na AID do AHE Castelhana a família Brachionidae, com 9 táxons.

Os protozoários testáceos, ou tecamebas, são seres unicelulares, eucariontes. Seu desenvolvimento está em geral condicionado à maior disponibilidade de compostos orgânicos solúveis no meio aquático, introduzidos entre outras fontes por esgotos domésticos. Na rede de amostragem, esse grupo esteve representado por nove diferentes gêneros: *Arcella*, *Centropyxis*, *Cucurbitella*, *Cyclopyxis*, *Diffflugia*, *Euglypha*, *Hoogenraadia*, *Lesquereusia* e *Suiadifflugia*. Dentre esses, *Diffflugia*, *Centropyxis* e *Arcella* são reconhecidas por conterem maior número de espécies em variados tipos de ambientes, tanto na comunidade planctônica, como bentônica e na região litorânea (Lansac-Tôha et al., 2004). Esses organismos apresentaram maior riqueza específica no Ponto CAS-03, rio Parnaíba, durante a segunda campanha (9 táxons).

Os microcrustáceos foram representados por sete táxons de cladóceros, além de copépodes ciclopoídes e calanóides, ostrácodos e harpacticóides.

Registrou-se no conjunto zooplanctônico da AID do AHE Castelhan o a ocorrência de espécies não planctônicas, pertencentes aos filos Arthropoda, Annelida, Platyhelminthes, Mollusca e Nematoda, cujos indivíduos podem ter sido levados à coluna d'água por revolvimento dos sedimentos pela ação da correnteza, dos ventos ou chuvas sobre as margens. Dentre esses, destaca-se a classe Insecta, que contribuiu com 8% da riqueza relativa (6 táxons).

Conforme **Tabela 9.2.4.3-6**, a seguir, obteve-se o máximo de 41 táxons, no rio Parnaíba (Ponto CAS-03) e o mínimo de dois táxons nos Pontos CAS-02 e CAS-07, durante a primeira campanha.

Tabela 9.2.4.3-6 Riqueza do Zooplâncton – N° de táxons - AHE Castelhan o

Composição Taxonômica	Riacho do Riachão		Rio Parnaíba				Rio Canindé		Riqueza Total	Riqueza Relativa (%)
	CAS- 02		CAS- 03		CAS- 07		CAS- 06			
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª		
campanhas										
Filo ROTIFERA	1	0	17	10	0	5	6	12	33	46,48
Filo ARTHROPODA	Classe Insecta	0	1	4	3	0	1	0	6	8,45
	Ordem Acari	0	0	1	1	0	0	0	1	1,41
	Subordem Cladocera	0	0	6	4	1	1	0	7	9,86
Subfilo Crustacea	Ordem Cyclopoida	1	0	4	3	0	1	2	5	7,04
	Ordem Calanoida	0	0	3	2	0	0	1	4	5,63
	Ordem Harpacticoida	0	0	1	1	0	0	0	1	1,41
	Classe Ostracoda	0	1	1	0	0	0	1	1	1,41
Filo PLATYHELMINTHES	Classe Turbellaria	0	0	0	0	0	1	0	1	1,41
Filo ANNELIDA	Classe Oligochaeta	0	1	1	0	0	0	0	1	1,41
Filo MOLLUSCA	Classe Gastropoda	0	0	1	1	0	0	0	1	1,41
Filo NEMATODA		0	0	1	0	0	0	0	1	1,41
Filo PROTOZOA (Tecamebas)		0	0	1	9	1	0	0	9	12,68
Total	2	3	41	34	2	9	9	15	71	100,00

O **Gráfico 9.2.4.3-7** ilustra a riqueza da comunidade zooplanctônica nos quatro pontos amostrados na AID do AHE Castelhan o. Para uma melhor visualização dos organismos planctônicos, os táxons pertencentes aos filos: Arthropoda, Annelida, Platyhelminthes, Mollusca e Nematoda foram agrupados e classificados como “Outros”.

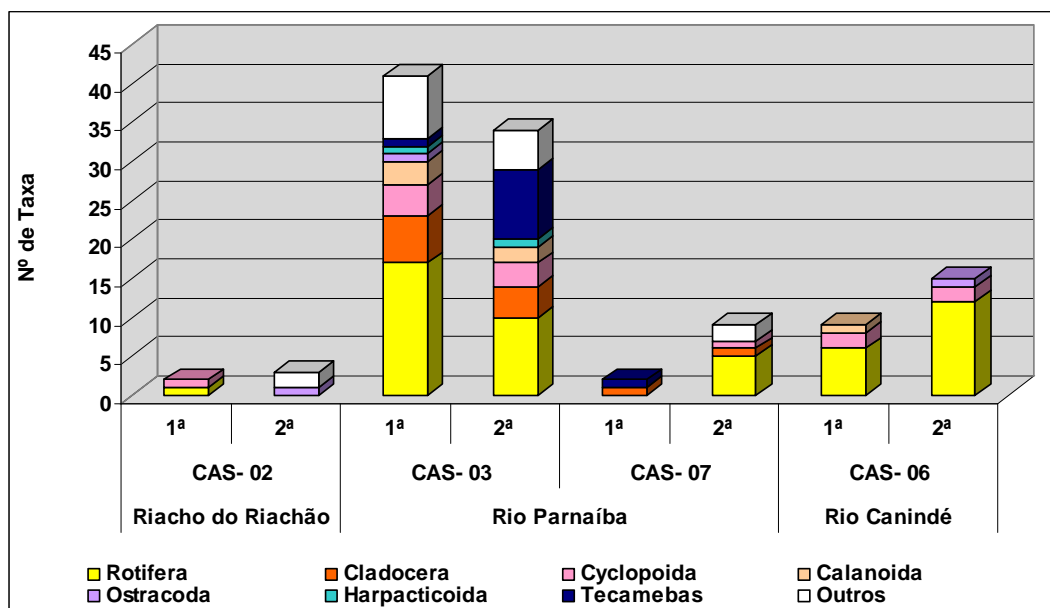


Gráfico 9.2.4.3-7 Riqueza do Zooplâncton (Nº de táxons) - AHE Castelhano

Em relação à distribuição espacial (Tabela 9.2.4.3-6), a maior parte dos táxons inventariados obteve baixa frequência em termos de ocorrência na rede amostral. Do total de 71 táxons identificados, apenas onze estiveram presentes em pelo menos 50% dos pontos analisados, sendo assim considerados mais adaptados ao ambiente aquático em estudo.

Entre os rotíferos, mostraram distribuição mais ampla as espécies *Brachionus calyciflorus*, *B. quadridentatus quadridentatus*, *Lecane bulla*, *L. curvicornis* e *Trichocerca pusilla*.

Destacaram-se também entre os organismos mais frequentes durante a primeira campanha o cladóceros *Bosmina hagmanni*, formas juvenis (náuplios) e adultas de ciclopoídes, com destaque para *Thermocyclops minutus*. Na segunda campanha, os insetos da família Chironomidae, os copepoditos de ciclopoíde e uma espécie não identificada de Ostracoda foram registrados em pelo menos 50% dos pontos analisados (Tabela 9.2.4.3-7).

De forma similar ao fitoplâncton, que reuniu em grande parte seres de hábitos perifíticos, ocorreu também uma resposta do zooplâncton a um ambiente com alta turbulência, ressuspensão de sedimentos nos locais de menor profundidade, disponibilidade de nutrientes a partir da mata ciliar parcialmente afogada, aporte de detritos de margens destituídas de vegetação, favorecendo a ocorrência de microfauna que vive associada preferencialmente a substratos.

Tabela 9.2.4.3-7 Distribuição Espacial e Freqüência do Zooplâncton - AHE Castelhana.

Composição Taxonômica	Riacho do Riachão		Rio Parnaíba				Rio Canindé		Frequência Relativa (%)	
	CAS- 02		CAS-03		CAS-07		CAS-06		1ª	2ª
Campanhas	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
Filo ROTIFERA										
Classe Digononta										
Espécies não identificadas									25,00	25,00
Classe Monogononta									-	-
<i>Ascomorpha ecaudis</i>									25,00	-
<i>Asplanchna cf. sieboldi</i>									-	25,00
<i>Asplanchna girodi</i>									-	25,00
<i>Asplanchna silvestrii</i>									-	25,00
<i>Brachionus budapestinensis</i>									-	25,00
<i>Brachionus calyciflorus</i>									-	75,00
<i>Brachionus caudatus f. personatus</i>									-	25,00
<i>Brachionus falcatus</i>									25,00	-
<i>Brachionus patulus</i>									25,00	-
<i>Brachionus quadridentatus quadridentatus</i>									25,00	75,00
<i>Brachionus quadridentatus mirabilis</i>									25,00	-
<i>Dicranophorus caudatus</i>									25,00	-
<i>Dipleuchlanis propatula</i>									25,00	25,00
<i>Euchlanis incisa</i>									25,00	25,00
<i>Filinia opoliensis</i>									25,00	25,00
<i>Hexarthra sp.</i>									25,00	-
<i>Lecane bulla</i>									50,00	50,00
<i>Lecane curvicornis</i>									25,00	50,00
<i>Lecane lunaris</i>									25,00	-
<i>Lecane sp.</i>									-	25,00
<i>Lecane papuana</i>									25,00	-
<i>Manfredium eudactylota</i>									-	25,00
<i>Mytilina bisulcata</i>									-	25,00
<i>Platylas leloupi</i>									25,00	-
<i>Platyonus patulus macracanthus</i>									25,00	25,00
<i>Platyonus patulus patulus</i>									25,00	-
<i>Polyarthra dolichoptera</i>									-	25,00
<i>Ptygura sp.</i>									25,00	-
<i>Testudinella mucronata</i>									25,00	-
<i>Testudinella patina patina</i>									25,00	25,00
<i>Trichocerca cylindrica</i>									-	25,00
<i>Trichocerca pusilla</i>									50,00	-
Filo ARTHROPODA									-	-
Classe Insecta									-	-
Chaoboridae									-	25,00
Chironomidae									25,00	75,00
Culicidae									25,00	-
Ephemeroptera									25,00	-
Odonata									25,00	-
Plecoptera									-	25,00
Classe Arachnida									-	-
Ordem Acari									-	-
Espécie não identificada									25,00	25,00
Subfilo Crustacea									-	-
Subordem Cladocera									-	-
<i>Bosmina hagmanni</i>									50,00	25,00
<i>Bosmina longirostris</i>									-	25,00
<i>Ceriodaphnia cornuta cornuta</i>									25,00	25,00
Chydoridae não identificado									25,00	-
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>									25,00	-
<i>Macrothrix spp.</i>									25,00	25,00

Cont.

Tabela 9.2.4.3-6. Distribuição Espacial e Freqüência do Zooplâncton - AHE Castelhana.

Composição Taxonômica	Riacho do Riachão		Rio Parnaíba				Rio Canindé		Frequência Relativa (%)	
	CAS- 02		CAS -03		CAS- 07		CAS -06		1ª	2ª
Campanhas	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
<i>Moina minuta</i>									25,00	25,00
Classe Copepoda									-	-
Ordem Cyclopoida									-	-
Náuplio									50,00	50,00
Copepodito									25,00	75,00
<i>Mesocyclops cf. meridianus</i>									25,00	-
<i>Thermocyclops decipiens</i>									25,00	-
<i>Thermocyclops minutus</i>									50,00	25,00
Ordem Calanoida									-	-
Náuplio									25,00	25,00
Copepodito									25,00	25,00
<i>Notodiaptomus cearensis</i>									25,00	-
<i>Notodiaptomus henseni</i>									25,00	-
Ordem Harpacticoida									-	-
Espécie não identificada									25,00	25,00
Classe Ostracoda									-	-
Espécie não identificada									25,00	50,00
Filo PLATHYELMINTES									-	-
Classe Turbellaria									-	-
Espécie não identificada									-	25,00
Filo ANNELIDA									-	-
Classe Oligochaeta									-	-
Espécie não identificada									25,00	25,00
Filo MOLLUSCA									-	-
Classe Gastropoda									-	-
Espécie não identificada									25,00	25,00
Filo NEMATODA									-	-
Espécie não identificada									25,00	-
TECAMEBAS									-	-
<i>Arcella</i>									25,00	25,00
<i>Centropyxis</i>									-	25,00
<i>Cucurbitella</i>									-	25,00
<i>Cyclopyxis</i>									-	25,00
<i>Diffugia</i>									-	25,00
<i>Euglypha</i>									-	25,00
<i>Hoogenraadia</i>									-	25,00
<i>Lesquereusia</i>									25,00	25,00
<i>Suiadiffugia</i>									-	25,00
Total	2	3	41	34	2	9	9	15		

- Análise quantitativa

Os gráficos 9.2.4.3-8 e 9.2.4.3-9 e a Tabela 9.2.4.3-8 apresentam a Densidade Numérica (org./m³) e Abundância Relativa (%) do zooplâncton no AHE Castelhana.

No AHE Castelhana, as concentrações totais de organismos zooplanctônicos oscilaram entre 10 org./m³ (CAS-07, primeira campanha) e 3.700 org./m³ (Ponto CAS-03, segunda campanha).

Em todos os pontos avaliados houve um incremento na densidade da comunidade zooplanctônica durante a segunda campanha de amostragem. Esse resultado pode estar associado à redução da vazão e à melhoria geral da qualidade da água verificadas na última coleta (junho/09), o que possivelmente influenciou positivamente na maior densidade de organismos zooplanctônicos.

Nos Pontos CAS-03, CAS-07 e CAS-06, os rotíferos foram abundantes (>81%), durante a segunda campanha. A abundância numérica de rotíferos é normalmente relacionada a ambientes onde há fluxo de sólidos e detritos associados pois, conforme citado, esses organismos possuem hábito filtrador e geralmente apresentam maior capacidade para selecionar nutrientes entre as partículas orgânicas e inorgânicas disponíveis no ambiente.

A fauna zooplanctônica do Ponto CAS-07 (primeira campanha) se caracterizou pela baixa densidade, sendo composta por apenas 10 org./m³, com participação exclusiva do cladócero *Bosmina hagmanni*, que deteve 100% da abundância relativa.

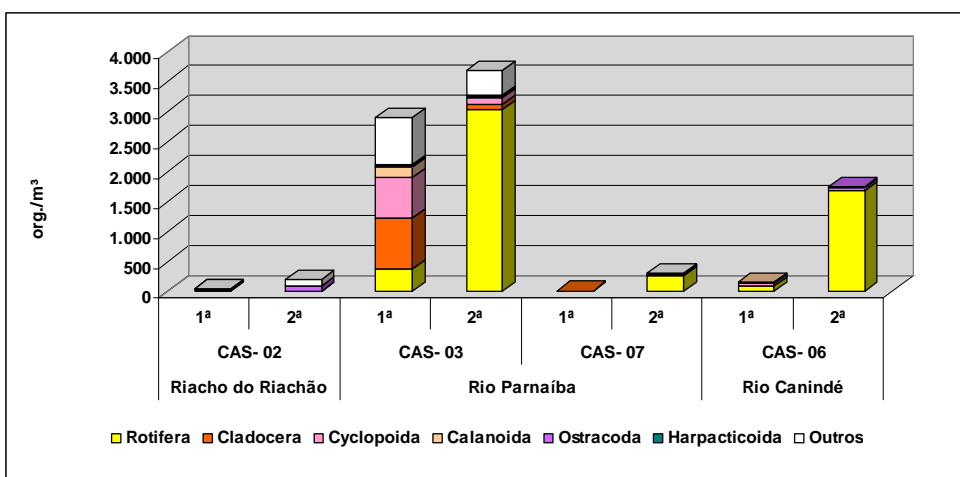


Gráfico 9.2.4.3-8 Densidade do Zooplâncton (org./m³) - AHE Castelhana

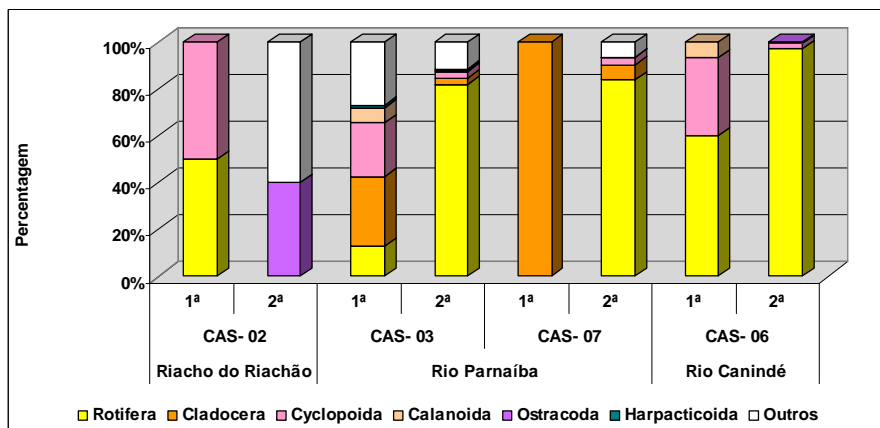


Gráfico 9.2.4.3-9 Abundância Relativa do Zooplâncton (%) - AHE Castelhana

Tabela 9.2.4.3-8 Densidade Numérica (org./m³) e Abundância Relativa (%) do Zooplâncton.

Composição Taxonômica	Riacho do Riachão				Rio Parnaíba								Rio Canindé			
	CAS- 02				CAS -03				CAS- 07				CAS -06			
	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%
campanhas	1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a	
Filo ROTIFERA																
Classe Digononta																
Classe Bdelloidea																
Espécies não identificadas					40,00	1,38					70,00	22,58				
Classe Monogononta																
<i>Ascomorpha ecaudis</i>													10,00	6,67		
<i>Asplanchna cf. sieboldi</i>							1.350,00	36,49								
<i>Asplanchna girodi</i>															150,00	8,62
<i>Asplanchna silvestrii</i>							380,00	10,27								
<i>Brachionus budapestinensis</i>							20,00	0,54								
<i>Brachionus calyciflorus</i>							250,00	6,76			30,00	9,68			100,00	5,75
<i>Brachionus caudatus</i> f. <i>personatus</i>							670,00	18,11								
<i>Brachionus falcatus</i>													20,00	13,33		
<i>Brachionus patulus</i>													30,00	19,99		
<i>Brachionus quadridentatus quadridentatus</i>					10,00	0,34	320,00	8,65			40,00	12,90			10,00	0,57
<i>Brachionus quadridentatus mirabilis</i>					20,00	0,69										
<i>Dicranophorus caudatus</i>					10,00	0,34										
<i>Dipleuchlanis propatula</i>					10,00	0,34									120,00	6,90
<i>Euchlanis incisa</i>					10,00	0,34									10,00	0,57
<i>Filinia opoliensis</i>					20,00	0,69									20,00	1,15
<i>Hexarthra</i> sp.					-	-							10,00	6,67		
<i>Lecane bulla</i>					30,00	1,03	10,00	0,27					10,00	6,67		
<i>Lecane curvicornis</i>					20,00	0,69	10,00	0,27			60,00	19,35			170,00	9,77
<i>Lecane lunaris</i>					70,00	2,41										
<i>Lecane</i> sp.															10,00	0,57
<i>Lecane papuana</i>					20,00	0,69										
<i>Manfredium eudactylota</i>							10,00	0,27								
<i>Mytilina bisulcata</i>															610,00	35,06

Cont.

Tabela 9.2.4.3-8 Densidade Numérica (org./m³) e Abundância Relativa (%) do Zooplâncton.

Composição Taxonômica	Riacho do Riachão				Rio Parnaíba								Rio Canindé			
	CAS- 02				CAS -03				CAS- 07				CAS -06			
	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%
	1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a	
<i>Platyias leloupi</i>					20,00	0,69										
<i>Platyonus patulus macracanthus</i>					30,00	1,03									380,00	21,84
<i>Platyonus patulus patulus</i>					10,00	0,34										
<i>Polyarthra dolichoptera</i>							10,00	0,27								
<i>Ptygura sp.</i>					20,00	0,69										
<i>Testudinella mucronata</i>					10,00	0,34										
<i>Testudinella patina patina</i>					20,00	0,69									10,00	0,57
<i>Trichocerca cylindrica</i>															100,00	5,75
<i>Trichocerca pusilla</i>	20,00	50,00									60,00	19,35	10,00	6,67		
Filo ARTHROPODA																
Classe Insecta																
Chaoboridae							10,00	0,27								
Chironomidae			80,00	40,00	100,00	3,45	200,00	5,41			10,00	3,23				
Culicidae					30,00	1,03										
Ephemeroptera					20,00	0,69										
Odonata					10,00	0,34										
Plecoptera							10,00	0,27								
Classe Arachnida																
Ordem Acari																
Espécie não identificada					30,00	1,03	30,00	0,81								
Subfilo Crustacea																
Subordem Cladocera																
<i>Bosmina hagmanni</i>					260,00	8,97	60,00	1,62	10,00	100,00						
<i>Bosmina longirostris</i>											20,00	6,45				
<i>Ceriodaphnia cornuta cornuta</i>					460,00	15,86	10,00	0,27								
Chydoridae não identificado					10,00	0,34										
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>					80,00	2,76										
<i>Macrothrix spp.</i>					40,00	1,38	10,00	0,27								
<i>Moina minuta</i>					10,00	0,34	20,00	0,54								

Cont.

Tabela 9.2.4.3-8 Densidade Numérica (org./m³) e Abundância Relativa (%) do Zooplâncton.

Composição Taxonômica	Riacho do Riachão				Rio Parnaíba								Rio Canindé			
	CAS- 02				CAS -03				CAS- 07				CAS -06			
	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%	org./m ³	%
campanhas	1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a	
Classe Copepoda																
Ordem Cyclopoida																
Náuplio					200,00	6,90	50,00	1,35					20,00	13,33	30,00	1,72
Copepodito					350,00	12,07	40,00	1,08			10,00	3,23			10,00	0,57
<i>Mesocyclops cf. meridianus</i>					10,00	0,34										
<i>Thermocyclops decipiens</i>													30,00	20,00		
<i>Thermocyclops minutus</i>	20,00	50,00			110,00	3,79	10,00	0,27								
Ordem Calanoida																
Náuplio					50,00	1,72	20,00	0,54								
Copepodito					70,00	2,41	10,00	0,27								
<i>Notodiaptomus cearensis</i>													10,00	6,67		
<i>Notodiaptomus henseni</i>					60,00	2,07										
Ordem Harpacticoida																
Espécie não identificada					30,00	1,03	10,00	0,27								
Classe Ostracoda																
Espécie não identificada			80,00	40,00	10,00	0,34									10,00	0,57
Filo PLATHYELMINTES																
Classe Turbellaria																
Espécie não identificada										10,00	3,23					
Filo ANNELIDA																
Classe Oligochaeta																
Espécie não identificada			40,00	20,00	100,00	3,45										
Filo MOLLUSCA																
Classe Gastropoda																
Espécie não identificada					330,00	11,38	180,00	4,86								
Filo NEMATODA																
Espécie não identificada					160,00	5,52										
Total	40,00	100,00	200,00	100,00	2.900,00	99,93	3.700,00	100,00	10,00	100,00	310,00	100,00	150,00	100,00	1.740,00	100,00

Os resultados do índice de similaridade da comunidade zooplanctônica tanto na primeira, como na segunda campanha (**Gráficos 9.2.4.3-10 e 9.2.4.3-11**) indicam um padrão de baixa similaridade entre os distintos pontos analisados. Em nenhum dos trechos avaliados, o grau de semelhança atingiu 50% .

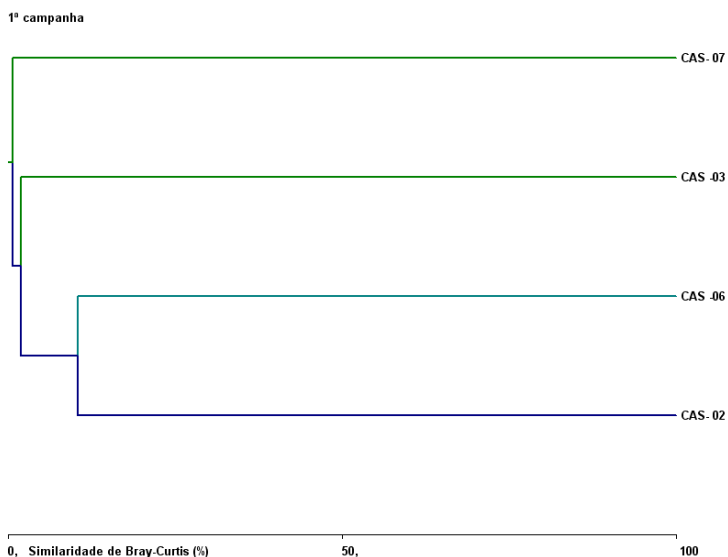


Gráfico 9.2.4.3-10 Dendrograma de Similaridade do Zooplâncton - AHE Castelhana (1ª campanha).

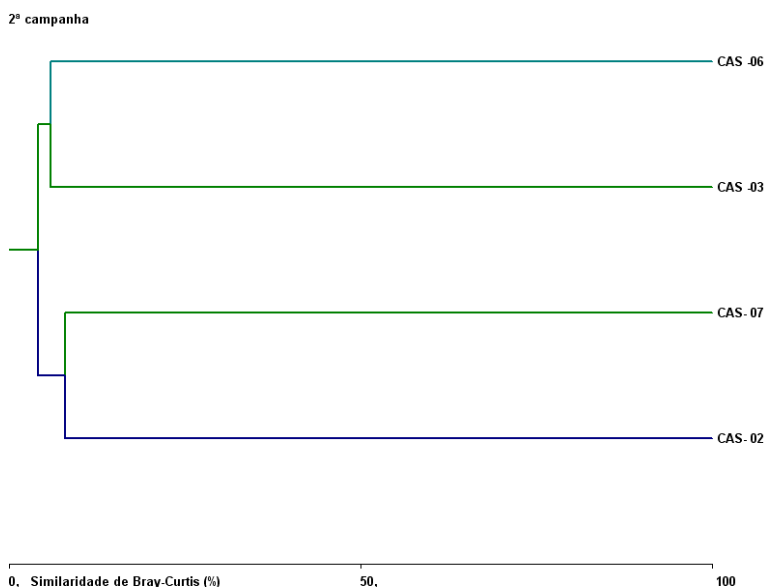


Gráfico 9.2.4.3-11 Dendrograma de Similaridade do Zooplâncton - AHE Castelhana (2ª campanha).

A **Tabela 9.2.4.3-9** e mostra os valores de diversidade (bits.ind^{-1}) e equitabilidade da comunidade zooplanctônica da área do AHE Castelhana.

Os resultados do Índice de Diversidade (Shannon-Wiener (H')) oscilaram entre 0,44 bits.mL⁻¹ (Ponto CAS-07) e 4,31 bits.mL⁻¹ (Ponto CAS-03) (**Gráfico 9.2.4.3-12**).

Os Pontos CAS-03, localizado no rio Parnaíba, e o CAS-06, no rio Canindé, apresentaram a maior diversidade de espécies. Entre a primeira e a segunda campanha, nestes mesmos ambientes, ocorreu um declínio na diversidade de espécies. No entanto, no Ponto CAS-07, localizado também no rio Parnaíba e CAS-02, no riacho do Riachão, pontos que apresentaram menor diversidade, houve um incremento da diversidade de organismos na segunda campanha em relação a primeira.

Em relação aos resultados de equitabilidade, houve uma variação entre 0,44 no Ponto CAS-07 (primeira campanha) e 1,00 no Pontos CAS02 (primeira campanha). Nos demais pontos, os valores variaram entre 0,65 e 0,96. Em média, os valores foram superiores a 0,5 indicando boa distribuição dos organismos nas amostras.

Tabela 9.2.4.3-9 Diversidade (bits.ind⁻¹) e Equitabilidade da Comunidade Zooplancônica - AHE Castelhana

Índice	Riacho do Riachão		Rio Parnaíba				Rio Canindé	
	CAS-02		CAS-03		CAS-07		CAS-06	
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
Diversidade	1,00	1,52	4,31	3,01	0,44	2,84	3,01	2,81
Equitabilidade	1,00	0,96	0,81	0,65	0,44	0,89	0,95	0,72

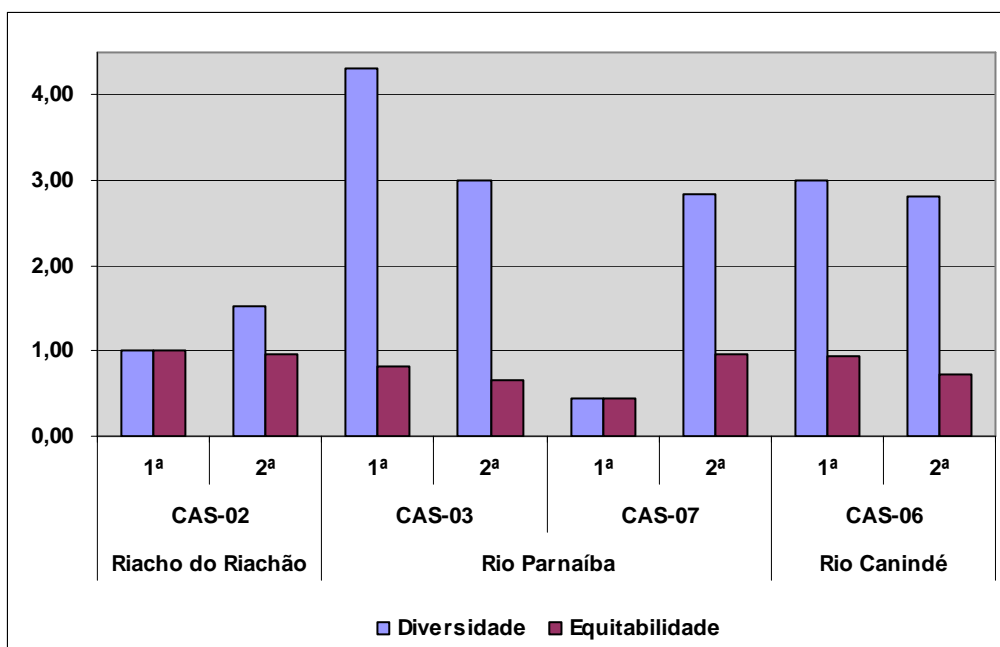


Gráfico 9.2.4.3-12 Diversidade (bits.ind⁻¹) e Equitabilidade da Comunidade Zooplancônica - AHE Castelhana

c) Macroinvertebrados Bentônicos

Sob o aspecto ecológico, a fauna bentônica, isto é, que vive sob ou sobre o substrato, exerce papel preponderante na reciclagem de compostos orgânicos, participando da redistribuição do material de fundo e concorrendo para a decomposição de substâncias potencialmente poluentes. Os macroinvertebrados bentônicos podem habitar a região litorânea e profunda dos corpos d'água, englobando principalmente espécies dos grupos Insecta (insetos) na sua fase larval, Annelida (anelídeos), Nematoda (vermes), Crustacea (crustáceos) e Mollusca (bivalves e gastrópodes).

Essa comunidade compreende organismos de vários níveis tróficos, desde consumidores primários a predadores de topo, que apresentam também uma variedade ampla de hábitos alimentares, incluindo membros coletores (filtradores e comedores de depósitos), raspadores, retalhadores, predadores e parasitas. Formam, portanto, importante elo na teia alimentar dos sistemas aquáticos, transferindo energia a partir de vários níveis e servindo inclusive de alimento a inúmeras espécies de peixes e aves.

Os organismos bentônicos constituem excelentes bioindicadores, pois, além dessas características, são abundantes em todos os tipos de sistema aquáticos, possuem baixa mobilidade, apresentam seletividade quanto ao habitat, refletindo com maior exatidão eventuais desequilíbrios, seja pela introdução de substâncias contaminantes e poluentes nos corpos d'água, seja pela alteração física do substrato ocasionada, por exemplo, pelo transporte de sólidos na área de drenagem.

A utilização da comunidade bentônica permite também traçar uma avaliação temporal das alterações causadas por perturbações no meio aquático, pois, no decorrer de seu ciclo de vida que é relativamente longo (semanas a anos), respondem continuamente às variações ambientais no trecho monitorado, exibindo ampla variedade de tolerância à poluição.

A distribuição e abundância dos organismos bentônicos são influenciadas por aspectos biogeográficos e características do ambiente, tais como tipo de sedimento, teor de matéria orgânica, profundidade, variáveis físicas e químicas da água e presença de macrófitas (Carvalho & Uieda, 2004; Smith et al., 2003; Vidal-Abarca et al, 2004 apud Abílio, et al, 2007).

