



**FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES**  
F A D U R P E

**Chesf**  
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

# **Inventário dos Ecossistemas Aquáticos do Baixo São Francisco**

## **Reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (Moxotó, PA I, II, III e IV)**

**CT-I – 92.2007.3540.00**

**1º. Relatório Anual**

**Dezembro/07 a Novembro/08**

**Janeiro / 2009.**

**SEDE: Campus da UFRPE**

Rua Dom Manoel de Medeiros, s/nº - Dois Irmãos - Recife/PE - CEP: 52.171-030

CNPJ: 08.961.997/0001-58 – Fone: 55 (81) 3414.6060 Fax: (81) 3414.6076 – E-mail: fadurpe@fadurpe.com.br

## **Equipe Executora**

Eng. Pesca William Severi, D.Sc. - Coordenador (UFRPE)

Eng. Pesca MSc. Anderson Antonello (Limnologia e Qualidade de Água) - FADURPE

Oceanóg. DSc. Arno Maschmann de Oliveira (Limnologia e Qualidade de Água) - UFAL

Oceanóg. DSc. Paulo Ricardo Petteriros (Limnologia e Qualidade de Água) - UFAL

Eng. Pesca Isabela Maria da Silva Araújo (Ictiologia) - UFRPE

Biól. DSc. Ana Carla Asfora El-Deir (Ictiologia) - UFRPE

Biól. DSc. Alfredo Matos Moura Junior (Macrófitas Aquáticas) - CA/UFPE

Eng. Pesca DSc. Fernando Porto (Zooplâncton) - UFRPE

Biól. Maria Célia de Andrade Lira (Zooplâncton) - UFAL

Biól. DSc. Tereza Cristina dos Santos Calado (Comunidades Bentônicas) - UFAL

Biól. Viviane Ferreira (Comunidades Bentônicas) - FADURPE

Biól. MSc. Ênio Wocily Dantas (Fitoplâncton) - UEPB

Biól. DSc. Enaide Marinho de Melo Magalhães (Fitoplâncton) - UFAL

Eng. Pesca MSc. Michelle Miranda Biondi Antonello (Geoprocessamento) - FADURPE

Téc. Teresa Cristina Paiva dos Santos (Limnologia e Qualidade de Água) - UFRPE

## Equipe de apoio

Biól. MSc. Bruno Dourado F. Costa (Limnologia e Qualidade de Água) – FADURPE

Bióloga MSc. Aline Alves da Rocha (Ictiologia)

Biól. MSc. Elisabeth Cabral Silva Falcão (Ictiologia) - UFRPE

Eng. Pesca Eduardo Vetromilla Fuentes (Limnologia e Qualidade de Água) – UFRPE

Eng. Pesca Antony Evangelista de Lima (Limnologia e Qualidade de Água) – UFRPE

Bióloga Vanessa de Castro Melo (Ictiologia) – UFRPE

Bióloga Janaína Maria Carvalho da Silva da Silva Leal (Ictiologia) - UFRPE

Acad. de Bach. em Biologia - Elizabete Lacerda de Andrade Lima (Comun. Bentônicas)

Acad. de Bach. em Biologia - Felipe Francisco Gomes da Silva (Comun. Bentônicas)

Acad. de Bach. em Biologia - Hugo Leandro F. Borges (Comun. Bentônicas)

Acad. de Bach. em Biologia - Renata Pires Castro (Comun. Bentônicas)

Acad. de Engenharia de Pesca - Fabiana Alves da Silva (Ictiologia)

Acad. de Bach. em Biologia - Giovani Thiago do N. A. Pereira (Ictiologia)

Acad. de Bach. em Biologia - Gérsica Moraes Nogueira da Silva (Ictiologia)

Acad. em Engenharia de Pesca – Raphael de Melo Floro (Ictiologia)

Acad. em Engenharia de Pesca – Filipe Lúcio e Silva (Ictiologia)

Acad. de Bach. em Biologia – Thiago Pereira Guerra (Ictiologia)

Acad. de Licen. em Biologia - Valeria Veronica dos Santos (Macrófitas Aquáticas)

Acad. de Bach. em Biologia - Péricles Araujo Ferraz (Fitoplâncton)

Acad. de Bach. em Biologia - Micheline Kézia Cordeiro de Araújo (Fitoplâncton)

Acad. Ithallo Sathio Bessoni Tanabe (Zooplâncton)

Acad. em Biologia - William Fernandes de Araújo Barbosa (Fitoplâncton)

## Sumário

Apresentação .....	5
Introdução .....	5
Área de trabalho .....	7
1. Inventário dos Ecossistemas Aquáticos.....	8
2. Monitoramento da Ictiofauna e Biologia Pesqueira.....	9
2.1. Objetivos .....	10
2.1.A. Objetivo geral.....	10
2.1.B. Objetivos específicos .....	10
2.2. Princípios Gerais e Metodologia .....	11
2.2.A. Estações de coleta.....	11
2.2.B. Metodologia de coleta .....	12
2.2.B.1. Ictiofauna .....	12
2.2.B.2. Ictioplâncton .....	14
2.2.B.3. Alimentação .....	17
2.2.B.4. Reprodução.....	18
2.3. Resultados e discussão.....	19
2.3.A.1. Composição e CPUE.....	19
2.3.A.2. Ictioplâncton .....	38
2.3.A.2.1. Coletas durante o monitoramento limnológico .....	38
2.3.A.2.2. Coletas durante o monitoramento da ictiofauna .....	45
2.3.A.3. Alimentação .....	51
2.3.A.4. Reprodução.....	76
2.4. Considerações finais .....	112
3. Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água .....	113
3.1. Objetivos .....	114
3.1.A. Objetivo Geral .....	114
3.1.B. Objetivos Específicos.....	114
3.2. Princípios Gerais e Metodologia .....	115
3.2.A. Estações de coleta.....	116
3.2.B. Metodologia de coleta .....	119
3.2.C. Determinação de variáveis <i>in situ</i> .....	120
3.2.D. Determinação de variáveis em laboratório .....	121
3.2.D.1. Análises físicas e químicas .....	121
3.2.D.2. Análises biológicas .....	122
3.2.D.2.1. Clorofila-a e feofitina.....	122
3.2.D.2.2. Fitoplâncton .....	122
3.2.D.2.3. Zooplâncton .....	123
3.2.D.2.4. Macroinvertebrados bentônicos .....	125
3.2.E. Avaliação do estado trófico.....	128
3.2.F. Banco de dados georeferenciado .....	129
3.3. Resultados e discussão.....	129
3.3.A. Análises físicas e químicas.....	131
3.3.A.1. Temperatura, oxigênio dissolvido e DQO.....	131
3.3.A.2. pH, alcalinidade e dureza totais, cálcio e magnésio .....	138
3.3.A.3. Condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, salinidade, cloretos e silicatos .....	146
3.3.A.4. Transparência, zona eufótica, turbidez, sólidos em suspensão e sedimentáveis.....	153
3.3.A.5. Nitrogênio.....	164
3.3.A.6. Fósforo .....	170
3.3.B. Estado trófico .....	176
3.3.C. Avaliação das fontes de poluição .....	181
3.3.C.1. Ocupações populacionais.....	182
3.3.C.2. Captações de água .....	182
3.3.C.3. Empreendimentos de aquicultura .....	184

3.3.C.4. Lançamento de efluentes domésticos e industriais.....	186
3.3.C.5. Cultivos agropecuários .....	186
3.3.C.6. Óleos e graxas .....	187
3.3.D. Análises biológicas .....	189
3.3.D.1. Clorofila-a e feofitina .....	189
3.3.D.2. Fitoplâncton .....	192
3.3.D.3. Zooplâncton .....	209
3.3.D.4. Macroinvertebrados bentônicos .....	230
3.4. Considerações finais .....	260
4. Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas .....	262
4.1. Metodologia.....	264
4.1.A. Levantamento florístico.....	265
4.1.B. Delimitação dos prados de macrófitas aquáticas .....	266
4.1.C. Determinação da biomassa das macrófitas .....	266
4.1.D. Determinação da taxa de crescimento da <i>Egeria densa</i> .....	267
4.1.E. Contaminação por metais pesados .....	267
4.2. Resultados.....	268
4.2.A. Levantamento florístico.....	268
4.2.B. Delimitação dos prados de macrófitas aquáticas .....	272
4.2.C. Determinação da biomassa das macrófitas .....	274
4.2.D. Determinação da taxa de crescimento da <i>Egeria densa</i> .....	279
4.2.E. Contaminação por metais pesados .....	281
4.3. Considerações finais .....	282
5. Bibliografia.....	284
Anexos .....	297
Índices para estimativa do estado trófico e limites de classificação .....	297
Tabelas.....	298

## Apresentação

O presente Relatório Anual compreende as atividades executadas nos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (Moxotó, Paulo Afonso I, II, III e Paulo Afonso IV), contemplando as metodologias que foram adotadas, com descrição dos resultados obtidos para o período de estudo, entre dezembro de 2007 e novembro de 2008, relativo ao PROGRAMA DE INVENTÁRIO DOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS DO BAIXO SÃO FRANCISCO, celebrado entre a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF e a Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional – FADURPE.

O referido Programa é composto dos seguintes subprogramas: 1. Inventário dos Ecossistemas Aquáticos, 2. Monitoramento da Ictiofauna e Biologia Pesqueira, 3. Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água e 4. Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas.

## Introdução

A crescente preocupação com a disponibilidade mundial da água vem exigindo das autoridades contemporâneas uma nova consciência em relação à utilização desse recurso.

Entre os diversos ecossistemas aquáticos, os reservatórios apresentam fundamental importância no desenvolvimento da região Nordeste brasileira, porém suas características de usos múltiplos, como: produção de energia elétrica, irrigação, criação de peixes, abastecimento de água para consumo, navegação e recreação, tem gerado diversos conflitos. No entanto, para a perfeita relação entre o uso e a conservação faz-se necessário conhecer os processos físicos, químicos e biológicos que interagem nesses ecossistemas, gerando informações, através de estudos mais aprofundados, de sua estrutura e funcionamento para posterior implantação de planos de manejo mais adequados.

O rio São Francisco é o mais importante da região Nordeste. Sua bacia tem 640.000 km<sup>2</sup>, abrangendo os estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco,

Alagoas e Sergipe, além do Distrito Federal. Seu curso principal tem aproximadamente 2.863 km de extensão, sendo composta por cerca de 80 rios perenes e 27 intermitentes (CHESF, 2008). Pela sua diversidade climática, extensão e características topográficas, a Bacia é dividida em quatro regiões: o Alto, Médio, Submédio e o Baixo São Francisco, nas quais podem ser caracterizadas três zonas biogeográficas distintas: a mata, a caatinga e os cerrados.

- O alto São Francisco, da nascente até a confluência com o rio Jequitaí, em Pirapora - MG;
- O médio São Francisco, de Pirapora – MG, onde começa o trecho navegável do rio, até a barragem de Sobradinho, na Bahia;
- E o submédio e o baixo, entre Sobradinho e a foz

O aproveitamento hidrelétrico de Moxotó esta localizado no município de Delmiro Gouveia - AL, à 8 km da cidade de Paulo Afonso - BA. Integrante do Complexo de Paulo Afonso, a Usina Apolônio Sales localiza-se cerca de 3 quilômetros a montante da barragem Delmiro Gouveia, tendo como coordenadas 38° 11' de Longitude Oeste e 9° 17' de Latitude Sul, com capacidade de gerar 400.000 kW de energia, de modo que a água turbinada em suas máquinas, aciona também as Usinas de Paulo Afonso I, II e III. As Usinas Paulo Afonso I, Paulo Afonso II e Paulo Afonso III estão em um mesmo represamento e juntas tem capacidade de gerar 1.417.200 kW de energia. Num segundo desnível em cascata, situado em paralelo ao reservatório de Moxotó, está a Usina de Paulo Afonso IV, a qual recebe a água necessária para seu acionamento através de um canal escavado a partir da margem direita de Moxotó, tem capacidade de gerar 2.462.400 kW de energia. A água turbinada desta usina, em conjunto com a água turbinada em Paulo Afonso I, II e III, segue pelo canyon para a Usina de Xingó.

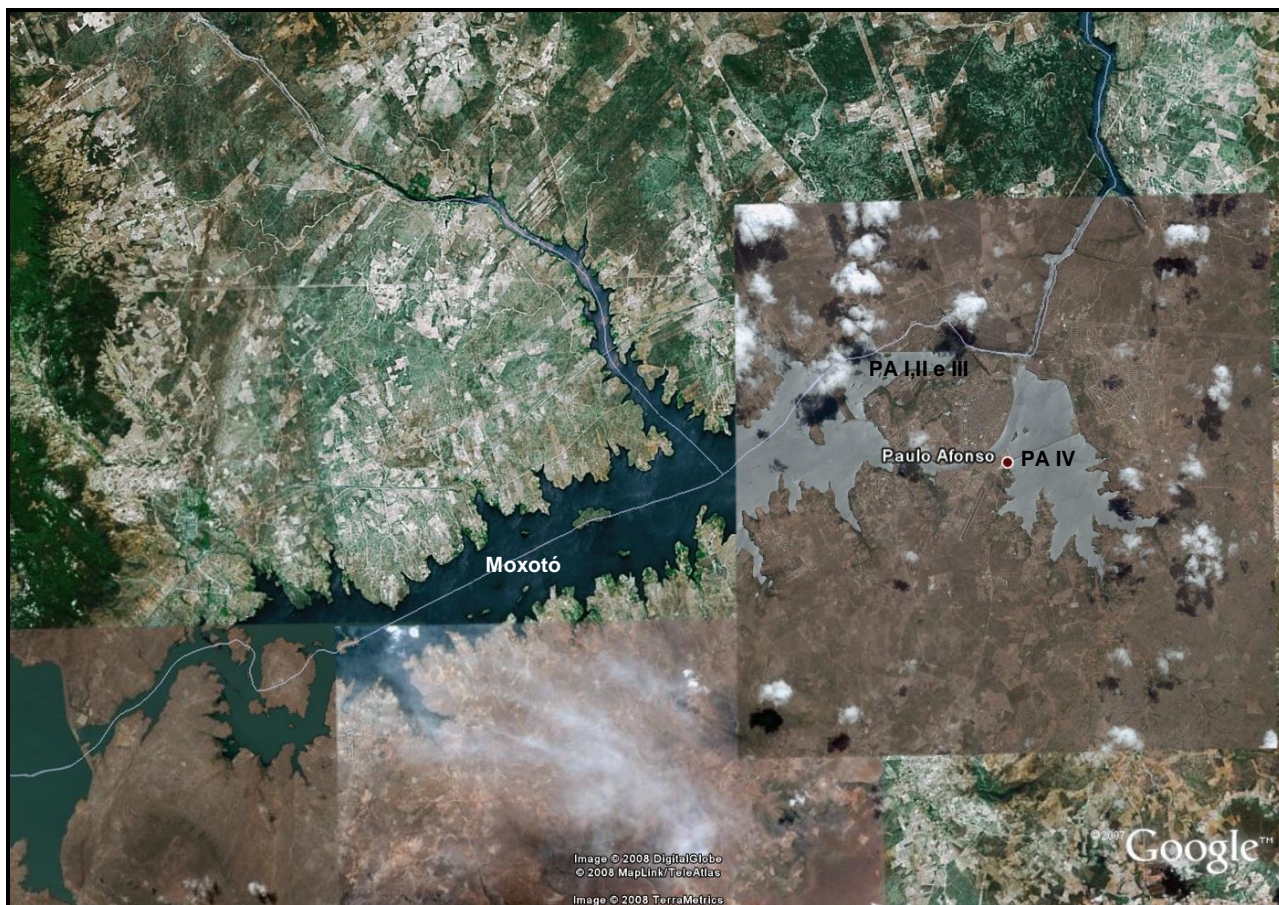
Os reservatórios são sistemas complexos que apresentam um padrão dinâmico em seus mecanismos de funcionamento. Os sistemas terrestres e aquáticos da área de influência, bem como os rios em que os reservatórios estão inseridos, são alterados efetivamente em seus fluxos hídricos quando submetidos às interferências antrópicas. Da construção de um reservatório decorrem mudanças que produzem uma completa reorganização dos elementos que compõem o ecossistema, num curto espaço de tempo.

Diante disto, é necessário, não só acompanhá-las, mas desenvolver mecanismos de previsão e prevenção para controle de eventuais desequilíbrios, bem como para

conhecimento científico destes ecossistemas e das interações com a bacia hidrográfica e com os sistemas a jusante e a montante, efetuando assim, uma abordagem sistêmica para um melhor gerenciamento ambiental.

## Área de trabalho

A área de trabalho inclui os reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (Moxotó, PA I, II, III e IV), no trecho do Rio São Francisco compreendido entre as cidades de Jatobá - PE, Delmiro Gouveia - AL e Paulo Afonso - BA (Figura 1). Tendo a jusante o reservatório de Xingó.



**Figura 0-1** - Imagem dos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (Moxotó, PA I, II, III e IV) (Fonte: Google Earth).



## 1. Inventário dos Ecossistemas Aquáticos

Conforme acordado entre a equipe executora deste e os membros do DEMG/CHESF, a parte que integra o PROGRAMA DE INVENTÁRIO DOS ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS DO BAIXO SÃO FRANCISCO, referente ao subprograma de Inventário dos Ecossistemas Aquáticos, deverá ser apresentada em volume separado, contendo o levantamento de todas as informações coletadas na área de abrangência do referido programa, em periodicidade anual e na forma de relatório da atividade.

## 2. Monitoramento da Ictiofauna e Biologia Pesqueira

A compreensão da dinâmica da ictiofauna que habita os reservatórios artificiais depende do conhecimento das mudanças decorrentes das alterações nos habitats. Muitas vezes, este conjunto de modificações é tão marcante que o processo equivale à criação de um novo ecossistema (Baxter, 1977 apud Agostinho et al., 2007). No rio São Francisco, a área ocupada por seus reservatórios inundam uma área de cerca de 6.500 km<sup>2</sup>, sendo rico em planícies inundadas e lagoas marginais.

A partir do norte de Minas Gerais, o rio São Francisco sofre forte influência do clima semi-árido, uma vez que está inserido no bioma da Caatinga. A ictiofauna deste ecossistema inclui espécies de diversos grupos tipicamente neotropicais, porém, devido à sua interação com ecossistemas vizinhos, não é possível caracterizar uma ictiofauna específica deste bioma (Rosa et al., 2003).

Após o represamento, a fauna de peixes a se estabelecer é primariamente dependente da fauna pré-existente na região alagada (Agostinho et al., 2007), por isso o conhecimento da ictiofauna existente antes do represamento é fundamental para a compreensão dos processos que levam à alterações na ictiofauna. Infelizmente, na maioria dos reservatórios do São Francisco, principalmente no seu curso médio e baixo, essas informações são praticamente inexistentes.

O Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso abrange os reservatórios de Moxotó, Paulo Afonso I, II, III e IV, ocupa uma área de aproximadamente 115 km<sup>2</sup>. Embora os reservatórios sejam relativamente antigos, construídos entre 1955 e 1977, pouco se sabe sobre as comunidades bióticas e suas espécies dominantes, principalmente em se tratando da ictiofauna. O presente monitoramento tem por objetivo contribuir de forma significativa ao conhecimento dos padrões de distribuição, composição e do ciclo de vida das espécies de peixes.

## 2.1. Objetivos

### 2.1.A. Objetivo geral

Caracterizar, nos reservatórios do Complexo Hidrelétrico Paulo Afonso, a composição da ictiofauna e suas relações ecológicas, alguns aspectos biológicos das espécies alvo, como alimentação e reprodução, além de determinar os padrões de abundância, composição e distribuição das fases iniciais dos peixes.

### 2.1.B. Objetivos específicos

- Diagnosticar a composição da ictiofauna, considerando a presença de migradores e dando ênfase às espécies ameaçadas, raras e de interesse econômico;
- Determinar por espécie a CPUE em número e biomassa;
- Avaliar a dispersão de formas jovens de peixes, componentes do ictioplâncton, ao longo da área de abrangência do programa;
- Determinar os locais de reprodução e criatórios naturais das espécies migradoras, dando ênfase às espécies ameaçadas, raras e de interesse econômico (frequência mensal de novembro a março);
- Realizar estudos de dinâmica populacional e determinar a Captura Máxima Sustentável para as espécies da ictiofauna a serem estudadas;
- Realizar estudos de alimentação e reprodução para a ictiofauna ocorrente na área de abrangência do programa;
- Definir os hábitos alimentares e a época de reprodução das espécies estudadas, relacionando este com o regime hídrico da bacia;
- Relacionar, caracterizar, georeferenciar as áreas e determinar aspectos produtivos e econômicos dos empreendimentos aquícolas;
- Identificar e mapear os pontos de introdução, locais de reprodução e alimentação de espécies introduzidas da ictiofauna;
- Propor Programa de Recuperação da Ictiofauna nativa da região;

- Estabelecer parâmetros bioindicadores para o monitoramento ambiental dos ecossistemas aquáticos, com respectivas justificativas e metodologia.

## **2.2. Princípios Gerais e Metodologia**

A metodologia a ser empregada nos diferentes procedimentos para a realização do monitoramento da Ictiofauna e Biologia Pesqueira, com seus respectivos instrumentos, é apresentada a seguir.

A equipe técnica executora do monitoramento atuará de forma integrada, de modo a permitir uma visão holística das atividades e estimular a percepção dos diferentes profissionais participantes, numa ação interdisciplinar. Ainda, a mesma deverá manter uma articulação permanente com a equipe técnica do DEMG/CHESF visando, desde a definição e acertos metodológicos, até a avaliação contínua das atividades desenvolvidas e dos resultados obtidos, mediante reuniões periódicas de trabalho e a participação conjunta em atividades em campo.

### **2.2.A. Estações de coleta**

Para a coleta da ictiofauna, que serviu como material base para os estudos de composição, CPUE, alimentação e reprodução, foram determinadas estações em diferentes regiões nos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso do reservatório (Moxotó, PA I, II, III e IV), priorizando as reentrâncias abrigadas. Na Tabela 2.2.A-1 e Figura 2.2.B.2-1 constam as coordenadas planas (UTM) das estações amostradas. As estações tiveram suas posições definitivas devidamente georeferenciadas empregando-se um aparelho portátil de posicionamento global (GPS), marca GARMIN, modelo 12.

As coletas de ictioplâncton foram realizadas em doze estações nos reservatórios do Complexo Hidroelétrico de Paulo Afonso, como mostra a Tabela 2.2.A-2. Foram amostradas nos reservatórios Moxotó, Paulo Afonso I, II, III e IV, buscando investigar áreas mais abrigadas como margens e canais. Os pontos foram marcados em campo, utilizando-se um GPS (Garmin 12). Além disso, o ictioplâncton também foi amostrado

durante o monitoramento limnológico, nas estações que constam na Tabela 3.2.A-1. A localização das estações de amostragem de ictioplâncton é descrita na Figura 2.2.B.2-1.

**Tabela 2.2.A-1** - Estações de amostragens de ictiofauna nos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso. Datum SAD 69, Zona 24.

Estação	Coordenada (UTM)	Ponto de referência
MORD 02	582079 8968675	
MORD 04	589146 8972301	Moxotó – Rio Moxotó, margem esquerda
MORD 06	584603 8965982	
P1RD 01	586725 8964905	PA I, II e III - Margem esquerda
P1RD 02	587790 8964036	
P4RD 03	582661 8956801	PA IV – Em frente às ilhas
P4RD 04	583121 8959093	
P4RD 05	580948 8957091	

**Tabela 2.2.A-2** - Estações de amostragens de ictioplâncton durante o monitoramento da ictiofauna nos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso. Datum SAD 69, Zona 24.

Estação	Coordenada	Ponto de referência
MOIP 03	588919 8972461	Moxotó, rio
MOIP 04	587552 8972098	Moxotó, em frente à ponte
P1IP 01	586151 8964229	PA I, II e III, margem direita
P1IP 02	587254 8964560	PA I, II e III, margem esquerda
P4IP 02	584387 8958396	PA IV, porção central em frente à ponte
P4IP 03	583980 8958202	PA IV, porção central
P4IP 04	584867 8958948	PA IV, próximo às pequenas ilhas
P4IP 06	584454 8959876	PA IV, canal Moxotó - PAIV
P4IP 07	582110 8956460	PA IV, canal da direita na porção oeste-sul
P4IP 09	581722 8957161	PA IV, canal central na porção oeste-sul
P4IP 10	584130 8959387	Prainha
P4IP 11	583228 8958964	PA IV, canal da esquerda na porção oeste-sul

## 2.2.B. Metodologia de coleta

### 2.2.B.1. Ictiofauna

O estudo da ictiofauna foi efetuado em estações localizadas em regiões distintas do reservatório de Moxotó (MO RD 01, MO RD 02, MO RD 03, MO RD 05 e MO RD 06), reservatório de PA I, II e III (P1 RD 01 e P1 RD 02), e reservatório PA IV (P4 RD 01, P4 RD 02, P4 RD 03, P4 RD 04 e P4 RD 05).

A coleta foi realizada utilizando-se 22 redes de emalhar, sendo 11 de fundo e 11 de superfície, com malhas de 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 e 70 mm de abertura (entre nós opostos), com comprimento total de 25 m cada e altura entre 1,44 e 3,60 m. As redes foram lançadas, preferencialmente, às 17:00h e recolhidas às 5:00h da manhã do dia seguinte. Para as espécies capturadas foi registrado seu nome vulgar, sendo os exemplares separados por espécie e colocados em sacos plásticos com todas as informações sobre as malhas e estações referidas, para posterior análise.

Os peixes coletados foram devidamente etiquetados e pesados de acordo com a captura, separando por tamanho de cada rede e sua respectiva malha. Após captura, os indivíduos foram fixados em formol a 10%, para posterior análise no Laboratório de Ictiologia da UFRPE.

A abundância das espécies foi avaliada através da captura por unidade de esforço, em número de indivíduos CPUE<sub>n</sub> (ind./m<sup>2</sup>) e biomassa CPUE<sub>b</sub> (g/m<sup>2</sup>) segundo as equações:

$$CPUE_n = \sum_m^{60} (Nm \times EP_m^1)$$

$$CPUE_b = \sum_m^{60} (Bm \times EP_m^1)$$

sendo,

Nm = número de peixes capturados pela malha m

Bm = biomassa de peixes capturados pela malha m

EPm = esforço de pesca em m<sup>2</sup> das redes da malha m

m = tamanho da malha (12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 e 70 mm).

Para complementar os dados qualitativos da ictiofauna, além das redes de espera utilizadas, foram empregadas tarrafas, puçás e rede de arrasto com abertura de 10 mm (entre nós opostos). Os espécimes capturados através destes apetrechos auxiliares não constaram nos cálculos de CPUE pela dificuldade de padronização do esforço de pesca, servindo para análise qualitativa das áreas de influência do reservatório. Em cada trecho foram inventariados diferentes biótopos passíveis de exploração pelas diferentes espécies, como praias, árvores submersas, etc., de acordo com a finalidade das coletas e sua adequação aos diferentes apetrechos a serem empregados.

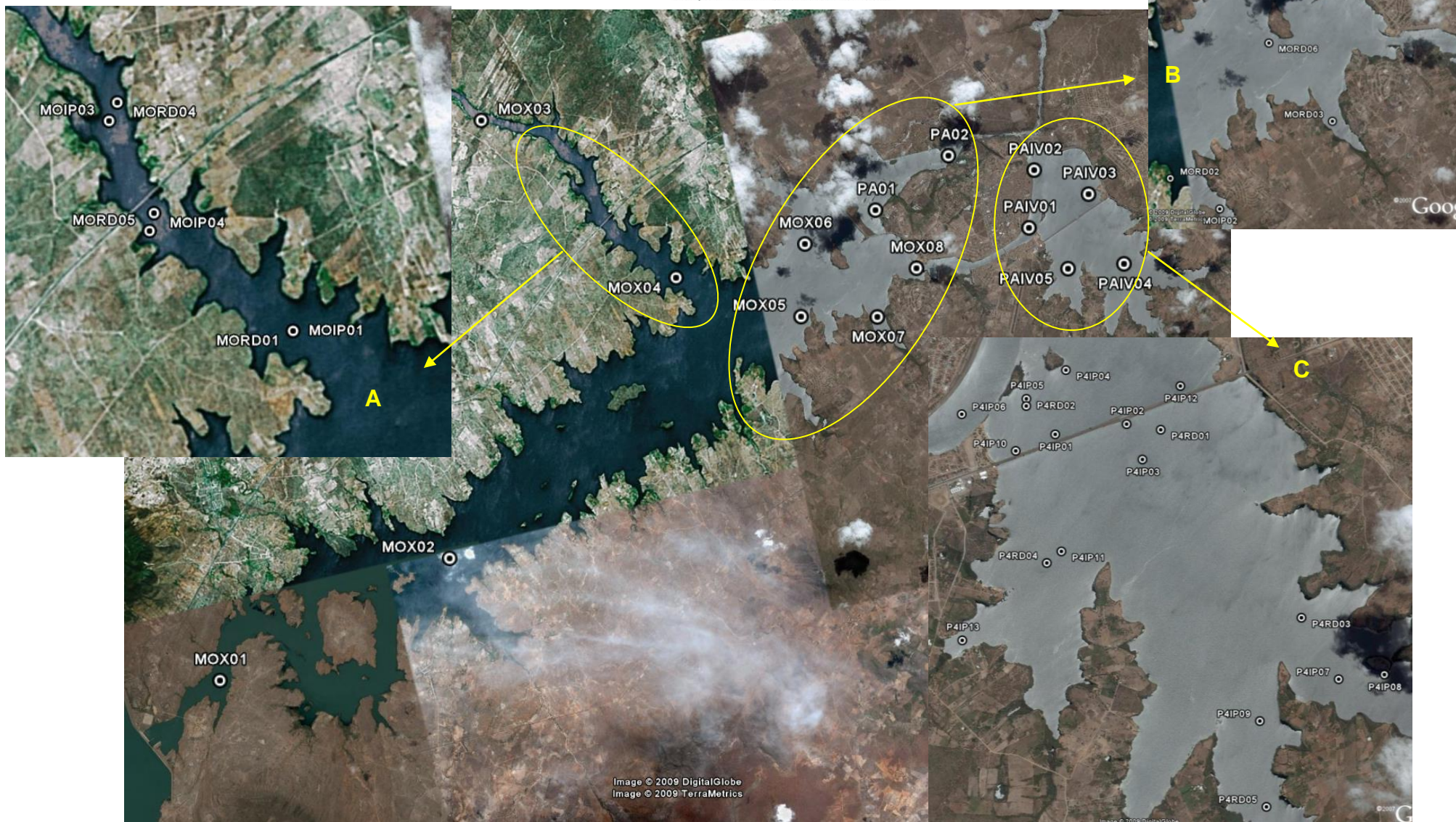
Os exemplares coletados foram fixados em formol a 10% por 24h e posteriormente conservados em álcool a 70%, em seguida foram medidos para tomada do comprimento padrão (CP), utilizando-se ictiômetro e paquímetro. A identificação foi realizada até o

menor nível taxonômico possível, utilizando-se literatura especializada, como Eigenmann (1917, 1918, 1921, 1927), Eigenmann & Myers (1929), Fowler (1948, 1949, 1950, 1951, 1954), Menezes e Figueiredo (1980; 1985); Figueiredo e Menezes (1980; 1987), Britski et al. (1988), Nelson, (1994), Carpenter (2002), Reis et al. (2003), Buckup (2007).

### **2.2.B.2. Ictioplâncton**

Nos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso, os ovos e larvas de peixes foram coletados em duas ocasiões distintas: durante o monitoramento limnológico e durante as campanhas de ictiofauna. Na primeira ocasião, as estações amostradas corresponderam às mesmas utilizadas nos demais estudos limnológicos, enquanto que durante a pesca, algumas amostragens foram realizadas em estações próximas às redes de emalhar, além de outras em estações não relacionadas aos pontos de pesca.

Durante o monitoramento limnológico, as coletas foram realizadas durante o período diurno através de arrastos subsuperficiais utilizando-se rede de plâncton com abertura de malha de 500  $\mu\text{m}$  e 40 cm de diâmetro de boca. Os arrastos tiveram duração padronizada de 10 minutos e o volume de água filtrado pela rede foi registrado através de um fluxômetro acoplado à mesma.



**Figura 2.2.B.2-1** - Imagem dos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso com a localização das estações de monitoramento limnológico, destacando as áreas com estações de ictiofauna e ictioplâncton, no braço do rio Moxotó (A) e nos reservatórios de Moxotó, PA I, II, III (B) e PA IV (C).



Nas campanhas de ictiofauna, os ovos e larvas de peixes foram coletados preferencialmente durante o período noturno. Foram realizados arrastos de subsuperfície, com rede de plâncton com abertura de malha de 500 µm e 40 cm de diâmetro de boca. O tempo de coleta foi padronizado em 10 minutos e o fluxo de água filtrado foi registrado por um fluxômetro.

Para estimar o volume filtrado foi utilizada seguinte equação:

$$V = \frac{\text{Área.da.rede} \times D \times F}{999999}$$

onde, D = nº de rotações do fluxômetro  
F= fator do fluxômetro

O material coletado foi concentrado no copo coletor e armazenado em recipientes plásticos de 500 ml, foi adicionada solução de formalina a 4 % neutralizada com carbonato de cálcio. As amostras foram etiquetadas e, posteriormente transportadas para o laboratório onde foram analisadas.

No laboratório procedeu-se a triagem de ovos e larvas de peixes utilizando-se estereomicroscópio, pinças e câmara de Bogorov. As larvas encontradas foram identificadas ao menor nível taxonômico possível, utilizando como principal fonte o guia de Nakatani *et al.* (2001). Além disso, foi aferido o comprimento padrão (mm) e os estágios de desenvolvimento classificados em larval vitelino (LV), pré-flexão (PF), flexão (FL), pós-flexão (PO) e jovem (JV). Os ovos triados foram contados, além de serem observadas algumas características como forma (esférico ou elíptico), diâmetro (mm), presença de gotas de óleo e espaço perivitelino (grande ou pequeno).

A densidade de larvas capturada foi expressa em organismos por metro cúbico ( $\text{org.m}^{-3}$ ) a partir da relação entre o número de indivíduos coletados e o volume de água filtrado. Foi calculada a participação relativa dos estágios de desenvolvimento e dos táxons por estação, a partir dos dados de densidade. Os valores de comprimento padrão foram submetidos a uma análise de variância (Anova - Kruskal-Wallis) a fim de observar prováveis variações no tamanho entre as estações. Diferenças na densidade de ovos e larvas em função de oscilações nas condições abióticas foram analisadas através da análise de componentes principais (ACP) a partir de uma matriz de correlação (r-Pearson).

### 2.2.B.3. Alimentação

Foram utilizados, para fins de estudo de dinâmica alimentar, exemplares de espécies consideradas importantes sob o ponto de vista pesqueiro ou pelo seu valor comercial, observando-se a sua integridade física, no que se refere à morfologia e histologia, e o seu estado de conservação, características que possibilitam a obtenção dos resultados necessários para o estudo.

Após a mensuração do comprimento padrão (mm) e peso (g) dos peixes selecionados, estes foram eviscerados para a retirada do trato digestório (estômago e intestino). Os estômagos foram pesados e os intestinos foram medidos (mm). Os mesmos foram acondicionados em frascos de plásticos etiquetados e fixados em formol 4%, para posterior análise dos itens alimentares.

Antes da análise do conteúdo estomacal, os estômagos foram analisados quanto ao grau de repleção, adotando-se a seguinte escala, baseado em Gomes e Verani (2003): grau 0 - para estômagos vazios, grau I - para estômagos parcialmente vazios, grau II - para estômagos parcialmente cheios e grau III - para completamente cheios. O conteúdo estomacal foi analisado e identificado sob estereomicroscópio com a ajuda de bibliografias especializadas.

Para o estudo do conteúdo estomacal foi utilizado o método de freqüência de ocorrência dos itens (FO), que fornece o espectro alimentar, expresso pela quantidade de estômagos que apresentam o item em questão, em relação ao total de estômagos com conteúdo analisados, segundo Zavala-Camin (1996) e o método volumétrico (Vi), (Hyslop, 1980), que fornece, semiquantitativamente, o volume de dado item alimentar em relação ao volume de todos os itens alimentares presentes nos estômagos.

Sobre os valores da freqüência de ocorrência e volume foi aplicado o índice de importância alimentar (IAi) (Kawakami & Vazzoler, 1980), através da expressão:

$$IAi = \frac{Fi \times Vi}{\sum_{i=1}^n (Fi \times Vi)}$$

onde: IAi = Importância alimentar do item i

i = 1, 2, ..., n = itens alimentares

Fi = freqüência de ocorrência (%) de cada item

Vi = volume (%) atribuído a cada item

Para o estudo do intestino foi calculado o quociente intestinal (Barbieri et al., 1994).

$$Qi = \frac{Ci}{CP}$$

onde: Qi = Quociente intestinal  
Ci = Comprimento do intestino  
CP = Comprimento Padrão

Também foi calculado o Índice de Repleção Gástrica (IR), o qual indica quão repleto está o estômago. A relação utilizada segundo Zavala-Camin (1996), é representada a seguir:

$$IR = \frac{We}{Wp} .100$$

onde: We é a massa do estômago em gramas  
Wp é a massa do peixe em gramas

Para os peixes considerados iliófagos, foi determinado o teor de matéria orgânica presente nos estômagos, baseado em APHA (1995), no qual a matéria orgânica é expressa pela diferença do peso seco e peso em cinzas da amostra.

#### 2.2.B.4. Reprodução

As gônadas foram retiradas das espécies mais abundantes, pesadas, inspecionadas e classificadas segundo escala de maturidade gonadal, conforme Vazzoler (1981), sendo classificadas entre: 1 = imaturo, 2 = em maturação, 3 = maduro, 4 = parcialmente desovado/esvaziado, 5 = repouso; e posteriormente fixadas em solução de formol 4% e acondicionadas para análise histológica e estimativa da fecundidade. A metodologia de análise dos parâmetros mencionados foi aquela proposta por Vazzoler (1981, 1996), e efetuada no Laboratório de Ictiologia do Departamento de Pesca da UFRPE, onde o Índice gonadossomático é obtido através da equação:  $IGS = \frac{PG}{PT} .100$ , onde, PG (peso da gônada) e PT (peso total).

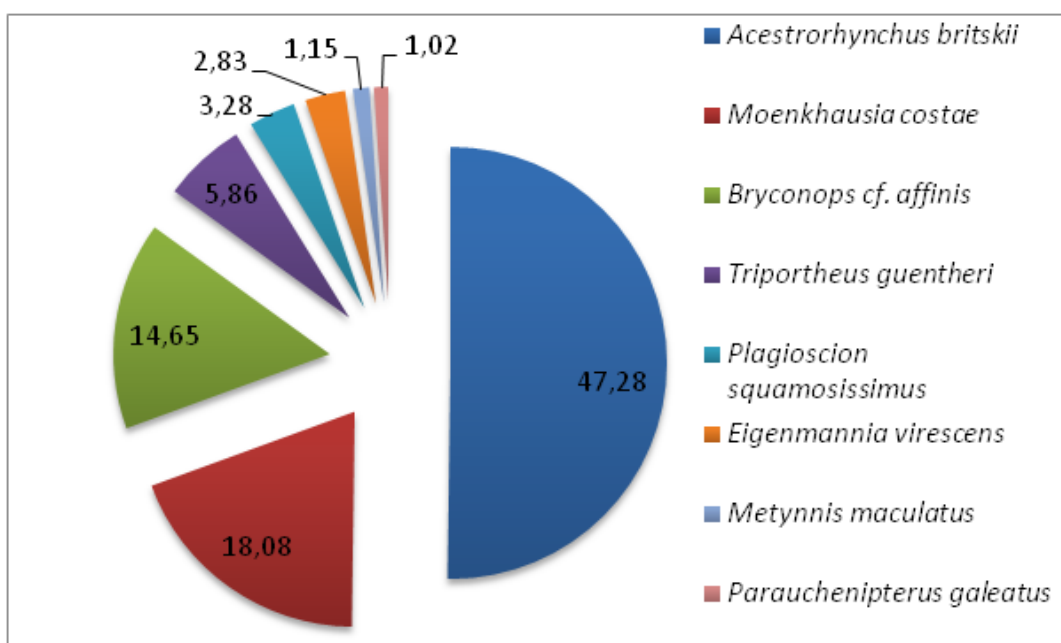
Quando possível foi realizado para a composição da população das espécies analisadas o teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para verificar possíveis diferenças na proporção sexual (Vazzoler, 1996).

## 2.3. Resultados e discussão

As Tabelas e Figuras constantes no presente item contêm os resultados obtidos no monitoramento da Ictiofauna e Biologia Pesqueira, nos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (Moxotó, PA I, II, III e IV), amostrados no primeiro ano de estudo (dezembro/2007 a novembro de 2008), sendo analisadas no campo, na base de apoio em Paulo Afonso, e posteriormente em laboratório.

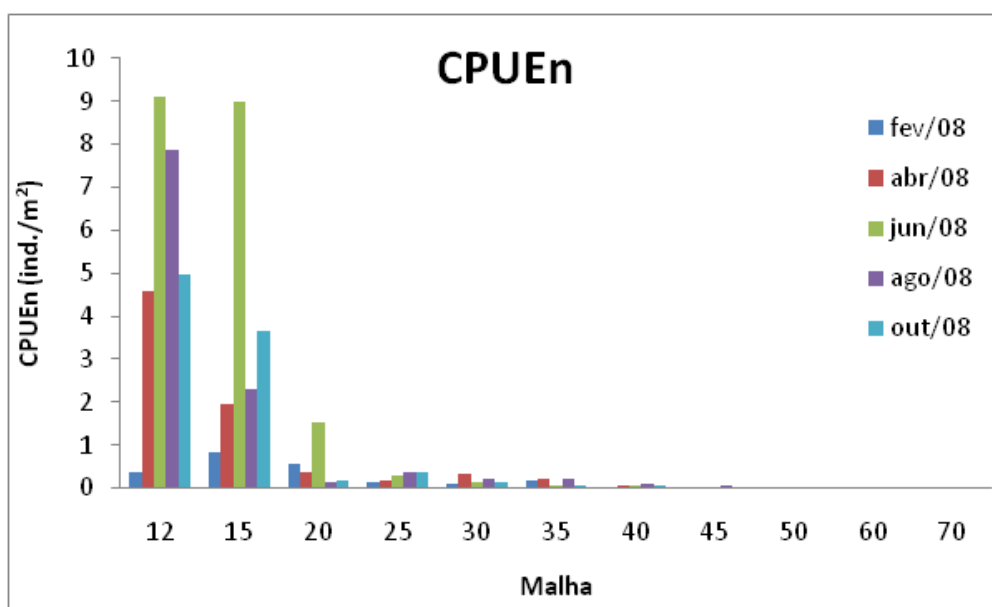
### 2.3.A.1. Composição e CPUE

Durante o período de fevereiro a outubro de 2008, no reservatório de Moxotó foi capturado um total de 3141 indivíduos. *Acestrorhynchus britskii* sozinha somou quase 50% das espécies mais capturadas nesse reservatório, seguida de *Moenkhausia costae* com 18,08% e *Bryconops cf. affinis* com 14,65% (Figura 2.3.A.1-1).

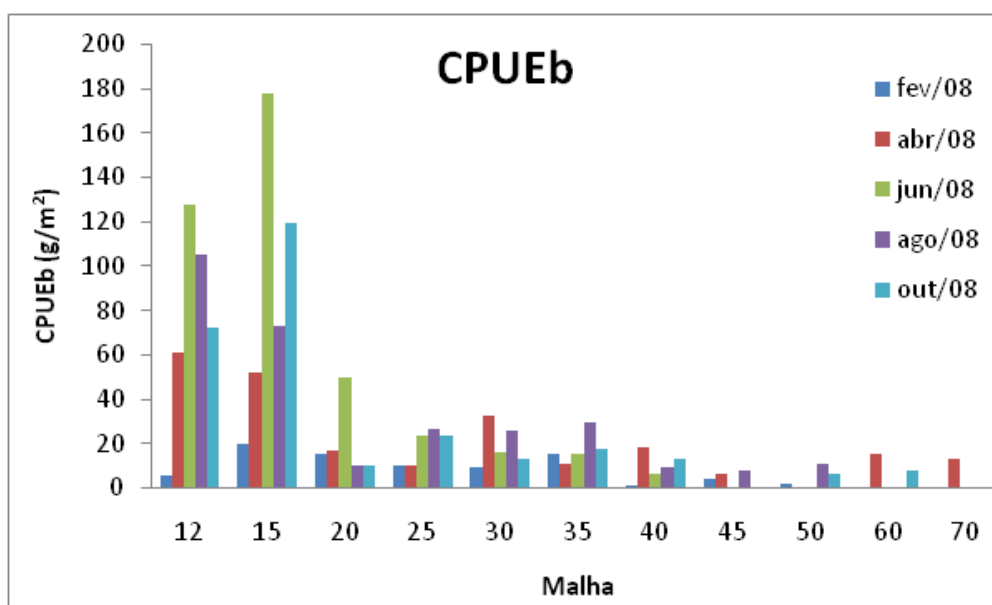


**Figura 2.3.A.1-1** – Frequência relativa das espécies mais representativas do reservatório de Moxotó no período de fevereiro a outubro de 2008.

As malhas que apresentaram maiores valores de captura durante todo período amostrado foram as malhas 12 e 15, com maiores abundâncias no mês de junho, tanto para CPUEn como para CPUEb (Tabela 2.3.A.1-1, Tabela 2.3.A.1-2, Figura 2.3.A.1-2 e Figura 2.3.A.1-3).



**Figura 2.3.A.1-2** – CPUE total por números de indivíduos, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de Moxotó entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.



**Figura 2.3.A.1-3** – CPUE total por biomassa de indivíduos, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de Moxotó entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

**Tabela 2.3.A.1-1** - CPUE total por números de indivíduos por mês, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de Moxotó entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

Mês	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
fev/08	0,352	0,843	0,562	0,145	0,080	0,184	0,015	0,027	0,016	0	0
abr/08	4,580	1,940	0,385	0,162	0,321	0,199	0,046	0,027	0	0,029	0,026
jun/08	9,109	8,997	1,510	0,307	0,144	0,076	0,046	0	0	0	0
ago/08	7,858	2,305	0,14	0,356	0,224	0,230	0,093	0,040	0,016	0	0
out/08	4,968	3,655	0,160	0,356	0,128	0,061	0,046	0	0,016	0,014	0

**Tabela 2.3.A.1-2** - CPUE total por biomassa de indivíduos por mês, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de Moxotó entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

Mês	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
fev/08	5,514	19,626	15,438	10,276	9,269	15,576	0,837	4,427	1,927	0	0
abr/08	61,014	52,328	16,708	9,790	32,307	10,886	18,70	6,668	0	15,336	13,071
jun/08	127,473	177,764	49,931	23,617	16,129	15,484	6,700	0	0	0	0
ago/08	104,956	73,276	9,816	26,664	25,977	29,570	9,399	7,660	10,72	0	0
out/08	72,220	119,193	9,880	23,860	13,045	17,852	12,905	0	6,219	7,535	0

Através da Tabela 2.3.A.1-1 e da Tabela 2.3.A.1-2 pode-se observar as espécies e seus valores de captura em termos de número de indivíduos e biomassa para as diferentes malhas empregadas, onde notamos que a abundância já relatada das menores malhas (12 e 15) deve-se a elevada captura de *Acestrorhynchus britskii*, *Bryconops cf. affinis* e *Moenkhausia costae* (Tabela 2.3.A.1-3 e Tabela 2.3.A.1-4).

As espécies que ocorreram em quase todas as malhas de coleta foram *Plagioscion squamosissimus* e *Serrasalmus brandtii*, com captura em 8 malhas das 11 empregadas, seguidas de *Metynnis maculatus* e *Hoplias malabaricus* ocorrendo em 7 malhas (Tabela 2.3.A.1-3 e Tabela 2.3.A.1-4).

**Tabela 2.3.A.1-3** - CPUE total por número de indivíduos por espécie, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de Moxotó entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

TAXA	Malhas											
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	14,040	9,110										
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	0,088											
<i>Anchoviella vaillanti</i>	0,018											
<i>Astronotus ocellatus</i>								0,014				
<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	0,105											
<i>Bryconops cf. affinis</i>	2,131	5,905	0,193									
<i>Cichla spp.</i>	0,105	0,028		0,081		0,046	0,016					
<i>Cichlassoma sanctifranciscense</i>	0,018		0,016	0,016								
<i>Crenicichla lepidota</i>	0,018		0,016	0,113								
<i>Crenicichla spp.</i>			0,016									
<i>Curimatella lepidura</i>	0,070	0,168	0,064	0,081								
<i>Cyphocharax gilbert</i>	0,106											
<i>Duopalatinus emarginatus</i>							0,016					
<i>Eigenmannia virescens</i>	0,387	0,871	0,064									
<i>Franciscodoras marmoratus</i>			0,016							0,016		
<i>Hoplias malabaricus</i>	0,053	0,056	0,096	0,048	0,128	0,031	0,016					
<i>Hypostomus spp.</i>						0,015						
<i>Leporinus taeniatus</i>		0,084	0,112									
<i>Metynnis maculatus</i>		0,028	0,032	0,049	0,112	0,246	0,077	0,027				
<i>Moenkhausia costae</i>	9,390	0,084										
<i>Myleus micans</i>						0,108	0,016	0,014	0,016			
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	0,018		0,080	0,129	0,224							
<i>Pimelodus maculatus</i>					0,032	0,031	0,031					
<i>Plagioscion squamosissimus</i>		0,141	0,257	0,534	0,369	0,184	0,031	0,027	0,016			
<i>Prochilodus costatus</i>			0,080	0,016			0,016	0,014				
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>						0,015						
<i>Pygocentrus piraya</i>					0,016	0,015				0,015		
<i>Roeboides xenodon</i>	0,211	0,140										
<i>Serrasalmus brandtii</i>		0,056	0,064	0,016	0,016	0,046	0,031			0,029	0,027	
<i>Triporthus guentheri</i>	0,105	1,068	1,654	0,243		0,015						
<b>Total</b>	<b>26,861</b>	<b>17,739</b>	<b>2,761</b>	<b>1,327</b>	<b>0,897</b>	<b>0,753</b>	<b>0,248</b>	<b>0,095</b>	<b>0,049</b>	<b>0,044</b>	<b>0,027</b>	





**Tabela 2.3.A.1-4** - CPUE total por biomassa de indivíduos por espécie, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de Moxotó entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

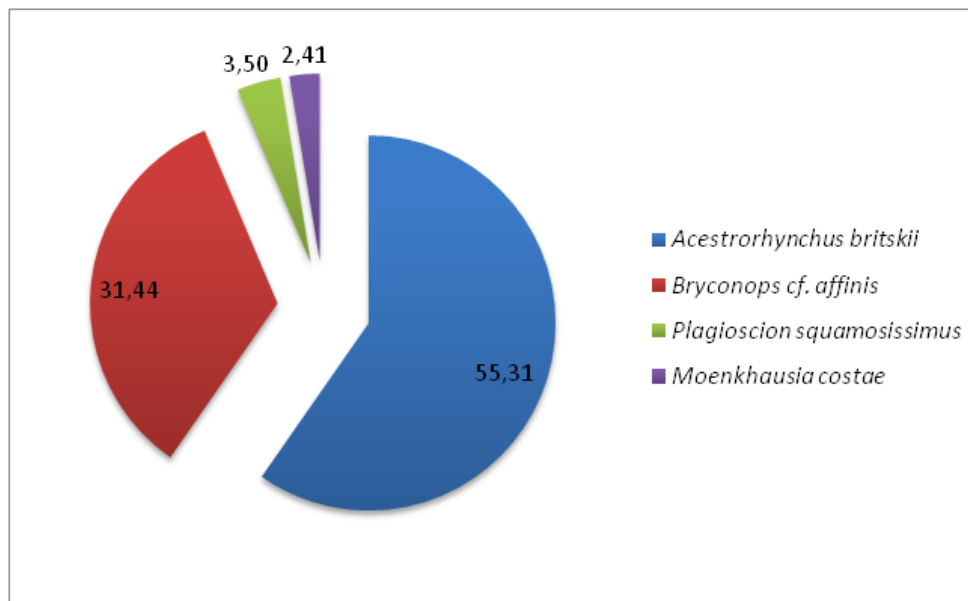
Taxa	Malhas											
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	279,660	292,121										
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	1,850											
<i>Anchoviella vaillanti</i>	0,106											
<i>Astronotus ocellatus</i>								3,396				
<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	0,493											
<i>Bryconops affinis</i>	25,441	81,571	2,153									
<i>Cichla</i> spp.	1,145	0,478		5,170		9,733	4,452					
<i>Cichlassoma sanctifranciscense</i>	0,070		0,627	0,600								
<i>Crenicichla lepidota</i>	0,476		1,109	8,364								
<i>Crenicichla</i> spp.			1,092									
<i>Curimatella lepidura</i>	0,546	1,883	1,702	2,059								
<i>Cyphocharax gilbert</i>	0,546											
<i>Duopalatinus emarginatus</i>							4,591					
<i>Eigenmannia virescens</i>	4,721	14,452	3,101									
<i>Franciscodoras marmoratus</i>			0,161							6,219		
<i>Hoplias malabaricus</i>	6,607	12,737	11,004	6,986	23,102	4,521	10,594					
<i>Hypostomus</i> spp.						3,106						
<i>Leporinus taeniatus</i>		4,808	6,394									
<i>Metynnis maculatus</i>		0,084	0,208	0,470	2,377	8,411	3,970	2,336				
<i>Moenkhausia costae</i>	45,809	12,400										
<i>Myleus micans</i>						4,352	0,838	1,032	1,927			
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	1,145		3,743	9,320	21,238							
<i>Pimelodus maculatus</i>					6,924	11,871	10,981					
<i>Plagioscion squamosissimus</i>		3,290	12,868	44,705	41,593	39,857	8,500	6,669	10,722			
<i>Prochilodus costatus</i>			3,004	0,762			1,737	5,324				
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>						3,029						
<i>Pygocentrus piraya</i>					0,819	1,246					8,895	
<i>Roeboides xenodon</i>	1,479	1,462										
<i>Serrasalmus brandtii</i>		0,225	1,606	0,308	0,675	2,475	2,885			13,977	13,072	
<i>Triportheus guentheri</i>	1,074	16,674	53,000	15,463		0,769						
<b>Total</b>	<b>371,168</b>	<b>442,186</b>	<b>101,771</b>	<b>94,206</b>	<b>96,728</b>	<b>89,369</b>	<b>48,548</b>	<b>18,757</b>	<b>18,868</b>	<b>22,872</b>	<b>13,072</b>	

Em relação a amplitude de comprimento padrão *Eigenmannia virescens* e *Hoplias malabaricus* apresentaram maiores valores com 279 e 229mm respectivamente e maiores valores de comprimento padrão com 305mm cada (Tabela 2.3.A.1-5).

**Tabela 2.3.A.1-5** – Lista dos taxa coletados no reservatório de Moxotó entre os meses de fevereiro a outubro de 2008, com o número total de indivíduos e a amplitude de comprimento padrão.

Taxa	CP (mm)		N
	Mín	Máx	
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	56	180	324
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	100	165	53
<i>Bryconops cf. affinis</i>	85	99	8
<i>Cichla</i> spp.	75	226	18
<i>Cichlassoma</i> spp.	76	76	1
<i>Crenicichla lepidota</i>	107	152	6
<i>Crenicichla</i> spp.	85	85	1
<i>Eigenmannia virescens</i>	150	235	28
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	218	218	1
<i>Gymnotus carapo</i>	152	152	1
<i>Hoplias malabaricus</i>	110	230	14
<i>Metynnis maculatus</i>	50	203	49
<i>Moenkhausia costae</i>	52	64	49
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	130	144	7
<i>Pimelodus maculatus</i>	184	213	7
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	90	340	82
<i>Prochilodus costatus</i>	78	225	2
<i>Pygocentrus piraya</i>	165	165	1
<i>Roeboides xenodon</i>	54	74	13
<i>Serrasalmus brandtii</i>	65	245	32
<i>Sternopygus macrurus</i>	279	319	3
<i>Triportheus guentheri</i>	115	155	9

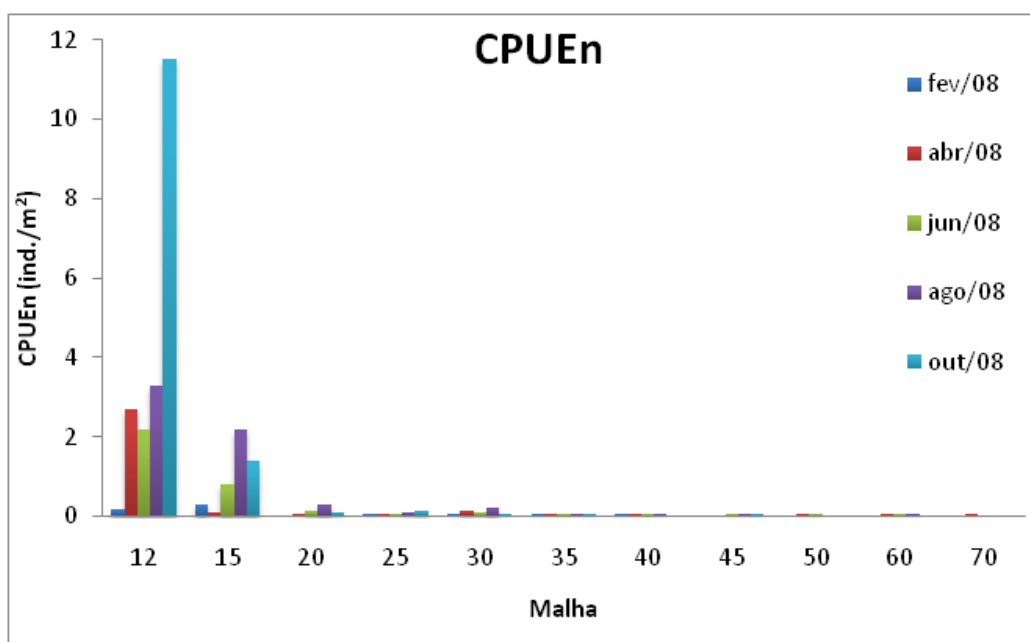
No Reservatório de PA I, II, III, foram capturados um total de 1743 indivíduos, sendo as espécies mais representativas *Acestrorhynchus britskii* com 55,31% das espécies mais capturadas e *Bryconops cf. affinis* com 31,44% (Figura 2.3.A.1-4).



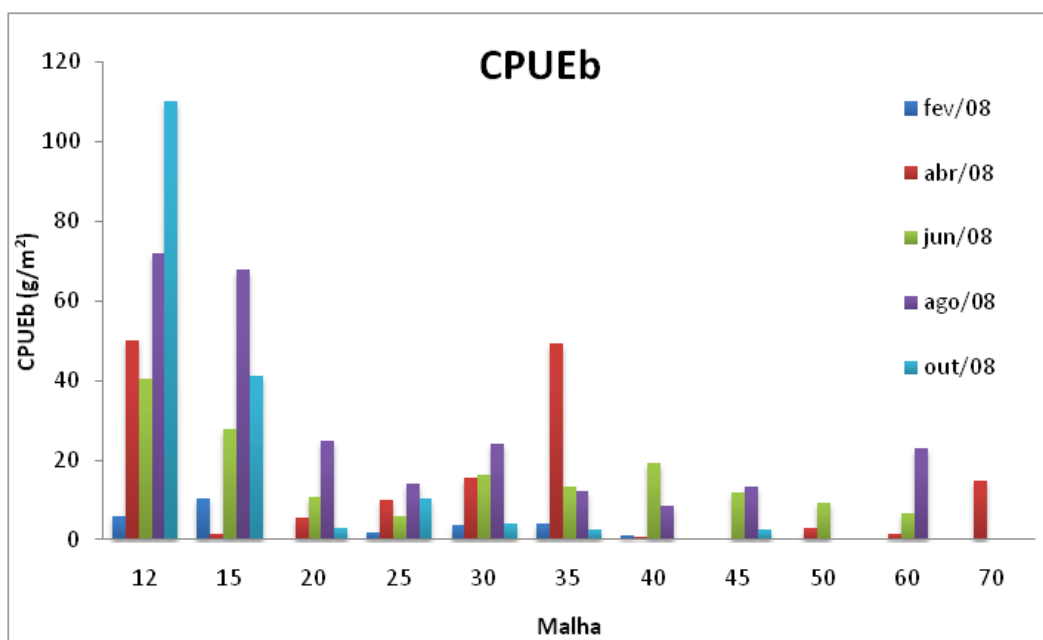
**Figura 2.3.A.1-4** – Frequencia relativa das espécies mais representativas do reservatório de PA I, II, III no período de fevereiro a outubro de 2008.

Dentre as malhas utilizadas, a 12 e a 15 também apresentaram maiores valores de captura tanto por número de indivíduos como por biomassa, com um valor mais elevado no mês de outubro. Na malha 70 só houve captura no mês de abril (Tabela 2.3.A.1-6, Tabela 2.3.A.1-7, Figura 2.3.A.1-5 e Figura 2.3.A.1-6).

Através da Tabela 2.3.A.1-8 e da Tabela 2.3.A.1-9, podemos observar que as espécies *Acestrorhynchus britskii* e *Bryconops cf. affinis* foram as mais abundantes, o que refletiu nos maiores valores de CPUE nas malhas 12 e 15. *Plagioscion squamosissimus* ocorreu em 8 das 11 malhas empregadas, seguido de *Hypostomus spp.* e *Megalancistrus barrae* que ocorreram em 7 malhas.



**Figura 2.3.A.1-5** – CPUE total por números de indivíduos, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA I, II, III entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.