Alguns fatores são muito importantes para a manutenção da diversidade da fauna bentônica, destacando-se:

- A disponibilidade de oxigênio, que é limitada em ambientes lênticos e nos rios de maior profundidade. Em geral, concentrações de oxigênio dissolvido superiores a 5,0 mg/L são suficientes para manutenção de grande diversidade de organismos bentônicos. Percentuais menores já limitam a existência de organismos sensíveis, como larvas de Ephemeroptera (efemerópteros), passando a dominar seres resistentes como os vermes da família Tubificidae (tubificídeos) e as larvas da família Chironomidae (quironomídeos).
- A preservação do substrato no fundo dos rios, que é o local de fixação e abrigo da maioria desses organismos, e a manutenção das matas ciliares, exercem papel preponderante para esses seres, seja pela estabilidade que conferem às margens dos cursos d'água, seja pela introdução de alimentos necessários à sobrevivência desses seres.

- As alterações na morfologia dos rios oriundas da erosão do solo e o assoreamento da calha principal desses corpos d'água afetam diretamente a disposição dos habitats aquáticos utilizados pelas comunidades bentônicas. Ao longo do tempo, o acúmulo progressivo desses sedimentos no leito dos rios promove uma uniformização do fundo pelo preenchimento das reentrâncias e também a perda de diferenciação entre áreas de remanso e de correnteza (Egler, 2002).
- Além do aspecto físico, o carreamento de sólidos pode interferir diretamente sobre os organismos, podendo ser abrasivos e provocar danificação de estruturas respiratórias, eliminando as comunidades mais sensíveis, como as ninfas e larvas de efemerópteros e plecópteros (Egler, 2002).

Em regiões semi-áridas, a natureza temporária e as flutuações no nível da água dos corpos d'água são aspectos determinantes para o processo de colonização e adaptação de sua biocenose (Abílio, et al, 2007).

No período de cheia, tende a ocorrer uma homogeneização das condições físicas, químicas e biológicas pelo aumento do volume da água e elevação dos níveis de turbidez pela entrada de matéria orgânica e de nutrientes de origem alóctone (Abílio 2002).

A época de estiagem pode levar a um aumento nas populações de invertebrados em função dos seguintes fatores (Extence, 1981): aumento no suplemento alimentar, na forma de detritos provenientes da vegetação ciliar; ausência das inundações acarreta maior estabilidade do substrato e da biota associada; maior aquecimento e fotoperíodo podem contribuir para o aumento das taxas reprodutivas dos indivíduos; a redução na profundidade da coluna de água pode favorecer algumas espécies de larvas de insetos que se alimentam por filtração, além de provocar um efeito de concentração, diminuir a área de colonização, resultando em maiores densidades (Abílio, et al, 2007)

Para os ambientes temporários, em especial os lênticos, as características do sedimento, o teor de matéria orgânica e a presença de macrófitas, principalmente nas lagoas temporárias, podem favorecer a instalação de organismos bentônicos. As macrófitas aquáticas podem desempenhar um importante papel como substrato, lugar de refúgio e alimentação (Blanco-Belmonte et al., 1998 *apud* Abílio, et al, 2007).

Essas adaptações são de suma importância para as espécies de macroinvertebrados de regiões semi-áridas, pois permitem a recolonização quando as condições ambientais tornarem-se favoráveis novamente, a exemplo dos ostrácodas que produzem ovos de resistência, permitindo a viabilidade dos mesmos por longos períodos de estiagem (Abílio, et al, 2007).

A seguir são listados os táxons identificados na primeira e segunda campanhas de levantamento da comunidade bentônica dos pontos inseridos na área de influência direta do AHE Castelhanao.

- Análise Qualitativa

Os dados obtidos nas duas campanhas de macroinvertebrados bentônicos realizadas em fevereiro/março e maio/junho de 2009 na área de estudo da AHE Castelhanao são

apresentados, a seguir, na **Tabela 9.2.4.3-10** e no **Gráfico 9.2.4.3-13** “Riqueza de Espécies da Comunidade Bentônica”.

A fauna bentônica dos cursos d'água esteve representada por 23 táxons pertencentes a onze grupos: *Filo Arthropoda*: Classe Insecta - Ordem Ephemeroptera (5 táxons), Ordem Diptera (6 táxons), Ordem Odonata (1 táxon), Ordem Trichoptera (3 táxons), Ordem Coleoptera (2 táxons), Ordem Collembola (1 táxon), Classe Arachnida – Ordem Acari - Subordem Hydracarina (1 táxon); *Filo Mollusca*: Classe Gastropoda (1 táxon); *Filo Annelida*: Classe Oligochaeta (1 táxon), Classe Hirudinea (1 táxon); e *Filo Nematoda* (1 táxon).

Reproduzindo um padrão observado nos sistemas aquáticos tropicais, os cursos d'água analisados ,mantiveram como principais representantes dos macroinvertebrados bentônicos as larvas de insetos. Esses organismos passam parte da vida ou seu ciclo completo associada ao substrato de fundo, sendo que para alguns deles a fase larvária é muito mais prolongada que a adulta.

O grupo mais expressivo amostrado em ambas as campanhas foi a ordem Díptera, com 26% da riqueza relativa, seguida de Ephemeroptera (21%) e Trichoptera (13%).

Os insetos da ordem Diptera (larvas de moscas e mosquitos) se desenvolvem em grande número nos ambientes lacustres e fluviais, participando significativamente da composição faunística destes meios. Os adultos depositam ovos na superfície das águas e dão origem a um número elevado de larvas que colonizam em geral sedimentos arenosos e lodosos, além da vegetação aquática.

Os efemerópteros se caracterizam por conter organismos que vivem em águas limpas e bem oxigenadas, geralmente em lagoas rasas. Algumas famílias vivem apenas no lodo de lagoas calmas ou escondidas sob pedras ou vegetação. As ninfas dessa ordem possuem corpo alongado, cabeça e olhos grandes, brânquias muito grandes, foliáceas ou em forma de penas, situadas lateralmente, aos pares, em cada um dos segmentos abdominais.

Os Trichoptera (tricópteros) possuem aspecto vermiforme, cujo corpo muitas vezes é protegido por uma "casa" constituída por grãos de areia e outros materiais retirados do meio onde habitam. Os organismos dessa ordem são freqüentes em águas correntes e com alto teor de oxigênio dissolvido. Produzem uma garra usada como acessório para se fixar ao substrato o que lhe permite ampla distribuição em distintos micro-habitats.

Em relação à tolerância frente a adversidades ambientais, Goulart e Callisto (2003) classificam os macroinvertebrados bentônicos em três grupos principais, quais sejam: organismos sensíveis ou intolerantes, organismos tolerantes e organismos resistentes.

O primeiro grupo compreende principalmente os representantes das ordens de insetos aquáticos Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera, que são caracterizados por necessitarem de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido na água.

O segundo grupo é formado por uma ampla variedade de insetos aquáticos bem como outros invertebrados, como os moluscos. Os animais que se enquadram nesse grupo não requerem uma demanda tão elevada de oxigênio dissolvido, e se adaptam a uma maior diversidade de ambientes.

O terceiro grupo é formado por organismos extremamente tolerantes, especialmente por larvas de Chironomidae e outros Diptera e por toda a classe Oligochaeta. Estes organismos podem viver em condições de depleção total de oxigênio por várias horas, além de serem detritívoros, se alimentando da matéria orgânica depositada no sedimento, o que favorece a sua adaptação aos mais diversos ambientes.

Nessa perspectiva, os resultados obtidos na AID do AHE Castelhana apontam que o sistema aquático amostrado não está severamente comprometido, mas já reflete uma condição de déficit de oxigênio nas camadas mais profundas.

Organismos das classes Gastropoda (Filo Mollusca) e Hirudinea (Filo Annelida) não foram amostrados na primeira campanha, ocorrendo somente na segunda amostragem.

Conforme **Tabela 9.2.4.3-10** e **Gráfico 9.2.4.3-13**, apresentadas a seguir, o máximo de riqueza na primeira campanha foi registrado nos Pontos CAS-02 (canal), localizado no riacho do Riachão e CAS-03 (margem esquerda), localizado no rio Parnaíba, ambos com 6 táxons. Na segunda campanha a maior riqueza foi registrada na margem esquerda do Ponto CAS-03, com 10 táxons. Em contraste, a menor riqueza foi observada nos Pontos CAS-02 (margens direita e esquerda) e no Ponto CAS-07 (canal).

Na maioria dos trechos avaliados, exceto no Ponto CAS-02, a maior riqueza de espécies foi encontrada nas margens dos corpos d'água, locais em geral mais rasos que o centro, com granulometria mais fina e maior quantidade de material alóctone, o que favorece a manutenção e desenvolvimento dos organismos bentônicos.

Do ponto de vista da distribuição espacial (**Tabela 9.2.4.3-11**), a maior parte dos táxons inventariados obteve baixa frequência na rede amostral. Os dípteros da família Chironomidae foram, em ambas as campanhas, o grupo de maior distribuição na área de influência direta do AHE Castelhana, com 83% e 91% de frequência relativa, na primeira e segunda campanha, respectivamente.

As larvas de Chironomidae são onívoras oportunistas, alimentam-se de diatomáceas, detritos e pequenos animais, exercendo importante papel na decomposição da matéria orgânica. Algumas delas são dotadas de órgãos especiais, como brânquias externas, conseguindo sobreviver em águas fortemente poluídas e em ambientes com baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Muitos representantes dos quironomídeos são típicos de sistemas aquáticos temporários, uma vez que estes possuem várias estratégias para resistir à dessecação do habitat e sobreviver em diferentes condições ambientais (Suemoto, *et al.*, 2004 apud Abílio, *et al.*, 2007).

A família Ceratopogonidae (Diptera) também esteve presente em grande parte dos pontos amostrados (66%) na primeira campanha. São larvas alongadas e vermiformes, habitam preferencialmente ambientes lênticos e se alimentam de detritos ou microorganismos. As espécies hematófagas (adultos) são conhecidas popularmente como mosquito-pólvora.

Os anelídeos da classe Oligochaeta (oligoquetos) tiveram participação expressiva na rede amostral, durante a segunda campanha (66%). Esses organismos são comumente encontrados em sedimentos ricos em matéria orgânica e em geral, resistem a teores de oxigênio dissolvido inferiores a 1,0 mg/L.

Tabela 9.2.4.3-10 Riqueza de Espécies da Comunidade Bentônica (Nº de táxons).

Composição Taxonômica			Riacho do Riachão						Rio Parnaíba						Rio Canindé						Riqueza	Riqueza Relativa (%)						
			CAS 02			CAS 03			CAS 07			CAS 06																
			MD		ME	C	MD		ME	C	MD		ME	C	MD		ME	C										
Campanhas			1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª				
Filo Arthropoda	Classe Insecta	Ordem Diptera	0	1	0	1	1	1	2	3	2	2	2	1	2	3	2	3	1	1	2	2	2	2	2	2	6	26,09
		Ordem Ephemeroptera	1	0	0	0	1	1	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	5	21,74
		Ordem Odonata	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	4,35
		Ordem Trichoptera	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3	13,04
		Ordem Coleoptera	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	8,70
		Ordem Collembola	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4,35
	Classe Arachnida	Ordem Acari	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4,35	
Filo Mollusca	Classe Gastropoda		0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4,35	
Filo Annelida	Classe Oligochaeta		0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	4,35	
	Classe Hirudinea		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4,35	
Filo NEMATODA			0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	4,35	
Total			1	1	1	1	6	4	5	9	6	10	5	2	2	8	4	5	1	3	3	7	3	6	4	4	23	100,00

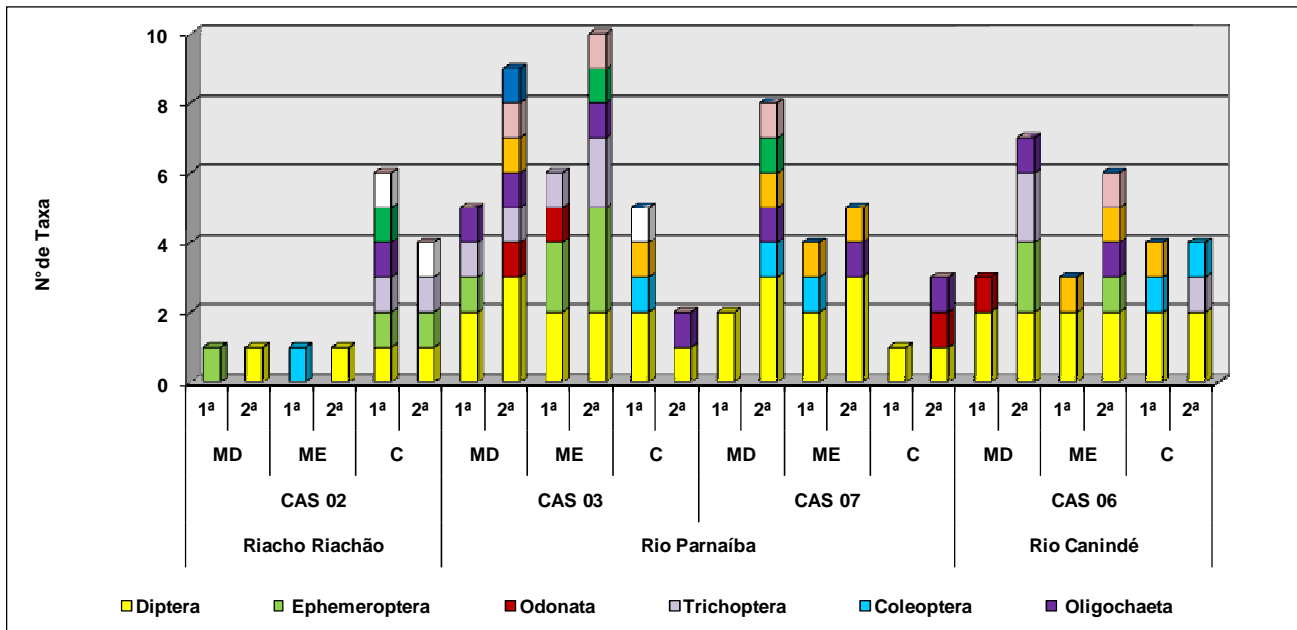


Gráfico 9.2.4.3-13 Riqueza de Espécies da Comunidade Bentônica (Nº de táxons)

Tabela 9.2.4.3-11 Distribuição Espacial da Comunidade Bentônica – AHE Castelhana.

Composição Taxonômica	Riacho do Riachão						Rio Parnaíba									Rio Canindé						Frequência Relativa (%)					
	CAS-02		CAS-03				CAS-07					CAS-06															
	MD		ME		C		MD		ME		C	MD		ME		C	MD		ME		C		1ª	2ª			
campanhas	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª			
Filo ARTHROPODA																											
Classe Insecta																											
Ordem Diptera																											
Família Ceratopogonidae																									66.67	25.00	
Família Chironomidae																										83.33	91.67
Família Dolichopodidae																										-	8.33
Família Ephydriidae																										-	8.33
Família Simuliidae																										-	33.33
Família Stratiomyidae																										-	16.67
Ordem Ephemeroptera																										-	-
Família Baetidae																										-	16.67
Família Caenidae																										8.33	-
Família Ephemeridae																										8.33	-
Família Leptohyphidae																										25.00	25.00
Família Leptophlebiidae																										-	16.67
Ordem Odonata																										-	-
Família Gomphidae																										16.67	16.67
Ordem Trichoptera																										-	-
Família Hydropsychidae																										8.33	33.33
Família Hydroptilidae																										16.67	8.33
Família Leptoceridae																										-	16.67
Ordem Coleoptera																										-	-
Família Gyrinidae (adulto)																										-	8.33
Família Staphylinidae (adulto)																										33.33	8.33
Ordem Collembola																										-	-
Família Entomobryidae																										16.67	8.33
Classe Arachnida																										-	-
Ordem Acari																										-	-
Subordem Hydracarina																										8.33	16.67
Filo MOLLUSCA																										-	-
Classe Gastropoda																										-	33.33
Filo ANNELIDA																										-	-
Classe Hirudinea																										-	8.33
Classe Oligochaeta																										16.67	66.67
Filo NEMATODA																										33.33	33.33
Total	1	1	1	1	6	4	5	9	6	10	5	2	2	8	4	5	1	3	3	7	3	6	4	4			

Com o intuito de avaliar a semelhança dos pontos de coleta do AHE Castelhana quanto às comunidades bentônicas, utilizou-se o Índice de Similaridade Jaccard, cujos resultados são expressos nos **Gráfico 9.2.3.4-14** e **9.2.3.4-15**.

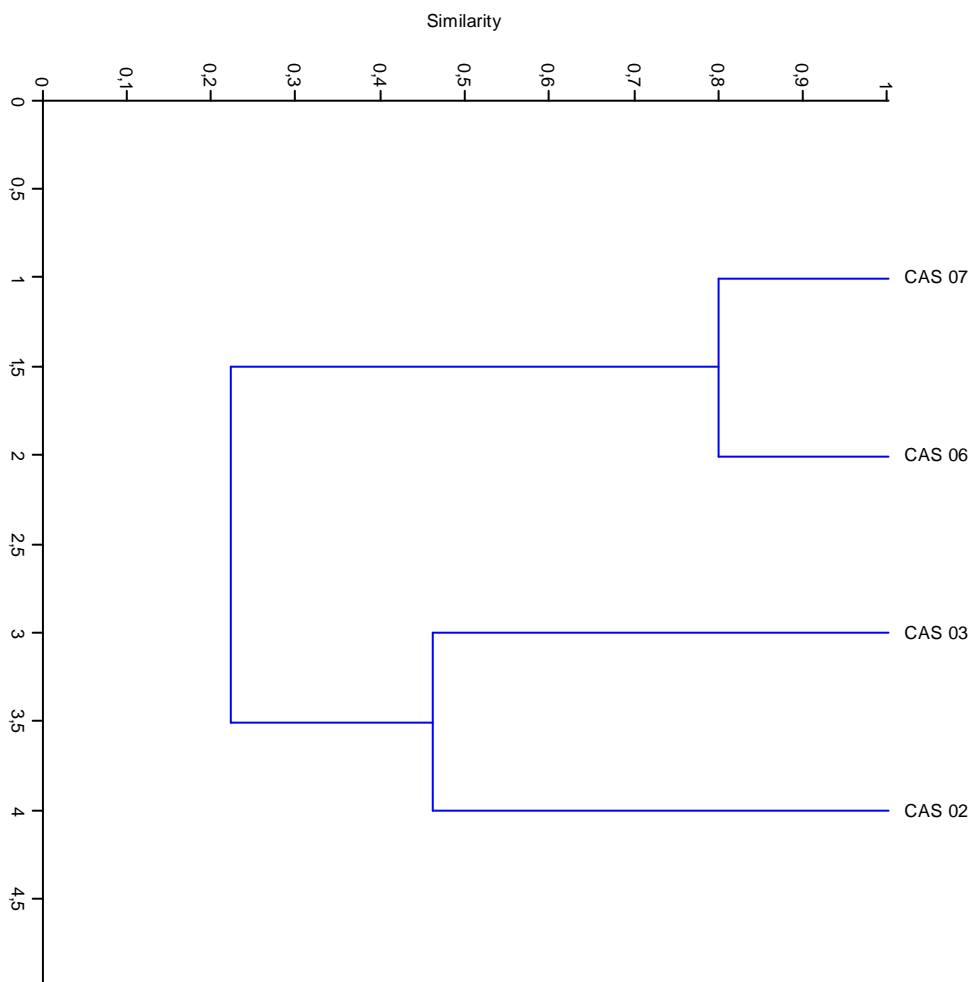


Gráfico 9.2.3.4-14 Dendrograma de Similaridade da Comunidade Bentônica – 1ª campanha.

Na análise de similaridade aplicada aos pontos de coleta na primeira campanha, verificou-se maior similaridade entre os pontos de coleta CAS-07, no rio Parnaíba e no CAS-06, localizado no rio Canindé. Entre os pontos CAS-03, localizado no rio Parnaíba e CAS-02, no Riacho do Riachão, constatou-se também, em menor escala, similaridade entre os ambientes.

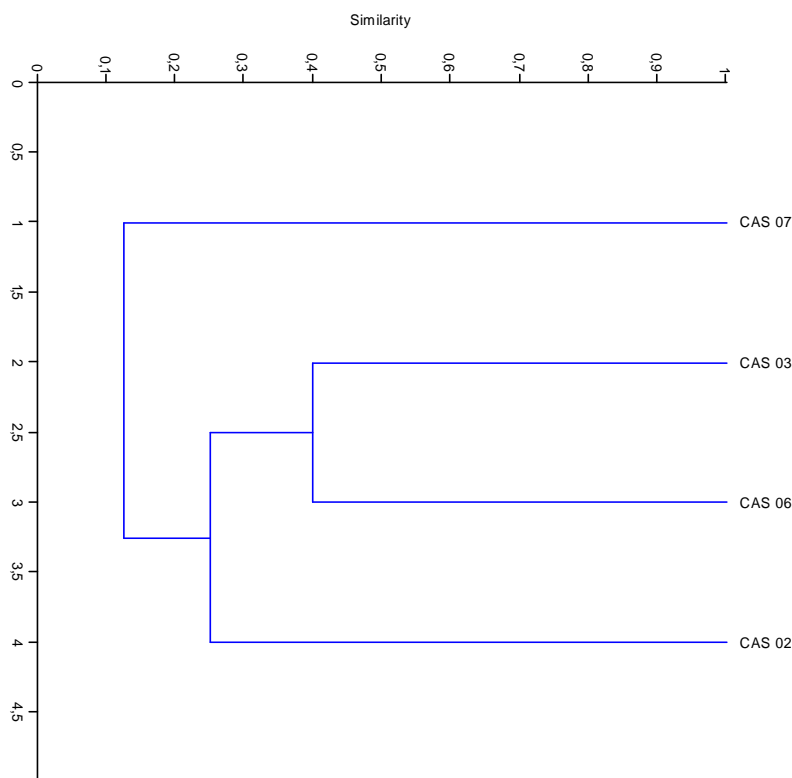


Gráfico 9.2.3.4-15 Dendrograma de Similaridade da Comunidade Bentônica – 2ª campanha

Na segunda campanha, nos verificou-se uma menor similaridade de organismos entre os pontos amostrados. O máximo de similaridade foi verificado entre os pontos de coleta CAS-03 e CAS-06, com um índice de 0,40.

- Análise Quantitativa

A avaliação quantitativa da comunidade bentônica é apresentada na **Tabela 9.2.4.3-12** e nos **Gráficos 9.2.4.3-16** e **9.2.4.3-17**, relativos à "Densidade Numérica" e a "Abundância Relativa" dos grupos identificados na rede amostral. Os valores apresentados se referem à média de todas as coletas. As tabelas de resultados de todas as análises quantitativas estão apresentadas no **Anexo VI** – Tabelas de Resultados de Zoobentos.

As menores densidades ocorreram nas margens direita e esquerda do Riacho do Riachão (CAS-02), na primeira campanha, com uma média de 10 org./m². Em contraste, as maiores quantidades de organismos por área foram registradas durante a primeira campanha na margem direita dos Pontos CAS-03 e CAS-07, ambos localizados no rio Parnaíba, com 1.787 e 1.478 org./m².

A alta densidade de organismos bentônicos nos pontos de coleta se devem basicamente a uma grande quantidade de representantes da família Chironomidae, Ceratopogonidae (Ordem Diptera), da Classe Oligochaeta e do Filo Nematoda.

Tabela 9.2.4.3-12 Densidade Numérica (org./m²) e Abundância Relativa (%) da Comunidade Bentônica do AHE Castelhana no ponto CAS-02.

Composição Taxonômica	Riacho Riachão											
	CAS-02											
	MD				ME				C			
	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%
Campanhas	1ª		2ª		1ª		2ª		1ª		2ª	
Filo ARTHROPODA												
Classe Insecta												
Ordem Diptera												
Família Ceratopogonidae	-		-		-		28,99	100,00	9,66	16,67	86,96	75,00
Família Chironomidae	-		-		-		-		-	-	-	-
Família Dolichopodidae	-		28,99	100,00	-		-		-	-	-	-
Família Simuliidae	-		-		-		-		-	-	-	-
Família Stratiomyidae	-		-		-		-		-	-	-	-
Ordem Ephemeroptera	-		-		-		-		-	-	-	-
Família Baetidae	-		-		-		-		-	-	-	-
Família Caenidae	9,66	100,00	-		-		-		9,66	16,67	9,66	8,33
Família Ephemeridae	-		-		-		-		-	-	-	-
Família Leptohyphidae	-		-		-		-		-	-	-	-
Família Leptophlebiidae	-		-		-		-		-	-	-	-
Ordem Odonata	-		-		-		-		-	-	-	-
Família Gomphidae	-		-		-		-		-	-	-	-
Ordem Trichoptera	-		-		-		-		-	-	-	-
Família Hydropsychidae	-		-		-		-		-	-	-	-
Família Hydroptilidae	-		-		-		-		-	-	-	-
Família Leptoceridae	-		-		-		-		9,66	16,67	9,66	8,33
Ordem Coleoptera	-		-		-		-		-	-	-	-
Família Gyrinidae (adulto)	-		-		-		-		-	-	-	-
Família Staphylinidae (adulto)	-		-		9,66	100,00	-		-	-	-	-
Ordem Collembola	-		-		-		-		-	-	-	-
Família Entomobryidae	-		-		-		-		9,66	16,67	9,66	8,33
Classe Arachnida	-		-		-		-		-	-	-	-
Ordem Acari	-		-		-		-		-	-	-	-
Subordem Hydracarina	-		-		-		-		9,66	16,67	-	-
Filo MOLLUSCA	-		-		-		-		-	-	-	-
Classe Gastropoda	-		-		-		-		-	-	-	-
Filo ANNELIDA	-		-		-		-		-	-	-	-
Classe Oligochaeta	-		-		-		-		9,66	16,67	-	-
Classe Hirudinea	-		-		-		-		-	-	-	-
Filo NEMATODA	-		-		-		-		-	-	-	-
Total	9,66	100,00	28,99	100,00	9,66	100,00	28,99	100,00	57,97	100,00	115,94	100,00

Tabela 9.2.4.3-12 Densidade Numérica (org./m²) e Abundância Relativa (%) da Comunidade Bentônica do AHE Castelhana no ponto CAS-03.

Composição Taxonômica	Rio Parnaíba											
	CAS-03											
	MD				ME				C			
	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%
Campanhas	1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a	
Filo ARTHROPODA												
Classe Insecta												
Ordem Diptera												
Família Ceratopogonidae	743,96	41,62	589,37	47,66	550,72	85,07	38,65	16,00	115,94	19,35	28,99	2,88
Família Chironomidae	106,28	5,95	9,66	0,78	57,97	8,96	9,66	4,00	77,29	12,90	-	-
Família Dolichopodidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Simuliidae	-	-	19,32	1,56	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Stratiomyidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Ephemeroptera												
Família Baetidae	9,66	0,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Caenidae	-	-	-	-	9,66	1,49	9,66	4,00	-	-	-	-
Família Ephemeridae	-	-	-	-	-	-	38,65	16,00	-	-	-	-
Família Leptohyphidae	-	-	-	-	-	-	9,66	4,00	-	-	-	-
Família Leptophlebiidae	-	-	-	-	9,66	1,49	-	-	-	-	-	-
Ordem Odonata												
Família Gomphidae	-	-	19,32	1,56	9,66	1,49	-	-	-	-	-	-
Ordem Trichoptera												
Família Hydropsychidae	-	-	9,66	0,78	9,66	1,49	77,29	32,00	-	-	-	-
Família Hydroptilidae	-	-	-	-	-	-	9,66	4,00	-	-	-	-
Família Leptoceridae	9,66	0,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Coleoptera												
Família Gyrinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Staphylinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	19,32	3,23	-	-
Ordem Collembola												
Família Entomobryidae	-	-	-	-	-	-	-	-	19,32	3,23	-	-
Classe Arachnida												
Ordem Acari												
Subordem Hydracarina												
Subordem Hydracarina	-	-	-	-	-	-	9,66	4,00	-	-	-	-
Filo MOLLUSCA												
Classe Gastropoda												
Classe Gastropoda	-	-	9,66	0,78	-	-	9,66	4,00	-	-	-	-
Filo ANNELIDA												
Classe Oligochaeta												
Classe Oligochaeta	917,87	51,35	550,72	44,53	-	-	28,99	12,00	-	-	975,85	97,12
Classe Hirudinea												
Classe Hirudinea	-	-	9,66	0,78	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo NEMATODA												
Filo NEMATODA	-	-	19,32	1,56	-	-	-	-	367,15	61,29	-	-
Total	1.787,44	100	1.236,71	100	647,34	100	241,55	100	599,03	100	1.004,83	100

Tabela 9.2.4.3-12 Densidade Numérica (org./m²) e Abundância Relativa (%) da Comunidade Bentônica do AHE Castelhana no ponto CAS-07.

Composição Taxonômica	Rio Parnaíba											
	CAS-07											
	MD				ME				C			
	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%
Campanhas	1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a	
Filo ARTHROPODA												
Classe Insecta												
Ordem Diptera												
Família Ceratopogonidae	1.371,98	92,81	38,65	12,50	502,42	48,15	164,25	56,67	647,34	62,04	9,66	25,00
Família Chironomidae	86,96	5,88	-	-	77,29	7,41	-	-	106,28	10,19	-	-
Família Dolichopodidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Simuliidae	-	-	38,65	12,50	-	-	9,66	3,33	-	-	9,66	25,00
Família Stratiomyidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Ephemeroptera												
Família Baetidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Caenidae	-	-	-	-	-	-	9,66	3,33	-	-	-	-
Família Ephemeridae	-	-	19,32	6,25	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptohyphidae	-	-	9,66	3,13	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptophlebiidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Odonata												
Família Gomphidae	19,32	1,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Trichoptera												
Família Hydropsychidae	-	-	38,65	12,50	-	-	-	-	-	-	9,66	25,00
Família Hydroptilidae	-	-	38,65	12,50	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptoceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Coleoptera												
Família Gyrinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,66	25,00
Família Staphylinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	38,65	3,70	-	-
Ordem Collembola												
Família Entomobryidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Arachnida												
Ordem Acari												
Subordem Hydracarina												
Filo MOLLUSCA												
Classe Gastropoda												
Família Hydroptilidae	-	-	-	-	-	-	9,66	3,33	-	-	-	-
Filo ANNELIDA												
Classe Oligochaeta												
Família Hydroptilidae	-	-	125,60	40,63	-	-	77,29	26,67	-	-	-	-
Classe Hirudinea												
Filo NEMATODA												
Família Nematoda	-	-	-	-	463,77	44,44	19,32	6,67	251,21	24,07	-	-
Total	1.478,26	100	309,18	100,00	1.043,48	100	289,86	100,00	1.043,48	100,00	38,65	100

Tabela 9.2.4.3-12 Densidade Numérica (org./m²) e Abundância Relativa (%) da Comunidade Bentônica do AHE Castelhana no ponto CAS-06.

Composição Taxonômica	Rio Canindé											
	CAS-06											
	MD				ME				C			
	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%
Campanhas	1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a		1 ^a		2 ^a	
Filo ARTHROPODA												
Classe Insecta												
Ordem Diptera												
Família Ceratopogonidae	376,81	92,86	67,63	38,89	492,75	89,47	19,32	33,33	19,32	100,00	86,96	33,33
Família Chironomidae	28,99	7,14	-	-	28,99	5,26	9,66	16,67	-	-	-	-
Família Dolichopodidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Ephydriidae	-	-	9,66	5,56	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Simuliidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Stratiomyidae	-	-	19,32	11,11	-	-	9,66	16,67	-	-	-	-
Ordem Ephemeroptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Baetidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Caenidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Ephemeridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptohyphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptophlebiidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Odonata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Gomphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,66	3,70
Ordem Trichoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydropsychidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydroptilidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptoceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Coleoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Gyrinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Staphylinidae (adulto)	-	-	9,66	5,56	9,66	1,75	-	-	-	-	-	-
Ordem Collembola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Entomobryidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Arachnida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Acari	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subordem Hydracarina	-	-	9,66	5,56	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Gastropoda	-	-	19,32	11,11	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo ANNELIDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Oligochaeta	-	-	28,99	16,67	-	-	9,66	16,67	-	-	164,25	62,96
Classe Hirudinea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo NEMATODA	-	-	9,66	5,56	19,32	3,51	9,66	16,67	-	-	-	-
Total	405,80	100,00	173,91	100,00	550,72	100,00	57,97	100,00	19,32	100,00	260,87	100,00

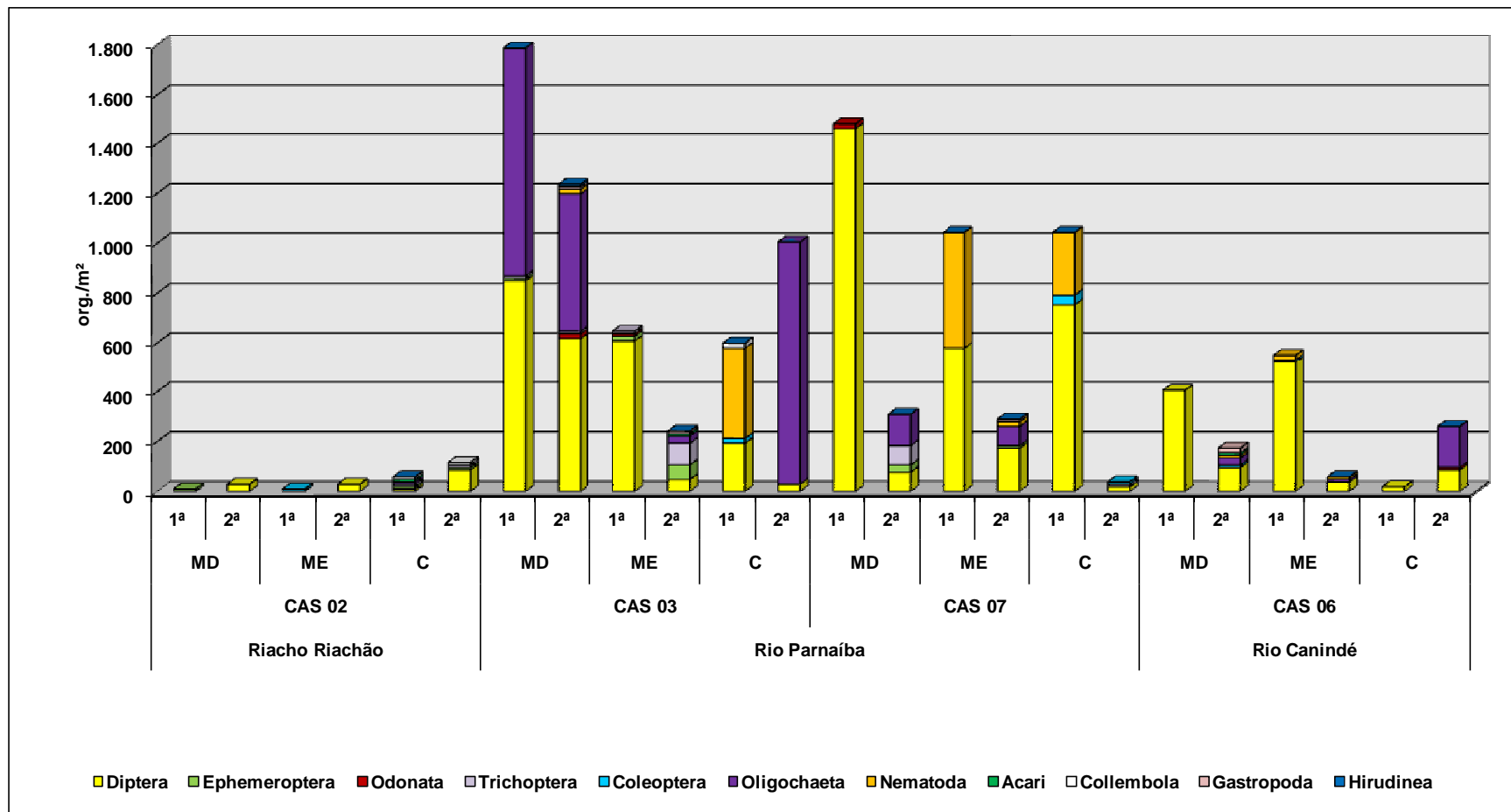
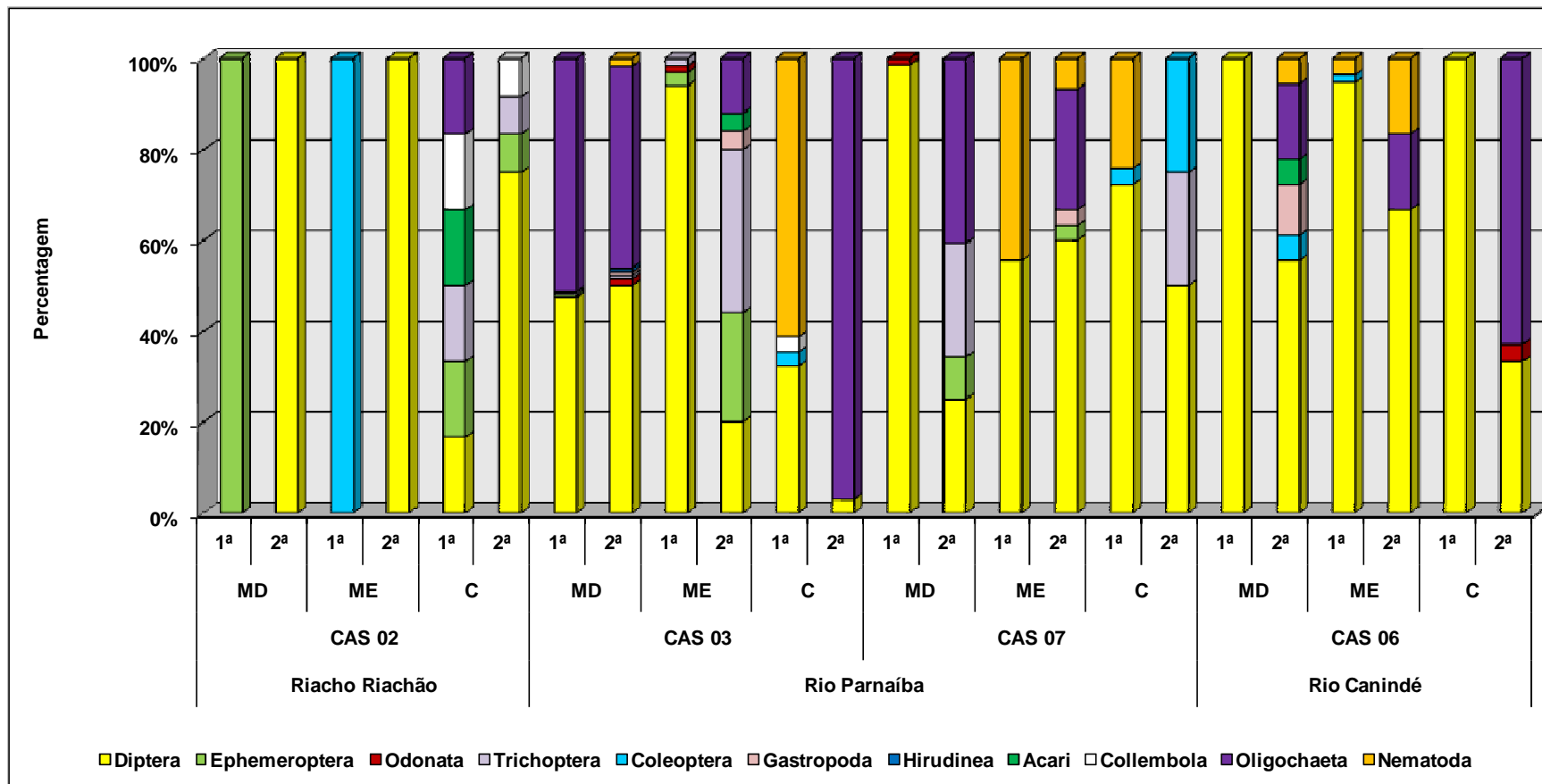


Gráfico 9.2.4.3-16. Densidade Numérica da Comunidade Bentônica (org/m²)



Na maioria dos trechos amostrados, os dípteros foram os organismos mais abundantes nas duas campanhas. Na primeira campanha, especificamente na margem direita e no canal do rio Canindé (Ponto CAS-06) eles representaram a totalidade da abundância em 100%. O mesmo ocorreu nas margens direita e esquerda do Riacho do Riachão (Ponto CAS-02), na segunda amostragem.

Os Gráficos 9.2.4.3-18 e 9.2.4.3-19 mostram os valores dos índices de diversidade e equitabilidade respectivamente da comunidade bentônica dos pontos de coleta da AHE Castelhana, nos dois períodos de coleta.

Na maioria dos trechos analisados, entre os dois períodos amostrados, na primeira campanha, verificou-se uma maior diversidade dos macroinvertebrados bentônicos, exceto nos Pontos CAS-03 (margem esquerda), CAS-07 (margem direita) e CAS-06 (margens direita e esquerda).

O ápice de diversidade foi registrado no Riacho do Riachão, Ponto CAS-02 (canal), com 2,59 bits.mL⁻¹, na primeira campanha.

Em relação à equitabilidade da comunidade bentônica, os resultados variaram entre 0,01 no Ponto CAS-03 – C (segunda campanha) e 1,0 nos Pontos CAS-02 – C (primeira campanha), CAS-06 – MD e CAS-06 – ME (segunda campanha).

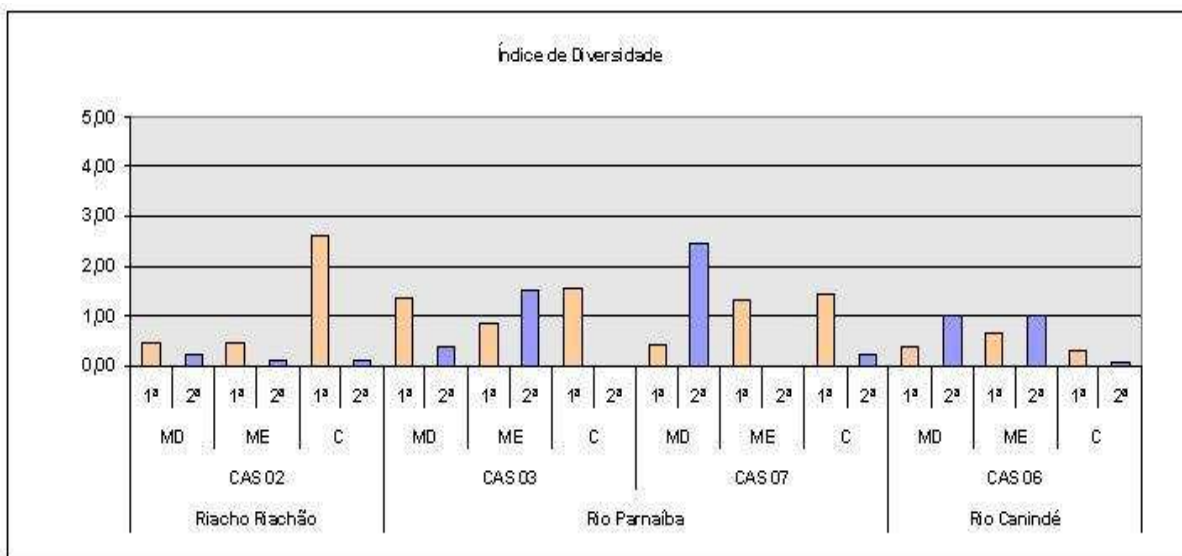


Gráfico 9.2.4.3-18. Índice de Diversidade da Comunidade Bentônica

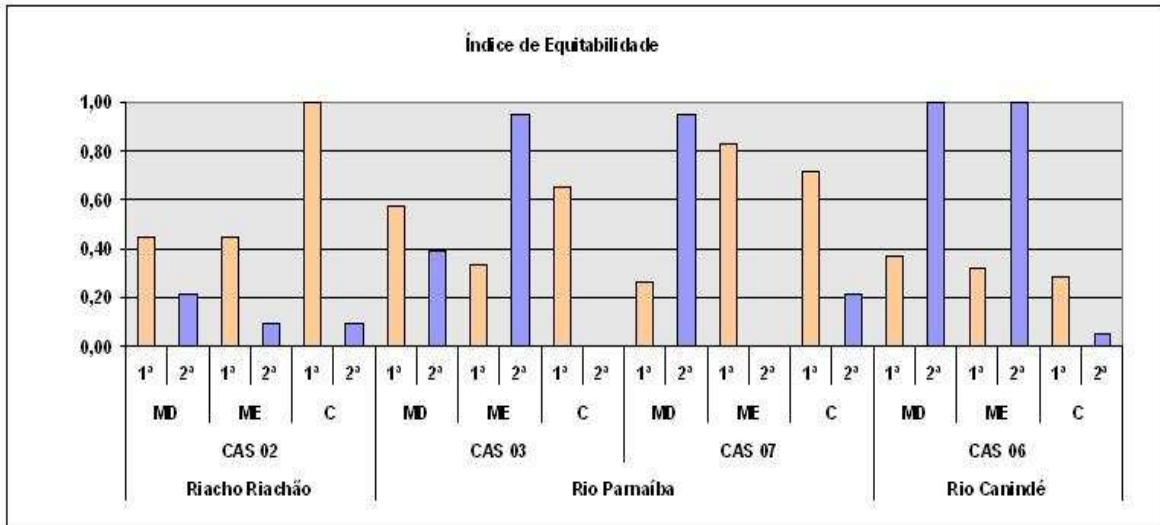


Gráfico 9.2.4.3-19. Índice de Equitabilidade da Comunidade Bentônica.

- Análise Estatística

De acordo com metodologia descrita no item 1.2.1, foram aplicados testes estatísticos. Os resultados da avaliação dos macroinvertebrados bentônicos do AHE Castelhana foram apresentados como médias \pm desvio padrão das densidades obtidas na primeira e segunda campanha do projeto. Essas médias foram então submetidas a dois testes de análise de variância (ANOVA) seguidos pelo teste t de Tukey.

As medidas de dispersão são indicadores do grau de variabilidade demonstrada pelos indivíduos em torno das medidas de tendência central. O desvio padrão é uma medida de dispersão que mostra o quanto um valor se diferencia da média de uma curva normal. Pela sua própria definição nota-se que o desvio padrão é uma medida que só pode assumir valores não negativos e que, quanto maior for, indicará mais variabilidade nos dados e que maior será a dispersão deles.

O **Gráfico 9.2.4.3-20** mostra a variação da densidade de macroinvertebrados bentônicos entre os pontos de coleta do AHE Castelhana. A maior densidade foi observada no Ponto CAS-03, no rio Parnaíba e a menor em CAS-02, no Riacho Riachão.

Embora no Ponto CAS-03 tenha sido registrado o maior valor de densidade de macroinvertebrados bentônicos, o desvio padrão da média de densidade neste local superou o valor da média, indicando uma alta variabilidade da densidade de organismos.

Os resultados da análise de variância da comunidade não indicaram uma diferença significativa na composição de macroinvertebrados bentônicos entre os pontos amostrados no rio Parnaíba.

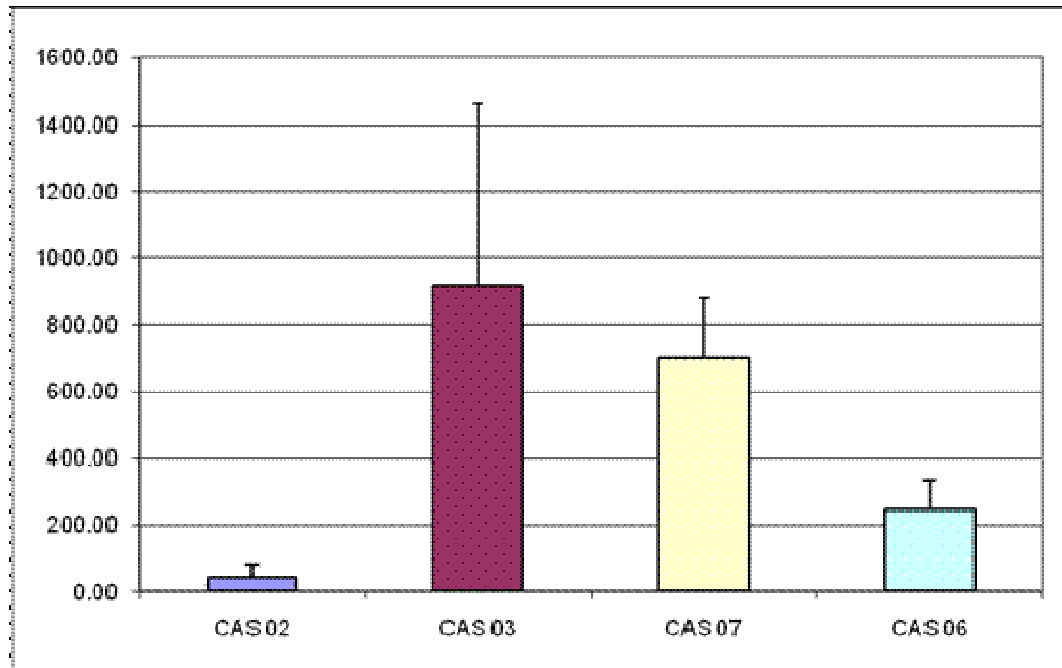


Gráfico 9.2.4.3-20 Variação da Densidade Arbitrária de Organismos Bentônicos -AHE Castelhana

d) Macrófitas Aquáticas

Macrófitas formam um grupo importante no estudo de ambientes aquáticos, pois contribuem para o ciclo da matéria orgânica e para o ciclo dos nutrientes, interferindo também no teor de oxigênio dissolvido e no pH. As macrófitas também formam estandes, os quais podem servir como local de abrigo, alimentação e reprodução de peixes, anfíbios e aves, habitat para perifíton e invertebrados (Pompêo, 1999).

Durante a inspeção visual de bancos de macrófitas aquáticas realizada na área de influência do AHE Castelhana, não se detectou nos pontos amostrados a presença desses vegetais.

9.2.5 Conclusões do diagnóstico

Durante as campanhas de amostragens, o escoamento do rio Parnaíba apresentava-se com regime turbulento e as águas dotadas de cor e turbidez acentuadas em decorrência das altas precipitações.

As condições locais durante as amostragens são apresentadas, nas **Tabelas 9.2.4-1 e 9.2.4-2**, que mostram as medições complementares de campo relacionadas às duas campanhas de amostragem, onde são assinaladas a profundidade do ponto de coleta, a velocidade de escoamento e a medida da transparência da água através do disco de Secchi.

Ao se comparar os resultados obtidos na 1ª campanha, verifica-se um acréscimo nas concentrações dos sólidos dissolvidos totais em todos os pontos monitorados e os índices de cor e turbidez apresentaram uma relativa melhoria nas amostragens realizadas nos cursos dos rios Canindé e Riacho do Riachão

Quanto ao oxigênio dissolvido, as amostragens realizadas na 2ª campanha revelaram uma ligeira redução nas suas concentrações, provavelmente em virtude das altas concentrações de matéria carbonácea e sedimentos aportados para os cursos d'água, durante as altas precipitações ocorridas entre as campanhas de monitoramento.

De forma geral, verificaram-se também melhorias nas concentrações de fósforo total, na DBO e nos coliformes termotolerantes em relação ao observado na 1ª campanha, cujos parâmetros ficaram enquadrados dentro do que estabelece a Resolução CONAMA para enquadramento de rio em classe 2.

Mesma constatação é válida para coliformes totais fecais, que apresentaram uma substancial redução nas suas concentrações.

Outro fato a ser destacado é a ausência de produtos derivados das atividades agrícolas nas coletas de realizadas nas duas campanhas de amostragens.

Qualidade dos Sedimentos

Na qualificação dos sedimentos, consideraram-se os níveis de classificação estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004, que determinam os níveis de qualidade do material dragado de acordo com a classe de concentração de metais pesados, pesticidas e nutrientes.

Nesta classificação, os resultados das análises laboratoriais assinalaram concentrações abaixo do Nível 1, ou seja, apresenta baixa probabilidade de efeitos adversos à biota.

Mesma consideração refere-se ao fósforo total, que apresentaram índices abaixo do valor de alerta de 2.000 mg/kg, o qual representa possibilidade de causar prejuízos ao ambiente na área de disposição.

Limnologia

A biota aquática da área de influência do AHE Castelhana foi representada por 74 táxons de fitoplâncton, 71 de zooplâncton e 23 táxons de macroinvertebrados aquáticos.

A comunidade fitoplanctônica foi representada por oito classes taxonômicas dentre as quais se destacaram Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae e Zygnemaphyceae. As clorofíceas comportam imensa variedade morfológica de algas, podendo ter hábitos planctônicos e/ou bentônicos. Esses organismos se desenvolvem em ambientes de amplo espectro de salinidade (águas doces, salobras e salinas) e de trofia (oligotróficas a eutróficas).

Os pontos que apresentaram maior riqueza foram CAS-06 (35 táxons), na segunda campanha e CAS-02 (24) na primeira amostragem. Chlorophyceae foi a classe mais expressiva em número de táxon e em distribuição espacial com destaque para *Monoraphidium arcuatum* (50%), *Pediastrum duplex* (75%), *P. simplex* (50%) e *Pediastrum sp.* (75%). Dentre as euglenofíceas destacou-se a espécie *Trachelomonas volvocina*.

Foram registradas baixas densidades de algas, possivelmente, devido à alta velocidade de corrente e a reduzidas dimensões dos biótopos amostrados, além do predomínio de águas ácidas que caracterizam esses rios e aos altos níveis de turbidez registrados na primeira campanha.

A comunidade zooplanctônica no AHE Castelhana esteve representada principalmente rotíferos, seguidos por protozoários, cladóceros, insetos, copépodes ciclopoídes e calanóides.

Entre os rotíferos, mostraram distribuição mais ampla as espécies *Brachionus calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *Lecane bulla*, *L. curvicornis* e *Trichocerca pusilla*.

No AHE Castelhana, as concentrações totais de organismos zooplanctônicos foi mais elevada no Ponto CAS-03, segunda campanha, com 3.700 org./m³. Em todos os pontos avaliados houve um incremento na densidade durante a segunda campanha de amostragem. Esse resultado pode estar associado à redução da vazão e à melhoria geral da qualidade da água verificadas na última coleta (junho/09), o que possivelmente influenciou positivamente na maior densidade.

Reproduzindo um padrão observado nos sistemas aquáticos tropicais, os cursos d'água analisados, mantiveram como principais representantes dos macroinvertebrados bentônicos as larvas de insetos. Dentre os quais se destacaram as ordens Díptera, Ephemeroptera e Trichoptera.

As menores densidades ocorreram nas margens direita e esquerda do riacho do Riachão (CAS-02), na primeira campanha, com uma média de 10 org./m². Em contraste, as maiores densidades foram registradas nos Pontos CAS-03 e CAS-07, ambos localizados no rio Parnaíba, com 1787 e 1478 org./m², respectivamente.

Os organismos bentônicos de maior relevância para densidade dos macroinvertebrados bentônicos foram os representantes da família Chironomidae, Oligochaeta e Nematoda, esses organismos estão associados a ambientes com déficit de oxigênio nas camadas mais profundas.

Os resultados da análise de variância da comunidade não indicaram uma diferença significativa na composição de macroinvertebrados bentônicos entre os pontos amostrados no rio Parnaíba.



Chesf
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

*energ*IMP



Anexo VI

Tabelas de resultados de Zoobentos AHE Castelhana

Tabela 9.2-1 Densidade numérica (org./m²) e abundância relativa (%) da comunidade bentônica no ponto CAS02.

Composição Taxônômica	Riacho do Riachão																					
	CAS - 02																					
	MD-R1		MD-R2		MD-R3		ME-R1		ME-R2		ME-R3		C-R1		C-R2		C-R3					
	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%		
campanhas	1 ^a	1 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	2 ^a			
Filo ARTHROPODA																						
Classe Insecta																						
Ordem Diptera																						
Família Chironomidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,99	100,00	-	-	28,99	100,00	-	-	86,96	100,00
Família Ceratopogonidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Dolichopodidae	-	-	-	-	-	28,99	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Ephydriidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Simuliidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Stratiomyidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Ephemeroptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Ephemeridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptohyphidae	-	-	28,99	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,99	33,33	-	-	-	-	-	-
Família Leptophlebiidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Baetidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Caenidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Odonata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Gomphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Trichoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydropsychidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptoceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydroptilidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,99	33,33	-	-	-	-	-	-
Ordem Coleoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Gyrinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Staphylinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	28,99	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Collembola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Cont.

Tabela 9.2-1 Densidade numérica (org./m²) e abundância relativa (%) da comunidade bentônica no ponto CAS02.

Composição Taxônômica	Riacho do Riachão																								
	CAS - 02																								
	MD-R1		MD-R2		MD-R3				ME-R1		ME-R2		ME-R3				C-R1		C-R2		C-R3				
	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%			
campanhas	1 ^a		1 ^a		1 ^a		2 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a		2 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a		2 ^a		
Família Entomobryidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,99	33,33	-	-	-	-	-	-
Classe Arachnida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Acari	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subordem Hydracarina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,99	50,00	-	-	-
Filo MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Gastropoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo ANNELIDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Oligochaeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,99	50,00	-	-	-
Classe Hirudinea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo NEMATODA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	28,99	100,00	-	-	28,99	100,00	-	-	28,99	100,00	-	-	28,99	100,00	86,96	100,00	28,99	100,00	57,97	100,00	86,96	100,00	

Tabela 9.2-2. Densidade numérica (org./m²) e abundância relativa (%) da comunidade bentônica no ponto CAS03 (primeira campanha).

Composição Taxônômica	RIO PARNAÍBA																	
	CAS - 03																	
	MD-R1		MD-R2		MD-R3		ME-R1		ME-R2		ME-R3		C-R1		C-R2		C-R3	
	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%
campanha	1 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a	
Filo ARTHROPODA																		
Classe Insecta																		
Diptera																		
Chironomidae	-	-	174	55	2.058	90	58	100	174	75	1.420	86	-	-	174	46	58	100
Ceratopogonidae	-	-	87	27	232	10	-	-	58	25	116	7	145	12	87	23	-	-
Dolichopodidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ephydriidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Simuliidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stratiomyidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ephemeroptera																		
Ephemeridae	-	-	29	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leptohyphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	2	-	-	-	-	-	-
Leptophlebiidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Baetidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caenidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	2	-	-	-	-	-	-
Odonata																		
Gomphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	2	-	-	-	-	-	-
Trichoptera																		
Hydropsychidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	2	-	-	-	-	-	-
Leptoceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydroptilidae	-	-	29	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera																		
Gyrinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Staphylinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	15	-	-
Collembola																		
Entomobryidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	15	-	-
Classe Arachnida																		
Acari																		
Sub Hydracarina																		
Filo MOLLUSCA																		
Classe Gastropoda																		
Filo ANNELIDA																		
Classe Oligochaeta	2.753	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Hirudinea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo NEMATODA																		
													1.101	88	-	-	-	-
Total	2.753	100	319	100	2.290	100	58	100	232	100	1.652	100	1.246	100	377	100	58	100

Tabela 9.3-3. Densidade numérica (org./m²) e abundância relativa (%) da comunidade bentônica no ponto CAS03 (segunda campanha).

Composição Taxônomica	RIO PARNAÍBA																	
	CAS - 03																	
	MD-R1		MD-R2		MD-R3		ME-R1		ME-R2		ME-R3		C-R1		C-R2		C-R3	
	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%
campanha	2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a	
Filo ARTHROPODA																		
Classe Insecta																		
Diptera																		
Chironomidae	348	92	1.246	81	174	10	58	50	-	-	58	10	-	-	58	25	-	-
Ceratopogonidae	-	-	-	-	29	2	29	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dolichopodidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ephydriidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Simuliidae	-	-	58	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stratiomyidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ephemeroptera																		
Ephemeridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leptohyphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	29	100	-	-	-	-	-	-	-	-
Leptophlebiidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	116	20	-	-	-	-	-	-
Baetidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	5	-	-	-	-	-	-
Caenidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odonata																		
Gomphidae	29	8	29	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trichoptera																		
Hydropsychidae	-	-	29	2	-	-	-	-	-	-	232	40	-	-	-	-	-	-
Leptoceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	5	-	-	-	-	-	-
Hydroptilidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera																		
Gyrinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Staphylinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Collembola																		
Entomobryidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Arachnida																		
Acari																		
Sub Hydracarina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	5	-	-	-	-	-	-
Filo MOLLUSCA																		
Classe Gastropoda																		
	-	-	29	2	-	-	-	-	-	-	29	5	-	-	-	-	-	-
Filo ANNELIDA																		
Classe Oligochaeta																		
	-	-	58	4	1.594	89	29	25	-	-	58	10	2.754	100	174	75	-	-
Classe Hirudinea																		
	-	-	29	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo NEMATODA																		
	-	-	58	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	377	100	1.536	100	1.797	100	116	100	29	100	580	100	2.754	100	232	100	-	-

Tabela 9.2-4. Densidade numérica (org./m²) e abundância relativa (%) da comunidade bentônica no ponto CAS07 (primeira campanha).

Composição Taxônomica	PARNAÍBA																	
	CAS - 07																	
	MD-R1		MD-R2		MD-R3		ME-R1		ME-R2		ME-R3		C-R1		C-R2		C-R3	
	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%
campanhas	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	1 ^a	
Filo ARTHROPODA																		
Classe Insecta																		
Ordem Diptera																		
Família Chironomidae	-	-	1.913	89	2.203	96	29	25	1.449	88	29	2	29	3	1.913	89	-	-
Família Ceratopogonidae	-	-	232	11	29	1	29	25	203	12	-	-	58	7	232	11	29	20
Família Dolichopodidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Ephydriidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Simuliidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Stratiomyidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Ephemeroptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Ephemeridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptohyphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptophlebiidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Baetidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Caenidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Odonata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Gomphidae	-	-	-	-	58	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Trichoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydropsychidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptoceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydroptilidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Coleoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Gyrinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Staphylinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	116	80
Ordem Collembola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Entomobryidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Arachnida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Acari	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subordem Hydracarina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Gastropoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo ANNELIDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Oligochaeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Hirudinea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo NEMATODA	-	-	-	-	-	-	58	50	-	-	1.333	98	754	90	-	-	-	-
Total	-	-	2.145	100	2.290	100	116	100	1.652	100	1.362	100	841	100	2.145	100	145	100

Tabela 9.2-5. Densidade numérica (org./m²) e abundância relativa (%) da comunidade bentônica no ponto CAS07 (segunda campanha).

Composição Taxônomica	PARNAÍBA																	
	CAS - 07																	
	MD-R1		MD-R2		MD-R3		ME-R1		ME-R2		ME-R3		C-R1		C-R2		C-R3	
	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%
campanhas	2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a	
Filo ARTHROPODA																		
Classe Insecta																		
Ordem Diptera																		
Família Chironomidae	58	11	58	67	-	-	-	-	377	81	116	29	-	-	-	-	29	50
Família Ceratopogonidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Dolichopodidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Ephydriidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Simuliidae	87	16	29	33	-	-	-	-	-	-	29	7	-	-	-	-	29	50
Família Stratiomyidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Ephemeroptera																		
Família Ephemeridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptohyphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	7	-	-	-	-	-	-
Família Leptophlebiidae	58	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Baetidae	29	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Caenidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Odonata																		
Família Gomphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Trichoptera																		
Família Hydropsychidae	116	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	100	-	-
Família Leptoceridae	116	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydroptilidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Coleoptera																		
Família Gyrinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	100	-	-	-	-
Família Staphylinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Collembola																		
Família Entomobryidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Arachnida																		
Ordem Acari																		
Subordem Hydracarina																		
Filo MOLLUSCA																		
Classe Gastropoda																		
Família Hydroptilidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	7	-	-	-	-	-	-
Filo ANNELIDA																		
Classe Oligochaeta	87	16	-	-	290	100	-	-	87	19	145	36	-	-	-	-	-	-
Classe Hirudinea																		
Filo NEMATODA																		
Total	551	100	87	100	290	100	-	-	464	100	406	100	29	100	29	100	58	100

Tabela 9.2-6. Densidade numérica (org./m²) e abundância relativa (%) da comunidade bentônica no ponto CAS-06 (primeira campanha).