**Figura 2.3.A.1-6** – CPUE total por biomassa de indivíduos, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA I, II, III entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

**Tabela 2.3.A.1-6** - CPUE total por números de indivíduos por mês, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA I, II, III entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

Mês	Malhas											
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	
fev/08	0,18	0,28	0,00	0,03	0,05	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
abr/08	2,70	0,08	0,03	0,06	0,13	0,05	0,02	0,00	0,03	0,01	0,03	0,03
jun/08	2,17	0,82	0,14	0,03	0,08	0,06	0,06	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00
ago/08	3,29	2,17	0,29	0,11	0,21	0,06	0,03	0,05	0,00	0,06	0,00	0,00
out/08	11,51	1,41	0,10	0,15	0,05	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabela 2.3.A.1-7** - CPUE total por biomassa de indivíduos por mês, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA I, II, III entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

Mês	Malhas											
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	
fev/08	6,01	10,24	0,00	1,95	3,86	3,88	1,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
abr/08	50,04	1,35	5,64	9,84	15,68	49,33	0,65	0,00	2,83	1,51	14,78	14,78
jun/08	40,37	27,64	10,78	5,72	16,45	13,22	19,26	11,74	9,13	6,56	0,00	0,00
ago/08	71,89	67,71	24,79	14,23	24,24	12,22	8,42	13,28	0,00	22,93	0,00	0,00
out/08	110,24	40,97	3,12	10,44	4,10	2,55	0,00	2,61	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabela 2.3.A.1-8** - CPUE total por número de indivíduos por espécie, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA I, II, III entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

TAXA	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	10,148	4,386	0,048						0,016		
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	0,035	0,084									
<i>Astyanax gr. fasciatus</i>	0,018										
<i>Bryconops affinis</i>	9,038	0,028	0,016								
<i>Cichla spp.</i>			0,064	0,016				0,014			
<i>Eigenmannia virescens</i>	0,035	0,028	0,032								
<i>Franciscodoras marmoratus</i>					0,016						
<i>Hoplias lacerdae</i>		0,028		0,016	0,032	0,015					
<i>Hoplias malabaricus</i>			0,016	0,016	0,048						
<i>Hoplias spp.</i>			0,016								
<i>Hypostomus spp.</i>	0,035			0,016	0,032	0,092	0,031	0,014		0,030	
<i>Leporinus taeniatus</i>		0,028									
<i>Megalancistrus barrae</i>			0,016		0,016	0,015	0,016	0,054		0,030	0,013
<i>Metynnis maculatus</i>			0,016				0,031	0,014	0,016		
<i>Moenkhausia costae</i>	0,510										
<i>Parauchenipterus galeatus</i>			0,016	0,016	0,064						
<i>Pimelodus maculatus</i>			0,016	0,016	0,016						
<i>Plagioscion squamosissimus</i>		0,112	0,240	0,243	0,112	0,046	0,031		0,016	0,015	
<i>Prochilodus costatus</i>						0,015					
<i>Pygocentrus piraya</i>							0,016				
<i>Roeboides xenodon</i>	0,018	0,056									
<i>Serrasalmus brandtii</i>			0,032		0,080	0,046		0,014		0,015	0,013
<i>Sternopygus macrurus</i>			0,016								
<i>Triportheus guentheri</i>			0,016	0,048	0,096						
<b>Total</b>	<b>19,837</b>	<b>4,751</b>	<b>0,561</b>	<b>0,388</b>	<b>0,512</b>	<b>0,230</b>	<b>0,124</b>	<b>0,108</b>	<b>0,049</b>	<b>0,089</b>	<b>0,027</b>

**Tabela 2.3.A.1-9** - CPUE total por biomassa de indivíduos por espécie, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA I, II, III entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

TAXA	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	198,601	133,702	1,847						0,421		
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	3,383	3,093									
<i>Astyanax gr. fasciatus</i>	0,229										
<i>Bryconops affinis</i>	70,775	0,450	0,177								
<i>Cichla spp.</i>			5,896	2,286				6,112			
<i>Eigenmannia virescens</i>	0,229	0,478	2,169								
<i>Franciscodoras marmoratus</i>					1,189						
<i>Hoplias lacerdae</i>		7,704		4,344	8,418	5,351					
<i>Hoplias malabaricus</i>			1,639	1,653	9,944						
<i>Hoplias spp.</i>			0,161								
<i>Hypostomus spp.</i>	2,890			6,921	4,337	17,022	8,376	3,681		16,475	
<i>Leporinus taeniatus</i>		0,337									
<i>Megalancistrus barrae</i>			4,707		1,028	12,563	3,071	14,247		6,457	10,394
<i>Metynnis maculatus</i>			0,819				1,876	0,978	2,413		
<i>Moenkhausia costae</i>	2,378										
<i>Parauchenipterus galeatus</i>			1,558	1,572	7,550						
<i>Pimelodus maculatus</i>			2,667	2,691	3,727						
<i>Plagioscion squamosissimus</i>		1,574	16,804	20,537	16,563	35,136	14,239		9,134	1,507	
<i>Prochilodus costatus</i>						8,580					
<i>Pygocentrus piraya</i>							2,001				
<i>Roeboides xenodon</i>	0,053	0,562									
<i>Serrasalmus brandtii</i>			0,321		3,068	2,553		2,608		6,560	4,388
<i>Sternopygus macrurus</i>			0,739								
<i>Triportheus guentheri</i>			4,820	2,172	8,498						
<b>Total</b>	<b>278,537</b>	<b>147,901</b>	<b>44,323</b>	<b>42,177</b>	<b>64,323</b>	<b>81,205</b>	<b>29,563</b>	<b>27,626</b>	<b>11,969</b>	<b>30,999</b>	<b>14,783</b>

*Megalancistrus barrae* foi a espécie que apresentou o maior exemplar capturado com 345mm de comprimento padrão e a maior amplitude com 213 mm. O menor exemplar capturado foi de *Moenkhausia costae* com 50mm de comprimento (Tabela 2.3.A.1-10).

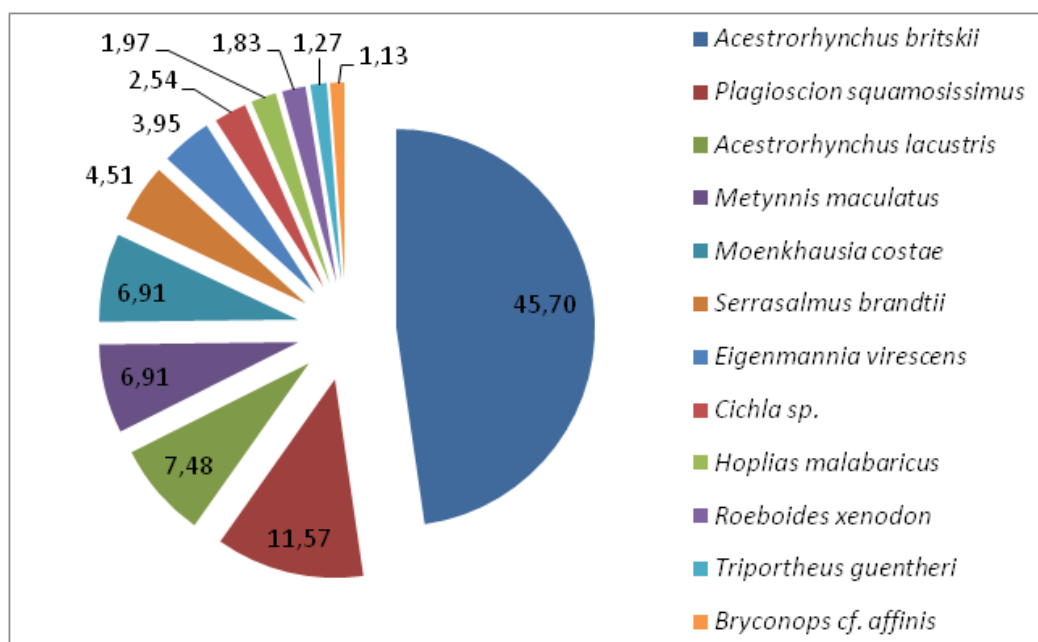
**Tabela 2.3.A.1-10** – Lista dos taxa coletados no reservatório de PA I, II, III entre os meses de fevereiro a outubro de 2008, com o número total de indivíduos e a amplitude de comprimento padrão.

Taxa	CP (mm)		N
	Mín	Máx	
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	97	182	939
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	122	157	11
<i>Acestrorhynchus</i> spp *	-	-	10
<i>Astyanax fasciatus</i>	90	90	1
<i>Bryconops</i> cf. <i>affinis</i>	79	96	548
<i>Cichla</i> spp	117	265	7
<i>Eigenmannia virescens</i>	115	307	10
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	148	148	1
<i>Hoplias lacerdae</i>	245	270	5
<i>Hoplias malabaricus</i>	126	238	4
<i>Hoplias</i> spp	88	88	1
<i>Hypostomus</i> spp	70	279	16
<i>Leporinus taeniatus</i>	79	79	1
<i>Megalancistrus barrae</i>	132	345	11
<i>Metynnis maculatus</i>	94	143	7
<i>Moenkhausia costae</i>	50	64	41
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	145	160	5
<i>Pimelodus maculatus</i>	210	232	2
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	83	290	60
<i>Prochilodus costatus</i>	274	274	1
<i>Pygocentrus piraya</i>	140	140	1
<i>Roeboides xenodon</i>	60	81	10
<i>Serrasalmus brandtii</i>	70	247	13
<i>Sternopygus macrurus</i>	295	295	1
<i>Triportheus guentheri</i>	85	257	10

\*Exemplar danificado



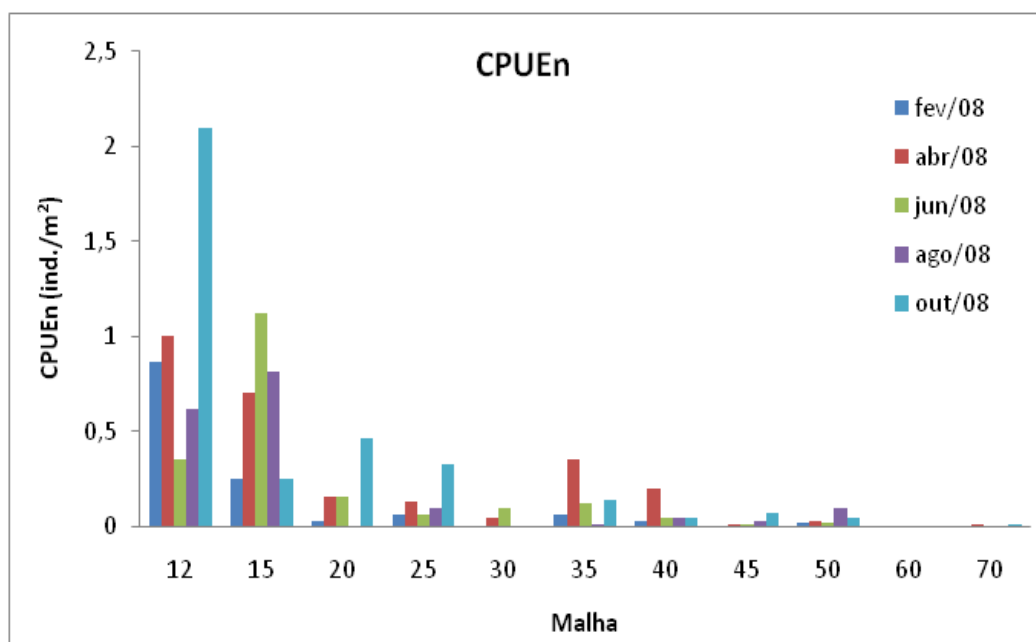
Assim como em Moxotó e PA I, II, III *Acestrorhynchus britskii* foi a espécie mais abundante do reservatório de PA IV, somando sozinha 45,7% dos indivíduos com mais de 1% (Figura 2.3.A.1-7).



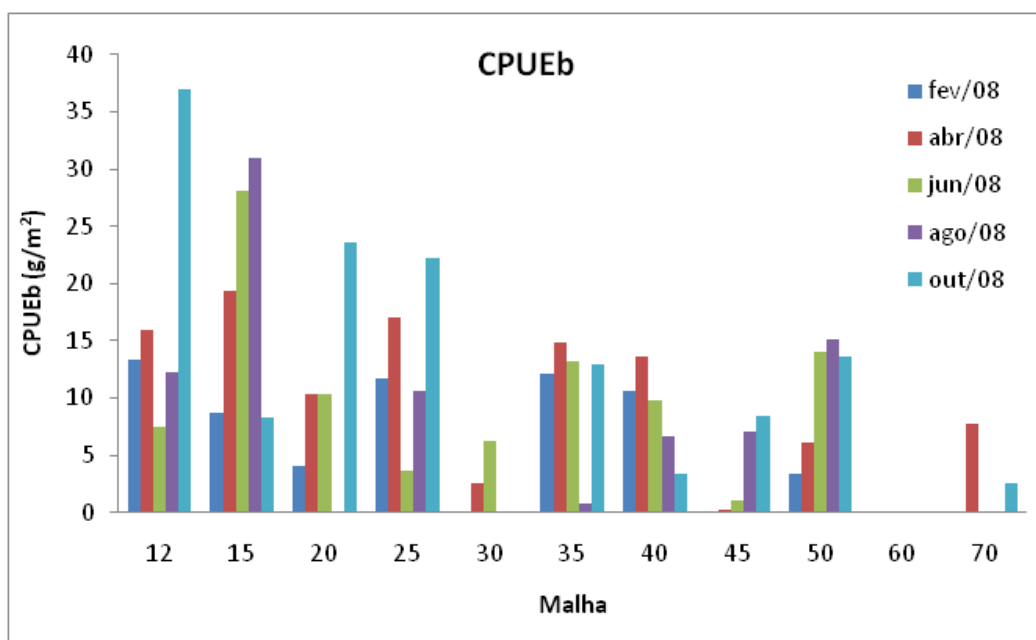
**Figura 2.3.A.1-7** – Frequencia relativa das espécies mais representativas do reservatório de PA IV no período de fevereiro a outubro de 2008.

As malhas que apresentaram maiores valores de captura foram a 12 e a 15, tanto em número de indivíduos como de biomassa. Na malha 60 não houve captura e a 30 e a 70 apresentaram os menores valores (Tabela 2.3.A.1-11, Tabela 2.3.A.1-12, Figura 2.3.A.1-8 e Figura 2.3.A.1-9).

Os maiores valores de captura nas malhas 12 e 15 ocorreram principalmente devido a abundancia de *Acestrorhynchus britskii* nessa malha. As espécies que ocorreram em um maior número de malhas foram *Plagioscion squamosissimus* e *Serrasalmus brandtii*, 8 das 11 malhas empregadas (Tabela 2.3.A.1-13 e Tabela 2.3.A.1-14).



**Figura 2.3.A.1-8** – CPUE total por números de indivíduos, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA IV entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.



**Figura 2.3.A.1-9** – CPUE total por biomassa de indivíduos, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA IV entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

**Tabela 2.3.A.1-11** - CPUE total por números de indivíduos por mês, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA IV entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

Mês	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
fev/08	0,86	0,25	0,032	0,06	0	0,06	0,03	0	0,01	0	0
abr/08	1,00	0,70	0,16	0,12	0,04	0,35	0,20	0,01	0,03	0	0,01
jun/08	0,35	1,12	0,16	0,06	0,09	0,12	0,04	0,01	0,01	0	0
ago/08	0,61	0,81	0	0,09	0	0,01	0,04	0,02	0,09	0	0
out/08	2,09	0,25	0,46	0,32	0	0,13	0,04	0,06	0,04	0	0,01

**Tabela 2.3.A.1-12** - CPUE total por biomassa de indivíduos por mês, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA IV entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

Mês	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
fev/08	13,37	8,71	4,04	11,70	0	12,17	10,59	0	3,32	0	0
abr/08	15,90	19,31	10,33	17,00	2,60	14,90	13,68	0,24	6,15	0	7,69
jun/08	7,52	28,17	10,29	3,63	6,24	13,22	9,77	1,01	14,05	0	0
ago/08	12,19	30,93	0	10,58	0	0,81	6,60	7,08	15,11	0	0
out/08	36,96	8,29	23,55	22,17	0	12,97	3,42	8,48	13,60	0	2,49

**Tabela 2.3.A.1-13** - CPUE total por número de indivíduos por espécie, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA IV entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

TAXA	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	3,153	1,940	0,016					0,014			
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	0,564	0,281									
<i>Bryconops affinis</i>	0,070	0,056									
<i>Cichla</i> spp.	0,052	0,084	0,080	0,016		0,015	0,031		0,048		
<i>Cichlassoma</i> spp.	0,018										
<i>Crenicichla lepidota</i>		0,140		0,016							
<i>Crenicichla</i> spp.	0,018										
<i>Eigenmannia virescens</i>	0,211	0,112									
<i>Franciscodoras marmoratus</i>							0,016				
<i>Gymnotus carapo</i>	0,018										
<i>Hoplias malabaricus</i>		0,028	0,080	0,081							
<i>Metynnis maculatus</i>			0,064	0,016	0,016	0,353	0,232	0,040	0,016		
<i>Moenkhausia costae</i>	0,581	0,112									
<i>Parauchenipterus galeatus</i>			0,016	0,081	0,016						
<i>Pimelodus maculatus</i>			0,016	0,049		0,015			0,016		
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	0,018	0,309	0,417	0,340		0,169	0,031	0,014	0,048		
<i>Prochilodus costatus</i>		0,028				0,015					
<i>Pygocentrus piraya</i>											0,013
<i>Roeboides xenodon</i>	0,229										
<i>Serrasalmus brandtii</i>			0,048	0,064	0,048	0,123	0,062	0,054	0,080		0,013
<i>Sternopygus macrurus</i>			0,048								
<i>Triportheus guentheri</i>		0,056	0,032	0,016	0,064						
<b>Total</b>	<b>4,930</b>	<b>3,147</b>	<b>0,817</b>	<b>0,679</b>	<b>0,144</b>	<b>0,691</b>	<b>0,372</b>	<b>0,121</b>	<b>0,208</b>	<b>0,000</b>	<b>0,027</b>

**Tabela 2.3.A.1-14** - CPUE total por biomassa de indivíduos por espécie, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA I, II, III entre os meses de fevereiro de 2008 a outubro de 2008.

TAXA	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	64,238	51,765	1,928					0,244			
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	12,316	10,151									
<i>Bryconops affinis</i>	0,898	1,068									
<i>Cichla</i> spp.	0,828	2,221	5,076	0,940		4,675	8,578		3,546		
<i>Cichlassoma</i> spp.	0,176										
<i>Crenicichla lepidota</i>		4,976		1,313							
<i>Crenicichla</i> sp.	0,194										
<i>Eigenmannia virescens</i>	2,413	2,052									
<i>Franciscodoras marmoratus</i>							4,017				
<i>Gymnotus carapo</i>	0,476										
<i>Hoplias malabaricus</i>		0,759	8,787	12,886							
<i>Metynnis maculatus</i>			1,558	0,713	0,370	12,809	14,378	2,865	1,134		
<i>Moenkhausia costae</i>	2,625	0,731									
<i>Parauchenipterus galeatus</i>			1,446	5,981	1,542						
<i>Pimelodus maculatus</i>			2,378	8,089		3,152			3,320		
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	0,440	17,630	22,636	26,275		22,773	11,276	5,012	18,738		
<i>Prochilodus costatus</i>		0,366				2,706					
<i>Pygocentrus piraya</i>											2,494
<i>Roeboides xenodon</i>	1,339										
<i>Serrasalmus brandtii</i>			0,049	7,845	1,831	7,980	5,832	8,719	25,508		7,696
<i>Sternopygus macrurus</i>			2,828								
<i>Triportheus guentheri</i>		3,712	1,14	1,054	5,109						
<b>Total</b>	<b>85,943</b>	<b>95,431</b>	<b>47,825</b>	<b>65,096</b>	<b>8,852</b>	<b>54,095</b>	<b>44,081</b>	<b>16,840</b>	<b>52,246</b>	<b>0,000</b>	<b>10,191</b>

Os maiores exemplares capturados foram de *Plagioscion squamosissimus* e *Sternopygus macrurus*, e os menores de *Metynnis maculatus* e *Moenkhausia costae* (Tabela 2.3.A.1-15).

**Tabela 2.3.A.1-15** – Lista dos taxa coletados no reservatório de PA IV entre os meses de fevereiro a outubro de 2008, com o número total de indivíduos e a amplitude de comprimento padrão.

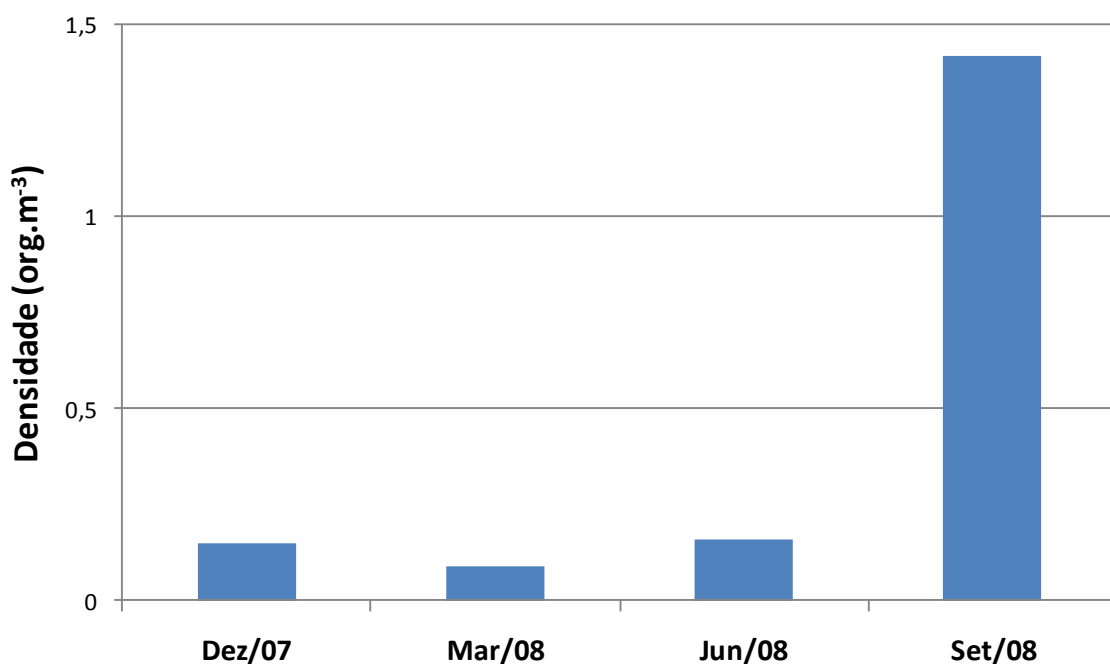
Taxa	CP (mm)		N
	Mín	Máx	
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	56	180	324
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	100	165	53
<i>Bryconops cf. affinis</i>	85	99	8
<i>Cichla</i> spp.	75	226	18
<i>Cichlassoma</i> spp.	76	76	1
<i>Crenicichla lepidota</i>	107	152	6
<i>Crenicichla</i> spp.	85	85	1
<i>Eigenmannia virescens</i>	150	235	28
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	218	218	1
<i>Gymnotus carapo</i>	152	152	1
<i>Hoplias malabaricus</i>	110	230	14
<i>Metynnis maculatus</i>	50	203	49
<i>Moenkhausia costae</i>	52	64	49
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	130	144	7
<i>Pimelodus maculatus</i>	184	213	7
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	90	340	82
<i>Prochilodus costatus</i>	78	225	2
<i>Pygocentrus piraya</i>	165	165	1
<i>Roeboides xenodon</i>	54	74	13
<i>Serrasalmus brandtii</i>	65	245	32
<i>Sternopygus macrurus</i>	279	319	3
<i>Triportheus guentheri</i>	115	155	9

## 2.3.A.2. Ictioplâncton

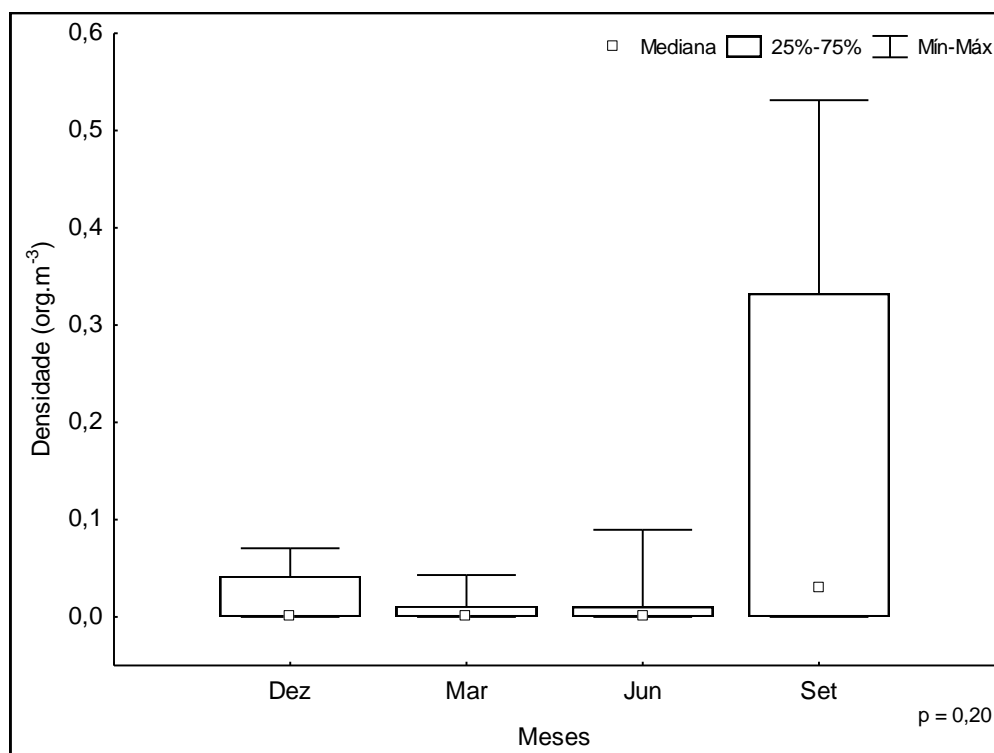
### 2.3.A.2.1. Coletas durante o monitoramento limnológico

Durante as amostragens de ictioplâncton nas campanhas de limnologia, entre os meses de dezembro de 2007 a setembro de 2008, foi coletado um total de 70 larvas de peixes. Todos os exemplares eram representantes de *A. vaillanti* e sua densidade acumulada foi maior no mês de setembro (Figura 2.3.A.2.1-1), com  $1,42 \text{ org.m}^{-3}$ , enquanto que nos demais meses a densidade foi inferior a  $0,2 \text{ org.m}^{-3}$ .

A análise estatística não evidenciou diferença significativa ( $p=0,20$ ) na densidade de larvas entre os meses amostrados no reservatório de Moxotó (Figura 2.3.A.2.1-2) uma vez que os valores das amostras apresentaram médias similares. No reservatório de PAIV, os valores de densidade por mês de coleta também não apresentaram diferença significativa ( $p=0,13$ ) nos valores médios das amostras (Figura 2.3.A.2.1-3). No reservatório de PAI, II e III não foram coletadas larvas de peixes durante o monitoramento limnológico neste primeiro ano de campanhas.

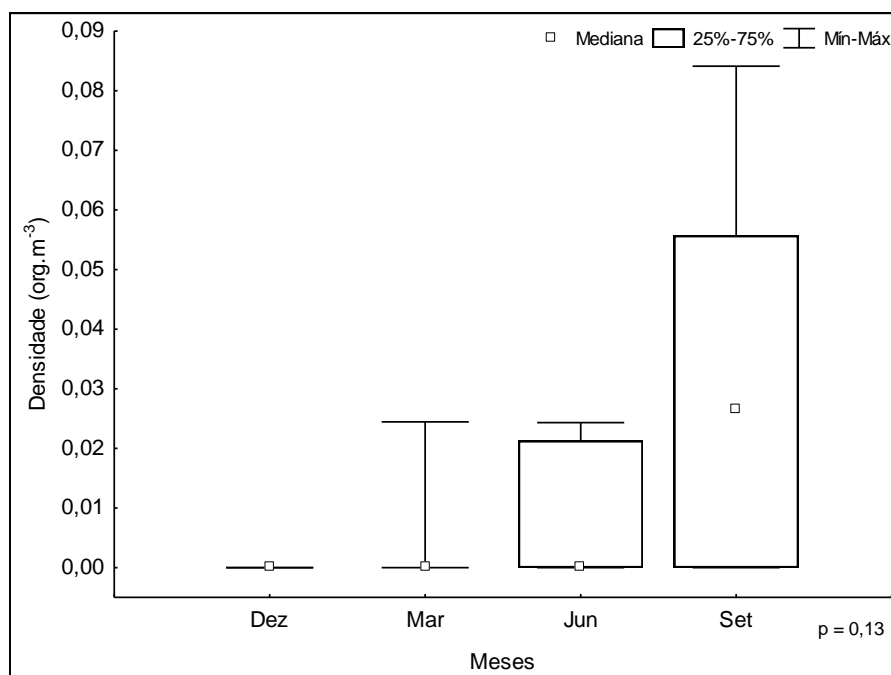


**Figura 2.3.A.2.1-1** – Densidade acumulada, por campanha, de larvas de peixes coletadas nos reservatórios do Complexo Hidroelétrico de Paulo Afonso, durante os meses de dezembro de 2007 a setembro de 2008.



**Figura 2.3.A.2.1-2** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por campanha, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2007 a setembro de 2008.



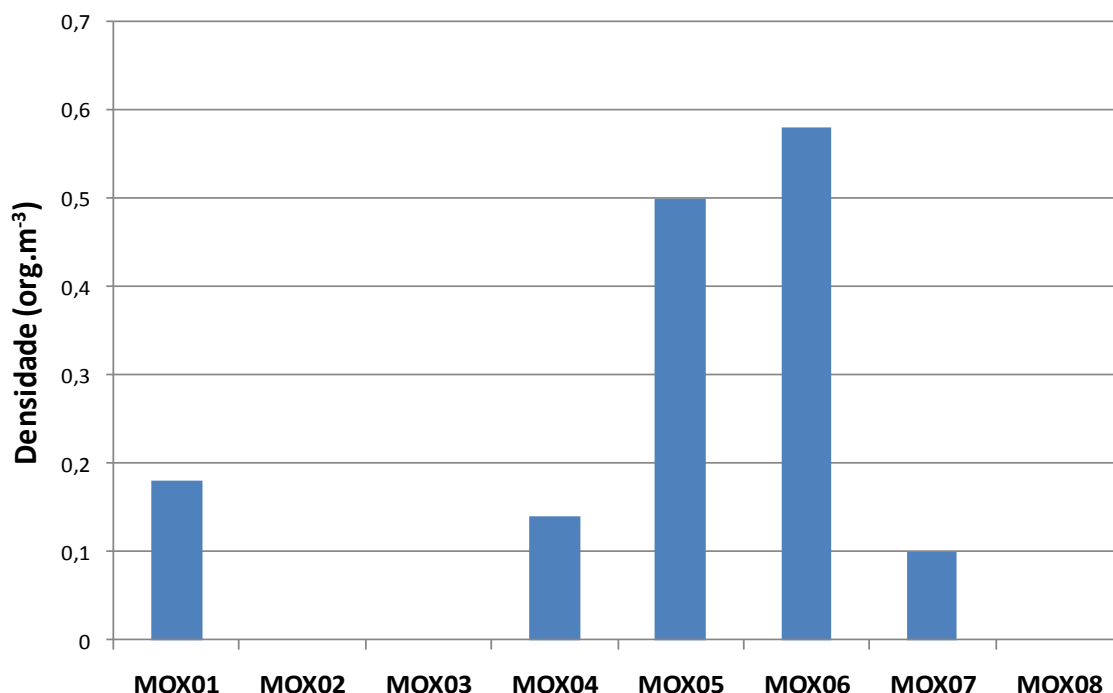


**Figura 2.3.A.2.1-3** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por campanha, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAIV, durante os meses de dezembro de 2007 a setembro de 2008.

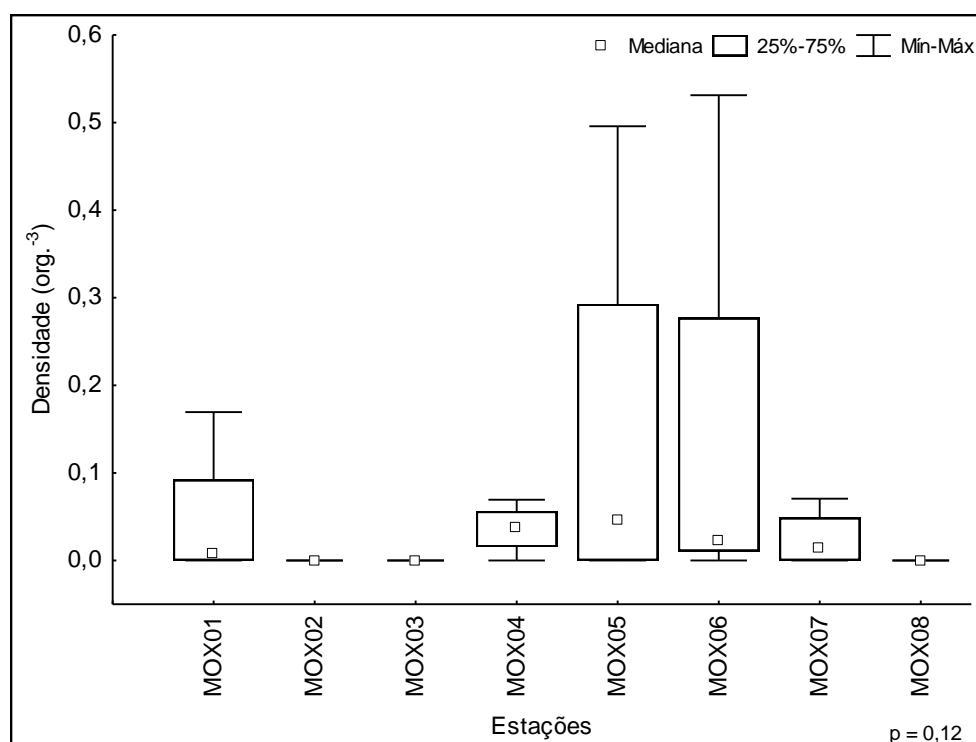
Entre as estações, observou-se que no reservatório de Moxotó a densidade de peixes foi, em geral, maior do que nos demais reservatórios. As estações MOX 06 e MOX05 foram as que apresentaram maior densidade acumulada com 0,58 e 0,50 org.m<sup>-3</sup>, respectivamente. Nas estações MOX 02, MOX 03 e MOX 08 não ocorreram larvas de peixes neste primeiro ano de amostragens (Figura 2.3.A.2.1-4). Embora algumas estações tenham apresentado alguns picos de densidade, os valores médios de densidade não diferiram significativamente (p=0,12) entre as estações amostradas no reservatório de Moxotó (Figura 2.3.A.2.1-5).

No reservatório de PA I, II e III não foi registrada a ocorrência de larvas de peixes durante as campanhas de limnologia. Já em PA IV, as larvas ocorreram nas estações PAIV 01, PAIV 02 e PAIV 03, com 0,08, 0,1 e 0,05 org.m<sup>-3</sup>, respectivamente. Nas demais estações não ocorreram larvas (Figura 2.3.A.2.1-6).

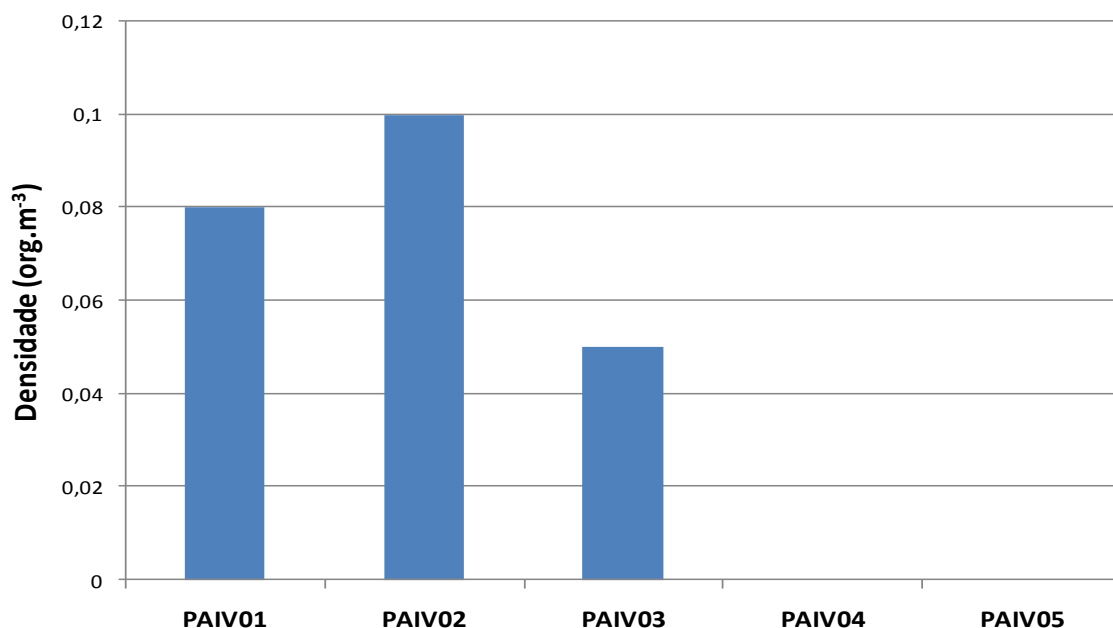
Com relação os estágios larvais, no reservatório de PA IV ocorreram larvas apenas no estágio de pré-flexão em todas as campanhas. Já no reservatório de Moxotó, predominaram as larvas em pré-flexão, embora o estágio de flexão tenha contribuído nas estações MOX 06 e MOX 07 (Figura 2.3.A.2.1-7).



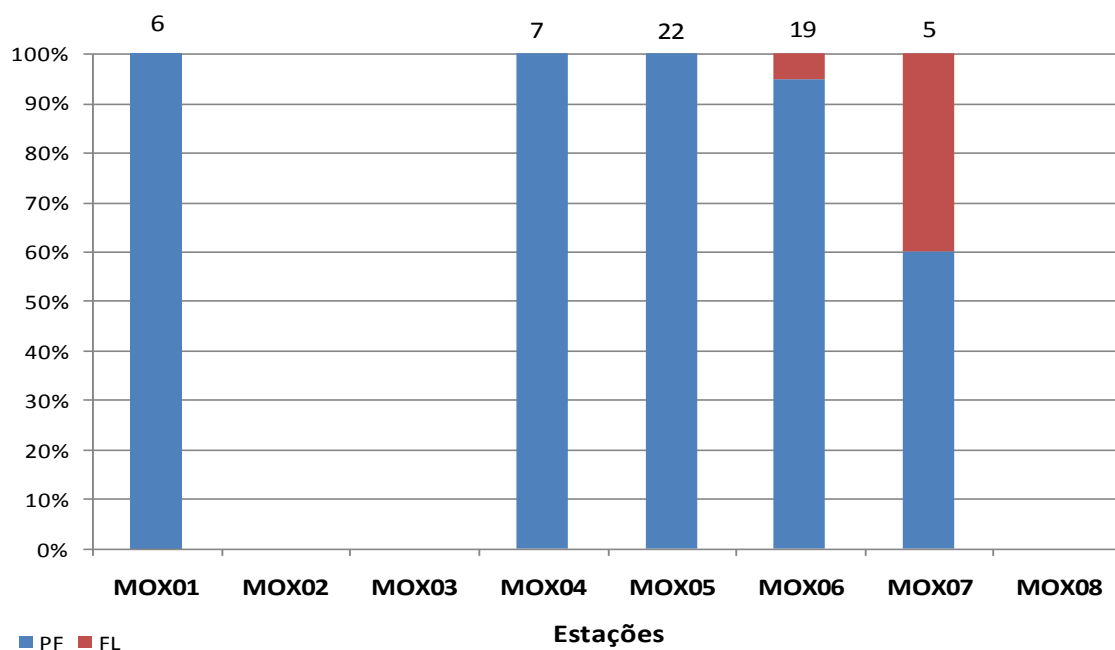
**Figura 2.3.A.2.1-4** – Densidade acumulada, por estação, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2007 a setembro de 2008.



**Figura 2.3.A.2.1-5** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade por estação, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2007 a setembro de 2008.



**Figura 2.3.A.2.1-6** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por campanha, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAIV, durante os meses de dezembro de 2007 a setembro de 2008.

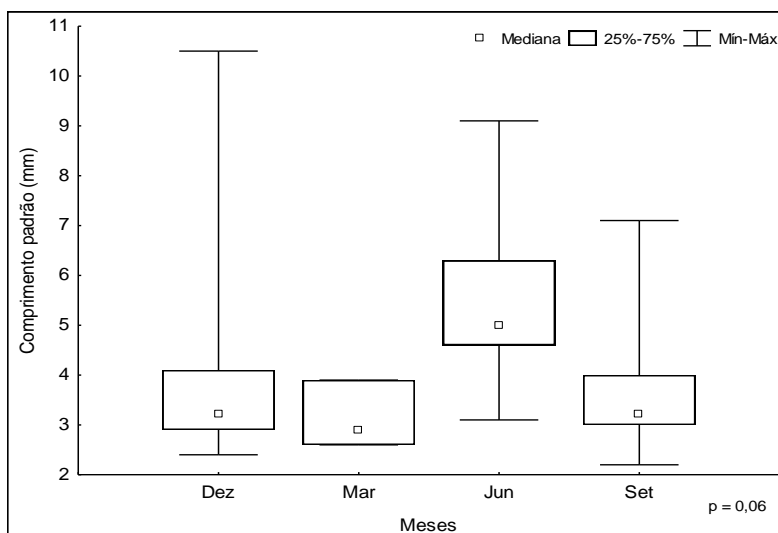


**Figura 2.3.A.2.1-7** – Variação dos estágios de desenvolvimento, por estação, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, no período de dezembro de 2007 a novembro de 2008. LV = larval vitelino, PF = pré-flexão, FL = flexão.\*Os números acima das barras representam o total de larvas analisadas.

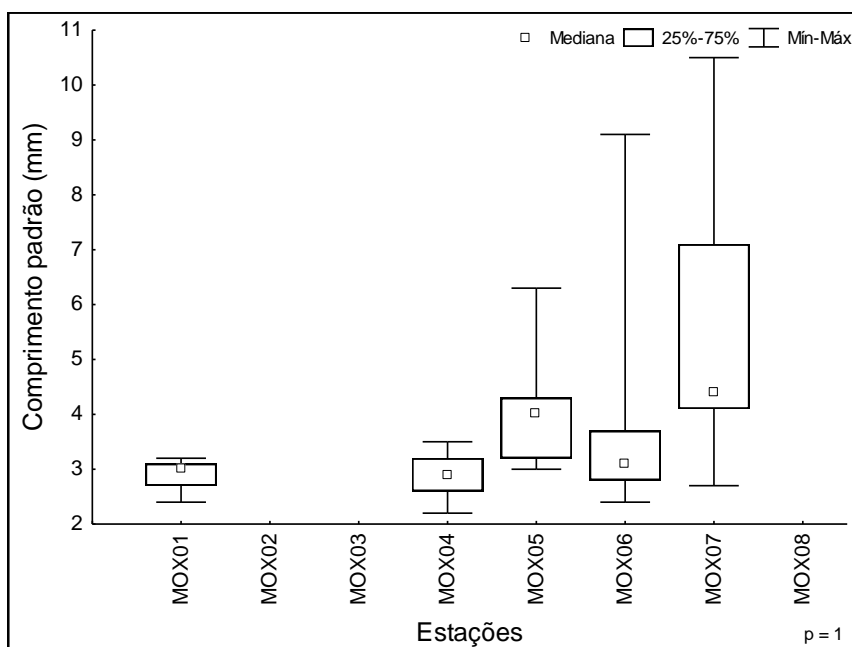
No reservatório de Moxotó, o tamanho médio das larvas de peixes coletadas não diferiu significativamente entre as campanhas (Figura 2.3.A.2.1-8) e entre as estações

amostradas (Figura 2.3.A.2.1-9), o que indica uma intensa produção larval na maior parte do reservatório ao longo do ano.

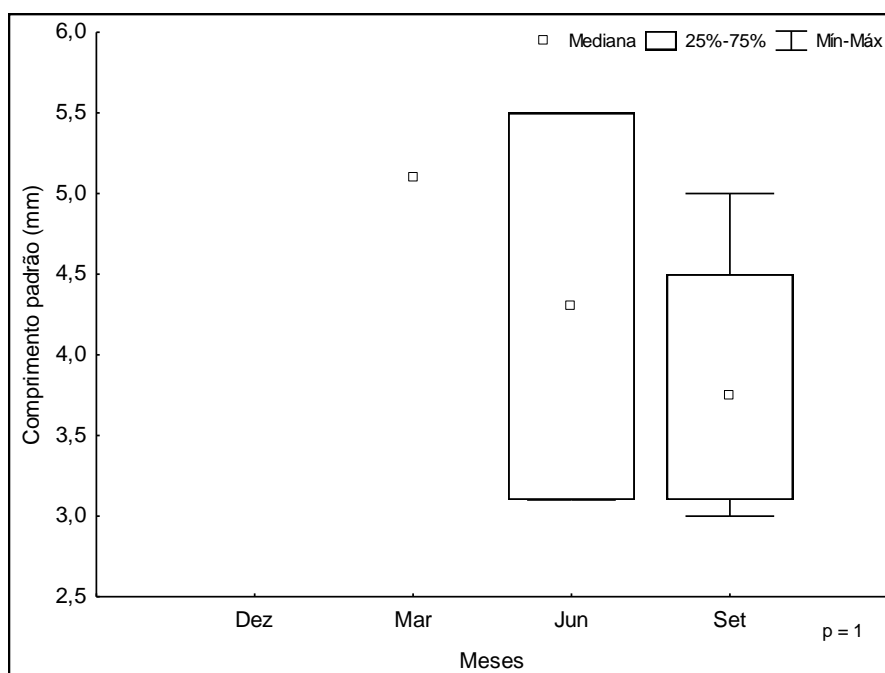
No reservatório de PA IV, também não houve diferença no comprimento padrão das larvas amostradas em relação às campanhas (Figura 2.3.A.2.1-10) e as estações de coleta (Figura 2.3.A.2.1-11).



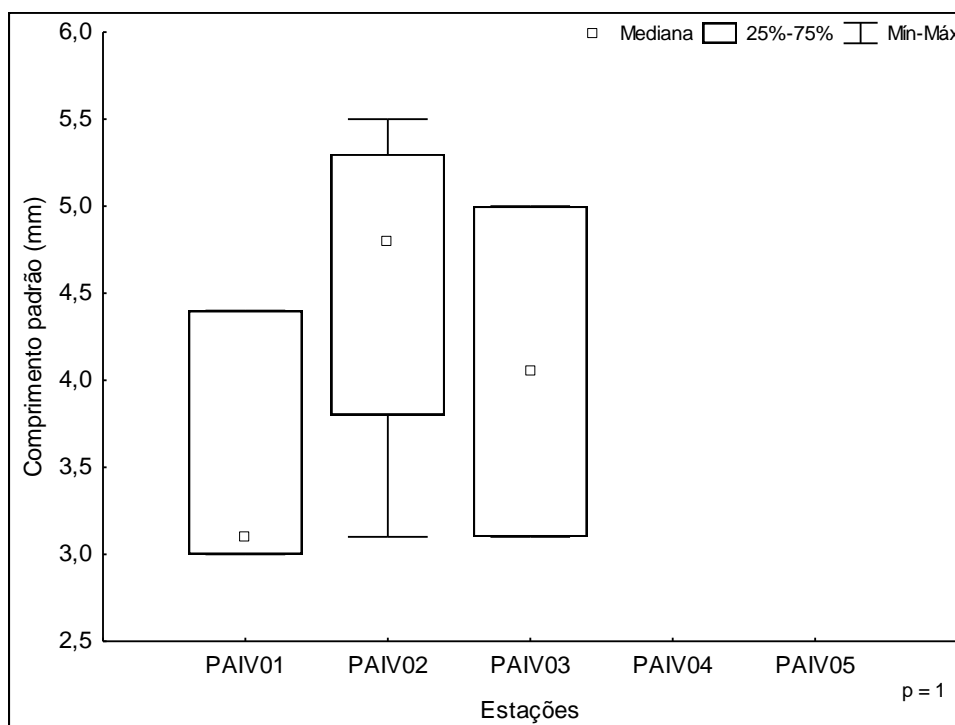
**Figura 2.3.A.2.1-8** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de comprimento das larvas de peixes por campanha, no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2007 a setembro de 2008.



**Figura 2.3.A.2.1-9** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de comprimento das larvas por estação de coleta, no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2007 a setembro de 2008.



**Figura 2.3.A.2.1-10** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de comprimento das larvas de peixes por campanha, no reservatório de PAIV, durante os meses de dezembro de 2007 a setembro de 2008.



**Figura 2.3.A.2.1-11** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de comprimento das larvas por estação de coleta, no reservatório de PAIV, durante os meses de dezembro de 2007 a setembro de 2008.

### **2.3.A.2.2. Coletas durante o monitoramento da ictiofauna**

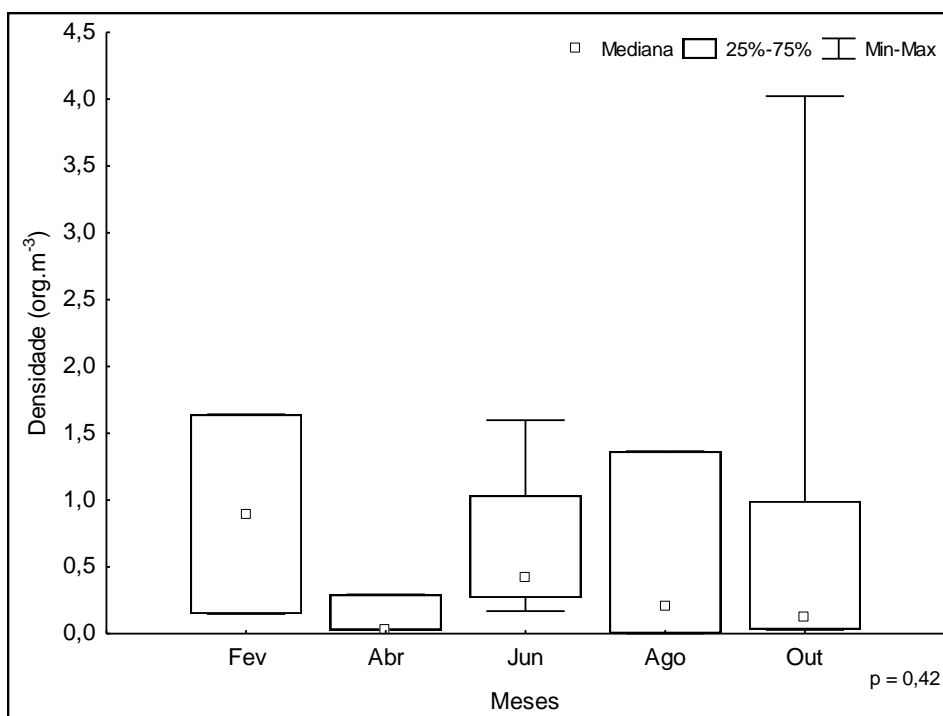
Durante os cinco meses de coletas da ictiofauna nos reservatórios do Complexo Hidroelétrico de Paulo Afonso, foram coletadas 1194 larvas de peixes.

A análise das variações espaço-temporais foi prejudicada devido à não padronização das estações de amostragens, uma vez que não houve coletas nas mesmas estações em todas as campanhas. Por outro lado, as investidas em outros pontos de coletas são importantes na determinação de áreas mais adequadas para as amostragens e de maior ocorrência de larvas. Desta forma, a análise considerará a dinâmica local, subdividindo os reservatórios em trechos lântico, lótico e de transição.

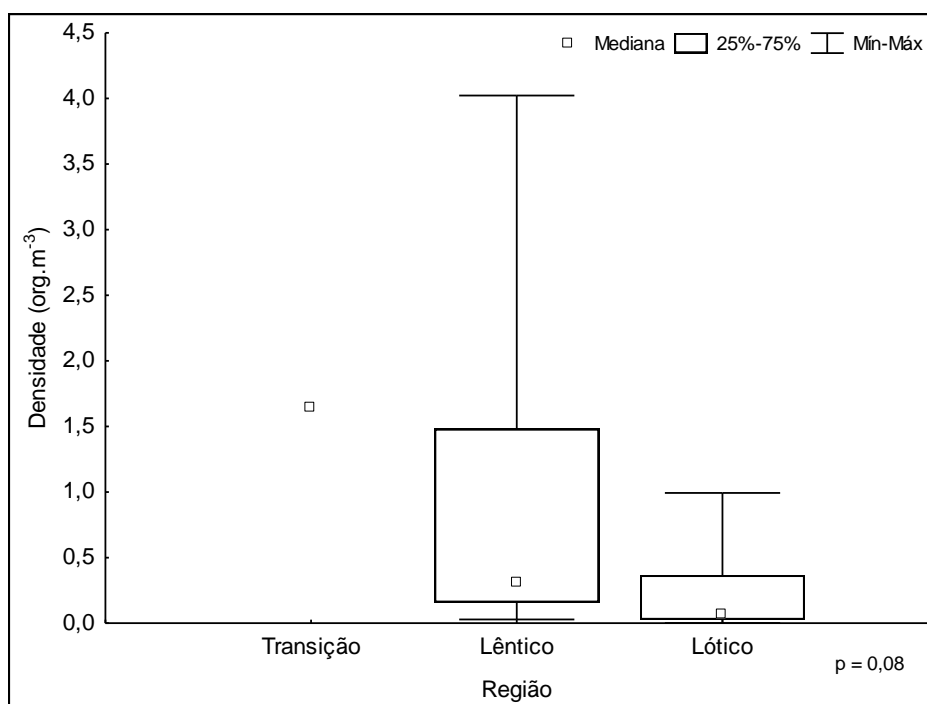
No reservatório de Moxotó, a análise estatística realizada a partir dos valores de densidade não evidenciou diferença significativa nem entre os meses ( $p=0,42$ ), nem entre as regiões ( $p=0,08$ ) do reservatório. A densidade média apresentou-se mais elevada durante o mês de fevereiro, enquanto que em abril, os valores foram mais baixos (Figura 2.3.A.2.2-1). Entre as regiões, o trecho lântico apresentou valores máximos, sua mediana porém, foi inferior do que a do trecho de transição (Figura 2.3.A.2.2-2).

Entre as ordens das larvas identificadas, houve diferença significativa na abundância ( $p=0,02$ ), onde as larvas de Clupeiformes apresentaram elevada densidade, superando em número as larvas de Characiformes e de Perciformes (Figura 2.3.A.2.2-3).

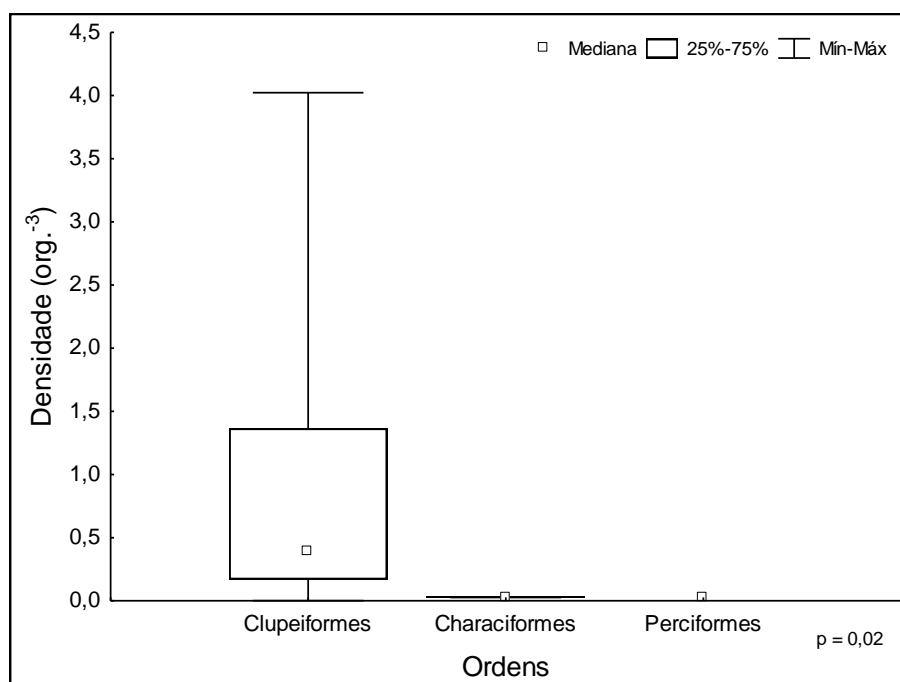
Para o comprimento padrão, a análise por campanha de coleta evidenciou diferença no tamanho das larvas por mês ( $p=0,0001$ ), onde no mês de abril as larvas apresentaram maior amplitude de comprimento e maior valor médio (Figura 2.3.A.2.2-4). Larvas com menores valores de comprimento foram coletadas nos meses de fevereiro e outubro, o que pode estar relacionado ao período de desova de algumas espécies.



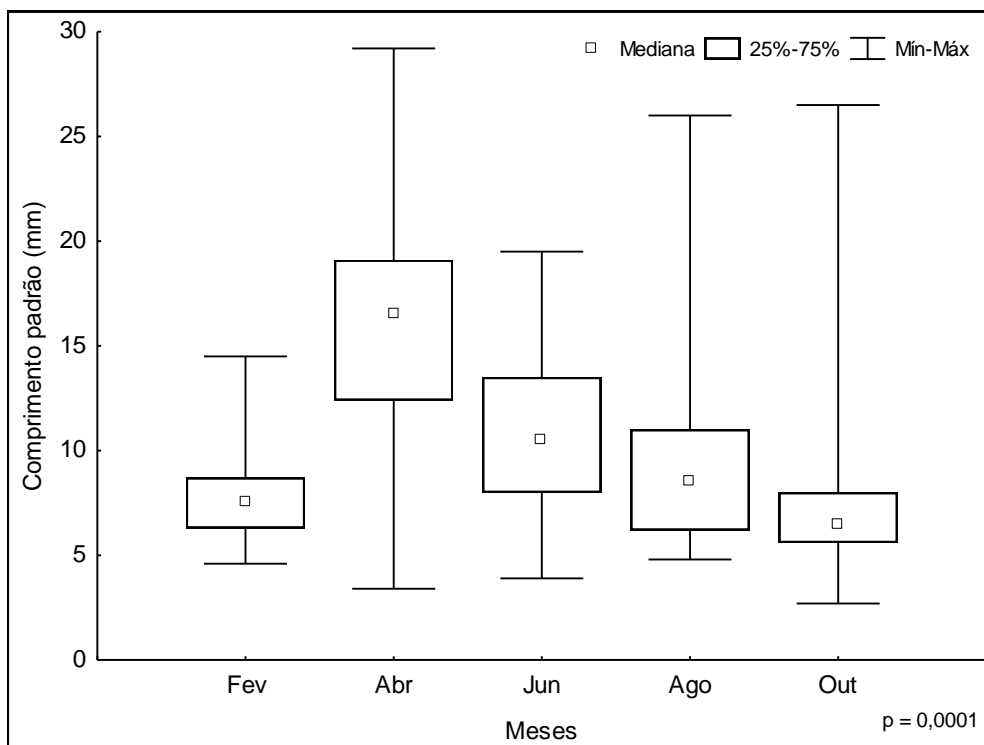
**Figura 2.3.A.2.2-1** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por campanha, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de fevereiro de 2007 a outubro de 2008.



**Figura 2.3.A.2.2-2** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por região do reservatório, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de fevereiro de 2007 a outubro de 2008.



**Figura 2.3.A.2.2-3** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por Ordem taxonômica, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de fevereiro de 2007 a outubro de 2008.

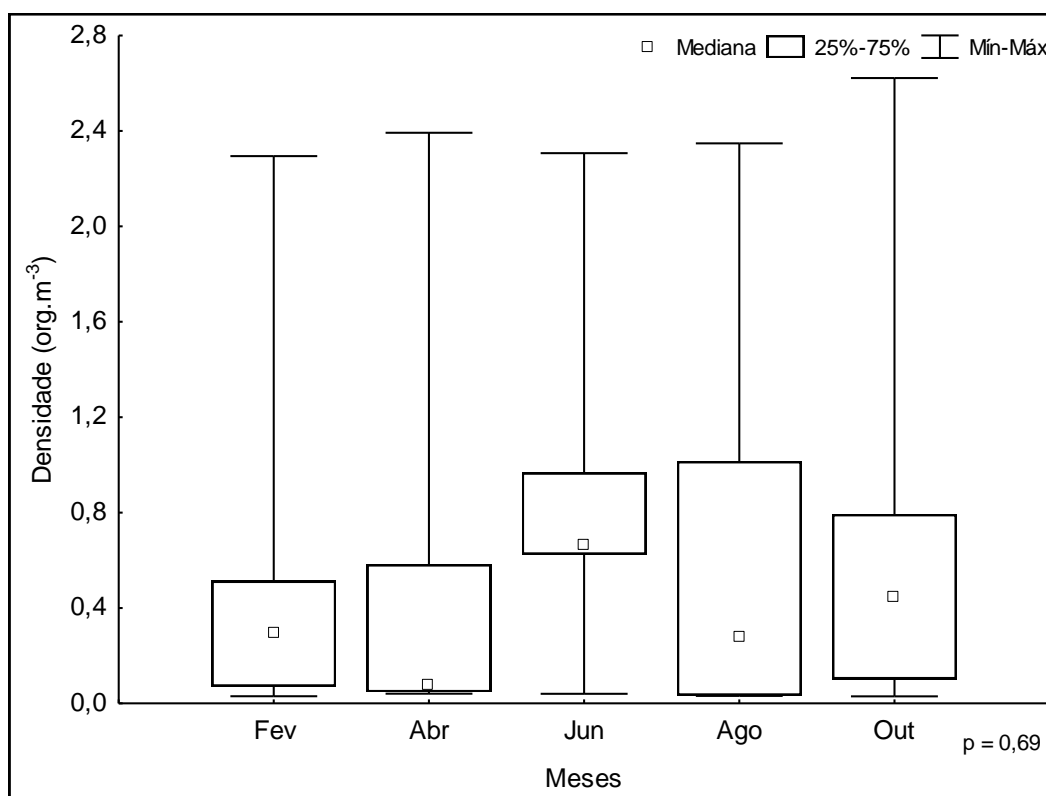


**Figura 2.3.A.2.2-4** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos comprimentos padrão, por campanha, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de fevereiro de 2007 a outubro de 2008.

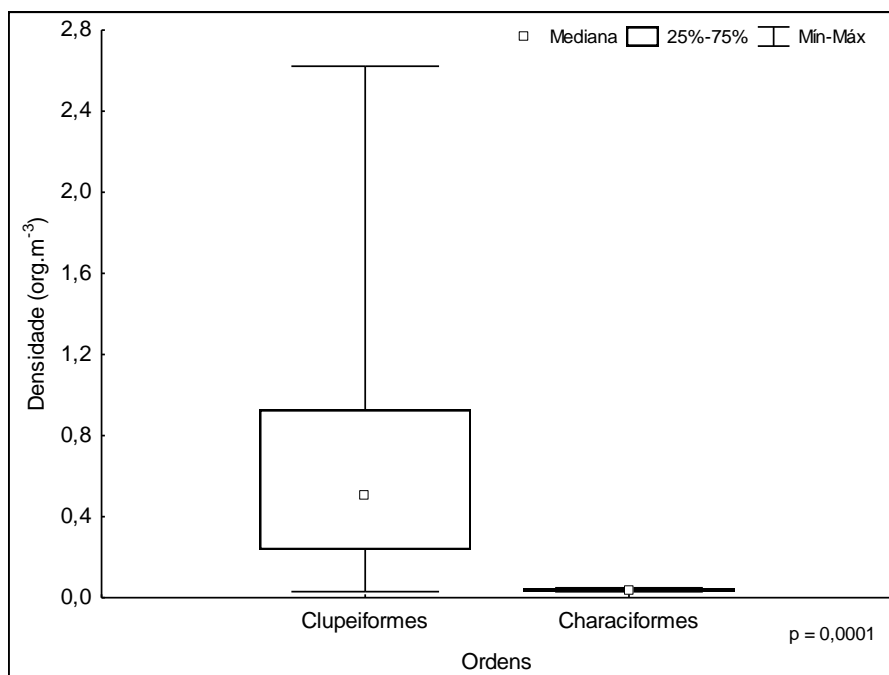


A densidade larval nas diferentes campanhas amostradas, no reservatório de PA IV, não diferiu significativamente ( $p=0,69$ ), mas os valores médios foram bastante elevados no mês de junho e outubro (Figura 2.3.A.2.2-5). Entre as ordens identificadas a densidade de Clupeiformes foi bem mais elevada ( $p=0,001$ ) apresentando também uma grande amplitude que reflete nas condições amostradas em diferentes regiões e meses no reservatório (Figura 2.3.A.2.2-6).

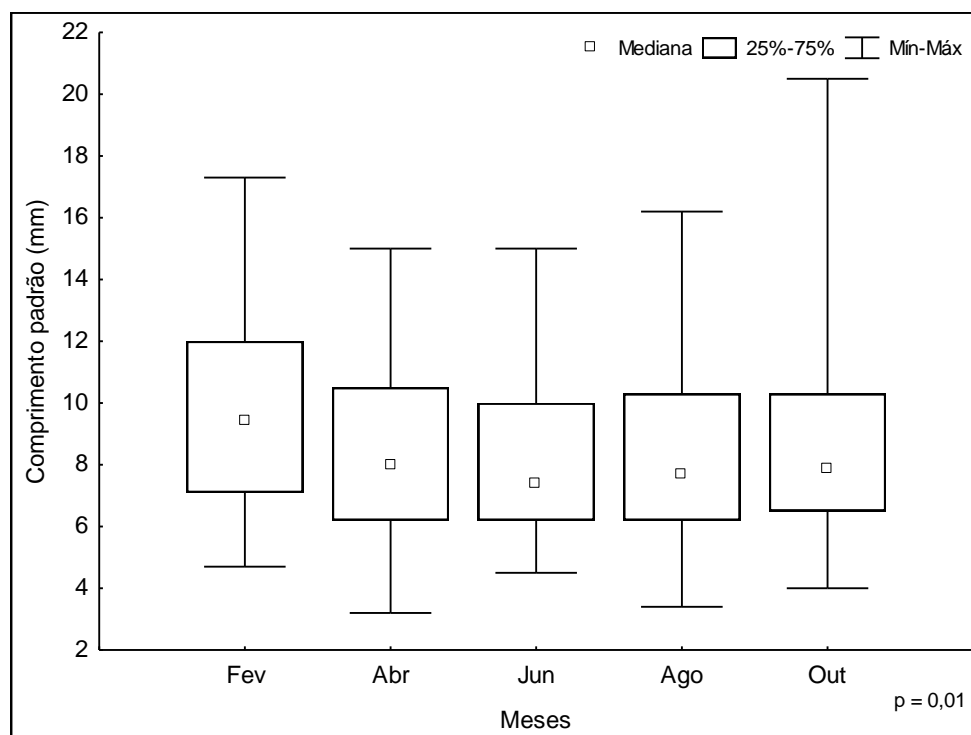
No reservatório de PA IV, o comprimento padrão das larvas diferiu entre os meses amostrados ( $p=0,01$ ), sendo que, em média, as maiores larvas ocorreram em fevereiro, e as menores, em junho (Figura 2.3.A.2.2-7). Entre as ordens identificadas foi observado maiores valores de comprimento na ordem Clupeiformes ( $p=0,0012$ ) o que é resultado da maior participação de estágios mais avançados de desenvolvimento das larvas deste grupo durante o período estudado (Figura 2.3.A.2.2-8).



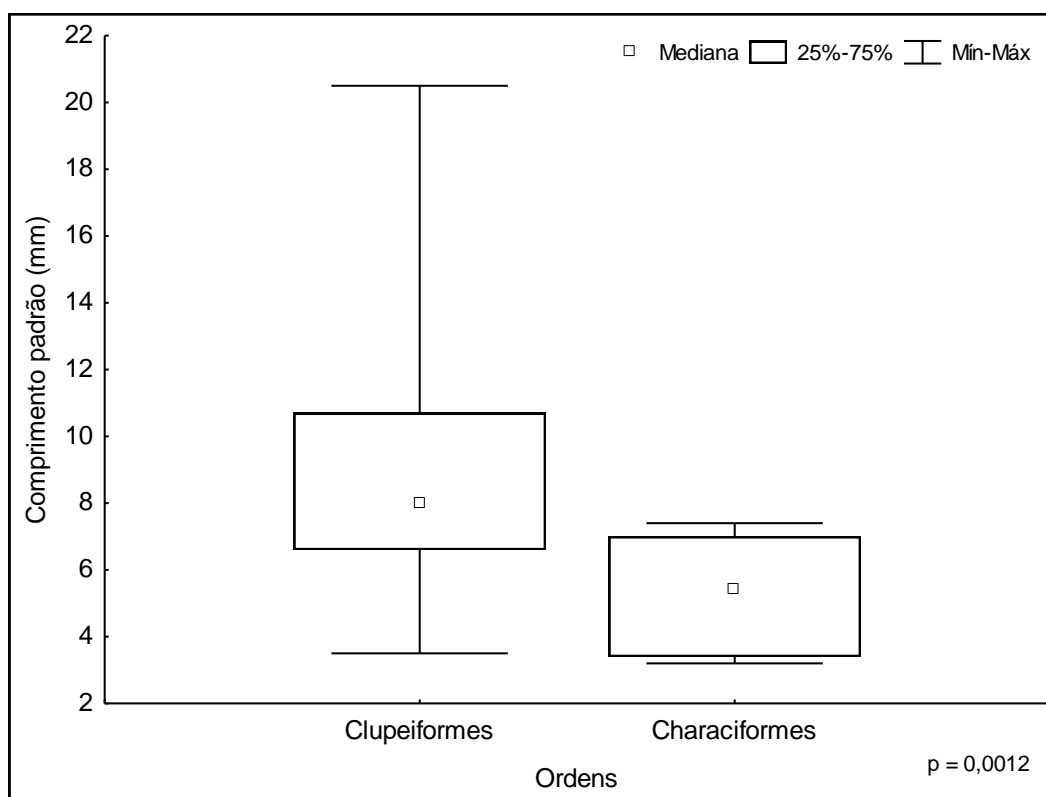
**Figura 2.3.A.2.2-5** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por campanha, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAIV, durante os meses de fevereiro de 2007 a outubro de 2008.



**Figura 2.3.A.2.2-6** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por Ordem taxonômica, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAIV, durante os meses de fevereiro de 2007 a outubro de 2008.



**Figura 2.3.A.2.2-7** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos comprimentos padrão, por campanha, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAIV, durante os meses de fevereiro de 2007 a outubro de 2008.



**Figura 2.3.A.2.2-8** – Análise de variância (Kruskal-Wallis) do comprimento padrão, por ordem taxonômica, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAIV, durante os meses de fevereiro de 2007 a outubro de 2008.

### 2.3.A.3. Alimentação

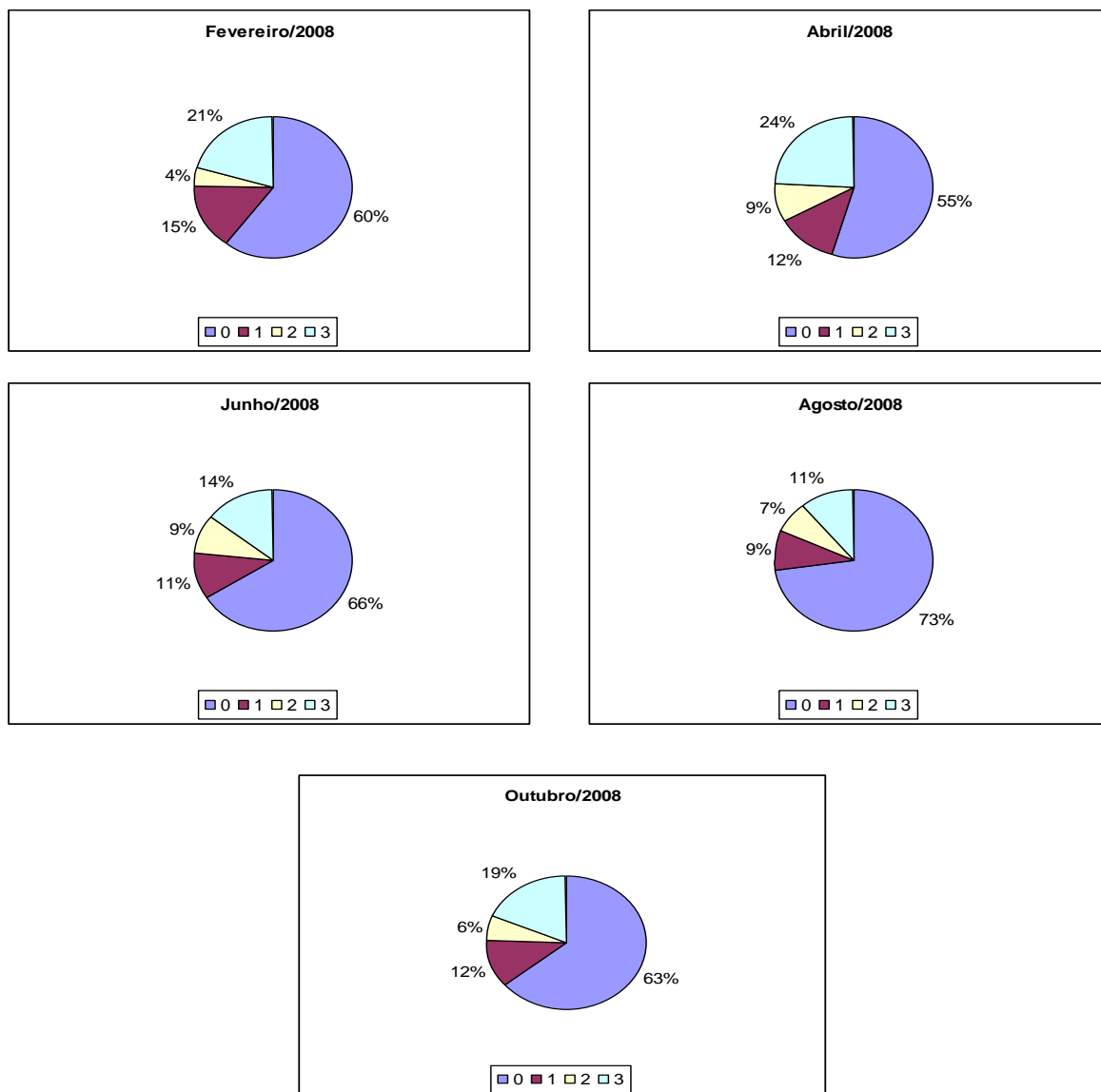
Os dados presentes neste relatório dizem respeito às coletas realizadas nas campanhas de monitoramento de ictiofauna de fevereiro, abril, junho, agosto e outubro de 2008. As espécies separadas para o estudo da dinâmica alimentar estão entre as mais importantes da área estudada, sob o ponto de vista pesqueiro e/ou comercial, sendo elas: *Acestrorhynchus britski*, *Acestrorhynchus lacustris*, *Bryconops affinis*, *Curimatella lepidura*, *Hoplias malabaricus*, *Leporinus taeniatus*, *Metynis maculatus*, *Myleus micans*, *Parauchenipterus galeatus*, *Pimelodus maculatus*, *Plagioscion squamosissimus*, *Pygocentrus piraya*, *Serrasalmus brandtii* e *Triportheus guentheri*.

#### *Acestrorhynchus britskii*

Foi analisado um total de 813 indivíduos de *Acestrorhynchus britskii*, conhecido vulgarmente como cachorro, referentes às campanhas de fevereiro (n= 73), abril (n= 165), junho (n= 111), agosto (n= 224) e outubro (n= 240) de 2008.

Dos indivíduos analisados registrou-se a predominância de estômagos vazios, com valores que variaram de 55% (abril/08) a 73% (agosto/08). Estômagos parcialmente vazios tiveram valores entre 9% e 15%. Já as categorias de estômagos parcialmente cheios e completamente cheios tiveram variações em torno de 4% a 24% (Figura 2.3.A.3-1).

A alta incidência de estômagos vazios é uma característica de espécies carnívoras (Gerking, 1994). Hanh *et al.* (1999) discutem que o fato de presas ingeridas serem relativamente grandes, de elevado valor nutricional e facilmente digerível, diminui o tempo necessário para saciar um carnívoro.



**Figura 2.3.A.3-1** – Graus de repleção de *A. britskii* referente a todo período estudado.

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou as seguintes médias: 1,490 (fevereiro/2008); 1,055 (abril/2008); 0,694 (junho/2008); 0,387 (agosto/2008) e 0,645 (outubro/2008). A média geral foi de 0,734. As médias dos valores dos quocientes intestinais foram: 0,630 (fevereiro/08); 0,696 (abril/08); 0,724 (junho/2008); 0,611 (agosto/2008) e 0,65 (outubro/2008). A média geral foi 0,653.

De acordo com Zavala-Camin (1996), dados baseados no índice de repleção gástrica (IR) revelam-se úteis como aproximações acerca da intensidade na tomada de alimento de uma dada espécie e espécies de hábito piscívoro, como no caso de *A. britskii*, apresentam valores elevados de quociente intestinal (Gomes e Verani, 2003).

Foram registrados 11 itens alimentares para a dieta do *A. britskii*: *Anchoviella vaillanti*, *Astyanax* sp, camarão, Characidae, Cheirodontinae, Coleoptera (larva), escamas, peixes (partes) e vértebra de peixe. Ao analisarmos os itens alimentares, verificamos que a maioria basicamente pertence à categoria peixes (*Anchoviella vaillanti*, *Astyanax* sp, Characidae, Cheirodontinae, escamas, peixes (partes) e vértebra de peixe, sendo que camarão e Coleoptera (larva) devem ter aparecido acidentalmente nesta dieta (Tabela 2.3.A.3-1). O item mais freqüente e o maior Índice alimentar em todas as campanhas foi peixes (partes).

**Tabela 2.3.A.3-1** - Itens alimentares, freqüência de ocorrência e índices alimentares (IAi) de *A. britski* referente a todo período estudado.

Itens alimentares	fev/08		abr/08		jun/08		ago/08		out/08	
	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi
<i>A. vaillanti</i>	9,375	0,016	12,500		18,750	0,160	12,500	0,090	18,180	0,110
<i>Astyanax</i> sp.	3,125	0,003							2,270	0,010
Camarão					1,560	<0,001	3,130	0,010		
Characidae	3,125	0,001			3,130	<0,001				
Cheirodontinae										
Coleoptera (larva)			1,389	<0,001						
Escamas	12,500	0,002	8,333	0,003	9,380	0,020	18,750	0,020	18,180	0,110
Peixe (partes)	68,750	0,979	66,667	0,928	48,440	0,780	46,880	0,870	2,270	0,010
Vértebra	3,125	<0,001	11,111	0,009	18,720	0,030	0,020	0,020	6,820	<0,001

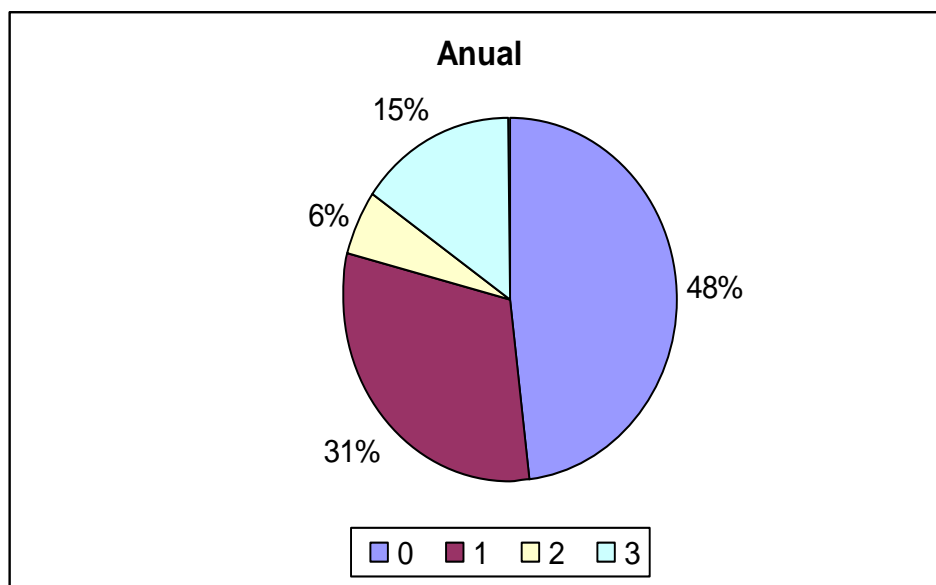
Tais fatos corroboram com FADURPE (2008) que destaca a tendência à piscivoria e com Gomes & Verani (2003) que afirmaram que esta espécie é exclusivamente piscívora.

No estudo realizado no reservatório de Três Marias por Gomes e Verani (2003) *A. vaillanti* foi à presa preferencial da espécie, com índice alimentar de 0,97. No presente estudo peixes (partes) foi o item com maiores valores de IAi, embora uma boa parte deste item possa ser de *A. vaillanti*.

*Acestrorhynchus lacustris*

Foram analisados 52 indivíduos de *A. lacustris*, conhecidos vulgarmente como cachorro, correspondentes às campanhas de fevereiro/2008 (n=17), abril/2008 (n=35). Não houve ocorrência desta espécie nas campanhas de junho, agosto e outubro de 2008. Em virtude do baixo número de indivíduos analisados por mês, os dados serão tratados de forma geral.

Entre todos os indivíduos analisados, 48% dos exemplares apresentaram estômago vazio, 31% parcialmente vazio, 6% parcialmente cheio e 15% espécimes apresentaram estômago completamente cheio (Figura 2.3.A.3-2).



**Figura 2.3.A.3-2** - Graus de repleção de *A. lacustris* referentes a todo o período estudado.

Apesar da incidência de estômagos vazios ser uma característica de espécies carnívoras (Hanh *et al.*,1999), no presente estudo apesar do pequeno universo, 15% dos exemplares apresentaram estômago completamente cheio.

Em relação ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou valor médio de 0,968. De acordo com Zavala-Camin (1996), dados baseados no índice de repleção gástrica revelam-se úteis como aproximações acerca da intensidade na tomada de alimento de uma dada espécie. O quociente intestinal médio (QI) apresentado pela espécie foi de 0,557.

A composição da dieta em todo o período de estudo foi constituída por 6 categorias alimentares: Characiformes, escamas, *Hemigrammus gracilis*, peixes (partes), raios de peixes, *Serrasalmus brandtii*, e vértebra de peixe. (Tabela 2.3.A.3-2).

Peixes (partes) foi o item com maior valor de índice alimentar para todo o período de estudo, com IAI de 0,95.

A espécie estudada tem tendência a piscivoria, contudo não há uma espécie predominante. Tais fatos corroboram com os resultados obtidos para o reservatório de Sobradinho (FADURPE, 2008).

**Tabela 2.3.A.3-2** - Valores percentuais da frequência de ocorrência (FO) e dos índices alimentares (IAi), para *A. lacustris*, referente a todo o período de estudo.

Itens alimentares	Anual	
	fo	lai
Characiformes	10,34	0,04
escamas	3,45	0,00
<i>Hemigrammus gracilis</i>	3,45	0,00
peixes partes	72,41	0,95
raios de peixes	3,45	0,00
<i>Serrasalmus brandtii</i>	3,45	0,00
vértebras de peixas	3,45	0,00



### *Bryconops affinis*

Foram analisados 146 indivíduos de *Bryconops affinis*, conhecido vulgarmente como lambari, referentes às campanhas de fevereiro (n=17), abril (n=37), junho (n=3), agosto (n= 30) e outubro (n=59).

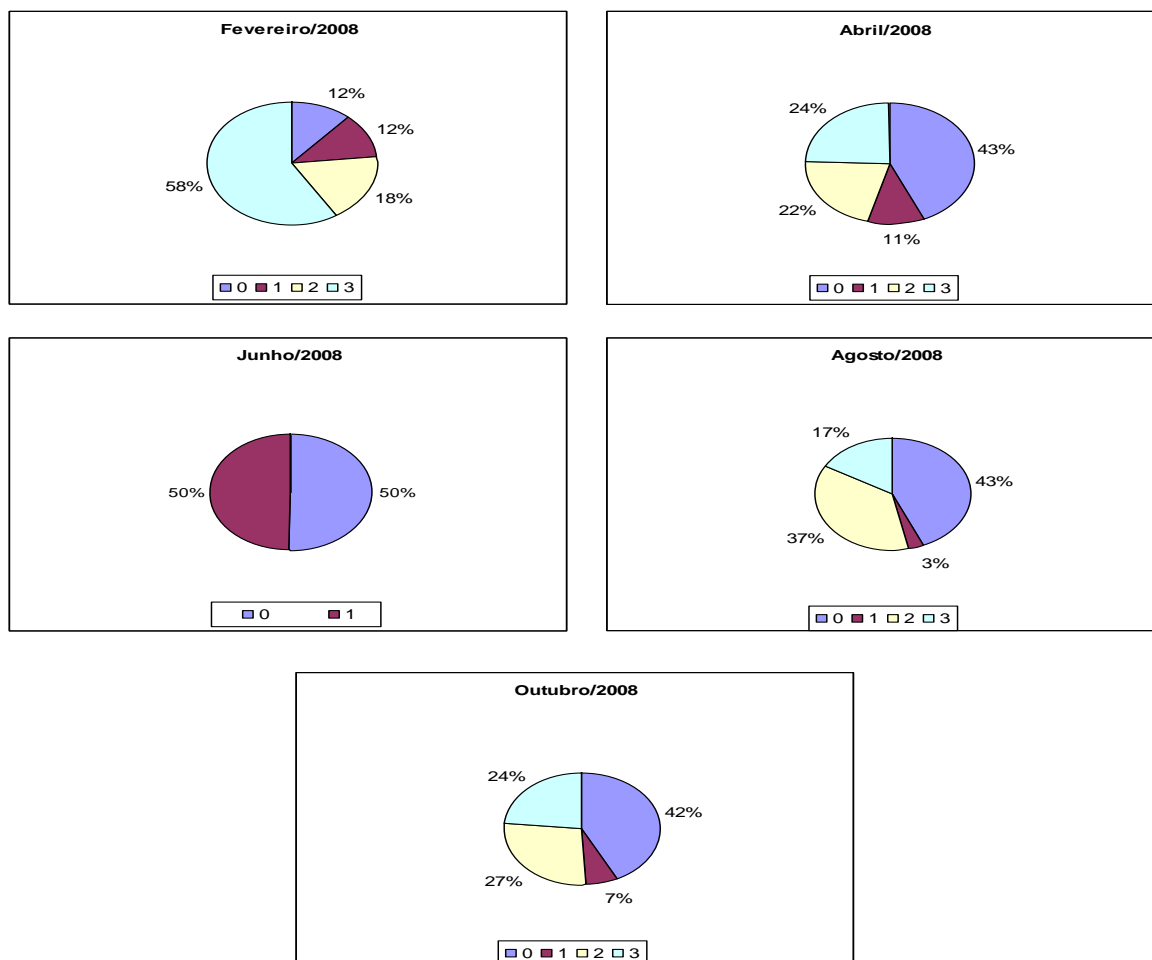
Dos indivíduos analisados registrou-se a predominância de estômagos vazios, com valores que variaram de 12% (fevereiro/08) a 50% (junho/08). Estômagos parcialmente vazios tiveram valores entre 3% e 50%. No mês de fevereiro/2008, a maior incidência foi de estômagos completamente cheios (58%), sendo que nos meses subseqüentes de campanha este valor decresceu, devido a grande quantidade de estômagos vazios. Já a categoria de estômagos parcialmente cheios teve variações em torno de 18% a 37% (Figura 2.3.A.3-3).

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou as seguintes médias: 0,891 (fevereiro/2008); 0,684 (abril/2008); 0,481 (junho/2008); 0,296 (agosto/2008) e 0,298 (outubro/2008). A média geral foi de 0,444. As médias dos valores dos quocientes intestinais foram: 0,648 (fevereiro/08); 0,732 (abril/08); 0,738 (junho/2008); 0,683 (agosto/2008) e 0,744 (outubro/2008). A média geral foi 0,674.

De acordo com Zavala-Camin (1996), dados baseados no índice de repleção gástrica (IR) revelam-se úteis como aproximações acerca da intensidade na tomada de alimento de uma dada espécie.

Foram registrados 18 itens alimentares para a dieta do *B. affinis*: Coleoptera, Coleoptera (partes), Díptera, Díptera (partes), Ephemeroptera, Hemiptera, Hemiptera (partes), Hexapoda, Hexapoda (partes), Hymenoptera, Hymenoptera (partes), Odonata, Orthoptera, pupa, semente, tecido vegetal, vegetal (partes) e vértebras. Ao analisar os itens alimentares, verificou-se que a maioria basicamente pertence à categoria insetos, aparecendo também vegetais e vértebras na dieta, este último possivelmente de forma accidental (Tabela 2.3.A.3-3). O item mais freqüente e o maior Índice alimentar em todas as campanhas foi hexápoda (partes).

A espécie apresenta hábito insetívoro sem haver uma preferência por alguma família ou espécie.



**Figura 2.3.A.3-3** – Graus de repleção de *B. affinis* referente a todo período estudado.

**Tabela 2.3.A.3-3** - Itens alimentares, freqüência de ocorrência e índices alimentares (IAi) de *B. affinis* referente a todo período estudado.

Itens alimentares	fev/08		abr/08		jun/08		ago/08		out/08	
	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi
Coleoptera	11,540	0,060	5,710	<0,001			5,560	<0,01	5,880	<0,01
Coleoptera (partes)			8,570	0,010						
Diptera	11,540	0,130	20,000	0,340						
Diptera (partes)	7,690	0,040								
Ephemeroptera									5,880	0,010
Hemiptera	3,850	0,040					5,560	0,010		
Hemiptera (partes)	15,380	0,160	2,860	<0,001						
Hexapoda	11,540	0,080	8,570	0,030						
Hexapoda (partes)	23,080	0,150	40,000	0,620			38,890	0,830	55,880	0,900
Hymenoptera	7,690	0,020	5,710	<0,001			11,110	0,020	8,820	0,020
Hymenoptera (partes)	3,850	0,020								
Odonata			2,860	<0,001						
Orthoptera										
Orthoptera (partes)										
Pupa							27,780	0,150	11,760	0,040
Semente					100,000	1,000				
Tecido vegetal			2,860	<0,001						
Vegetal (partes)	3,850	<0,001					5,560	<0,01	11,760	0,030
Vértebra			2,860	<0,001			5,560	<0,01		

### *Curimatella lepidura*

Foram analisados 17 indivíduos de *Curimatella lepidura*, conhecido vulgarmente como aragu, sendo 5 referentes à campanha de abril/2008, 3 referentes à campanha de junho/2008, 4 referentes à campanha de agosto/2008 e 5 referentes a campanha de outubro/2008. Em virtude do baixo número de indivíduos analisados por mês, os dados serão tratados de forma geral.

De todos os indivíduos analisados: 3 apresentaram estômagos vazios, 4 apresentaram estômagos parcialmente vazios, 7 parcialmente cheios e 3 apresentaram estômagos completamente cheios.

Os exemplares analisados apresentaram Índice de Repleção (IR) médio de 0,711 e a média dos quocientes intestinais foi de 11,90. Gomes e Verani (2003) registraram QI médio de 14,39 e FADURPE (2008) registrou 11,70. QI alto é característico de peixes iliófagos por possuírem comprimento intestinal bastante grande, o que aumenta sua relação CI/CP.

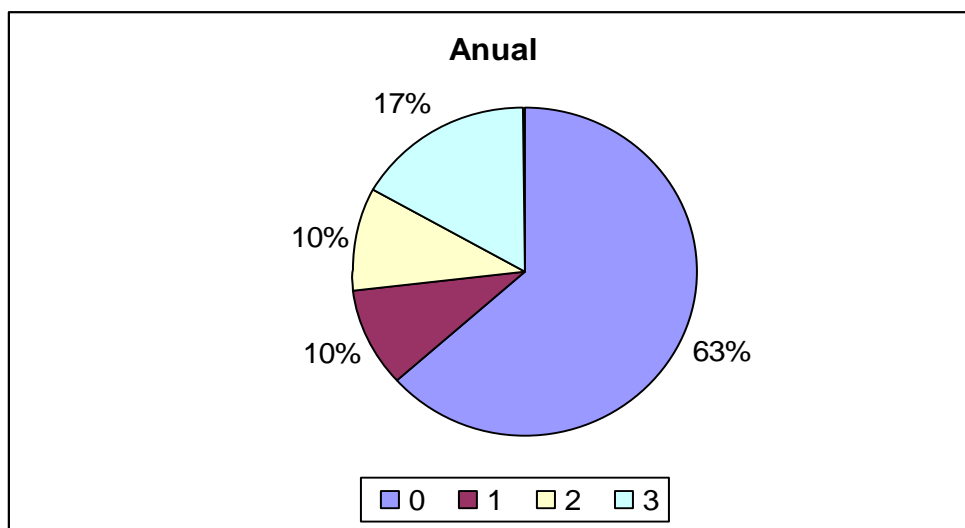
O teor médio de matéria orgânica dos conteúdos estomacais desta espécie foi de 67,05%, sendo maior do que o teor registrado para o reservatório de Sobradinho (FADURPE, 2008), que variou entre 30-40%.

### *Hoplias malabaricus*

Foram analisados 41 indivíduos de *Hoplias malabaricus*, conhecido vulgarmente como traíra, referentes à campanha de fevereiro/2008 (n=1), abril/2008 (n=13), junho/2008 (n=6), agosto/2008 (n=13) e outubro/2008 (n=8).

Em virtude do baixo número de indivíduos analisados por mês, os dados serão tratados de forma geral.

Entre todos os indivíduos analisados, 63% dos exemplares apresentaram estômago vazio, 10% parcialmente vazio, 10% parcialmente cheio e 17% espécimes apresentaram estômago completamente cheio (Figura 2.3.A.3-4).



**Figura 2.3.A.3-4** – Grau de repleção de *H. malabaricus* referentes a todo o período estudado.

A média do quociente intestinal (QI) foi de 0,776 e a média do Índice de Repleção (IR) 0,306.

A composição da dieta em todo o período de estudo foi constituída por 6 categorias alimentares: Anisóptera, camarão, camarão (partes), peixes (partes), *Synbranchus marmoratus* e vértebra de peixe (Tabela 2.3.A.3-4). Peixes (partes) foi o item com maior valor de índice alimentar para todo o período de estudo, com IAI de 0,69.

**Tabela 2.3.A.3-4** - Valores percentuais da frequência de ocorrência (FO) e dos índices alimentares (IAi), para *H. malabaricus*, referente a todo o período de estudo.

Itens alimentares	Anual	
	FO%	IAi
Anisoptera	6,25	0,02
Camarão	62,5	0,92
Camarão (partes)	6,25	0,02
Peixe (partes)	6,25	0,01
<i>Synbranchus marmoratus</i>	6,25	0,02
Vértebra	12,5	0,01

### *Leporinus taeniatus*

Foram analisados 8 indivíduos de *Leporinus taeniatus*, conhecido vulgarmente como piau, referente à campanha de junho/2008 (n=1), agosto/2008 (n=3) e outubro/2008 (n=4). Em virtude do baixo número de indivíduos analisados por mês, os dados serão tratados de forma geral.

De todos os exemplares coletados, apenas um apresentou estômago completamente cheio que apresentou Quociente Intestinal (QI) de 1,213 e Índice de Repleção (IR) igual a 0,172. O item alimentar presente no estômago foi tecido vegetal. Os demais apresentaram estômagos vazios.

### *Metynnis maculatus*

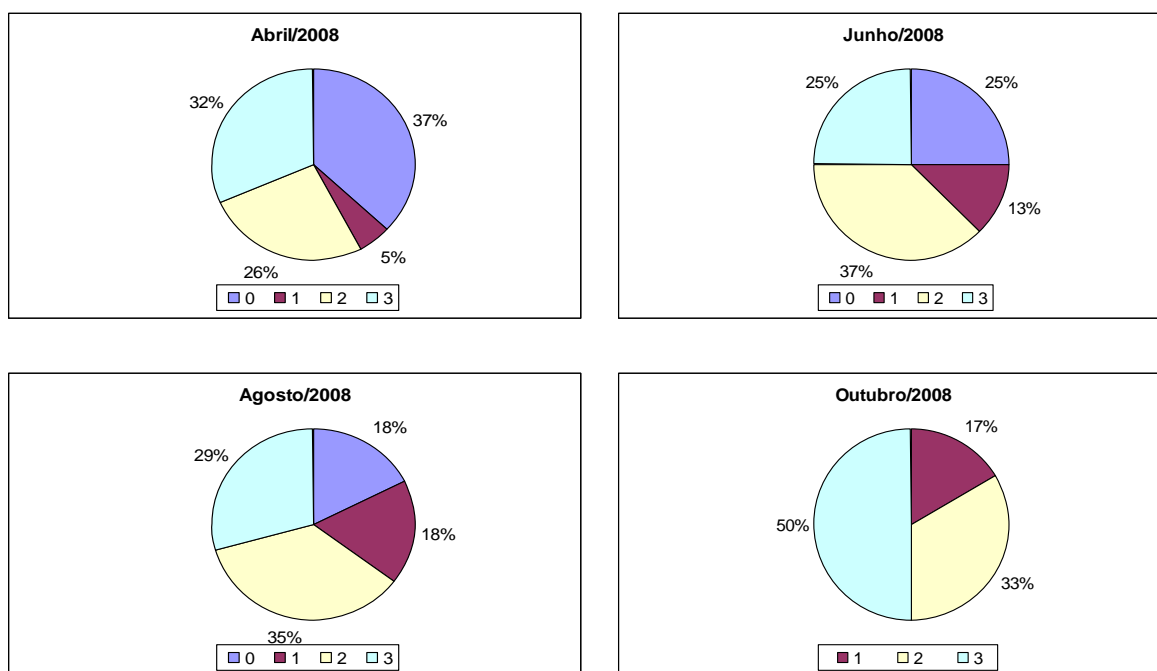
Foram analisados 91 indivíduos de *Metynnis maculatus*, conhecido vulgarmente como pacu, referentes às campanhas de fevereiro/2008 (n=1), abril/2008 (n=59), junho/2008 (n=8), agosto/2008 (n=17) e outubro/2008 (n=6).

Dos indivíduos analisados registrou-se a predominância de estômagos vazios, com valores que variaram de 6% (agosto/08) a 70% (abril/08). O mês de agosto/2008 foi uma exceção. Neste mês, a maior incidência foi de estômagos parcialmente cheios (50%) e completamente cheios (44%). Estômagos parcialmente vazios só ocorreram em junho/2008 (17%) e outubro/2008 (14%). (Figura 2.3.A.3-5).

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou as seguintes médias: 1,036 (abril/2008), 0,204 (junho/2008), 0,157 (agosto/2008) e 0,777 (outubro/2008). As médias dos valores dos quocientes intestinais foram: 5,184 (abril/2008), 5,026 (junho/2008), 4,258 (agosto/2008) e 5,864 (outubro/2008).

Foram registrados 12 itens alimentares para a dieta do *M. maculatus*: Ácaro, Annelida, Camarão, chlorophyta, coleóptera, coleóptera (partes), conchostraca, Gastrópode, hexapoda (partes), ostracoda, tecido vegetal e vegetal (partes).

Ao analisarmos os itens alimentares, verificamos que a espécie tem uma tendência à onívora, pois foram encontrados diversos itens vegetais e animais, embora a dieta em agosto/2008 tenha sido só de tecido vegetal (partes) (Tabela 2.3.A.3-5).



**Figura 2.3.A.3-5** – Grau de repleção de *M. maculatus* referentes a todo o período estudado.

Foram registrados 12 itens alimentares para a dieta do *M. maculatus*: Ácaro, Annelida, Camarão, chlorophyta, coleóptera, coleóptera (partes), conchostraca, Gastrópode, hexapoda (partes), ostracoda, tecido vegetal e vegetal (partes).

Ao analisarmos os itens alimentares, verificamos que a espécie tem uma tendência à onívora, pois foram encontrados diversos itens vegetais e animais, embora a dieta em Agosto/2008 tenha sido só de tecido vegetal (partes) (Tabela 2.3.A.3-5).

O item mais freqüente, o maior Índice alimentar em todas as campanhas foi vegetal (partes).

**Tabela 2.3.A.3-5** - Itens alimentares, freqüência de ocorrência, índices alimentares (IAi) e volume para a dieta de *M. maculatus* referente a todo período estudado.

Itens alimentares	fev/08		abr/08		jun/08		ago/08		out/08	
	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi
Ácaro			1,59	0,00	11,11	0,01				
Annelida			1,59	0,00						
Chlorophyta	100,00	1,00								
Camarão										
Coleoptera			1,59	0,00	11,11	0,04				
Coleoptera (partes)			1,59	0,00						
Conchostraca			1,59	0,00	11,11	0,00				
Gastropoda			1,59	0,00						
Hexapoda (partes)			1,59	0,00	11,11	0,04				
Ostracoda			6,35	0,00						
Tecido vegetal			15,87	0,05					66,67	0,20
Vegetal (partes)			66,67	0,95	55,56	0,91	100,00	1,00	33,33	0,80



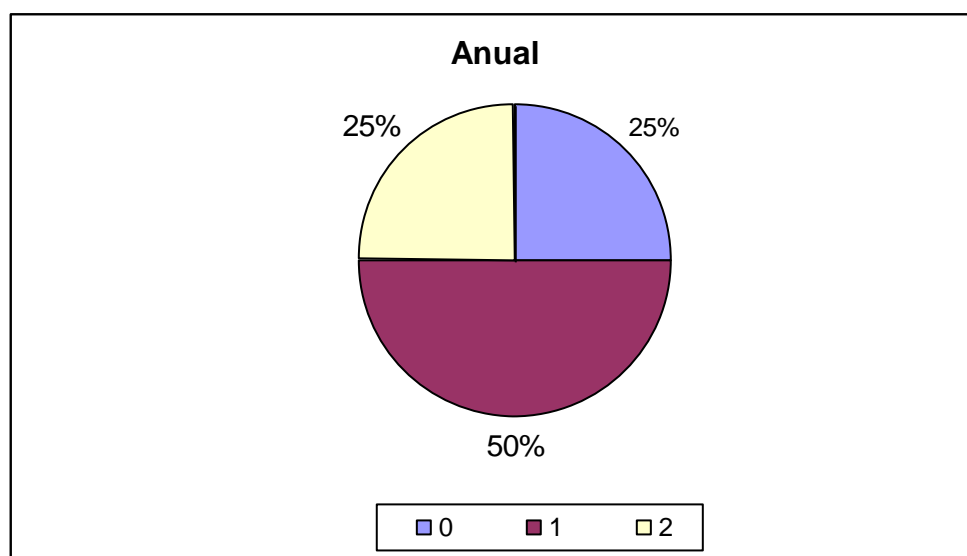
### *Myleus micans*

Foram analisados 8 exemplares desta espécie, sendo todos referentes à campanha de fevereiro/2008. Destes, 25% apresentaram estômagos vazios, 50% parcialmente vazios e 25% parcialmente cheios (Figura 2.3.A.3-6).

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou uma média de 1,355. A média dos valores dos quocientes intestinais foi de 5,871.

Foram registradas 3 categorias alimentares para a dieta de *M. micans*: filamento vegetal, hexapoda e tecido vegetal (Tabela 2.3.A.3-6).

O item mais freqüente na dieta de *M. micans* foi tecido vegetal com 50% de ocorrência e com IAi de 0,64.



**Figura 2.3.A.3-6** – Graus de repleção de *Myleus micans* referentes a todo o período estudado.

**Tabela 2.3.A.3-6** - Itens alimentares, freqüência de ocorrência, índices alimentares (IAi) e volume para a dieta de *M. micans* referentes a todo período estudado.

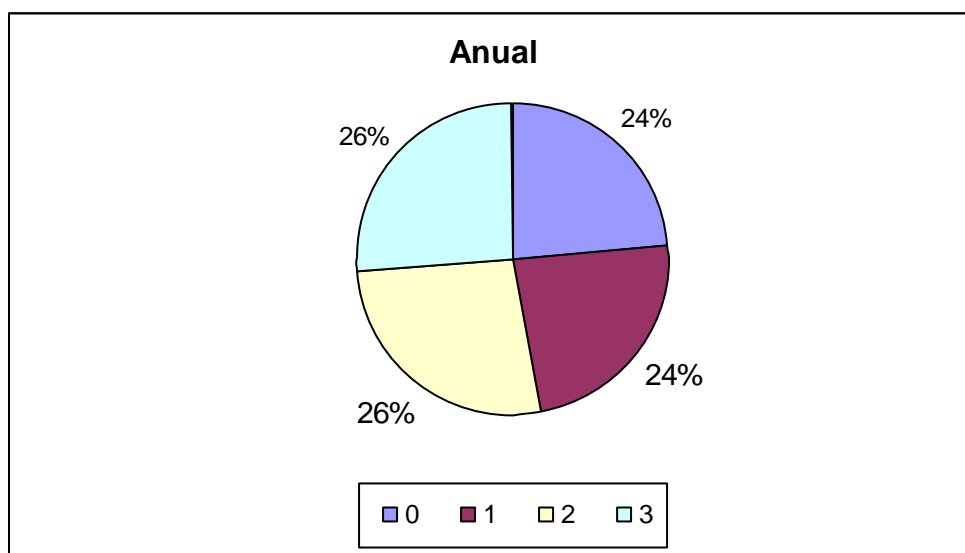
Itens alimentares	Anual	
	FO%	IAi
Filamento Vegetal	33,33	0,29
Hexapoda	16,67	0,07
Tecido Vegetal	50	0,64

*Parauchenipterus galeatus*

Foram analisados 58 indivíduos de *Parauchenipterus galeatus*, conhecidos vulgarmente como cangatis, referentes à campanha de fevereiro/2008 (n=3), abril/2008 (n=12), junho/2008 (n=25) e agosto/2008 (n=18).

Em virtude do baixo número de indivíduos analisados por mês, os dados serão tratados de forma geral.

De todos os indivíduos analisados, 24% apresentaram estômagos vazios, 24% parcialmente vazio, 26% parcialmente cheios e 26% apresentaram estômagos completamente cheios (Figura 2.3.A.3-7).



**Figura 2.3.A.3-7** – Graus de repleção de *P. galeatus* referentes a todo período estudado.

A média do IR foi de 1,169 e a do QI foi de 1,486. Este valor de QI foi idêntico ao registrado para a espécie no reservatório de Sobradinho (FADURPE, 2008).

Foram registradas 28 categorias alimentares para a dieta de *P. galeatus*: Anisoptera, Bivalvia, Camarão, Camarão (partes), Coleoptera, Coleoptera (partes), Ephemeroptera (*Campsurus sp.*), Ephemeroptera (ovos), Ephemeroptera (partes), Escamas de peixe, Estojo larval, Filamento de alga, Gastropoda, Gastropoda (partes), Hexapoda (partes), Hymenoptera, Larva de Chironomidae, Macrófita, Macrófita com sedimento, não identificado, Odonata, Odonata (partes), Peixes (partes), Pupa,

Sedimento, Tecido animal e Tecido vegetal (Tabela 2.3.A.3-7). O item mais freqüente na dieta de *P. galeatus* foi Ephemeroptera (partes).

Segundo os dados obtidos a espécie apresenta uma forte tendência a carnivorismo com aproveitamento dos recursos disponíveis no meio, corroborando com FADURPE (2008).

**Tabela 2.3.A.3-7** - Itens alimentares, freqüência de ocorrência, índices alimentares (IAi) e volume para a dieta de *P. galeatus* referentes a todo período estudado.

Itens alimentares	Anual	
	FO%	IAi
Anisoptera	4,72	0,02
Aracnideo	0,94	0,00
bivalvia	7,55	0,04
Camarão	2,83	0,04
Camarão (partes)	1,89	0,01
Coleoptera	2,83	0,00
Coleoptera (partes)	0,94	0,00
Ephemeroptera ( <i>Campsurus</i> sp.)	1,89	0,00
Ephemeroptera (ovos)	3,77	0,07
Ephemeroptera (partes)	11,32	0,60
Escamas	0,94	0,00
Estojo larval	0,94	0,00
Alga Filamentosa	4,72	0,01
Gastropoda	5,66	0,00
Gastropoda (partes)	0,94	0,00
Hexapoda (partes)	10,38	0,04
Hymenoptera	1,89	0,00
Chironomidae (larva)	0,94	0,00
Macrófita	1,89	0,01
Macrófita com sedimento	2,83	0,01
Não identificado	0,94	0,00
Odonata	2,83	0,01
odonata (partes)	9,43	0,01
Peixe (partes)	4,72	0,03
pupa	1,89	
Sedimento	1,89	0,00
Tecido animal	4,72	0,09
Tecido vegetal	3,77	0,01

### *Pimelodus maculatus*

Foram analisados 11 indivíduos de *Pimelodus maculatus*, conhecido vulgarmente como mandi, referentes às campanhas de fevereiro/2008 (n=4), abril/2008 (n=1), junho/2008 (n=2), agosto/2008 (n=2) e outubro/2008 (n=2). Em virtude do baixo número de indivíduos analisados por mês, os dados serão tratados de forma geral.

De todos os indivíduos analisados, 2 apresentaram estômago vazio, 3 apresentaram estômago parcialmente vazio, 3 apresentaram estômago parcialmente cheio e 3 apresentaram estômago completamente cheio. A média do QI foi de 1,171 e a do IR foi de 0,471.

Foram registradas 7 categorias alimentares para a dieta de *P. maculatus*: Bivalvia, Coleóptera, Conchostraca, Díptera, estojo larval, Odonata e tecido animal. Conchostraca foi o item com maior valor de índice alimentar para todo o período de estudo, com IAI de 0,66 (Tabela 2.3.A.3-8).

**Tabela 2.3.A.3-8** - Valores percentuais da frequência de ocorrência (FO) e dos índices alimentares (IAi), para *P. maculatus*, referente a todo o período de estudo.

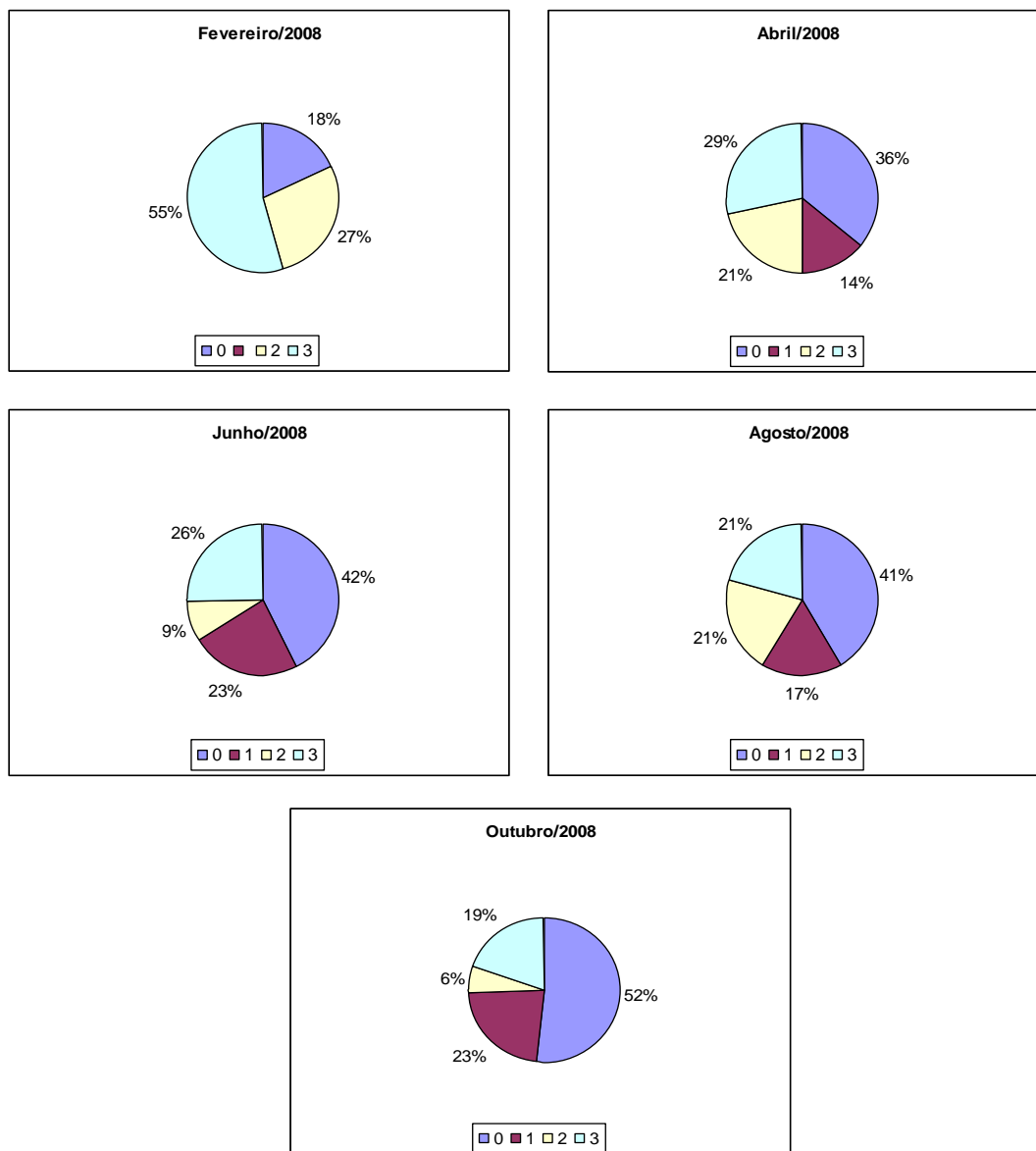
Itens alimentares	Anual	
	FO%	IAi
Bivalvia	21,43	0,20
Coleoptera	7,14	0,00
Conchostraca	28,57	0,66
Diptera	7,14	0,00
Estojo larval	21,43	0,10
Odonata	7,14	0,01
Tecido animal	7,14	0,02

### *Plagioscion squamosissimus*

Foram analisados 212 indivíduos de *Plagioscion squamosissimus*, conhecido vulgarmente como pescada, referentes às campanhas de fevereiro/2008 (n=11), abril/2008 (n=14), junho/2008 (n=47), agosto/2008 (n=47) e outubro/2008 (n=93).

Dos indivíduos analisados registrou-se a predominância de estômago vazio, com valores que variaram de 18% (fevereiro/08) a 52% (outubro/08). Estômago parcialmente

vazio teve valores entre 14% (abril/2008) a 23% (junho e outubro/2008). Já a categoria de estômago parcialmente cheio variou entre 6% (outubro/2008) e 21% (abril e agosto/2008), enquanto que estômago completamente cheio variou entre 19% (outubro/2008) e 55% (fevereiro/2008), sendo a categoria mais representativa nesta campanha (Figura 2.3.A.3-8).



**Figura 2.3.A.3-8** – Graus de repleção de *P. squamosissimus* referentes a todo o período estudado.

A alta incidência de estômagos vazios é uma característica de espécies carnívoras (Gerking, 1984) e o fato de presas ingeridas serem relativamente grandes, de elevado valor nutricional e facilmente digeríveis, diminui o tempo necessário para saciar um carnívoro (Hanh *et al.*, 1999). Esta alta incidência de estômagos vazios corroboram com os resultados obtidos para esta mesma espécie no reservatório de Sobradinho (FADURPE, 2008).

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou médias de 1,282 (fevereiro/2008); 1,098 (abril/2008); 0,999 (junho/2008); 0,759 (agosto/2008) e 0,778 (outubro/2008). Em relação aos valores de Quociente Intestinal (QI), a espécie apresentou as seguintes médias: 0,598 (fevereiro/2008); 0,627 (abril/2008); 0,701 (junho/2008); 0,656 (agosto/2008) e 0,600 (outubro/2008).

De acordo com Zavala-Camin (1996), dados baseados no índice de repleção gástrica (IR) revelam-se úteis como aproximações acerca da intensidade na tomada de alimento de uma dada espécie.

Os valores elevados de quociente intestinal são característicos de espécies de hábito piscívoro (Gomes e Verani, 2003).

Foram registradas 18 categorias alimentares para todo o período estudado: *Astyanax sp.*, camarão, camarão (partes), Ceratopogonidae, Conchostraca, Conchostraca (partes), Ephemeroptera (partes), escamas, Hemiptera, Hexapoda (partes), Isopoda, macrófita, Odonata, Odonata (partes), peixes (partes), sedimento, *Synbranchus marmoratus* e vértebra de peixe (Tabela 2.3.A.3-9).

**Tabela 2.3.A.3-9** - Itens alimentares, frequência de ocorrência e índices alimentares (IAi) de *P. squamosissimus* referente a todo o período estudado.

Itens alimentares	fev/08		abr/08		jun/08		ago/08		out/08	
	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi
<i>Astyanax</i> sp.			10,00	0,01						
Camarão	31,25	0,92	40,00	0,75			51,52	0,40	38,46	0,83
Camarão (partes)	12,50	0,04	50,00	0,24	5,71	0,01			11,54	0,01
Ceratopogonidae					2,86	0,00				0,00
Conchostraca	6,25	0,00								0,00
Conchostraca (partes)	6,25	0,00			2,86	0,00				0,00
Ephemeroptera									1,92	0,00
Escamas									1,92	0,00
Hemiptera	6,25	0,01								0,00
Hexapoda	12,50	0,00			20,00	0,01			5,77	0,00
Isopoda					2,86	0,00			1,92	0,00
Macrófita									1,92	0,00
Odonata									1,92	0,00
Odonata (partes)							3,03	0,00	1,92	0,00
Peixe (partes)	18,75	0,02			40,00	0,97			26,92	0,14
Sedimento					2,86	0,00	42,42	0,60		0,00
<i>Symbranchus marmoratus</i>									3,85	0,02
Vértebra	6,25	0,00			22,86	0,01	3,03	0,00	1,92	0,00

Os itens alimentares camarão, camarão (partes) e peixes (partes) foram freqüentes em todas as campanhas. Camarão apresentou as maiores freqüências de ocorrência, com exceção de junho/2008, onde o item mais freqüente foi peixe (partes). Com relação aos valores de índice alimentar (IAi), peixes (partes) apresentou os maiores valores, com exceção de abril/2008, onde o maior valor foi para o item camarão (0,75).

Trindade (2006), estudando a mesma espécie no reservatório da barragem da pedra na Bahia também registrou a predominância de camarão em sua dieta.

No presente estudo, a espécie não apresentou somente tendência a carnivorismo, mas sim uma dieta composta por camarão, peixes, hexapoda e sedimento. Este fato também foi registrado para o estudo realizado no reservatório de Sobradinho (FADURPE, 2008).

#### *Pygocentrus piraya*

Foram analisados 5 exemplares de *Pygocentrus piraya*, conhecido vulgarmente como piranha, sendo referentes às campanhas de abril/2008 (n=3), agosto/2008 (n=1) e outubro/2008 (n=1). Em virtude do baixo número de indivíduos analisados por mês, os dados serão tratados de forma geral.

Dos indivíduos analisados 2 apresentaram estômago vazio e 3 apresentaram estômago completamente cheio.

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou média de 4,551 e a média do QI foi de 1,487.

#### *Serrasalmus brandtii*

Foram analisados 62 indivíduos de *Serrasalmus brandtii*, conhecido vulgarmente como pirambeba, sendo referentes às campanhas de fevereiro/2008 (n=2), abril/2008 (n=16), junho/2008 (n=14), agosto/2008 (n=13) e outubro/2008 (n=17).

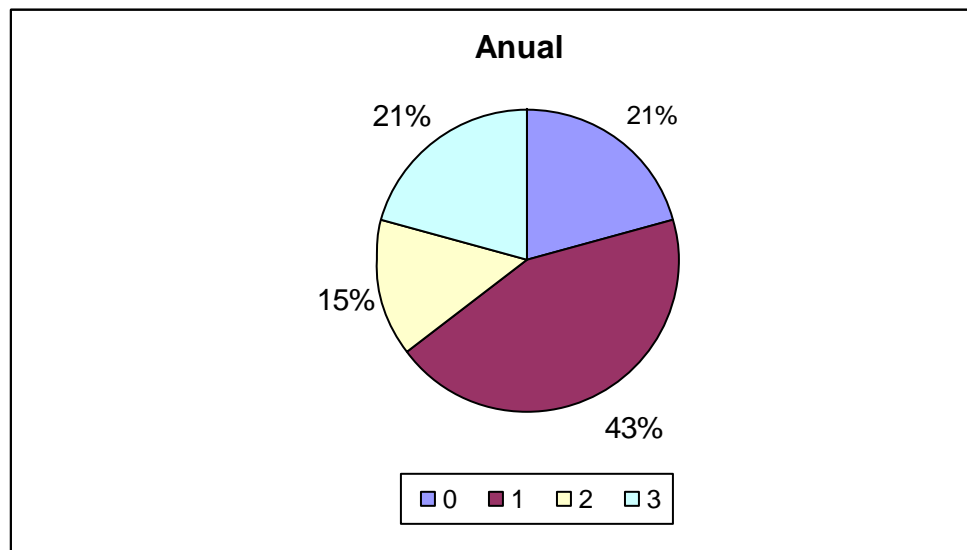


Em virtude do baixo número de indivíduos analisados por mês, com exceção dos dados de dieta alimentar, todos os restantes serão tratados de uma forma geral.

De todos os indivíduos analisados, 21% apresentaram estômagos vazios, 43% parcialmente vazio, 15% parcialmente cheios e 21% apresentaram estômagos completamente cheios (Figura 2.3.A.3-9). Os resultados obtidos neste estudo para o grau de repleção corroboram com os resultados obtidos para o reservatório de Sobradinho (FADURPE, 2008), na qual a incidência de estômagos vazios é baixa.

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou média de 0,828, enquanto que a média dos valores dos quocientes intestinais (QI) foi 1,075.

Foram registradas 17 categorias alimentares para a dieta do *S. brandtii* referentes a todo período estudado: Anisoptera, Bivalvia, camarão, camarão (partes), Conchostraca, escamas, Gastropoda, Gastropoda (partes) Hexapoda (partes), macrófita, Odonata, Odonata (partes), peixes (partes), tecido animal, tecido vegetal e vértebras de peixe (Tabela 2.3.A.3-10).



**Figura 2.3.A.3-9** – Graus de repleção de *S. brandtii* referentes a todo período estudado.

Através da análise dos dados referentes à dieta desta espécie, percebe-se que os itens variaram ao longo das campanhas, contrastando com Piorski *et al.* (2005) que constataram a predominância de partes de peixes em sua dieta.

Gomes e Verani (2003) caracterizaram *S. brandtii* como piscívora e generalista, por possuir amplo espectro alimentar, porém com forte predomínio de fragmentos de peixes, além da grande variedade de insetos em sua dieta, corroborando com o presente estudo e com FADURPE (2008).

**Tabela 2.3.A.3-10** - Itens alimentares, freqüência de ocorrência, índices alimentares (IAi) e volume para a dieta de *S. brandtii* referentes a todo o período estudado.

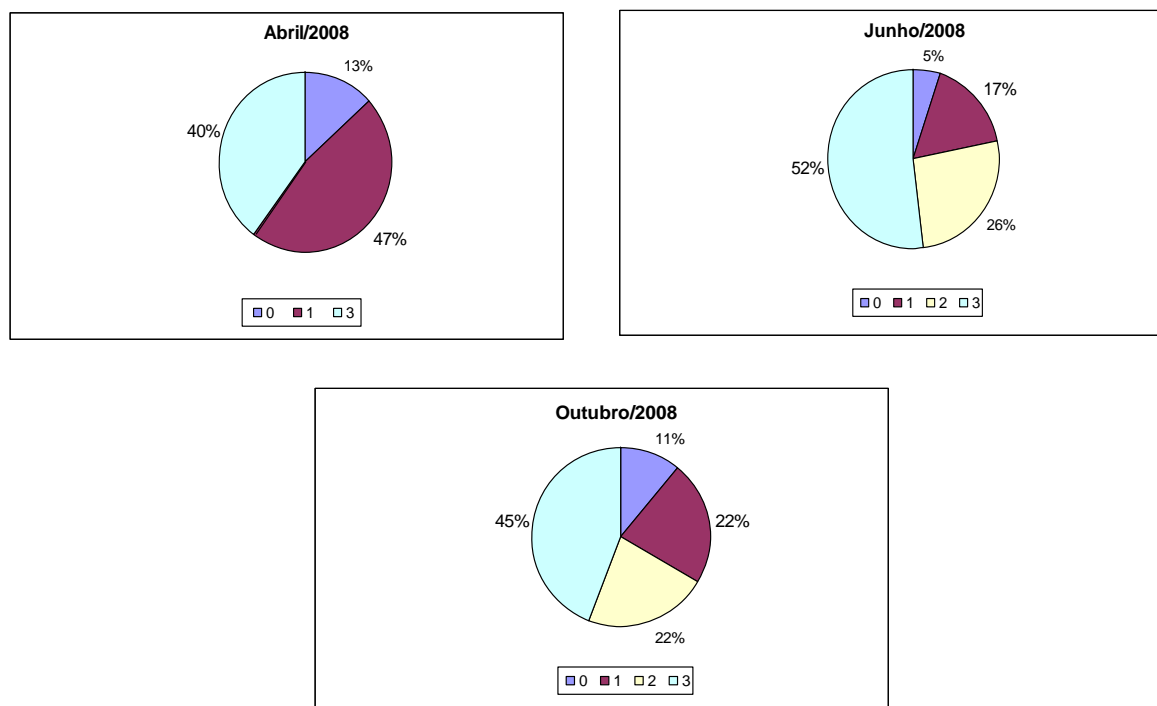
Itens alimentares	fev/08		abr/08		jun/08		ago/08		out/08	
	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi
Anisoptera									5,26	0,02
Bivalvia			26,67	0,49	31,58	0,43	30,00	0,58	10,53	0,03
Camarão					5,26	0,02	30,00	0,23	5,26	0,24
Camarão (partes)					21,05	0,14			5,26	0,01
Conchostraca									5,26	0,01
Escama	50,00	0,22			5,26	0,01	10,00	0,02		
Gastropoda			6,67	0,01						
Gastropoda (partes)							20,00	0,08	10,53	0,07
Hexapoda	50,00	0,78	20,00	0,12	10,53	0,04			31,58	0,48
Macrófita									5,26	0,01
Odonata			6,67	0,02						
Odonata (partes)									5,26	0,03
Peixe (partes)			20,00	0,35					5,26	0,03
Tecido animal					15,79	0,10	10,00	0,09		
Tecido vegetal			13,33	0,01						
Vértebra			6,67	0,00	10,53	0,26			10,53	0,09

### *Triportheus guenterii*

Foram analisados 102 indivíduos de *Triportheus guenterii*, conhecido vulgarmente como sardinha, referentes às campanhas de abril/2008 (n=15), junho/2008 (n=77), agosto/2008 (n=1) e outubro/2008 (n=9).

Dos indivíduos analisados registrou-se a predominância de estômagos completamente cheios, com valores que variaram de 40% (abril/08) a 52% (junho/08). Estômagos parcialmente cheios ocorreram apenas nos meses de junho/08 com 26% e outubro/08 com 22%. Já a categoria de estômagos parcialmente vazios variou entre 17% e 47%, enquanto que estômagos vazios tiveram valores entre 5% e 12% (Figura 2.3.A.3-10).

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou médias de 0,919 (abril/2008); 1,863 (junho/2008), 8,330 (agosto/2008) e 1,910 (outubro/2008). Em relação aos valores de Quociente Intestinal (QI), a espécie apresentou as seguintes médias: 0,907 (abril/2008); 1,230 (junho/2008), 1,100 (agosto/2008) e 0,649 (outubro/2008).



**Figura 2.3.A.3-10** – Graus de repleção de *T. guenteri* referentes a todo o período estudado.

Os valores de IR e QI estão bem próximos daqueles registrados para esta espécie no reservatório de Sobradinho (FADURPE, 2008) e diferem do estudo realizado por Gomes e Verani (2003) no reservatório de Três Marias, onde esta espécie apresentou um QI médio de 0,70.

Foram registradas 26 categorias alimentares para a dieta do *T. guenteri* durante todo o período estudado: Anisoptera, Bivalvia, Blattarie, Coleoptera, Coleoptera (partes), Conchostraca, Ephemeroptera, Ephemeroptera (*Campsurus* sp.), Ephemeroptera (ovos), Ephemeroptera (partes), Gastropoda, Gastropoda (partes), Hemiptera, Hemiptera (partes), Hexapoda (partes), Hymenoptera, Hymenoptera (partes), macrófita, Odonata, Odonata (partes), Orthoptera, peixes (partes), pupa, tecido animal, tecido vegetal, vértebra e Zygoptera (Tabela 2.3.A.3-11).

Os itens Ephemeroptera (*Campsurus* sp.), Ephemeroptera (ovos), Ephemeroptera (partes), Coleoptera, Hexapoda (partes), peixes (partes) e pupa obtiveram a maior frequência na dieta, sendo os três primeiros com ocorrência exclusiva nos meses de junho/08 e outubro/08. O item Hexapoda (partes) também foi o item com maiores valores de IAI nas análises e o de maior contribuição em termos volumétricos.

**Tabela 2.3.A.3-11** - Itens alimentares, frequência de ocorrência, índices alimentares (IAi) e volume para a dieta de *T. guenterii* referente a todo período estudado.