Composição Taxônômica	Rio Canindé																	
	CAS - 06																	
	MD-R1		MD-R2		MD-R3		ME-R1		ME-R2		ME-R3		C-R1		C-R2		C-R3	
	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%
campanhas	1 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a		1 ^a	
Filo ARTHROPODA																		
Classe Insecta																		
Ordem Diptera																		
Família Chironomidae	87	100	667	92	377	93	406	88	261	100	812	88	-	-	29	100	29	100
Família Ceratopogonidae	-	-	58	8	29	7	29	6	-	-	58	6	-	-	-	-	-	-
Família Dolichopodidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Ephydriidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Simuliidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Stratiomyidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Ephemeroptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Ephemeridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptohyphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptophlebiidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Baetidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Caenidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Odonata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Gomphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Trichoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydropsychidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptoceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydroptilidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Coleoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Gyrinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Staphylinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	29	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Collembola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Entomobryidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Arachnida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Acari	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subordem Hydracarina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Gastropoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo ANNELIDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Oligochaeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Hirudinea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo NEMATODA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	6	-	-	-	-	-	-
Total	87	100	725	100	406	100	464	100	261	100	928	100	-	-	29	100	29	100

Tabela 9.2-7. Densidade numérica (org./m²) e abundância relativa (%) da comunidade bentônica no ponto CAS-06 (segunda campanha).

Composição Taxônômica	Rio Canindé																	
	CAS - 06																	
	MD-R1		MD-R2		MD-R3		ME-R1		ME-R2		ME-R3		C-R1		C-R2		C-R3	
	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%	org./m ²	%
campanhas	2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a		2 ^a	
Filo ARTHROPODA																		
Classe Insecta																		
Ordem Diptera																		
Família Chironomidae	29	50	29	14	145	56	29	50	29	25	-	-	174	100	29	50	58	11
Família Ceratopogonidae	-	-	-	-	-	-	-	-	29	25	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Dolichopodidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Ephydriidae	-	-	-	-	29	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Simuliidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Stratiomyidae	-	-	-	-	58	22	-	-	29	25	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Ephemeroptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Ephemeridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptohyphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptophlebiidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Baetidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Caenidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Odonata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Gomphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	50	-	-
Ordem Trichoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydropsychidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptoceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydroptilidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Coleoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Gyrinidae (adulto)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Staphylinidae (adulto)	29	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Collembola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Entomobryidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Arachnida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Acari	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subordem Hydracarina	-	-	-	-	29	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Gastropoda	-	-	58	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo ANNELIDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Oligochaeta	-	-	87	43	-	-	29	50	-	-	-	-	-	-	-	-	493	89
Classe Hirudinea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo NEMATODA	-	-	29	14	-	-	-	-	29	25	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	58	100	203	100	261	100	58	100	116	100	-	-	174	100	58	100	551	100

9.2.6 Referências Bibliográficas

- ABÍLIO, F.J.P. 2002. Gastrópodes e outros invertebrados bentônicos do sedimento litorâneo e associado a macrófitas aquáticas em açudes do semi-árido paraibano, nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP. 175p.
- ABÍLIO, F.J.P., RUFFO, T.L.M., SOUZA, A.H.F.F., FLORENTINO, H.S., JUNIOR, E.T.O., MEIRELES, B.N. & SANTANA, A.C.D. 2007. Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores de Qualidade Ambiental de Corpos Aquáticos da Caatinga. *Oecol. Bras.*, 11 (3): 397-409.
- ALVES-DA-SILVA, S. M.; BRIDI, F. C. Euglenophyta in the Jacui Delta State Park, Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. 3. The genus *Strombomonas* Defl. *Acta Botanica Brasiliense*, v. 18, n. 3, p. 555-572, 2004.
- BARBOSA, F.A.R.; SOUZA, E.M. DE M.; VIEIRA, F.; RENAULT, G.P.C.P.; ROCHA, L.^a; MAIA-BARBOSA, P.M.; OBERDÁ, S.M. & MINGOTI, S.A. 1997. Impactos antrópicos e biodiversidade aquática. In: *Biodiversidade, população e economia: uma região de Mata Atlântica*. UFMG/Cedeplar- ECMVS/PADCT/CIAMB. Belo Horizonte, MG. 672p.
- BASU, B. K. & PICK, F. R., 1996, Factors regulating phytoplankton
- BIRD, D.F. & KALFF, J. Algal phagotrophy: Regulating factors and importance relative to photosynthesis in *Dinobryon* (Chrysophyceae). *Limnol. Oceanogr.*, 32(2), 277-284 março, 1987.
- BLANCO-BELMONTE, L.; NEIFF, J.J. & NEIFF, A.P. 1998. Invertebrate fauna associated with floating macrophytes in the floodplain lakes of the Orinoco (Venezuela) and Paraná (Argentina). *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 26: 2030-2034.
- BOLTOVSKOY, D. South Atlantic Zooplankton. Leiden, Backuys. v.2. p.869-1706. 1999.
- BRANCO, SM. (1986). *Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária – CETESB*.
- BRASIL. Portaria nº 518, de 3 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária.
- BRASIL – CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 344, de 25 de março de 2004. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências.
- BRASIL - CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Ministério do Meio Ambiente.
- BRENDOCK, L. & WILLIAMS, W.D. 2000. Biodiversity in wetlands of dry regions (drylands). *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*, 1: 181-194.

- BRITTO JR. L., ABÍLIO F. J. P., WATANABE T. Insetos Aquáticos do açude São José dos Cordeiros (semi-árido paraibano) com ênfase em Chironomidae. *Entomologia y Vectores*, 12:149-157; 2005.
- BROOK A.J. 1981a. *The Biology of Desmids*. Botanical Monographs. Blackwell, Oxford.16: 1-267 p.
- CALLISTO M., MORETTI M., GOULART M., Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6:71-82; 2001.
- CARVALHO, E.M. & UIEDA, V.S. 2004. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21 (2): 287-293.
- CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). 1978. Determinação do zooplâncton marinho: métodos qualitativos e quantitativos. Normatização técnica L5-301. São Paulo, Cetesb. 12p.
- CHAPMAN, M.A.; GREEN, J.D.; JOLLY, V.H. Relationships between zooplankton abundance and trophic state in seven New Zealand lakes. *Hydrobiologia*, The Hague, v.123, p.119-136, 1985.
- COESEL P.F.M. & WARDENAAR K. 1990. Growth responses of planktonic desmids in a light-temperature gradient. *Freshwater Biology* 23: 551-560.
- EGLER, P.C.G. 2002. Perspectivas de uso no Brasil do processo de avaliação ambiental.
- ESPÍNDOLA, E. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. & MORENO, I.D. 1996. Estrutura da comunidade fitoplanctônica da Lagoa Albuquerque (Pantanal Matogrossense), Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta limn. Bras.*, 8: 13-27p.
- ESTEVES, F. A. 1998. *Fundamentos de Limnologia*. 2ª. ed. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro. 602p.
- EXTENCE, C.A. 1981. The effect of drought on benthic invertebrate communities in a lowland river. *Hydrobiologia*. 83: 217-224.
- GEMELGO, M. C. P. 2008. *Estrutura e Dinâmica da Comunidade Fitoplanctônica dos Reservatórios Billings e Guarapiranga, SP, Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto de Ciências Biomédicas, Microbiologia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GOULART, M.D. & CALLISTO, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista FAPAM* (no prelo).
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4: Nostocales. *Algological Studies*, 56: 247-345.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1999. Cyanoprokaryota, 1: Chroococcales. In Ettl, H., G. GÄRTNER, HEYNIG, H. & MÖLLENHAUER, D. (Eds). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, vol. 19 (1) 548p.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 2005. Cyanoprokaryota, 2: Oscillatoriales. In BÜDEL, B., KRIENITZ, L., GÄRTNER, G. & SCHAGERL, M. (Eds). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Elsevier GmbH, München, vol. 19 (2) 758p.

- KÖNIG, A. 1990. Biologia das lagoas: algas Capítulo 2: In MENDONÇA, S. R. Lagoas de estabilização e aeradas mecanicamente: novos conceitos. CIP-Brasil. Catalogação na fonte. Sindicato nacional dos editores de livros, Rio de Janeiro. 388p.
- KREBS, C.J. 1989. Ecological methodology. Harper & Hall, New York, US.
- LANSAC-TÔHA, F.A. et al. (2004) Zooplankton in the upper Paraná river floodplain: richness, abundance and relationships with the hydrological level and the connectivity. In: Agostinho, A. A. et al. (Org.). Structure and Function of the Paraná River and its floodplain. Eduem, Maringá: p. 75-84. Limnol. and Ocean., 41(7): 1572-1577.
- MARGALEF, R. 1983. Limnología. Barcelona, Omega. 1010 p.
- PELICICE, F.M. & AGOSTINHO, A.A. FISH-PASSAGE FACILITIES AS ECOLOGICAL TRAPS IN LARGE NEOTROPICAL RIVERS. CONSERVATION BIOLOGY.22(1): 180-188. 2008.
- PENNAK, R. W. 1978. Fresh water invertebrates of the United States. New York, Wiley Interscience. 803p.
- REYNOLDS, C. S. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, 365 p.
- REYNOLDS, C. S. 2006. Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. 535 p.
- REYNOLDS, C.S. 1988. Functional morphology and the adaptative strategies of freshwater phytoplankton. In: SANDGREN, C. (Ed.). Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. New York: Cambridge University Press, cap. 10, p. 388-433.
- REYNOLDS, C.S. Vegetation process in the pelagic: a model for ecosystem theory. Oldendorf: Ecology Institute, 1997.
- REYNOLDS, R. C., HUZSAR, V., KRUK, C., NASELLI-FLORES, L. & MELO, S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. Journal of Plankton Research 24 (5): 417-428.
- SAIA, F.T., OLIVEIRA, H.T. SÉ, J.A.S. 1998. Teste de um novo coletor de perífiton para ambientes lóticos. Acta Limnológica Brasiliensia, ed. Francisco de Assis Esteves., 1: 117-130.
- SALLES, F.F., DA-SILVA, E.R., HUBBARD, M.D. & SERRÃO, J.E. 2004. As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. Biota Neotrop. 4:1-34.
- SANT'ANNA, C. L et al. 2006. Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras. Ed. Interciência, RJ.
- SHANNON, C.E.; WEANER, W. *Mathematical theory of communication*. Urbana, Illinois: University Press, 1963.
- SILVEIRA M. P. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. Documentos, 36. Jaguariuna. Embrapa Meio Ambiente, 68p. 2004.

SMITH, G.R.; VAALA, D.A. & DINGFELDER, H.A. 2003. Distribution and abundance of macroinvertebrates within two temporary ponds. *Hydrobiologia*, 497: 161-167.

SUEMOTO, T.; KAWAI, K. & IMABAYASHI, H. 2004. A comparison of desiccation tolerance among 12 species of Chironomid larvae. *Hydrobiologia*, , 515: 107-114.

9.3. ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS – VERTEBRADOS

9.3.1. Ictiofauna e pesca

O presente relatório contém a caracterização da ictiofauna da bacia do rio Parnaíba, na Área de Influência Direta - AID do aproveitamento hidrelétrico (AHE) de Castelhana, considerando a calha do rio Parnaíba, seus tributários no trecho analisado e outros ambientes aquáticos inseridos na área de influência.

A área de influência direta do empreendimento foi definida como sendo correspondente, aproximadamente, ao trecho da bacia do Parnaíba, localizado desde 10 km a montante do ponto de influência da cota de inundação até 10 km a jusante do eixo da barragem. Neste trecho, foram considerados os tributários e outros corpos d'água temporários existentes numa faixa lateral de aproximadamente 2 km.

Para a integralização dos trabalhos, foram levantadas informações primárias e secundárias de diferentes fontes, a saber:

- Levantamentos de dados primários em campo, conduzidos em abril e julho de 2005;
- Levantamento complementar a partir do acompanhamento da atividade pesqueira e com coleta de dados primários sobre a atividade reprodutiva, em março e maio de 2009, conforme as requisições feitas pelo IBAMA (Informação Técnica nº 37/2008) e,
- Dados secundários obtidos por outros empreendimentos planejados para a área de interesse, como açudes e reservatórios, além de relatórios de projetos de pesquisa e literatura especializada.

As estações de coleta de peixes estão apresentadas no **Anexo VII (Fotos de 9.3.1 – 7 a 9.3.1 – 21)**. Os **Anexos VIII e IX** apresentam uma seleção de fotos de espécimes em estágios gonadais ilustrativos, coletados a jusante da UHE Boa Esperança; o **Anexo X** contém fotos das atividades extras dos pescadores, apetrechos e curiosidades na região; e o **Anexo XI** contém fotos das entrevistas com os pescadores. Os pescadores foram entrevistados segundo o roteiro estabelecido no **Anexo XII**. O **Anexo XIII** apresenta a relação dos entrevistados, indicando idade, sexo, município e tipo de pesca praticada (profissional, amadora ou esportiva).

9.3.1.1. Caracterização geral das áreas amostradas

O empreendimento AHE - Castelhana que fica compreendido entre as cidades de Floriano e Palmeira, localizado a partir da cidade de Amarante (PI). Nesta parte, as margens encontram-se as mais preservadas de todo o trecho coletados, com o rio apresentando grande largura, entretanto, é mais raso, aparentemente, devido à sedimentação do material em suspensão e erosão das margens. As coletas em lagoas marginais foram descartadas por não haver conexão entre elas e a calha principal do rio.

O referido local tem grande influência da navegação de travessia e suas margens servem de local para redes de pescadores devido à ocupação da vegetação limnética (canarana).

Nos últimos 50 anos, ocorreram grandes secas também grandes inundações onde as chuvas abundantes provocaram inundações e destruição de açudes. Essa singularidade é um diferencial da região, com totais anuais de precipitação variando entre 450 mm e 1.900 mm, decrescendo de norte para o sul e de oeste para o leste. De fato, a partir da margem direita do

rio Parnaíba, a pluviosidade decai para o leste, de modo que toda a banda oriental da bacia apresenta características de semi-aridez, com totais anuais variando de 700 mm a pouco menos de 500 mm.

O inventário ictiológico e a coleta de dados primários foram efetuados durante uma campanha correspondente ao período chuvoso, realizada no período de 30 de março a 9 de abril de 2005, e outra no período de 11 a 25 de julho de 2005, correspondente ao período seco. Foram inventariadas três estações, com a coleta de peixes em todas elas. A **Tabela 9.3.1-1** apresenta dados complementares sobre cada uma das estações, como nome, tipo de ambiente e coordenadas planas.

Tabela 9.3.1-1 Características e coordenadas planas (UTM, Datum: Córrego Alegre) das estações de coleta de peixes na AID do AHE Castelhana, no rio Parnaíba

Estação	Riacho/Local	Coord. UTM (Fuso 23M)	
CT-01	Rio Canindé, sob a ponte na rodovia BR 343	741865	9303693
CT-02	Rio Parnaíba, em Amarantes (PI)	737134	9309410
CT-03	Riacho da Muquila, na rodovia PI 130	733263	9312088
CT-04	Riacho Riachão, na rodovia PI 130	725017	9320092
CT-05	Riacho Fundo, na rodovia PI 130	723814	9322327
CT-06	Rio Parnaíba, a montante da foz do Riacho Fundo	723597	9322001
CT-07	Alagado às margens da rodovia PI 130, próximo ao Morro do Mosquito	721011	9324666
CT-08	Alagado às margens da rodovia PI 130, próximo ao Morro do Mosquito	717101	9325163
CT-09	Rio Parnaíba, a montante de Palmeirais (PI)	713383	9329860
CT-10	Riacho Corrente, na rodovia PI 130	716662	9336171
CT-11	Riacho do Negro, na rodovia PI 130	713361	9361851
CT-12	Rio Parnaíba, em frente a Parnarama (MA)	711950	9371716

A localização dos pontos de coleta está representada no capítulo 9.2. Ecossistemas Aquáticos (Área de Influência Direta – AID) – Qualidade da Água e Limnologia, na **Figura 9.2.2-1**.

As estações de coleta de peixes são descritas a seguir:

- **Estação CT-01**

Localizada no rio Canindé, em sua porção inferior, próximo à foz no rio Parnaíba, nas imediações da ponte da rodovia federal BR 343. Esse rio é um tributário da margem direita do Parnaíba, cuja foz localiza-se a montante da cidade de Amarante, no estado do Piauí. Durante a campanha de abril/2005, o trecho amostrado do rio apresentava-se sinuoso, com profundidade inferior a 1m e extensos bancos de areia no seu leito em ambas as margens. Em julho/2005, seu nível encontrava-se mais baixo, com a formação de inúmeras poças d'água e bancos de areia em seu leito, restringindo a amostragem de peixes a esses biótopos (**Fotos 9.3.1-1 e 9.3.1-2**).

- **Estação CT-02**

Localizada na margem direita do rio Parnaíba, na cidade de Amarante (PI). Este ponto está localizado a jusante da foz do rio Canindé, no trecho inicial da área de influência do AHE Castelhana, na porção a montante da cota de inundação prevista para o reservatório. O trecho amostrado em ambas as coletas apresentava profundidade superior a 2m próximo à margem,

com afloramento rochoso em alguns trechos e correnteza moderada durante as coletas (**Fotos 9.3.1-3 e 9.3.1-4**).

- **Estação CT-03**

A Estação CT-03 está localizada no riacho da Muquila, situado na comunidade de Barra da Muquila, na rodovia estadual PI 130, que liga as cidades de Amarante e Palmeirais, no Piauí. O riacho apresentava profundidade e correnteza baixas (abril/2005), além de um trecho com afloramento rochoso que possibilitou a formação de uma pequena barragem natural. Suas margens eram bem arborizadas, com pequenos trechos formando paredões rochosos (**Fotos 9.3.1-5 e 9.3.1-6**). Em julho/2005, o nível do rio encontrava-se mais baixo, com a formação de poças isoladas.

- **Estação CT-04**

A Estação CT-04 está localizada no riacho Riachão, tributário da margem direita do rio Parnaíba, situado após a comunidade de Barra da Muquila, próximo à Churrascaria Riachão, na rodovia PI 130. O trecho amostrado, localizado nas imediações da ponte, apresentou profundidade superior a dois metros em abril/2005, com água quente e de baixa correnteza, com alguns trechos de fundo lamoso e outros com laje rochosa (**Fotos 9.3.1-7 e 9.3.1-8**). Em julho/2005, seu nível baixou consideravelmente, levando à formação de poças isoladas de água e baixa vazão, restritas a pequenas depressões de seu leito.

- **Estação CT-05**

A Estação CT-05 está localizada no riacho Fundo, tributário da margem direita do Parnaíba, que corta a rodovia PI 130, próximo ao povoado de Peri-Peri. O trecho de coleta apresentou uma profundidade superior a dois metros em abril/2005, sem correnteza, com margens íngremes e densa vegetação marginal. Nas **Fotos 9.3.1-9 e 9.3.1-10** são possíveis visualizar a foz desse riacho no rio Parnaíba. Como os tributários anteriores, ela apresentou sensível redução de sua vazão no período seco (julho/2005).

- **Estação CT-06**

A estação CT-06 está localizada no rio Parnaíba, próximo à desembocadura do riacho Fundo, perto do povoado de Peri-peri. O rio apresenta margens densamente vegetadas no trecho considerado, bem como apresentava correnteza forte em ambas as coletas (**Foto 9.3.1-11**).

- **Estação CT-07**

A estação CT-07 está localizada numa lagoa temporária, situada às margens da rodovia PI 130, próximo ao Morro do Mosquito. A lagoa apresentava água parada, com margens colonizadas por vegetação anfíbia e macrófitas aquáticas, em abril/2005. Durante a coleta de julho/2005, a mesma encontrava-se praticamente seca, com muita lama, não tendo sido possível a amostragem (**Foto 9.3.1-12**).

- **Estação CT-08**

A estação CT-08 está localizada numa lagoa temporária, situada na rodovia PI 130, que liga as cidades de Amarante a Palmeirais, no estado do Piauí, próximo ao Morro do Mosquito, e da CT-07. No período chuvoso (abril/2005), a lagoa não apresentava correnteza e suas margens

eram formadas por plantas terrestres invasoras e macrófitas aquáticas, predominantemente flutuantes. Em julho/2005, encontrava-se totalmente seca (**Foto 9.3.1-13**).

- **Estação CT-09**

A estação CT-09 está localizada no rio Parnaíba, em sua margem direita. O rio apresenta margens densamente cobertas com vegetação, com profundidade elevada e forte correnteza no local de coleta em ambas as coletas. No local da coleta existe uma balsa para transporte de veículos pequenos (**Foto 9.3.1-14**).

- **Estação CT-10**

A estação CT-10 está localizada no Riacho Corrente, nas imediações da ponte na rodovia PI 130, no trecho compreendido entre as cidades de Palmeirais (PI) e Parnarama (MA). O trecho amostrado desse riacho caracteriza-se pelo seu substrato rochoso, com caudal reduzido e sujeito a forte depleção durante o período seco (julho/2005) (**Foto 9.3.1-15**).

- **Estação CT-11**

A estação CT-11 está localizada no riacho dos Negros, nas imediações da ponte na rodovia PI 130, no trecho compreendido entre as cidades de Palmeirais (PI) e Parnarama (MA). Em alguns trechos do riacho, a profundidade chegou até dois metros, porém não apresentava correnteza e as margens eram colonizadas por plantas terrestres invasoras. Nesse local, existe um bar bastante freqüentado durante o verão, principalmente devido à transparência de suas águas. Esse riacho apresentou pouca variação em sua vazão entre as duas coletas (**Fotos 9.3.1-16 e 9.3.1-17**).

- **Estação CT-12**

A estação CT-12 está localizada no rio Parnaíba, em sua margem direita, em frente à cidade de Parnarama, no estado do Maranhão. O rio apresentava correnteza forte no local, com margens sujeitas a processo erosivo em suas encostas, caracterizando um ambiente afastado do natural e sujeito à ação antrópica, evidenciada pela modificação das margens para permitir o embarque de veículos pequenos a médios, na balsa que faz a travessia entre os dois estados – Maranhão e Piauí – neste local (**Fotos 9.3.1-18 e 9.3.1-19**).

9.3.1.1.1. *Dados de campo*

As variáveis físico-químicas temperatura, condutividade elétrica, salinidade, pH e concentração de oxigênio dissolvido na água de cada biótopo amostrado, foram analisadas através de analisador multiparâmetro. Registros fotográficos de cada estação, seus principais biótopos e atividades de campo foram efetuados com máquinas fotográficas digitais numa resolução mínima de 1260 X 960 pixels.

Os dados relativos às características físico-químicas da água durante a campanha de abril/2005 estão apresentados na **Tabela 9.3.1-2** e os de julho/2005 na **Tabela 9.3.1-3**. A **Gráfico 9.3.1-1** apresenta detalhes das diferentes estações.

Tabela 9.3.1-2 Dados das variáveis físico-químicas da água nas diferentes estações de coleta de peixes na área de influência do AHE Castelhana, durante a campanha de abril de 2005.

Estação	Temp.	Cond.	STD	Salinidade	OD		pH
	(°C)	(uS/cm)	(mg/L)		(mg/L)	(% sat.)	
CT-01	30,58	256	166	0,12	4,79	64,2	8,29
CT-02	29,16	90	58	0,04	6,39	82	7,4
CT-03	-	-	-	-	-	-	-
CT-04	30,31	71	46	0,03	4,26	56,6	7,78
CT-05	32,15	112	73	0,05	4,12	56,4	7,26
CT-06	29,35	50	32	0,02	4,65	60,5	6,97
CT-07	34	51	33	0,02	4,43	62,7	6,49
CT-08	-	-	-	-	-	-	-
CT-09	29,54	46	30	0,02	4,7	61,4	6,78
CT-10	28,78	44	29	0,02	5,74	72,6	6,52
CT-11	26,83	58	38	0,03	4,72	59	6,45
CT-12	29	44	28	0,02	5,04	65,1	6,86

Tabela 9.3.1-3 Dados das variáveis físico-químicas da água nas diferentes estações de coleta de peixes na área de influência do AHE Castelhana, durante a campanha de julho/2005.

Estação	Temp.	Cond.	STD	Salinidade	OD		pH
	(°C)	(uS/cm)	(mg/L)		(mg/L)	(% sat.)	
CT-01	29,1	350	230	0			8,2
CT-02	26,9	60	40	0	6,4		7,6
CT-03	31,18	108	70	0,05	6,45	87	8,73
CT-04	33,65	71	46	0,03	5,86	82,5	8,32
CT-05	31,17	93	61	0,04	5,89	79,4	7,26
CT-06	28,32	40	26	0,02	6,81	87,4	7,86
CT-07	-	-	-	-	-	-	7,64
CT-08	-	-	-	-	-	-	-
CT-09	27,96	39	25	0,02	7,95	101,4	7,79
CT-10	28,03	52	35	0,02	8,36	106,7	7,16
CT-11	24,24	43	28	0,02	7,12	85	6,73
CT-12	27,4	39	25	0,02	7,9	99,8	7,67

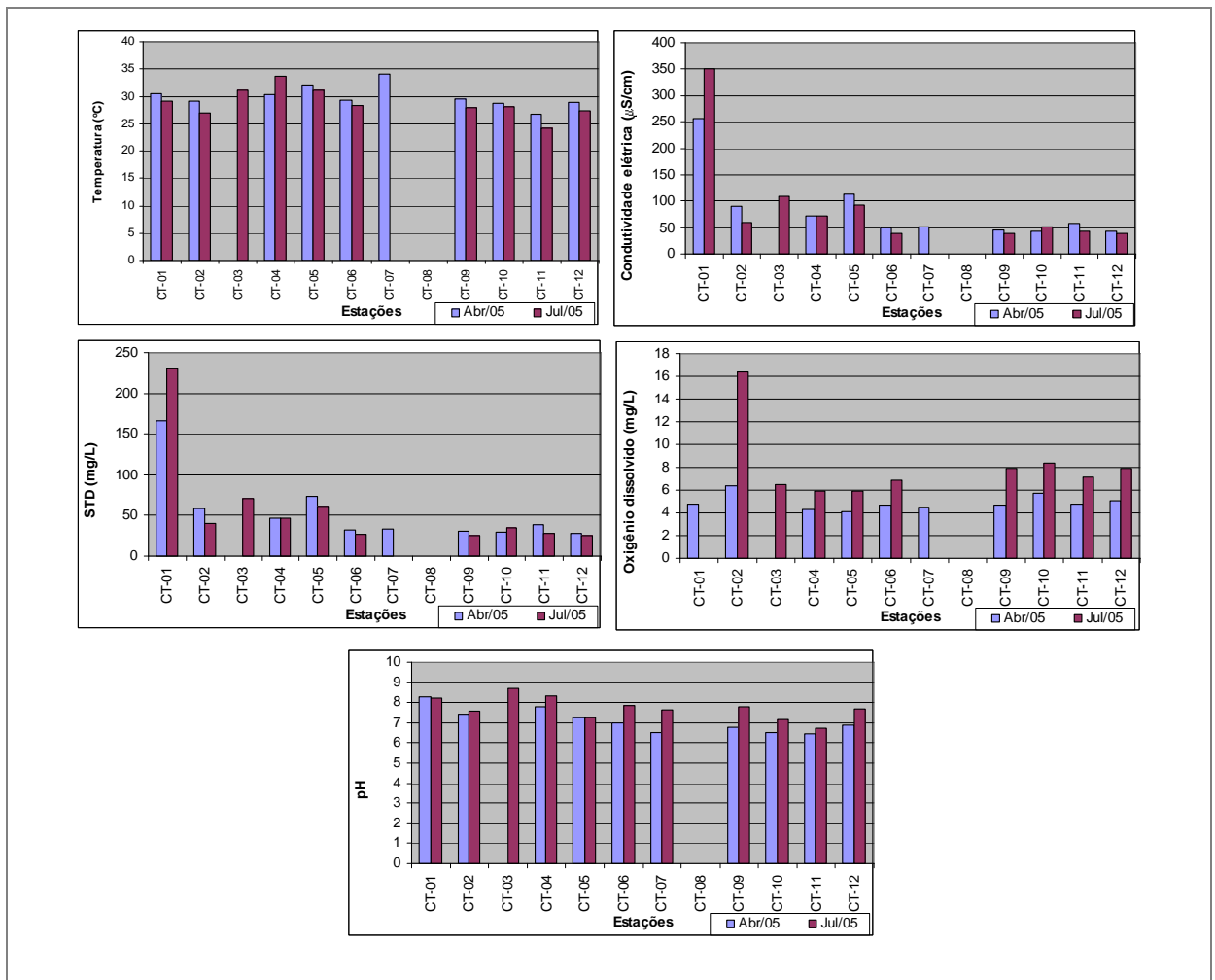


Gráfico 9.3.1-1 Variação das variáveis físico-químicas da água nas diferentes estações de coleta de peixes na área de influência do AHE Castelhana, durante as campanhas de abril e julho/2005.

A despeito dos valores das variáveis analisadas, elas se mantiveram dentro de limites compatíveis com a vida aquática, sobretudo de peixes. A temperatura variou entre 24 e 34°C, tendo sido mais elevada em locais com menor profundidade, como CT-07. A concentração de oxigênio dissolvido variou entre 4,1 e 8,4 mg/L, podendo ser considerados como valores normóxicos a ligeiramente hipóxicos, refletindo a influência da temperatura e de possíveis aportes de matéria orgânica carregada pela intensa precipitação pluviométrica durante o período de coleta, em abril/2005.

Os valores de pH mantiveram níveis mínimos ao redor de 6,5, o que pode ser considerado satisfatório para os peixes em geral. Valores mais elevados de pH foram registrados no rio Canindé (8,3 a 8,2), onde também foram registrados os maiores valores de condutividade elétrica – 256 e 350 microS/cm, respectivamente em abril e julho/2005, contra um valor médio de 70 microS/cm nas demais estações, também correlacionados com valores mais elevados de sólidos totais dissolvidos (STD) e salinidade nessa estação.

9.3.1.1.2. Composição da Ictiofauna

Gery (1969) reconhece a região da bacia do rio Parnaíba como pertencente à região faunística brasileira oriental, com os rios fluindo para a costa Atlântica. A área caracteriza-se por ser uma

transição entre os biomas. Comparações com bacias de maior porte e de regiões centrais no continente são insensatas, devido ao maior conhecimento e exploração científica da ictiofauna dessas regiões. Sabe-se que ictiofauna da bacia reflete diretamente as peculiaridades do meio aquático representado pela bacia do rio Parnaíba, cujas características geológicas, hidrológicas e geomorfológicas são peculiares em suas relações históricas com as bacias do São Francisco e da Amazônia, com implicações biogeográficas sobre sua ictiofauna. Portanto já era esperado encontrar uma diversidade e níveis de abundância menores que as das grandes bacias.

a. Estudos para o diagnóstico ambiental (2005)

Dentre as estações de coleta na área de influência do AHE Catelhano foi coletado um total de 591 indivíduos, distribuídos em 59 táxons. Foi registrada uma média de doze táxons por estação, sendo a estação CT-11 aquela com maior riqueza, com 25 táxons; seguida por CT-01 com 20, CT-04 com 19 e CT-05 com 16, tendo as demais apresentadas entre 1 e 13 táxons. A riqueza taxonômica variou entre as coletas, com 42 em abril (**Tabela 9.3.1-4**) e 38 em julho/2005 (**Tabela 9.3.1-5**).

Em abril/2005, apenas *Astyanax bimaculatus*, apresentou ocorrência constante ($x \geq 50\%$), representando, 15,7% do total de indivíduos coletados, e nenhum dos táxons ocorreu em todas as estações. *Cyphocharax gilberti*, *Hypostomus* sp., *Loricaria parnahybae*, *Pimelodus* sp1., *Serrasalmus brandti*, um exemplar não identificado de Tetragonopterinae, *Tetragonopterus chalceus* e *Triportheus signatus* foram consideradas acessórias, correspondendo juntos a 34,8% do total de organismos coletados, enquanto os 33 táxons restantes foram considerados como acidentais, perfazendo 49,5% do total coletado.

Em julho/2005, não foi registrado táxon com ocorrência em todas as estações, tendo apenas os táxons *Astyanax bimaculatus* e *Hemiodus parnaguae* sido considerados constantes, correspondendo juntos a 13,1% do total de organismos coletados. Outros dez táxons foram considerados acessórios: *Apareiodon* sp., *Aspidoras* cf. *raimundi*, *Astyanax fasciatus*, *Crenicichla* sp., *Geophagus parnaibae*, *Hypostomus* sp., *Limatulichthys* aff. *griseus*, *Loricaria parnahybae*, *Steindachnerina elegans* e *Tetragonopterus chalceus*. Esses corresponderam a 57,4% do número de indivíduos coletados.