Itens alimentares	abr/08		jun/08		ago/08		out/08	
	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi
Anisoptera	3,85	0,02	1,69	<0,01				
bivalvia			0,56	<0,01				
Blattariae			0,56	<0,01				
Coleoptera	7,69	0,11	2,25	<0,01				
Coleoptera (partes)			3,37	<0,01	100,00	1,00	15,38	0,05
Conchostraca			5,62	<0,01				
Ephemeroptera	3,85	0,02	0,56	<0,01				
Ephemeroptera ( <i>Campsurus</i> sp)			3,93	0,01			15,38	0,22
Ephemeroptera (ovos)			12,36	0,16			7,69	0,02
Ephemeroptera (partes)			3,37	<0,01			15,38	0,33
Gastropoda	7,69	0,01	0,56	<0,01				
Gastropoda (partes)	7,69	0,04	3,37	0,01				
Hemiptera	7,69	0,01	1,69	<0,01			15,38	0,17
Hexapoda	26,92	0,42	38,20	0,78			7,69	0,04
Hymenoptera			0,56	<0,01			7,69	0,01
Hymenoptera (partes)								
Macrófita			0,56	<0,01			7,69	0,16
Odonata	3,85	0,00	1,12	<0,01			7,69	<0,01
Odonata (partes)			1,69	<0,01				
Orthoptera			1,12	<0,01				
Peixe (partes)	7,69	0,29	3,37	0,01				
Pupa			9,55	0,01				
Tecido animal			1,69	0,02				
Tecido vegetal	11,54	0,00						
Vértebra	11,54	0,07	1,69	<0,01				
Zygoptera			0,56	<0,01				

A espécie apresentou tendência a onívora, sendo a dieta composta em sua maior parte por insetos, peixes e vegetais. Gomes e Verani (2003) registraram também a freqüente ocorrência de insetos, variando apenas quanto ao tipo encontrado.

#### 2.3.A.4. Reprodução

Os dados presentes neste relatório dizem respeito às coletas realizadas durante o ano de 2008, entre os meses de fevereiro e outubro, nos reservatórios de Moxotó, P.A. I, II, III e P.A. IV.

O número de exemplares escolhidos para análise reprodutiva em alguns casos diferiu da análise alimentar e CPUE, pois alguns indivíduos não apresentaram características morfológicas e histológicas adequadas para tal procedimento.

##### *Acestrorhynchus britskii*

##### Reservatório de Moxotó

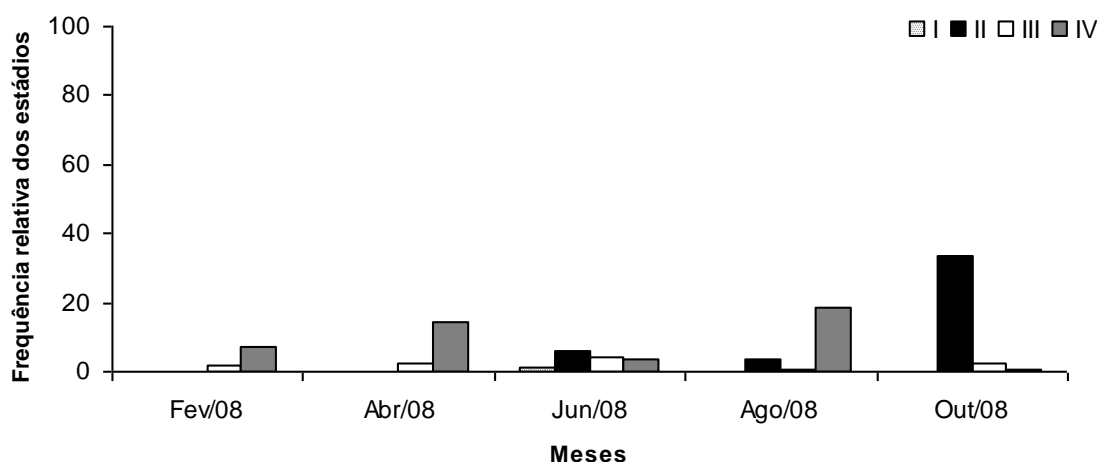
Desta espécie de peixe-cachorro, foram analisados 391 exemplares onde 285 eram fêmeas e 106, machos. A proporção sexual foi de 0,37M: 1F, com diferença significativa entre os sexos ( $\chi^2=20,96$ ), para todo o período (Tabela 2.3.A.4-1).

A variação do Índice gonadossomático (IGS) das fêmeas, juntamente com a distribuição dos estádios maturacionais, demonstra que houve atividade reprodutiva ao longo do período (Figura 2.3.A.4-1). O ápice de ocorrência de fêmeas parcialmente desovadas (IV) ocorreu em agosto/08 seguido do mês de abril/08, enquanto o pico maturacional (fêmeas maduras III) foi observado em junho/08. O IGS médio dos machos apresentou seu maior valor em agosto/08, no mesmo período em que houve queda no IGS médio das fêmeas devido às desovas (Tabela 2.3.A.4-2).

**Tabela 2.3.A.4-1** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *A. britskii* no reservatório de Moxotó.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08	26	8	76,47	23,53	28,03*
Abr/08	48	14	77,42	22,58	30,07*
Jun/08	42	15	73,68	26,32	22,44*
Ago/08	64	30	68,09	31,91	13,08*
Out/08	105	39	72,92	27,08	21,01*
<b>TOTAL</b>	<b>285</b>	<b>106</b>	<b>72,89</b>	<b>27,11</b>	<b>20,96*</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .



**Figura 2.3.A.4-1** – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *A. britskii* no período de fevereiro/08 a outubro/08 no reservatório de Moxotó. I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

**Tabela 2.3.A.4-2** - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *A. britskii*, no reservatório de Moxotó.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08	1,779	8,814	4,721	0,360	3,123	0,977
Abr/08	0,521	11,275	4,353	0,036	1,244	0,385
Jun/08	0,085	8,684	3,099	0,213	4,642	1,038
Ago/08	0,081	7,500	1,855	0,076	7,913	2,147
Out/08	0,365	10,236	3,327	0,063	10,360	0,882

## Reservatório de PA I, II, III

Analisou-se 259 exemplares de *A. britskii* entre os quais 204 eram fêmeas e 55, machos. A proporção sexual foi de 0,27M: 1F, com diferença significativa entre os sexos ( $\chi^2=33,10$ ), para todo o período considerado (Tabela 2.3.A.4-3).

A variação do IGS das fêmeas, quando comparada à distribuição dos estádios maturacionais, demonstra que houve atividade reprodutiva ao longo do período, mesmo não havendo espécimens nesta região em fevereiro/08, para análises de sua reprodução (Figura 2.3.A.4-2). O ápice de ocorrência de fêmeas IV ocorreu em agosto/08 seguido do mês de abril/08, enquanto o pico maturacional foi observado em agosto/08. O IGS médio dos machos apresentou seu maior valor em agosto/08, no mesmo período em que foi verificada a maior ocorrência de fêmeas IV (Tabela 2.3.A.4-4).

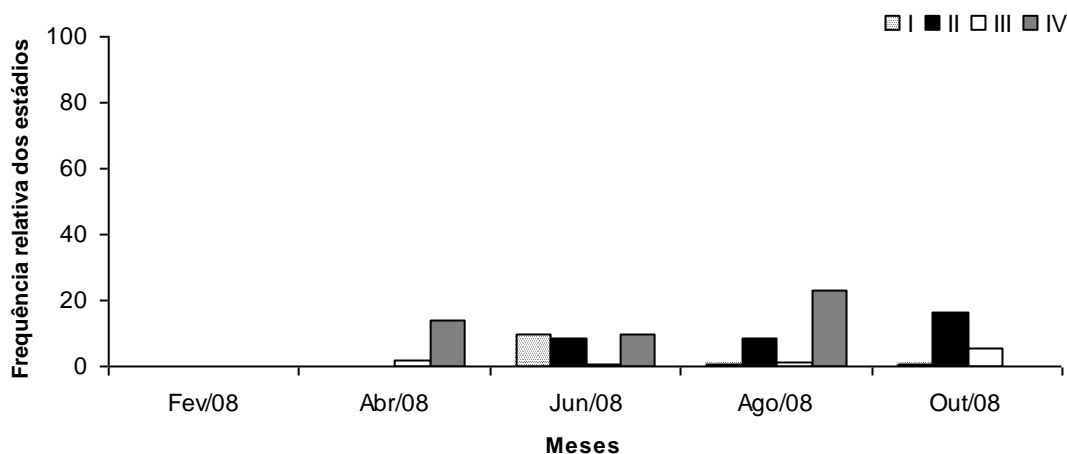
**Tabela 2.3.A.4-3** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *A. britskii* nos reservatórios de PA I, II, III.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08					
Abr/08	32	11	74,42	25,58	23,85*
Jun/08	58	14	80,56	19,44	37,35*
Ago/08	68	18	79,07	20,93	33,80*
Out/08	46	12	79,31	20,69	34,36*
<b>TOTAL</b>	<b>204</b>	<b>55</b>	<b>78,76</b>	<b>21,24</b>	<b>33,10*</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .

**Tabela 2.3.A.4-4** - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *A. britskii*, nos reservatórios de PA I, II, III.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08						
Abr/08	0,619	7,865	3,982	0,209	0,668	0,455
Jun/08	0,014	6,754	1,639	0,036	3,158	0,687
Ago/08	0,059	9,337	2,618	0,073	6,754	1,404
Out/08	0,683	7,093	3,633	0,014	1,933	0,532



**Figura 2.3.A.4-2** – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *A. britskii* no período de fevereiro/08 a outubro/08 nos reservatórios de PA I, II, III. I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

#### Reservatório de PA IV

Nesta região foram analisados 163 exemplares de *A. britskii* entre os quais 129 eram fêmeas e 34, machos. A proporção sexual foi de 0,26M: 1F, com diferença significativa entre os sexos ( $\chi^2=33,97$ ), com exceção do mês de abril/08, quando foram registrados uma fêmea e um macho e o resultado do  $\chi^2$  foi 0,00 (Tabela 2.3.A.4-5).

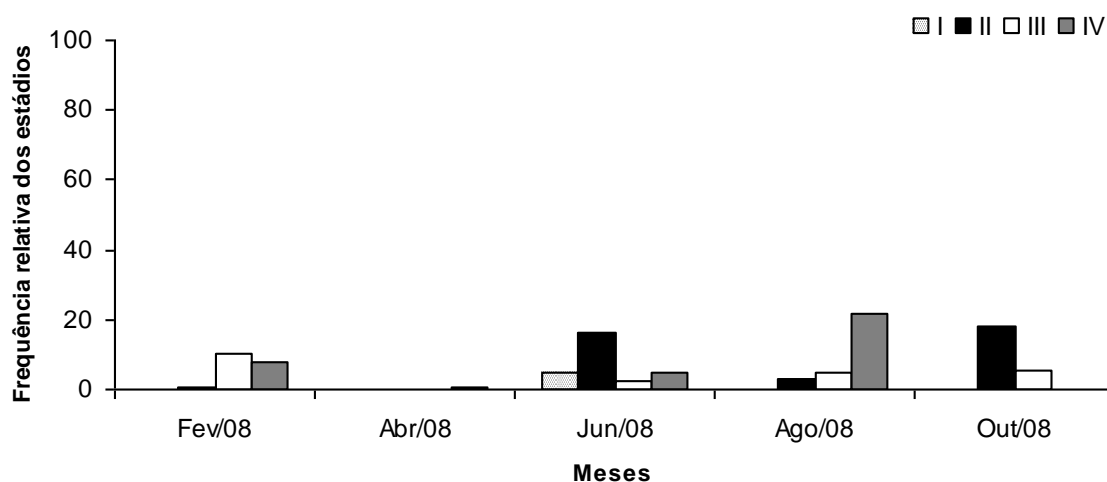
A variação do IGS das fêmeas, quando comparada à distribuição dos estádios maturacionais, demonstra que houve atividade reprodutiva ao longo do período, mesmo não havendo espécimens nesta região em fevereiro/08, para análises de sua reprodução (Figura 2.3.A.4-3). Enquanto em agosto/08 foi observada maior ocorrência de fêmeas IV, foi em fevereiro/08 que se verificou o pico maturacional. O IGS médio dos machos apresentou seu maior valor em agosto/08, no mesmo período em que foi verificada a maior ocorrência de fêmeas IV (Tabela 2.3.A.4-6).



**Tabela 2.3.A.4-5** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *A. britskii* no reservatório de PA IV.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08	24	4	85,71	14,29	51,02*
Abr/08	1	1	50,00	50,00	0,00
Jun/08	36	12	75,00	25,00	25,00*
Ago/08	38	10	79,17	20,83	34,03*
Out/08	30	7	81,08	18,92	38,64*
<b>TOTAL</b>	<b>129</b>	<b>34</b>	<b>79,14</b>	<b>20,86</b>	<b>33,97*</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .



**Figura 2.3.A.4-3** – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *A. britskii* no período de fevereiro/08 a outubro/08 nos reservatórios de PA IV. I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

**Tabela 2.3.A.4-6** - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *A. britskii*, nos reservatórios de PA IV.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08	1,500	14,614	6,695	0,481	0,853	0,682
Abr/08			4,345			0,363
Jun/08	0,208	6,522	2,392	0,004	2,407	0,657
Ago/08	0,164	5,671	2,570	0,359	5,109	2,811
Out/08	0,584	6,544	3,220	0,108	4,688	1,247

As diferenças observadas na proporção sexual, nos reservatórios de Moxotó, P.A. I, II, III e P.A. IV, podem se dever ao fato de que a espécie possui um dimorfismo sexual por tamanho, no qual as fêmeas atingem maiores comprimentos. Portanto, é provável que os machos de menor CP ainda não são capturados pela menor malha. A existência de vários picos maturacionais na atividade reprodutiva é condizente com o descrito por Barros e Santos (1996). Estes autores relatam que *A. britskii* possui desova do tipo parcelada, realizando suas desovas durante todo ano.

O padrão da atividade reprodutiva de *A. britskii*, nos três reservatórios, é semelhante ao verificado para outras espécies de peixe-cachorro (Hermes-Silva et al., 2004; Gomiero et al., 2008).

### *Acestrorhynchus lacustris*

#### Reservatório de Moxotó

Desta espécie de peixe-cachorro foi analisado um total de 4 exemplares, os quais foram identificados como fêmeas.

Não foi possível determinar o período de desova desta espécie devido a sua baixa ocorrência para a reprodução. Os espécimens analisados ocorreram nos meses de fevereiro/08 (03 fêmeas maduras III e 01 parcialmente desovada IV). Os valores mínimo, máximo e médio do IGS foram: 3,339; 8,255 e 5,893, respectivamente.

#### Reservatório de PA I, II, III

Nesta área não foram obtidos exemplares desta espécie, para estudos de sua biologia reprodutiva, ao longo de todo o período considerado.

## Reservatório de PA IV

Apenas em abril/08 foram analisados 31 exemplares, os quais 28 foram identificados como fêmeas e 3 como machos.

Por não haver dados suficientes não foi possível determinar o período de desova desta espécie. Os espécimens analisados apresentaram os seguintes estádios maturacionais: fêmeas (4 em maturação II, 2 maduras III e 22 parcialmente desovadas IV); machos (2 em maturação II e 1 esvasiado IV).

Os valores mínimo, máximo e médio do IGS das fêmeas foram respectivamente: 0,883; 6,089 e 3,282. Já a variação do IGS dos machos foi de 0,453 a 1,910 com média de 1,312.

## *Bryconops affinis*

## Reservatório de Moxotó

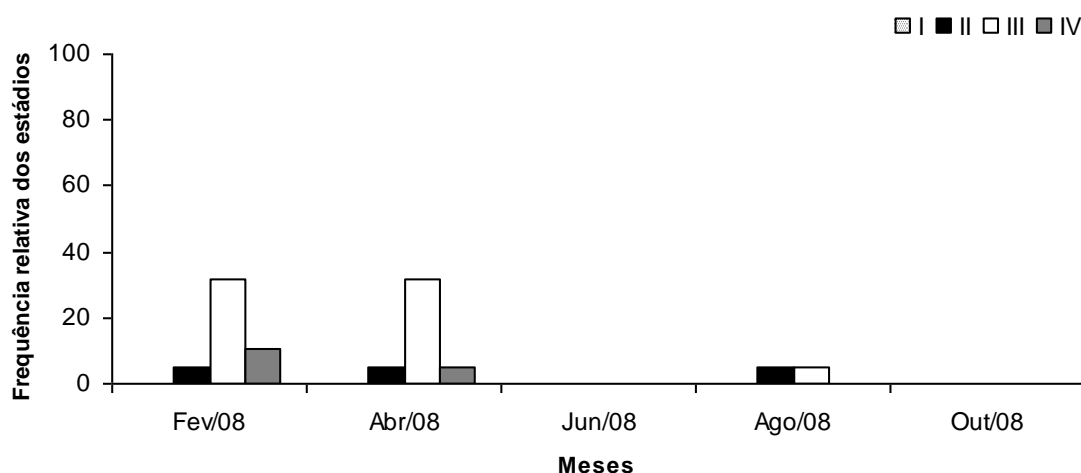
A proporção sexual foi de 0,74M: 1F, na qual a diferença entre sexos foi significativa ( $\chi^2=2,13$ ) num total de 33 exemplares sendo 19 fêmeas e 14 machos (Tabela 2.3.A.4-7).

Esta espécie, no reservatório de Moxotó, apresentou atividade reprodutiva nos primeiros meses do ano. Porém, não é seguro afirmar que esta seja a época em que se reproduz, pois foram observados apenas 2 exemplares fêmeas e 2 machos em agosto/08, induzindo à queda nos valores do IGS neste mês em relação aos outros. (Tabela 2.3.A.4-8). Observaram-se fêmeas maduras nos meses em que esta espécie ocorreu; ao passo que exemplares parcialmente desovados só foram registrados em fevereiro/08 e abril/08 (Figura 2.3.A.4-4).

**Tabela 2.3.A.4-7** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *B. affinis* no reservatório de Moxotó.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08	9	6	60,00	40,00	4,00*
Abr/08	8	6	57,14	42,86	2,04
Jun/08					
Ago/08	2	2	50,00	50,00	0,00
Out/08					
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>57,58</b>	<b>42,42</b>	<b>2,30</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .



**Figura 2.3.A.4-4** – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *B. affinis* no período de fevereiro/08 a outubro/08 no reservatório de Moxotó. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

**Tabela 2.3.A.4-8** - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *B. affinis*, no reservatório de Moxotó.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08	0,589	7,525	4,081	0,160	0,800	0,392
Abr/08	0,427	7,05	2,353	0,100	0,433	0,231
Jun/08						
Ago/08	0,143	0,708		0,175	0,415	
Out/08						

## Reservatório de PA I, II, III

No período de fevereiro/08 a outubro/08 foi analisado um total de 80 exemplares, sendo 55 fêmeas e 25 machos numa proporção sexual de 0,45M: 1F, na qual a diferença entre sexos foi significativa ( $\chi^2=14,06$ ) (Tabela 2.3.A.4-9).

A atividade reprodutiva de *Bryconops cf. affinis*, mesmo não tendo sido analisada em todos os meses do ano, apresentou atividade reprodutiva apenas nos últimos meses do ano. Apesar de terem sido observadas apenas 2 fêmeas em abril/08 que foram classificadas como parcialmente desovadas, além de outros exemplares que receberam a mesma classificação no mês de agosto/08. Ainda assim, não é seguro afirmar que esta seja a época em que se reproduz (Tabela 2.3.A.4-10) (Figura 2.3.A.4-5).

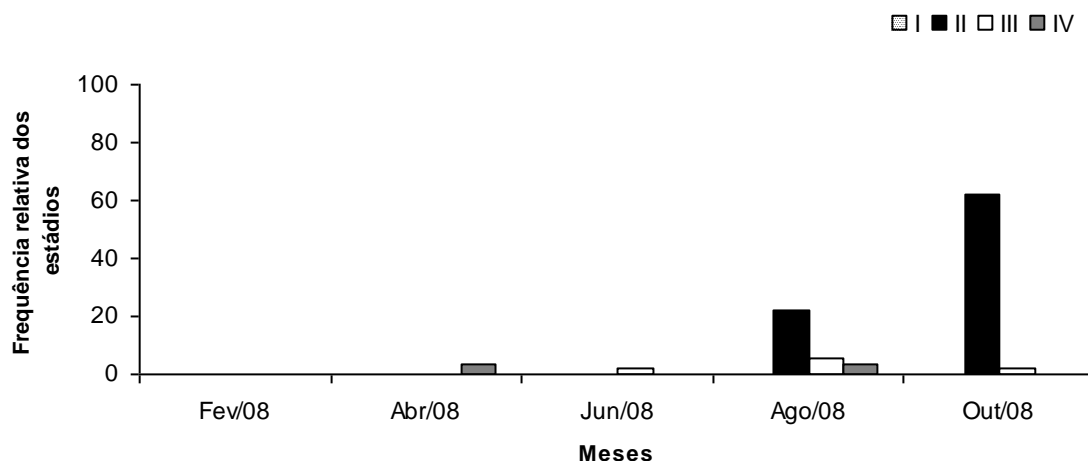
**Tabela 2.3.A.4-9** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *B. affinis* nos reservatórios de PA I, II, III.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08					
Abr/08	2	2	50,00	50,00	0,00
Jun/08	1		100,00	0,00	100,00*
Ago/08	17	2	89,47	10,53	62,33*
Out/08	35	21	62,50	37,50	6,25*
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>25</b>	<b>68,75</b>	<b>31,25</b>	<b>14,06*</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .

**Tabela 2.3.A.4-10** - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *B. affinis*, nos reservatórios de PA I, II, III.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08						
Abr/08	0,311	0,608		0,136	0,145	
Jun/08			1,038			
Ago/08	0,293	5,521	2,454	0,171	0,173	
Out/08	0,245	8,785	4,154	0,009	0,850	0,305



**Figura 2.3.A.4-5** – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *B. affinis* no período de fevereiro/08 a outubro/08 nos reservatórios de PA I, II, III. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

#### Reservatório de PA IV

Foram analisados apenas 6 exemplares desta espécie no reservatório de PA IV, para avaliação de sua atividade reprodutiva. Esta carência de dados inviabiliza qualquer conclusão no período considerado.

Foram identificadas 2 fêmeas (1 em maturação e outra madura) e 4 machos (2 em maturação, 1 maduro e 1 esvasiado).

O IGS de ambos os sexos constam na Tabela 2.3.A.4-11.

**Tabela 2.3.A.4-11** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *B. cf. affinis* no reservatório de PA IV.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08								
Abr/08	1	4			9,732	0,146	0,655	0,340
Jun/08								
Ago/08								
Out/08	1				2,529			

A predominância de fêmeas, observada em Moxotó e PA I, II, III, pode estar relacionada com a mortalidade predominante de algum dos sexos durante alguma

fase da vida ou por dimorfismo sexual relacionado ao tamanho Vazzoler (1996). De acordo com Pinto-Coelho (2006), *B. cf. affinis* se enquadra no grupo dos peixes que se reproduz o ano todo com desova do tipo parcelada, tais como *Plagioscion squamosissimus*, *Pigocentrus piraya* e *Serrasalmus brandtii*, numa avaliação realizada no reservatório de Três Marias/MG.

### *Curimatella lepidura*

#### Reservatório de Moxotó

Ao longo do período estudado, foi analisado um total de 9 indivíduos, sendo 5 fêmeas, 1 macho e 1 exemplar identificado como imaturo (sexo não definido). Devido a pouca quantidade de exemplares, não é possível traçar um padrão reprodutivo da espécie. Apesar disso, a distribuição dos estádios maturacionais das fêmeas é semelhante à observada por Alvarenga et al. (2006), no reservatório de Juramento/MG.

Os espécimens analisados ocorreram nos meses de abril/08 (1 fêmea parcialmente desovada - IV), junho/08 (2 machos em maturação e 1 exemplar identificado como imaturo), e outubro/08 (1 fêmea imatura, 1 em maturação e 2 em repouso; além de 1 macho imaturo).

Os valores do IGS ambos os sexos constam da Tabela 2.3.A.4-12

**Tabela 2.3.A.4-12** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *C. lepidura*, no reservatório de Moxotó.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08								
Abr/08	1				1,450			
Jun/08		2				0,027	0,056	
Ago/08								
Out/08	4	1	0,011	0,349	0,134		0,009	

#### Reservatório de PA I, II, III

Não foi possível avaliar a atividade reprodutiva de *C. lepidura* devido à ausência de dados para tal estudo.

#### Reservatório de PA IV

Não foi possível avaliar a atividade reprodutiva de *C. lepidura* devido à ausência de dados para tal estudo.

#### *Hoplias malabaricus*

#### Reservatório de Moxotó

A proporção sexual foi de 0,58M: 1F, na qual se verificou diferença significativa considerando-se o total de exemplares obtidos no período (19, sendo 12 fêmeas e 7 machos) ( $\chi^2=6,93$ ), podendo estar relacionada não só com o pequeno número de indivíduos que foram analisados, mas, também, com a ausência de espécimens de um dos dois sexos em alguns meses (Tabela 2.3.A.4-13).

Apesar da não ocorrência de fêmeas em fevereiro/08, o maior valor do IGS destas foi registrado em junho/08. Mesmo com sua distribuição irregular no período considerado, o IGS dos machos apresentou seu menor valor em agosto/08, coincidindo com a diminuição do IGS verificada nas fêmeas (Tabela 2.3.A.4-14).

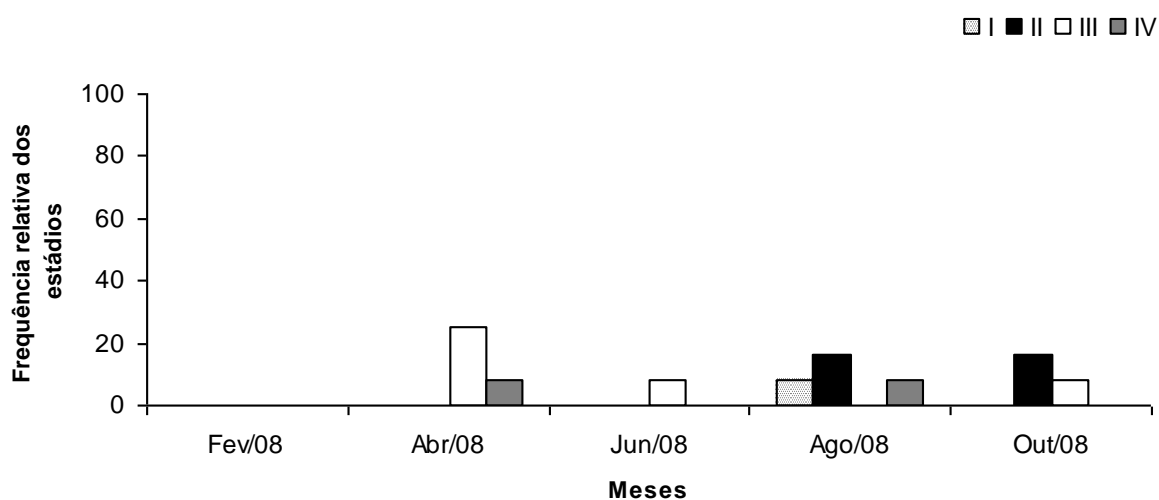
Ainda, a distribuição de frequência dos estádios maturacionais mostrou maior quantidade de fêmeas maduras e em maturação. Além disso, fêmeas parcialmente desovadas foram observadas em abril/08 e agosto/08 (Figura 2.3.A.4-6).



**Tabela 2.3.A.4-13** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *H. malabaricus* no reservatório de Moxotó.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08		1		100,00	100,00*
Abr/08	4		100,00		100,00*
Jun/08	1		100,00		100,00*
Ago/08	4	3	57,14	42,86	2,04
Out/08	3	3	50,00	50,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>63,16</b>	<b>36,84</b>	<b>6,93*</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .



**Figura 2.3.A.4-6** – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *H. malabaricus* no período de fevereiro/08 a outubro/08 no reservatório de Moxotó. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

**Tabela 2.3.A.4-14** - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *H. malabaricus* no reservatório de Moxotó.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08						0,116
Abr/08	0,833	3,612	2,287			
Jun/08			4,298			
Ago/08	0,041	0,384	0,182	0,017	0,159	0,075
Out/08	0,070	1,600	0,608	0,089	0,786	0,328

### Reservatório de PA I, II, III

Ao longo do período estudado, foi analisado um total de 5 indivíduos, 3 fêmeas e 2 machos. Devido a pouca quantidade de exemplares, não é possível traçar um padrão reprodutivo da espécie na área do reservatório de PA I, II, III.

Os estádios maturacionais observados para as fêmeas foram: junho/08 (1 fêmea madura) e agosto/08 (1 em maturação e outra madura). Quanto aos machos, em abril/08 (1 maduro) e agosto/08 (1 em maturação).

Os valores do IGS de ambos os sexos constam da Tabela 2.3.A.4-15.

**Tabela 2.3.A.4-15** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *H. malabaricus* no reservatório de PA I, II, III.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08								
Abr/08		1						0,107
Jun/08	1				3,442			
Ago/08	2	1	0,104	5,903				0,056
Out/08								

### Reservatório de PA IV

Ao longo do período estudado, foi analisado um total de 8 indivíduos, 4 de cada sexo. Devido a pouca quantidade de exemplares, não é seguro traçar um padrão reprodutivo da espécie na área do reservatório de PA IV. Apesar disso, com a ocorrência de uma fêmea parcialmente desovada em abril/08 supõe-se que a região pode estar sendo utilizada como área de desova. Ainda para o mesmo sexo, em agosto/08 foram identificados os estádios em maturação e maduro e em outubro/08, em maturação. Todos os machos observados em junho/08 estavam maduros ao passo que o único analisado em outubro/08 estava em maturação.

Os valores do IGS de ambos os sexos constam da Tabela 2.3.A.4-16.

**Tabela 2.3.A.4-16** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *H. malabaricus* no reservatório de PA IV.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08								
Abr/08	1				0,627			
Jun/08		3				0,128	0,140	0,133
Ago/08	2		0,031	4,907				
Out/08	1	1			1,568			0,114

A identificação de exemplares parcialmente desovados em Moxotó e PA IV sugere que esta espécie se reproduz na região. Além disso, período em que estes indivíduos ocorreram é semelhante ao verificado por Marques et al. (2001), que relataram que *H. malabaricus* desova entre abril e julho, na barragem do rio Gramame/PB.

#### *Leporinus taeniatus*

#### Reservatório de Moxotó

Entre os meses de fevereiro e outubro de 2008, foram analisados 7 indivíduos, sendo 5 fêmeas e 2 machos. Devido a pouca quantidade de exemplares, não é possível determinar o período reprodutivo desta espécie.

Os espécimens analisados ocorreram nos meses de agosto/08 (2 fêmeas em maturação e 1 macho maduro), e outubro/08 (3 fêmeas em maturação e além de 1 macho em maturação).

Os valores do IGS dos 2 sexos constam da Tabela 2.3.A.4-17.

**Tabela 2.3.A.4-17** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *L. taeniatus*, no reservatório de Moxotó.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08								
Abr/08								
Jun/08								
Ago/08	2	1	0,084	0,140				0,454
Out/08	3	1	0,107	0,515	0,377			1,012

#### Reservatório de PA I, II, III

Na área do reservatório de PA I, II, III foi analisado apenas 1 exemplar que ocorreu em junho/08, sendo identificada como fêmea parcialmente desovada, com IGS igual a 0,183. Sua ocorrência não viabiliza a observação de um padrão reprodutivo na região, porém, pode indicar que esta espécie utiliza a área como local de desova.

#### Reservatório de PA IV

Não foram analisados exemplares de *L. taeniatus* no reservatório de PA IV, quanto ao estudo de sua biologia reprodutiva.

#### *Metynnis maculatus*

##### Reservatório de Moxotó

Desta espécie de pacu, foram analisados 18 exemplares onde 14 eram fêmeas e 4 eram machos. Os dados não são suficientes para determinar o padrão reprodutivo na região estudada.

Em abril/08 foram observadas 2 fêmeas imaturas, 1 madura e 8 parcialmente desovadas. Em agosto/08, por sua vez, analisou-se 1 fêmea imatura e 2 parcialmente desovadas, e 3 machos imaturos e 1 em maturação.

Os valores do IGS dos 02 sexos constam da Tabela 2.3.A.4-18.

**Tabela 2.3.A.4-18** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *M. maculatus*, no reservatório de Moxotó.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08								
Abr/08	11		0,090	5,377	2,256			
Jun/08								
Ago/08	3	4	0,413	5,489	3,418	0,028	0,070	0,057
Out/08								

#### Reservatório de PA I, II, III

Desta espécie de pacu, foram analisados 4 exemplares, 2 de cada sexo. Os dados não são suficientes para determinar o padrão reprodutivo na região estudada.

Foram identificadas 2 fêmeas maduras (em fevereiro/08 e abril/08); 1 macho em maturação em abril/08 e 1 esvasiado em agosto/08.

Os valores do IGS dos 2 sexos constam da Tabela 2.3.A.4-19.

**Tabela 2.3.A.4-19** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *M. maculatus*, no reservatório de PA I, II, III.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08	1				3,513			
Abr/08	1	1			3,279			0,226
Jun/08								
Ago/08		1			0,360			
Out/08								

#### Reservatório de PA IV

Analisou-se 44 exemplares de *M. maculatus* entre os quais 21 eram fêmeas e 23, machos. A proporção sexual foi de 1,1M: 1F, sem diferença entre os sexos ( $\chi^2=0,21$ ), para todo o período considerado ao contrário do observado mensalmente (Tabela 2.3.A.4-20).

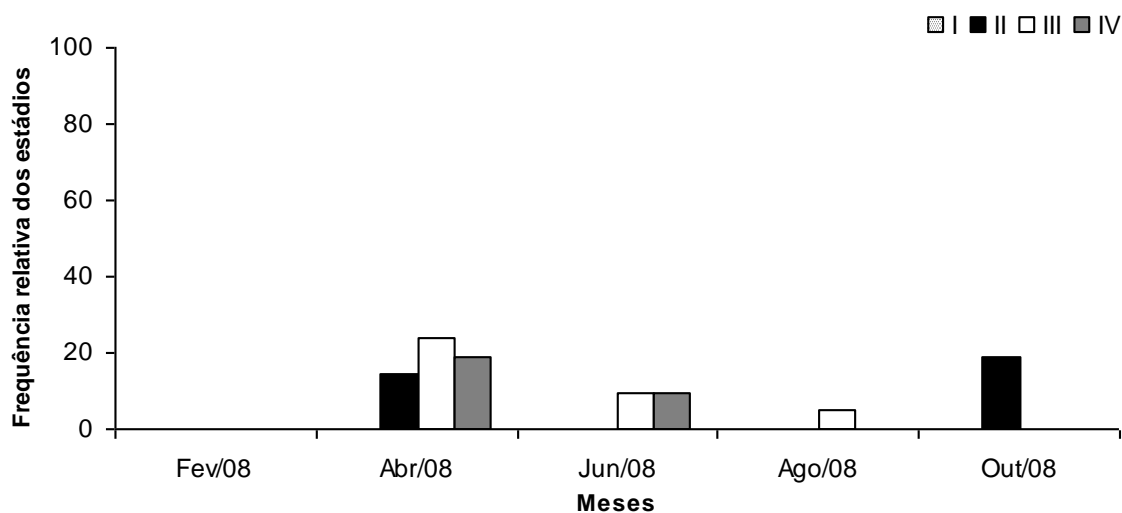
Apesar da irregularidade na distribuição dos valores do IGS, quando comparada à distribuição dos estádios maturacionais das fêmeas, demonstra que houve atividade

reprodutiva ao longo do período, mesmo não havendo espécimes nesta região em fevereiro/08, para análises de sua reprodução (Figura 2.3.A.4-7). O ápice de ocorrência de fêmeas IV ocorreu em abril/08 e junho/08, enquanto o pico maturacional foi observado em abril/08. O IGS médio dos machos apresentou seu maior valor em agosto/08 (Tabela 2.3.A.4-21).

**Tabela 2.3.A.4-20** - Freqüência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *M. maculatus* no reservatório de PA IV.

Meses	Freqüência absoluta		Freqüência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08					
Abr/08	12	19	38,71	61,29	5,10*
Jun/08	4	1	80,00	20,00	36,00*
Ago/08	1	1	50,00	50,00	0,00
Out/08	4	2	66,67	33,33	11,11*
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>47,73</b>	<b>52,27</b>	<b>0,21</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .



**Figura 2.3.A.4-7** – Freqüência absoluta dos estádios maturacionais das fêmeas de *M. maculatus* no período de fevereiro/08 a outubro/08 no reservatório de PA IV. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

**Tabela 2.3.A.4-21** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *M. maculatus* no reservatório de PA IV.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08						
Abr/08	0,096	6,588	2,102	0,047	0,259	0,160
Jun/08	0,067	2,925	1,119			0,014
Ago/08			6,823			0,426
Out/08	2,025	3,783	3,160	0,185	0,400	

### *Myleus micans*

#### Reservatório de Moxotó

Os exemplares analisados foram obtidos em fevereiro/08. São 3 fêmeas e 5 machos. O IGS das fêmeas foi desde 7,095 até 7,316 com média igual a 7,173; todas apresentaram gônadas maduras. O IGS dos machos variou de 0,027 a 0,361 com média igual a 0,197; os estádios maturacionais e quantidade de indivíduos foram: em maturação (3), maduro (1) e esvasiado (1).

A ocorrência unicamente no mês de fevereiro impossibilita a verificação de um padrão em sua atividade reprodutiva.

#### Reservatório de PA I, II, III

Não foram analisados exemplares de *M. micans* quanto ao estudo de sua biologia reprodutiva.

#### Reservatório de PA IV

Não foram analisados exemplares de *M. micans* quanto ao estudo de sua biologia reprodutiva nesta região.

*Parauchenipterus galeatus*

Reservatório de Moxotó

A proporção sexual foi de 1,17M: 1F, sem apresentar diferença para todo o período ( $\chi^2=0,59$ ), ao contrário do observado mensalmente. No total, foram analisados 26 exemplares sendo 12 fêmeas e 14 machos (Tabela 2.3.A.4-22).

Apesar da ausência de exemplares analisados em outubro/08, pode-se observar que esta espécie se reproduziu em abril e agosto de 2008, com a identificação de fêmeas maduras em todos os meses amostrados (Figura 2.3.A.4-8). Na Tabela 2.3.A.4-23 é possível observar a variação do IGS de ambos os sexos. De acordo com Medeiros et al. (2003), estudando esta mesma espécie determinando seu período reprodutivo na lagoa de Extremoz, RN, verificaram que esta se reproduziu na época de chuva na região, que foi de março a agosto.

**Tabela 2.3.A.4-22** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *P. galeatus* no reservatório de Moxotó.

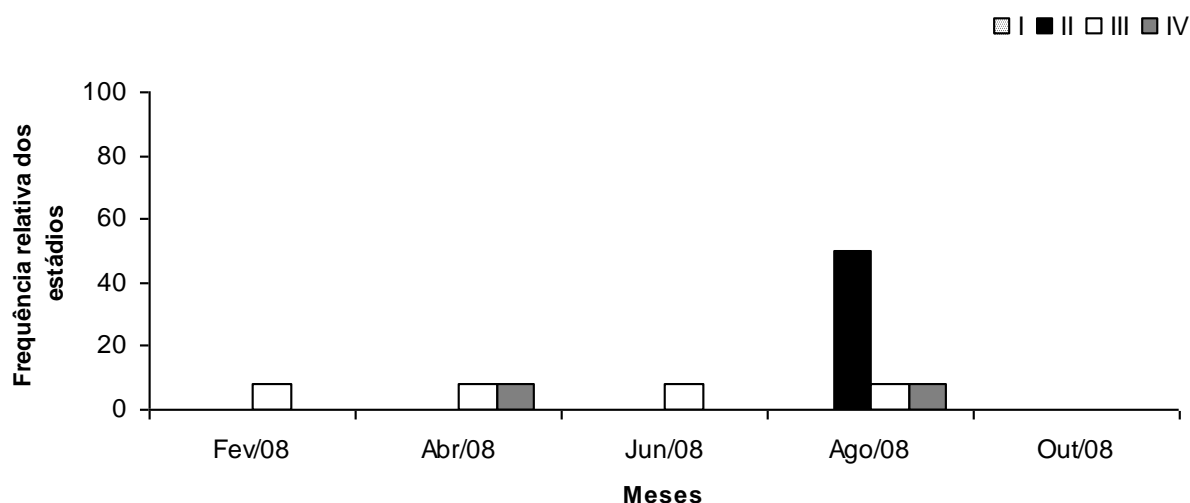
Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08	1	2	33,33	66,67	11,11*
Abr/08	2	4	33,33	66,67	11,11*
Jun/08	1	3	25,00	75,00	25,00*
Ago/08	8	5	61,54	38,46	5,33*
Out/08					
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>46,15</b>	<b>53,85</b>	<b>0,59</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .

**Tabela 2.3.A.4-23** - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *P. galeatus*, no reservatório de Moxotó.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08			6,858	7,520	8,477	
Abr/08	6,533	7,878		4,571	9,930	7,933
Jun/08			10,516	5,976	10,593	7,895
Ago/08	1,882	6,383	4,449	8,625	15,057	10,886
Out/08						





**Figura 2.3.A.4-8** – Frequência absoluta dos estádios maturacionais das fêmeas de *P. galeatus* no período de fevereiro/08 a outubro/08 no reservatório de Moxotó. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

#### Reservatório de PA I, II, III

Desta espécie, foram analisados 5 exemplares, 2 fêmeas e 3 machos. Os dados não são suficientes para determinar o padrão reprodutivo na região estudada.

Todos os exemplares foram analisados em agosto/08 sendo 1 fêmea em maturação e outra madura, além de 3 machos maduros.

Os valores do IGS ambos os sexos constam da Tabela 2.3.A.4-24.

**Tabela 2.3.A.4-24** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *P. galeatus*, no reservatório de PA I, II, III.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08								
Abr/08								
Jun/08								
Ago/08	2	3	1,594	5,845		5,738	11,330	8,724
Out/08								

## Reservatório de PA IV

Foram analisados 19 exemplares, 5 fêmeas e 14 machos. Em abril foram identificados 1 macho imaturo, 2 maduros e 1 esvasiado. Em junho foram 4 fêmeas em maturação e uma parcialmente desovada, além de 2 machos imaturos, 7 maduros e 1 esvasiado. Os dados, na forma como estão distribuídos, não permite determinar o padrão reprodutivo na região considerada. Porém, é possível afirmar que a região é utilizada como local de desova pela ocorrência de 1 fêmea parcialmente desovada.

Os valores do IGS ambos os sexos constam da Tabela 2.3.A.4-25.

**Tabela 2.3.A.4-25** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *P. galeatus*, no reservatório de PA IV.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08								
Abr/08		4				3,989	8,746	6,504
Jun/08	5	10	0,171	3,701	2,401	0,576	7,175	5,190
Ago/08								
Out/08								

## *Pimelodus maculatus*

### Reservatório de Moxotó

Entre os meses de fevereiro e outubro de 2008, foram analisados 5 indivíduos, todos fêmeas. Devido a pouca quantidade de exemplares, não é possível determinar o período reprodutivo desta espécie.

Os espécimens analisados ocorreram nos meses de abril/08 (1 fêmea parcialmente desovada), junho/08 (2 fêmeas em maturação) e outubro/08 (2 fêmeas em maturação).

Os valores do IGS constam da Tabela 2.3.A.4-26.

**Tabela 2.3.A.4-26** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *P. maculatus*, no reservatório de Moxotó.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08								
Abr/08	1				1,299			
Jun/08	2		0,005	0,028				
Ago/08								
Out/08	2		0,428	0,659				

#### Reservatório de PA I, II, III

Não foram analisados exemplares de *P. maculatus* no reservatório de PA I, II, III quanto ao estudo de sua biologia reprodutiva.

#### Reservatório de PA IV

Foram analisados dois exemplares em todo o período considerado. Ambos ocorreram em fevereiro/08 e foram identificados como macho maduro (IGS de 0,573) e esvasiado (IGS de 0,137). A pouca disponibilidade de dados não permite verifica o padrão reprodutivo.

#### *Plagioscion squamosissimus*

#### Reservatório de Moxotó

Foram analisados 66 exemplares da pescada, onde 30 eram fêmeas e 36, machos. A proporção sexual foi de 1,20M: 1F. Mesmo os machos tendo sido maioria ao final do período estudado, não houve diferença significativa entre os sexos ( $\chi^2=0,83$ ), apesar da variação na quantidade de indivíduos, de cada sexo, ao longo dos meses (Tabela 2.3.A.4-27).

Não foram analisadas fêmeas em fevereiro/08 e abril/08; mesmo assim, ao se analisar a distribuição dos estádios maturacionais e a variação do IGS das fêmeas, percebe-se que *P. squamosissimus* se reproduziu em todos os meses em que

ocorreu, fato evidenciado pela ocorrência de exemplares parcialmente desovados (Figura 2.3.A.4-9). Na Tabela 2.3.A.4-28 listados os valores mínimo, máximo e médio do IGS dos dois sexos.

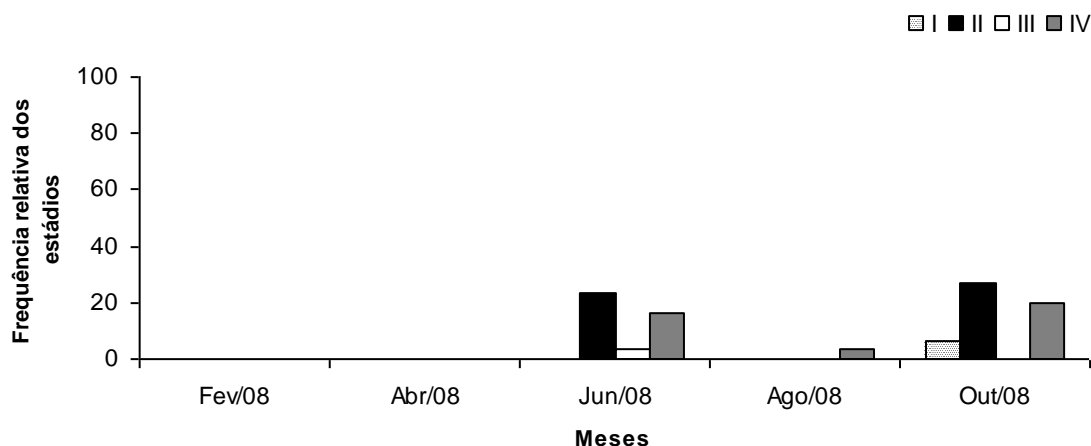
**Tabela 2.3.A.4-27** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *P. squamosissimus* no reservatório de Moxotó.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08		2	0,00	100,00	100,00*
Abr/08		5	0,00	100,00	100,00*
Jun/08	13	9	59,09	40,91	3,31
Ago/08	1	11	8,33	91,67	69,44*
Out/08	16	9	64,00	36,00	7,84*
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>36</b>	<b>45,45</b>	<b>54,55</b>	<b>0,83</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .

**Tabela 2.3.A.4-28** - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *P. squamosissimus*, no reservatório de Moxotó.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08				0,120	0,260	
Abr/08				0,049	0,177	0,089
Jun/08	0,018	0,290	0,071	0,014	0,139	0,059
Ago/08			0,068	0,052	0,337	0,131
Out/08	0,006	0,168	0,079	0,004	0,083	0,031



**Figura 2.3.A.4-9** – Frequência absoluta dos estádios maturacionais das fêmeas de *P. squamosissimus* no período de fevereiro/08 a outubro/08 no reservatório de Moxotó. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

## Reservatório de PA I, II, III

Foram analisados 44 exemplares da pescada, os quais 18 foram identificados como fêmeas e 26 como machos. A proporção sexual foi de 1,44M: 1F. Ao final do período, verificou-se que não houve diferença entre os sexos ( $\chi^2=3,31$ ) (Tabela 2.3.A.4-29).

Não foram analisados machos em fevereiro/08. A análise da distribuição dos estádios maturacionais das fêmeas mostra que esta espécie se reproduziu na região ao longo do período. Fêmeas parcialmente desovadas foram identificadas em abril/08, junho/08 e outubro/08 (Figura 2.3.A.4-10). Os valores do IGS dos dois sexos constam da Tabela 2.3.A.4-30.

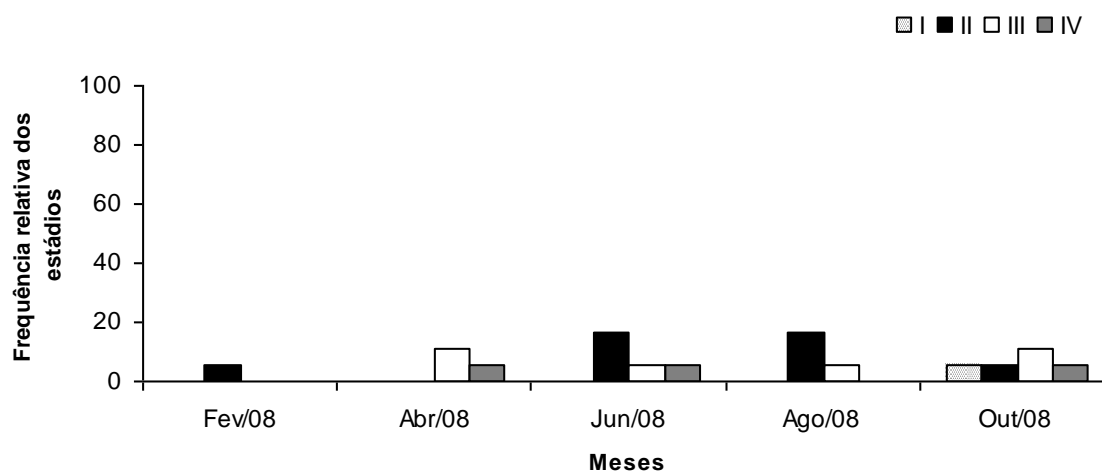
**Tabela 2.3.A.4-29** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *P. squamosissimus* no reservatório de PA I, II, III.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08	1		100,00	0,00	100,00*
Abr/08	3	2	60,00	40,00	4,00*
Jun/08	5	5	50,00	50,00	0,00
Ago/08	4	12	25,00	75,00	25,00*
Out/08	5	7	41,67	58,33	2,78
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>40,91</b>	<b>59,09</b>	<b>3,31</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .

**Tabela 2.3.A.4-30** - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *P. squamosissimus*, no reservatório de PA I, II, III.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08			0,190			
Abr/08	0,110	0,301	0,204	0,240	0,387	
Jun/08	0,066	0,247	0,190	0,035	0,187	0,117
Ago/08	0,022	0,233	0,097	0,002	0,217	0,073
Out/08	0,005	0,077	0,038	0,009	0,123	0,046



**Figura 2.3.A.4-10** – Frequência absoluta dos estádios maturacionais das fêmeas de *P. squamosissimus* no período de fevereiro/08 a outubro/08 no reservatório de PA I, II, III. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

#### Reservatório de PA IV

Foram analisados e identificados 37 fêmeas e 31 machos, totalizando 68 exemplares. A proporção sexual foi de 1,44M: 1F. Ao final do período, verificou-se que não houve diferença entre os sexos ( $\chi^2=0,84$ ) (Tabela 2.3.A.4-31).

Não foram analisados machos em abril/08. A análise da distribuição dos estádios maturacionais das fêmeas mostra que esta espécie se reproduziu na região ao longo do período. Fêmeas parcialmente desovadas foram identificadas em praticamente todos os meses, com exceção de junho/08 (Figura 2.3.A.4-11). Os valores do IGS dos dois sexos constam da Tabela 2.3.A.4-32.

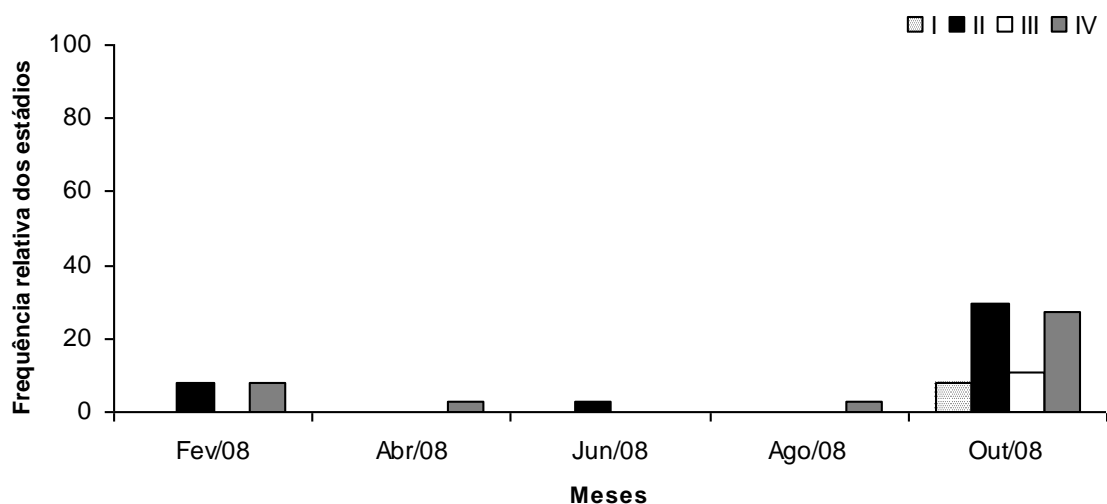
**Tabela 2.3.A.4-31** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *P. squamosissimus* no reservatório de PA IV.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08	6	2	75,00	25,00	25,00*
Abr/08	1		100,00	0,00	100,00*
Jun/08	1	1	50,00	50,00	0,00
Ago/08	1	8	11,11	88,89	60,49*
Out/08	28	20	58,33	41,67	2,78
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>31</b>	<b>54,41</b>	<b>45,59</b>	<b>0,78</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .

**Tabela 2.3.A.4-32** - Variação mensal do Índice gonadosomático de fêmeas e machos de *P. squamosissimus*, no reservatório de PA IV.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08	0,046	0,248	0,142	0,055	0,185	
Abr/08			0,198			
Jun/08			0,195			0,478
Ago/08			0,087	0,009	0,205	0,073
Out/08	0,013	0,641	0,094	0,001	0,829	0,084



**Figura 2.3.A.4-11** – Frequência absoluta dos estádios maturacionais das fêmeas de *P. squamosissimus* no período de fevereiro/08 a outubro/08 no reservatório de PA IV. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

Foi observado nos reservatórios de Moxotó, PA I, II, III e PA IV houve variação na proporção sexual ao longo dos meses. Este fato pode se dever à mortalidade e ao crescimento ou, até mesmo, a disponibilidade de alimento que podem interferir na proporção sexual de uma comunidade (Nikolsky, 1969; Vazzoler, 1996).

Foi notado por SANTOS et al. (2003) para esta mesma espécie, no Ceará e por FELIX (2008) no reservatório de Pedra (Bahia), que esta se reproduz ao longo do ano com picos de desova em fevereiro e junho, dado um pouco diferente do observado aqui, pois a maior parte das fêmeas parcialmente desovadas foi identificada em outubro/08, mês com maior número de exemplares analisados. A ocorrência de vários picos de

desovas, nos três reservatórios supracitados, sugere que o tipo de desova de *P. squamosissimus* é parcelado.

### *Prochilodus costatus*

#### Reservatório de Moxotó

Entre os meses de fevereiro e outubro de 2008, foram analisados 5 indivíduos, sendo 4 fêmeas e 1 macho. Devido a pouca quantidade de exemplares, não é possível determinar o período reprodutivo desta espécie.

Os espécimens analisados ocorreram nos meses de junho/08 (3 fêmeas: imatura, em maturação e madura; e 1 macho imaturo) e agosto/08 (1 fêmea parcialmente desovada). O registro de ao menos um exemplar parcialmente desovado sugere que a região é utilizada como área de desova por esta espécie.

Os valores do IGS ambos os sexos constam da Tabela 2.3.A.4-33.

**Tabela 2.3.A.4-33** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *P. costatus*, no reservatório de Moxotó.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08								
Abr/08								
Jun/08	3	1	0,010	0,532	0,216			0,003
Ago/08	1				0,193			
Out/08								

#### Reservatório de PA I, II, III

Foi analisado apenas 1 exemplar, identificado com macho, de modo que não é possível determinar o período reprodutivo desta espécie.

Este espécime foi obtido em abril/08 e suas gônadas encontravam-se maduras. O IGS calculado foi de 1,515.



#### Reservatório de PA IV

Somente 1 exemplar foi analisado e identificado com macho, o que não permite determinar o período reprodutivo desta espécie.

As gônadas deste espécime, obtido em abril/08, apresentava-se em maturação e o IGS calculado foi de 0,064.

#### *Pygocentrus piraya*

#### Reservatório de Moxotó

Foram analisados 2 indivíduos, sendo 1 fêmea e 1 macho, todos obtidos em abril/08. Devido a pouca quantidade de exemplares não é possível determinar o período reprodutivo desta espécie.

Os estádios maturacionais apresentados foram: 1 fêmea madura (com IGS de 3,140) e 1 macho em maturação (com IGS de 2,847).

#### Reservatório de PA I, II, III

Foi analisado apenas um exemplar, identificando com fêmea, em agosto/08. A pouca quantidade de exemplares não permite determinar o período reprodutivo desta espécie.

As gônadas da fêmea em questão apresentavam-se parcialmente desovadas e IGS igual a 0,113. A identificação deste estágio maturacional sugere que *P. piraya* pode estar utilizando a área do reservatório de PA I, II, III como local de desova.

#### Reservatório de PA IV

Apenas em outubro/08 foi analisado apenas um exemplar, identificando com fêmea. Esta quantidade de exemplares não permite determinar o período reprodutivo desta espécie. Este espécime apresentava gônadas maduras e IGS igual a 12,468.

*Serrasalmus brandtii*

Reservatório de Moxotó

Foram analisados 15 exemplares da pirambeba, onde 9 eram fêmeas e 6, machos. A proporção sexual foi de 0,67M: 1F, com diferença significativa na proporção sexual ( $\chi^2=4,00$ ) (Tabela 2.3.A.4-34).

A ausência de fêmeas parcialmente desovadas não permite sugerir se esta espécie se reproduz na região, porém foram observados exemplares imaturos indica que o local de desova pode ser próximo (Figura 2.3.A.4-12).

Foram observados dois picos maturacionais das fêmeas, em abril/08 e outubro/08 (Tabela 2.3.A.4-35).

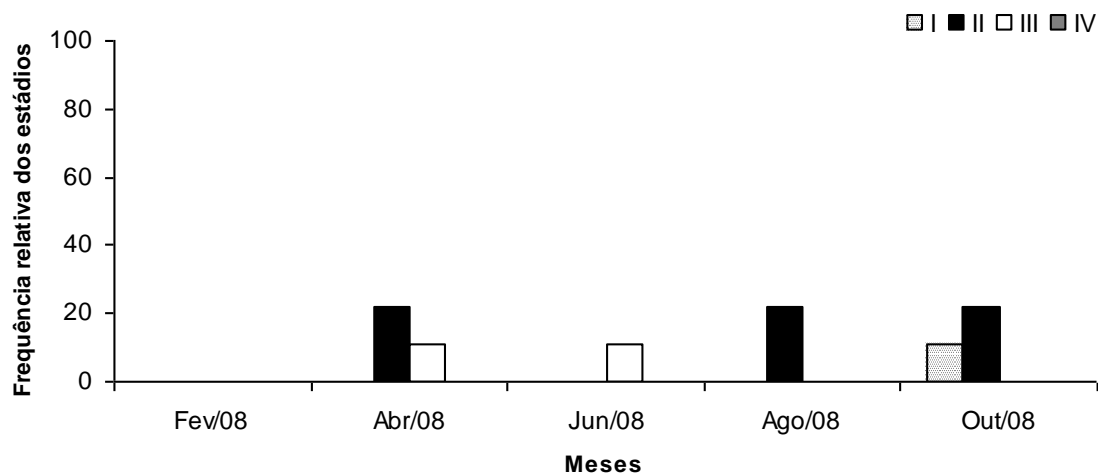
**Tabela 2.3.A.4-34** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *S. brandtii* no reservatório de Moxotó.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08		1		100,00	100,00*
Abr/08	3	3	50,00	50,00	0,00
Jun/08	1		100,00	0,00	100,00*
Ago/08	2		100,00	0,00	100,00*
Out/08	3	2	60,00	40,00	4,00*
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>60,00</b>	<b>40,00</b>	<b>4,00*</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .

**Tabela 2.3.A.4-35** - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *S. brandtii*, no reservatório de Moxotó.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08						0,176
Abr/08	0,438	3,160	1,390	0,145	0,400	0,289
Jun/08			0,221			
Ago/08	0,097	0,290				
Out/08	0,018	1,096	0,517	0,025	0,030	



**Figura 2.3.A.4-12** – Frequência absoluta dos estádios maturacionais das fêmeas de *S. brandtii* no período de fevereiro/08 a outubro/08 no reservatório de Moxotó. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

#### Reservatório de PA I, II, III

Foram analisados 9 exemplares da pirambeba, onde 3 eram fêmeas e 6, machos. A distribuição dos espécimes não permite tirar maiores conclusões a respeito de seu padrão reprodutivo na região (Tabela 2.3.A.4-36).

Os estádios maturacionais registrados mensalmente para cada sexo, foram: abril/08 (1 macho maduro); junho/08 (1 macho maduro); agosto/08 (1 fêmea parcialmente desovada e 1 macho em maturação); outubro/08 (1 fêmea imatura e 1 em maturação; além de 3 machos em maturação).

A ocorrência de fêmeas imatura e parcialmente desovada sugere que *S. brandtii* pode estar utilizando a região como local de desova.

**Tabela 2.3.A.4-36** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *S. brandtii*, no reservatório de PA I, II, III.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08								
Abr/08		1						0,264
Jun/08		1						1,136
Ago/08	1	1			0,233			0,038
Out/08	2	3	0,421	0,450		0,080	0,600	0,270

## Reservatório de PA IV

Foram analisados 26 exemplares da pirambeba, onde 20 eram fêmeas e 6, machos. A proporção sexual foi de 0,30M: 1F, com diferença significativa na proporção sexual ( $\chi^2=28,99$ ) (Tabela 2.3.A.4-37).

Espécimes machos só foram registrados em abril/08 e junho/08, ao passo que as fêmeas não foram analisadas em fevereiro/08. Apenas em abril/08 foi identificada 1 fêmea parcialmente desova. Já fêmeas imaturas ocorreram também em junho/08 (Figura 2.3.A.4-13). O registro destes dois estádios sugere que *S. brandtii* se reproduz na região ou próximo desta.

Levando-se em consideração a ocorrência de fêmeas maduras, foram observados dois picos maturacionais das fêmeas, em agosto/08 e outubro/08. Em abril/08 foi verificado o maior número de fêmeas em maturação, estádio este observado em todos os meses (Tabela 2.3.A.4-38).

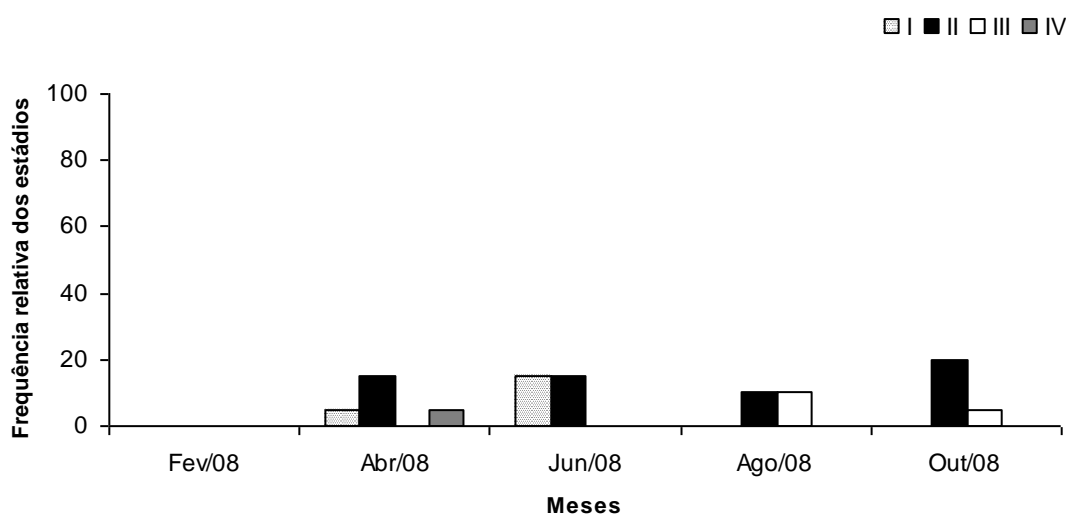
**Tabela 2.3.A.4-37** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *S. brandtii* no reservatório de PA IV.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08					
Abr/08	5	2	71,43	28,57	18,37*
Jun/08	6	4	60,00	40,00	4,00*
Ago/08	4		100,00	0,00	100,00*
Out/08	5		100,00	0,00	100,00*
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>76,92</b>	<b>23,08</b>	<b>28,99*</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .

**Tabela 2.3.A.4-38** - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *S. brandtii*, no reservatório de PA IV.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08						
Abr/08	0,402	2,71	0,975	0,262	0,337	
Jun/08	0,019	0,522	0,223	0,081	0,556	0,248
Ago/08	0,259	0,746	0,479			
Out/08	0,235	3,511	0,995			



**Figura 2.3.A.4-13** – – Frequência absoluta dos estádios maturacionais das fêmeas de *S. brandtii* no período de fevereiro/08 a outubro/08 no reservatório de PA IV. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

No presente estudo, apenas em PA I, II, III os machos foram mais abundantes que as fêmeas. Esta diferença na proporção sexual observada entre os reservatórios pode ser devido a taxa de mortalidade, ao crescimento ou a disponibilidade de alimento, neste caso, diferenciada entre as regiões consideradas (Nikolsky, 1969; Vazzoler, 1996). Assim como em Moxotó e PA IV, a maior representatividade das fêmeas também foi observada na represa de Três Marias, alto rio São Francisco/MG, de acordo com Teles e Godinho (1997) e Godinho e Godinho (2003).

Os meses em que as fêmeas parcialmente desovadas ocorreram coincidem com a época de desova verificada por Teles e Godinho (1997), que também observaram exemplares imaturos indicando que *Serrasalmus brandtii* utiliza o corpo do reservatório como local de desova.

*Triportheus guentheri*

Reservatório de Moxotó

Foram analisados 99 exemplares da pirambeba, onde 59 eram fêmeas e 40 eram machos. A proporção sexual foi de 0,68M: 1F, no entanto, não foi verificada diferença significativa proporção sexual ( $\chi^2=3,68$ ), mesmo com as fêmeas sendo maioria em relação aos machos (Tabela 2.3.A.4-39).

A ocorrência de fêmeas parcialmente desovadas entre fevereiro e junho de 2008, indica que este é o período em que a sardinha está se reproduzindo. O fato de também haver exemplares imaturos é mais um indicativo de que a região (ou áreas próximas) é utilizada como local de desova (Figura 2.3.A.4-14). Fêmeas maduras só foram registradas em fevereiro/08, coincidindo com o maior valor calculado do IGS (Tabela 2.3.A.4-40).

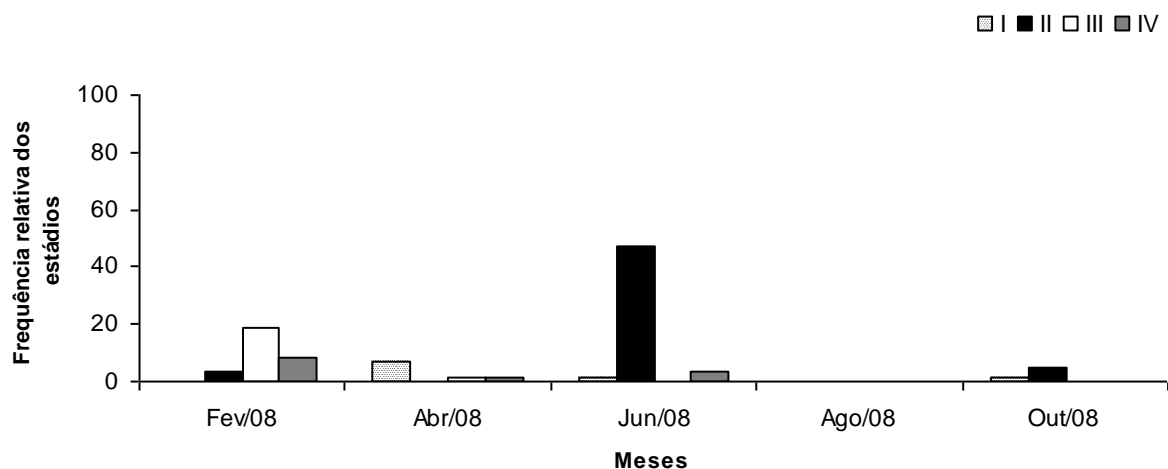
**Tabela 2.3.A.4-39** - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *T. guentheri* no reservatório de Moxotó.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Fev/08	18	12	60,00	40,00	4,00*
Abr/08	6		100,00	0,00	100,00*
Jun/08	31	25	55,36	44,64	1,15
Ago/08					
Out/08	4	3	57,14	42,86	2,04
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>40</b>	<b>59,60</b>	<b>40,40</b>	<b>3,68</b>

\*Diferença significativa para  $\chi^2 > 3,84$ .

**Tabela 2.3.A.4-40** - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *T. guentheri*, no reservatório de Moxotó.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08	0,744	10,850	5,919	0,204	5,590	1,220
Abr/08	0,200	8,000	2,878			
Jun/08	0,007	3,669	0,532	0,004	0,412	0,146
Ago/08						
Out/08	0,181	0,665	0,441	0,006	0,054	0,022



**Figura 2.3.A.4-14** – Frequência absoluta dos estádios maturacionais das fêmeas de *T. guentheri* no período de fevereiro/08 a outubro/08 no reservatório de Moxotó. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

#### Reservatório de PA I, II, III

Nesta região, apenas em abril/08 foram analisados exemplares de *T. guentheri*, 1 fêmea e 4 machos. A pouca quantidade de exemplares não permite inferir sobre o padrão reprodutivo desta espécie no referido reservatório.

Os estádios maturacionais observados para cada sexo foram: 1 fêmea madura; 2 machos maduros e 2 esvasiados. Os valores do IGS constam da Tabela 2.3.A.4-41.

**Tabela 2.3.A.4-41** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *T. guentheri*, no reservatório de PA I, II, III.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08								
Abr/08	1	4			4,047	0,360	1,092	0,756
Jun/08								
Ago/08								
Out/08								

Reservatório de PA IV

Nesta região, apenas em junho/08 foram analisados exemplares de *T. guentheri*, 4 fêmeas e 3 machos. A pouca quantidade de exemplares não permite inferir sobre o padrão reprodutivo desta espécie no referido reservatório.

Os estádios maturacionais observados para cada sexo foram: 4 fêmeas maduras; 2 machos em maturação e 1 maduro. Os valores do IGS constam da Tabela 2.3.A.4-42.

**Tabela 2.3.A.4-42** - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *T. guentheri*, no reservatório de PA IV.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Fev/08								
Abr/08								
Jun/08	4	3	2,292	6,139	4,000	0,182	1,268	0,581
Ago/08								
Out/08								



## 2.4. Considerações finais

- Mesmo que nem todas as espécies analisadas nos reservatórios do Complexo Paulo Afonso (Moxotó, PA I, II, III e PA IV) tenham apresentado número suficiente de exemplares para estudo, fica evidente cada um dos reservatórios é utilizado, se não por todas as espécies, mas por boa parte delas como área de desenvolvimento gonadal (maturação), desovas e também – em alguns casos – crescimento dos juvenis.
- Para as espécies nas quais foi possível observar pico maturacional das gônadas e identificar fêmeas parcialmente desovadas, verificou-se que estes fatos ocorreram nos momentos em que os reservatórios em questão começavam a receber ou já estavam com maiores volumes de água no período como um todo.
- Com a continuidade das coletas, a importância desta área para atividade reprodutiva, não só das espécies economicamente visadas, mas também das espécies forrageiras poderá ser confirmada.

### 3. Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água

O rio São Francisco não tem sido objeto de estudos sistematizados sobre aspectos limnológicos ou de qualidade da água ao longo de toda sua extensão. As informações disponíveis, compiladas de diferentes fontes, referem-se apenas a determinados trechos ao longo dos estados que atravessa, através do monitoramento descontínuo no tempo e no espaço por órgãos ambientais estaduais (principalmente Minas Gerais, Bahia e Pernambuco).

As águas interiores tendem a ser os primeiros habitats a sofrerem degradação antrópica em decorrência da escolha dos homens em se fixarem nas áreas às margens dos rios, e utilizar os recursos hídricos para diversas finalidades. A fragmentação desses habitats, incluindo a construção de barragens e canalização dos rios, provoca perdas ou mudanças em seus ambientes naturais, exigindo adaptações das comunidades às novas condições ambientais, em função das transformações da hidrodinâmica original, que afetam diretamente a biodiversidade dos sistemas aquáticos.

O monitoramento limnológico e avaliação da qualidade da água dos reservatórios do complexo de Paulo Afonso (Moxotó, PA I, II e III e PA IV), através da compreensão de variáveis limnológicas e hidrológicas, da quantidade de sólidos suspensos e dissolvidos na água e do seu regime de vazão, permitem reconhecer alterações ocorridas, seus fatores causadores e efeitos sobre as comunidades naturais, em trechos de rio e reservatório, possibilitando uma melhor compreensão de toda a bacia hidrográfica e o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos.

Esta atividade, busca ampliar os cuidados com o meio ambiente e com a qualidade da água, através da análise de variáveis físicas, químicas e biológicas, e da concentração de agrotóxicos, bem como a determinação preventiva da concentração de óleos lubrificantes e isolantes no reservatório. A maior disponibilidade de informações sobre as características limnológicas do ambiente de estudo, permitirá estabelecer um quadro referencial ao longo do tempo sobre as principais características de qualidade da água do reservatório e suas diferenças espaciais e sazonais. Permitirá, também, avaliar o seu estado trófico e identificar eventuais locais de contribuição com matéria orgânica de

origem doméstica, bem como possíveis contribuições antrópicas no processo de carreamento de material alóctone para o corpo hídrico. Ainda, possibilitará a adoção de ações reparadoras em equipamentos da UHE, que apresentarem vazamentos de óleos lubrificantes.

### **3.1. Objetivos**

#### **3.1.A. Objetivo Geral**

Caracterizar o ecossistema aquático da área de abrangência do estudo, bem como suas comunidades aquáticas (bentos, nécton e plâncton), realizando o monitoramento sedimentológico, limnológico, da qualidade da água, das áreas aquícolas, da concentração de agrotóxicos e dos óleos lubrificantes e graxas, propondo ações de recuperação dos ecossistemas e suas comunidades.

#### **3.1.B. Objetivos Específicos**

- Monitorar a qualidade da água na área de abrangência do Programa, a partir de estudos de variáveis físicas, químicas e biológicas (fitoplâncton, zôoplâncton, bentos, clorofila a e feofitina), com vistas a fornecer subsídios para o gerenciamento ambiental da bacia do rio São Francisco;
- Monitorar as áreas aquícolas na área de abrangência do Programa e avaliar seus efeitos sobre a qualidade da água;
- Realizar monitoramento da presença de óleos lubrificantes e graxas à montante e a jusante das barragens;
- Monitorar a concentração de agrotóxicos no sedimento em diferentes pontos da área de abrangência do programa, levando-se em consideração o uso e ocupação do solo no seu entorno;

- Identificar, mapear, diagnosticar e monitorar as atividades e fontes de poluição externas (urbanas, industriais e agrícolas, etc.) aos reservatórios, em suas características físicas, químicas e biológicas, na área de abrangência do programa;
- Associar às estações de qualidade de água, estações de sedimento para o monitoramento da comunidade zoobentônica e das concentrações de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica em sedimento; bem como de sua granulometria;
- Identificar, caracterizar e monitorar semestralmente as cargas sólidas afluentes aos reservatórios decorrentes de processos erosivos, determinando e acompanhando sazonalmente a taxa de sedimentação;
- Avaliar sazonalmente o transporte de sedimentos dentro dos reservatórios, através de medições de descargas líquidas e sólidas;
- Avaliar os efeitos do transporte de sedimentos nas características físicas, químicas e biológicas da água dos reservatórios;
- Estabelecer parâmetros bioindicadores para o monitoramento ambiental dos ecossistemas aquáticos, com respectivas justificativas e metodologia; e
- Propor enquadramento da água, dos diferentes ecossistemas aquáticos, de acordo com a CONAMA 357/2005.

### **3.2. Princípios Gerais e Metodologia**

A metodologia a ser empregada nos diferentes procedimentos para a realização do monitoramento limnológico e a avaliação da qualidade da água, com seus respectivos instrumentos, é apresentada a seguir.

A equipe técnica executora do monitoramento atuou de forma integrada, de modo a permitir uma visão holística das atividades e estimular a percepção dos diferentes profissionais participantes, numa ação interdisciplinar. Ainda, a mesma deverá manter uma articulação permanente com a equipe técnica do DEMG/CHESF visando, desde a definição e acertos metodológicos, até a avaliação contínua das atividades desenvolvidas e dos resultados obtidos, mediante reuniões periódicas de trabalho e a participação conjunta em atividades em campo.

### **3.2.A. Estações de coleta**

As estações de monitoramento, num total de quarenta e um (41), foram distribuídas ao longo do eixo central dos reservatórios e suas reentrâncias (Mapa em anexo), e a presença de tributários, conforme a finalidade a que se destinam. A Tabela 3.2.A-1 apresenta uma caracterização resumida e sua localização. Todas as estações, após definição conjunta com o DEMG/CHESF, tiveram suas posições definitivas devidamente georeferenciadas (Tabela 3.2.A-2), empregando-se um aparelho portátil de posicionamento global (GPS), marca GARMIN, modelo 12.

Dentre o total de estações citado acima, quinze (15) destinam-se ao monitoramento limnológico, tendo sido denominadas de MOX 01 a MOX 08, PA 01 e PA 02 e PAIV 01 a PAIV 05, onze (11) ao monitoramento de áreas aquícolas, doze (12) ao monitoramento de óleos e graxas e três (3) em captações para abastecimento público. Dentre as estações de monitoramento limnológico, duas (2) delas têm a concentração de agrotóxicos monitorada e seis (6) as comunidades dos macroinvertebrados bentônicos.

As estações destinadas ao monitoramento de eventuais contaminações com óleos e graxas, num total de doze (12), foram denominadas de acordo com o reservatório a ser avaliado, sendo cinco (5) em Moxotó, de MO OG 01 a MO OG 05, três (3) em Paulo Afonso I, II e III, de P1 OG 01 a P1 OG 03, e quatro (4) em Paulo Afonso IV, de P4 OG 01 a P4 OG 04, estando discriminadas na Tabela 3.2.A-1.

Nestas campanhas foram implantadas onze (11) estações de monitoramento de áreas aquícolas, sendo as dez primeiras em Moxotó (MO PI 01 a MO PI 10) e uma em PA I, II e III (P1 PI 01). Os empreendimentos foram escolhidos conjuntamente com o DEMG/CHESF, em diferentes áreas dos reservatórios, sendo considerados de médio a grande porte.

Para a realização das atividades de campo, incluindo o deslocamento de Recife - PE até a área de estudo, foi empregado veículo utilitário da executora, bem como embarcação motorizada para navegação nos reservatórios. Uma base operacional de campo foi implantada em Paulo Afonso - BA, para dar suporte às equipes durante a realização das campanhas de monitoramento.

A Tabela 3.2.A-3 resume o conjunto de variáveis analisadas em cada estação.

**Tabela 3.2.A-1** - Identificação e caracterização das estações de monitoramento dos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso.

Nº.	Estação	Características/Justificativa
1	MOX 01	Ponto no corpo central, aproximadamente 3 km a jusante da barragem de Itaparica.
2	MOX 02	Ponto na calha central, aproximadamente 8 km a jusante da estação MOX 01.
3	MOX 03	Ponto no rio Moxotó, a aproximadamente 10 km da calha central do reservatório.
4	MOX 04	Ponto na desembocadura do rio Moxotó, a 2,5 km da calha central.
5	MOX 05	Ponto na margem direita do reservatório, próximo ao município de Glória.
6	MOX 06	Ponto na calha central, aproximadamente 7 km a montante da barragem.
7	MOX 07	Ponto na margem direita do reservatório, aos arredores da cidade de Paulo Afonso-BA.
8	MOX 08	Ponto na margem direita do reservatório, no início do canal escavado de abastecimento da Usina de PA IV.
9	PA 01	Ponto a aproximadamente 1 km a jusante do sangradouro da barragem de Moxotó, próximo da saída de água da AAT.
10	PA 02	Ponto na calha central a aproximadamente 0,5 km a montante da barragem de PA I, II e III.
11	PAIV 01	Ponto no final do canal escavado de abastecimento da Usina de PA IV.
12	PAIV 02	Ponto a aproximadamente 0,5 km a montante da barragem de PA IV.
13	PAIV 03	Ponto na margem direita do reservatório, próximo ao bairro do Mulungu.
14	PAIV 04	Ponto no corpo central, aproximadamente 4 km a montante da barragem, em frente aos meandros da direita e central do reservatório.
15	PAIV 05	Ponto no corpo central, aproximadamente 3 km a montante da barragem, no meandro esquerdo do reservatório.
16	MO OG 01	Ponto na margem esquerda do reservatório, 500m a montante da barragem.
17	MO OG 02	Ponto na margem direita do reservatório, 500m a montante da barragem.
18	MO OG 03	Ponto na margem esquerda do reservatório, na saída d'água a direita da Usina, 500m a jusante da barragem.
19	MO OG 04	Ponto na margem esquerda do reservatório, na saída d'água a esquerda da Usina, 500m a jusante da barragem.
20	MO OG 05	Ponto na margem direita do reservatório, abaixo do sangradouro, 500m a jusante da barragem.
21	P1 OG 01	Ponto na margem esquerda do reservatório, 500m a montante da barragem de PA I, II e III.
22	P1 OG 02	Ponto na calha central a aproximadamente 0,5 km a montante da barragem de PA I, II e III.
23	P1 OG 03	Ponto na margem direita do reservatório, 1 km a montante de PA I, II e III.
24	P4 OG 01	Ponto na margem esquerda do reservatório, 0,5 km a montante da barrag. de PA IV.
25	P4 OG 02	Ponto na margem direita do reservatório, 0,5 km a montante da barragem de PA IV.
26	P4 OG 03	Ponto na margem esquerda do reservatório, 0,5 km a jusante da barragem de PA IV.
27	P4 OG 04	Ponto na margem direita do reservatório, 0,5 km a jusante da barragem de PA IV.
28	MO PI 01	Ponto próximo ao empreendimento aquícola Pedra D'água
29	MO PI 02	Ponto próximo ao empreendimento aquícola Associação Santa Rita
30	MO PI 03	Ponto próximo ao empreendimento aquícola Assoc. dos Novos Criadores de Tilápia



31	MO PI 04	Ponto próximo ao empreendimento aquícola à margem esquerda do reservatório
32	MO PI 05	Ponto próximo ao empreendimento aquícola Netuno
33	MO PI 06	Ponto próximo ao empreendimento aquícola à margem esquerda do reservatório
34	MO PI 07	Ponto próximo ao empreendimento aquícola à margem direita do reservatório
35	MO PI 08	Ponto próximo ao empreendimento aquícola à margem direita do reservatório
36	MO PI 09	Ponto próximo ao empreendimento aquícola à margem direita do reservatório
37	MO PI 10	Ponto na entrada d'água do empreendimento da AAT.
38	P1 PI 01	Ponto na saída d'água do empreendimento da AAT.
39	MO CA 01	Captação do município de Jatobá (PE)
40	P1 CA 01	Captação da Vila Moxotó, em Delmiro Gouveia (AL).
41	P1 CA 02	Captação da Vila Jardim Cordeiro, em Delmiro Gouveia (AL).

**Tabela 3.2.A-2** - Coordenadas planas UTM das estações de amostragem dos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso. Datum SAD 69, Zona 24.

Nº	Estação	Coord. Leste	Coord. Norte	Nº	Estação	Coord. Leste	Coord. Norte
1	MOX 01	577004	8986728	21	P1 OG 01	587470	8961754
2	MOX 02	578954	8979150	22	P1 OG 02	587243	8961689
3	MOX 03	591617	8975102	23	P1 OG 03	586913	8962054
4	MOX 04	585590	8970536	24	P4 OG 01	586269	8959421
5	MOX 05	583548	8967163	25	P4 OG 02	586535	8958826
6	MOX 06	585658	8966534	26	P4 OG 03	587255	8958895
7	MOX 07	582993	8964939	27	P4 OG 04	587451	8958944
8	MOX 08	584146	8963447	28	MO PI 01	576548	8984135
9	PA 01	586151	8964229	29	MO PI 02	580394	8980978
10	PA 02	587243	8961689	30	MO PI 03	579675	8979540
11	PAIV 01	584528	8959870	31	MO PI 04	580944	8977969
12	PAIV 02	586196	8959297	32	MO PI 05	582293	8975409
13	PAIV 03	585095	8957884	33	MO PI 06	583446	8973197
14	PAIV 04	582786	8957352	34	MO PI 07	577668	8979056
15	PAIV 05	583044	8959024	35	MO PI 08	579940	8974452
16	MO OG 01	586975	8965864	36	MO PI 09	582683	8969742
17	MO OG 02	585150	8963979	37	MO PI 10	585150	8963979
18	MO OG 03	587178	8965339	38	P1 PI 01	585957	8964257
19	MO OG 04	586962	8965256	39	MO CA 01	578951	8985759
20	MO OG 05	585624	8964114	40	P1 CA 01	587178	8965339
21	P1 OG 01	587470	8961754	41	P1 CA 02	588043	8963847
22	P1 OG 02	587243	8961689				

**Tabela 3.2.A-3** - Conjunto de variáveis monitoradas em cada estação de amostragem dos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (LIMNO – monitoramento limnológico, AGRO – resíduos de agrotóxicos, OG – óleos e graxas, PI – áreas aquícolas, BENTOS – macroinvertebrados bentônicos e CA – captações d'água).

Nº	Estação	Variáveis	Nº	Estação	Variáveis
1	MOX 01	LIMNO	22	P1 OG 02	OG
2	MOX 02	LIMNO e BENTOS	23	P1 OG 03	OG
3	MOX 03	LIMNO	24	P4 OG 01	OG
4	MOX 04	LIMNO, AGRO e BENTOS	25	P4 OG 02	OG
5	MOX 05	LIMNO e BENTOS	26	P4 OG 03	OG
6	MOX 06	LIMNO	27	P4 OG 04	OG
7	MOX 07	LIMNO	28	MO PI 01	LIMNO e PIS
8	MOX 08	LIMNO	29	MO PI 02	LIMNO e PIS
9	PA 01	LIMNO	30	MO PI 03	LIMNO e PIS
10	PA 02	LIMNO	31	MO PI 04	LIMNO e PIS
11	PAIV 01	LIMNO	32	MO PI 05	LIMNO e PIS
12	PAIV 02	LIMNO	33	MO PI 06	LIMNO e PIS
13	PAIV 03	LIMNO e BENTOS	34	MO PI 07	LIMNO e PIS
14	PAIV 04	LIMNO, AGRO e BENTOS	35	MO PI 08	LIMNO e PIS
15	PAIV 05	LIMNO	36	MO PI 09	LIMNO e PIS
16	MO OG 01	OG	37	MO PI 10	LIMNO e PIS
17	MO OG 02	OG	38	P1 PI 01	LIMNO e PIS
18	MO OG 03	OG	39	MO CA 01	LIMNO
19	MO OG 04	OG	40	P1 CA 01	LIMNO
20	MO OG 05	OG	41	P1 CA 02	LIMNO
21	P1 OG 01	OG			

### 3.2.B. Metodologia de coleta

As coletas de campo foram trimestrais, de modo a manter a periodicidade adotada desde 1998 e compatibilizar o período de amostragem com aquele adotado para outros reservatórios administrados pela CHESF, bem como caracterizar as variações ambientais com base num ciclo hidrológico completo.



Amostras de água para determinação das variáveis físicas e químicas foram coletadas com uma garrafa Van Dorn, com capacidade de 3L em duas profundidades relativas em cada estação – superfície e fundo. Após determinação *in situ* das variáveis, as amostras foram acondicionadas em gelo para seu transporte até a base de apoio no campo, onde foram filtradas e congeladas para seu transporte posterior até Recife-PE, onde foram analisadas.

Arrastos verticais ao longo da zona eufótica foram realizados com redes cônico-cilíndricas, com malhas de 25 e 40  $\mu\text{m}$ , respectivamente para a coleta de microfitoplâncton e zooplâncton integrados da coluna. Os volumes filtrados foram calculados a partir da equação:

$$V_F = A \times P$$

onde: o volume filtrado ( $\text{m}^3$ ) =  $A \times P$ , sendo “A” a área da boca da rede de plâncton ( $\text{m}^2$ ), igual a  $\pi \times r^2$ , e “P” a profundidade da rede durante o arrasto vertical (m)

No caso de ter sido efetuado mais de um arrasto em cada estação, o volume total filtrado foi computado pelo número de arrastos efetuados.

As amostras de plâncton foram acondicionadas em frascos de plástico com capacidade de 250 mL e preservadas com lugol.

As amostras de água para análise de agrotóxicos e óleos e graxas foram coletadas à superfície em recipientes de vidro próprios, com capacidade de 3,0 e 1,0L, respectivamente. Todas as amostras foram devidamente acondicionadas e transportadas para análise em Recife - PE.

### 3.2.C. Determinação de variáveis *in situ*

As variáveis temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), pH, condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), salinidade, oxigênio dissolvido da água – concentração ( $\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$ ) – e sólidos totais dissolvidos (STD) – concentração ( $\text{g.L}^{-1}$ ) –, foram determinadas em perfil vertical em cada estação, mediante o uso de um analisador multiparâmetro YSI 556.

A transparência da água foi estimada através da leitura da profundidade média de extinção de disco de Secchi ( $Z_{DS}$ ), medida à sombra, e o coeficiente de atenuação vertical (k) foi calculado segundo Kirk (1986).

A radiação solar subaquática foi determinada por leitura direta através de um quantômetro LI-COR 250, a qual foi empregada para a determinação da profundidade da zona eufótica ( $Z_E$ ), expressa como aquela correspondente a 1% da radiação sub-superficial ( $I_0$ ).

### **3.2.D. Determinação de variáveis em laboratório**

#### **3.2.D.1. Análises físicas e químicas**

A alcalinidade total ( $\text{CaCO}_3$ ), dureza total ( $\text{CaCO}_3$ ), bem como as concentrações de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram determinadas segundo Goltermann *et al.* (1978). A concentração de nitrato (N- $\text{NO}_3$ ) e nitrito (N- $\text{NO}_2$ ), segundo Mackereth *et al.* (1978), e de nitrogênio amoniacal total (N- $\text{NH}_3$  + N- $\text{NH}_4$ ), segundo Koroleff (1976). O fósforo inorgânico dissolvido (P- $\text{PO}_4$ ), o fosfato total (P- $\text{PO}_4$ ) e o fósforo total (P) foram determinados segundo Strickland & Parsons (1960). A concentração de cloretos (Cl), silicatos ( $\text{SiO}_2$ ) e a demanda Química de Oxigênio (DQO) foram analisadas segundo APHA (1995). O material em suspensão foi analisado pelo método gravimétrico (TEIXEIRA *et al.*, 1965 e TUNDISI, 1969), determinando-se a concentração de sólidos suspensos totais (SST) e fração orgânica (SSO) e inorgânica (SSI). A turbidez (UNT) foi analisada através de turbidímetro de bancada OBERCO-HELLIGE, modelo 966. Tais análises foram efetuadas nas amostras de superfície e fundo, provenientes das estações de monitoramento limnológico (LIMNO) e de piscicultura (PIS), bem como naquelas de superfície provenientes das estações captação para abastecimento público (CA), a exceção dos SST, SSO e SSI analisados apenas nas amostras de superfície de LIMNO. Todas as análises mencionadas foram realizadas no Laboratório de Limnologia, do Departamento de Pesca e Aqüicultura (DEPAq) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Recife-PE.

A avaliação do estado trófico do reservatório foi baseada no Índice de Estado Trófico de Carlson Modificado (IETM) e a ponderação (IET Médio) proposta por Toledo Jr. *et al.* (1983), considerando os valores de transparência do disco de Secchi (DS), clorofila-a (CHL), fósforo total (PT) e fósforo solúvel reativo ou ortofosfato (PSR).

As análises de óleos lubrificantes e isolantes (óleos e graxas) foram efetuadas no Laboratório do Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco – ITEP, em Recife - PE, segundo a metodologia constante de APHA (1995).

A análise das amostras de agrotóxicos foi realizada segundo a metodologia detalhada em APHA (1995), no Laboratório de Resíduos de Agrotóxicos do ITEP, o qual é credenciado pelo Ministério da Agricultura e devidamente certificado pelo Instituto Nacional de Metrologia – INMETRO e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. As amostras foram analisadas quanto à concentração de inseticidas (organofosforados, organoclorados, carbamatos e piretróides) e herbicidas.

### **3.2.D.2. Análises biológicas**

#### **3.2.D.2.1. Clorofila-a e feofitina**

A concentração de clorofila-a e feofitina foi determinada através do método proposto por Nusch (1980) e recomendações de Wetzel & Likens (2005), empregando-se membrana filtrante HAWP da Millipore™ para filtração das amostras de água e posterior extração com etanol. A análise foi efetuada no Laboratório de Limnologia da UFRPE, em Recife - PE.

#### **3.2.D.2.2. Fitoplâncton**

A análise do material biológico foi realizada no laboratório de Taxonomia de Microalgas de Ambientes Continentais do Programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRPE. Para a identificação taxonômica, foram confeccionadas lâminas semi-permanentes e posteriormente observadas em microscópio óptico da marca ZEISS, modelo Jenaval, com ocular de medição acoplada. Lâminas permanentes para a identificação de diatomáceas também foram feitas a partir da metodologia proposta por Simonsen (1979), modificado por Moreira-Filho e Valente-Moreira (1981).

Foram analisadas em cada amostra, características morfológicas dos organismos, as quais foram utilizadas para o enquadramento taxonômico dos mesmos em chaves de identificação disponíveis em artigos e livros especializados para cada grupo algal. Sempre que possível, a identificação foi realizada até o menor nível hierárquico possível, podendo incluir o eventual encaminhamento de material para especialistas em taxonomia.

Os táxons identificados foram classificados de acordo com os trabalhos de Prescott & Vinyard (1982) e Komárek & Fott (1983), para as clorófitas; Komárek & Anagnostidis (1986, 2005) e Anagnostidis & Komárek (1988, 1990), para as cianobactérias; Popovský & Pfiester (1990), para os dinoflagelados; Krammer & Lange-Bertalot (1991a, b), para as diatomáceas, e John et al. (2002), para os outros fitoflagelados.

A análise quantitativa foi realizada através de contagem em microscópio óptico invertido da Marca Zeiss, modelo Axiovert 135 M, em aumento de 400 vezes.

A determinação da densidade celular (cél.L<sup>-1</sup>) foi realizada segundo o método de Üttermohl (Hasle, 1978). Os organismos (células, colônias, cenóbios, filamentos) foram enumerados em campos por transecto.

A frequência de ocorrência foi expressa em forma de porcentagem, levando-se em consideração o número de amostras em que cada táxon ocorreu, de acordo com as fórmulas e critérios propostos por Mateucci e Colma (1982).

A diversidade específica e a equitabilidade foram calculadas seguindo equações descritas em Shannon (1948) e Pielou (1977), sendo os índices mais comumente usados para o estudo com comunidades fitoplanctônicas (Figueredo & Giani, 2001). O programa estatístico utilizado para facilitar os cálculos foi o DIVERSITY, versão 1.2 para Windows. Para a diversidade, em particular, o resultado foi expresso em bit.cél<sup>-1</sup>.

### **3.2.D.2.3. Zooplâncton**

As amostragens dos organismos foram realizadas com auxílio de embarcação motorizada, e rede de plâncton com 40 µm de abertura de malha. Em locais onde o fluxo da vazão da água permitiu, foram realizados arrastos verticais a partir da profundidade de zona eufótica, enquanto que nos locais correntosos, por inviabilidade de arrasto vertical,

utilizou-se balde, para filtragem de 100 litros de água por amostra. O material coletado foi acondicionado em frascos plásticos (250 mL), devidamente etiquetados e preservados em lugol.

Diferenças na metodologia de coleta podem ocasionar divergência de resultados, uma vez que a amostragem por balde pode capturar menos indivíduos, resultando em valores não representativos para estudos de diversidade, sendo essa prática utilizada apenas em caráter emergencial, em função do motivo exposto acima.

A análise taxonômica foi determinada com auxílio de lâminas e lamínulas comuns e câmara de *Sedgwick-Rafter*, sob microscópio óptico (400 x de magnificação). A identificação foi realizada a partir da seguinte bibliografia básica: para rotíferos, Koste (1972, 1978); para Cladocera, Montú e Goeden (1986) e para Copepoda, Einsele (1998).

A densidade de organismos foi determinada para cada taxa nas amostras de acordo com a fórmula de Omori & Ikeda (1984):

$$N = V_T * x / V_C$$

onde: "N" é o número total de organismos na amostra  
"V<sub>T</sub>" é o volume total de cada amostra,  
"x" é o número de indivíduos de cada taxa  
"V<sub>C</sub>" é o volume de cada sub-amostra.

A densidade (ind.m<sup>-3</sup>) foi obtida usando-se a fórmula:

$$D \text{ (ind.m}^{-3}\text{)} = N / V_F$$

onde: "D" é a densidade  
"N" é o número total de organismos  
"V<sub>F</sub>" é o volume de água filtrado pela rede de plâncton.

O volume filtrado para cada amostra foi aquele calculado a partir dos dados anotados nas planilhas de campo, relativos à profundidade e ao número de arrastos verticais efetuados.

A abundância desses organismos também foi determinada com auxílio de câmara de *Sedgwick-Rafter*, sob o microscópio óptico. Os organismos foram contados em três subamostragens subseqüentes, com 2 mL cada, obtidas com pipeta do tipo *Hensen-Stempel* (2 mL). A abundância final foi estimada em ind. m<sup>-3</sup>.

O cálculo de abundância também foi calculado por fórmula descrita por Omori & Ikeda (1984):

$$Ra = N * 100 / Ns$$

- onde "N" é o número total de indivíduos para cada taxon na amostra; "Ns" é número total de organismos da amostra. O resultado final é expresso em porcentagem (%), usando-se as seguintes faixas de abundâncias:

> 70%	Dominante
70% - 40%	Abundante
40% - 10%	Pouco abundante
< 10%	Raro

A freqüência de ocorrência foi calcula usando-se a fórmula (Omori & Ikeda, 1984):

$$F = Ts * 100 / TS$$

- onde "Ts" é o número de amostras no qual os taxa estão presentes, e "TS" é o número total de amostras. O resultado final é expresso em porcentagem (%), usando-se as seguintes faixas de abundâncias:

> 70%	Muito freqüente
70% - 40%	Freqüente
40% - 10%	Pouco freqüente
< 10%	Esporádico

A diversidade específica e a eqüitabilidade foram calculadas seguindo equações descritas em Shannon (1948) e Pielou (1977). Para a diversidade, em particular, o resultado foi expresso em bit.cél<sup>-1</sup>.

### 3.2.D.2.4. Macroinvertebrados bentônicos

Amostras de sedimento não-consolidado (argiloso-arenoso-lamoso) foram coletadas com um pegador tipo "Petersen" modificado (0,0345 m<sup>2</sup>), em quatro (4) estações selecionadas dentre aquelas de monitoramento limnológico (ITA 01, ITA 02,

ITA 08 e ITA 12). Em cada estação, foram determinados dois pontos de coleta, sendo um no corpo central do rio ou reservatório, conforme sua localização, e outra numa das margens (pontos limnéticos e litorâneos). Em cada ponto, foi coletada uma (1) amostra para o estudo biológico, armazenada em sacos plásticos e fixada em formol a 4%, e uma (1) para análise granulométrica, de nutriente e estimativa do conteúdo de matéria orgânica do sedimento. Todas as amostras foram devidamente identificadas quanto ao ambiente, biótopo e tipo de substrato.

Em laboratório, todo material coletado para análise biológica foi lavado com água corrente em uma série de peneiras equipadas com as seguintes malhas: 2 mm; 1 mm e 0,2 mm. Os animais retidos nas duas primeiras malhas foram retirados imediatamente e preservados em álcool a 70%, e todo o sedimento retido na última peneira foi preservado em álcool puro.

Após a lavagem, as amostras foram submetidas à técnica de flotação com solução saturada de NaCl, para a separação de seu conteúdo inorgânico. Este método de flotação facilita a triagem das amostras, pois separa os organismos do sedimento, ocorrendo perdas insignificantes dos mesmos (ver detalhes em BRANDIMARTE & ANAYA, 1998). Após a flotação, as amostras foram coradas com uma solução alcoólica de rosa de bengala para facilitar a triagem sob estereomicroscópio. Os procedimentos de subamostragem e contagem foram definidos a *posteriori*, dependendo do número de organismos coletados, conforme considerações apresentadas em Brandimarte *et al.* (2004). Houve uma atenção especial à ocorrência de organismos vetores de doenças para o homem, como planorbídeos transmissores da esquistossomose.

A identificação dos organismos foi efetuada através de estereomicroscópio Zeiss e microscópio óptico ao menor nível taxonômico possível, com base na consulta de literatura especializada, como Dominguez & Fernandez (2001); Brinkhurst & Marchese (1991); Trivinho-Strixino & Strixino (1995) e Pérez (1988). Os exemplares das larvas de Diptera foram separados, sendo montados em lâminas com meio semipermanente Hoyer para a sua identificação.

A composição granulométrica dos sedimentos foi realizada segundo o método de Reichardt (1990). As concentrações de Fósforo e estimativa do conteúdo de matéria orgânica dos sedimentos foram determinadas pelos métodos da EMBRAPA, 1999. As

análises de Nitrogênio nos sedimentos foram realizadas segundo o método de Mendonça & Matos, 2005.

A estrutura da comunidade macrobentônica foi analisada segundo seus atributos (riqueza, diversidade e equitabilidade), além da similaridade entre ambientes, através dos parâmetros indicados por Krebs (1989), empregando-se os aplicativos Statistica e Ecological Methodology (Krebs, 2000).

A densidade dos organismos bentônicos foi calculada a partir da contagem total dos organismos nas amostras e calculada para a área de 1 m<sup>2</sup>, de acordo com a seguinte fórmula:

$$N = O / A$$

onde: "N" é o número de indivíduos por m<sup>2</sup>,  
"O" é número de organismos contados na amostra,  
"A" é área do amostrador (m<sup>2</sup>).

A Frequência de ocorrência dos táxons foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$FO = Ta \times 100 / TA$$

onde: "Ta" é número de amostras em que cada táxon ocorreu  
"TA" o número total de amostras.

Os organismos foram agrupados em quatro categorias, sendo considerados euconstantes se presentes em mais de 61% das amostras coletadas, constantes se este valor estiver entre 41 e 60%, acessórias caso esteja entre 21 e 40% e acidentais quando presente em menos que 20% (Trojan, 1978; Kasprzak & Niedbala, 1981; Odum, 1982 citados por Jablonska & Paturej, 1999).

A abundância relativa (%) dos organismos foi calculada a partir da contagem total dos organismos nas amostras, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Abundância (\%)} = (n/N) \times 100$$

onde: "n" é o número de indivíduos de cada táxon  
e "N" é o número total de indivíduos de todos os táxons.

O resultado das percentagens foi enquadrado nos seguintes critérios, de acordo com McCullough & Jackson (1985): dominantes entre 50% e 100%, abundantes entre 30% e 49%, comuns: entre 10 e 29%, ocasionais: entre 1 e 9% e raros: <1%.

Para a diversidade específica e a equitabilidade serão utilizadas as equações descritas em Shannon (1948) e Pielou (1977). Para a classificação do índice de



diversidade das amostras, foram consideradas as seguintes categorias: alta = valores maiores que 3 bits.ind.<sup>-1</sup>, média entre 2,0 e 3,0 bits.ind.<sup>-1</sup>, baixa entre 1,0 e 2,0 e muito baixa < 1,0, segundo Valentin (1991).

A riqueza taxonômica em cada estação foi expressa através da somatória dos táxons identificados.

### 3.2.E. Avaliação do estado trófico

As eutrofizações em lagos e reservatórios ocorrem através do enriquecimento de suas águas com macronutrientes vegetais, principalmente fósforo e nitrogênio, que entram como soluto e se transformam em compostos orgânicos e inorgânicos. O crescimento acelerado e a maior abundância de vegetais aquáticos (micro e macroscópicos) freqüentemente causam a deterioração da qualidade hídrica. O aumento das cargas de nutrientes nas águas interiores normalmente decorre de alteração nos mananciais, como remoção de florestas, desenvolvimento agrícola, industrial e urbanização. As condições ambientais dentro dos corpos hídricos, da atmosfera e dos mananciais influenciam a eutrofização. Os fatores dentro do lago que modulam os impactos gerados pelo aumento de nutrientes incluem a estrutura da rede alimentar, trocas entre os sedimentos e a água, forma da bacia e movimentos da água dentro do lago, ou reservatório. Além disso, as condições climáticas e hidrológicas ajudam a alterar os impactos da eutrofização (UNEP-IETC, 2001).

O índice de Carlson (1977) é uma das ferramentas mais empregadas para a estimativa do estado trófico em ambientes aquáticos. O mesmo tem sido usado em diferentes ecossistemas aquáticos, incluindo lagoas costeiras (SCHÄFER, 1988) e reservatórios (MATSUMURA-TUNDISI *et al.*, 1986; CALEFFI *et al.*, 1994; MERCANTI & TUCCI-MOURA, 1999).

Entretanto, devido às características ecológicas dos ecossistemas tropicais, quando comparados aos temperados, para os quais a maioria dos índices têm sido desenvolvidos, como o modelo clássico de Vollenweider (1976) para estimar a capacidade de suporte de fósforo em lagos, algumas modificações no índice de Carlson têm sido propostas, visando sua adequação e ponderação para variáveis mais adequadas a nossos ambientes aquáticos, como aquela proposta por Toledo *et al.*

(1983). Nesta, foram atribuídos diferentes pesos para as variáveis envolvidas na mensuração do índice de Carlson, através dos índices de estado trófico modificado (IETM) da transparência do disco de Secchi (DS), clorofila-a (CHL) e fósforo total (PT), incluindo fósforo solúvel reativo (PSR), com a definição de um índice médio (IET Médio).

Desta forma, a avaliação do estado trófico dos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso foi efetuada empregando-se o índice de estado trófico modificado (IETM), através da transparência do disco de Secchi (DS), da clorofila-a (CHL), do fósforo total (PT), do fósforo solúvel reativo (PSR) e do índice médio (IET Médio), por ser mais indicado para ambientes aquáticos tropicais.

### **3.2.F. Banco de dados georeferenciado**

O banco de dados e demais produtos relacionados ao SIG foram elaborados de acordo com os procedimentos adotados como padrão pelo Núcleo de Geoprocessamento – NCEO, do Departamento de Meio Ambiente da CHESF, sendo alimentado e atualizado a cada campanha realizada, de forma a ser apresentado ao término de cada ano do atual trabalho de monitoramento.

A base cartográfica digital da área de estudo, gerada até o momento, foi digitalizada, tomando-se como base cartas na escala 1:100.000. Todos os layers vinculados ao SIG apresentam-se devidamente sobrepostos ao reservatório, sendo georeferenciados com os mesmos Datum (SAD 69) e Projeção (Coordenadas Planas UTM).

Os dados ambientais levantados, com seu respectivo banco de dados, estão sendo incorporados ao sistema de informações geográficas (SIG), empregando-se o aplicativo ArcGis 9.1 da ESRI.

## **3.3. Resultados e discussão**

As Tabelas e Figuras constantes no presente item contêm os resultados das variáveis físicas, químicas e biológicas da água do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (CHPA), composto pelos reservatórios de Moxotó, Paulo Afonso I, II, III e Paulo

Afonso IV, amostradas nos meses de dezembro de 2007 e março, junho e setembro de 2008, sendo analisadas em função de sua variação espacial (avaliando as diferentes regiões do trecho monitorado), temporal (ao longo deste período de estudo) e profundidades (superfície e fundo).

A Tabela 1 (anexos) apresenta os dados descritivos das variáveis monitoradas em campo e analisadas em laboratório, expressas através dos valores máximo, mínimo, médio e amplitude, bem como suas respectivas medianas, desvios padrão e variâncias. A Tabela 3 (anexos), por sua vez, resume os dados descritivos relativos aos parâmetros de avaliação do estado trófico do reservatório.

Os resultados das análises estatísticas relativas às diferenças entre as estações, meses e profundidades de amostragem dos parâmetros analisados constam na Tabela 2 (anexos), enquanto a Tabela 4 (anexos) apresenta os resultados correspondentes da análise estatística para os parâmetros de avaliação do estado trófico.

De modo semelhante a diversos reservatórios brasileiros e seus rios formadores, o rio São Francisco e nos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso ainda não foram devidamente enquadrados. Portanto, os mesmos foram avaliados como pertencentes à Classe II, conforme o Artigo 42 da Resolução CONAMA n.º. 357/05, o qual cita textualmente que, “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe II, as salinas e salobras Classe I, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente”. A Classe II do Capítulo II, Seção I, Artigo 4, da Resolução CONAMA n.º. 357/2005 contempla águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de organismos destinados à alimentação humana e à pesca. Os limites recomendados pelo CONAMA para águas da Classe II constam na Tabela 5 (anexos).

### **3.3.A. Análises físicas e químicas**

#### **3.3.A.1. Temperatura, oxigênio dissolvido e DQO**

A temperatura da água apresentou um padrão sazonal característico (Figura 3.3.A.1-1b), com diferença significativa entre os valores trimestrais ( $p = 0,0001$ , Tabela 2), refletindo as variações climáticas ao longo do ano, com valores medianos mais elevados em março/2008 e menores em setembro/2008, coincidindo com os períodos finais de verão e inverno na região. Percebeu-se claramente uma tendência de diminuição dos valores medianos a partir de março/2008, chegando a registrar, em junho e setembro/2008, uma massa de dados inferiores a todas àquelas registradas nos meses anteriores, fato que influenciou a diferenciação estatística entre os períodos.

Numa análise conjunta, verificou-se que a mediana anual da temperatura nas estações permaneceu aproximadamente entre 26 e 27 °C, o que determinou uma não diferenciação significativa entre as mesmas ( $p = 0,9887$ , Tabela 2), permitindo a conclusão de que a variação espacial dos valores registrados nas estações foi semelhante nos diferentes meses estudados, revelando um comportamento homogêneo da variável ao longo de todos os reservatórios (Figura 3.3.A.1-1a), seja em meandros ou nos corpos centrais.

Mesmo com medianas aproximadas, a massa de dados de fundo apresentou-se um pouco mais baixa que a de superfície, resultando em uma diferenciação significativa entre as profundidades, com  $p = 0,0211$  (Tabela 2 e Figura 3.3.A.1-1c).

As mudanças na estrutura térmica em ecossistemas aquáticos devem-se às modificações da radiação solar durante o ano e sua penetração seletiva em profundidade. As radiações com maiores comprimentos de onda (infravermelho) são absorvidas nas camadas superficiais dos lagos e reservatórios e aquecem a água. A turbulência produzida pelos ventos, ondas superficiais e correntes internas promovem a mistura desta camada e distribuem o calor com as camadas mais profundas. O aquecimento superficial muda durante o ano, devido às modificações da incidência da radiação solar, cujo ângulo varia com a latitude (HENRY, 1995).

A amplitude de variação sazonal de temperatura dos corpos d'água depende diretamente da temperatura do ar, de modo que reservatórios localizados em latitudes elevadas apresentam maior variação durante o ano, que aqueles situados em regiões tropicais. Dentre estes, características como profundidade, tempo de residência, ventos e turbidez influenciam no balanço térmico e na transferência de calor entre as diferentes profundidades, deste modo condicionando a estrutura térmica e os processos de estratificação, mistura e desestratificação térmica das camadas d'água (HENRY, 2004).

A amplitude de variação temporal da temperatura de superfície em reservatórios brasileiros geralmente apresenta uma relação direta com a latitude. Assim, por exemplo, o reservatório de Tucuruí (4° S) apresentou uma temperatura média da água de superfície de 29,87 °C e uma amplitude térmica da coluna d'água de 1,7 °C, enquanto o de Itaipu (25° 33'S), apresentou uma amplitude da coluna de 5,3 °C (HENRY, 1999).

Nos reservatórios do CHPA (09° S), a temperatura máxima de 31,44 °C foi registrada em MOX 03, e a mínima de 23,69 °C foi registrada em MOX 04, resultando em uma amplitude térmica, para todo o período em questão, de 7,75 °C. Apesar da baixa latitude, sua localização no semiárido, no limite entre a zona equatorial e a tropical, o expõe às condições climáticas características desta região, como alta insolação e evapotranspiração, além da alta amplitude térmica da temperatura do ar ao longo do ano. Essas condições, associadas às suas características hidrológicas e morfológicas, podem ter favorecido a formação de estratificações térmicas, especificamente nos períodos de temperaturas mais elevadas. Esta hipótese pode explicar a variação da amplitude entre valores máximos e mínimos registrados nos diferentes meses de coleta, e por conseqüência, a amplitude anual da temperatura. Com relação à estratificação, somente uma análise de perfil da coluna d'água poderia revelar apropriadamente sua ocorrência e a forma como ela se apresenta.

A concentração de oxigênio dissolvido (OD) apresentou valores medianos homogêneos ao longo das estações (Figura 3.3.A.1-2a), durante o período estudado, razão pela qual não houve diferenciação significativa entre as mesmas ( $p = 0,2974$ , Tabela 2), registrando a maior parte da massa de dados acima do limite estabelecido pela Resolução nº. 357, do CONAMA para águas da Classe II, de 5,0 mg.L<sup>-1</sup>. As exceções ocorreram no reservatório de Moxotó, nas estações MOX 03 e MOX 04, que

apresentaram massa de dados e picos abaixo do limite citado, conforme pode ser observado nas Figura 3.3.A.1-2a, b e c, dezembro/2007, março e junho/2008, principalmente no fundo. Esse fato merece uma análise mais detalhada.

Diferenças verticais na concentração de oxigênio em lagos e reservatórios estão relacionadas à profundidade e ao estado trófico, dentre outros aspectos, sendo fortemente influenciada pela estratificação térmica. Níveis elevados de turbidez, com conseqüente redução da transparência e limite da zona eufótica restringem, não apenas a distribuição de calor, favorecendo a estratificação (ESTEVES, 1998), bem como processos fotossintéticos, grandemente responsável pelo aporte de oxigênio para o meio aquático.

Março/2008 foi o mês que apresentou a massa de dados de temperatura mais elevada no período estudado, além da maior amplitude entre o valor máximo e mínimo registrado. As estações MOX 03 e MOX 04 recebem grande contribuição de material em suspensão do rio tributário Moxotó, o que aumenta a turbidez e diminui a penetração da irradiação solar, mantendo as águas mais aquecidas na superfície.

A conjunção dos fatores apresentados, associada ao fato de que a concentração do oxigênio na água está intimamente ligada à temperatura, numa relação inversamente proporcional, resultou em uma massa de dados de OD relativamente mais baixa para o mês de março/2008 (Figura 3.3.A.1-2b). A hipótese levantada anteriormente, de que períodos quentes podem estar ocasionando estratificações térmicas, por diferença de densidade das águas de superfície e fundo, está de acordo com o observado, pois os valores baixos de concentração de OD encontrados nas estações em questão podem estar associados, em alguns casos, a uma baixa renovação de águas mais profundas, e em outros, a grande quantidade de matéria orgânica no sedimento, ou em ambos, mas em todos eles a uma possível redução na mistura das águas superficiais, mais quentes, com as de fundo, mais frias.

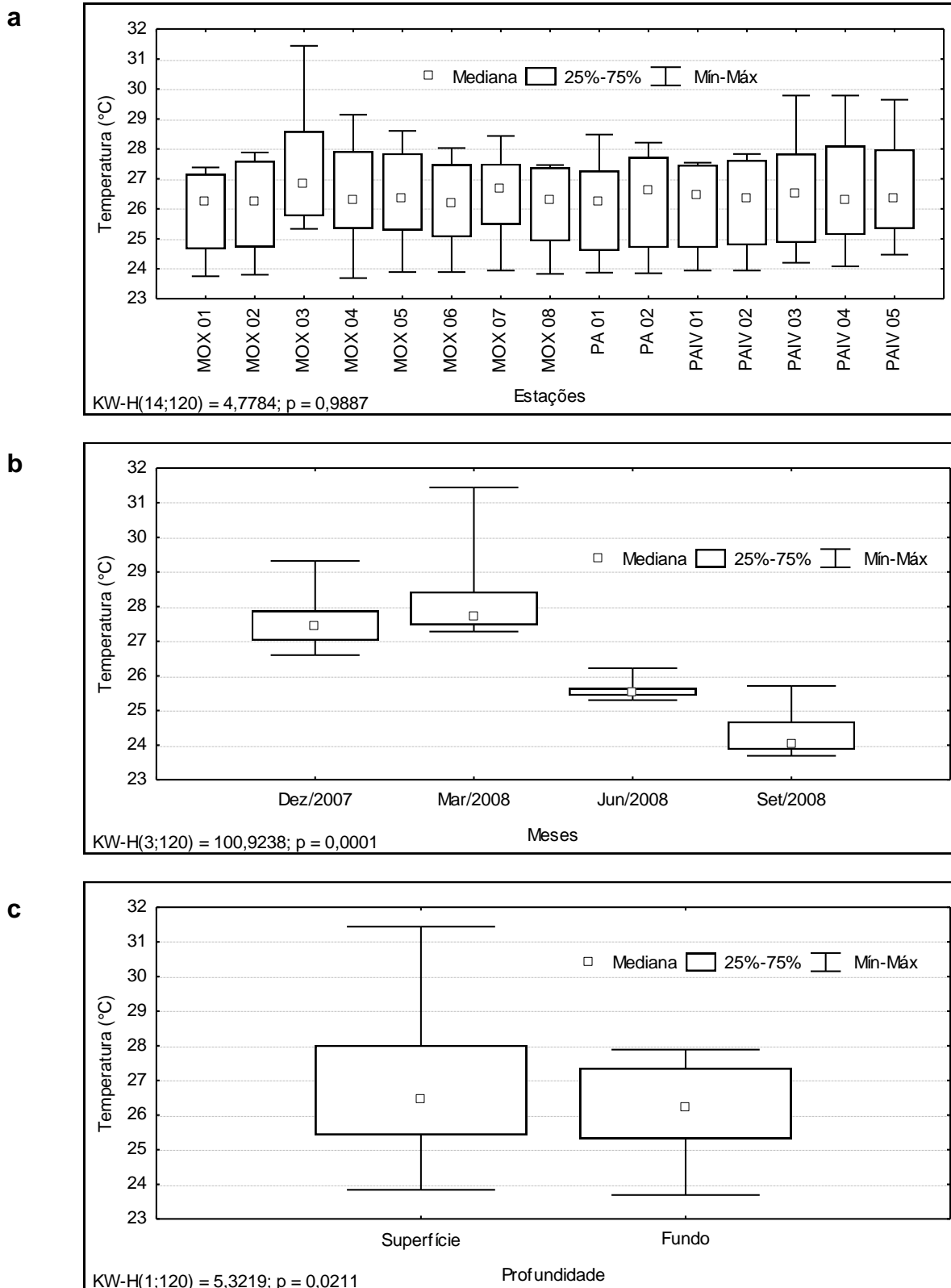
Notadamente, a diferenciação significativa do OD entre as profundidades ( $p = 0,0001$ , Figura 3.3.A.1-3c) certamente está associada à processos respiratórios da fauna microbiana existente no sedimento, pois o reservatório de Moxotó recebe grande aporte de material orgânico de seu tributário, o rio Moxotó.

O DQO apresentou níveis ascendentes durante o ano estudado, reduzindo a massa de dados e a mediana em setembro/2008, onde ocorreram as maiores amplitudes

na coluna d'água e o pico máximo de  $108,10 \text{ mg.L}^{-1} \text{ O}_2$ , no fundo de MOX 03. A massa de dados mais baixa ocorreu em dezembro/2007 (Figura 3.3.A.1-3b). Houve diferença sazonal significativa entre os meses ( $p = 0,0001$ ).

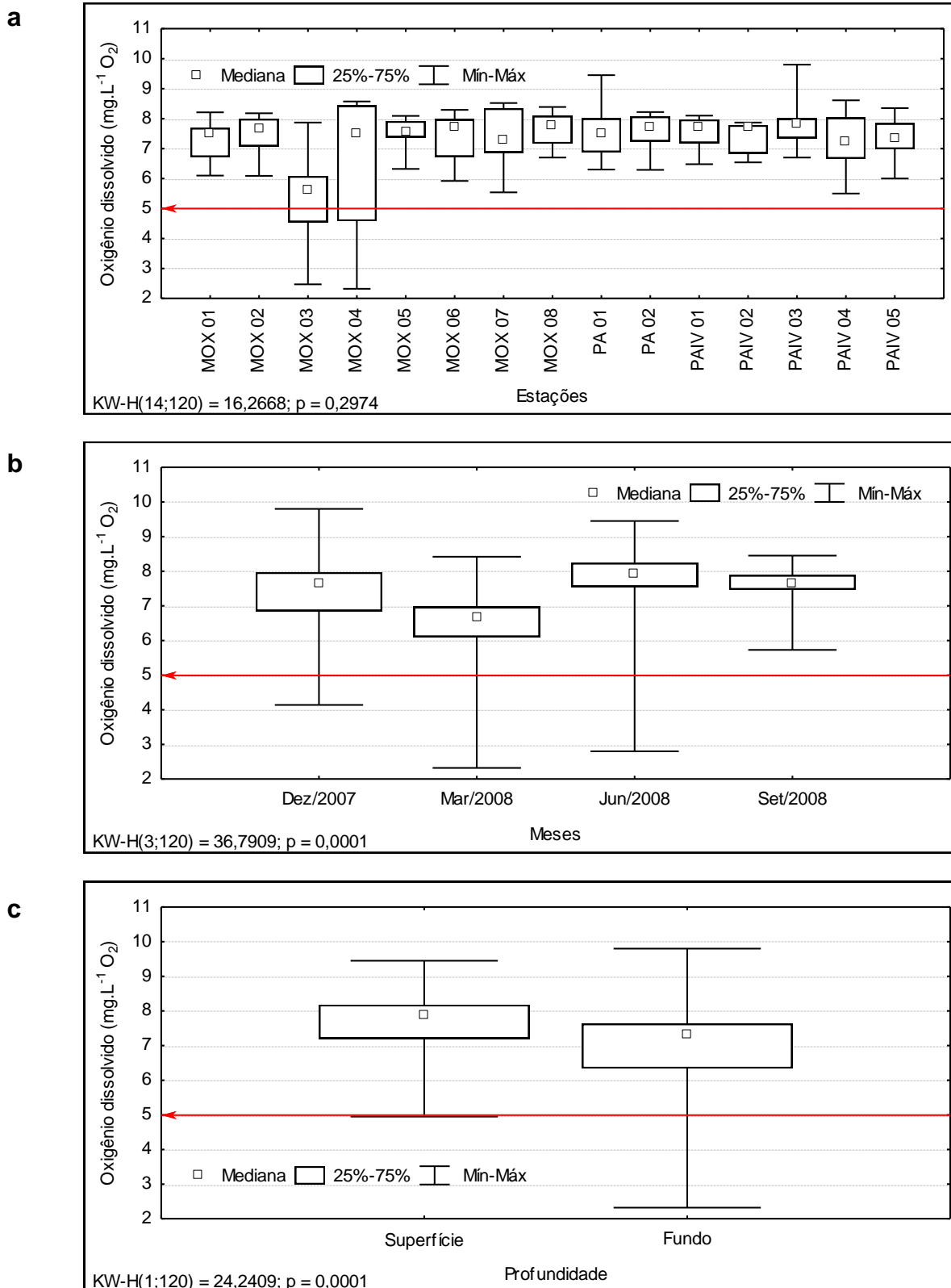
Especialmente, o DQO mostrou um aumento dos valores medianos, principalmente em MOX 03, tornando a diminuir até MOX 07 e mantendo-se em elevação até PAIV 05 (Figura 3.3.A.1-3a), sem diferir estatisticamente entre estações e profundidades ( $p > 0,05$ ), registrando valores medianos semelhantes entre as profundidades, com picos mais altos no fundo.

O comportamento dessa variável (Figura 3.3.A.1-3a), que está associada à presença de impactos antrópicos negativos sobre a qualidade da água, revelou uma dinâmica clara que demonstra a influência das águas oriundas do rio tributário Moxotó, que elevou os níveis medianos da variável no reservatório de Moxotó, situação que foi se normalizando ao longo do mesmo. No entanto, a aproximação de áreas com grande ocupação populacional tornou a influenciar a variável, elevando seus níveis medianos ao longo dos reservatórios de PA I, II, III e PA IV, indicando que pode estar ocorrendo um aumento na carga de efluentes domésticos e industriais nestes locais, fato que pode explicar este comportamento, pois a presença destes compostos é o indicativo da ação antrópica que causa a alteração nos níveis de DQO na água.

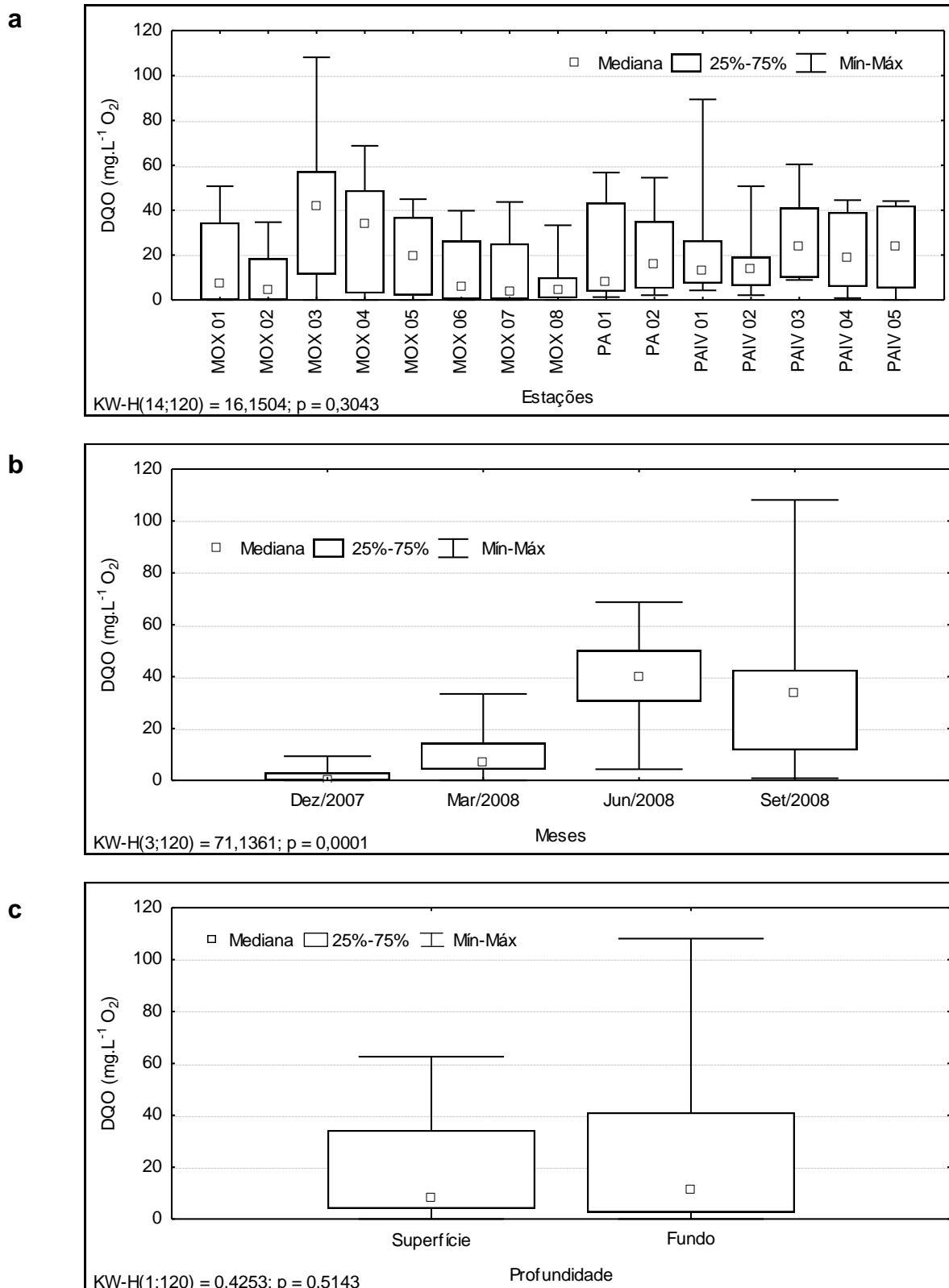


**Figura 3.3.A.1-1** – Amplitude de variação e mediana dos valores da temperatura da água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.





**Figura 3.3.A.1-2** – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de oxigênio dissolvido na água, (a) nas estações, (b) meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008. A linha em destaque indica o valor mínimo estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005.



**Figura 3.3.A.1-3** – Amplitude de variação e mediana dos valores da DQO, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.

### 3.3.A.2. pH, alcalinidade e dureza totais, cálcio e magnésio

Especialmente o pH mostrou-se homogêneo ao longo do reservatório, sem diferenciar estatisticamente entre estações ( $p = 0,9858$ , Tabela 2), registrando valores medianos acima de 7,5 em todas as estações (Figura 3.3.A.2-1a). Em relação a sua distribuição temporal, o pH diferiu significativamente entre os trimestres ( $p = 0,0001$ , Tabela 2), destacando os meses de dezembro/2007, onde ocorreram valores mais elevados, e março/2008, onde ocorreram valores mais baixos (Figura 3.3.A.2-1b). Houve diferença significativa entre as profundidades ( $p = 0,0001$  Tabela 2 e Figura 3.3.A.2-1c). O valor máximo, de 9,90, ocorreu na superfície de MOX 07, e o mínimo, de 5,00, no fundo de MOX 02. A média geral foi de 7,87, desvio padrão de 0,92 e variância de 0,85 (Tabela 1).

Os valores do pH da água apresentaram picos acima e abaixo dos limites de máximo e mínimo estabelecidos pela Resolução nº. 357 do CONAMA – 6,0 e 9,0, respectivamente – a exceção das estações MOX 03 e PA 01, que mantiveram seus dados estritamente dentro dessa faixa.

Ecossistemas aquáticos localizados em regiões áridas e semi-áridas, onde predomina um balanço hídrico negativo – precipitação menor que evaporação -, usualmente apresentam valores elevados de pH (alcalinos) (ESTEVES, 1998). Diferenças sazonais refletem níveis diferenciados do metabolismo do ecossistema aquático, balanço entre produção e decomposição e a dinâmica das diferentes formas de carbono. Valores mais estáveis de pH estão relacionados às reservas alcalinas da água, expressas pelos valores de alcalinidade e dureza totais, as quais conferem o caráter básico da água e sua capacidade de tamponamento.

A alcalinidade e dureza totais apresentaram uma distribuição espacial semelhantes entre si ao longo das estações (Figura 3.3.A.2-2a e Figura 3.3.A.2-3a, respectivamente), diferindo significativamente entre elas ( $p = 0,0001$  e  $p = 0,0033$ , respectivamente, Tabela 2).. Ambas as variáveis registraram valores máximos em MOX 03, no mês de junho/2008, sendo estes de 125,50 e 256,65  $\text{mg.L}^{-1}$   $\text{CaCO}_3$ , respectivamente. O valor mínimo de alcalinidade total, de 11,50  $\text{mg.L}^{-1}$   $\text{CaCO}_3$ , foi registrado no fundo de PAIV 02, e o mínimo de dureza total, de 13,01  $\text{mg.L}^{-1}$   $\text{CaCO}_3$ , foi registrado no fundo de PAIV 01. As médias

anuais de alcalinidade e dureza totais foram de 35,32 e 35,43 mg.L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub>, respectivamente, demonstrando uma relação equilibrada entre as variáveis, de 1:1.

Em relação aos trimestres, ambas as variáveis apresentaram diferença estatística, com  $p = 0,0001$  (Tabela 2), sem diferir entre as profundidades (Tabela 2).

Águas naturais exibem amplas variações na acidez e alcalinidade (basicidade) relativas, não apenas nos valores de pH, mas também na quantidade de material dissolvido responsável pela acidez ou alcalinidade. A concentração destas substâncias e a razão entre elas determinam o pH e a capacidade de tamponamento de uma determinada água (WETZEL, 2001).

A alcalinidade, expressa por mg.L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub> ou meq.L<sup>-1</sup> (1 meq.L<sup>-1</sup> = 50 mg.L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub>), é usualmente entendida como a capacidade de tamponamento do sistema carbonato na água, ou seja, sua capacidade de neutralizar ácidos (ESTEVEES, 1998; ARANA, 1997; WETZEL, 2001). Mais recentemente, tem sido também usada como a capacidade de neutralização de ácidos (CNA), que corresponde à capacidade de neutralizar ácidos inorgânicos fortes (WETZEL, 2001).

Como o CO<sub>2</sub> é consideravelmente solúvel em água e relativamente abundante na água nas formas gasosa e dissolvida, e como os carbonatos são comumente os minerais primários na Terra, a propriedade da alcalinidade da maioria das águas doces é determinada pela presença de bicarbonatos e carbonatos, e o sistema de equilíbrio CO<sub>2</sub> – HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> – CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> é o principal mecanismo de tamponamento em águas continentais (WETZEL, 2001).

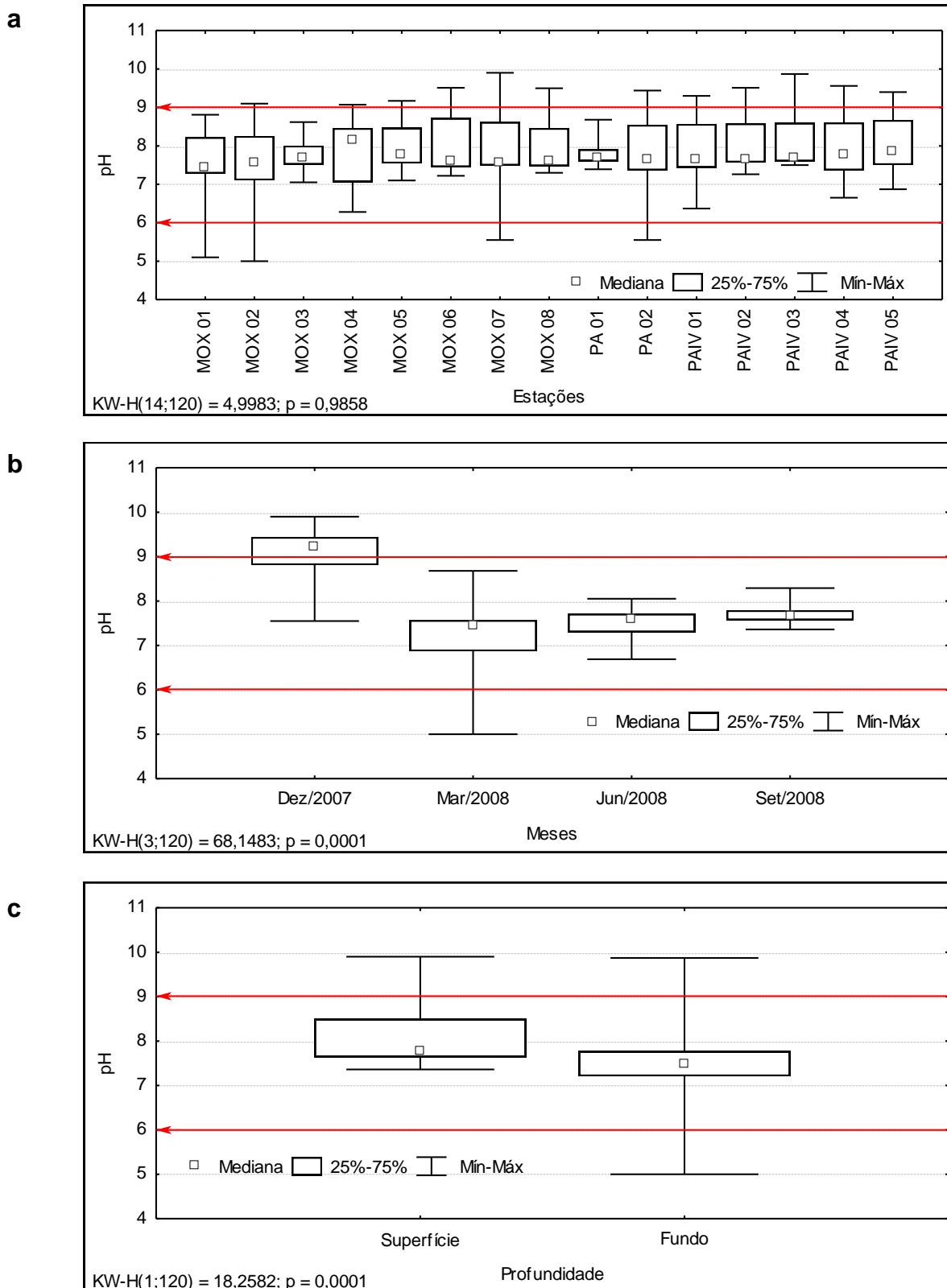
A alcalinidade total representa a quantidade de ácido necessária para neutralizar os íons hidroxila (OH<sup>-</sup>), carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) e bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). A dureza da água, por sua vez, é determinada pela concentração de cálcio e magnésio, predominantemente combinada com carbonatos e bicarbonatos (dureza temporária), além dos íons sulfato, cloretos e outros ânions de ácidos minerais (dureza permanente) (WETZEL, 2001).

A dureza é uma variável usualmente considerada como de interesse no tratamento e abastecimento de água para fins domésticos. Tal fato decorre do processo de deposição e encrustamento de precipitados de cálcio e magnésio em tubulações, implicando em riscos para a integridade de instalações e equipamentos diversos. Neste sentido, as águas são classificadas como brandas ou duras, conforme seus níveis de

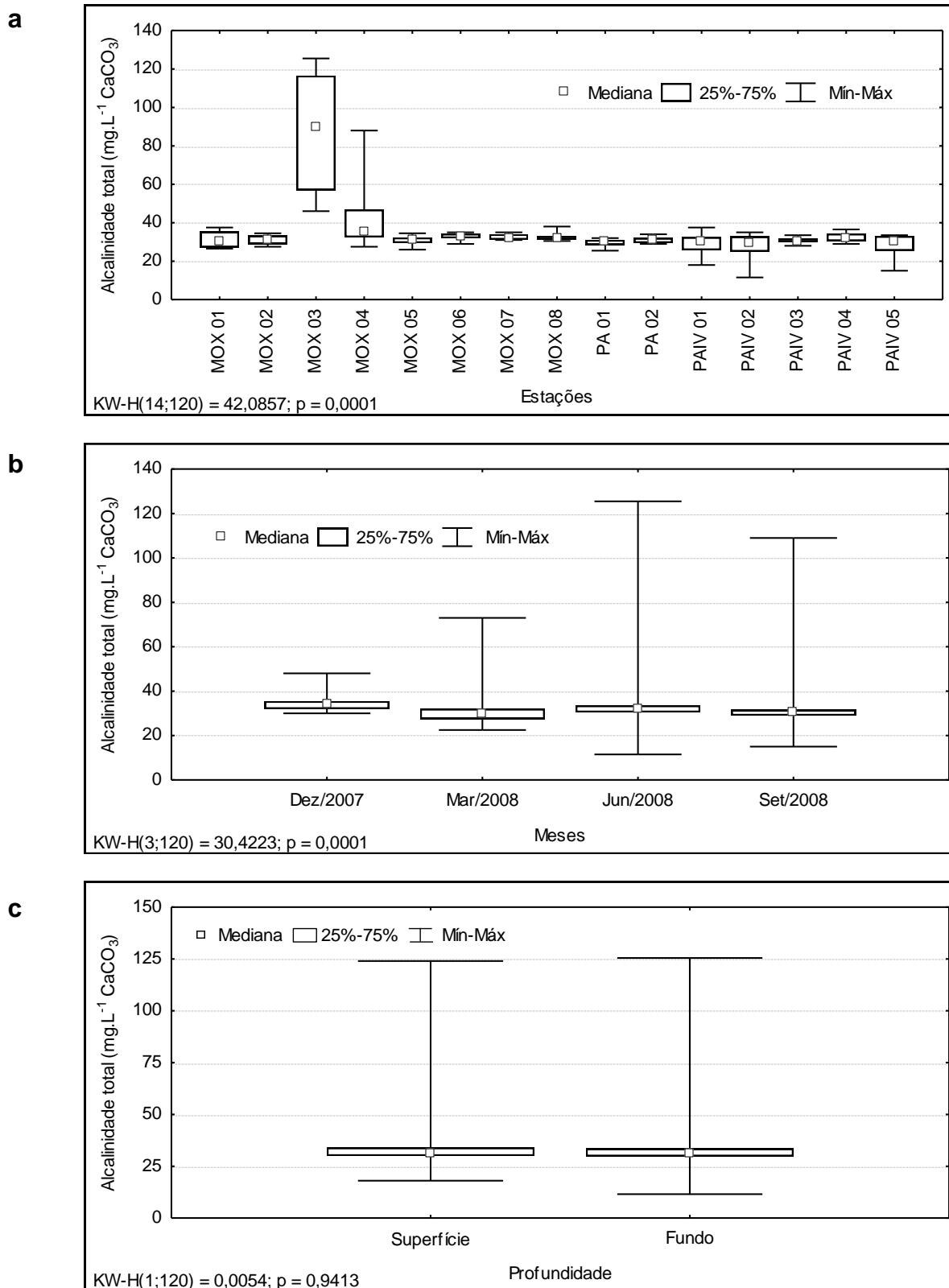
dureza, havendo diversas unidades empregadas para expressá-la em diferentes graus de dureza.

Em limnologia, a dureza total é calculada, predominantemente, através das concentrações de cálcio e magnésio. Não surpreende tais variáveis apresentarem uma distribuição espacial semelhante a da dureza, diferindo entre as estações e os meses em ambas ( $p < 0,05$ , Tabela 2). Neste último caso, destacaram-se os meses de março/2008 para o cálcio, e junho/2008 para o magnésio, onde essas variáveis registraram seus valores máximos e mínimos (Figura 3.3.A.2-4 e Figura 3.3.A.2-5).

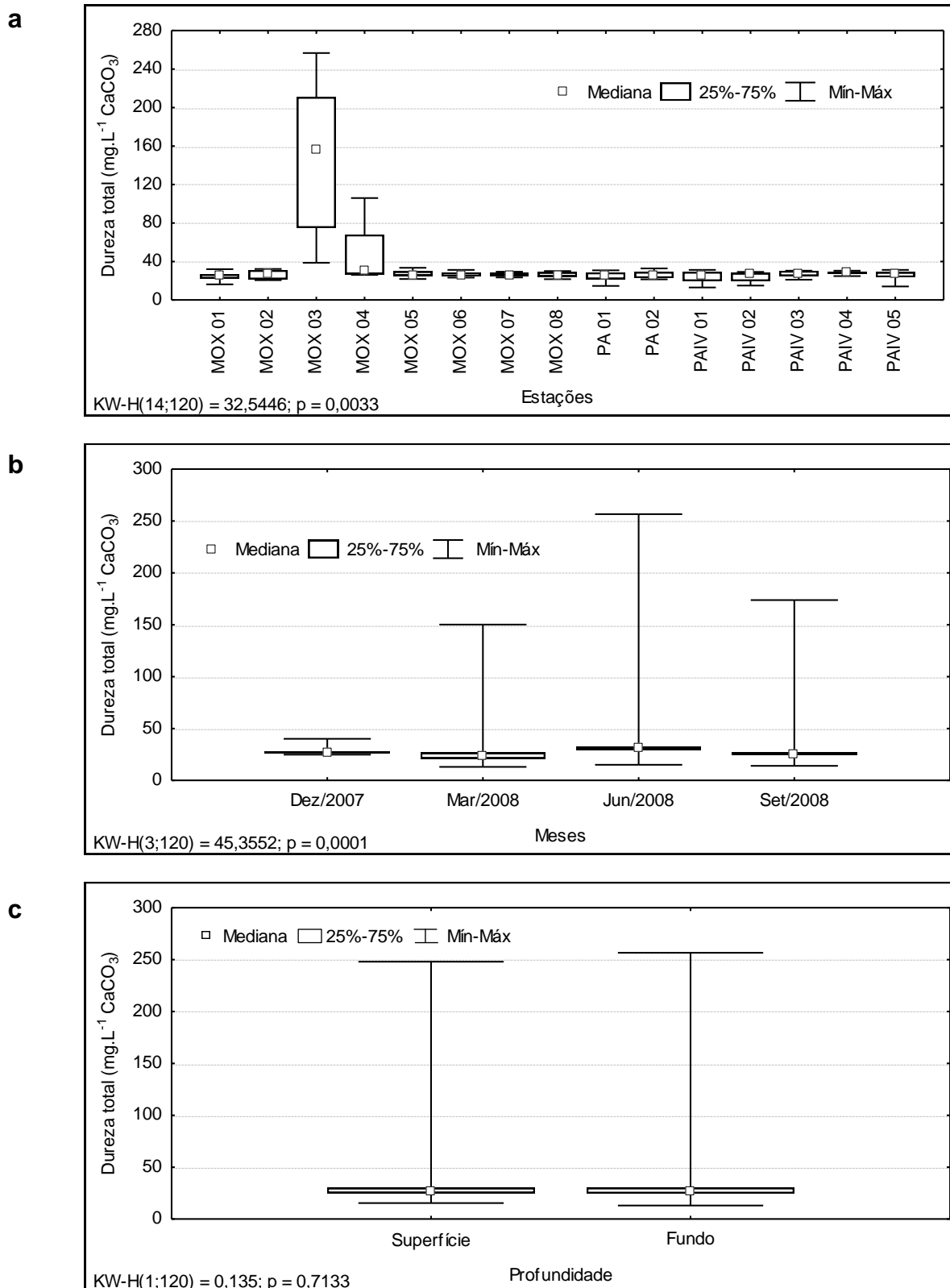
O cálcio apresentou média de  $7,11 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Ca}$ , o desvio padrão de 4,39 e a variância de 19,23, enquanto para o magnésio teve média de  $4,30 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Mg}$ , o desvio padrão de 7,13 e a variância de 50,84 (Tabela 4).



**Figura 3.3.A.2-1** – Amplitude de variação e mediana dos valores do pH da água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008. A linha em destaque indica o valor mínimo estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005.

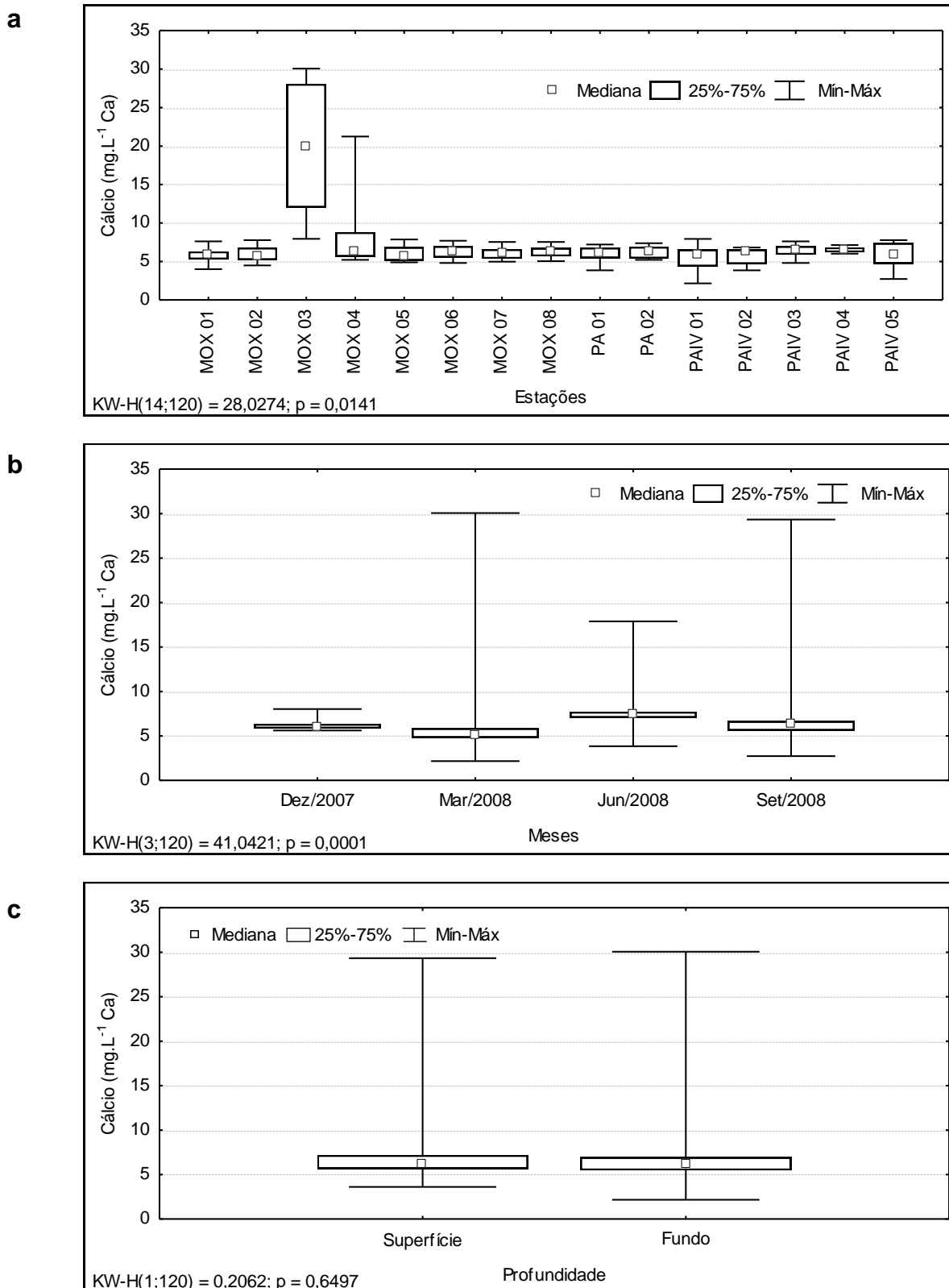


**Figura 3.3.A.2-2** – Amplitude de variação e mediana dos valores da alcalinidade total, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.

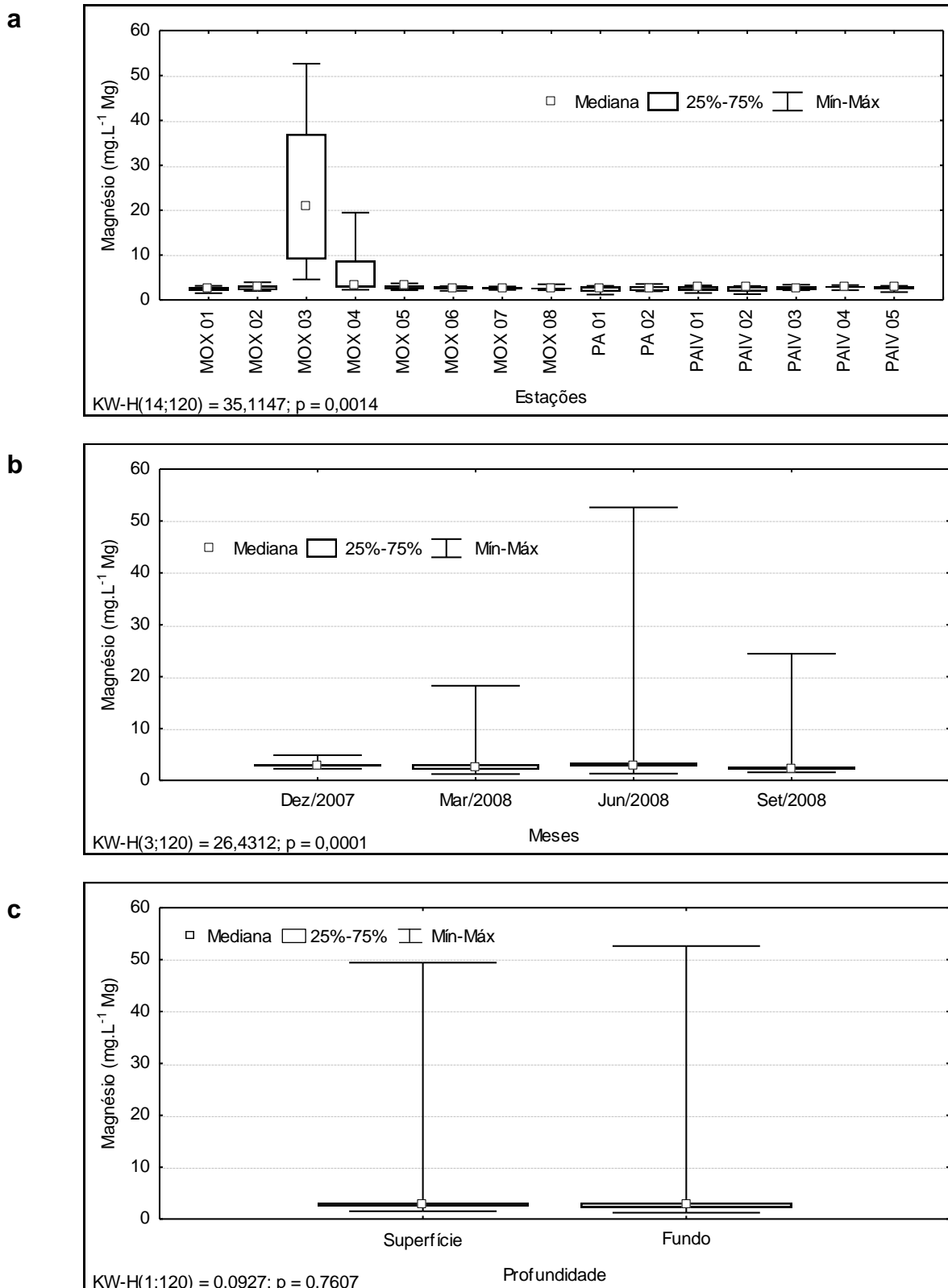


**Figura 3.3.A.2-3** – Amplitude de variação e mediana dos valores da dureza total, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.





**Figura 3.3.A.2-4** – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de cálcio, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.



### **3.3.A.3. Condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, salinidade, cloretos e silicatos**

As variáveis condutividade elétrica da água, salinidade e concentração de sólidos totais dissolvidos (STD), são intimamente correlacionadas entre si, tendo sido determinadas por método potenciométrico. Por esta razão, suas variações temporais e espaciais apresentam comportamento semelhante.

As três variáveis, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e salinidade, apresentaram valores mais elevados em MOX 03 e MOX 04, em comparação as outras estações (Figura 3.3.A.3-1a, Figura 3.3.A.3-2a e Figura 3.3.A.3-3a). A mesma semelhança pode ser observada nas variações temporais dessas variáveis, que registraram seus picos máximos em junho/2008 (Figura 3.3.A.3-1b, Figura 3.3.A.3-2b e Figura 3.3.A.3-3b). Todas apresentaram diferença significativa entre estações e meses, com  $p < 0,05$ , sem diferir entre as profundidades (Tabela 2 e Figura 3.3.A.3-1c, Figura 3.3.A.3-2c e Figura 3.3.A.3-3c).

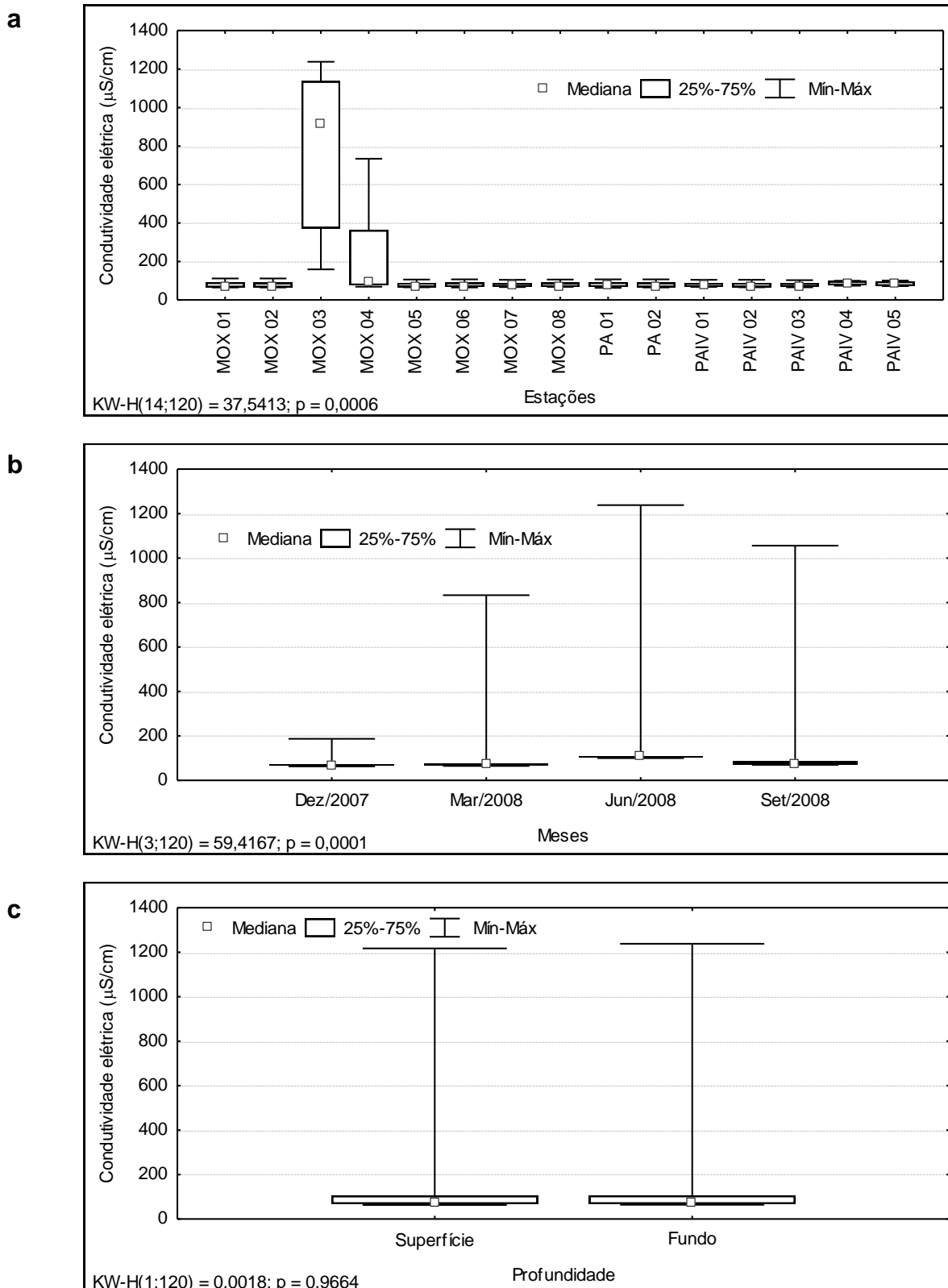
É necessário destacar que MOX 03 e MOX 04, em função dos valores apresentados nestas variáveis, foram os principais responsáveis pela diferenciação estatística observada entre as estações, pois se observou que os valores medianos mantiveram-se estáveis ao longo do reservatório, demonstrando que o comportamento das variáveis é praticamente homogêneo, quando excluídas as referidas estações. Esse fato ocorre em função das características físico-químicas da água naquele local, braço do rio tributário Moxotó, que recebe grande contribuição alóctone oriunda do carreamento de águas pluviais. Coincidindo com o período chuvoso na região, a coleta do mês de junho/2008 destacou-se das demais por produzir o efeito de aumento geral nos valores das variáveis, conforme foi observado não apenas para essas três, mas também para outras, como alcalinidade e dureza totais.

A condutividade elétrica em ambientes aquáticos tropicais apresenta estreita relação com as características geoquímicas da região e as condições climáticas, usualmente apresentando diferenças sazonais em seus valores. A salinidade em ambientes aquáticos continentais, por sua vez, deve-se à presença dos íons cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonato, cloreto e sulfato (ESTEVES, 1998). Dentre os

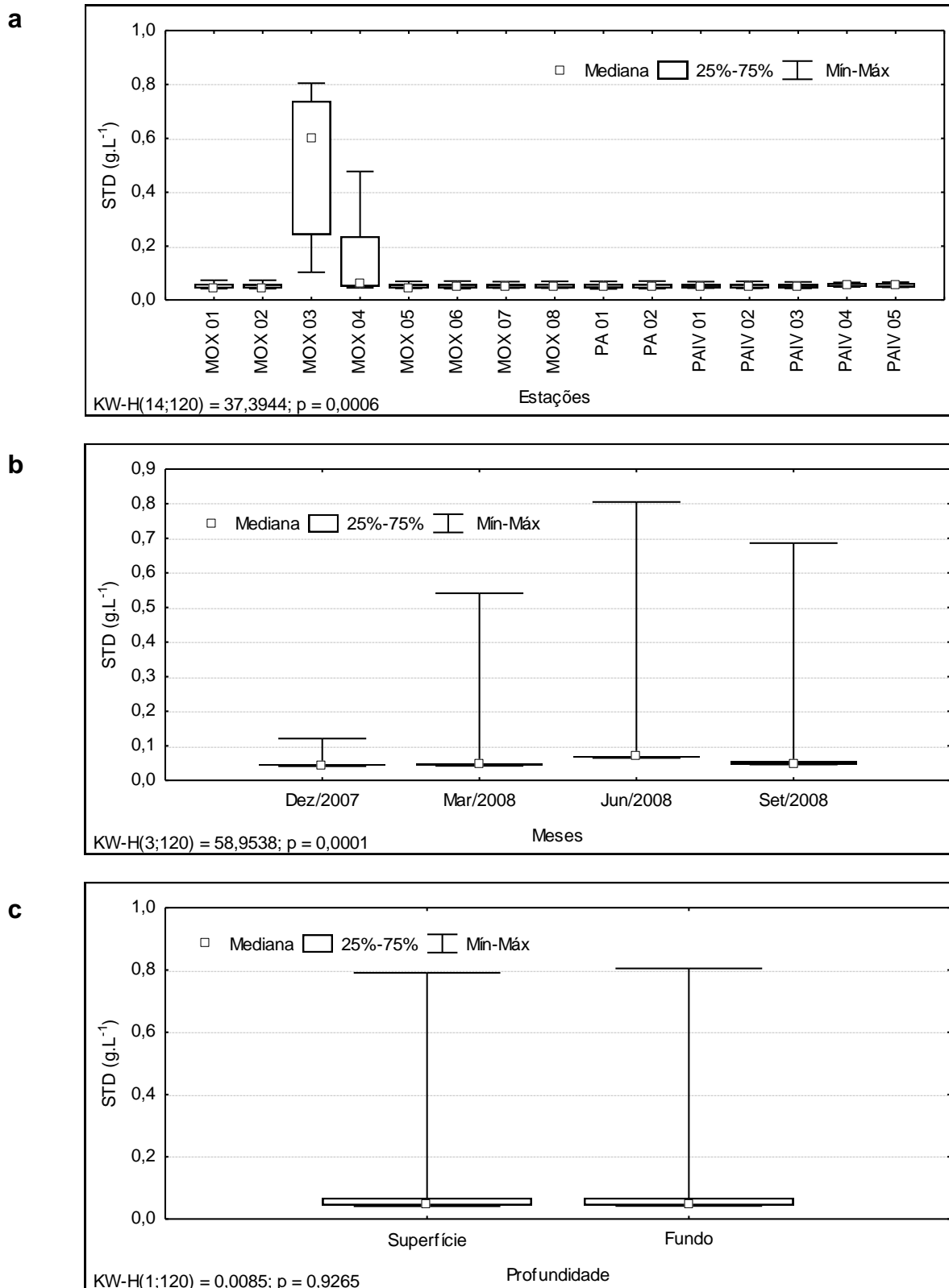
íons citados, cálcio e magnésio (dureza) e cloretos apresentaram padrões semelhantes de variação nos reservatórios do CHPA, tendo sido os principais responsáveis pelos níveis registrados e pelo comportamento da salinidade.

Os valores medianos da concentração de cloretos apresentaram-se praticamente homogêneos ao longo do CHPA (Figura 3.3.A.3-4a), excetuando-se MOX 03 e MOX 04, que apresentaram massas de dados mais elevadas que as demais, ocasionando uma diferenciação significativa espacialmente ( $p = 0,0010$ ). Sob o aspecto sazonal, ocorreu diferenciação significativa entre os meses, com  $p = 0,0001$  (Tabela 2), destacando-se o mês de junho/2008, onde ocorreu a massa de dados mais elevada (Figura 3.3.A.3-4b). A diferença entre as profundidades não foi significativa ( $p = 0,9685$ , Tabela 2). A concentração de cloretos teve uma média de  $31,33 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Cl}$ , com máximo e mínimo de  $328,00$  e  $12,60 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Cl}$ , respectivamente (Tabela 1). Os valores de cloretos mantiveram-se abaixo daqueles recomendados pelo CONAMA, a saber,  $250 \text{ mg.L}^{-1}$ .

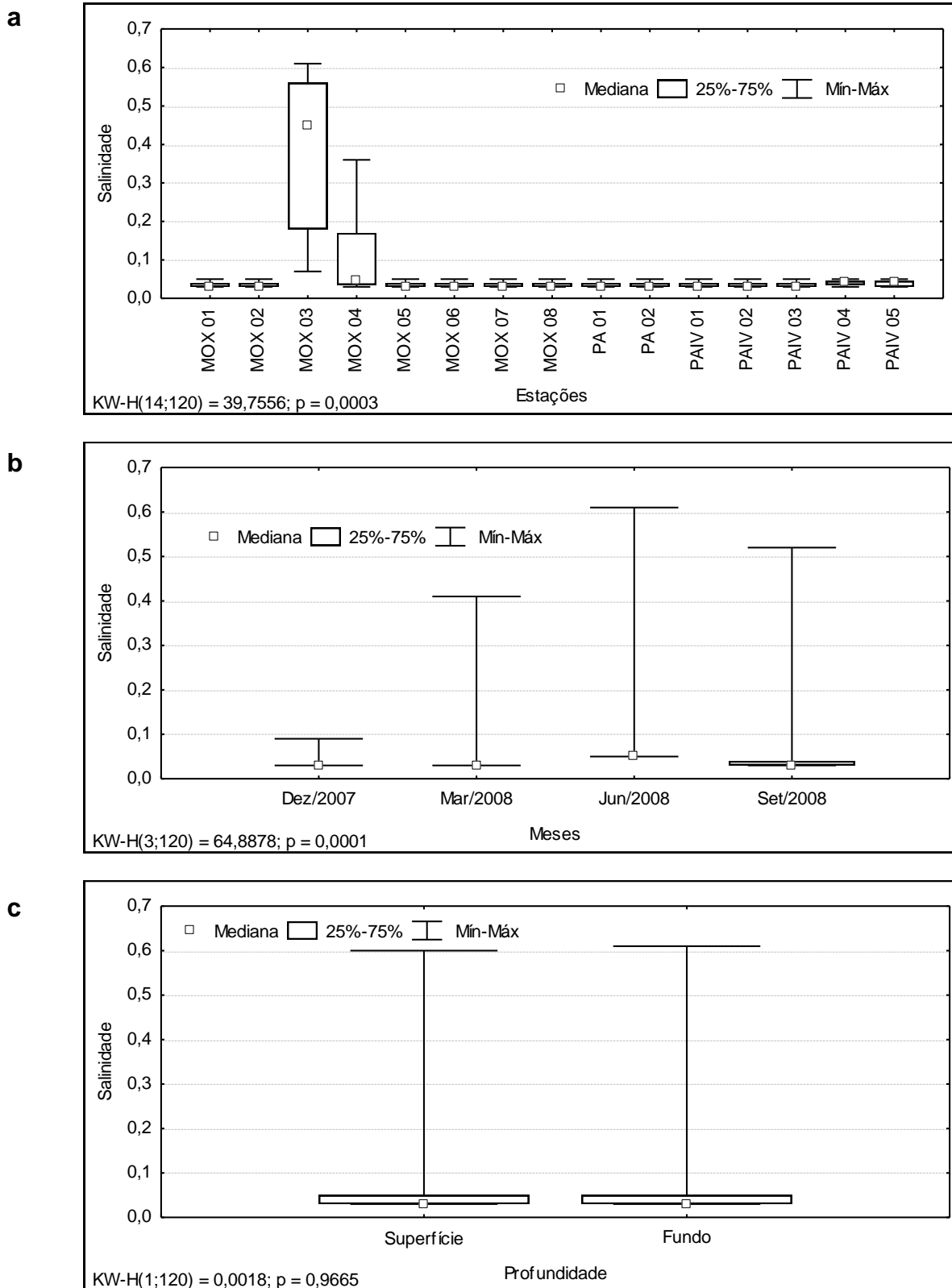
A concentração de silicatos apresentou suas maiores concentrações em setembro/2008, onde ocorreu o pico máximo de  $5,64 \text{ mg.L}^{-1} \text{ SiO}_2$  (Tabela 1), na superfície de MOX 03 (Figura 3.3.A.3-5a, b e c), diferindo significativamente entre os meses ( $p = 0,0001$ , Tabela 2). Espacialmente, os silicatos apresentaram uma distribuição homogênea ao longo dos reservatórios (Figura 3.3.A.3-5a), sem diferir estatisticamente entre estações e profundidades ( $p = 0,8771$  e  $0,9247$ , respectivamente, Tabela 2).



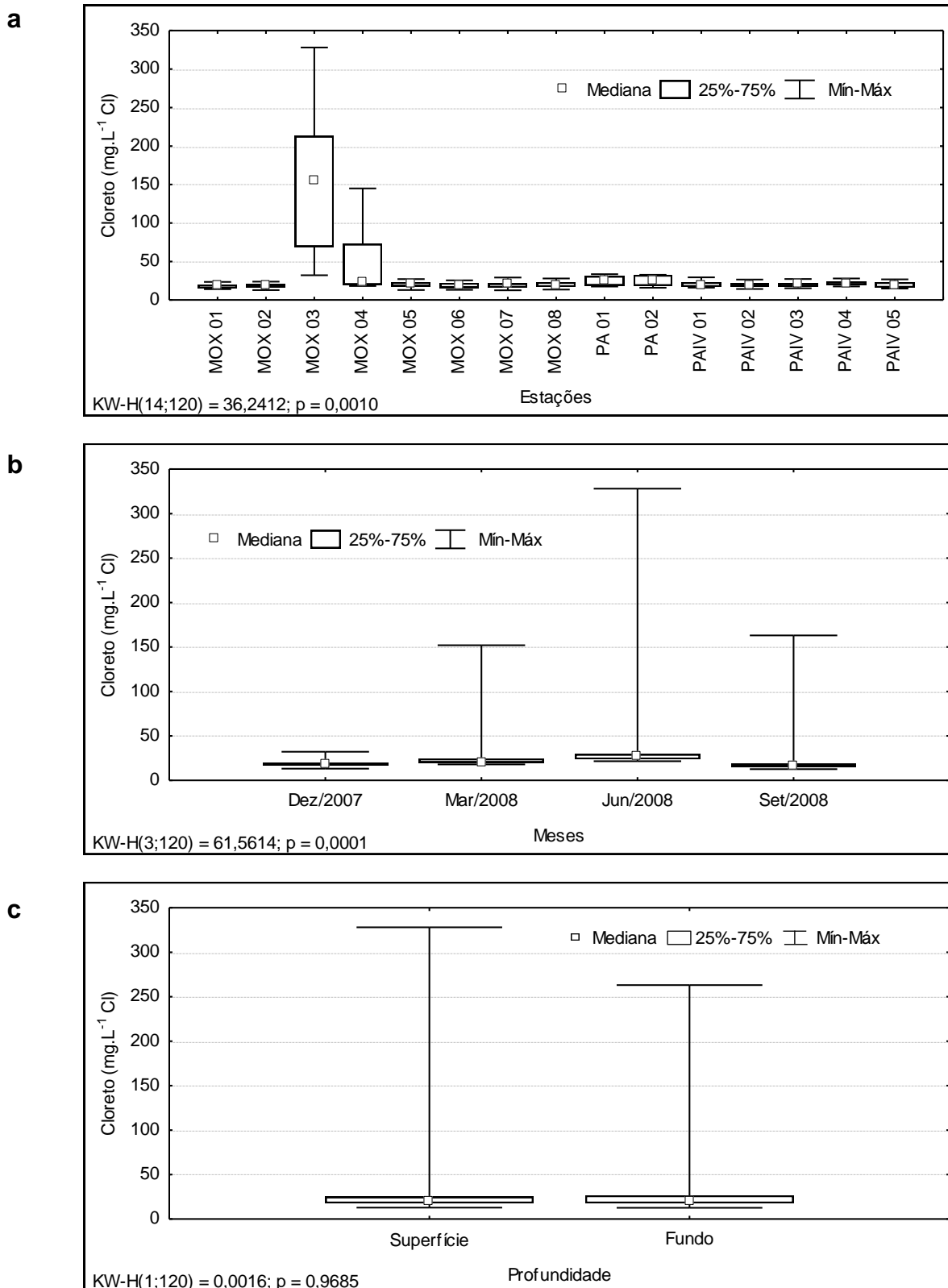
**Figura 3.3.A.3-1** – Amplitude de variação e mediana dos valores da condutividade elétrica da água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.



**Figura 3.3.A.3-2** – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de sólidos totais dissolvidos na água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.

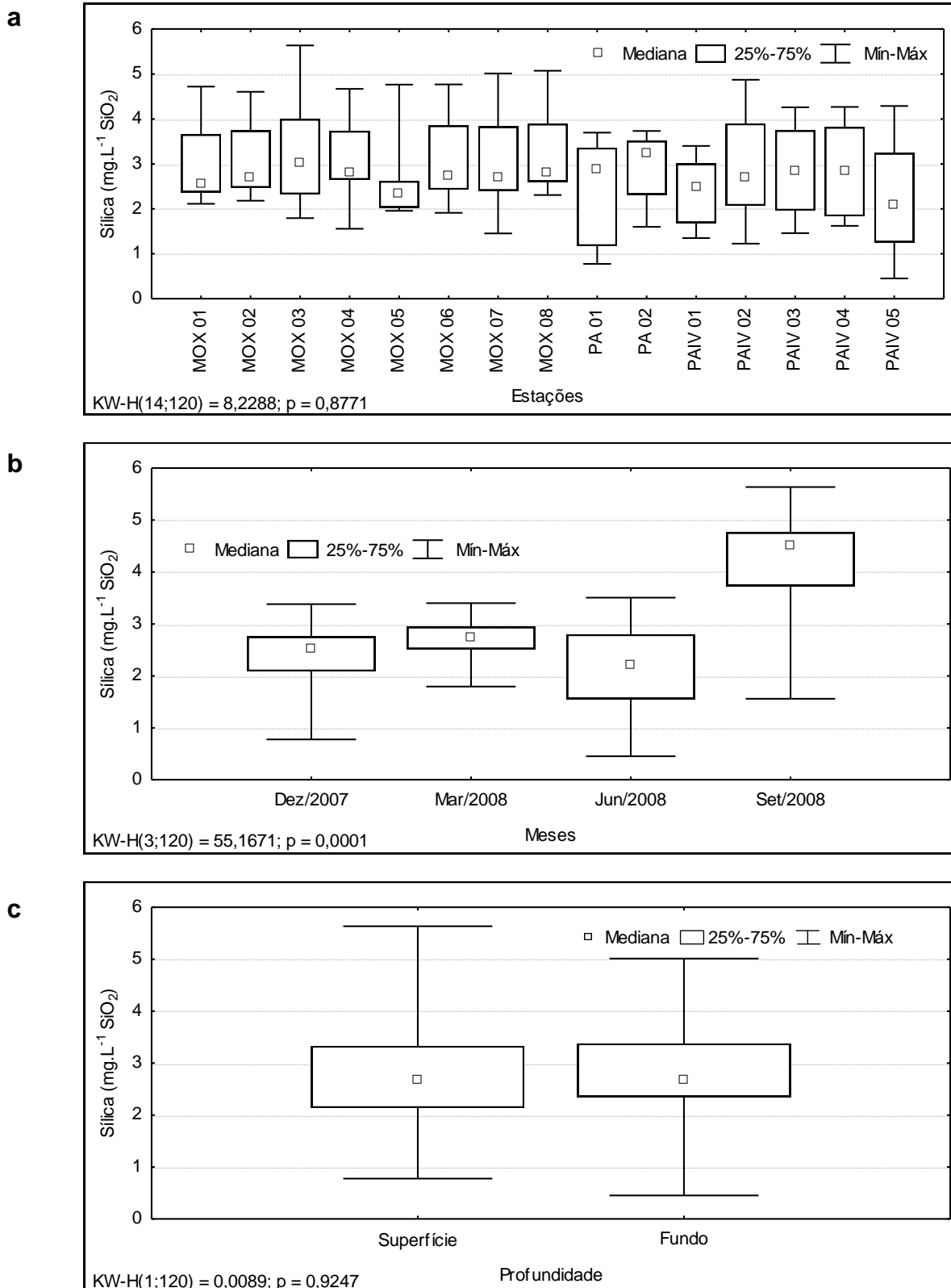


**Figura 3.3.A.3-3** – Amplitude de variação e mediana dos valores da salinidade na água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.



**Figura 3.3.A.3-4** – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de cloretos, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.





**Figura 3.3.A.3-5** – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de silicatos, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.

### **3.3.A.4. Transparência, zona eufótica, turbidez, sólidos em suspensão e sedimentáveis**

A transparência da água, que é expressa através da leitura da profundidade do disco de Secchi, apresentou comportamento espacial diferenciado sazonalmente, sem revelar gradientes visíveis, mas com valores mais elevados em dezembro/2007, e mais reduzidos em junho/2008 (Figura 3.3.A.4-1).

No mês em que os valores se apresentaram mais elevados, o valor máximo foi registrado em PAIV 02 (8m), sendo esta a maior transparência registrada durante todas as campanhas. O valor mínimo foi registrado em MOX 03 (0,3m), em março/2008. Em junho e setembro/2008 a variável apresentou-se praticamente homogênea ao longo dos reservatórios. Em setembro/2008, as transparências tornaram a se elevar, no entanto sem apresentar gradiente longitudinal visível.

O comportamento da transparência, assim como o da zona eufótica, está correlacionado inversamente com a presença de material em suspensão na água. Esses materiais são mais abundantes durante os períodos chuvosos, quando ocorre grande afluência de águas e o carreamento dessas partículas para a bacia hidrográfica. As diferenças registradas nessas variáveis, entre as regiões dos reservatórios e os meses de coleta, estão associadas à presença ou ausência de correntezas, além das profundidades de cada trecho, fatores que proporcionam uma maior ou menor suspensão dos sedimentos, favorecendo ou dificultando a precipitação dessas partículas, e finalmente provocando uma maior ou menor homogeneização da coluna d'água.

A profundidade da zona eufótica ( $Z_e$ ), medida através da atenuação da radiação solar subaquática tem alta correlação positiva com a transparência do disco de Secchi, apresentando comportamentos espaciais e temporais semelhantes.

Assim como foi observado na transparência, a profundidade da zona eufótica não apresentou gradientes longitudinais evidentes nos reservatórios do CHPA. O valor máximo de zona eufótica foi registrado em dezembro/2007, na estação MOX 02 (acima de 18m). O mínimo foi registrado em junho/2008, na estação MOX 03 (1,23m).

Dentre todas as estações do CHPA, MOX 03 destacou-se de forma evidente, por apresentar os menores valores de transparência e zona eufótica durante todas as

coletas, novamente demonstrando a diferença existente entre as águas oriundas do rio tributário Moxotó e as do corpo central do reservatório de Moxotó, que recebe essa contribuição.

A turbidez da água possui razão inversa à transparência, geralmente registrando níveis mais baixos em ambientes lênticos. Os valores dessa variável no CHPA mantiveram-se praticamente abaixo de 10 UNT, em função do mesmo possuir características predominantemente lênticas, principalmente no reservatório de PA IV, onde se percebeu uma leve tendência de diminuição ao longo das estações. No entanto, mesmo com picos registrados em MOX 03 e MOX 04, não houve diferenciação significativa entre as estações ( $p = 0,0718$ , Figura 3.3.A.4-2a).

A análise da sazonalidade demonstra que os valores foram aumentando ao longo dos meses, com uma massa de dados mais elevada em junho/2008, diminuindo no mês subsequente. No entanto, o pico máximo, de 54,70 UNT (Tabela 1), foi registrado em março/2008, no fundo de MOX 03. Junho/2008 também registrou valores acima de 10 UNT. Os meses diferenciaram-se significativamente entre si ( $p = 0,0001$ , Figura 3.3.A.4-2b). Apesar de picos isolados nas amostras de fundo, a massa de dados das diferentes profundidades manteve-se equilibrada, não havendo diferenciação significativa entre elas ( $p = 0,5443$ , Figura 3.3.A.4-2c). De acordo com a Resolução n.º. 357 do CONAMA de 17 de março de 2005, o limite máximo para turbidez é de 100 UNT, não tendo ocorrido valores acima deste limite no CHPA.

Os valores registrados para a turbidez podem ser considerados baixos, quando comparados a outros reservatórios brasileiros, como Sobradinho e Boa Esperança, no rio Parnaíba. Isso ocorre em função de o mesmo se situar “em cascata”, à jusante dos reservatórios de Sobradinho e Itaparica, que retêm em suas barragens grande parte dos sólidos em suspensão recebidos no rio São Francisco e seus tributários à montante. Ainda assim, valores mais elevados são registrados, mais especificamente em MOX 03 e MOX 04, situados no rio tributário Moxotó, onde o reservatório de Moxotó recebe contribuição de águas mais turvas em alguns períodos do ano.

As concentrações de sólidos em suspensão, totais (SST), orgânicos (SSO) ou inorgânicos (SSI), apresentaram uma forte diferenciação sazonal, com destaque para os meses de março e junho/2008, onde atingiram seus valores máximos, especialmente nas estações MOX 03 e MOX 04 (Figura 3.3.A.4-3). Sob o ponto de vista espacial, percebeu-

se a ocorrência de gradientes no sentido longitudinal, principalmente no reservatório de Moxotó, a partir do rio tributário de mesmo nome, principalmente nos meses de dezembro/2007, março e junho/2008. Em setembro/2008 esse gradiente não foi percebido. O valor máximo de SST, registrado em março/2008 na estação MOX 03 foi 29,8 mg.L<sup>-1</sup>, sendo 8,0 mg.L<sup>-1</sup> orgânicos e 21,8 mg.L<sup>-1</sup> inorgânicos. O valor mínimo foi registrado em dezembro/2007 na estação PA 01, de 0,13 mg.L<sup>-1</sup>, sendo 0,07 mg.L<sup>-1</sup> orgânico e 0,04 mg.L<sup>-1</sup> inorgânico (Tabela 1).

A análise da participação relativa das frações orgânica e inorgânica dos sólidos em suspensão (Figura 3.3.A.4-4) mostra um comportamento espacial heterogêneo, com exceção ao mês de junho/2008, onde revelou uma tendência de diminuição da parcela inorgânica no sentido longitudinal. Essa diminuição, ou substituição da parcela inorgânica pela orgânica, é geralmente recorrente nos reservatórios brasileiros, pois se trata de um fenômeno natural, em função da deposição dos sólidos em locais mais parados. Como a parcela orgânica é representada em grande parte pelo plâncton existente na água, ambientes mais lânticos tornam-se mais propícios ao desenvolvimento dessa comunidade, ocasionando essa substituição, que está condicionada a outros fatores, como a disponibilidade de luz no meio. Períodos chuvosos podem causar uma diminuição dessa disponibilidade de luz, além de ocasionar aumento da turbidez pelo carreamento de sólidos para a bacia, trazendo limitações ao desenvolvimento planctônico e ocasionando, em muitos casos, o desaparecimento desse gradiente em reservatórios.

Em dezembro/2007, a parcela inorgânica manteve-se praticamente abaixo dos 50%, chegando a zero em MOX 02, 06, 07 e 08, e em PAIV 02, 03 e 04, demonstrando um predomínio da parcela orgânica no período. Em março/2008, foi registrado o percentual máximo de 94,12% de inorgânicos, valor esse que diminuiu até zero em PA IV. O mês em que a parcela inorgânica predominou foi junho/2008, registrando valores em torno de 70% no trecho inicial do CHPA, e decrescendo até 40%, aproximadamente, em PAIV 05. Em setembro/2008, apesar de chegar ao percentual de 100% em MOX 05, a parcela orgânica ainda manteve-se proporcionalmente mais baixa que a inorgânica, principalmente nos reservatórios de PA I, II, III e PA IV.

A concentração de sólidos sedimentáveis (SS), analisada ao longo deste primeiro ano de estudo foi extremamente baixa, com valores praticamente abaixo de 0,1 mL.L<sup>-1</sup>, a exceção de pico isolado na superfície de MOX 03, onde registrou o valor máximo de 0,2

$\text{mL.L}^{-1}$  (Figura 3.3.A.4-5a). Assim como os sólidos em suspensão, os SS apresentaram os valores mais elevados ao longo do trecho sob influência do rio Moxotó, sem diferenciar significativamente entre estações e meses ( $p > 0,05$ ), mas com diferenciação entre profundidades ( $p = 0,0309$ , Tabela 2). Dentre os meses amostrados, setembro/2008 apresentou os maiores valores (Figura 3.3.A.4-5b). Não houve coleta de sólidos sedimentáveis em dezembro/2007.

Os sedimentos que atingem os cursos d'água apresentam granulometria diferenciada e são transportados de acordo com as condições locais e do escoamento. A manutenção das partículas em suspensão ou no fundo do rio, saltando do leito para o escoamento ou rolando sobre o leito, depende das forças que atuam sobre a mesma. Depende, ainda, da forma de escoamento, se laminar ou turbulento, da velocidade da corrente, dos obstáculos no leito e de outros aspectos correlacionados com a declividade do leito, temperatura e viscosidade da água (CHRISTOFOLETTI, 1981).

A carga em suspensão corresponde à fração mais fina do material do leito (silte e argila), a qual é mantida suspensa pela turbulência do meio, ao passo que a fração areia apresenta um gradiente de distribuição ao longo da coluna d'água conforme sua faixa granulométrica, com maior concentração usualmente próxima do leito (SILVA *et al.*, 2003). Assim sendo, as baixas concentrações detectadas em Itaparica podem ter refletido a interação entre o tamanho das partículas em suspensão e a velocidade da água nos meses amostrados.

A proporção entre os diferentes sólidos dissolvidos e particulados na água varia enormemente entre os cursos d'água. Em rios brasileiros, a fração particulada tende a ser maior que a dissolvida, sendo que cargas em suspensão inferiores a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  são consideradas pequenas (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Características litológicas e pedológicas, associadas à diferentes tipos de cobertura e formas de uso dos solos, sazonalmente diferenciadas em função do padrão de precipitação pluviométrica e disponibilidade de água, principalmente em regiões de clima semi-árido, podem representar situações propícias a processos de degradação dos recursos naturais. Estes refletem no assoreamento, poluição dos cursos d'água, destruição de estradas, pontes e bueiros, na geração de energia elétrica, na disponibilidade de água para irrigação e abastecimento, na redução da produtividade

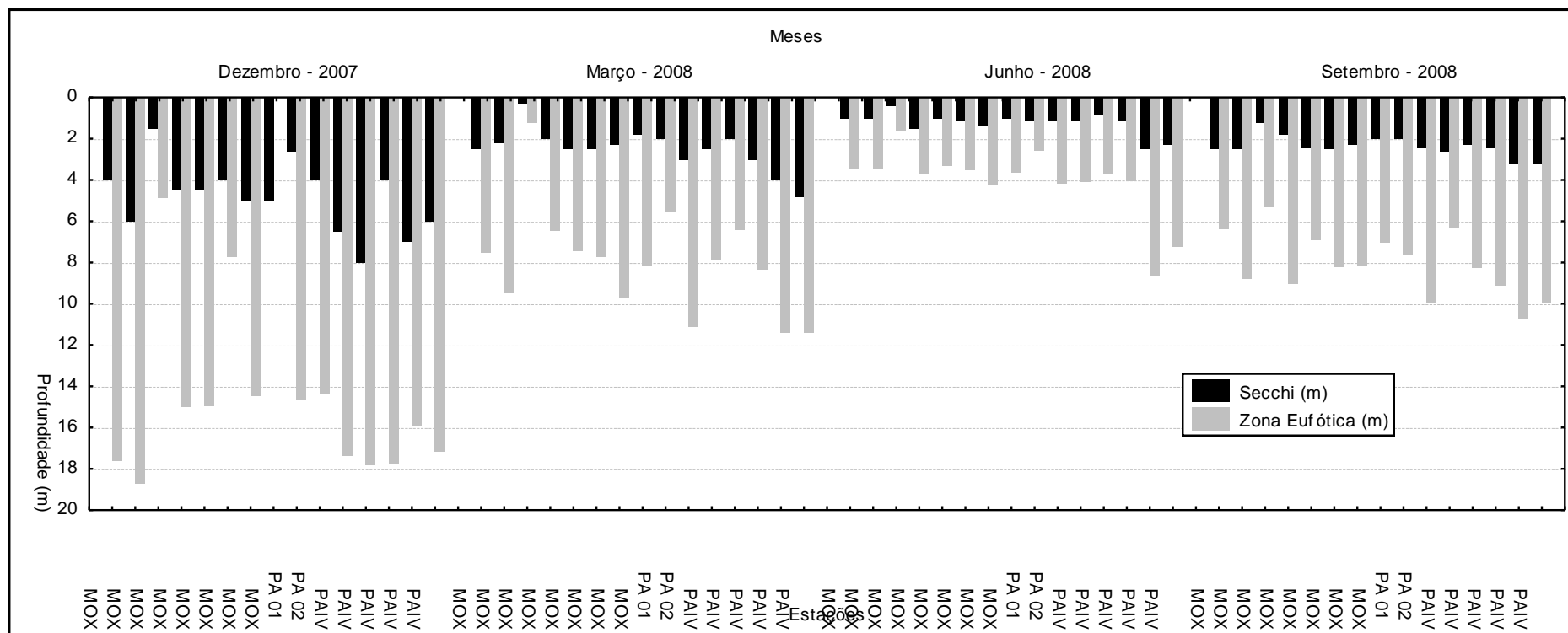
agrícola, na diminuição da renda líquida e no empobrecimento da população local, com reflexos danosos para a economia nacional (SILVA *et al.*, 2003).

A sedimentação em corpos d'água é uma das principais e mais sérias conseqüências do processo de erosão. Em reservatórios de usinas hidrelétricas, parte deles destina-se ao acúmulo de sedimentos, embora muitas vezes sua capacidade de retenção seja amplamente superada, com conseqüente perda na capacidade de armazenamento de água e de geração de energia. Em reservatórios com grandes bacias de captação a montante, sobre as quais os empreendedores hidrelétricos não têm controle das formas de ocupação dos solos e das medidas de manejo dos mesmos para reduzir a erosão, há necessidade da construção de pré-reservatórios para retenção do assoreamento, acarretando em custos adicionais com o projeto hidrelétrico. Como exemplo, MERTEN (1995) estima que aproximadamente 12,5 milhões de toneladas de sedimento já foram carreados para o reservatório de Itaipu.