Os 38 táxons restantes foram considerados acidentais, perfazendo 45,4% da abundância total (**Tabela 9.3.1-5**).

Tabela 9.3.1-4 Dados dos peixes coletados nas diferentes estações de coleta da área de influência do AHE Castelhana, durante a campanha de abril/2005, com sua respectiva constância dentre as estações.

Táxons	Estações de coleta												Constância
	CT-01	CT-02	CT-03	CT-04	CT-05	CT-06	CT-07	CT-08	CT-09	CT-10	CT-11	CT-12	
<i>Ancistrus</i> sp. 1											1		8,33
<i>Ancistrus</i> sp. 2										2	7		16,67
<i>Apareiodon</i> sp.			4										8,33
<i>Aspidoras</i> cf. <i>raimundi</i>			44							12			16,67
<i>Astyanax bimaculatus</i>	3		38	14			8	15		6	9		58,33
<i>Astyanax fasciatus</i>										80	8		16,67
<i>Astyanax</i> sp.			40										8,33
<i>Auchenipterus menezesi</i>	2												8,33
<i>Bryconops</i> cf. <i>affinis</i>											5		8,33
<i>Characidium</i> sp.							1				1		16,67
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>										2			8,33
<i>Corydoras</i> aff. <i>vittatus</i>											7		8,33
<i>Cyphocharax gilberti</i>	2			7							7		25,00
<i>Geophagus parnaibae</i>		3									2		16,67
<i>Hassar affinis</i>	1												8,33
<i>Hemiodus paraguayae</i>			1	1									16,67
Heptapteridae sp.1											4		8,33
<i>Hoplias malabaricus</i>	2												8,33
<i>Hemigrammus gracilis</i>										2			8,33
Hypoptopomatinae sp. 2	1												8,33
<i>Hypostomus</i> sp.	3		3	2						13	9		41,67
<i>Leporinus piau</i>					1								8,33
<i>Limatulichthys</i> aff. <i>griseus</i>	10										2		16,67
<i>Loricaria parnahybae</i>	18	2		1							5	1	41,67
<i>Moenkhausia dichrourea</i>			1	15									16,67
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>										1			8,33
<i>Phenacorhandia hoehnei</i>											1		8,33
<i>Pimelodus</i> sp. 1	12	7	4		1								33,33
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	9	1											16,67
<i>Poptella compressa</i>					3								8,33
<i>Prochilodus affinis costatus</i>												1	8,33
<i>Psellogrammus kennedyi</i>											2		8,33
<i>Pygocentrus nattereri</i>		2											8,33
<i>Roeboides sazimai</i>	1			1									16,67
<i>Satanoperca jurupari</i>	3												8,33
<i>Schizodon kneri</i>		2											8,33
<i>Serrasalmus brandtii</i>		1			1	1							25,00
<i>Steindachnerina elegans</i>				1									8,33
<i>Steindachnerina</i> sp.	1	1											16,67
Tetragonopterinae		3	58	19							13		33,33
<i>Tetragonopterus chalcus</i>				1	3							1	25,00
<i>Triporthes signatus</i>	1	3				2			1		1		41,67
Total de organismos	69	25	193	62	9	3	9	15	1	118	84	3	
Riqueza taxonômica	15	10	9	10	5	2	2	1	1	8	17	3	

Constância: Constante ($x \geq 50\%$), Acessória ($25\% \leq x < 50\%$), Acidental ($x < 25\%$)

O número em cada célula representa o total de indivíduos de cada espécie coletados em cada ponto.

Tabela 9.3.1-5 Dados dos peixes coletados nas diferentes estações de coleta da área de influência do AHE Castelhana, durante a campanha de julho/2005, com sua respectiva constância dentre as estações.

Táxons	Estações de coleta												Constância	
	CT-01	CT-02	CT-03	CT-04	CT-05	CT-06	CT-07	CT-08	CT-09	CT-10	CT-11	CT-12		
<i>Anchoviella</i> sp.					3									8,33
<i>Ancistrus</i> sp1.											1			8,33
<i>Ancistrus</i> sp2.										2	6			16,67
<i>Apareiodon</i> sp.	9		10	20						4		3		41,67
<i>Aspidoras</i> cf. <i>raimundi</i>			212	2						54				25,00
<i>Astyanax bimaculatus</i>	12		36	39	3					9	10			50,00
<i>Astyanax fasciatus</i>	1		10	18								14	1	41,67
<i>Bryconops</i> cf. <i>affinis</i>												2		8,33
<i>Characidium</i> sp.												11		8,33
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>			2							14				16,67
<i>Corydoras</i> aff. <i>treitlii</i>												4		8,33
<i>Crenicichla</i> sp.			4	11	1							1		33,33
<i>Curimata cyprinoides</i>					9									8,33
<i>Geophagus parnaibae</i>	44			15	3						3	1		41,67
<i>Hemiodus parnaguae</i>	7	2		1	3				1		1	2		58,33
<i>Hoplias malabaricus</i>			6	3										16,67
<i>Hyphessobrycon</i> sp.	4													8,33
<i>Hyphessobrycon</i> sp1.										1				8,33
<i>Hypostomus</i> sp.	5	1											2	25,00
<i>Hypostomus</i> sp1.					5							1		16,67
<i>Hypostomus</i> sp2.				12										8,33
<i>Imparfinnis</i> sp.											15			8,33
<i>Leporinus reinhardti</i>													1	8,33
<i>Limatulichthys</i> aff. <i>griseus</i>	16			4	2								2	33,33
<i>Loricaria parnahybae</i>	1			6	7				1		2			41,67
<i>Moenkhausia dichrourea</i>	35			43										16,67
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>										5	1			16,67
<i>Phenacogaster franciscoensis</i>				5								6		16,67
<i>Piabina</i> sp.										55				8,33
<i>Poecilia</i> sp.	1													8,33
<i>Poptella compressa</i>					7									8,33
<i>Potamotrygon sygnatha</i>													1	8,33
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>					1									8,33
<i>Steindachnerina elegans</i>					5					2	45			25,00
Tetragonopterinae	7		11											16,67
<i>Tetragonopterus</i> sp.										1				8,33
<i>Tetragonopterus chalceus</i>		4			1				2			4		33,33
<i>Triportheus signatus</i>	3													8,33
Total de organismos	145	7	291	179	50	0	0	0	5	146	123	17		
Riqueza de espécies	13	3	8	13	13	0	0	0	4	9	16	9		

Constância: Constante ($x \geq 50\%$), Acessória ($25\% \leq x < 50\%$), Acidental ($x < 25\%$)

O número em cada célula representa o total de indivíduos de cada espécie coletados em cada ponto.

Considerando-se a riqueza total em ambas as coletas, nenhum táxon foi registrado em todas as estações e apenas seis táxons foram considerados constantes: *Astyanax bimaculatus*, *Astyanax fasciatus*, *Geophagus parnaíbae*, *Hemiodus parnaguae*, *Hypostomus* sp. e *Loricaria parnahybae*. Foram considerados acessórios os seguintes táxons: *Apareiodon* sp., *Aspidoras* cf. *raimundi*, *Crenicichla* sp., *Cyphocharax gilberti*, *Hoplias malabaricus*, *Limatulichthys* aff. *griseus*, *Moenkhausia dichroua*, *Pimelodus* sp1., *Serrasalmus brandtii*, *Steindachnerina elegans*, *Tetragonopterinae*, *Tetragonopterus chalceus* e *Triportheus signatus*.

As 38 espécies restantes foram consideradas acidentais. Estes dados demonstram uma considerável heterogeneidade na composição da ictiofauna na AID do AHE Castelhana. Apenas 23 táxons (40,4%) foram coletados em ambas as coletas. O coeficiente de similaridade de Jaccard entre as duas campanhas foi de 0,40, indicando uma diferença sazonal mediana na composição da ictiofauna.

No **Gráfico 9.3.1-2** pode ser visualizado o agrupamento das estações, baseado na similaridade taxonômica entre elas. Foi possível evidenciar o isolamento de três grupos, assim formados: grupo A, pelas estações CT-07 e CT-08, correspondentes às poças isoladas sujeitas a depleção ao longo da rodovia PI-130; grupo B, composto por estações localizadas no rio Parnaíba ou sob sua influência direta (CT-05); e o grupo C, composto por estações localizadas nos tributários da margem direita, sujeitos a forte depleção sazonal de sua vazão. Desse modo, foi possível evidenciar a influência de aspectos fisiográficos dos corpos d'água inventariados e da variação sazonal da vazão dos rios na composição da comunidade de peixes em cada um deles.

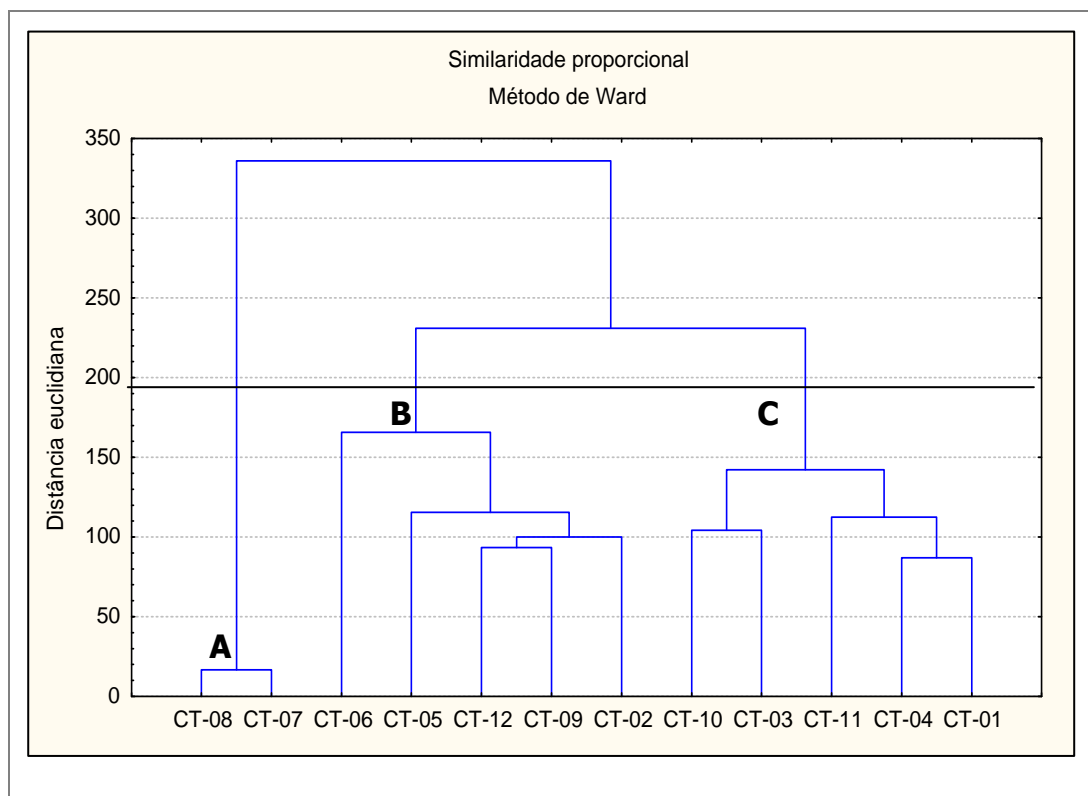


Gráfico 9.3.1-2 Dendrograma de similaridade proporcional dentre as estações de coleta de peixes na área de influência do AHE Castelhana.

b. Levantamento Complementar

Durante as amostragens feitas em março e maio/2009 na calha do rio Parnaíba, 7 táxons foram coletados junto a pescadores (**Tabela 9.3.1-6**), 3 dos quais não haviam sido registrados nas estações amostradas anteriormente (2005), o que certamente ocorreu pelo uso de diferentes apetrechos de coleta e da não necessidade de uma padronização, como na campanha anterior. Alguns deles representam espécies de interesse comercial, como o piau-açu *Leporinus sp.* e os curimatãs *Prochilodus nigricans* e *P. brevis*, alvos da atividade pesqueira não só nesta região como em outras regiões do país, como no estado do Amazonas, onde fazem parte da produção pesqueira (Santos *et al.*, 2006). As demais, embora sejam consumidas pela população, não têm importância pesqueira, sobretudo devido a seu tamanho reduzido.

Tabela 9.3.1-6 Espécies de peixes coletadas por pescadores no rio Parnaíba, na área de influência do AHE Castelhanos, em março e maio/2009, e respectivo número de indivíduos analisados.

Espécies	Número
<i>Curimata cyprinoides</i>	18
<i>Leporinus sp.</i>	10
<i>Prochilodus brevis</i>	31
<i>Prochilodus lacustris</i>	2
<i>Pygocentrus nattereri</i>	5
<i>Serrasalmus sp.</i>	1
<i>Triporthus signatus</i>	11

Dentre os táxons registrados exclusivamente a jusante, como ocorrência na área de influência do AHE Castelhanos, podem ser citados: *Hyphessobrycon gracilis*, *Hypoptopomatinae sp1* e *Leporinus reinhardti*.

9.3.1.1.3. Ecologia da Ictiofauna

Para análise quanto ao estágio maturacional dos peixes, em março/09, foram obtidas 78 indivíduos, pertencentes a 7 espécies, sendo 44 fêmeas, 32 machos e 2 indivíduos cuja identificação macroscópica do sexo não foi possível. A maioria, dos 76 indivíduos analisados, encontrava-se desovada (57,9%), seguidos de 38,2% em maturação. Apenas 3,9% estavam imaturos e 2,6% maduros. Grande parte dos exemplares analisados foi das espécies *Prochilodus brevis* (cumatá/curimatá) (38,2%), *Curimata cyprinoides* (branquinha) (23,7%), *Triporthus signatus* (sardinha) (14,5%) e *Leporinus sp.* (piauaçu) (13,2%) (**Tabela 9.3.1-7**). Os resultados indicam que os peixes capturados neste trecho da bacia encontravam-se no final da atividade reprodutiva ou já se preparando para um novo ciclo.

Tabela 9.3.1-7 Dados biométricos e maturacionais dos exemplares de peixes das diferentes espécies analisadas na área de influência do AHE Castelhana, em maio/2009.

Táxon	CP (mm)		Peso Médio	N	Sexo		Estágios maturacionais (N)			
	Mín.	Máx.			F	M	I	II	III	IV
<i>Curimata cyprinoides</i>	94	112	30,78	18	8	10	-	-	-	18
<i>Leporinus sp.</i>	340	400	1287,8	10	2	8	-	8	-	2
<i>Prochilodus brevis</i>	122	180	92,9	31	22	7	-	13	2	16
<i>Prochilodus lacustris</i>	127	127	145	2	2	-	-	-	-	2
<i>Pygocentrus nattereri</i>	146	196	236,6	5	4	1	-	3	-	2
<i>Serrasalmus sp.</i>	183	183	202	1	-	1	-	-	-	1
<i>Triportheus signatus</i>	94	135	24,55	11	6	5	3	5	-	3

Legenda: comprimento padrão (CP) mínimo (Mín.) e máximo (Máx.); N = número de indivíduos; Estágios maturacionais: I – imaturo, II – em maturação, III – maduro e IV – esvaziado/desovado

Conforme solicitado pelo IBAMA (Informação técnica 37/2008), os resultados sobre maturação dos peixes dependeriam exclusivamente da pesca feita pelos moradores locais, o que seria ainda mais difícil por coincidir com a época de defeso, descartando a necessidade de novas coletas. Como resultado da ausência de novas coletas, o número registrado de espécimes obtidos é muito baixo.

Ressalta-se que esta prática se mostrou complicada, pois, em muitos casos, os moradores locais evitavam o contato com a equipe de pesquisadores. Além disto, quando a abordagem era realizada e o material avaliado, notou-se que muitas informações já estavam perdidas, uma vez que a evisceração dos peixes logo após a coleta é prática comum entre os pescadores.

Portanto, a caracterização dos estágios de maturação das espécies migratórias seria falha. Devido ao baixo esforço amostral e a baixa diversidade de peixes esperada na bacia do rio Parnaíba, comparações com os dados provenientes de outras bacias maiores e mais ricas em diversidade são desnecessárias.

A ictiofauna inventariada, através do acompanhamento da pesca, caracterizou-se por espécies de pequeno porte, de hábito predominantemente residente, com a captura de poucas espécies tipicamente migradoras ou reofílicas (bagres). Dentre as espécies coletadas, foram registradas como reofílicas: *Prochilodus costatus*, *Prochilodus nigricans*, *Prochilodus lacustris* e *Prochilodus brevis*, enquanto outras, como *Schizodon kneri*, *Leporinus reinhardtii* e *Leporinus piau*, *Leporinus sp.* e *Curimata cyprinoides* e *Pterygoplichthys etentaculatus* são capazes de movimentos restritos, usualmente entre pequenos trechos de rio, ou entre o rio principal e áreas marginais.

Não há registro de migradores de maior porte, como os bagres do gênero *Brachyplatystoma*, outrora abundantes neste trecho do rio Parnaíba. Caracterizar os estágios de maturação das espécies migradoras seria falho, pois, seguindo a requisição do IBAMA (Informação Técnica nº 37/2008) de acompanhar os pescadores locais, o número de espécimes amostrados é extremamente baixo. Devido ao baixo esforço amostral sugerido pelo IBAMA e a baixa diversidade de peixes esperada na bacia do rio Parnaíba, comparações com os dados provenientes de outras bacias maiores e mais ricas em diversidade são desnecessárias.

No cenário da implantação dos AHEs Estreito e Cachoeira a montante de Castelhana, a segmentação do trecho do médio Parnaíba abaixo da UHE Boa Esperança configura um maior

comprometimento dos movimentos migratórios, não apenas de migradores mais amplos, mas também para outros com movimentos mais restritos.

O isolamento espacial desses reservatórios e sua desvinculação do processo de deslocamento ascendente de peixes desde o baixo Parnaíba para montante, também deve trazer reflexos negativos para a ictiofauna dessa porção inferior da bacia.

De modo acumulativo, este cenário certamente refletirá num maior empobrecimento da ictiofauna da calha do rio Parnaíba, sobretudo das espécies migradoras, de maior porte e de interesse pesqueiro. As modificações decorrentes da instalação da barragem de Boa Esperança a montante, impedindo o acesso a áreas alagadas acima do reservatório, aliadas às modificações antrópicas neste trecho do médio rio Parnaíba e à pesca predatória já podem ter contribuído para a redução dos estoques pesqueiros.

Uma avaliação precisa do papel de pequenos tributários e ambientes alagáveis marginais para a ictiofauna do alto Parnaíba carece de estudos de longo prazo que permitam avaliar a reprodução e o crescimento das espécies de peixes. Infere-se que o rio Canindé, que é o principal tributário na área de influência direta do AHE Castelhana pode representar um importante ambiente refúgio para a ictiofauna de pequeno porte, com preferência por ambientes lóticos.

Entretanto, neste caso em particular, considerando o caráter intermitente deste rio, seu papel como rota migratória alternativa pode ser ineficiente para migradores de maior porte ou que necessitam de estímulos sincronizadores mais definidos, associados ao pulso de inundação na bacia de influência. Uma adequada caracterização hidrológica da sub-bacia pode contribuir com informações que sustentem esta hipótese.

Além das espécies coletadas pelos pescadores, outras espécies de Characiformes e Siluriformes caracterizam-se por apresentar hábitos migratórios durante a época de reprodução, subindo o rio para a reprodução. Com a construção da barragem, é provável que os peixes passem a usar os tributários para a reprodução. Caso isso não ocorra, já que os tributários também sofrerão com a influência do represamento, pode haver um declínio populacional acentuado. Para a população pesqueira local, isto pode não ter grande influência, já que como o número de pescadores encontrados foi baixo, outras fontes de subsistência devem ser melhor exploradas que a pesca na região.

O baixo número de espécies migratórias capturadas pode ser resultado das modificações feitas para a construção do reservatório, como a modificação na circulação da água, desmatamento das matas ciliares para o desenvolvimento agrícola e a utilização de agrotóxicos, contribuindo para o declínio e até extinção de algumas populações de peixes. O assoreamento causado pela construção forma barreiras entre a calha principal e as lagoas intermitentes, impossibilitando o retorno dos indivíduos jovens.

Em resumo, a segmentação de um rio proporcionada pela construção de reservatórios oriundos de barramentos em sequência, como está sendo planejado atualmente para o Rio Parnaíba, de fato pode multiplicar o impacto negativa para a ictiofauna. Isso foi verificado no Rio Tocantins (Agostinho *et al.* 2009). É necessário entender os impactos dos barramentos levando em conta toda a dinâmica da bacia.

Outras espécies têm preferências por ambientes de corredeiras e também podem sofrer com o impacto da construção da barragem, por exemplo as dos gêneros *Ancistrus*, *Schizodon*, *Characidium*, *Imparfinis*, *Leporinus* e *Hypostomus*.

Um desses fatores impactantes para essas populações é a mudança de ambiente e conseqüente redução de micro-habitats com o desaparecimento de bancos de macrófitas. A dieta desses peixes abrange insetos, detritos e fragmentos de podostemáceas, o que obrigaria as espécies a adotarem novas táticas de forrageamento. A presença de macrófitas fornece refúgio para as espécies menores, reduzindo a predação (Savino & Stein, 1989). Considerando todos esses aspectos, nota-se a importância desses ambientes para a ictiofauna.

Habitando a bacia do rio Parnaíba, além das espécies migratórias, há um conjunto de peixes sedentários, que não depende da variação do volume da água para reprodução. Nesta categoria, encaixam-se as espécies da família Cichlidae que têm como habitat os ambientes lênticos, em remansos com muita vegetação, onde podem se reproduzir (Keith et al., 2000). O cuidado parental inclui a incubação dos ovos na boca às vésperas da eclosão (Keith et al., 2000; Lamas, 1993; Stawikowski, 1995). Esses ambientes também são ocupados por espécies da família Heptapteridae, Poeciliidae e Parodontidae.

Dentro da família Characidae, algumas espécies da sub-família Serrasalminae são capazes de executar migrações de curta distância (como as do gênero *Metynnis*, que ocorre na bacia do rio Parnaíba, mas não em todas as estações). *Serrasalmus* e *Pygocentrus* preferem áreas de remanso, com vegetação marginal, macrófitas e igapós (floresta alagável). A baixa circulação de água favorece a época da desova, onde os machos protegem a prole. Sendo assim, essas espécies também não devem ser afetados pelas mudanças que o ambiente sofrerá.

Espécies sem importância pesqueira, além de ocorrerem na área de influência direta do reservatório, também ocorrem em tributários onde não haverá influência alguma. Sendo assim, o impacto ambiental do empreendimento para essas espécies, não para as populações, também será baixo. Considerando isso, medidas devem ser adotadas para a preservação dessas espécies nas outras áreas. Espécies ainda não identificadas não representam grande importância na pesca local.

Além disso, cabe ressaltar ainda as seguintes ocorrências, não registradas anteriormente para a bacia: *Ancistrus* sp1, *Ancistrus* sp2., *Bryconops* cf. *affinis* – espécie do gênero *Bryconops* possivelmente representando uma espécie não descrita -- *Imparfinnis* sp., *Poptella compressa*, *Psellogrammus kennedyi* e *Roeboides sazimai*, sendo a última um exemplo de espécie endêmica descrita recentemente.

Ainda há um grande número de espécies novas a serem descritas para a bacia e acredita-se que haja um aumento no número de espécies endêmicas. Novas campanhas de coleta são necessárias para uma amostragem mais completa e um trabalho de taxonomia bem elaborado.

Nenhuma das espécies identificadas até o momento está enquadrada em qualquer categoria ameaçada, segundo critérios da IUCN ou que constem da *Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção* do IBAMA/MMA. Apesar de nenhuma espécie estar ameaçada de extinção, *Aspidoras* cf. *raimundi*, *Hassar affinis*, *Brachyhalcinus parnaibae*, *Schizodon* cf. *rostratus*, *Hemiodus parnaguaee*, *Roeboides sazimai*, *Potamotrygon signata* são espécies endêmicas e podem sofrer com as mudanças de habitat.

Nota-se que os dados de revisão de bibliografia e de coleta possuem poucas espécies que coincidem, ou seja, a identificação das espécies de peixes na região mostra-se ainda confusa e o número de espécies deve ser menor que o apresentado na tabela 9.3.1-8. Isto fica claro com a presença de espécies citadas que não constam no “Checklist of Freshwater Fishes of South and Central America” (Reis et al., 2003), um trabalho amplo e de elevada importância no que diz respeito aos nomes científicos das espécies que deveriam ser empregadas como válidas.

Para a construção da tabela e somatória no número de espécies da bacia, espécies que apresentavam problemas de sinonímia foram corrigidas, evitando uma contagem redundante. Mesmo assim, problemas persistem e esse número de 162 espécies provavelmente é artificialmente elevado.

A **Tabela 9.3.1-8** deixa clara a dificuldade e a falta de informações levantada até o momento para a ictiofauna da bacia do Parnaíba. Novas campanhas poderiam auxiliar na resolução do problema e levantar novas espécies. O trecho acima do reservatório de Boa Esperança, por exemplo, apresenta-se mais isolado e com um menor impacto antrópico, além de possuir uma maior quantidade de rios e riachos tributários. Estes, por sua vez, podem ser caracterizados pelo maior número de microhabitats, o que pode indicar a presença de espécies com distribuição restrita e até mesmo endêmicas.

Tabela 9.3.1-8 Lista de espécies encontradas na literatura (Roberts, 1973; Soares, 1987), nas campanhas de coleta de 2005 e 2009, e dados complementares de ocorrência e problemas taxonômicos (Reis et al., 2003)

Ordem (Família)	Espécie	Literatura	Campanhas 2005/2009	Ocorrência
Beloniformes (Belontiidae)	<i>Pseudotilosturus microps</i>		X	Bacias dos rios Orinoco e Amazonas
Characiformes (Acestrorhynchidae)	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	X		Bacias Amazônica e do Orinoco e rios da Guiana, Guiana Francesa e Suriname
Characiformes (Acestrorhynchidae)	<i>Acestrorhynchus</i> sp.		X	S/I
Characiformes (Anostomidae)	<i>Leporinus elongatus</i>		X	Bacias dos rios da Prata, Paraná e São Francisco
Characiformes (Anostomidae)	<i>Leporinus friderici</i>	X	X	Bacias dos rios Amazonas e Suriname
Characiformes (Anostomidae)	<i>Leporinus lacustris</i>		X	Bacia do rio Paraná
Characiformes (Anostomidae)	<i>Leporinus piau</i>		X	Rio Salgado (Ceará)
Characiformes (Anostomidae)	<i>Leporinus reinhardti</i>		X	Bacia do rio São Francisco
Characiformes (Anostomidae)	<i>Leporinus</i> sp.	X	X	S/I
Characiformes (Anostomidae)	<i>Leporinus</i> sp1.		X	S/I
Characiformes (Anostomidae)	<i>Schizodon</i> aff. <i>knerii</i>		X	Bacia do rio São Francisco
Characiformes (Anostomidae)	<i>Schizodon</i> cf. <i>rostratus</i> *		X	Bacia do rio Parnaíba
Characiformes (Anostomidae)	<i>Schizodon fasciatus</i>	X		Rio Amazonas e bacias costeiras da Guiana francesa
Characiformes (Characidae)	<i>Astyanax</i> aff. <i>marionae</i>		X	Bacia do rio Paraguai
Characiformes (Characidae)	<i>Astyanax bimaculatus</i>	X	X	Panamá até bacia Amazônica
Characiformes (Characidae)	<i>Astyanax fasciatus</i>		X	Maioria das bacias de água doce do México à Argentina
Characiformes (Characidae)	<i>Astyanax</i> sp.		X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Brachychalcinus parnaíbae</i> *		X	Bacia do rio Parnaíba
Characiformes (Characidae)	<i>Bryconamericus</i> sp.		X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Bryconamericus victoriae</i>	X		Nome inexistente - S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Bryconops affinis</i>	X		Rios costeiros do escudo das Guianas (= <i>Cretochanes affinis</i>)
Characiformes (Characidae)	<i>Bryconops</i> cf. <i>affinis</i>		X	Rios costeiros do escudo das Guianas
Characiformes (Characidae)	<i>Characidium</i>	X	X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Cheirodon</i> sp.	X		S/I
Characiformes (Characidae)	Cheirodontinae		X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Colossoma macropomum</i>		X	Bacias dos rios Amazonas e Orinoco
Characiformes (Characidae)	<i>Colossoma</i> sp.		X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Gymnocorymbus thayeri</i>	X		Rios Amazonas e Orinoco
Characiformes (Characidae)	<i>Hemigrammus gracilis</i>		X	Bacias dos rios São Francisco e Amazonas
Characiformes (Characidae)	<i>Hemigrammus</i> sp.		X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Hyphessobrycon gracilis</i> (Talvez = <i>H. gracilior</i>)		X	Bacia Amazônica
Characiformes (Characidae)	<i>Hyphessobrycon santae</i>		X	Bacia do rio São Francisco
Characiformes (Characidae)	<i>Hyphessobrycon</i> sp.	X	X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Hyphessobrycon</i> sp1.		X	S/I

Cont.

Tabela 9.3.1-8 Lista de espécies encontradas na literatura (Roberts, 1973; Soares, 1987), nas campanhas de coleta de 2005 e 2009, e dados complementares de ocorrência e problemas taxonômicos (Reis et al., 2003)

Ordem (Familia)	Espécie	Literatura	Campanhas 2005/2009	Ocorrência
Characiformes (Characidae)	<i>Hyphessobrycon</i> sp2.		X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Metynnis</i> sp	X		S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Metynnis lippincottianus</i>	X	X	Bacia Amazônica e nordeste do escudo das Guianas
Characiformes (Characidae)	<i>Moenkhausia dichoura</i>	X	X	Bacias dos rios Amazonas, Paraguai e Orinoco
Characiformes (Characidae)	<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>		X	Rios Parnaíba, São Francisco, Paraná, Paraguai e Uruguai
Characiformes (Characidae)	<i>Myleus asterias</i>	X	X	Bacia Amazônica e escudo das Guianas
Characiformes (Characidae)	<i>Phenacogaster franciscoensis</i>		X	Bacia do rio São Francisco
Characiformes (Characidae)	<i>Phenacogaster</i> sp.		X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Piabina</i> sp.		X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Poptella compressa</i>		X	Bacias dos rios Orinoco e Amazonas
Characiformes (Characidae)	<i>Psellogrammus kennedyi</i>		X	Bacias dos rios São Francisco e Paraguai
Characiformes (Characidae)	<i>Pygocentrus nattereri</i>	X	X	Bacias dos rios Amazonas, Paraná-Paraguai, Essequibo, e rios do NE do Brasil
Characiformes (Characidae)	<i>Roebooides gr. affinis</i>		X	Bacias dos rios Amazonas e Parnaíba
Characiformes (Characidae)	<i>Roebooides margaretae</i>		X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Roebooides prognathus</i>	X		Bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai
Characiformes (Characidae)	<i>Roebooides sazimai*</i>		X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Serrapinnus heterodon</i> (= <i>Odontostilbe iheringi</i>)	X		Bacia do Paraná e rio São Francisco
Characiformes (Characidae)	<i>Serrasalmus brandtii</i>		X	Bacia do rio São Francisco
Characiformes (Characidae)	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	X	X	Bacias dos rios Amazonas, Orinoco, escudo das Guianas e rios costeiros do NE do Brasil
Characiformes (Characidae)	<i>Serrasalmus</i> sp.		X	S/I
Characiformes (Characidae)	Tetragonopterinae		X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Tetragonopterus argenteus</i>	X		Bacias dos rios Amazonas e da Prata
Characiformes (Characidae)	<i>Tetragonopterus chalcus</i>		X	Bacias dos rios Amazonas, São Francisco, Orinoco e regiões costeiras das Guianas
Characiformes (Characidae)	<i>Tetragonopterus</i> sp.		X	S/I
Characiformes (Characidae)	<i>Triporthus angulatus</i>	X		Bacia do rio Amazonas
Characiformes (Characidae)	<i>Triporthus signatus</i>		X	Bacia do rio Parnaíba e rios costeiros do NE do Brasil
Characiformes (Chilodontidae)	<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	X	X	Rios Amazonas, Orinoco, Rupununi, Suriname, Samaracca e Parnaíba
Characiformes (Curimatidae)	<i>Curimata cyprinoides</i>	X	X	Delta do rio Orinoco, Bacia Amazônica e Rio Tocantins
Characiformes (Curimatidae)	<i>Curimata macrops</i>	X		Rios Paraíba e Poti e nordeste do Brasil
Characiformes (Curimatidae)	<i>Curimatella aff. dorsalis</i>		X	Orinoco, Amazonas, Tocantins e Paraná-Paraguai
Characiformes (Curimatidae)	<i>Curimatus</i> sp	X		S/I
Characiformes (Curimatidae)	<i>Cyphocharax gilberti</i>		X	Leste do Brasil, da Bahia ao leste de São Paulo
Characiformes (Curimatidae)	<i>Steindachnerina elegans</i>	X		Rios Pardo e Jequitinhonha, Bacia do rio São Francisco e rios costeiros da Bahia.
Characiformes (Curimatidae)	<i>Steindachnerina elegans</i>		X	Rios Pardo e Jequitinhonha, Bacia do rio São Francisco e rios costeiros da Bahia.
Characiformes (Curimatidae)	<i>Steindachnerina</i> sp.		X	S/I
Characiformes (Erythrinidae)	<i>Hoplerhythrinus uniateniatus</i>	X	X	Américas Central e Sul
Characiformes (Erythrinidae)	<i>Hoplias malabaricus</i>	X	X	Da Costa Rica à Argentina
Characiformes (Hemiodontidae)	<i>Hemiodus parnaguae*</i>	X	X	Bacia do rio Parnaíba
Characiformes (Hemiodontidae)	<i>Hemiodus unimaculatus</i>	X		Rios Amazonas, Tocantins, Capim, Suriname, Camopi e Oyapock
Characiformes (Parodontidae)	<i>Apareiodon affinis</i>	X		Bacia do rio da Prata
Characiformes (Parodontidae)	<i>Apareiodon</i> sp.		X	S/I
Characiformes (Parodontidae)	<i>Parodon nasus</i>		X	Bacia do rio da Prata

Cont.