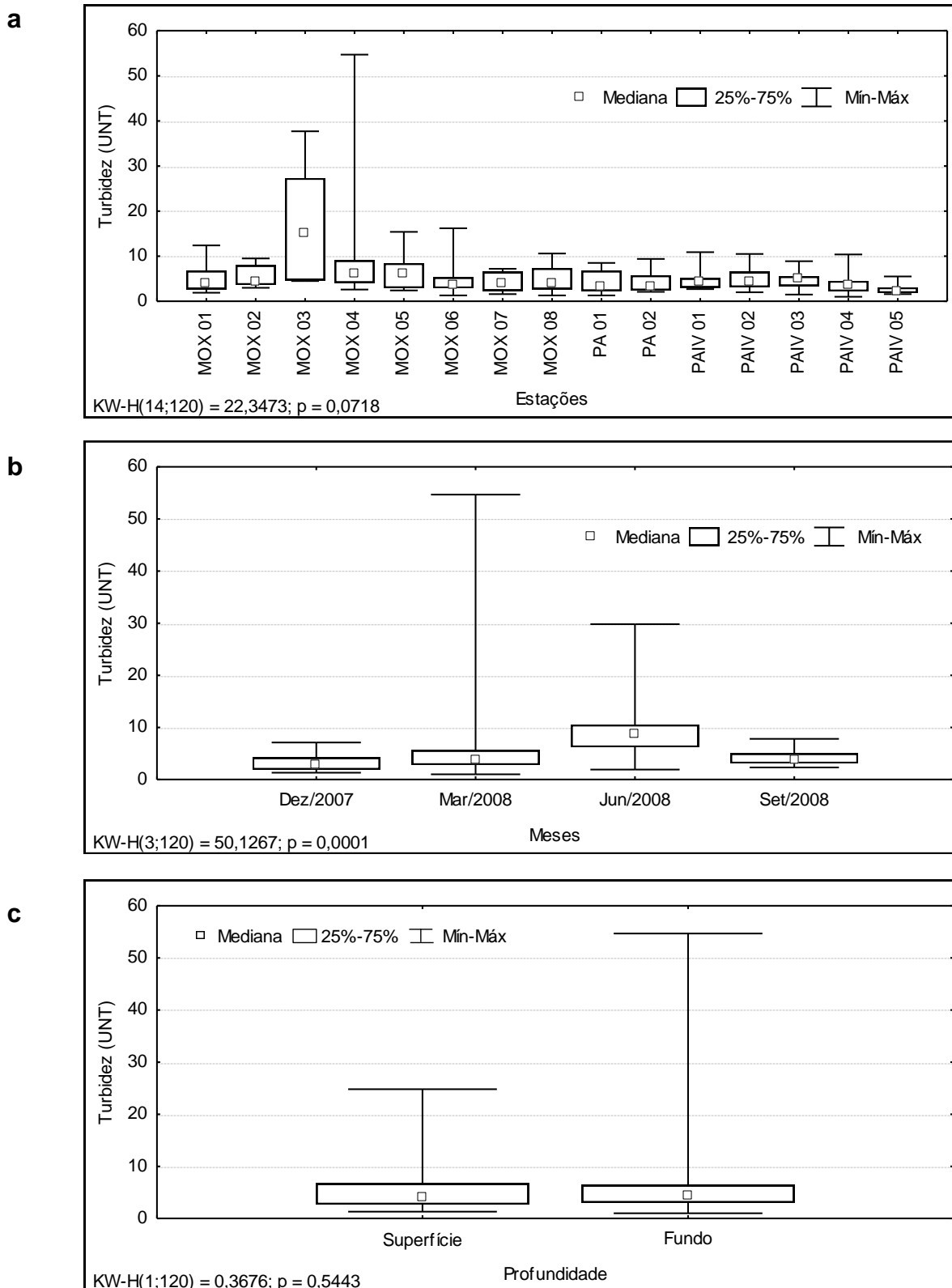
A taxa de sedimentação no reservatório de Moxotó foi similar entre os meses de amostragem, com valores abaixo de 2,50 Kg/m<sup>2</sup>/ano em todas as estações (Tabela 3.3.A.4-1 e Figura 3.3.A.4-6). Em março/2008, o valor máximo de 2,38 Kg/m<sup>2</sup>/ano foi registrado em MO AR 04, situada na entrada do canal escavado que interliga os reservatórios de Moxotó e PA IV. Não foi possível obter os valores de sedimentação desta estação no mês de setembro/2008, devido à alta vazão no local, que ocasionou a perda de duas armadilhas de sedimentação.

Na análise das frações orgânicas e inorgânicas dos sólidos obtidos na sedimentação, verificou-se que a parcela inorgânica permanece acima de 80% do total ao longo de todo o reservatório, demonstrando o predomínio desta parcela sobre a matéria orgânica nos sólidos em suspensão (Figura 3.3.A.4-7 e Figura 3.3.A.4-8).

Frente aos resultados obtidos, ficou clara a influência do período chuvoso sobre a transparência e zona eufótica, reduzindo seus valores. De forma inversa, o período menos chuvoso também influenciou as variáveis, proporcionando valores mais elevados, em função de melhor assentamento de partículas em suspensão e da menor contribuição alóctone recebida na bacia hidrográfica.

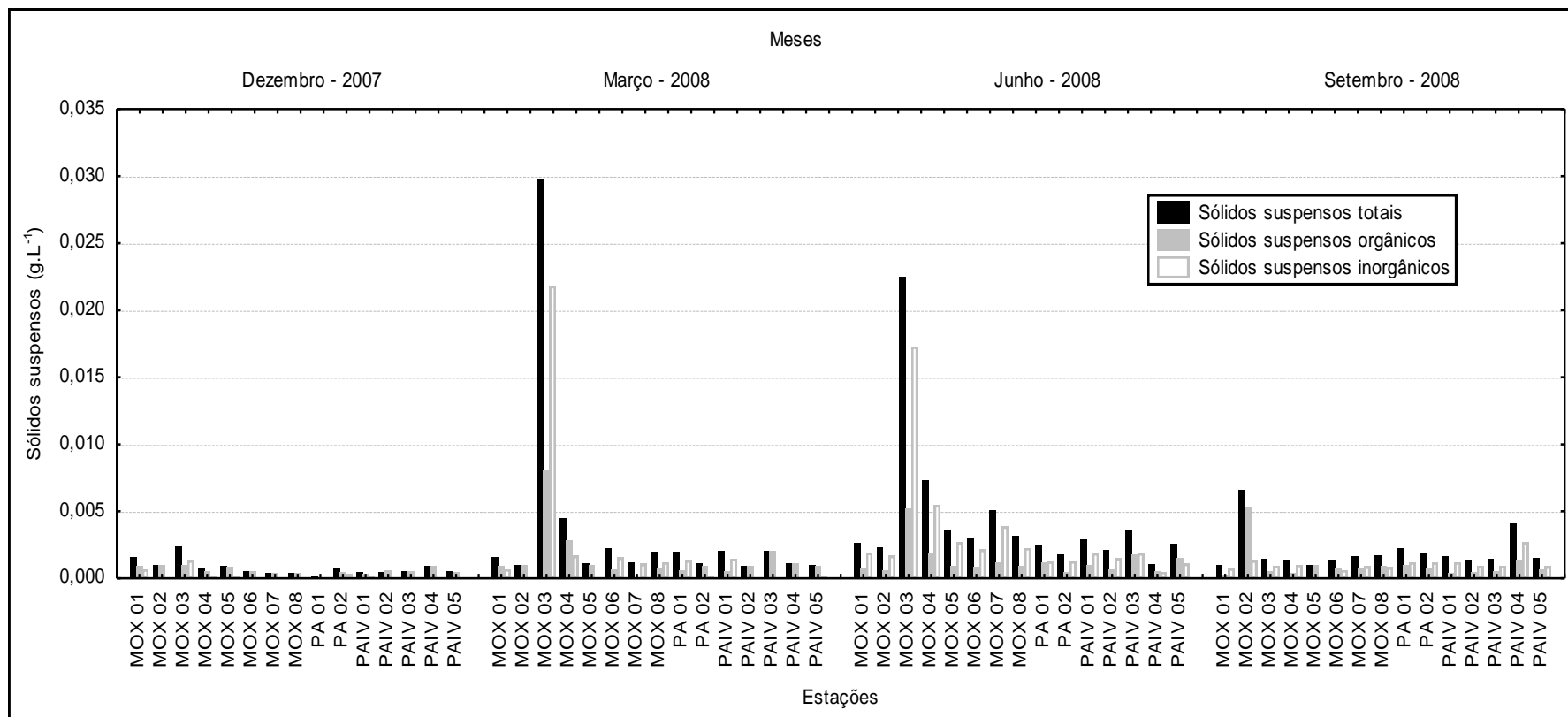


**Figura 3.3.A.4-1** – Variação das profundidades de extinção de disco de Secchi e zona eufótica nas estações de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.

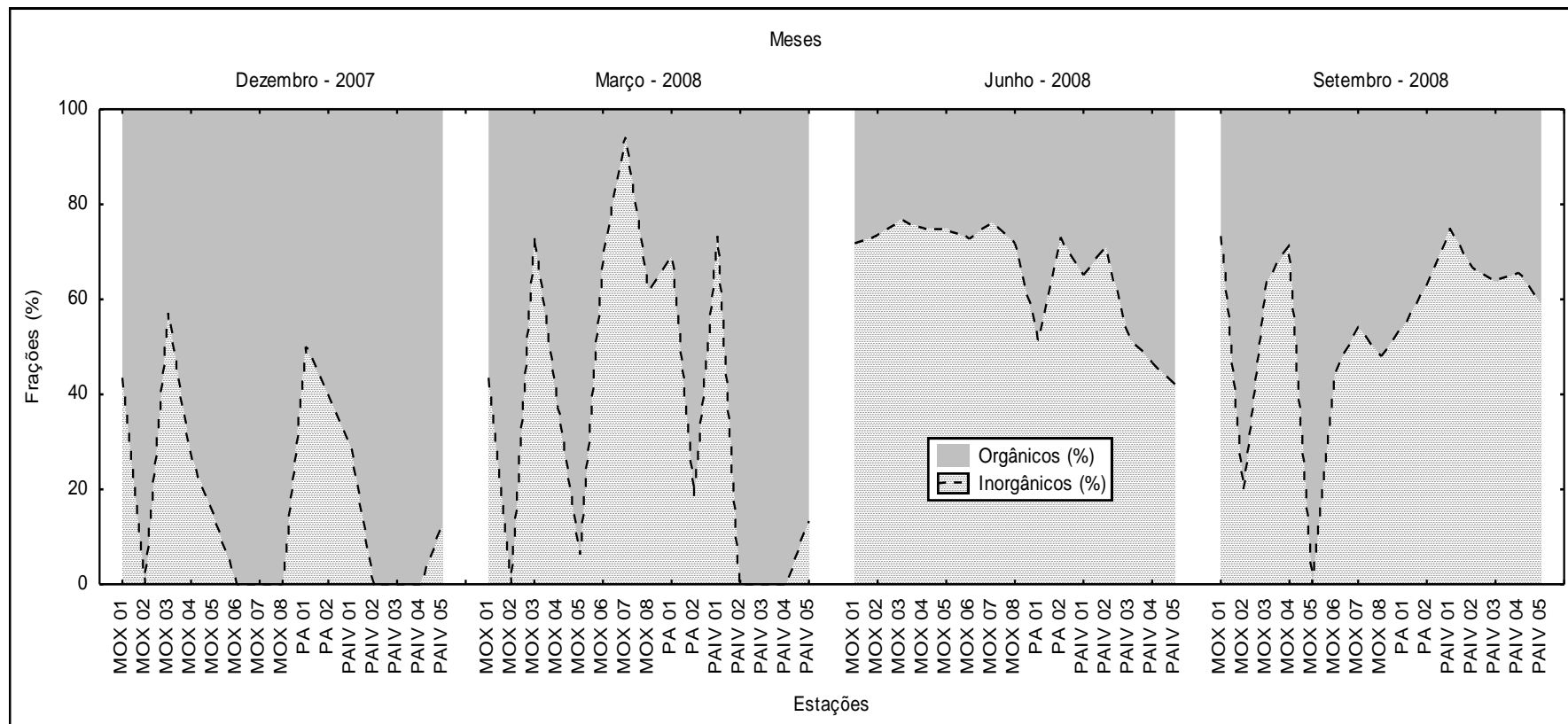


**Figura 3.3.A.4-2** – Amplitude de variação e mediana dos valores da turbidez da água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008. A linha em destaque indica o valor máximo estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005.

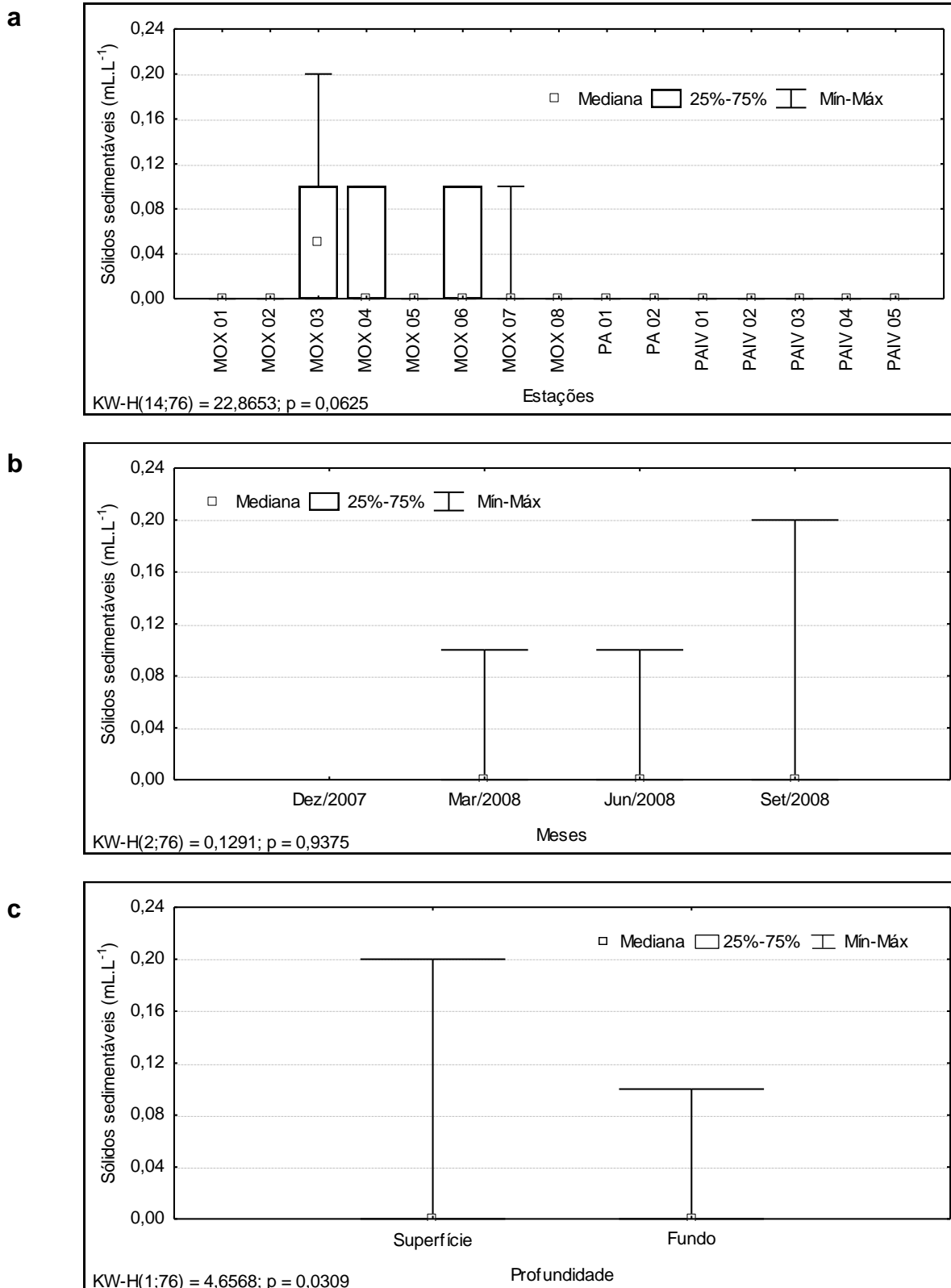




**Figura 3.3.A.4-3** – Variação da concentração de sólidos em suspensão dentre as estações de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.



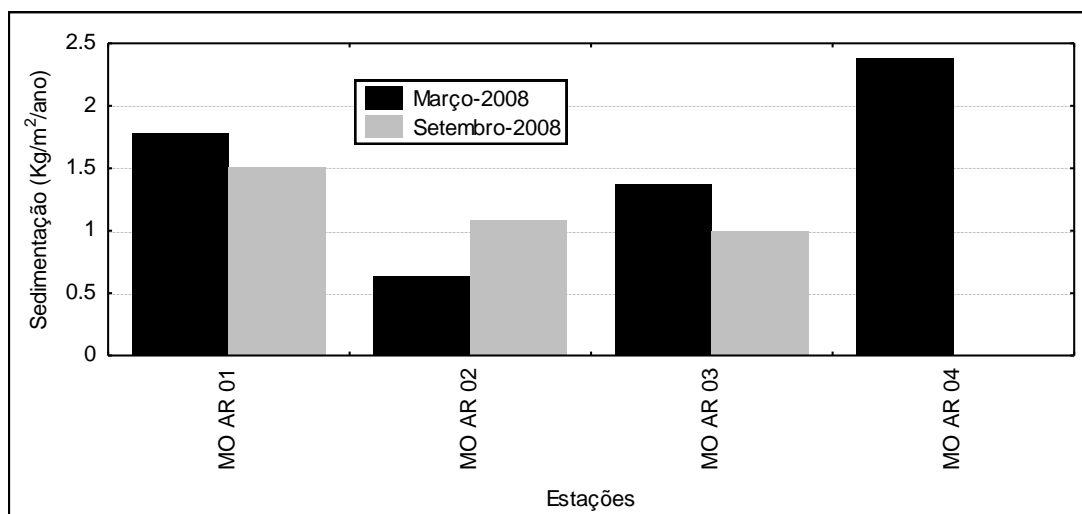
**Figura 3.3.A.4-4** – Variação dos percentuais das frações orgânica e inorgânica dos sólidos em suspensão dentre as estações de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.



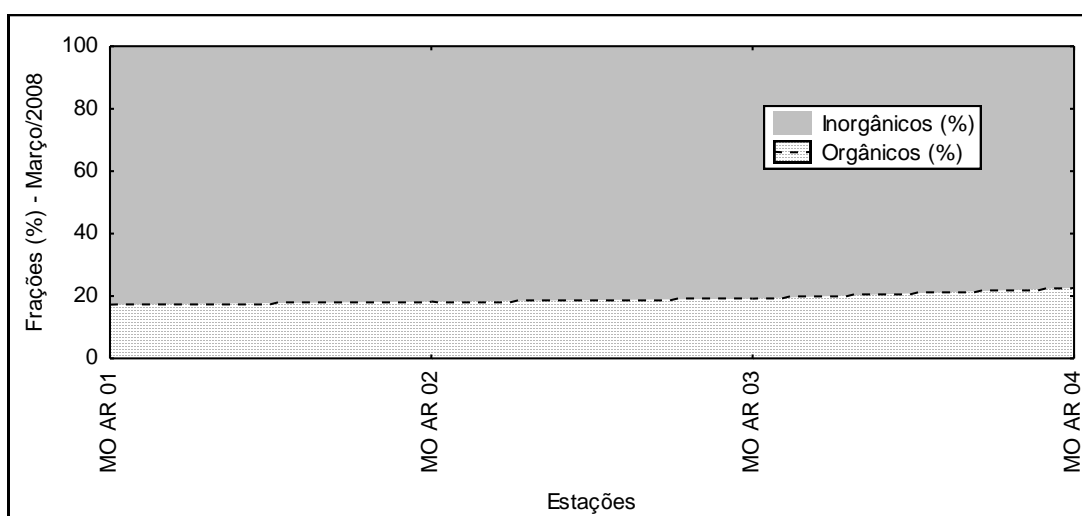
**Figura 3.3.A.4-5** – Amplitude de variação e mediana dos valores de sólidos sedimentáveis na água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.

**Tabela 3.3.A.4-1** – Valores da taxa de sedimentação de sólidos das estações do reservatório de Moxotó, para os meses de março/2008 e setembro/2008.

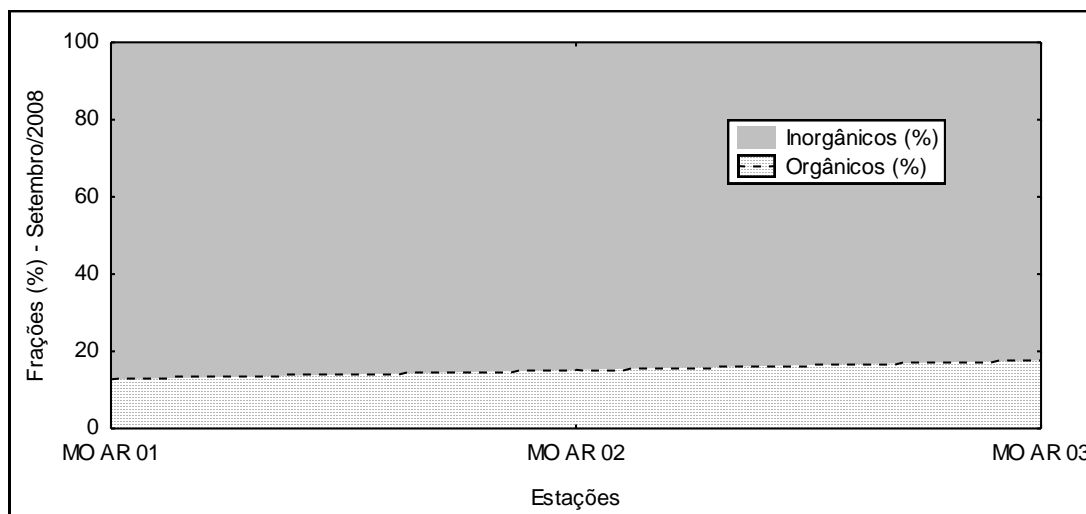
Estações	Sedimentação (Kg/m <sup>2</sup> /ano)	
	Março - 2008	Setembro - 2008
MO AR 01	1,78	1,51
MO AR 02	0,63	1,08
MO AR 03	1,37	0,99
MO AR 04	2,38	0,00



**Figura 3.3.A.4-6** – Variação da taxa de sedimentação de sólidos das estações do reservatório de Moxotó, para os meses de março/2008 e setembro/2008.



**Figura 3.3.A.4-7** - Variação das frações orgânica e inorgânica da sedimentação de sólidos das estações do reservatório de Moxotó, para o mês de março/2008.



**Figura 3.3.A.4-8** - Variação das frações orgânica e inorgânica da sedimentação de sólidos das estações do reservatório de Moxotó, para o mês de setembro/2008.

### 3.3.A.5. Nitrogênio

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes no metabolismo dos ecossistemas aquáticos, sobretudo por sua participação na formação das proteínas, constituintes básicos da biomassa. Sua ocorrência em baixas concentrações pode limitar a produção primária dos ecossistemas. Dentre as diferentes formas de nitrogênio – nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ), íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), nitrogênio molecular ( $\text{N}_2$ ), orgânico dissolvido e orgânico particulado, nitrato e o íon amônio assumem papel preponderante por constituírem as principais formas de nitrogênio para os produtores primários (ESTEVES, 1998).

Dentre as formas de nutrientes nitrogenados analisados – nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato –, todas se mantiveram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução nº 357 do CONAMA, a saber, 3,7 mg/L, 1 mg/L e 10 mg/L, respectivamente, ressaltando que o nitrogênio amoniacal tem uma variação de limite dependendo do pH, assim sendo, o limite considerado para o reservatório de Itaparica foi o da faixa de  $\text{pH} \leq 7,5$ . Portanto, não foram evidenciados valores acima do estabelecido pelo CONAMA para os nutrientes nitrogenados analisados, em nenhuma das estações, meses e/ou profundidades amostrados neste período de monitoramento.

Os níveis de nitrogênio amoniacal registrados foram quase sempre inferiores a  $50 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$ , ocorrendo diversos picos acima deste valor, porém, sem nenhuma estação apresentar valor mediano e massa de dados superior a este valor (Figura 3.3.A.5-1a). Em relação à distribuição sazonal do nitrogênio amoniacal (Figura 3.3.A.5-1b), março/2008 mostrou os menores valores, sendo sempre inferiores a  $50 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$ , junho e setembro/2008 registraram apenas picos acima deste valor, enquanto dezembro/2007 teve os mais elevados, com massa de dados próxima de  $50 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$ . Houve diferenciação significativa apenas entre os meses ( $p = 0,0001$ , Tabela 2). O nitrogênio amoniacal teve média de  $22,31 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$ , com máximo, de  $719,47 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$ , em dezembro/2007 (Tabela 1).

Em ambientes aquáticos tropicais, a concentração de nitrogênio amoniacal (amônia) parece estar mais relacionada aos processos de estratificação que ao nível trófico do ecossistema. Durante períodos de estratificação térmica, baixas concentrações no epilímnio e elevadas no hipolímnio sugerem o consumo do íon amônio pelo fitoplâncton no epilímnio e altas taxas de amonificação de nitrato no hipolímnio (ESTEVEZ, 1998).

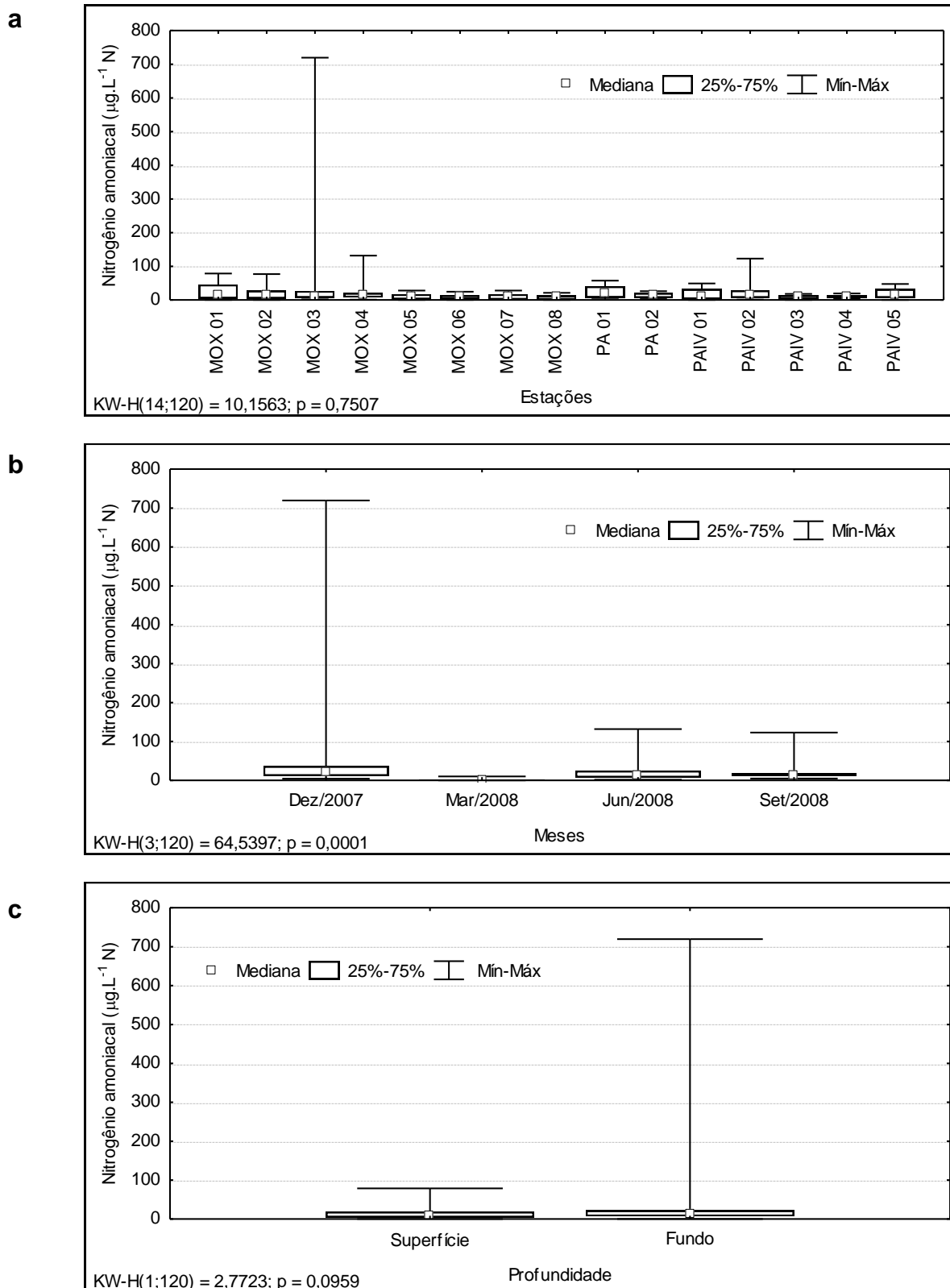
De forma semelhante ao nitrogênio amoniacal, a concentração de nitrito apresentou valores baixos neste período de monitoramento, com medianas inferiores a  $2,0 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$ , com exceção ao mês de setembro/2008 (Figura 3.3.A.5-2b), que registrou massa de dados acima deste valor, apresentando diferença significativa entre os meses ( $p = 0,0001$ , Tabela 2). Foram ainda registrados picos superiores a  $2,0 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$ , em março/2008. Mesmo com esses picos registrados, o nitrito mostrou massas de dados com baixas concentrações espacialmente, sem diferir estatisticamente entre estações e profundidades ( $p = 0,9943$  e  $p = 0,4137$ , Tabela 2, respectivamente), com máximo de  $6,43 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$ , no fundo de MOX 03, média de  $0,79 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$ , e mediana de  $0,38 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$  (Tabela 1).

O nitrito é usualmente encontrado em baixas concentrações, principalmente em ambientes bem oxigenados. Sob condições anaeróbias ou com déficit de oxigênio, como no hipolímnio de lagos ou reservatórios eutróficos durante períodos de estratificação, podem atingir altas concentrações. Por constituir uma forma intermediária entre o nitrogênio amoniacal e o nitrato, o nitrito é rapidamente oxidado em condições normóxicas pelo processo de nitrificação intermediado pelas bactérias *Nitrobacter*.

Os valores de nitrato foram os mais elevados dentre os nutrientes nitrogenados analisados, com destaque para o mês de setembro/2008, que registrou a massa de dados e a mediana mais elevada dentre os meses amostrados (Figura 3.3.A.5-3b). No entanto, o pico máximo de nitrato, no valor de  $267,66 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$ , foi registrado em junho/2008, na superfície da estação MOX 05 (Tabela 1, Figura 3.3.A.5-3a). O comportamento sazonal ficou claramente visível, revelando uma tendência de crescimento ao longo do período de monitoramento, diferenciando significativamente entre os meses ( $p = 0,0001$ , Tabela 2). Para as estações e profundidades não houve diferença significativa ( $p = 0,8813$  e  $p = 0,4144$ , respectivamente, Tabela 2). Em relação a sua distribuição espacial, a concentração de nitrato apresentou medianas que oscilaram entre valores aproximados de  $10$  e  $80 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$ , sem indicar gradiente perceptível, a exceção do reservatório de PA IV, que registrou uma tendência de diminuição ao longo das estações.

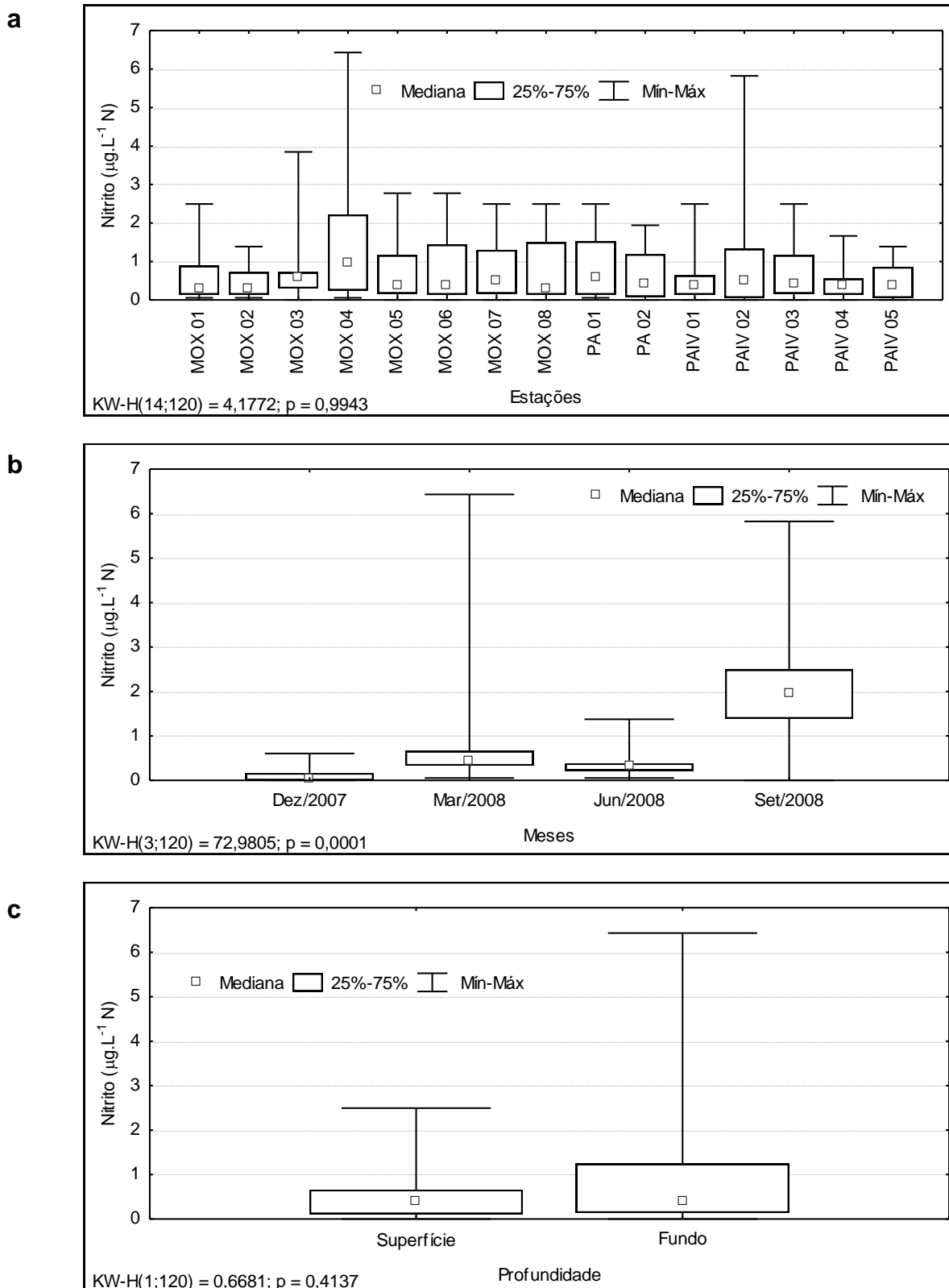
As diferenças sazonais nos níveis dos nutrientes nitrogenados refletem a importância da dinâmica hidrológica imposta à reservatórios pelos padrões de precipitação e afluência de suas regiões. Um maior carreamento de detritos e matéria orgânica para seus corpos durante o período chuvoso, na área de influência direta de seus tributários ou através do aporte desde o montante da bacia, contribui para as diferenças temporais nos níveis desses compostos.

Os procedimentos adotados nas UHEs, quanto ao uso da água represada para a geração de energia, também interferem na dinâmica dos nutrientes, em função de sua influência sobre o tempo de residência de suas águas. No entanto, essa influência é bastante pequena no CHPA, em função da baixa capacidade de armazenamento de seus reservatórios, que funcionam praticamente sem apresentar variações de cota e área inundada, com tempos de residência bastante reduzidos em comparação a outros reservatórios brasileiros.

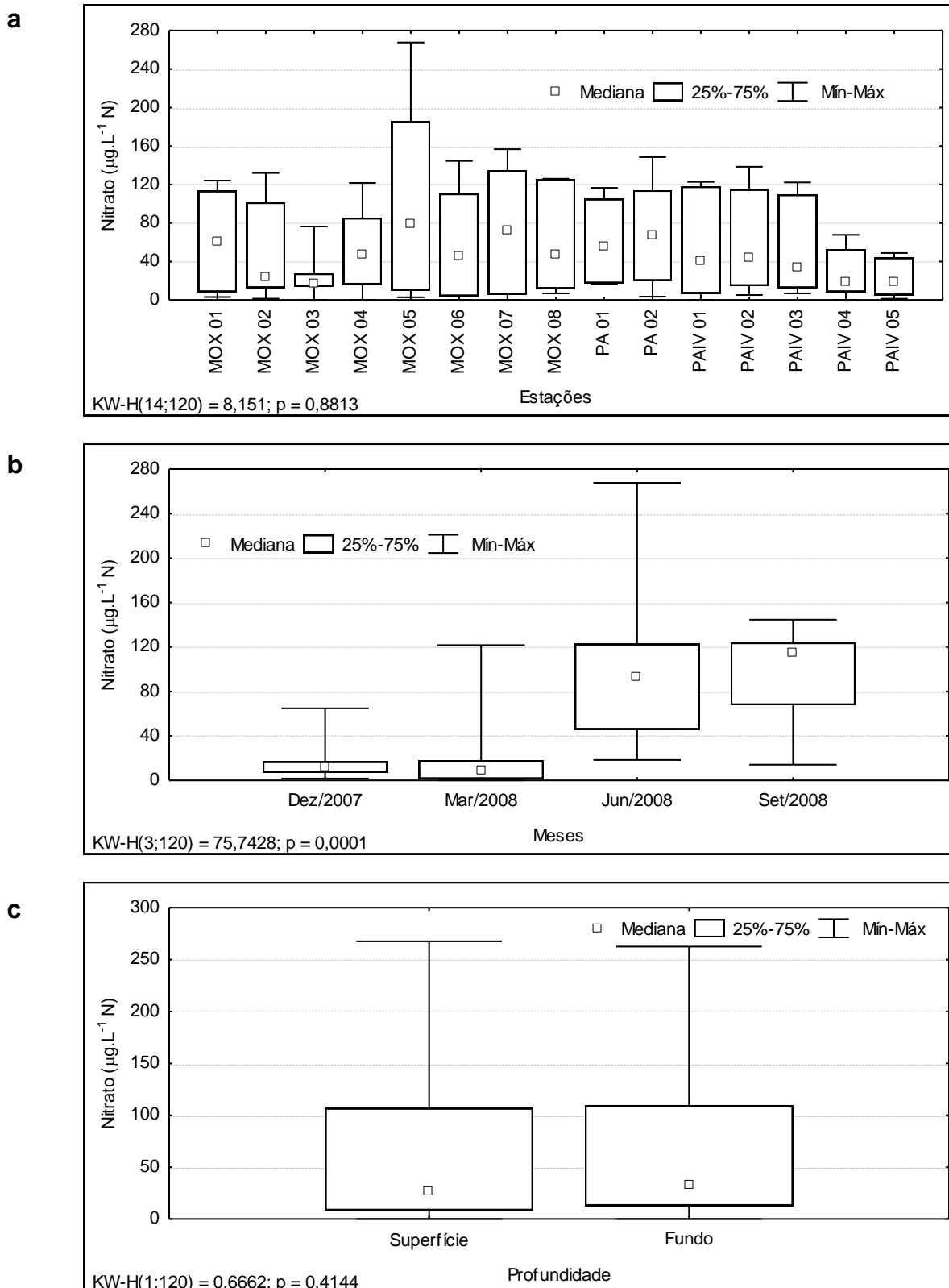


**Figura 3.3.A.5-1** – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de nitrogênio amoniacoal, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.





**Figura 3.3.A.5-2** – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de nitrito, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.



**Figura 3.3.A.5-3** – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de nitrato, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.

### 3.3.A.6. Fósforo

O fósforo participa de processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, através do armazenamento de energia – como parte essencial da molécula de ATP – e na estruturação da membrana celular – através dos fosfolípidios – (ESTEVES, 1998). Em águas continentais, representa o principal fator limitante de sua produtividade. Por outro lado, também representa o principal nutriente responsável pela eutrofização nestes ecossistemas.

Segundo ESTEVES (1998), as formas de fósforo mais comumente consideradas são fosfato particulado, fosfato orgânico dissolvido, fosfato inorgânico dissolvido ou ortofosfato ou fosfato reativo, fosfato total dissolvido e fosfato (ou fósforo) total. Dentre estas, o ortofosfato assume relevância em estudos limnológicos por constituir a principal forma de fosfato assimilada pelos vegetais aquáticos (produtores primários).

A concentração de fosfato inorgânico apresentou uma distribuição praticamente homogênea ao longo do CHPA (Figura 3.3.A.6-1a), oscilando em torno de  $10 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$ , e com média anual  $12,65 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$  (Tabela 1). No entanto, algumas variações nos valores medianos e nas massas de dados de determinadas estações ocasionou a diferenciação significativa entre as mesmas ( $p = 0,0003$ , Tabela 2). O pico máximo foi registrado na superfície de MOX 03, no mês de junho/2008, no valor de  $89,37 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$ . Sazonalmente, o ortofosfato apresentou diferença significativa ( $p = 0,0002$ ), sendo junho/2008 o mês que apresentou a maior massa de dados e mediana do período estudado (Figura 3.3.A.6-1b). Não houve diferenciação significativa entre as profundidades, ainda que no fundo a massa de dados tenha se apresentado um pouco mais alta que na superfície ( $p = 0,0708$ , Figura 3.3.A.6-1c).

De forma semelhante ao fosfato inorgânico, o fosfato total apresentou uma distribuição espacial praticamente homogênea, excetuando-se àquelas estações onde os valores apresentaram-se mais elevados, sejam elas MOX 02, MOX 03 e PA 01, ocasionando diferenciação estatística entre as mesmas ( $p = 0,0008$ , Figura 3.3.A.6-2a). Nas outras estações os valores medianos oscilaram entre  $10$  e  $20 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$ , e a média anual foi de  $22,73 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$ , destacando MOX 03, que registrou a massa de dados mais

elevada de todas as estações. Não houve diferenciação estatística entre as profundidades ( $p = 0,9728$ ). Os meses diferenciaram significativamente entre si (Tabela 1), registrando uma elevação nos valores medianos até junho/2008, tornando a reduzir-se em setembro/2008 (Figura 3.3.A.6-2b).

O fosfato presente em ecossistemas aquáticos tem origem em fontes naturais e artificiais. Dentre as primeiras, a fonte básica são as rochas da bacia de drenagem, sendo a apatita a mais importante delas. Dentre as últimas, esgotos domésticos e industriais, fertilizantes agrícolas e material particulado de origem industrial contido na atmosfera (ESTEVES, 1998).

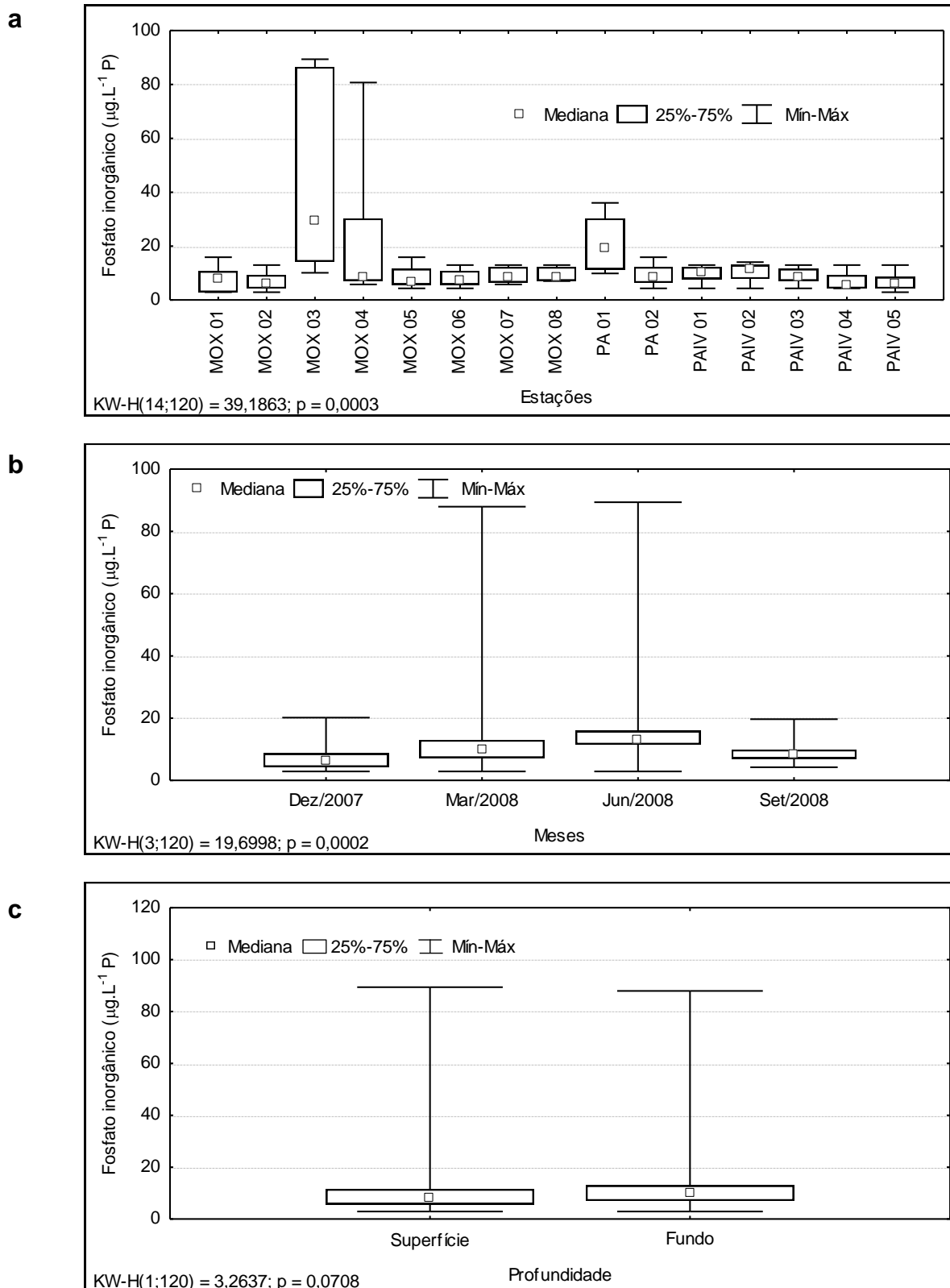
Uma considerável fração do fosfato que atinge os corpos d'água é precipitada no sedimento, muitas vezes não mais participando do metabolismo límnic. Porém, a quantidade de fosfato reciclado depende das características físicas e químicas do meio e da taxa de decomposição da matéria orgânica. Sua liberação para a coluna d'água é favorecida sob baixa concentração de oxigênio. Assim sendo, águas profundas, com baixos níveis de oxigênio dissolvido e termicamente estratificadas, representam uma condição satisfatória para a manutenção de elevados níveis de fosfato livre na água. Por outro lado, em condições aeróbias, uma camada oxidada de alguns milímetros, que se forma sobre outra reduzida nos sedimentos, atua como uma barreira que impede a liberação do fosfato para a coluna d'água.

O fósforo total chegou ao máximo de  $214,50 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$ , em março/2008, no fundo de MOX 03 (Figura 3.3.A.6-3a, b e c), estação que apresentou a mediana mais elevada do reservatório. A média anual foi de  $61,71 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$ , enquanto a mediana anual foi de  $51,50 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$ . Não houve diferenciação significativa entre as estações e suas profundidades (Tabela 2). No entanto, os meses diferenciaram estatisticamente entre si, com  $p = 0.0001$ , com os meses de março e junho/2008 apresentando medianas acima de  $50 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$  (Figura 3.3.A.6-3b), enquanto que dezembro/2007 registrou apenas picos acima deste valor, que é o limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357 do CONAMA, de 17 de março de 2005.

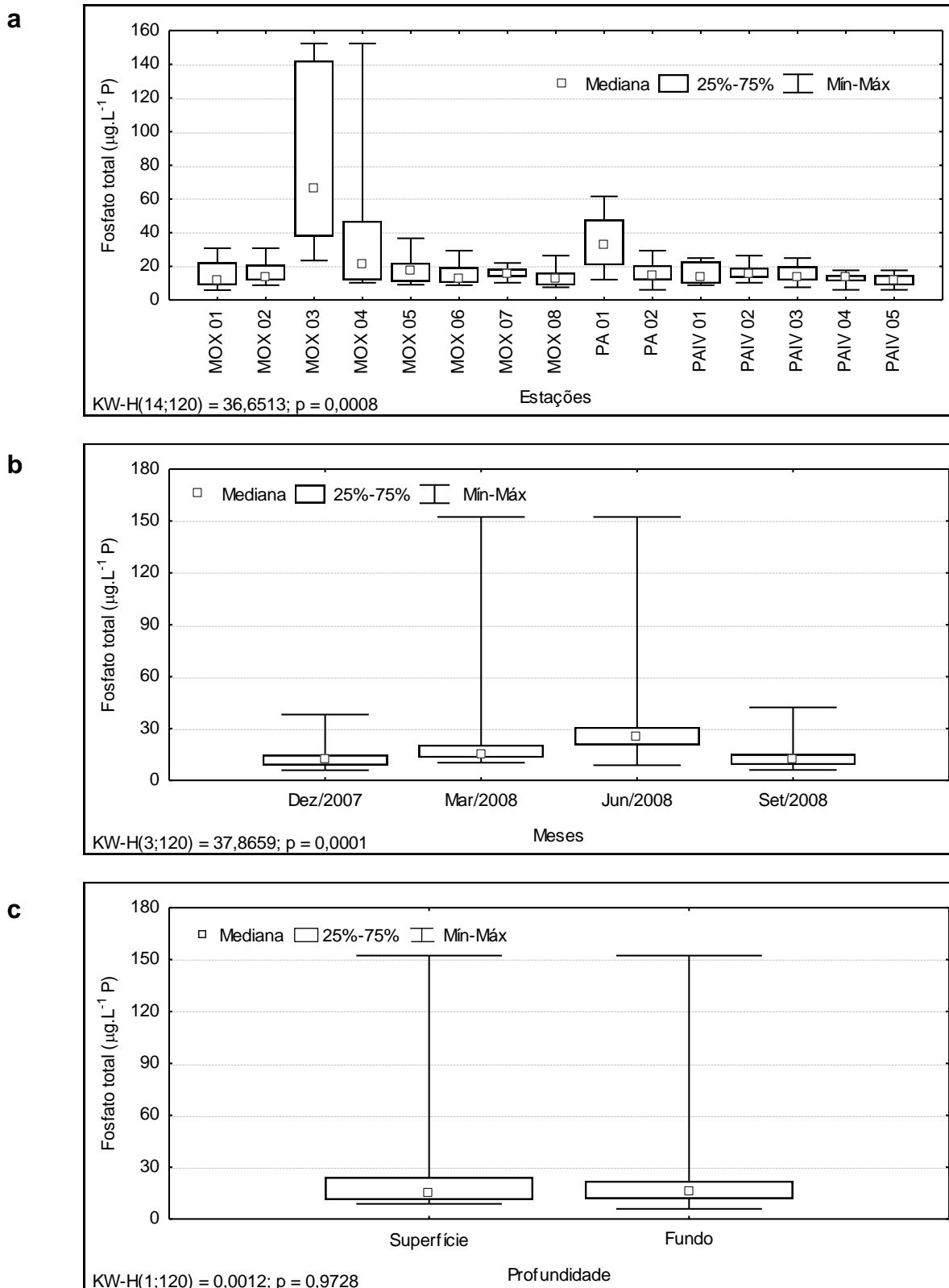
O comportamento dos nutrientes fosfatados nas estações MOX 03, MOX 04 e PA 01 podem indicar processos de eutrofização nesses locais. Os valores registrados nas duas primeiras estações, situadas dentro da área de influência do rio Moxotó, indicam que a região está recebendo um aporte considerável de fósforo, em suas diversas

formas, o que pode estar relacionado à qualidade da água recebida no rio à montante, como também a processos locais de degradação ambiental, tais como baixa oxigenação no sedimento, associados a estratificações térmicas que geralmente ocorrem em águas mais turvas. A proximidade da estação PA 01 com a área urbana de Paulo Afonso, mais especificamente com a saída de efluentes da empresa de piscicultura AAT, parece ter sido a causa do aumento relativo desse nutriente em relação às demais estações, indicando que essa atividade em particular pode estar ocasionando algum processo de eutrofização naquele reservatório, tendo em vista se tratarem de compostos que são abundantes na alimentação direcionada a estes organismos e, por conseqüência, nos efluentes de seu cultivo.

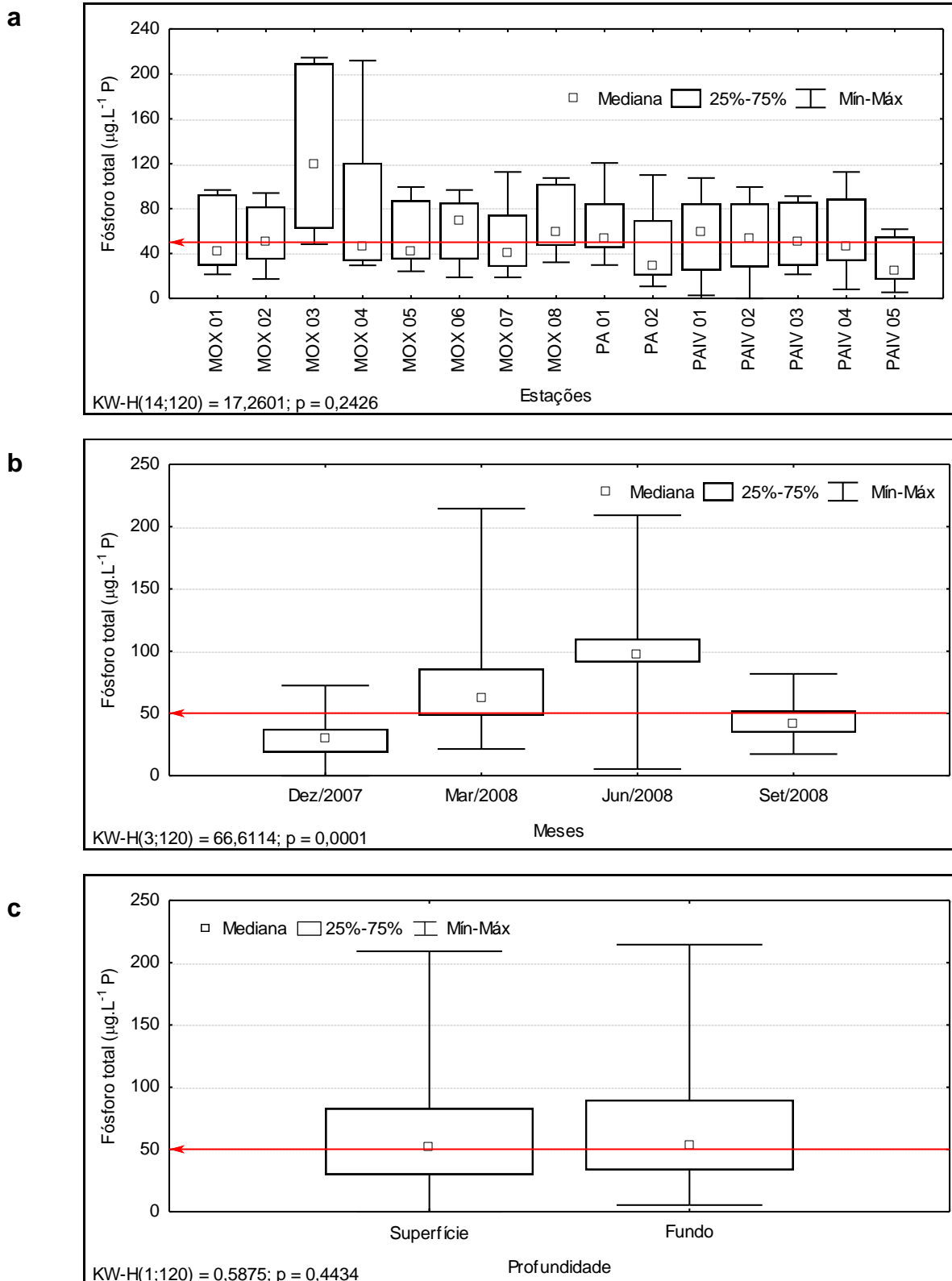
Processos de enriquecimento de nutrientes fosfatados em águas continentais, associados à presença de luz, são apontados como os principais causadores do aumento exacerbado de biomassa vegetal em reservatórios. No CHPA, esse aumento torna-se um problema, pois ocasiona a formação de extensos bancos de macrófitas fixas e flutuantes, que ocupam grandes áreas nas margens e na lâmina d'água, podendo ocasionar o entupimento de estruturas de captação de água para abastecimento e para geração de energia elétrica em usinas, além de vários transtornos à navegação e ao lazer, entre outras atividades.



**Figura 3.3.A.6-1** – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de fosfato inorgânico, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.



**Figura 3.3.A.6-2** – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de fosfato total, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.



**Figura 3.3.A.6-3** – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de fósforo total, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008. A linha em destaque indica o valor máximo para ambientes lênticos estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005.



### 3.3.B. Estado trófico

A caracterização do estado trófico em reservatórios assume importância crescente frente ao processo acelerados de degradação ambiental a que os mesmos estão submetidos, acarretando em sua eutrofização.

As eutrofizações em lagos e reservatórios ocorrem através do enriquecimento de suas águas com macronutrientes vegetais, principalmente fósforo e nitrogênio, que entram como soluto e se transformam em compostos orgânicos e inorgânicos. O crescimento acelerado e a maior abundância de vegetais aquáticos (micro e macroscópicos) freqüentemente causam a deterioração da qualidade hídrica. O aumento das cargas de nutrientes nas águas interiores normalmente decorre de alteração nos mananciais, como remoção de florestas, desenvolvimento agrícola, industrial e urbanização. As condições ambientais dentro dos corpos hídricos, da atmosfera e dos mananciais influenciam a eutrofização. Os fatores dentro do lago que modulam os impactos gerados pelo aumento de nutrientes incluem a estrutura da rede alimentar, trocas entre os sedimentos e a água, forma da bacia e movimentos da água dentro do lago, ou reservatório. Além disso, as condições climáticas e hidrológicas ajudam a alterar os impactos da eutrofização (UNEP-IETC, 2001).

O índice de Carlson (1977) é uma das ferramentas mais empregadas para a estimativa do estado trófico em ambientes aquáticos. O mesmo tem sido usado em diferentes ecossistemas aquáticos, incluindo lagoas costeiras (SCHÄFER, 1988) e reservatórios (MATSUMURA-TUNDISI *et al.*, 1986; CALEFFI *et al.*, 1994; MERCANTI & TUCCI-MOURA, 1999).

Entretanto, devido às características ecológicas dos ecossistemas tropicais, quando comparados aos temperados, para os quais a maioria dos índices têm sido desenvolvidos, como o modelo clássico de Vollenweider (1976) para estimar a capacidade de suporte de fósforo em lagos, algumas modificações no índice de Carlson têm sido propostas, visando sua adequação e ponderação para variáveis mais adequadas a nossos ambientes aquáticos, como aquela proposta por Toledo *et al.* (1983). Nesta, foram atribuídos diferentes pesos para as variáveis envolvidas na mensuração do índice de Carlson, através dos índices de estado trófico modificado

(IETM) da transparência do disco de Secchi (DS), clorofila-a (CHL) e fósforo total (PT), incluindo fósforo solúvel reativo (PSR), com a definição de um índice médio (IET Médio).

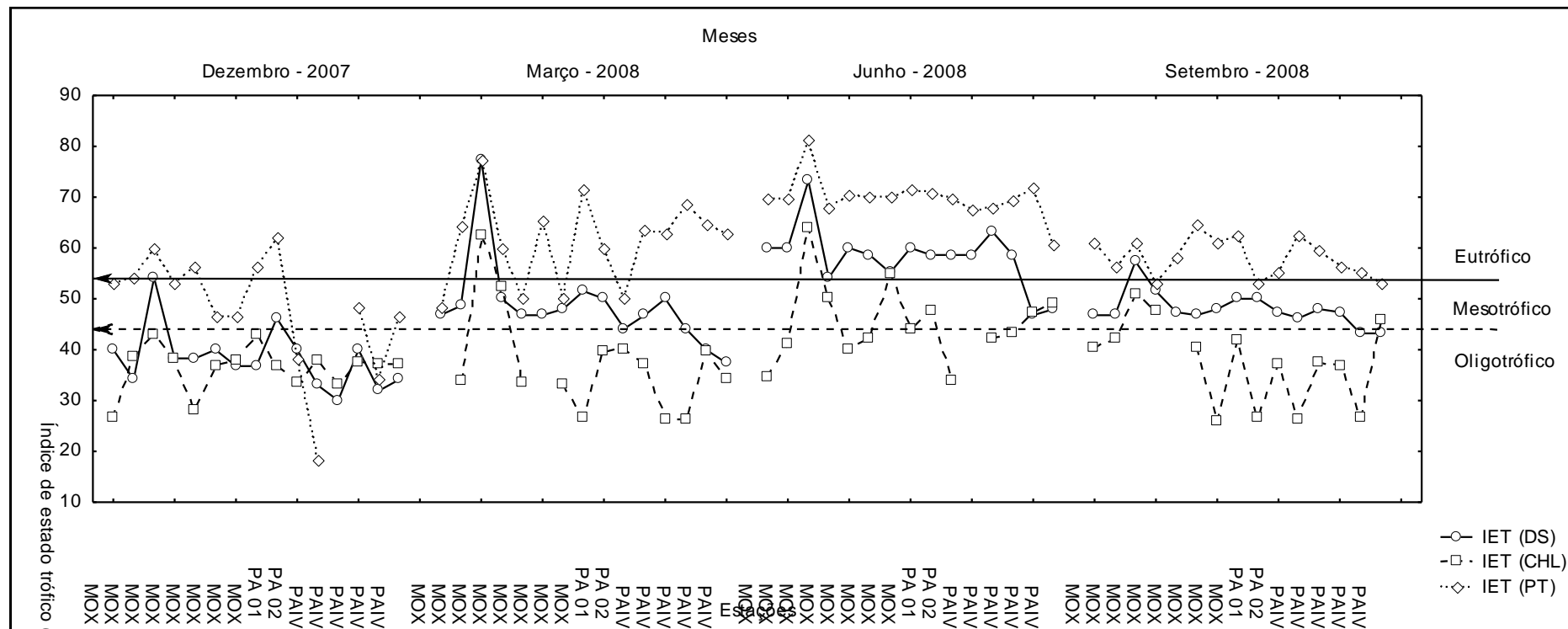
A avaliação do estado trófico dos reservatórios do CHPA foi efetuada empregando-se o índice de Carlson (IET), para os valores de superfície das variáveis transparência do disco de Secchi (DS), concentração de clorofila-a (CHL) e de fósforo total (PT), bem como as modificações (IETM) propostas por Toledo *et al.* (1983), incluindo a concentração de fósforo solúvel reativo (PSR), correspondente a fosfato inorgânico dissolvido ou ortofosfato, e sua ponderação no índice de estado trófico médio (IET médio).

De acordo com a Figura 3.3.B-1 para o IET, a transparência do disco de Secchi (DS) apresentou espacialmente diferentes níveis de trofia durante o período de estudo, no entanto, de forma generalizada, com valores mais elevados nas estações iniciais e menores nas estações finais dos reservatórios. Destaca-se dos demais o mês de junho/2008, onde quase todas as estações estiveram situadas em nível eutrófico, enquanto que nos outros meses permaneceram predominantemente entre oligotrófico e mesotrófico. Dentre os índices de Carlson, o da clorofila-a (CHL), foi o que apresentou menores níveis de trofia, sendo praticamente oligotrófico neste primeiro ano de monitoramento, registrando alguns valores mesotróficos em março, e setembro/2008, e principalmente em junho/2008, destacando março e junho/2008, onde ocorreram os únicos valores eutróficos para o IET (CHL), em MOX 03 e MOX 07. O IET do fósforo total (PT) mostrou os maiores níveis de trofia dentre estas variáveis analisadas, com valores quase que totalmente eutróficos a hipereutrófico, com exceção a dezembro/2007, onde permaneceu predominantemente mesotrófico. Também ocorreram valores mesotróficos nos meses de março e setembro/2008 (Figura 3.3.B-1).