Tabela 9.3.1-8 Lista de espécies encontradas na literatura (Roberts, 1973; Soares, 1987), nas campanhas de coleta de 2005 e 2009, e dados complementares de ocorrência e problemas taxonômicos (Reis et al., 2003)

Ordem (Família)	Espécie	Literatura	Campanhas 2005/2009	Ocorrência
Characiformes (Prochilodontidae)	<i>Prochilodus argenteus</i>		X	Bacia do São Francisco, mas introduzida em outros rios do NE do Brasil
Characiformes (Prochilodontidae)	<i>Prochilodus brevis</i>		X	Pequenos rios do NE do Brasil
Characiformes (Prochilodontidae)	<i>Prochilodus costatus</i>		X	Rio São Francisco, introduzida no rio Jequitinhonha
Characiformes (Prochilodontidae)	<i>Prochilodus lacustris</i>	X	X	Bacias dos rios Parnaíba e Mearim
Characiformes (Prochilodontidae)	<i>Prochilodus nigricans</i>		X	Bacias dos rios Amazonas e Tocantins
Characiformes (Prochilodontidae)	<i>Prochilodus</i> sp.		X	S/I
Clupeiformes (Engraulidae)	<i>Anchoviella</i> sp.		X	S/I
Clupeiformes (Engraulidae)	<i>Lycengraulis batesii</i> (= <i>Lycengraulis barbuori</i>)	X		Bacias dos rios Orinoco, Amazonas e nas Guianas
Clupeiformes (Pristigasteridae)	<i>Ilisha catelneana</i> (Provavelmente = <i>I. amazonica</i>)	X		Bacia do rio Amazonas
Clupeiformes (Pristigasteridae)	<i>Pellona castelneana</i>	X		Bacia do rio Amazonas
Clupeiformes (Pristigasteridae)	<i>Pellona flavipinnis</i>		X	Bacias dos rios Amazonas, Orinoco, Parnaíba, Paraná-Paraguai e rios da Guiana
Cyprinodontiformes (Poeciliidae)	<i>Poecilia</i> sp.	X	X	S/I
Cyprinodontiformes (Poeciliidae)	<i>Poecilia vivipara</i>		X	Toda a região costeira da Venezuela até a Argentina
Cyprinodontiformes (Rivulidae)	<i>Pituna compacta</i>		X	Bacias dos rios Araguaia-Tocantins, Xingu e Parnaíba
Cyprinodontiformes (Rivulidae)	<i>Rivulus</i> sp.	X		S/I
Gymnotiformes (Gymnotidae)	<i>Gymnotus carapo</i>	X	X	Sudeste do México ao Paraguai
Gymnotiformes (Rhamphichthyidae)	<i>Rhamphichthys rostratus</i>	X	X	Rios costeiros do NE da América do Sul
Gymnotiformes (Sternopygidae)	<i>Eigenmannia</i> sp1.		X	S/I
Gymnotiformes (Sternopygidae)	<i>Eigenmannia</i> sp2.		X	S/I
Gymnotiformes (Sternopygidae)	<i>Sternopygus macrurus</i>	X	X	Bacias dos rios Amazonas, Orinoco, Paraná, Paraguai, Magdalena, São Francisco, Parnaíba, Tocantins, Pindaré, Itapicuru e Salgado
Myliobatiformes (Potamotrygonidae)	<i>Potamotrygon signata</i> *	X	X	Bacia do rio Parnaíba
Perciformes (Cichlidae)	<i>Aequidens vittatus</i>	X		Nome inexistente - S/I
Perciformes (Cichlidae)	<i>Cichla</i> sp.		X	S/I
Perciformes (Cichlidae)	<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>	X	X	Bacias dos rios São Francisco, Parnaíba e Capivara
Perciformes (Cichlidae)	<i>Cichlasoma</i> sp.	X	X	S/I
Perciformes (Cichlidae)	<i>Crenicichla lepidota</i>	X		Bacias dos rios Paraná-Paraguai, Amazonas e no rio Uruguai.
Perciformes (Cichlidae)	<i>Crenicichla</i> sp	X	X	S/I
Perciformes (Cichlidae)	<i>Geophagus parnaíbae</i>		X	Nome inexistente - S/I
Perciformes (Cichlidae)	<i>Geophagus surinamensis</i>	X	X	Rios Saramacca, Suriname e Marowijne
Perciformes (Cichlidae)	<i>Satanoperca jurupari</i>		X	Bacia do rio Amazonas
Perciformes (Scianidae)	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	X	X	Bacias dos rios Orinoco, Paraná, Paraguai, Amazonas e rios da Guiana
Perciformes (Synbranchidae)	<i>Synbranchus marmoratus</i>	X	X	México ao nordeste da Argentina
Siluriformes (Auchenipteridae)	<i>Ageneiosus militaris</i> (= <i>Ageneiosus vallenciennesi</i>)	X		Bacia do rio da Prata
Siluriformes (Auchenipteridae)	<i>Auchenipterus menezesi</i>		X	Bacias dos rios Parnaíba e Pindaré-Mirim
Siluriformes (Auchenipteridae)	<i>Auchenipterus nuchalis</i>	X		Rios Amazonas, Tocantins e Marowijne. Possivelmente nos rios Rupununi e Negro.
Siluriformes (Auchenipteridae)	<i>Trachelyopterus</i> sp. (= <i>Parauchenipterus</i> sp.)	X		S/I
Siluriformes (Auchenipteridae)	<i>Trachelyopterus</i> sp.		X	S/I
Siluriformes (Auchenipteridae)	<i>Trachycorystis galeatus</i>	X		S/I
Siluriformes (Callichthyidae)	<i>Aspidoras cf. raimundi</i> *		X	Bacia do rio Parnaíba

Cont.

Tabela 9.3.1-8 Lista de espécies encontradas na literatura (Roberts, 1973; Soares, 1987), nas campanhas de coleta de 2005 e 2009, e dados complementares de ocorrência e problemas taxonômicos (Reis et al., 2003)

Ordem (Familia)	Espécie	Literatura	Campanhas 2005/2009	Ocorrência
Siluriformes (Callichthyidae)	<i>Callichthys callichthys</i>	X		Rios Cis-Andinos ao norte de Buenos Aires.
Siluriformes (Callichthyidae)	<i>Corydoras aff. treitlii</i>		X	S/I
Siluriformes (Callichthyidae)	<i>Corydoras aff. vittatus</i>		X	Rio Itapicuru
Siluriformes (Callichthyidae)	<i>Corydoras julli</i>	X		Bacia do rio Amazonas e rios costeiros do NE do Brasil
Siluriformes (Callichthyidae)	<i>Corydoras treitlii</i>		X	Nordeste do Brasil
Siluriformes (Callichthyidae)	<i>Hoplosternum thoracatum</i> (Talvez = <i>Megalechis personata</i>)	X		Bacias do Orinoco, Amazonas e rios do Nordeste do Brasil
Siluriformes (Doradidae)	<i>Hassar affinis*</i>	X	X	Bacia do Parnaíba
Siluriformes (Doradidae)	<i>Platydoras costatus</i>	X	X	Bacias dos rios Amazonas, Tocantins, Parnaíba, Orinoco, Essequibo e regiões costeiras da Guiana e Suriname
Siluriformes (Heptapteridae)	Heptapteridae sp1.		X	S/I
Siluriformes (Auchenipteridae)	<i>Ageneiosus inermis</i> (= <i>A. brevifilis</i>)	X	X	América do Sul
Siluriformes (Heptapteridae)	Heptapteridae sp2.		X	S/I
Siluriformes (Heptapteridae)	<i>Imparfinnis</i> sp.		X	S/I
Siluriformes (Heptapteridae)	<i>Phenacorhamdia hoehnei</i>		X	Bacia do rio Taquari
Siluriformes (Heptapteridae)	<i>Pimelodella</i> sp.	X	X	S/I
Siluriformes (Heptapteridae)	<i>Pimelodella</i> sp1.		X	S/I
Siluriformes (Heptapteridae)	<i>Pimelodella</i> sp2.		X	S/I
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Ancistrus</i> sp1.		X	S/I
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Ancistrus</i> sp2.		X	S/I
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Hypoptopomatinae</i>		X	S/I
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Hypoptopomatinae</i> sp1.		X	S/I
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Hypostomus plecostomus</i>	X		Guianas
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Hypostomus</i> sp.		X	S/I
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Hypostomus</i> sp1.		X	S/I
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Hypostomus</i> sp2.		X	S/I
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Hypostomus</i> sp3.		X	S/I
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Limatulichthys aff. griseus</i>		X	Rios Tocantins, Amazonas, Essequibo, Orinoco e Parnaíba
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Loricaria parnahybae</i>	X	X	Rios costeiros da Guiana e do NE do Brasil
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Loricariichthys platymetopon</i>		X	Bacia do rio da Prata
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Loricariichthys typus</i> (Provavelmente = <i>Loricariichthys maculatus</i>)	X		Rios do Suriname
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>		X	Bacia do rio São Francisco
Siluriformes (Loricariidae)	<i>Pterygoplichthys litturatus</i>	X		S/I
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Bagropsis reinhardti</i>		X	Rio das Velhas
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	X		Rios Amazonas e Orinoco. Principais rios das Guianas e do NE do Brasil
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Brachyplatystoma vaillanti</i>	X	X	Rios Amazonas e Orinoco. Principais rios das Guianas e do NE do Brasil
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>		X	Rios Paraná, Orinoco, Maroni e Amazonas
Siluriformes (Pimelodidae)	Pimelodidae indet.		X	S/I
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Pimelodus brochii</i>	X		Bacias do Amazonas, Corantjin, Essequibo e Orinoco
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Pimelodus clarias</i> (Provavelmente <i>P. coprophagus</i>)	X		S/I
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Pimelodus maculatus</i>	X	X	Bacias dos rios Paraná e São Francisco
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Pimelodus ornatus</i>	X		Bacias do Amazonas, Paraná, Corantjin, Essequibo e Orinoco e rios da Guiana

Cont.

Tabela 9.3.1-8 Lista de espécies encontradas na literatura (Roberts, 1973; Soares, 1987), nas campanhas de coleta de 2005 e 2009, e dados complementares de ocorrência e problemas taxonômicos (Reis et al., 2003)

Ordem (Família)	Espécie	Literatura	Campanhas 2005/2009	Ocorrência
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Pimelodus</i> sp.		X	S/I
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Pimelodus</i> sp1.		X	S/I
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Pimelodus</i> sp2.		X	S/I
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Pinirampus pirinampu</i>		X	Bacias do Amazonas, Orinoco, Essequibo e Paraná
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	X	X	Bacias dos rios Paraná e São Francisco
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	X	X	Bacias dos rios Amazonas, Corantijn, Essequibo, Orinoco e Paraná
Siluriformes (Pimelodidae)	<i>Sorubim lima</i>	X	X	Bacias dos rios Paraná, Paraguai, Amazonas e Orinoco

*Espécies endêmicas; S/I: Sem informações taxonômicas.

A ictiofauna inventariada no presente estudo, a partir de coletas efetuadas no rio Parnaíba e tributários de sua margem direita, na AID do AHE Castelhana, apresentou uma riqueza taxonômica (57/64, considerando os dados de 2005/dados de 2005 + 2009) semelhante àquela registrada para a área de influência do AHE Cachoeira (59/73) e superior à do AHE Estreito (33/43), ambas localizadas a montante, e todas situadas a jusante do reservatório de Boa Esperança. A riqueza levantada para a área do AHE Castelhana (46) correspondeu à terceira dentre elas, com 36,5% de toda a fauna inventariada para a bacia, com 126 táxons. Além desta variação a similaridade ictiofaunística baseada no índice de Jaccard, foi de 0,48 entre Castelhana e Estreito e de 0,63 entre Castelhana e Cachoeira. Apesar das três áreas estarem inseridas num mesmo trecho do médio Parnaíba, sem barreiras de isolamento significativo entre elas, os valores de similaridade qualitativa de Jaccard indicam uma maior semelhança entre Cachoeira e Castelhana, que entre o último trecho e o de Estreito, imediatamente a montante. Tal fato decorre, sobretudo das estações amostradas no trecho de Estreito estarem localizadas em rios intermitentes e apenas uma delas no próprio rio Parnaíba, além do próprio caráter predominantemente temporário do rio Itaueiras, principal tributário na área deste AHE.

9.3.1.2. Pesca Comercial de Peixes para Consumo

Segundo Lowe–McConnell (1984), as principais espécies de importância comercial da bacia são a curimatã *Prochilodus lacustris*, a curvina *Plagioscion squamosissimus*, a piranha *Pygocentrus nattereri*, o surubim *Pseudoplatystoma corruscans*, o arenque *Pellona castelnaeana*, o fidalgo *Ageneiosus inermis*, o mandubê *Hemisorubim platyrhynchos*, os piaus *Leporinus* spp. e *Schizodon*, a pirapitinga *Brachyplatystoma filamentosum* e *B. vaillanti*, a traíra *Hoplias malabaricus* e os mandis *Pimelodus* spp.

Dentre as espécies de importância pesqueira da bacia, podem ser citadas algumas pouco comuns, como o bagre *Pimelodus ornatus*, a bocarra, a branquinha, os pacus – das espécies *Myleus (=Myloplus) asterias* e *Metynnis lippincottianus* – e a pirapitinga; outras são mais abundantes, como o fidalgo, a pescada do Piauí e o pintado – conhecido como surubim do rio Parnaíba; finalmente, ainda outras menos abundantes, como o arenque, a curimatã, o mandubê e os piaus – incluindo o piau pintado (PAIVA, 1983).

A atividade pesqueira no trecho entre as cidades de Amarante (PI) e Parnarama (MA), que corresponde à extensão do rio Parnaíba a ser inundada pelo AHE Castelhana, é predominantemente de subsistência, praticada desembarcada e de barranco. Não foi constatada a existência de Colônia de Pescadores no trecho do rio afetado pelo aproveitamento hidrelétrico.

A pouca expressividade da atividade e da produção pesqueira no trecho considerado, reflete o empobrecimento da ictiofauna do mesmo, bem como o processo histórico de redução dos estoques de espécies de maior porte e importância pesqueira, no decorrer dos últimos 30 anos, desde a implantação da UHE de Boa Esperança.

As espécies mais comumente capturadas e consumidas são traíras, pias e cascudos, embora haja registro da captura de pirarucus e tambaquis no trecho abaixo de Parnarama. Estas espécies, de origem amazônica, foram provavelmente introduzidas na bacia do Parnaíba, possivelmente associado a atividades de piscicultura. As mesmas não foram capturadas durante os levantamentos ictiofaunísticos realizados, não havendo garantia de sua ocorrência na área de influência do AHE Castelhana. A maioria das espécies inventariadas é de pequeno porte, sem valor pesqueiro, embora de considerável relevância para a biodiversidade de peixes da bacia e da região neotropical, visto serem endêmicas e algumas delas carecerem de definição de seu status taxonômico.

Sob o ponto de vista da produção pesqueira, dados sobre a pesca na bacia são escassos. O potencial pesqueiro do rio Parnaíba e de seus tributários, lagoas marginais, represas e zona estuarina foi analisado por Paiva (1973). A ictiofauna da foz do Parnaíba, por sua vez, foi estudada por Oliveira (1974).

Para o reservatório de Boa Esperança, localizado no trecho médio da bacia, Paiva (1976) apresenta dados de produção para o período entre 1971 e 1973, tendo sido capturadas 195,7 ton em 1971, 281,8 ton em 1972 e 189,7 ton em 1973. O mesmo apresentou uma produtividade de 52 kg ha⁻¹ ano⁻¹. A branquinha *Curimata cyprinoides* foi responsável por 34% da produção do reservatório, 29% pelo curimatã *Prochilodus lacustris*, 15% pela curvina *Plagioscion squamosissimus*, 12% pela piranha *Pygocentrus (=Serrasalmus) nattereri*, 6% pelo surubim *Pseudoplatystoma fasciatum*, 3% pelo arenque *Pellona (=Ilisha) castelnaeana*, 3% pelo fidalgo *Ageneiosus inermis*, 2% pelo mandubé *Hemisorubim platythynchos*, com menor participação de pias *Leporinus/Schizodon*, pirapitinga *Brachyplatystoma filamentosum* e *B. vaillanti*, traíra *Hoplias malabaricus* e mandis (*Pimelodus* spp.).

Estudos sobre a ictiofauna e a produção pesqueira do reservatório de Boa Esperança, foram desenvolvidos pela PETCON em parceria com a CHESF, durante o período de outubro/2004 e julho/2006 (PETCON, 2006). Tais dados são mais atualizados e indicam diferenças em relação aos registros mais antigos para o reservatório. Dentre as cerca de 100 espécies reconhecidas para a bacia do Parnaíba, segundo diversos autores já mencionados, apenas 50 foram coletadas durante os levantamentos efetuados.

O acompanhamento da produção pesqueira registrou o desembarque de 241,3 ton de pescado durante 22 meses de acompanhamento, correspondente a 131,6 ton/ano em todo o período estudado. Curvina – *P. squamosissimus* (27,1%), curimatã – *P. lacustris* (20,4%), tucunaré – *Cichla monoculus* (14,7%) e piau – *Leporinus/Schizodon* (11,2%) foram os peixes mais capturados, representando juntos 73,2% do total desembarcado. Os quatro tipos de pescado citados foram os mais capturados nas quatro áreas de pesca analisadas no reservatório – Guadalupe (28,17% da produção total do reservatório), Nova Iorque (25,24%), Porto Alegre (8,26%) e Uruçuí (38,32%) -, sendo que outras espécies também contribuíram na produção em Guadalupe e Uruçuí, indicando diferenças na disponibilidade dos estoques ao longo do reservatório e na participação relativa de espécies migradoras e residentes. Em Guadalupe, tambaqui (*Colossoma macropomum*) e surubim (*P. fasciatum*), espécies migradoras usualmente pescadas no rio Parnaíba a jusante da barragem, contribuíram com 4,0 e 4,7% da produção nesta área.

Além da pequena participação de ambas as espécies, não está claro se tais dados contemplam exemplares capturados abaixo da barragem. Na área de Porto Alegre, mais próxima da porção superior do reservatório, o surubim participou com 8,6% do total desembarcado. Já na área de Uruçuí, na porção inicial do reservatório e trecho de rio a montante, branquinha (*Curimata cyprinoides*), tucunaré, surubim e mandi (*Pimelodus* spp.) participaram com, respectivamente, 8,8; 7,2; 6,4 e 3,3% da produção local.

Comparando tais informações com aquelas apresentadas por Paiva (1976), observa-se uma ligeira redução nos níveis de produtividade, e dentre as quatro espécies mais representativas da produção, constata-se um aumento da participação da curvina (15 para 27%) e uma redução na participação da curimatã (29 para 20%) e da piranha. O tucunaré (14%) e os piaus (11%) passaram a ocupar posições de destaque na produção, com ligeira queda na do surubim. Cabe ressaltar, ainda, a ausência de registro dos bagres migradores do gênero *Brachyplatystoma* nas capturas no reservatório de Boa Esperança.

Dados mais atuais sobre a pesca foram obtidos através de questionários aplicados aos pescadores nas campanhas de março e maio/09, onde foram ouvidas 62 pessoas, compreendendo 14 mulheres e 48 homens, onde apenas 54 tem na pesca como atividade exclusiva e 61 são filiados a colônia. Entretanto, existe uma queixa, no município de Barra do Saco (MA,) em relação a organização social dos pescadores, que reivindicam a formação de uma associação em São Francisco do Maranhão, sendo este, um dos motivos para haver muitos ainda sem a carteira e os que querem se associar ter que procurar a Z-03, em Amarante. A idade dos pescadores varia de 18 a 61 anos, sendo que maioria deles trabalha na roça e tem na pesca complemento da renda mensal e da alimentação, indo três vezes por semana para executar esta prática.

Dependendo dos níveis do rio e o período (seco ou chuvoso), existe uma preferência nos apetrechos utilizados, que vão em torno do engancho, groseira e tarrafa. A tarrafa é mais utilizada quando a água está mais limpa e o nível mais baixo; já o engancho e a groseira são utilizados quando ele está cheio. Praticamente todos os entrevistados disseram respeitar o período de defeso (15 de novembro a 15 de março), com os meses a partir de junho, satisfatórios para a pesca, principalmente em junho, considerado o mês do piau, sendo o piau-açu, ou amarelo, o mais preferido para se capturar. Nesta seca, as espécies mais pescadas são piau, branquinha, curimatã, surubim e mandubé. Como a espécie alvo é o piau, a principal isca é o bolão de farinha, porém aqueles que utilizam isca viva tem preferência pelo camarão, minhoca e peixes de pequeno porte (sardinha, branquinha, cari)

Muitos pescadores disseram observar a subida os peixes para desovar, no início das chuvas, a partir de novembro, principalmente, espécies como surubim, mandim, branquim, piau, curimatã. Neste trecho, o branquim e o piratinga são os peixes mais raros de se capturar, segundo os entrevistados e a branquinha o mais fácil, tendo relatos de capturas de 500 unidades em apenas um lance de tarrafa.

Vários pescadores têm conhecimento da descida de filhotes, quando o rio Parnaíba começa a baixar. O rio Canindé também é usado como local de desova, tendo sido observado o movimento de filhotes de peixe no mesmo período.

As reclamações dos pescadores são, basicamente, semelhantes nos três empreendimentos pesquisados a jusante da UHE Boa Esperança, onde foi notada a diminuição de várias espécies de peixes, principalmente, as de maiores porte, como o surubim, o mandubé, o cumatã e a piratinga. Ainda segundo os pescadores, o fidalgo é considerado um peixe extinto no rio Parnaíba, fazendo mais de dez anos que o último foi capturado.

O piau-açu ou piau-amarelo é a nova espécie encontrada nos trechos pesquisados e que apareceu no rio há uns cinco anos, após o rompimento de um criatório abaixo de Floriano. Fato semelhante ocorreu com a introdução do tucunaré (há 10 anos), quando, segundo relatos, um açude estourou durante o período das cheias e com os tambaquis, perto da represa.

Os pescadores observaram também, um aumento da abundância de piranhas vermelhas que, apesar de serem consumidas, não são muito comercializadas e causam bastante prejuízo aos pescadores por mutilarem os pescados e destruir os apetrechos de pesca.

Vários entrevistados relacionaram a mudança na quantidade do pescado com a construção da Hidrelétrica de Boa Esperança. Como exemplo citaram o surubim, a curimatá, a piratinga e o mandubé como peixes que precisam subir o rio para se reproduzirem e com a barragem eles ficam retidos perto das turbinas, podendo não desovar e tornando-se alvo fácil de pescadores. “Os peixes só desovam se a chuva for boa e o rio encher, se não, ele transforma os ovos em gordura e não se reproduzem”.

Foi relatado que os peixes estão utilizando-se dos tributários e lagoas marginais para tais fins, cujos filhotes são vistos nos meses de seca. O problema consiste na conservação desses lugares, visto que os dejetos das cidades são descartados nos rios, tanto esgoto quanto o próprio lixo, poluindo suas águas. O regime irregular do nível do rio, controlado pela represa, pode tornar as áreas inundáveis, armadilhas para as larvas e juvenis. Isto porque uma baixa do nível das águas pode isolar estes locais do corpo principal, resultando na morte dos peixes quando secam. Alguns pescadores relatam que tentam salvá-los, transportando-os para os rios maiores, mas isso é um fato isolado.

As lavadeiras, devido a sua atividade diária, são as que mais notam a movimentação dos filhotes de peixe porque ficam muito tempo nas margens dos rios, riachos e lagoas locais onde estes animais costumam ficar até seus crescimento.

Outro fato bastante reclamado pelos entrevistados são as vazantes (roças construídas nas margens do rio), destruindo a mata ciliar que causa sua erosão e o assoreamento do rio. A cada dia que passa, o rio se torna mais largo e raso, formando ilhas no seu leito. Além disso, os produtos químicos usados nas roças vão cair diretamente no rio, alterando as características químicas dos corpos d'água. Este tipo de plantação também acaba com a vegetação utilizada pelos peixes para se proteger e descansar, como as canaranas, que eram encontradas em quase todo o rio.

A diminuição do pescado também é atribuída à pesca durante o período do defeso, à utilização de redes com malhas pequenas e à colocação excessiva de enganchos em uma pequena área, ao fechamento completo nas bocas dos riachos e até mesmo do próprio rio Parnaíba. Os pescadores acham que se o IBAMA fosse mais atuante, esses problemas poderiam ser amenizados, reclamando que eles só aparecem no defeso e, mesmo assim, apenas uma ou duas vezes neste período.

Existe também, a reclamação da falta de acesso ao rio devido às propriedades privadas, cujas cercas vão até a margem. Segundo os entrevistados a solução para recuperar o rio e aumentar a quantidade de pescado são: a criação de cursos de capacitação para os pescadores; acesso aos projetos de criação de peixe em tanque-rede; local para armazenamento do pescado (câmara frigorífica); aumento do período do defeso, uma vez que são encontradas muitas fêmeas ovadas no mês de abril; repovoamento de espécies nativas e exóticas que já se consolidaram no local (tucunaré, tambaqui); saneamento das cidades para limpar o rio; conscientização da população para não jogar lixo no rio; recuperação da mata ciliar, inclusive

com canarana; determinação de um tamanho mínimo do peixe capturado, de acordo com a espécie.

Não foram constatados outros usos da ictiofauna, além do seu consumo. Porém, dentre os entrevistados, principalmente as mulheres existe um pedido de cursos de capacitação para o beneficiamento do pescado, como aproveitamento do couro e da carne, a fim de agregar valor ao produto.

9.3.1.2.1. *Ictioplâncton*

A região biogeográfica neotropical, que inclui toda a América do Sul, possui a mais diversificada fauna de peixes de água doce conhecida, com mais de 2.400 espécies descritas e muitos rios caracterizados por um alto grau de endemismo (Lowe-McConnell, 1999; Nakatani *et al.*, 2001; Agostinho *et al.*, 2007). No entanto, o conhecimento da ictiofauna de suas bacias é ainda incipiente. O Brasil, por possuir a maior rede hidrográfica do mundo, detém o título de país campeão em riqueza de espécies de peixes de água doce, embora nenhum rio brasileiro tenha sua fauna completamente identificada (Nakatani *et al.*, 2001; Agostinho *et al.*, 2007). Isto é um problema, pois, a poluição, assoreamento, eutrofização, empreendimentos para o controle de fluxo dos rios (reservatórios), pesca e introdução de espécies colocam em risco a ictiofauna em diversas bacias do país (Agostinho *et al.*, 2005).

Os reservatórios interferem de uma forma drástica e efetiva os rios em que são construídos (Tundisi, 1999), além disso, causam grandes modificações à jusante da barragem provocando mudanças na hidrologia, impedindo as rotas normais dos grandes peixes migradores que necessitem de dinâmica fluvial para a reprodução (Paiva, 1983; Agostinho *et al.*, 1993; Sanches, 2002a). O controle da vazão pelas barragens, também afetam o regime de cheias, que é essencial para manter a integridade das planícies de inundação e manutenção da biodiversidade regional (Agostinho *et al.*, 2001). Essas alterações no ambiente causadas por barramentos provocam mudanças nas comunidades de espécies de peixes nativos, provocando um declínio na diversidade (Gehrke & Harris, 2001).

Entre as influências sobre a comunidade de peixes estão: (i) efeitos sobre a reprodução – removendo condições apropriadas para maturação gonadal, migração e desova; (ii) efeitos sobre o recrutamento – depleção do ambiente alterando as condições necessárias para o desenvolvimento de ovos e larvas até juvenil (Humphries & Lae, 2000). Além disso, se o ambiente não apresentar condições apropriadas para desova, os peixes podem não completar a desova devido ao “stress” que esse impacto provoca (Jobling, 1995).

As informações sobre a ictiofauna não podem ser consideradas adequadas sem um bom conhecimento da história natural e das fases iniciais do ciclo de vida. Ecologicamente, as larvas e adultos são muitas vezes totalmente diferentes e pode ser considerado eco-espécies, apresentando peculiaridades quanto ao tipo de habitat, alimentação e comportamento (Leis & Trnski, 1989). Estudos sobre ovos e larvas de peixes de água doce são escassas, assim como sobre a importância dos canais de grandes rios na sua dispersão. No Brasil, essa importância é ressaltada por Araújo-Lima *et al.* (1994) e Oliveira (1996), ambos na região amazônica e Jimenes-Segura (2000), no médio rio São Francisco.

Para entender melhor como isso ocorre na bacia do rio Parnaíba foram efetuadas coletas nas diferentes estações selecionadas para amostragem de ictioplâncton na área de influência do AHE Castelhana (**Tabela 9.3.1-9**), em conformidade com o Plano de Trabalho aprovado pelo IBAMA. Para um maior conhecimento das estações de amostragens será apresentada uma breve descrição das estações, cuja localização está representada no capítulo 9.2.

Ecosistemas Aquáticos (Área de Influência Direta – AID) – Qualidade da Água e Limnologia, na **Figura 9.2.2-1**.

Tabela 9.3.1-9 Estações de amostragem de ictioplâncton na AID do AHE Castelhana, com respectivas coordenadas planas (UTM), datum Córrego Alegre.

Aproveitamento	Ponto	Coordenadas UTM		Corpo d'água	Localização	Ajustes
		L	N			
Castelhana	CAS-02	712.081	9.340.585	Foz do riacho do Riachão	200 m a montante do rio Parnaíba	Coleta apenas no centro do tributário
	CAS-03	712.445	9.340.642	Rio Parnaíba	50 m a montante da foz do riacho do Riachão	-
	CAS-06	737.758	9.308.541	Foz do rio Canindé	200 m a montante do rio Parnaíba	-
	CAS-07	737.447	9.308.532	Rio Parnaíba	50 m a montante da foz do rio Canindé	-

- **Estação CAS-02**

Situada a jusante da cidade de Palmeiras – PI, na confluência com o riacho do Riachão afluente da margem esquerda do rio Parnaíba. Apresentam águas turvas, baixa profundidade, largura reduzida e ponto com processo de assoreamento.

- **Estação CAS-03**

Localizada na calha principal do rio Parnaíba, próximo à cidade de Palmeiras (PI) e cerca de 50 m a montante da foz do riacho do Riachão. O mesmo é margeado por vegetação arbórea bem desenvolvida.

- **Estação CAS-06**

Situada na calha do rio Canindé cerca de 200 m a montante da confluência com o rio Parnaíba. O local apresenta vários pontos assoreados, águas com uma coloração barrenta, pouca profundidade e baixa correnteza.

- **Estação CAS-07**

Estação localizada no rio Parnaíba, a montante da foz do rio Canindé, a montante da cidade de Amarante (PI). O local sofre grande influência antrópica, devido ao ponto de travessia entre as duas margens do rio Parnaíba, e ao fato de suas margens servirem como local de exposição de redes de pescadores.

As fotos **9.3.1-20A** e **9.3.1-20B** ilustram a utilização das redes de coleta de ictioplâncton, e as fotos **9.3.1-21A** e **9.3.1-21B** mostram os trabalhos de triagem no laboratório de campo.

Durante o período de estudo foram coletados uma densidade total de 85.071 larvas/10m³ e 17.324 ovos/10m³, dos quais (71,72%) e (100,00%) das larvas e ovos respectivamente foram coletadas no mês de março. Dentre as profundidades coletadas a rede de fundo obteve uma

participação 86,93% para as larvas(**Gráfico 9.3.1-3**) e a rede de fundo 55,79% para ovos (**Gráfico 9.3.1-4**).

Houve uma maior participação na captura de larvas e ovos na estação CAC06 com (69,69%) para larvas e 37,50% para ovos. Os estágios iniciais de: larval vitelino, pré-flexão e flexão perfizeram um total de (83,95%) (**Gráfico 9.3.1-5**). Considerado uma velocidade média de 1,5 m.s-1 para a água do rio Parnaíba e estimando um período médio de 24-48 horas entre a fertilização e a fase de pré-flexão, pode-se calcular que a área de desova possa estar situada a uma distância aproximada de 57 a 115 km a montante dessa estação. Dados sobre a abundância total de larvas podem ser visto na **Tabela 9.3.1-12**. Larvas nesses estágios mais primários não apresentam características bem definidas para a identificação de famílias, portanto, toda a interpretação é feita ao nível de Ordem.

Tabela 9.3.1-12 Abundância de organismos coletados nas estações da área de influencia do empreendimento AHE – Castelhana durante o período de estudo.

Estações	Março						Maio					
	SUP			FUN			SUP			FUN		
	Ovos	Larva	Jovem	Ovos	Larva	Jovem	Ovos	Larva	Jovem	Ovos	Larva	Jovem
CAS02	2	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0
CAS03	5	0	0	4	8	0	0	3	2	0	0	1
CAS06	10	7	0	3	42	0	0	0	0	0	0	1
CAS07	5	2	0	5	7	0	0	0	2	0	1	0

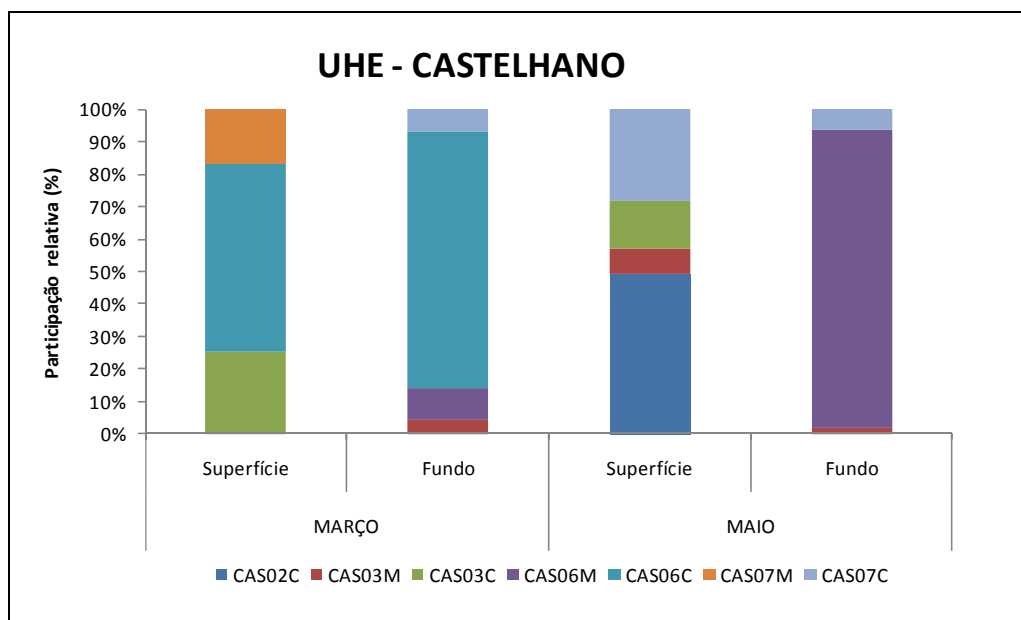


Gráfico 9.3.1-3 Participação relativa da densidade de larvas de peixes coletados nas estações de amostragem na área de influência do AHE Castelhana, em março e maio/2009.

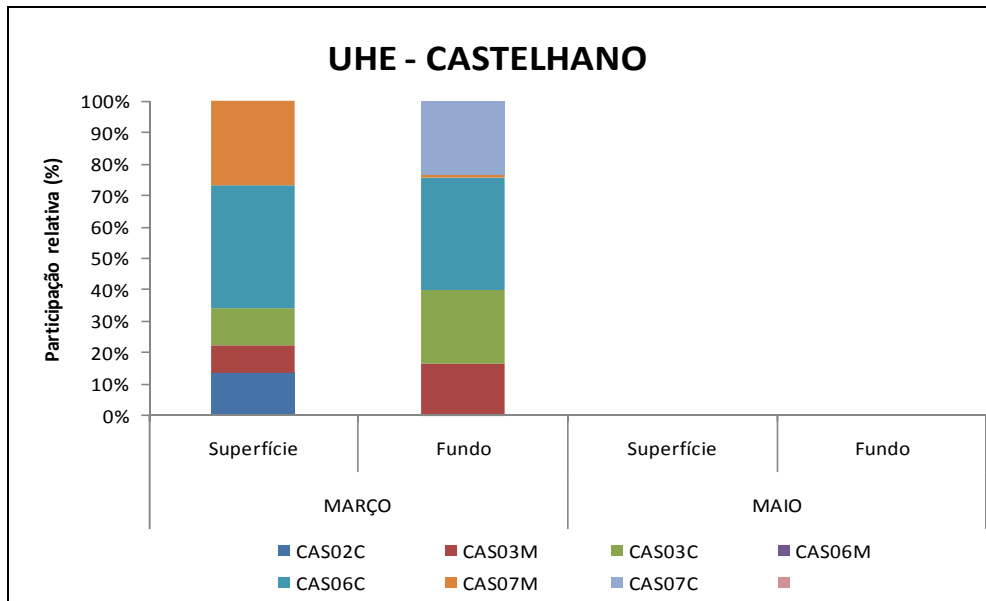


Gráfico 9.3.1-4 Participação relativa da densidade de ovos de peixes coletados nas estações de amostragem na área de influência do AHE Castelhanao, em março e maio/2009.

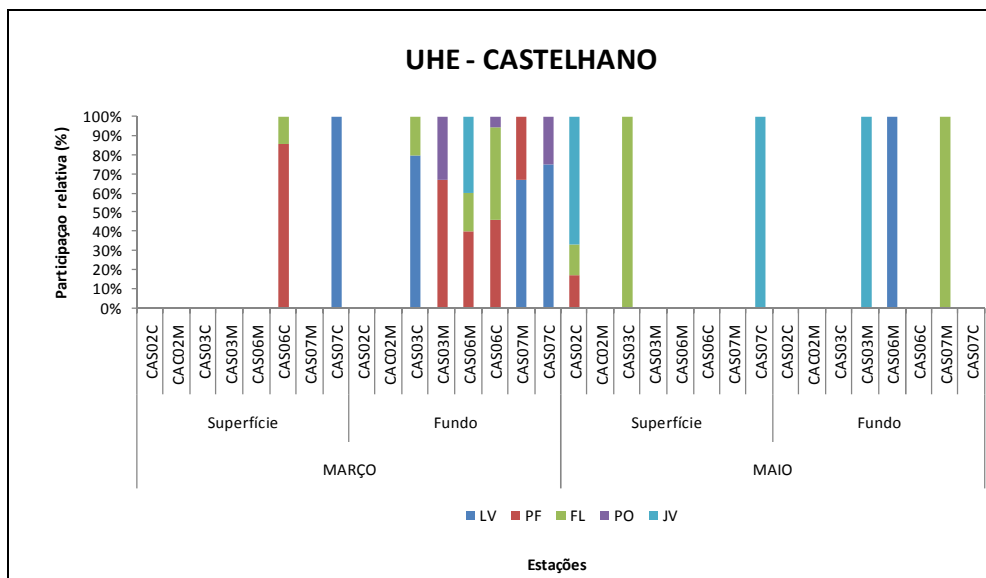


Gráfico 9.3.1-5 Participação relativa dos estágios larvais (LV – larval vitelino, PF – pré-flexão, FL – flexão e PO – pós-flexão) e juvenis (JV) das diferentes ordens taxonômicas de peixes dentre o total de larvas coletadas, realizadas nas estações de amostragem na área de influência do AHE Castelhanao, em março e maio/2009.

No tocante à composição taxonômica das larvas, os peixes de couro representados pelos Siluriformes obtiveram uma participação de 77,38% (**Gráfico 9.3.1-6**). Dentre as estações amostradas a CAS06 foi teve o índice mais alto de captura desta ordem. A predominância de captura ocorreu durante os períodos 4 e 5, equivalentes ao período noturno (**Gráfico 9.3.1-7**). Durante o período de estudo não foram coletadas larvas pertencentes às ordens Synbranchiformes (mussum), Beloniformes (peixe-agulha), Gymnotiformes (sarapós), Clupeiformes (anchova, sardinhão). Dentre estas ordens, a ausência ou baixo índice de

registro de larvas de representantes dos Perciformes pode ser atribuída às características reprodutivas de suas espécies, que predominantemente apresentam cuidado parental e tipicamente não possuem larvas de dispersão planctônica. Synbranchiformes e Gymnotiformes usualmente ocupam habitat mais protegidos, onde também desovam, reduzindo sua probabilidade de ocorrência em amostras pelágicas, de ambientes lóticos. Por sua vez, Beloniformes e Clupeiformes, além de sua reduzida participação na riqueza ictiofaunística da bacia do Parnaíba, com respectivamente 1 e 6 espécies.

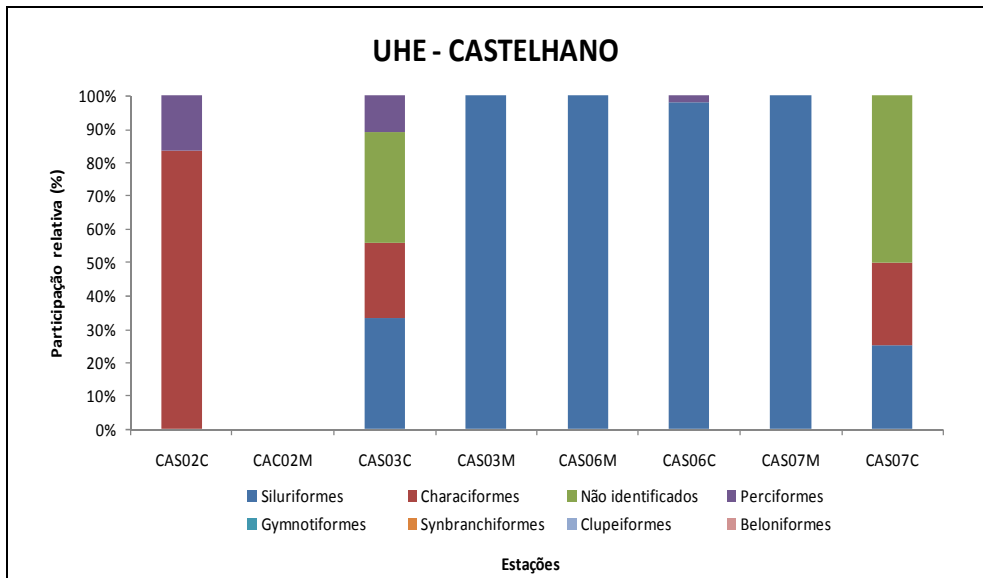


Gráfico 9.3.1-6 Participação relativa das ordens taxonômicas de peixes da bacia do Parnaíba, na composição das larvas e juvenis coletados nas estações de amostragem na área de influência do AHE Castelhanao.

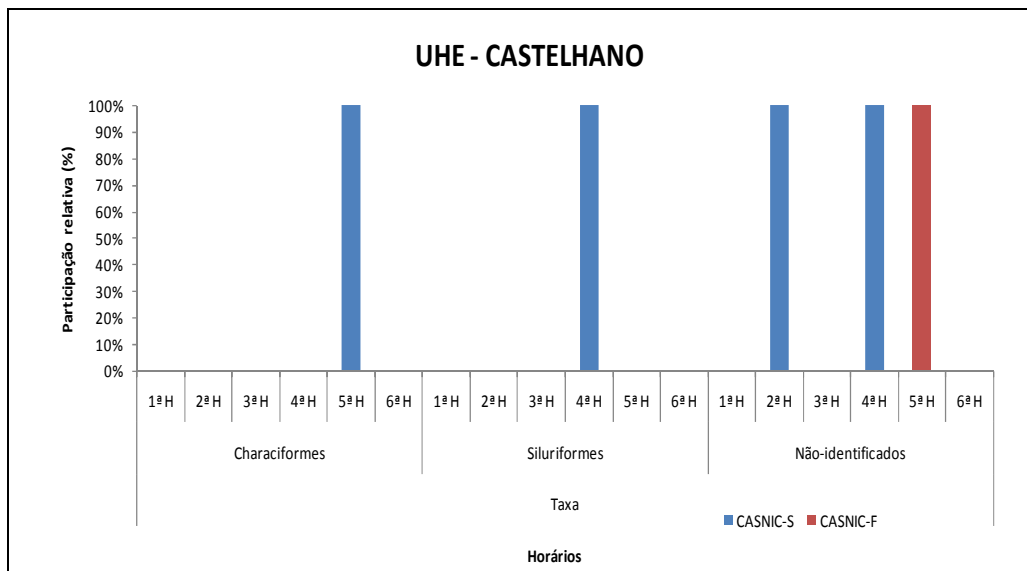


Gráfico 9.3.1-7 Participação relativa das ordens taxonômicas de peixes da bacia do Parnaíba, coletados nas estações de amostragem nictimeral na área de influência do AHE Castelhanao.

As capturas de ovos e larvas na área de influência da UHE – Castelhanao, revelam a ocorrência de atividade reprodutiva na região. As elevadas densidades de larvas capturadas no braço do

rio Canindé, sugerem que estes ambientes se caracterizam como locais preferenciais para a desova principalmente para as espécies de ordem Siluriformes. Segundo Lowe-McConnell (1987) a região neotropical possui uma ampla diversidade de Siluriformes e Characiformes. Fato este que pode corroborar com a elevada participação destas ordens na área de influência da AHE – Castelhana.

De acordo com Norcross & Shaw (1984) o padrão de distribuição espacial e temporal de larvas e juvenis de peixes são influenciados por uma combinação de fatores bióticos (épocas e áreas de desova; abundância sazonal de adultos e larvas; preferências ambientais e disponibilidade de alimento adequado) e fatores abióticos (hidrografia, climatologia, temperatura, estratificação e direção de fluxo) visando, aumentar as chances de sobrevivência da espécie. Segundo Humphries et al. (1999) existe a percepção de que, para as espécies neotropicais, a variação do nível da água e da vazão sincroniza eventos biológicos como maturação gonadal, migração e desova.

Para alguns pesquisadores, a desova independe do aumento do fluxo, sendo que os benefícios da inundação para o sucesso da reprodução seriam indiretos, pelas vantagens que as larvas e juvenis teriam com o ingresso de nutrientes e aumento do número de refúgios (Humphries et al., 1999). A ausência de uma metodologia precisa para a caracterização de locais de reprodução de espécies migratórias impossibilitou o mapeamento mais preciso das áreas de cópula e desenvolvimento dos peixes.



Anexo VII Documentação Fotográfica AHE Castelhana



Foto 9.3.1-1 Vista do rio Canindé, a montante da ponte na BR 343, no local da estação CT-01. Fotos de abril (esquerda) e julho/2005 (direita).



Foto 9.3.1-2 Vista do local da estação CT-01 no rio Canindé, a jusante da ponte na BR 343, com sua foz no rio Parnaíba ao fundo (seta). Fotos de abril (esquerda) e julho/2005 (direita).



Foto 9.3.1-3 Vista do rio Parnaíba, a partir de sua margem direita, à jusante de Amarante (PI), no local da estação CT-02, localizada à jusante da foz do rio Canindé (seta). Fotos de abril (esquerda) e julho/2005 (direita).



Foto 9.3.1-4 Vista do rio Parnaíba, a partir de sua margem direita, à jusante de Amarante (PI), no local da estação CT-02. Fotos de abril (esquerda) e julho/2005 (direita).



Foto 9.3.1-5 Vista do local da estação CT-03, localizada no riacho da Muquila, tributário da margem direita do rio Parnaíba, na área de influência do AHE Castelhana. Fotos de abril (esquerda) e julho/2005 (direita).



Foto 9.3.1-6 Vista da estação CT-03, com a barragem natural no leito do riacho da Muquila, e detalhe do arrasto para a coleta de peixes. Fotos de abril (esquerda) e julho/2005 (direita).



Foto 9.3.1-7 Vista da estação CT-04, sob a ponte na rodovia PI 130, mostrando o trecho próximo à Churrascaria. Fotos de abril (esquerda) e julho/2005 (direita).



Foto 9.3.1-8 Vista da estação CT-04, com detalhe do trecho do riacho Riachão, a montante da rodovia PI 130. Fotos de abril (esquerda) e julho/2005 (direita).



Foto 9.3.1-9 Vista da estação CT-05, no riacho Fundo, próximo à sua foz no rio Parnaíba (ao fundo, na foto à esquerda). Fotos de abril (esquerda) e julho/2005 (direita).



Foto 9.3.1-10 Vista do riacho Fundo, no local da estação CT-05, mostrando as margens densamente arborizadas. Fotos de abril (esquerda) e julho/2005 (direita)



Foto 9.3.1-11 Vista do rio Parnaíba, no local da estação CT-06, próximo à foz do riacho Fundo.



Foto 9.3.1-12 Vista do local da estação CT-07, próximo ao Morro do Mosquito



Foto 9.3.1-13 Vista da lagoa, na estação CT-08, próximo ao Morro do Mosquito.



Foto 9.3.1-14 Vista da estação CT-09, localizada na margem direita do Rio Parnaíba. Fotos de abril (esquerda) e julho/2005 (direita).



Foto 9.3.1-15 Vista da estação CT-10, localizada no riacho Corrente, tributário da margem direita do Rio Parnaíba. Fotos de julho/2005.



Foto 9.3.1-16 Vista do riacho dos Negros, no local da estação CT-11, sob a ponte na rodovia PI 130.



Foto 9.3.1-17 Vista do riacho dos Negros, em seu trecho à jusante da ponte na rodovia PI 130, no local da estação CT-11.



Foto 9.3.1-18 Vista da margem direita do rio Parnaíba, no local da estação CT-12. Vide erosão das margens (esquerda) e balsa usada na travessia entre os estados de Piauí e Maranhão (direita).



Foto 9.3.1-19 Vista da cidade de Amarante (MA), na margem esquerda do rio Parnaíba (esquerda), e da margem direita no estado do Piauí (direita), no local da estação CT-12.

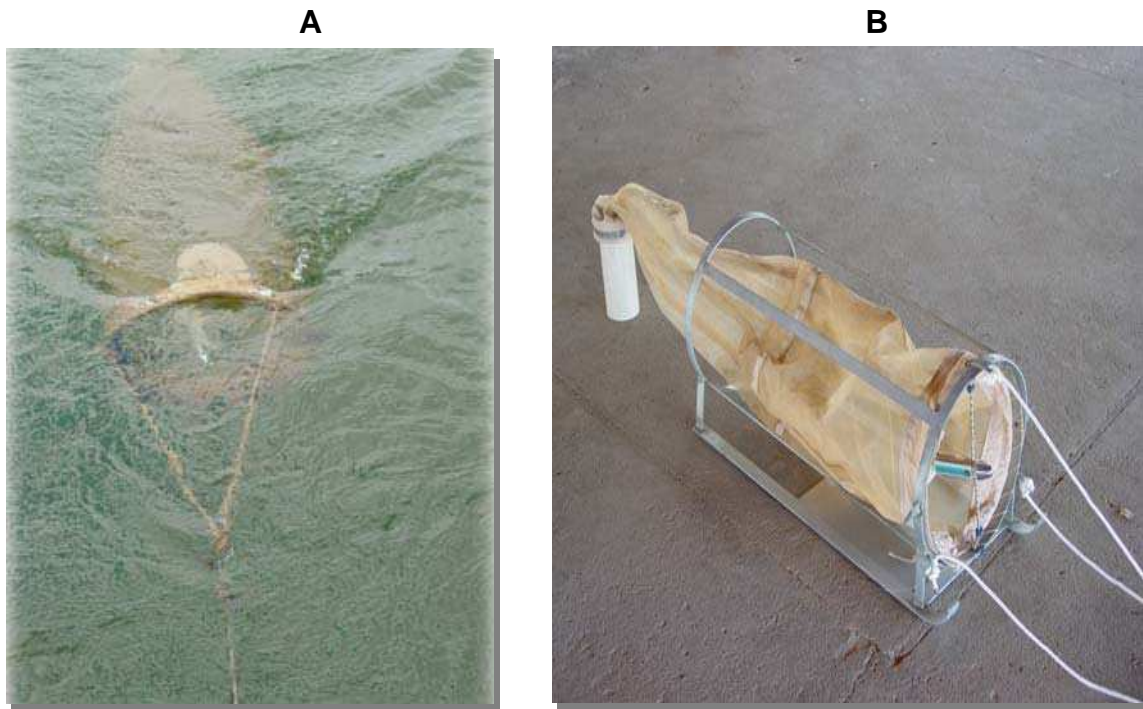


Foto 9.3.1-20 **A.** Rede cônica-cilíndrica empregada para a amostragem de ictioplâncton em coleta na superfície da água e **B.** rede acoplada ao amostrador de fundo, para coleta sobre o substrato.

A



B



Foto 9.3.1-21 **A** Preparo de recipientes para o acondicionamento das amostras de ictioplâncton e **B**. triagem das amostras em laboratório sob esteromicroscópio.

Anexo VIII Exemplares de Ictiofauna Campanha 2005 AHE Castelhana



Leporinus piau



Astyanax bimaculatus



Astyanax fasciatus



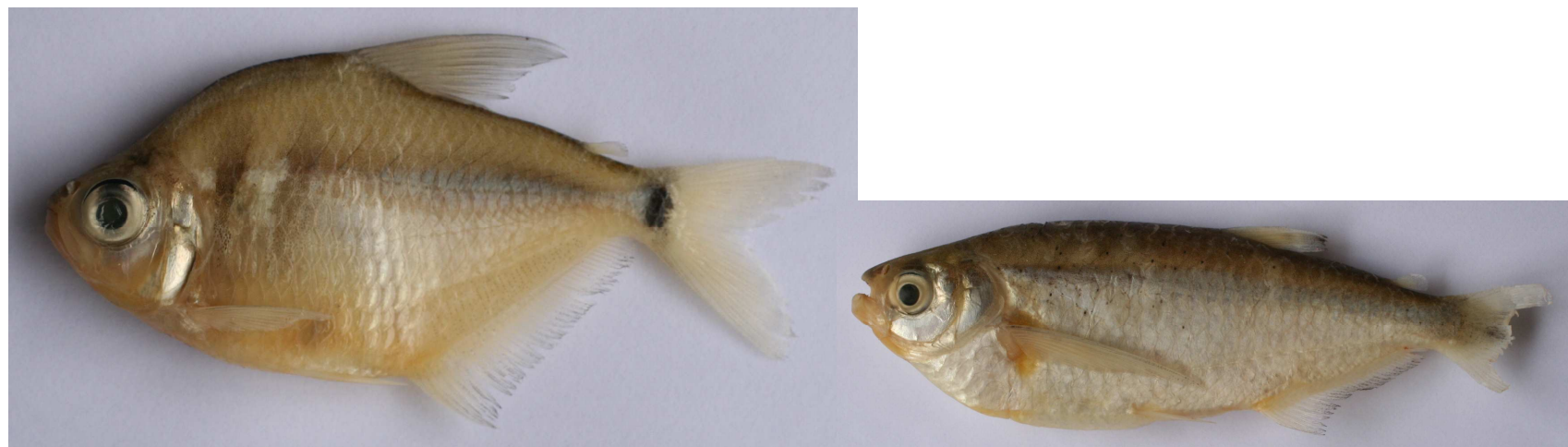
Moenkhausia dichroura



Poptella compressa



Roeboides sazimai



Tetragonopterus chalceus

Triportheus signatus



Cyphocharax gilbert



Hoplias malabaricus



Hemiodus parnaguae



Apareiodon sp.



Prochilodus aff. costatus



Serrasalmus brandtii



Pygocentrus nattereri



Auchenipterus menezesi



Hassar affinis



Heptapteridae sp1.



Phenacorhandia hoehnei



Pimelodus sp1.



Limatulichthys aff. griseus

Loricaria parnabybae



Hypoptopomatinae sp1



Hypostomus sp1



Cichlasoma sanctifranciscense .



Geophagus parnaibae



Satanoperca jurupari



Plagioscion squamosissimus

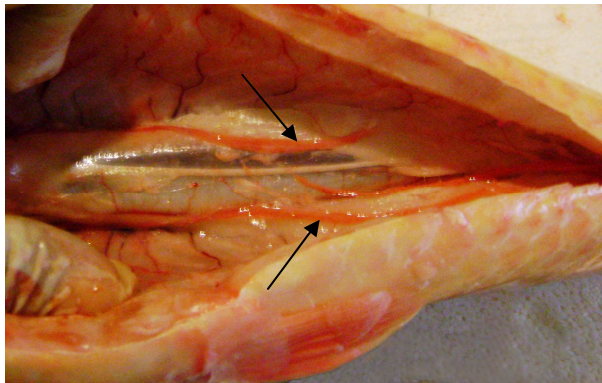
Anexo IX Exemplares de Ictiofauna Campanha 2009 AHE Castelhana



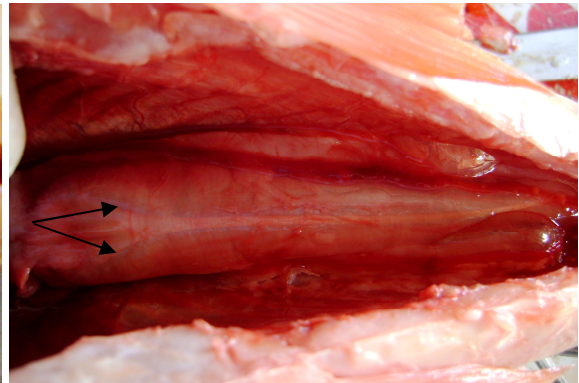
Curimata cyprinoides (branquinha) – Fêmea III



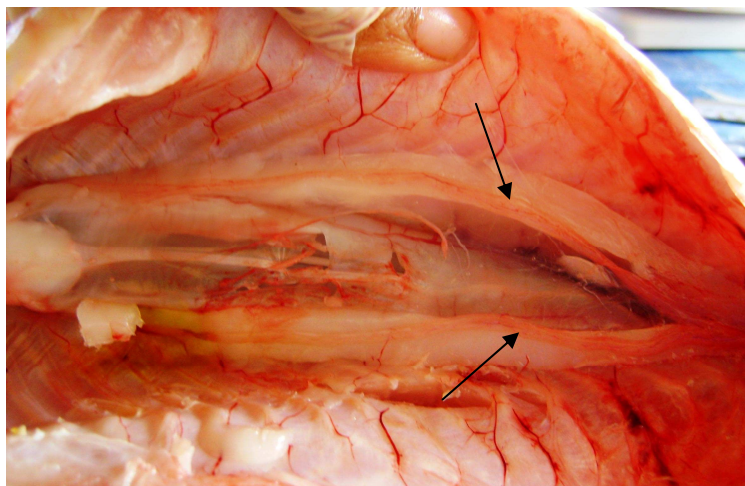
Leporinus sp.



Fêmea II



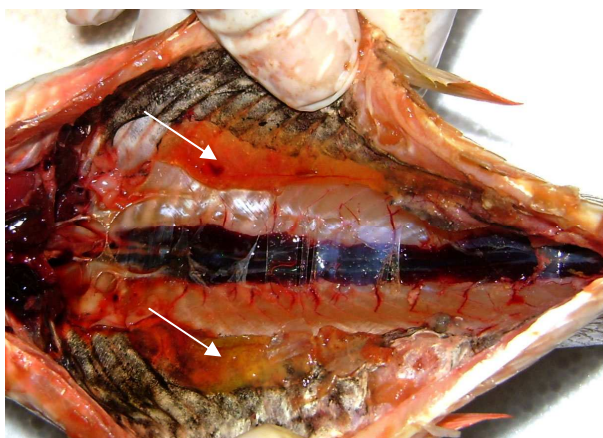
Fêmea IV



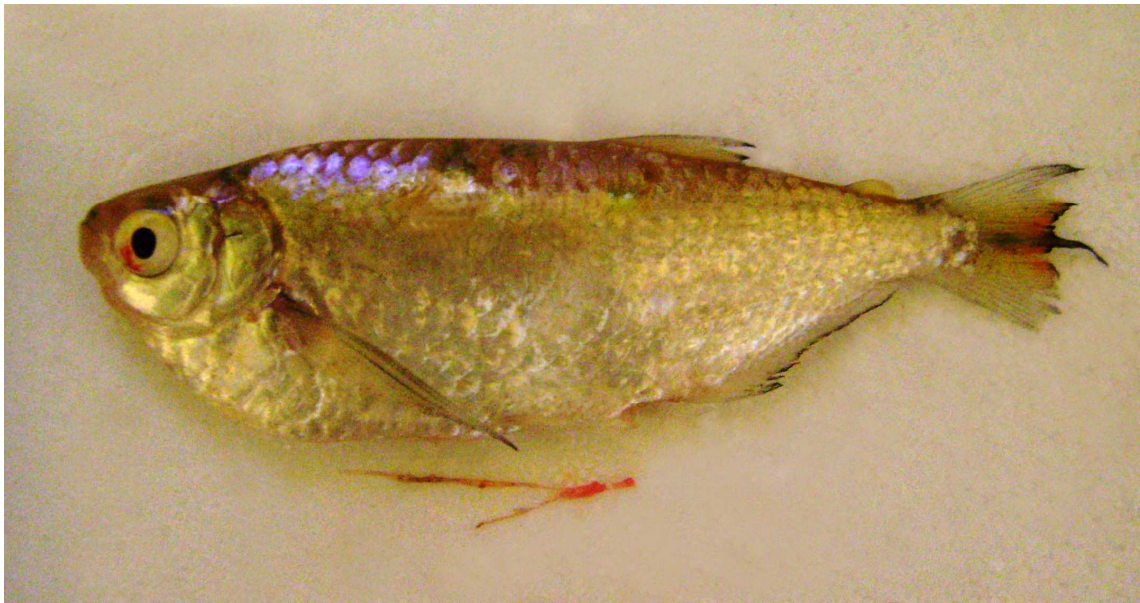
Macho IV



Prochilodus brevis (cumatá, curimatá)



Fêmea IV



Triportheus singnatus (sardinha) – Fêmea IV



Fêmea II



Fêmea IV



Macho II



Pygocentrus nattereli (piranha)



Fêmea IV



Serrasalmus sp.



Macho IV



Curimata cyprinoides (branquinha) – Macho IV

Anexo X

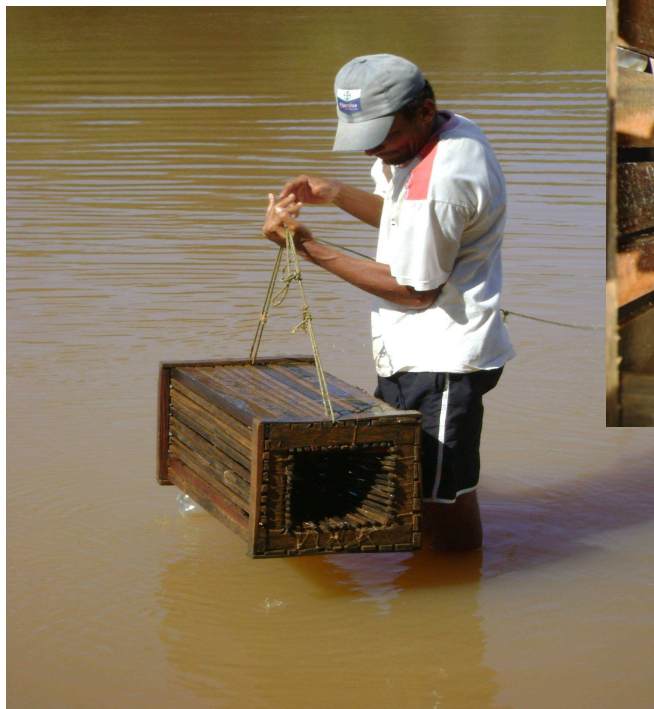
Atividades dos Pescadores e

Apetrechos de Pesca

AHE Castelhana



Canoas usadas pelos pescadores. Dentro da Apetrecho usado pelos pescadores para “guardar” os peixes vivos dentro da água.



Jiqui – armadilha usada para pegar pequenos peixes e camarão. No detalhe, parte interna do apetrecho.

Anexo XI Registro de Entrevistas AHE Castelhana



Entrevista com uma pescadora que faz “bico” de lavadeira para complementar a renda da família.



Entrevista com pescador na AHE Castelhana.



Pescadora com seu filho segurando uma foto com oito piau-açu.



Pescador da AHE Castelhana (Floriano). Ao lado, uma das formas dos pescadores acondicionarem os peixes para vender.

Pescador jogando tarrafa no rio Parnaíba.



“Bicos” que os pescadores fazem para complementar a renda familiar: confecção de tarrafas; consertando canoa, confeccionando cestos de palha de carnaúba.





Pescador mirim (8 anos) que já confecciona redes e tarrafas e pesca para ajuda na renda da casa.



Forma de secar os peixes. Na foto, um “varal” de piau-açu.



Anexo XII **Questionário Ictiofauna** **AHE Castelhana**

AHEs do rio Parnaíba
Caracterização da ictiofauna – levantamento complementar
QUESTIONÁRIO – ICTIOFAUNA (Pesca/Reprodução)

Aproveitamento: RIB () URU () CAC () EST () CAS ()

Data: ____/____/____ Local: _____

Coordenadas geográficas: Lat.: _____

Long.: _____

Entrevistado

Nome: _____

Residência/procedência: _____

Sexo: M () F () Idade: _____

Categoria: Pescador profissional () Pescador amador () Ribeirinho ()

Importância da pesca: só para vender () vender e comer ()

só para comer ()

Periodicidade da pesca: todo dia () 1X/semana () 2X/semana ()

3x/semana () 1X/mês ()

Outra/especificar: _____

Que apetrecho usa para pesca? Rede de espera () linha e anzol () tarrafa () espinhel () outro: _____

Muda de apetrecho durante o ano? Por que?

Qual a melhor época do ano para pesca: meses: _____ seca () cheia ()

O que pega nesses meses? _____

Qual a espécie que procura pescar? _____

Utiliza alguma isca viva? Qual?

Qual a época em que os peixes reproduzem? Tem conhecimento da subida/piracema dos peixes neste trecho do rio? Em que época do ano? Vê o movimento dos reprodutores no rio?

Que peixes costumam subir o rio para desovar?

Tem conhecimento da descida dos filhotes/alevinos em alguma época no rio? Quando?

Que peixes são raros ou difíceis de capturar neste trecho?

Anexo XIII Pescadores Entrevistados AHE Castelhana

Campanha	NOME	IDADE	SEXO	LOCAL	DEDICAÇÃO	CATEGORIA
mai/09	João de Deus Alves da Costa	37	M	Bom Jardim	NÃO-EXCLUSIVA	AMADOR
mai/09	José Amanso do Nascimento Neto	30	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mai/09	Doglas Rodrigues da Silva	21	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	AMADOR
mai/09	Luiz Souza Neto	51	M	Barra do Saco	NÃO-EXCLUSIVA	AMADOR
mai/09	Antônio Carlos de Souza	26	M	São Francisco do Maranhão	NÃO-EXCLUSIVA	RIBEIRINHO
mai/09	Agnelson Flávio da Silva	55	M	São Francisco do Maranhão	NÃO-EXCLUSIVA	AMADOR
mai/09	Maria Helena Pereira da Silva	55	F	São Francisco do Maranhão	NÃO-EXCLUSIVA	RIBEIRINHO
mai/09	Maria Alves da Silva	57	F	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	RIBEIRINHO
mai/09	Francisco Alves da Silva	57	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	RIBEIRINHO
mai/09	Domingos Gomes dos Santos	43	M	São Francisco do Maranhão	NÃO-EXCLUSIVA	AMADOR
mai/09	Carlos José Soares	49	M	São Francisco do Maranhão	NÃO-EXCLUSIVA	AMADOR
mai/09	José Maria Lopes de Souza	40	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	AMADOR
mai/09	Feliciano Araújo Costa	51	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	AMADOR
mai/09	José Orlando dos Santos	38	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mai/09	José Carlos da Silva Neto	32	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mai/09	Josimar da Silva	18	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mai/09	José Paulo da Silva Filho	59	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	João Batista	34	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Manoel B. da Silva	30	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Amadeus Gomes da Silva	45	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Antonio Francisco P. da Silva	22	M	Castelano	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Joaquim Alves dos Santos	43	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Maria de Lourdes C. da Conceição	47	F	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Marcos Moraes	53	F	Remanso dos Araças	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Gilmar B. da Silva	47	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Manoel Messias Gomes dos Santos	59	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Luis Ferreira da Silva	59	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Maria da Cruz de S. Nesves	42	F	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Alcides Geraldo da Silva	43	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Dionardo Eleiton da Costa		M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	João Batista	34	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL

Campanha	NOME	IDADE	SEXO	LOCAL	DEDICAÇÃO	CATEGORIA
mar/09	Manoel B. da Silva	30	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Amadeus Gomes da Silva	45	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Joaquim Alves dos Santos	43	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Maria de Lourdes C. da Conceição	47	F	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	AMADOR
mar/09	Gilmar B. da Silva	47	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	AMADOR
mar/09	Manoel Messias Gomes dos Santos	59	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Luis Ferreira da Silva	59	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Maria da Cruz de S. Nesves	42	F	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Alcides Geraldo da Silva	43	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Dionardo Eleiton da Costa		M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Cercílio de Sena Rosa	31	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Nilton Cesar Sena e Silva	32	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	José Ribamar Vitalino	59	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Claudionor Pereira Lima	42	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Larisuan Siqueira Matos	34	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Idalberto Ferreira da Costa	42	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	José paulo da Silva Filho	60	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	João Luiz Severino de Souza	52	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Carla Pereira da Costa	42	F	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	José Teodoro Ferreira da Silva	53	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Givanildo Soares Gramosa	33	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	AMADOR
mar/09	João Pereira da Silva	61	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Gildasio Ferreira da Silva	42	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Maria Eunice da silva	33	F	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Maria do Socorro Souza Silva	49	F	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	José Félix da Rocha	54	M	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Elaine da Costa FeFerreira	31	F	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Benicio Francisco de Souza	44	M	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Maria Jeane Mendes Ferreira	24	F	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Raimunda do Alberto de Amorin	44	F	Amarante	NÃO-EXCLUSIVA	PROFISSIONAL
mar/09	Marcia Maria de S. Batista	33	F	Amarante	EXCLUSIVA	PROFISSIONAL

9.3.2. Referências Bibliográficas

- AGASSIZ, L. & E. C. AGASSIZ. Viagem ao Brasil: 1865-1866. Tradução de João Etienne Filho. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo. 1975.
- AGOSTINHO AA, GOMES LC, VERÍSSIMO S, OKADA EK. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná river: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 14: 11-19. 2004.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES L. C.; PELICICE, F. M. Ecologia e Manejo de recursos Pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: EDUEM, 2007.
- AGOSTINHO, C. S.; PELICICE, F. M.; MARQUES, E.E. Reservatório de Peixe Angical. Bases Ictiológicas para o Manejo da Ictiofauna. Rima Editora, São Carlos. 2009.
- ALMEIDA, R. G., L. H. SOARES & M. M. EUFRÁSIO. Lagoa do Piató: peixes e pesca. Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, CCHLA. 1993.
- ARMBRUSTER, J. W. Phylogenetic relationships of the suckermouth armored catfishes of the Rhinelepis Group (Loricariidae: Hypostominae). *Copeia* 3: 620-636. 1998.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; SAVASTANO, D.; JORDÃO, L. C. Drift of *Colomesus asellus* (Teleostei: Tetraodontidae) larvae in the Amazon river. *Revue D'Hydrobiologie Tropicale*, Paris, v. 27, n. 1, p. 33- 38, 1996.
- AZEVEDO, P. O cascudo dos açudes nordestinos. *Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo* 9: 211-224. 1938.
- BACKIEL, T. & WELCOMME, R.T. Guidelines for sampling fish in inland waters. EIFAc Tech. Pap., n. 33, 176p. 1980.
- BARBOSA, J.M. Sobre a ictiofauna da bacia do rio Parnaíba. *Boletim do Centro de Ciências da Natureza/UFPI*, v. 2, n. 2, p. 78-82. 1981.
- BERKENKAMP, H. O. Ein neuer Fächerfisch aus den Bunderstaat Minas Gerais, Brasilien *Cynolebias hellneri* sp n. *Aquarium (Bornhein)* 27: 8-15. 1993.
- BÖHLKE, J.E.; WEITZMAN, S.H.; MENEZES, N.A. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazônica*, v. 8, n. 4, p. 657-677. 1978.
- BONETTO AA, DIONI W, PIGNALBERI C Limnological investigations on biotic communities in the Middle Paraná River Valley. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung Limnologie* 17:1035-1050. 1969.
- BRAGA, R. A. Alimentação da pirambema, *Serrasalmus rhombeus* (L., 1766) Lacepède, 1803, no Açude Lima Campos, Iço, Ceará (Ostariophysi, Characidae, Serrasalminae). *Revista Brasileira de Biologia* 14: 477-492. 1954.
- BRITSKI, H.A., Y. SATO & A.B.S. ROSA, Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chaves de identificação para os peixes da Bacia do São Francisco). Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações – CODEVASF, Divisão de Piscicultura e Pesca, 143 p. 1984.
- CAMPOS-DA-PAZ, R., Sistemática e taxonomia dos peixes elétricos das bacias dos rios Paraguai, Paraná e São Francisco, com notas sobre espécies presentes em rios costeiros do leste do Brasil (Teleostei: Ostariophysi: Gymnotiformes). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1997.
- CARVALHO, J. C. M. Notas de viagem de um zoólogo à região das caatingas e áreas limitrofes. Imprensa Universitária do Ceará, Fortaleza. 1969.

- CASATTI, L. Taxonomia e relações filogenéticas das corvinas de água doce sul-americanas (Scienidae, Perciformes). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2000.
- CASTRO, R.M.C. Revisão taxonômica da família Prochilodontidae (Ostariophysi: Characiformes). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1990.
- CONSÓRCIO JAAKHO-PÖYRY TAJAL. Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional; Estudo de Impacto Ambiental – EIA. Vol. II, p. 137-253. São Paulo, Consórcio JAAKHO-PÖYRY TAJAL. 2000.
- COSTA, W. J. E. M. Descrição de cinco novas espécies de Rivulus das bacias dos rios Paraná e São Francisco (Cyprinodontiformes, Rivulidae). Revista Brasileira de Zoologia 6: 523-634. 1989.
- COSTA, W. J. E. M. Phylogenetic and biogeographic analysis of the neotropical annual fish genus *Simpsonichthys*. Journal of Comparative Biology 1:129-140. 1996.
- COSTA, W. J. E. M. *Cynolebias gilbertoi*, a new species of annual fish (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the rio São Francisco basin, northeastern Brazil. Cybium 22: 237-243. 1998.
- COSTA, W. J. E. M. The neotropical annual fish genus *Cynolebias*: phylogenetic relationships, taxonomic revision and biogeography. Ichthyological Exploration of Freshwaters 12: 333-383. 2001.
- COSTA, W. J. E. M. & G. C. BRASIL. Description of two new annual fishes of the genus *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the São Francisco basin, Brazil. Ichthyological Exploration of Freshwaters 1: 15-22. 1990.
- COSTA, W. J. E. M. & G. C. BRASIL. Three new species of *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the São Francisco basin, Brazil. Ichthyological Exploration of Freshwaters 2: 55-62. 1991.
- COSTA, W. J. E. M. & G. C. BRASIL. Two new species of *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the São Francisco basin, Brazil, with notes on phylogeny and biogeography of annual fishes. Ichthyological Exploration of Freshwaters 4:193-200. 1993.
- COSTA, W. J. E. M. & G. C. BRASIL. Trois nouveaux poissons annuels du genre *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) du bassin du rio São Francisco, Brésil. Revue Française d'Aquariologie 21: 5-10. 1994.
- COSTA, W. J. E. M.; A. L. F. CYRINO & D. T. B. NIELSEN. Description d'une nouvelle espèce de poisson du genre *Simpsonichthys* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) du bassin du rio São Francisco, Brésil. Revue Française d'Aquariologie 23: 17-20. 1996.
- COSTA, W. J. E. M.; D. T. B. NIELSEN & A.C. DE LUCA. Quatro novos rivulídeos anuais do gênero *Simpsonichthys* (Cyprinodontiformes) das bacias dos rios São Francisco e Pardo, Brasil. Aquarium 26: 24-31. 2001.
- COSTA, W.J.E.M. Peixes anuais brasileiros: diversidade e conservação. Curitiba, Editora da UFPR, 240p. 2002.
- DAJOZ, R. 1978. Ecologia geral. Petrópolis, Vozes, 472p.
- DE PINNA, M. C. C. A new subfamily of Trichomycteridae, lower loricarioid relationships, and a discussion on the impact of additional taxa for phylogenetic analysis (Teleostei, Siluriformes). Zoological Journal of the Linnean Society 106:175-229. 1992.

- Dourado, O. F.. Principais peixes e crustáceos dos açudes controlados pelo DNOCS. Fortaleza, Convênio SUDENE/DNOCS, 40 p. 1980.
- EIGENMANN, C. H. Some results from studies of South American fishes. IV. New genera and species of South American fishes. *Indiana University Studies* 20: 44-48. 1914.
- EIGENMANN, C. H. On *Apareiodon*, a new genus of characid fishes. *Annals of the Carnegie Museum*. 10: 71-76. 1916.
- EIGENMANN, C. H. *Pimelodella* and *Tvphlobagrus*. *Memoirs of the Carnegie Museum*. 7: 229-258. 1917.
- EIGENMANN, C. H. The American Characidae. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge*, v. 43, no. 1, pt. 1, p. 1-102 + 15 plates. 1917.
- EIGENMANN, C. H. The American Characidae. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge*, v. 43, no. 1, pt. 2, p. 103-208 + 22 plates. 1918..
- EIGENMANN, C. H. The American Characidae. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge*, v. 43, no. 1, pt. 3, p.209-310 + 28 plates. 1921.
- EIGENMANN, C. H. The American Characidae. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge*, v. 43, no. 1, pt. 4, p. 311-428 + 24 plates. 1927.
- EIGENMANN, C. H. & EIGENMANN, R.S. A revision of the South American Nematognathi or cat-fishes. *Ocas. Pap. Calif. Acad. Sci.*, v. 1, p. 1-508. 1890.
- EIGENMANN, C. H. & MYERS, G.S. The American Characidae. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge*, v. 43, no. 1, pt. 5, p. 429-558 + 11 plates. 1929.
- FERRARIS, C. J. Jr. & R. P. VARI. The South American catfish genus *Auchenipterus Valenciennes*. 1840 (Ostariophysi: Siluriformes: Auchenipteridae): monophyly and relationships, with a revisionary study. *Zoological Journal of the Linnean Society* 126: 387-450. 1999.
- FINK, W. L. Revision of the piranha genus *Pygocentrus* (Teleostei. Characiformes). *Copeia* 3: 665-687. 1993.
- FONTENELLE, O. Contribuição para o conhecimento da biologia da curimatá pacu, *Prochilodus argenteus* Spix in Spix & Agassiz (Pisces, Curimatidae, Prochilodontinae). *Revista Brasileira de Biologia* 13: 87- 102. 1953.
- FOWLER, H. W. Cold-blooded vertebrates from Florida, the West Indies, Costa Rica, and Eastern Brazil. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 67: 244-269. 1915.
- FOWLER, H. W. A collection of freshwater fishes obtained in Eastern Brazil by Dr. Rodolph Von Ihering. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 93: 123-199. 1941.
- FOWLER, H. W. Os peixes de água doce do Brasil (1ª entrega). *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo, São Paulo*, v. 6, p. 1-204. 1948.
- FOWLER, H. W. Os peixes de água doce do Brasil (2ª entrega). *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo, São Paulo*, v. 6, p. 205-404. 1950.
- FOWLER, H. W. Os peixes de água doce do Brasil (3ª entrega). *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo, São Paulo*, v. 6, p. 405-625. 1951.
- FOWLER, H. W. Os peixes de água doce do Brasil (4ª entrega). *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo, São Paulo*, v. 9, p. 1-399. 1954.

- GARAVELLO, J. C. Systematics and geographical distribution of the genus *Parotocinclus* Eigenmann & Eigenmann, 1889 (Ostariophysi, Loricariidae). *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo* 28: 1-37. 1976.
- GARAVELLO, J. C. Revisão taxonômica do gênero *Leporinus* Spix, 1829. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1979.
- GARMAN, S. The Plagiostomia (sharks, skates and rays). *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology* 36:1-515. 1913.
- GERY, J. The fresh-water fishes of South America. In: FITTKAU, E.J. et al. (eds.). *Biogeography and ecology in South America*. The Hague, Dr. W. Junk Pubs., v. 2, p. 828-848. 1969.
- GOMES-FILHO, G. Characiformes (Actinopterygii: Ostariophysi) das bacias costeiras do Estado da Paraíba. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 1999.
- HICKSON, R.G.; MARANHÃO, T.C.F.; VITAL, T.S.; SEVERI, W. 1993. Método para a caracterização da ictiofauna em estudos ambientais. In: Juchem, P. (coord.). *Manual de avaliação de impactos ambientais*. 2ª. Ed., Curitiba, IAP/GTZ.
- HIGUCHI, H.; H. A. BRITSKI & J. C. GARAVELLO. 1990. *Kalyptodoras bahiensis*, a new genus and species of thorny catfish from northeastern Brazil (Siluriformes: Doradidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 1: 2 19-225.
- HUMPHRIES P, KING AJ, KOEHN JD (1999) Fish, flows and flood plains: links between freshwater fishes and their environment in the Murray-Darling river system, Australia. *Environmental Biology of Fishes* 56:129-151.
- IHERING. R. VON. 1907. Diversas especies novas de peixes nemathognathas do Brazil. *Notas preliminares*. *Revista do Museu Paulista* 1:13-39.
- IHERING, R. VON & P. AZEVEDO. 1934. A curimatã dos açudes nordestinos (*Prochilodus argenteus*). *Archivos do Instituto Biológico de São Paulo* 5: 143-1184.
- IHERING, R. VON & P. AZEVEDO. 1936. As piabas dos açudes nordestinos (Characidae, Tetragonopterinae). *Archivos do Instituto Biológico de São Paulo* 7: 75-106.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE – IBAMA. 2004. Instrução normativa no. 05, de 21 de maio de 2004.
- JIMENEZ-SEGURA, L. F. Distribuição horizontal do ictioplâncton no médio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. 2000. 110 f.: il. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- KING AJ, HUMPHRIES P, LAKE PS (2003) Fish recruitment on floodplains: the roles of patterns of flooding and life history characteristics. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science* 60:773-786.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecological methodology*. New York: Harper-Collins, 654p.
- KREBS, C. J. 2000. *Ecological methodology*. New York: Harper-Collins, Software CD.
- KULLANDER, S. O. 1983. A revision of the South American cichlid genus *Cichlasoma* (Teleostei: Cichlidae). *Swedish Museum of Natural History, Stockholm*.
- LANGEANI NETO, F. 1996. Estudo Filogenético e revisão taxonômica da Família Hemiodontidae Boulenger, 1904 (sensu Roberts, 1794) (Ostariophysi, Characiformes). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- LIMA, F. C. T. de. 2001. Revisão taxonômica do gênero *Brycon* Müller & Troschel, 1844, dos rios da América do Sul Cisandina (Pisces, Ostariophysi, Characiformes, Characidae). Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- LOWE-McCONNELL, R.H. The status of studies on South American freshwater food fishes. In: ZARET, T.M. (ed.) Evolutionary ecology of neotropical freshwater fishes. The Hague Dr. W. Junk Pubs., p. 139-1566. 1984.
- LOWE-McCONNELL, R. H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo: EDUSP, 1999.
- LUCENA, C. A. S. 1988. Relações filogenéticas e definição do gênero *Roebooides*, Günther (Ostariophysi; Characiformes; Characidae). Comunicações do Museu de Ciência e Tecnologia PUCRS, Série Zoológia 11: 19-59.
- LUCENA, C. A. S., E. H. L. PEREIRA & J. F. P. SILVA. 2002. Comentários sobre a expedição de coleta ao Nordeste do Brasil. Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia 68: 8-10.
- LÜTKEN, C. F. 1875. Characinae novae Brasiliae centralis a clarissimo J. Reinhardt in provincia Minas-Geraes circa oppidulum Lagoa Santa in lacu ejusdem nominis, flumine Rio das Velhas et rivulis affluentibus collectae, secundum caracteres essentielles breviter descriptae. Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlingerl. 1874 (3): 127-143
- MALABARBA, L.R.; REIS, R.E.; VARI, R.P.; LUCENA, Z.M.; LUCENA, C.A.S. 1998. Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Porto Alegre, EDIPUCRS.
- MEES, G. F. 1974. The Auchenipteridae and Pimelodidae of Suriname (Pisces, Nematognathi). Zoologische Verhandelingen 132: 1-256.
- MENEZES, N.A., 1996. Methods for assessing freshwater fish diversity, pp. 289-295, In: Bicudo, C.E.M. & N.A. Menezes (eds.) Biodiversity in Brazil. A first approach. São Paulo, CNPq, 326 pp.
- MENEZES, R. S. 1973. Recursos pesqueiros da bacia do rio Parnaíba. Boletim Técnico DNOCS 31: 51-4.
- MENEZES, R.S. 1953. Listas dos nomes vulgares de peixes de águas doces e salôbras da zona sêca do nordeste e leste do Brasil. Arq. Mus. Nac., v. 42, p. 343-388.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Perfil do conhecimento da diversidade de vertebrados do Brasil. Relatório Final 2000 Campinas SP 92 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. 2002. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga. Brasília, Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas.
- MIRANDA-RIBEIRO, A. DE. 1918. Três gêneros e dezessete espécies novas de peixes Brasileiros. Revista do Museu Paulista 10: 631-646.
- MIRANDA-RIBEIRO, A. DE. 1937. Sobre uma coleção de vertebrados do nordeste brasileiro. Primeira parte: peixes e batrachios. O Campo 8: 54-56.
- MIRANDA-RIBEIRO, P. DE. 1939 Um *Paraotocinclus* do Nordeste Brasileiro (Peixes - Loricaridae - Hypoptopomatinae). Boletim Biológico São Paulo 4: 364-365.
- NAKATANI K, AGOSTINHO AA, BAUMGARTNER G, BIALETZKI A, SANCHES PV, MAKRAKIS MC, PAVANELLI CS. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. EDUEM: Maringá.

- Norcross, B. L. & Shaw, R. F. (1984). Oceanic and estuarine transport of fish eggs and larvae: a review. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 113(2):153-165.
- NIJSSEN, H. & I. J. H. ISBRUCKER 1976. The South American plated catfish genus *Aspidoras* R. Von Ihering, 1907. *Bijdragen tot de Dierkunde* 46: 107-131.
- NIJSSEN, H. & I. J. H. ISBRUCKER 1980. A review of the genus *Corydoras* Lacépède, 1803 (Pisces, Siluriformes, Callichthyidae). *Bijdragen tot de Dierkunde* 50: 190-220.
- OLDANI NO (1990) Variaciones de la abundancia de peces del valle del rio Paraná (Argentina). *Revista de Hydrobiologia Tropical* 23(1):67-76.
- PAIVA, M. P. 1978. A ictiofauna e as grandes represas brasileiras. *Revista DAE, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo-SABESP*. 116: 49-57.
- PAIVA, M.P. 1983. Peixes e pescas de águas interiores do Brasil. Brasília, EDITERRA. 158p.
- PAIVA, M. P. & CAMPOS, E. 1995. Fauna do Nordeste do Brasil. Conhecimento científico e popular. Banco do Nordeste do Brasil, Fortaleza.
- PAPAVERO, N. 1971. Essays on the history of Neotropical dipterology. Vol. 1. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PETHIYAGODA, R. & M. KOTTELAT. 1998. Fishes of Brasil. An aid to the study of J. B. Spix and L. Agassiz (1829-21) *Selecta genera et species piscium Brasiliensium* including an English translation of the text by V L. Wirasinha and reproduction of all illustrations. WHT Publications Limited, Colombo, Sri Lanka.
- PETRERE Jr., M. 1988. River fisheries in Brazil: a review. *Regulated rivers: research and management*.
- PLOEG, A. 1991. Revision of the South American cichlid genus *Crenicichla* Heckel, 1840, with descriptions of fifteen new species and considerations on species groups, phylogeny and biogeography. *Academisch Proefschrift, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam*.
- PORTUGAL, L. P. S. 1990. Revisão sistemática do gênero *Triportheus* Cope (Teleostei, Characiformes, Characidae). *Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo*.
- PROBIO. 2000. Seminário sobre Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do Bioma Caatinga. <http://www.biodiversitas.org/caatinga>.
- QUIROZ R, CUTCH S (1989) The fisheries and limnology of the lower Plata Basin. In: Dodge DP (ed) *Proceedings of the international large rivers symposium*. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science Special Publish* 106:429-443.
- REINHARDT, J. T. 1851. Nye sydamerikanske Ferskvandsfiske. *Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening*. Kjobenhavn. 1849: 29-57.
- REIS, R. E. 1989. Systematics revision of the neotropical characid subfamily Stethaprioninae (Pisces, Characiformes). *Comunicações do Museu de Ciências PUCRS, Série Zoológica* 2: 3-86.
- 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.
- REYNALTE-TATAJE DA, ZANIBONI-FILHO E (2007) *Biologia e identificação de ovos e larvas de peixes do alto rio Uruguai, Brasil*. In: ZANIBONI-FILHO E, NUÑER APO (ed)

- Reservatório de Itá. Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna. Editora UFSC, Florianópolis.
- ROBERTS, T.R. 1973. Os peixes do rio Parnaíba (Piauí – Brasil). In: MENEZES, R.S. Recursos pesqueiros da bacia do rio Parnaíba (Maranhão e Piauí). Bol. Téc. DNOCS, Fortaleza, v. 31, n. 1, p. 51-94.
- ROSA, R. 5. 1985. A systematic revision of the South American freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). Tese de Doutorado, College of William and Mary, Williamsburg, Virginia.
- ROSA, R.S.; MENEZES, N.A.; BRITSKI, H.A.; COSTA, W.J.E.M.; GROTH, F. 2003. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da caatinga. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M. & SILVA, J.M.C. (eds.). Ecologia e conservação da caatinga. Recife, Ed. Universitária da UFPE, p. 135-181.
- ROSA, R. 5. & MENEZES, N. A. 1996. Relação preliminar das espécies de peixes (Pisces: Elasmobranchii e Actinopterygii) ameaçadas no Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 13: 647-667.
- SABINO, J. & PRADO, P.I. 2000. Perfil do conhecimento da diversidade de vertebrados no Brasil – Relatório Final. Campinas, MMA/SBF/PRONABIO, 91p.
- SATO, Y. & GODINHO, H.P. 1999. Peixes da bacia do São Francisco. In: McConnell, R.H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, EdUSP. p. 401-413.
- SCHAEFER, 5. A. 1997. The Neotropical cascudinhos: Systematics and biogeography of *Otocinclus* catfishes (Siluriformes: Loricariidae). Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 148: 1-120.
- SANTOS, G; FERREIRA, E. & ZUANON, J. Peixes comerciais de Manaus. Edições IBAMA. 144pp. 2003.
- SEVERI, W., HICKSON, R.G.; MARANHÃO, T.C.F. 1994. Use of electric fishing for fish fauna survey in southern Brazil. Revista Brasileira de Biologia.
- Silva, A.L.N.; Oliveira, V.S.; Mascarenhas, F.A.L.; Hayashi, M.B.; Lins, J.L.M. 1997. Aspectos gerais da atividade pesqueira nos reservatórios de Delmiro Gouveia, Moxotó e Itaparica. Recife, Departamento de Pesca/UFRPE. 43p. (Relatório Projeto BRA/94/016-MMA/PNUD)
- SOARES, R. R 1987. Dados preliminares sobre a composição da ictiofauna da bacia do Rio Parnaíba. Anais da Sociedade Nordestina de Zoologia 1: 167- 17 1.
- STANFORD JA, WARD JV, LISS WJ (1996) A general protocol for restoration of regulated rivers. Regulated Rivers 12:391-501.
- STARKS, E. C. 1913. The fishes of the Stanford Expedition to Brasil. Leland Stanford Junior University Publications, Stanford.
- STEINDACHNER, F. 1906. Ueber zwei neue Corydoras -Arten aus dem Parnahyba und Parahimflusse im Staate Piauhy. Anzeiger der Akademie der Wissenschaften Wien 43: 478-480.
- STEINDACHNER, F. 1915. Ichthyologische Beitrage (XVIII). Anzeiger der Akademie der Wissenschaften Wien. 52: 346-349.
- TRAJANO, E. & M. C. C. DE PINNA. 1996. A new cave species of *Trichomycterus* from eastern Brazil (Siluriformes, Trichomycteridae). Revue Française d' Aquariologie 23: 85-90.

- TRAVASSOS H. 1960. Catálogo dos peixes do vale do Rio São Francisco. Boletim da Sociedade Cearense de Agronomia 1:1-66.
- UIEDA, V.S. & CASTRO, R.M.C. 1999. Coleta e fixação de peixes em riachos. Oecologia Brasiliensis, v. 6, p. 01-22.
- VARI, R. P. 1988. The Curimatidae: a lowland Neotropical fish family (Pisces: Characiformes); distribution, endemism, and phylogenetic biogeography. pp. 313-348. in: P. E. Vanzolini & W. R. Heyer (eds.) Proceedings of a Workshop on Neotropical distribution patterns. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências.
- VARI, R.P., 1989. Systematics of the neotropical characiform genus *Psectrogaster* Eigenmann & Eigenmann (Pisces: Characiformes). Smithsonian Contr. Zool. 481: 1-42.
- VARI, R. P. 1991. Systematics of the Neotropical characiform genus *Steindachnerina* Fowler (Pisces: Ostariophysi). Smithsonian Contributions to Zoology 507: 1-118.
- VARI, R. P. 1992. Systematics of the Neotropical Characiform genus *Curimatella* Eigenmann and Eigenmann (Pisces: Ostariophysi), with Summary Comments on the Curimatidae. Smithsonian Contributions to Zoology 533: 1-47.
- VAZZOLER AEAM (1996) Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. EDUEM, Maringá.
- VAZZOLER AEAM, LIZAMA MAP, INADA P (1997) Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. In: VAZZOLER AEAM, AGOSTINHO AA, HAHN NS (ed) A planície de inundação do alto paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos
- WALSH, S. J., 1990. A systematic revision of the neotropical catfish family Ageneiosidae (Teleostei: Ostariophysi: Siluriformes). Tese de Doutorado, University of Florida, Gainesville.
- WEBER, C. 1992. Revision du genre *Pterygoplichthys* sensu lato (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). Revue française d'Aquariologie 19: 1-36.
- WEITZMAN, S. H. 1964. One new species and two redescriptions of catfishes of the South American callichthyid genus *Corydoras*. Proceedings of the United States National Museum 116: 115-126.
- WINEMILLER KO (2004) Floodplain river food webs: generalizations and implications for fisheries management. In: WELCOMME RL, PETR T (ed) Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries FAO Publication, Bangkok.

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