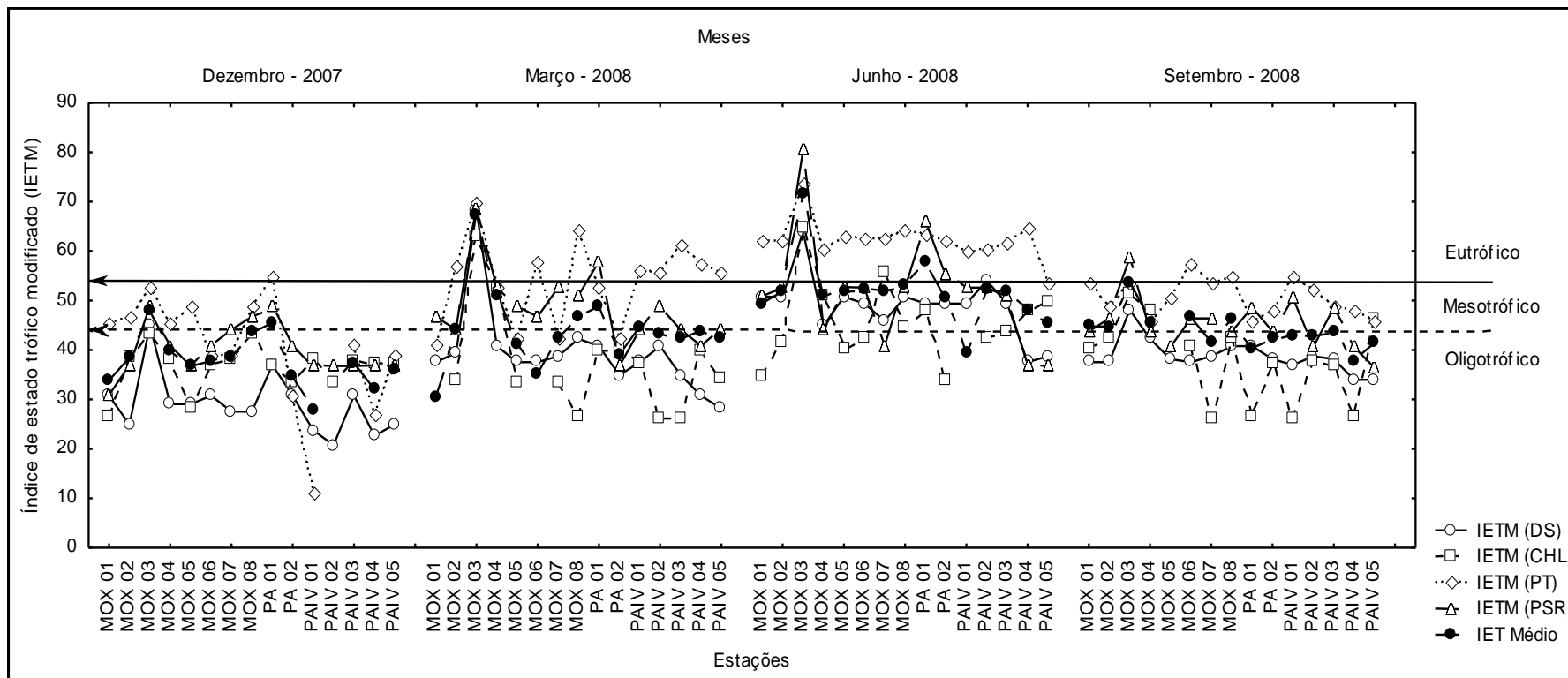
Empregando-se os índices modificados (IETM), a transparência do disco de Secchi (DS), a concentração de clorofila-a (CHL) e o fósforo total (PT) mostram um comportamento espacial e sazonal semelhante ao do primeiro índice aplicado, porém com níveis tróficos menores que no IET, principalmente para os IETM (DS) e (PT). O IETM (DS) e o IETM (CHL) apresentaram-se praticamente oligotróficos, com exceção a junho/2008, onde permaneceram predominantemente mesotróficos. O IETM (PT) permaneceu mesotrófico em dezembro/2007 e setembro/2008, mantendo-se praticamente eutrófico nos outros meses (Figura 3.3.B-2). No entanto, como mencionado

anteriormente, as modificações (IETM) propostas por Toledo *et al.* (1983), incluem a concentração de fósforo solúvel reativo (PSR), que apresentou características predominantemente mesotróficas neste primeiro ano de monitoramento, exceção a dezembro/2007, na ponderação do índice de estado trófico médio (IET médio), tornando este índice mais adequado para ambientes tropicais, o qual apresenta uma variação entre os níveis oligo e mesotrófico, porém com maior predominância do estado mesotrófico (Figura 3.3.B-2).

As variações espaciais e sazonais nos índices calculados são decorrentes da dinâmica das diferentes variáveis empregadas nesses índices, ao longo dos reservatórios do CHPA, sobretudo no que concernem as alterações ocasionadas pelo aporte de efluentes e materiais em suspensão. Os dados indicaram uma condição entre oligotrófico e mesotrófico.



**Figura 3.3.B-1** – Variação dos valores dos índices de estado trófico da transparência da água (DS), clorofila-a (CHL) e fósforo total (PT), dentre as estações de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008. Com setas indicando os limites máximos de cada grau de trófia: Oligotrófico, Mesotrófico e Eutrófico.



**Figura 3.3.B-2** – Variação dos valores dos índices de estado trófico da transparência da água (DS), clorofila-a (CHL), fósforo total (PT), fósforo solúvel reativo (PSR) e Médio, dentre as estações de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008. Com setas separando os limites de cada grau de trófia: Oligotrófico, Mesotrófico e Eutrófico.

### **3.3.C. Avaliação das fontes de poluição**

Toda atividade humana produz algum impacto sobre o meio em que está situada. Em cidades situadas às margens de rios e reservatórios essas atividades, geralmente, podem ser “sentidas” através do monitoramento da qualidade das águas de seus entornos.

Conforme se verifica, a falta de planejamento urbano, que priorize a conservação dos recursos hídricos existentes, é um dos principais motivos da deterioração da qualidade da água dos rios em geral, devido à grande descarga de efluentes domésticos e industriais sem o devido tratamento em seus leitos.

O consumo intenso de água por parte da população urbana e rural, seja para abastecimento doméstico, industrial ou projetos de irrigação, aliado às atuais propostas de transposição de águas, podem ser potencialmente impactantes no volume disponível desse recurso.

O desmatamento das margens para fins diversos, aliado a equivocadas tentativas de reflorestamento, contribuem para o processo de desertificação e assoreamento de bacias hidrográficas.

Nesse contexto, atividades econômicas que dependem estritamente da água para seu desenvolvimento, tais como a aqüicultura e a navegação, sofrem as conseqüências da redução dos níveis dos reservatórios, assim como da piora na qualidade de suas águas.

O monitoramento da qualidade da água é uma importante ferramenta para avaliação e indicação de possíveis fontes de impacto, positivo ou negativo, trazendo a possibilidade de diagnóstico de problemas e apontando possíveis soluções corretivas ou preventivas, tendo sempre em vista a preservação do meio aquático e da cultura regional.

O Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso situa-se na fronteira entre os estados de Pernambuco, Bahia e Alagoas, abrangendo às suas margens os municípios de Jatobá (PE), Glória (BA), Paulo Afonso (BA) e Delmiro Gouveia (AL). A população estimada desses municípios é de aproximadamente 130 mil habitantes, com áreas de, aproximadamente, 76 mil hectares de estabelecimentos agropecuários, 18 mil hectares de lavouras, 83 mil hectares de pastagens naturais e 18 mil hectares de matas e florestas

(IBGE, 2008). Neste complexo foram observadas as seguintes fontes potenciais de poluição:

### **3.3.C.1. Ocupações populacionais**

Os reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso se encontram com muitas propriedades urbanas e rurais próximas à margem, além de povoados e vilas no entorno, demonstrando uma expansão ocupacional crescente, de maneira bastante difusa ao longo do mesmo, restando poucos trechos de margem preservada e sem ocupação.

As principais ocupações populacionais às margens do reservatório são os municípios de Jatobá, Glória e Paulo Afonso. Para esses locais estão destinados, para fins de monitoramento, as estações de coleta limnológica MOX 02, à jusante de Jatobá; MOX 05, à jusante de Glória; e MOX 08, PA 01, PA 02 e PAIV 01 ao redor da ilha de Paulo Afonso. Os resultados encontrados estão dispostos no item 3.3.A. deste relatório.

### **3.3.C.2. Captações de água**

As captações para abastecimento de propriedades urbanas e rurais são numerosas e encontram-se difundidas nas margens dos reservatórios, acondicionadas em pequenas construções de madeira, alvenaria ou em estruturas flutuantes, todas de pequeno porte. As principais captações urbanas de água estão no município de Jatobá; Vila Moxotó de Alagoas e Vila Jardim Cordeiro, em Delmiro Gouveia.

Para monitoramento dessas captações estão destinadas as estações de coleta de água superficial MO CA 01, próximo à captação de Jatobá; e P1 CA 01 e P1 CA 02, próximos às captações de Vila Moxotó de Alagoas e Vila Jardim Cordeiro, respectivamente, em Delmiro Gouveia.

Os resultados estatísticos encontrados não diferem de forma significativa dos dados observados nas estações de monitoramento limnológico situadas no corpo central do reservatório, apresentando valores aproximados em todas as variáveis (Tabela 3.3.C.2-1), com exceção a alguns valores isolados.

Os valores de DQO, no que se refere à média e mediana anual, foram um pouco mais elevados que os seus correspondentes no corpo central (Tabela 1), fato que pode estar associado à presença de áreas de lazer próximas a essas captações, como no caso de MO CA 01 e P1 CA 02.

Apesar da mediana anual da condutividade elétrica se apresentar mais elevada que a sua correspondente no corpo central, deve-se levar em consideração que a massa de dados gerada nas captações é bastante inferior que aquela gerada no corpo central, fato que pode gerar distorções em cálculos estatísticos. Esse fato também se aplica aos valores de média e mediana anual do nitrato. No entanto, dentro de uma comparação mais ampla, podemos constatar que esses valores encontram-se cobertos dentro da faixa entre os valores mínimos e máximos registrados nessas variáveis nos pontos de monitoramento limnológico dos reservatórios do CHPA (Tabela 1).

**Tabela 3.3.C.2-1** – Estatística descritiva das variáveis físicas, químicas e biológicas da água de superfície das estações de monitoramento das captações de água dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.

Variáveis	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude	Variância	Desvio Padrão
Temperatura (°C)	25,77	25,45	23,57	28,46	4,89	2,77	1,67
Oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	7,86	8,05	6,27	8,69	2,42	0,53	0,73
DQO (mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	32,15	19,65	0,42	136,89	136,47	1504,01	38,78
pH	7,68	7,68	7,37	7,79	0,42	0,01	0,11
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	29,00	30,25	19,00	32,50	13,50	12,91	3,59
Dureza total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	26,97	25,02	21,82	35,43	13,61	24,65	4,96
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> Ca)	6,28	6,13	4,97	8,18	3,21	1,17	1,08
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> Mg)	2,74	2,48	2,14	3,94	1,80	0,38	0,62
Condutividade (mS.cm <sup>-1</sup> )	89,58	91,50	66,00	113,00	47,00	410,99	20,27
STD (g.L <sup>-1</sup> )	0,058	0,060	0,043	0,074	0,031	0,0002	0,013
Salinidade	0,041	0,045	0,03	0,05	0,02	0,0001	0,01
Cloreto (mg.L <sup>-1</sup> Cl)	23,78	22,05	17,90	32,90	15,00	31,97	5,65
Sílica (mg.L <sup>-1</sup> SiO <sub>2</sub> )	2,98	3,15	1,68	4,53	2,85	0,81	0,90
Turbidez (UNT)	5,38	3,65	2,90	14,20	11,30	14,27	3,78
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> N)	62,96	48,76	4,96	163,90	158,94	3078,96	55,49
Nitrito (mg.L <sup>-1</sup> N)	0,63	0,30	0,00	2,22	2,22	0,60	0,78
Nitrogênio amoniacal (mg.L <sup>-1</sup> N)	11,70	7,65	0,85	41,43	40,58	149,87	12,24
Fosfato inorgânico (mg.L <sup>-1</sup> P)	8,73	7,73	2,81	17,30	14,49	24,11	4,91
Fosfato total (mg.L <sup>-1</sup> P)	18,28	15,07	9,04	41,01	31,97	79,19	8,90
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> P)	67,69	63,01	29,74	109,93	80,19	915,27	30,25
Clorofila-a (mg.L <sup>-1</sup> )	2,67	2,58	1,33	4,13	2,80	1,23	1,11
Feofitina (mg.L <sup>-1</sup> )	2,20	1,96	0,00	4,54	4,54	2,02	1,42



### 3.3.C.3. Empreendimentos de aquicultura

As atividades de aquicultura no complexo estão, atualmente, localizadas em grande maioria no reservatório de Moxotó, de forma bastante numerosa e difusa, com empreendimentos de portes variados, muitos em expansão, podendo-se considerar a exploração como bastante desenvolvida. Essas atividades são realizadas em tanques-rede (cultivo de tilápias), estando localizadas nas margens esquerda e direita, ao redor das ilhas e no corpo central do reservatório. A exceção ocorre no reservatório Delmiro Gouveia, onde está instalada a empresa AAT, que cultiva peixes em sistema “*raceway*”.

Considerando o aumento na atividade de aquicultura no complexo, o número de estações destinadas para fins de monitoramento, inicialmente estipulado em 7 (sete), foi aumentado a partir da campanha de março/2008 para 11 (onze) estações de coleta de águas de superfície e fundo, sendo 10 (dez) estações no reservatório de Moxotó (MO PI 01 a 10) e uma no reservatório Delmiro Gouveia (P1 PI 01).

Os resultados estatísticos encontrados não diferem de forma significativa dos dados observados nas estações de monitoramento limnológico situadas no corpo central do reservatório, apresentando valores aproximados em todas as variáveis (Tabela 3.3.C.3-1), com exceção a alguns valores isolados.

Os valores das médias e medianas anuais de nitrato e nitrito apresentaram-se mais elevados que os seus correspondentes no corpo central (Tabela 1). Da mesma forma, todos os nutrientes fosfatados apresentaram médias e medianas anuais, além de valores máximos acima daqueles observados dentro dos reservatórios.

Conforme se sabe, a piscicultura intensiva praticada por empreendimentos aquícolas utiliza grandes quantidades de ração industrializada na alimentação dos peixes cultivados, tendo em vista a necessidade de um crescimento satisfatório do animal em menor prazo de tempo. Essas rações industrializadas, geralmente balanceadas, possuem diferentes níveis de proteína e sais minerais necessários ao desenvolvimento do animal. A decomposição da ração e dos dejetos desses animais ocorre na coluna d'água e, principalmente, no sedimento sob o cultivo, onde ocorre o acúmulo desses materiais.

O elemento nitrogênio é parte constituinte das proteínas, vitaminas e aminoácidos. O fósforo é adicionado à ração na forma de fosfato bicálcico, para seu enriquecimento mineral. Os compostos nitrogenados e fosfatados estão presentes nas fezes e excretas

desses animais. Dessa forma, nesses empreendimentos certamente ocorre um aporte desses compostos, em diferentes níveis de intensidade, correspondentes ao tamanho da atividade produtiva.

No entanto, deve-se considerar que a principal espécie cultivada, a tilápia, possui um baixo requerimento de teor protéico em suas rações, o que representa menores concentrações de nitrogênio, elemento que é, em grande parte, convertido em biomassa pelo animal, fato que leva a suposição de que o aporte de nitrogênio possa ser menor, em comparação ao de fósforo.

Analisando os resultados estatísticos desses nutrientes encontra-se, à primeira vista, certa coerência nessa hipótese, tendo em vista que as diferenças existentes entre os valores de fosfatados são relativamente maiores que a de nitrogenados. No entanto, para todos os efeitos, essas diferenças podem ser consideradas pequenas, levando em consideração outros fatores que justificam o desenvolvimento das atividades aquícolas.

**Tabela 3.3.C.3-1** – Estatística descritiva das variáveis físicas, químicas e biológicas das águas de superfície e fundo das estações de monitoramento dos empreendimentos aquícolas dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.

Variáveis	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude	Variância	Desvio Padrão
Temperatura (°C)	26,05	25,56	23,60	28,71	5,11	2,51	1,58
Oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	7,16	7,33	2,80	8,60	5,80	0,87	0,93
DQO (mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	21,07	9,20	0,00	81,95	81,95	460,60	21,46
pH	7,70	7,63	5,03	9,36	4,33	0,49	0,70
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	26,76	29,50	10,00	35,00	25,00	40,42	6,36
Dureza total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	25,64	25,12	15,21	34,03	18,82	19,47	4,41
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> Ca)	6,08	6,17	3,21	8,98	5,77	1,30	1,14
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> Mg)	2,54	2,43	1,12	3,79	2,68	0,31	0,55
Condutividade (mS.cm <sup>-1</sup> )	79,74	71,00	65,00	112,00	47,00	315,28	17,76
STD (g.L <sup>-1</sup> )	0,052	0,046	0,042	0,073	0,031	0,0001	0,012
Salinidade	0,0355	0,03	0,03	0,05	0,02	0,0001	0,009
Cloreto (mg.L <sup>-1</sup> Cl)	21,97	20,00	15,10	32,70	17,60	23,61	4,86
Sílica (mg.L <sup>-1</sup> SiO <sub>2</sub> )	2,88	2,74	0,97	4,64	3,67	0,73	0,85
Turbidez (UNT)	5,40	4,95	1,70	12,10	10,40	7,03	2,65
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> N)	71,28	59,79	0,00	335,95	335,95	5147,38	71,75
Nitrito (mg.L <sup>-1</sup> N)	0,62	0,38	0,00	2,80	2,80	0,41	0,64
Nitrogênio amoniacal (mg.L <sup>-1</sup> N)	24,68	15,65	0,00	165,71	165,71	933,87	30,56
Fosfato inorgânico (mg.L <sup>-1</sup> P)	13,80	9,97	4,22	96,58	92,36	260,62	16,14
Fosfato total (mg.L <sup>-1</sup> P)	25,35	19,04	8,79	130,36	121,57	469,18	21,66
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> P)	64,70	59,24	19,83	155,52	135,69	876,03	29,60
Clorofila-a (mg.L <sup>-1</sup> )	3,06	2,60	0,00	12,19	12,19	4,86	2,20
Feofitina (mg.L <sup>-1</sup> )	2,45	2,20	0,00	8,34	8,34	3,24	1,80

#### **3.3.C.4. Lançamento de efluentes domésticos e industriais**

Para identificação dos principais fontes de aporte de efluentes domésticos e industriais utilizou-se como referência o documento intitulado “Levantamento dos potenciais poluidores dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso – Relatório técnico final N°. 003 / 2005” (CHESF, 2005), além das observações realizadas no local.

Segundo observações realizadas e com base no documento acima referido, foram identificados como principais pontos de aporte de efluentes industriais os seguintes locais: próximo a uma criação de aves situada no braço do reservatório de Moxotó, entre o povoado de Glória e a Vila Moxotó da Bahia; próximo a uma criação de aves nas proximidades das captações das estações de piscicultura e tratamento de água, na entrada do canal de interligação dos reservatórios de Moxotó e PA IV; e à margem esquerda do reservatório Delmiro Gouveia, oriundo das empresas AAT e ARATU. E, como principais pontos de efluentes domésticos: no canal que interliga os reservatórios de Moxotó e PA IV; e na prainha de Candeeiro, às margens do reservatório de PA IV.

Para monitoramento desses pontos estão destinadas as estações de coleta limnológica MOX 07, próximo à criação de aves no braço do reservatório; MOX 08, próximo à criação de aves na entrada do canal de interligação dos reservatórios de Moxotó e PA IV; PA 01, próximo à saída de efluentes oriundos da empresa AAT e PA 02, próximo à saída de efluentes da empresa ARATU; PAIV 01, no final do canal que interliga Moxotó e PA IV; e PAIV 05, à jusante da prainha de Candeeiro. Os resultados encontrados estão dispostos no item 3.3.A. deste relatório.

#### **3.3.C.5. Cultivos agropecuários**

Cultivos agropecuários de subsistência foram localizados de forma difusa em todo o reservatório de Moxotó, em suas margens direita e esquerda, assim como em PA IV. No entanto, uma concentração maior de cultivos foi localizada no braço do rio tributário Moxotó, oriundo do estado de Pernambuco.

Por assim se apresentarem, os cultivos de subsistência localizados nos reservatórios de Moxotó e PA IV estão sendo avaliados através dos dados gerados nas

estações limnológicas ao longo dos mesmos. De maneira mais pontual, amostras de água para detecção de agrotóxicos foram coletadas no braço do rio tributário Moxotó (MOX 04) e em meandro do reservatório PA IV (PAIV 04).

A análise de agrotóxicos nas amostras de água desses locais não evidenciou a presença dos diferentes princípios ativos analisados (Tabela 3.3.C.5-1), em todas as campanhas de monitoramento.

**Tabela 3.3.C.5-1** - Valores da concentração de agrotóxicos na água de superfície das estações de monitoramento de agrotóxicos dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.

Estação	Mês			
	Dez/07	Mar/08	Jun/08	Set/08
MOX 04	ND	ND	ND	ND
PAIV 04	ND	ND	ND	ND

### 3.3.C.6. Óleos e graxas

Para monitoramento limnológico da Usina Hidrelétrica Apolônio Sales, na barragem do reservatório de Moxotó, estão sendo utilizados os dados da estação de coleta MOX 06. Os resultados encontrados estão dispostos no item 3.3.A. deste relatório.

Além do monitoramento limnológico, foram coletadas amostras de água para detecção da presença de óleos e graxas, nas estações MO OG 01 a 05.

Para monitoramento limnológico das Usinas PA I, II e III, na barragem do reservatório Delmiro Gouveia, estão sendo utilizados os dados da estação de coleta PA 02. Os resultados encontrados estão dispostos no item 3.3.A. deste relatório.

Além do monitoramento limnológico, foram coletadas amostras de água para detecção da presença de óleos e graxas, nas estações P1 OG 01 a 03.

Para monitoramento limnológico da Usina Hidrelétrica PA IV, na barragem do reservatório de PA IV, está sendo utilizados os dados da estação de coleta PAIV 02. Os resultados encontrados estão dispostos no item 3.3.A. deste relatório.

Além do monitoramento limnológico, foram coletadas amostras de água para detecção da presença de óleos e graxas, nas estações P4 OG 01 a 03.

No que se referem ao monitoramento da presença de óleos e graxas, as amostras coletadas evidenciaram a presença destes compostos apenas em setembro/2008, com resultados acima de  $2,1 \text{ mg.L}^{-1}$ , nas estações P1 OG 01 e 02, situadas a montante da usina de PA I, II e III, e nas estações P4 OG 03 e 04, situadas a jusante da usina de PA IV (Tabela 3.3.C.6-1). Essas concentrações, observadas em locais geograficamente próximos, podem representar a ocorrência de lançamento destes compostos no reservatório de PA I, II e III, talvez em quantidade considerável, razão pela qual estes foram detectados a jusante do mesmo no intervalo de 24 horas entre as coletas. No entanto, não foi possível observar, durante as coletas, nada que pudesse indicar tal ocorrência, sendo esta uma hipótese a ser avaliada.

Por ser uma região que sofre influência urbana da cidade de Paulo Afonso, torna-se difícil detectar a fonte de possível contaminação, tendo em vista a existência de empreendimentos industriais nas proximidades, como é o caso das empresas ARATU e AAT, situadas às margens do reservatório de PA I, II e III, e a empresa NETUNO, que libera seus efluentes próximos a saída de água da usina de PA IV, além das próprias usinas hidrelétricas em operação neste local.

**Tabela 3.3.C.6-1** - Valores da concentração de óleos e graxas na água de superfície das estações de monitoramento das usinas hidrelétricas do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.

Estação	Mês			
	Dez/07	Mar/08	Jun/08	Set/08
<b>MO OG 01</b>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>
<b>MO OG 02</b>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>
<b>MO OG 03</b>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>
<b>MO OG 04</b>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>
<b>MO OG 05</b>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>
<b>P1 OG 01</b>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	5,7 mg.L <sup>-1</sup>
<b>P1 OG 02</b>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	4,7 mg.L <sup>-1</sup>
<b>P1 OG 03</b>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>
<b>P4 OG 01</b>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>
<b>P4 OG 02</b>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>
<b>P4 OG 03</b>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	3,8 mg.L <sup>-1</sup>
<b>P4 OG 04</b>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	< 2,1 mg.L <sup>-1</sup>	9,4 mg.L <sup>-1</sup>

### 3.3.D. Análises biológicas

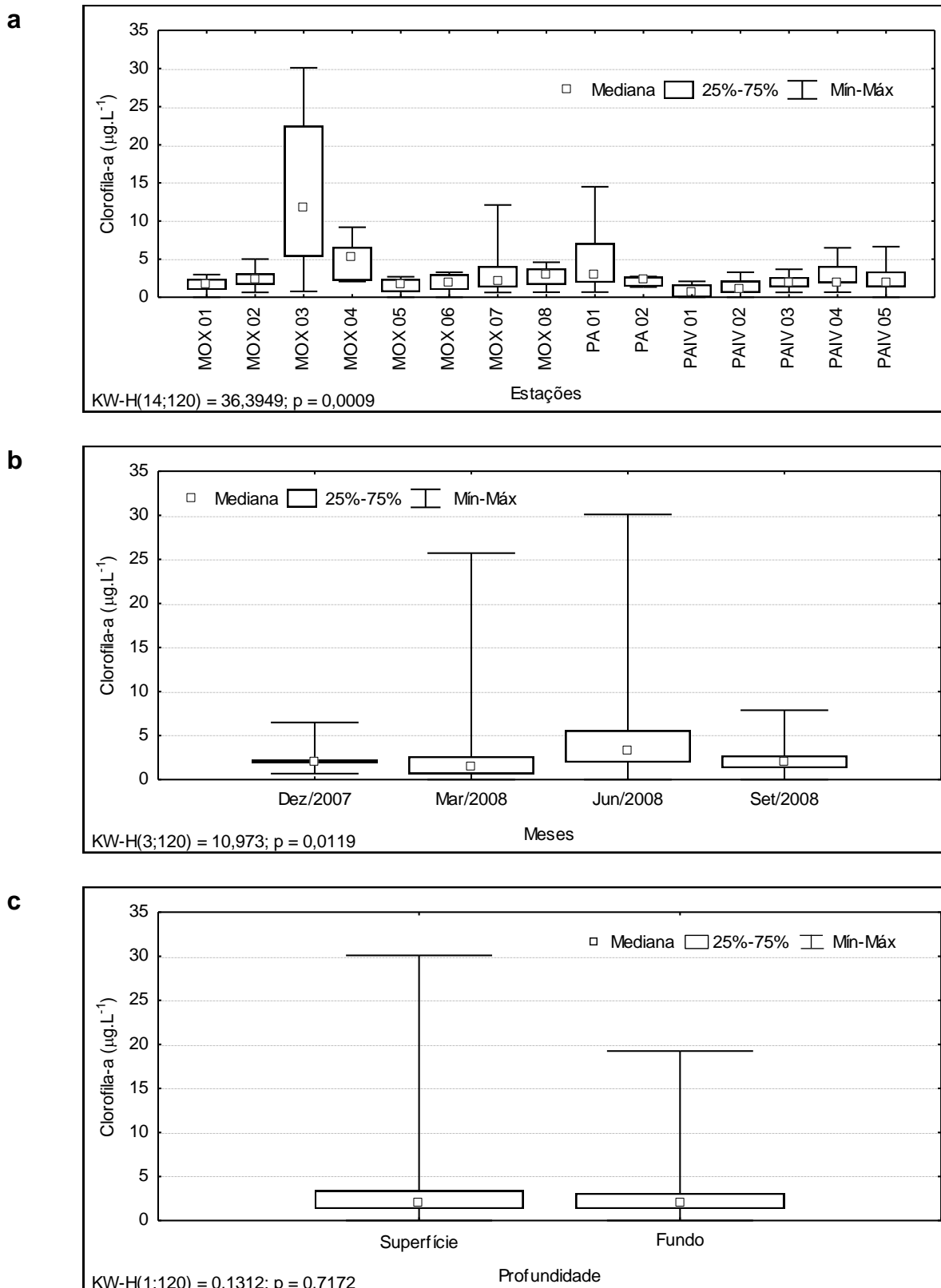
#### 3.3.D.1. Clorofila-a e feofitina

A clorofila é o principal pigmento responsável pela fotossíntese e sua concentração pode ser utilizada para a estimativa da biomassa fitoplanctônica. Apresentando níveis relativamente baixos ao longo dos reservatórios, com média e mediana de 3,26 e 2,03  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 1), a clorofila-a registrou picos acima de 10  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , nas estações MOX 03, MOX 07 e PA 01 (Figura 3.3.D.1-1a), sendo MOX 03 a estação que apresentou maior mediana e massa de dados mais elevada que as demais, influenciando na diferenciação estatística registrada entre as estações ( $p = 0,0009$ , Tabela 2). Não houve diferença estatística entre as profundidades.

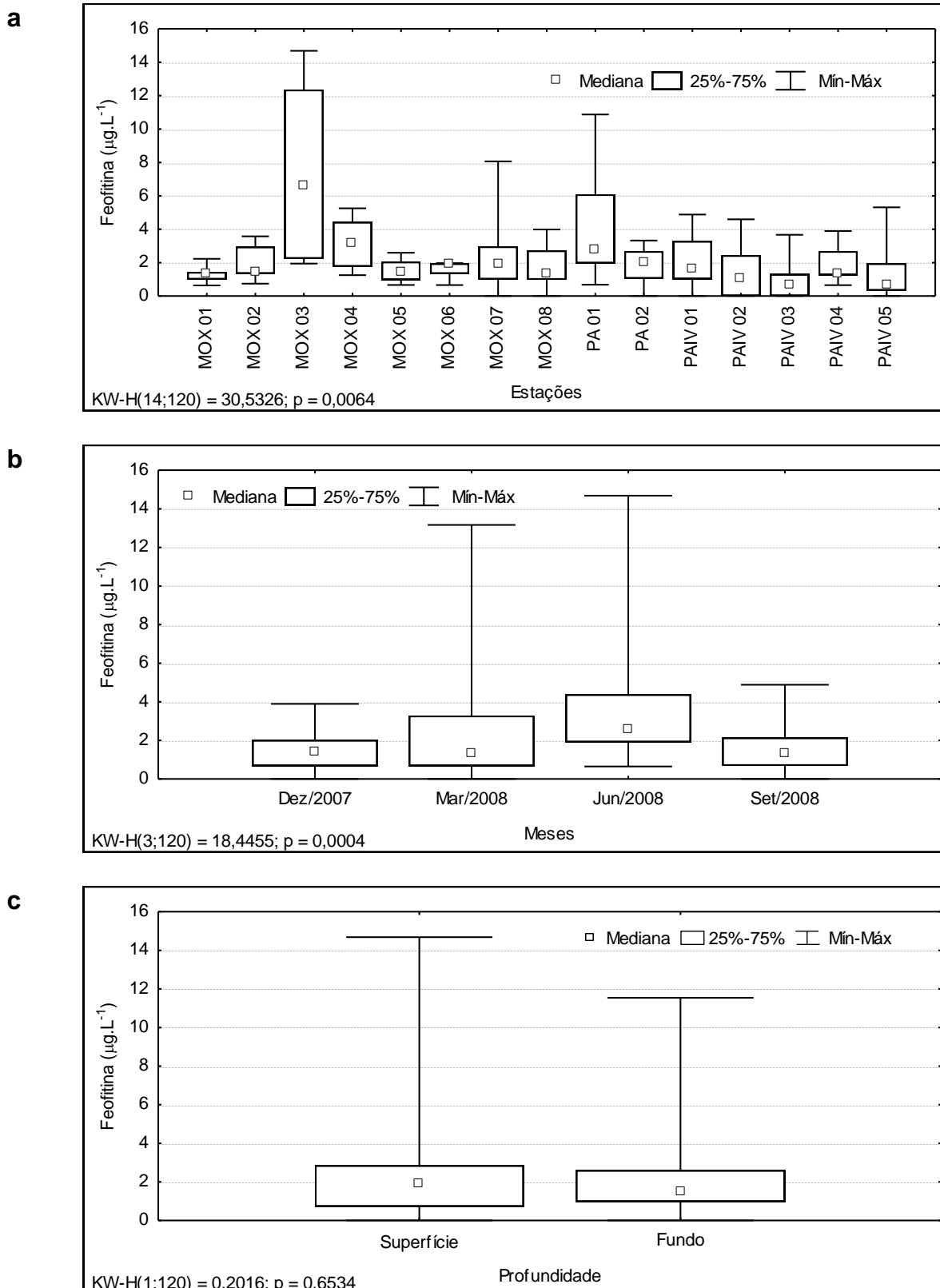
Sazonalmente, os valores medianos apresentaram uma tendência de aumento, que se verificou até o mês de junho/2008, vindo a diminuir no mês subsequente (Figura 3.3.D.1-1b), com diferença significativa entre os meses ( $p = 0,0119$ ) e pico máximo em junho/2008, no valor de 30,10  $\mu\text{g.L}^{-1}$ .

A feofitina é um produto da degradação da clorofila-a, que pode interferir de forma sensível nas medidas deste pigmento, por absorver luz na mesma região do espectro óptico. A relação entre clorofila-a e feofitina serve como um bom indicador do estado fisiológico do fitoplâncton. Apresentando níveis relativamente baixos ao longo do reservatório, com as respectivas médias e medianas de 2,33 e 1,72  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (Tabela 1), a feofitina registrou mediana mais elevada em MOX 03, com picos máximos em MOX 03 e PA 01 (Figura 3.3.D.1-2a), diferenciando estatisticamente entre as estações ( $p = 0,0064$ ). Não houve diferenciação significativa entre as profundidades (Tabela 2)

Houve diferenciação significativa entre os meses, com  $p = 0,0004$  (Tabela 2). Destacou-se dos demais o mês de junho/2008, que apresentou massa de dados mais elevada, além de registrar o pico máximo de 14,68  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , na superfície de MOX 03, e mediana acima de 2  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , enquanto os outros meses permaneceram com medianas abaixo deste valor (Figura 3.3.D.1-2b). Em relação às profundidades, ambas apresentaram variações semelhantes durante este primeiro ano de monitoramento, com massas de dados praticamente iguais na superfície e no fundo (Figura 3.3.D.1-2c).



**Figura 3.3.D.1-1** – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de clorofila-a na água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.



**Figura 3.3.D.1-2** – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de feofitina na água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2007 e setembro/2008.



### 3.3.D.2. Fitoplâncton

A análise anual da composição fitoplanctônica para os 15 pontos amostrados nos reservatórios de Complexo Paulo Afonso (Moxotó, Paulo Afonso I, II, III e Paulo Afonso IV) mostrou que as algas estiveram representadas por 127 táxons assim distribuídos:

- 30 táxons pertencentes à divisão Bacillariophyta;
- 58 táxons pertencentes à divisão Chlorophyta;
- 1 táxon pertencente à divisão Chrysophyta;
- 4 táxons pertencentes à divisão Cryptophyta;
- 22 táxons pertencentes à divisão Cyanophyta;
- 1 táxon pertencente à divisão Dinophyta;
- 10 táxons pertencentes à divisão Euglenophyta;
- 1 táxon pertencente à divisão Xantophyta.

Em relação a frequência de ocorrência, as Bacillariophyta apresentaram quatro espécies muito frequentes: (*Aulacoseira granulata*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra ulna* e *Urosolenia longiseta*). Entre as Chlorophyta, que foi a divisão que apresentou a maior riqueza florística, oito espécies ocorreram em todos os meses amostrais, sendo considerados muito frequentes: *Coelastrum reticulatum*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Pediastrum simplex*, *Planktosphaeria gelatinosa*, *Radiococcus planktonicus*, *Sphaerocystis schroeterii*, *Staurastrum leptocladum* e *Staurastrum* sp. Cyanophyta, dois táxons foram considerados muito frequentes: *Microcystis wesenbergii* e *Planktothrix agardhii*. O único táxon registrado para a divisão Dinophyta, *Peridinium* sp. também ocorreu em todos os meses amostrados.

Quanto à densidade fitoplanctônica total (organismos por litro) no presente monitoramento, estas se situaram entre um mínimo de 566 org.L<sup>-1</sup> na estação PAIV 04 no mês de dezembro/2007 a um máximo de 769.884 org.L<sup>-1</sup> na estação MOX 04 em junho/2008 (Figura 3.3.D.2-1). As densidades algais registradas para o reservatório de Moxotó foram sempre significativamente maiores que as do reservatório de Paulo Afonso neste período de estudos, com exceção do mês de dezembro/2007.

A comunidade fitoplanctônica nos reservatórios de Complexo Paulo Afonso apresentou diferenças sazonais durante o período compreendido entre dezembro/2007 e setembro/2008. Em dezembro/2007 foram registradas as menores densidades (média de

11.223 org.L<sup>-1</sup>). As Chlorophyta (média de 4.747 org.L<sup>-1</sup> e uma variação de 126%) e Bacillariophyta (média de 5.735 org.L<sup>-1</sup> e uma variação de 98%) destacaram-se como grupos mais importantes quantitativamente alternando dominância nos reservatórios do Complexo Paulo Afonso, sendo considerados abundantes em todas as estações analisadas. As espécies mais importantes em termos quantitativos foram as clorófitas *Radiococcus planktonicus*, *Sphaerocystis schroeteri* e *Staurastrum leptocladum* e a diatomácea *Fragilaria crotonensis*.

No mês de março/2008, a estrutura fitoplanctônica foi formada por Chlorophyta (média de 3.469 org.L<sup>-1</sup> e uma variação de 156%) e Cyanophyta (média de 20.768 org.L<sup>-1</sup> e uma variação de 272%) que alternaram dominância ao longo das estações do complexo Paulo Afonso. Dentre as espécies, a cianobactéria *Planktothrix agardhii* e a clorófita *Chlorella vulgaris* foram os táxons mais importantes quantitativamente neste período.

Em junho/2008 foram registradas as maiores densidades (média de 97.046 org.L<sup>-1</sup>), sendo a estrutura fitoplanctônica formada por Bacillariophyta (média de 88.633 org.L<sup>-1</sup> e uma variação de 218%). As diatomáceas filamentosas pertencentes ao gênero *Aulacoseira* continuaram sendo as espécies de maior destaque no reservatório.

Em setembro/2008, a comunidade fitoplanctônica no reservatório de Complexo Paulo Afonso continuou apresentando dominância de Bacillariophyta (média de 14.396 org.L<sup>-1</sup> e uma variação de 69%), com contribuição de Cyanophyta (média de 12.094 org.L<sup>-1</sup> e uma variação de 221%) em algumas estações. As espécies mais importantes quantitativamente foram as diatomáceas filamentosas do gênero *Aulacoseira* e a diatomácea colonial *Fragilaria crotonensis* e a cianobactérias *Anabaena circinalis*.

No estudo das divisões algais, as Bacillariophyta apresentaram valores de densidade situados entre um mínimo de 0 org.L<sup>-1</sup> nas estações PAIV 04 e PAIV 05, no mês de março/2008, com um valor máximo de 736.780 org.L<sup>-1</sup> na estação MOX 04, no mês de junho/2008 (Figura 3.3.D.2-2b). Neste mesmo mês foi verificada a maior participação relativa para este grupo algal, com 97,76%, na estação MOX 06. As espécies *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata*, *Fragilaria crotonensis* e *Synedra ulna* foram os únicos táxons que chegaram a dominar em pelo menos uma estação amostral nos reservatórios do Complexo Paulo Afonso durante este período de tempo.

As Chlorophyta apresentaram valores de densidade situados entre um mínimo de 0 org.L<sup>-1</sup> em MOX 02 e MOX 04, do mês de setembro/2008, com um valor máximo de 22.400 org.L<sup>-1</sup> na estação PA 02, no mês de dezembro/2007 (Figura 3.3.D.2-2c). Na

estação MOX 07, no mês de março/2008, as algas verdes apresentaram a maior participação relativa, com 76,19%. Apesar da importância qualitativa e quantitativa desta divisão, apenas *Chlorella vulgaris* foi considerado dominante em pelo menos uma estação amostral dos reservatórios do Complexo Paulo Afonso durante este período de tempo.

As Cryptophyta apresentaram valores de densidade situados entre um mínimo de 0 org.L<sup>-1</sup> em quase todas as estações dos meses estudados, com um valor máximo de 4.850 org.L<sup>-1</sup> na estação MOX 07, no mês de junho/2008 (Figura 3.3.D.2-2d). A maior participação relativa desta divisão foi registrada na estação PAIV 04, do mês de março/2008, com 24,00%.

As Chrysophyta apresentaram valores de densidade de 0 org.L<sup>-1</sup> em quase todas as estações dos meses estudados, com um valor máximo de 7.276 org.L<sup>-1</sup> na estação MOX 07, no mês de junho/2008 (Figura 3.3.D.2-3a). Quanto à participação relativa apresentou um percentual mínimo de 0,00% nos pontos amostrais supracitados para a ocorrência de menores densidades, e apresentou um percentual máximo de 9,09% na estação MOX 07, no mês de setembro/2008.

As Cyanophyta apresentaram valores de densidade situados entre um mínimo de 0 org.L<sup>-1</sup> em MOX 08, PAIV 01, PAIV 03, PAIV 04 e PA 01, do mês de dezembro/2007, em MOX 01, MOX 07 e PA 01, do mês de março/2008 e em PA 01, do mês de junho/2008, com um valor máximo de 217.865 org.L<sup>-1</sup> na estação MOX 03, no mês de março/2008 (Figura 3.3.D.2-2a), onde foi verificado a maior participação relativa desta divisão, com 97,22% da densidade total. As espécies *Anabaena circinalis* e *Planktothrix agardhii* chegaram a dominar em pelo menos uma estação amostral nos reservatórios do Complexo Paulo Afonso durante este período de tempo.

As Dinophyta apresentaram valores de densidade situados entre um mínimo de 0 org.L<sup>-1</sup> em quase todas as estações dos meses estudados, com um valor máximo de 2.425 org.L<sup>-1</sup> na estação MOX 07, no mês de junho/2008 (Figura 3.3.D.2-3b). Quanto à participação relativa apresentou um percentual mínimo de 0,00% nos pontos amostrais supracitados para a ocorrência de menores densidades, e apresentaram um percentual máximo de 14,29% na estação PA 02, no mês de março/2008.

As Euglenophyta apresentaram valores de densidade situados entre um mínimo de 0 org.L<sup>-1</sup> em quase todas as estações dos meses estudados, com um valor máximo de 4.204 org.L<sup>-1</sup> na estação MOX 04, no mês de março/2008 (Figura 3.3.D.2-3c). A maior

participação relativa desta divisão foi registrada na estação PAIV 04, no mês de dezembro/2007, com 16,67%.

As Xantophyta apresentaram valores de densidade situados entre um mínimo de 0 org.L<sup>-1</sup> em quase todas as estações dos meses estudados, com um valor máximo de 2.425 org.L<sup>-1</sup> na estação MOX 07, no mês de junho/2008 (Figura 3.3.D.2-3d). A maior participação relativa desta divisão foi registrada na estação MOX 03, do mês de junho/2008, com 2,17%.

Os valores de diversidade variaram de 0,32 bit.cél<sup>-1</sup>, em MOX 01, no mês de junho/2008, à 3,76 bit.cél<sup>-1</sup>, em MOX 03, no mês de dezembro/2007 (Figura 3.3.D.2-4). A diversidade no Complexo Paulo Afonso variou, pois, de muito baixa a alta diversidade. As menores diversidades médias foram registradas no mês de junho/2008 e as maiores diversidades médias, no mês de dezembro/2007. Estes dados são corroborados com a equitatividade ( $r = 0,877$ ,  $p < 0,001$ ), que mostrou uma variação de 0,10, em MOX 06, no mês de junho/2008, à 0,98, em PA 02, no mês de março/2008 (Figura 3.3.D.2-5). A dominância de diatomáceas filamentosas do gênero *Aulacoseira* foram os responsáveis pelas menores diversidades e equitatividades nos reservatórios do Complexo Paulo Afonso durante o período estudado.

A análise de similaridade entre as campanhas de coleta (Figura 3.3.D.2-6) evidenciou haver baixa similaridade, sendo a maior semelhança observada entre a terceira e quarta campanhas, com  $r=31,0$ . Isto demonstra uma relativa baixa coincidência de espécies entre as campanhas. Isto ratifica o observado na diversidade, equitabilidade e na frequência de espécies.

A análise de similaridade entre as estações de coleta (Figura 3.3.D.2-7) evidenciou haver baixa similaridade com a formação de dois grupos: o grupo 1 com  $r= 23,0$  agrupou as estações PA IV 02, PA IV 04, PA IV 05, MOX 01, MOX 03, MOX 05 e MOX 07 e o grupo 2 com  $r= 29,0$  agrupou as estações PA IV 01, PA IV 03, MOX 02, MOX 04, MOX 06, MOX 08, PA 01 e PA 02. No entanto, isto demonstra uma relativa baixa coincidência de espécie entre as estações. As estações apresentaram uma reduzida riqueza, havendo elevado número de táxons raros ou pouco frequentes. A elevada composição de algas registrada no complexo Paulo Afonso, com 127 táxons, é um reflexo da heterogeneidade espacial apresentado pelo sistema, sendo ratificada pela reduzida similaridade entre as estações.

As estações que apresentaram a maior similaridade foram PA IV 05 e MOX 07, isto certamente ocorreu pela ocorrência de um maior número de espécies em comum,

como por exemplo, as cianobactérias *Anabaena circinalis*, *Geitlerinema amphibium* e *Microcystis wesenbergii*, as diatomáceas *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata*, *Fragillaria crotonensis*, *Synedra ulna* e *Urosolenia longiseta*, as clorófitas *Chlorella vulgaris*, *Coelastrum reticulatum*, *Onychonema laevis*, *Oocystis pusilla*, *Planktosphaeria gelatinosa*, *Radiococcus planktonicus*, *Sphaerocystis schroeteri*, *Staurastrum leptocladum* e *Staurastrum* sp., as criptofíceas *Cryptomonas ovata* e *Cryptomonas* sp. e a crisofícea *Centritractus belenophorus*.

## Discussão

A estrutura da comunidade fitoplanctônica nos reservatórios do Complexo Paulo Afonso apresentou uma variação sazonal bem evidente. As diferenças sazonais podem ser expressas em duas fases distintas: um período com dominância de diatomáceas e outro com dominância de outros grupos (Chlorophyta e/ou Cyanophyta).

A presença das diatomáceas no reservatório de Boa Esperança foi interpretada por Pompêo et al. (1998) como em função de seu habitat. Em seu estudo, as diatomáceas dominaram nos pontos onde apresentavam características lóticicas. Nos reservatórios do Complexo Paulo Afonso, observou-se o desenvolvimento de diatomáceas cêntricas agrupadas em arranjos filamentosos (*Aulacoseira ambigua* e *Aulacoseira granulata*), nos meses de junho/2008 e setembro/2008 sendo substituídas por diatomáceas de simetria bilateral, com arranjo colonial (*Fragillaria crotonensis*) em estações mais lênticas e/ou em consórcio com outros grupos algais, principalmente no mês de dezembro/2007 e setembro/2008.

Segundo Reynolds et al. (2002), a espécie *Aulacoseira granulata* ocorre quando o sistema encontra-se desestratificado e, em geral, toleram limitação de luz, o que a faz ser bem representativa tanto em condições lóticicas como lênticas. As diferenças ecológicas entre as duas espécies de *Aulacoseira* identificadas como de forte destaque quantitativo nos reservatórios do Complexo Paulo Afonso embasam-se na tolerância a luminosidade. *A. ambigua* tolera forte limitação de luz, típica de regiões mais rasas onde facilmente se verifica mistura completa da coluna d'água (Reynolds et al., 2002).

O arranjo colonial apresentado pela espécie *Fragillaria crotonensis*, contribui para a flutuabilidade da espécie, o que pode ter explicado sua ocorrência no sistema, especialmente em condições de menor velocidade de fluxo (Padisák et al. 2003). Os

ambientes mais estáveis elevam a disponibilidade de luz e contribui para a sucessão de outros grupos algais, como clorófitas e cianobactérias.

A maioria dos ecossistemas aquáticos brasileiros apresenta uma maior riqueza de clorófitas, especialmente Chlorococcales e Zygnematales. Em geral, as Chlorococcales se destacam em termos de representatividade florística nos sistemas do Nordeste, como visto por Bouvy *et al.* (1999, 2000), em Pernambuco e por Barbosa & Mendes (2005), na Paraíba, também apresentando destaque nos reservatórios do Complexo Paulo Afonso.

O desenvolvimento de cianobactérias em sistemas aquáticos continentais vem aumentando freqüentemente como resultado dos processos de eutrofização. Suas florações são os principais problemas de qualidade de água dos reservatórios tropicais do Nordeste brasileiro. Espécies como *Anabaena circinalis*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis aeruginosa* e *Planktothrix agardhii* são táxons comumente referenciados como espécies dominantes nos sistemas pernambucanos (Bouvy *et al.*, 1999, 2000), paraibanos (Barbosa & Mendes, 2005), potiguares (Chellappa & Costa, 2003) e maranhenses (Nogueira, 2003).

Apesar das cianobactérias contribuírem para o estabelecimento de flotações que podem conferir problemas para as comunidades aquáticas e problemas sanitários, em função de sua capacidade de produzir toxinas, as densidades nos reservatórios do Complexo Paulo Afonso foram menores quando comparados aos períodos com dominância de diatomáceas e, portanto instáveis.

**Sinopse:** Microalgas planctônicas coletadas nas amostras integradas no Complexo Paulo Afonso

## CYANOPHYTA

### CYANOPHYCEAE

#### CHROOCOCCALES

##### CHROOCOCACEAE

*Aphanocapsa elachista* W. West & G.S. West

*Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli

*Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli

*Merismopedia punctata* Meyen

*Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Kützing

*Merismopedia* sp.

*Microcystis wesenbergii* (Komárek) Komárek

#### NOSTOCALES

##### NOSTOCACEAE

*Anabaena circinalis* Rabenhorst

*Anabaena constricta* (Szafer) Geitler

*Anabaena* sp.

*Aphanizomenon* sp.

*Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju

*Raphidiopsis mediterranea* Skuja

#### OSCILLATORIALES

##### OSCILLATORIACEAE

*Lyngbya* sp.

*Oscillatoria limnetica* Lemmermann

*Oscillatoria* sp.

##### PHORMIDIACEAE

*Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek

*Planktothrix* sp.

##### PSEUDANABAENACEAE

*Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis

*Geitlerinema splendidum* (Greville) Anagnostidis

*Geitlerinema* sp.

*Pseudanabaena* sp.

BACILLARIOPHYTA

COSCIDINODISCOPHYCEAE

RHIZOSOLENIALES

RHIZOSOLENIACEAE

*Urosolenia eriensis* (H.L. Smith) F.E. Round & R.M. Crawford

*Urosolenia longiseta* (Zacharias) Bukhtiyarova

THALASSIOSIRALES

STEPHANODISCACEAE

*Cyclotella meneghiniana* Kützing

MELOSIRALES

MELOSIRACEAE

*Melosira varians* C. Agardh

AULACOSEIRALES

AULACOSEIRACEAE

*Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen

*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen

*Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O.F. Müller) Simonsen

FRAGILARIOPHYCEAE

FRAGILARIALES

FRAGILARIACEAE

*Fragilaria crotonensis* Kitton

*Fragilaria* sp.

*Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg

BACILLARIOPHYCEAE

EUNOTIALES

EUNOTIACEAE

*Eunotia* sp.

RHOPALODIALES

RHOPALODIACEAE

*Epithemia sorex* Kützing

*Epithemia* sp.

*Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O.F. Müller



*Rhopalodia* sp.

NAVICULALES

PINNULARIACEAE

*Pinnularia* sp.

AMPHIPLEURACEAE

*Amphipleura pellucida* (Kützing) Kützing

*Frustilia rhomboides* (Ehrenberg) De Toni

NAVICULACEAE

*Navicula* sp.

PLEUROSIGMATAACEAE

*Gyrosigma* sp.

ACHNANTHALES

COCONEIDACEAE

*Cocconeis plancetula* Ehrenberg

CYMBELLALES

GOMPHONEMATAACEAE

*Gomphonema gracile* Ehrenberg

*Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow

*Gomphonema* sp.

BACILLARIALES

BACILLARIACEAE

*Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith

*Nitzschia paleaeformis* Hust

*Tryblionella coarctata* (Grunow) D.G. Mann

*Tryblionella victoriae* Grunow

SURIRELLALES

SURIRELLACEAE

*Surirella robusta* Ehrenberg

*Surirella* sp.

CHLOROPHYTA

CHLOROPHYCEAE

CHLOROCOCCALES

RADIOCOCCACEAE

*Radiococcus planktonicus* J.W.G. Lund

HYDRODICTYACEAE

- Pediastrum duplex* Meyen
- Pediastrum simplex* Meyen
- Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs

OOCYSTACEAE

- Oocystis borgei* J. Snow
- Oocystis lacustris* Chodat
- Oocystis pusilla* Hansgirg
- Oocystis* sp.
- Oonephris obesa* (W. West) Fott
- Planktosphaeria gelatinosa* G.M. Smith

GOLENKINIACEAE

- Golenkinia paucispina* W. West & G.S. West
- Golenkinia radiata* Chodat

MICRACTINIACEAE

- Micractinium pusillum* Fresenius
- Phytelios viridis* Frenzel

CHLOROCOCCACEAE

- Tetraedron gracile* (Reinsch) Hansgirg

SCENEDESMACEAE

- Crucigenia quadrata* Morren
- Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat
- Scenedesmus acutus* Meyen
- Scenedesmus arcuatus* (Lemmermann) Lemmermann
- Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson ex Ralfs
- Scenedesmus* sp.

COELASTRACEAE

- Actinastrum gracillimum* Smith
- Actinastrum hantzschii* Lagerheim
- Coelastrum microporum* Nägeli
- Coelastrum reticulatum* (P.A. Dangeard) Senn

BOTRYOCOCCACEAE

- Dictyosphaerium ehrenbergianum* Nägeli
- Dictyosphaerium pulchellum* H.C. Wood

*Dictyosphaerium* sp.

#### CHLORELLACEAE

*Ankistrodesmus fusiformis* Corda ex Korshikov

*Ankistrodesmus gracilis* (Reinsch) Korshikov

*Ankistrodesmus* sp.

*Chlorella vulgaris* Beijerinck

*Kirchneriella lunaris* (Kirchner) K. Möbius

*Kirchneriella obesa* (G.S. West) Schmidle

*Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák

*Monoraphidium braunii* (Nägeli) Komárková-Legnerová

*Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová

*Quadrigula chodatii* (Tanner-Füllemann) G.M. Smith

#### TETRASPORALES

##### PALMELLACEAE

*Sphaerocystis schroeteri* Chodat

#### ZYGNEMATALES

##### ZYGNEMATACEAE

*Mougeotia* sp.

##### CLOSTERIACEAE

*Closterium ehrenbergii* Meneghini ex Ralfs

*Closterium* sp.

##### DESMIDIACEAE

*Cosmarium margaritatum* (P. Lundell) J. Roy & Bisset

*Cosmarium* sp.

*Desmidium* sp.

*Onychonema laeve* Nordstedt

*Staurastrum leptocladum* L.N. Johnson

*Staurastrum nudibrachiatum* O.F. Borge

*Staurastrum rotula* Nordstedt

*Staurastrum sebaldi* Reinsch

*Staurastrum* sp. 1

*Staurastrum* sp. 2

*Stauroidesmus dickiei* (Ralfs) S. Lillieroth

*Stauroidesmus subulatus* (Kützing) Thomasson

*Staurodesmus* sp.

PENIACEAE

*Gonatozygon monotaenium* De Bary

*Gonatozygon* sp.

VOLVOCALES

VOLVOCACEAE

*Eudorina elegans* Ehrenberg

CRYPTOPHYTA

CRYPTOPHYCEAE

CRYPTOMONADALES

CRYPTOMONADACEAE

*Cryptomonas ovata* Ehrenberg

*Cryptomonas subovalis* Ehrenberg

*Cryptomonas* sp.

PYRENOMONADALES

PYRENOMODACEAE

*Rhodomonas* sp.

DINOPHYTA

DINOPHYCEAE

PERIDINIALES

PERIDINIACEAE

*Peridinium* sp.

CHRYSOPHYTA

CHRYSOPHYCEAE

OCHROMONADALES

DINOBRYACEAE

*Dinobryon sertularia* Ehrenberg

EUGLENOPHYTA

EUGLENOPHYCEAE

EUGLENALES

EUGLENACEAE

*Euglena acus* Ehrenberg

*Euglena* sp.

*Phacus orbicularis* K. Hübner

*Phacus* sp.

*Trachelomonas cylindrica* Ehrenberg

*Trachelomonas obesa* Ehrenberg

*Trachelomonas oblonga* Ehrenberg

*Trachelomonas volvocina* Ehrenberg

*Trachelomonas volvocinopsis* Svirenko

*Trachelomonas* sp.

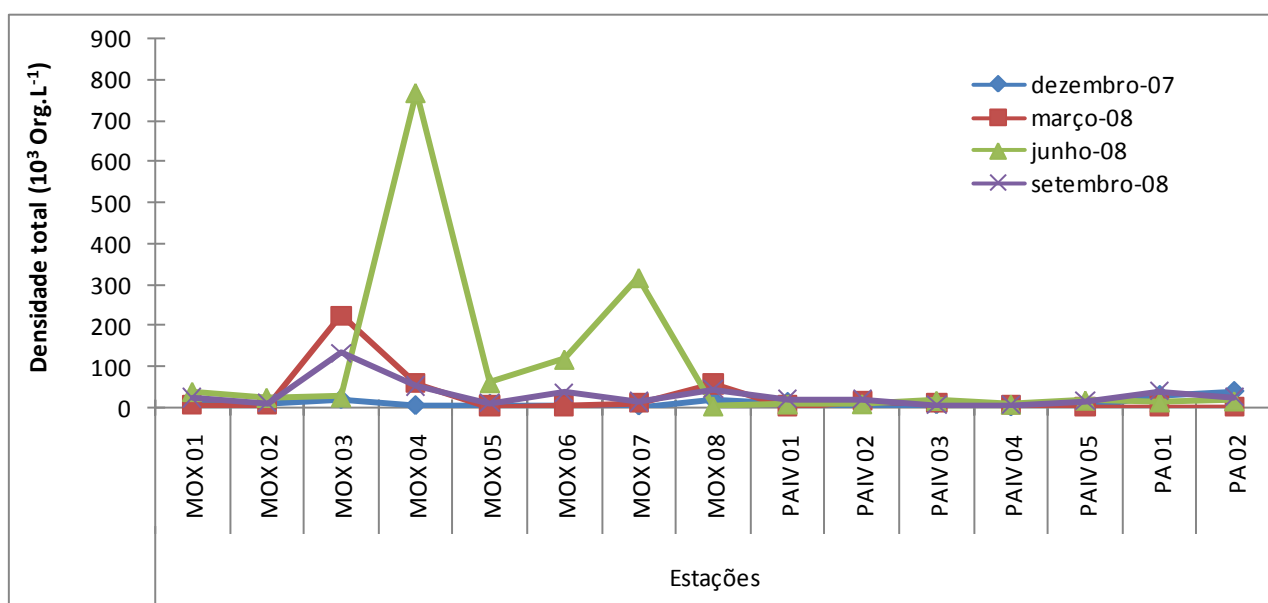
## XANTHOPHYTA

### XANTHOPHYCEAE

#### MISCHOCOCOCCALES

#### CENTRITACTACEAE

*Centrtractus belenophorus* Lemmermann



**Figura 3.3.D.2-1** - Variação da densidade total do fitoplâncton nos reservatórios do CHPA, entre dezembro de 2007 e setembro de 2008.

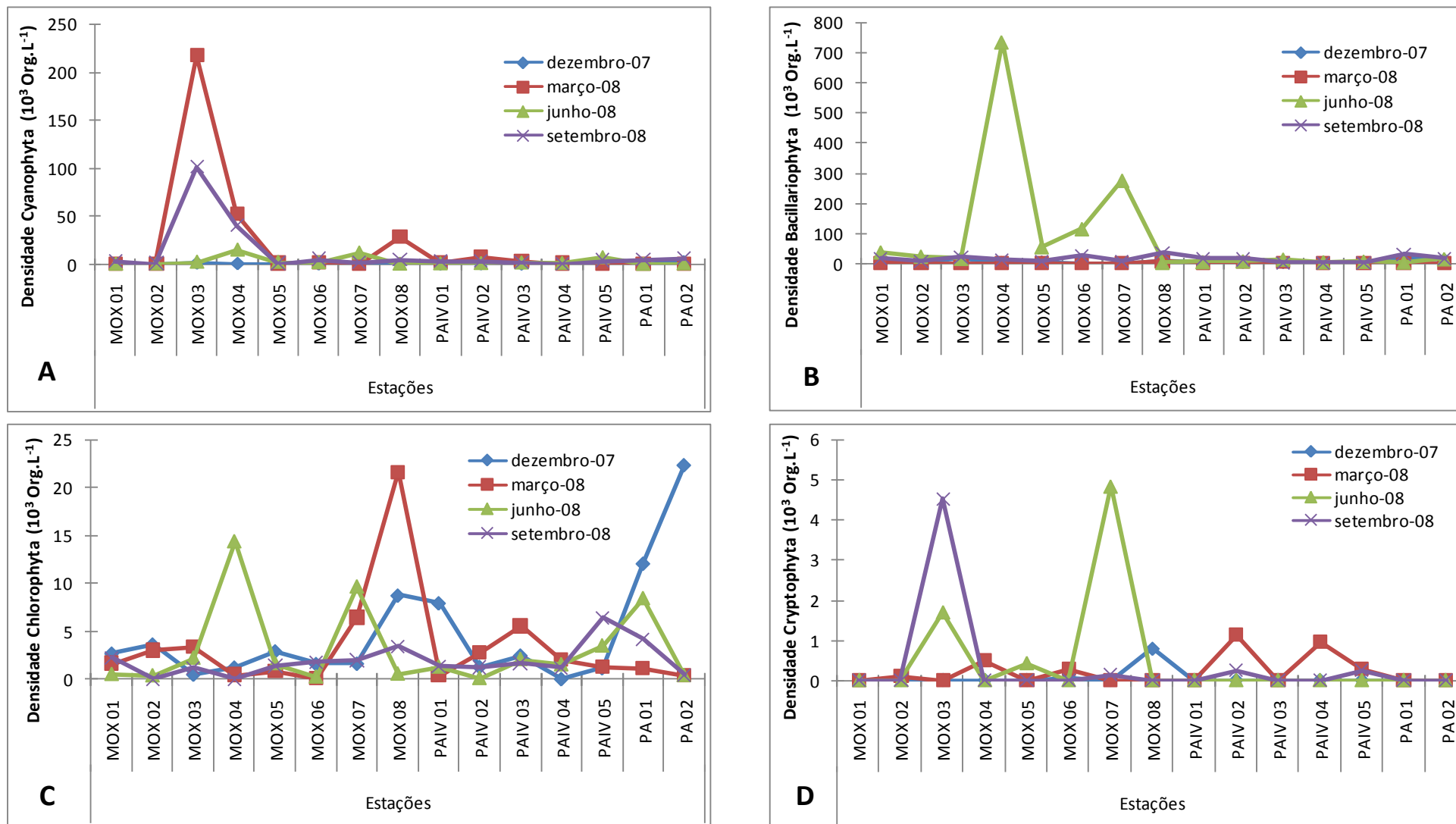
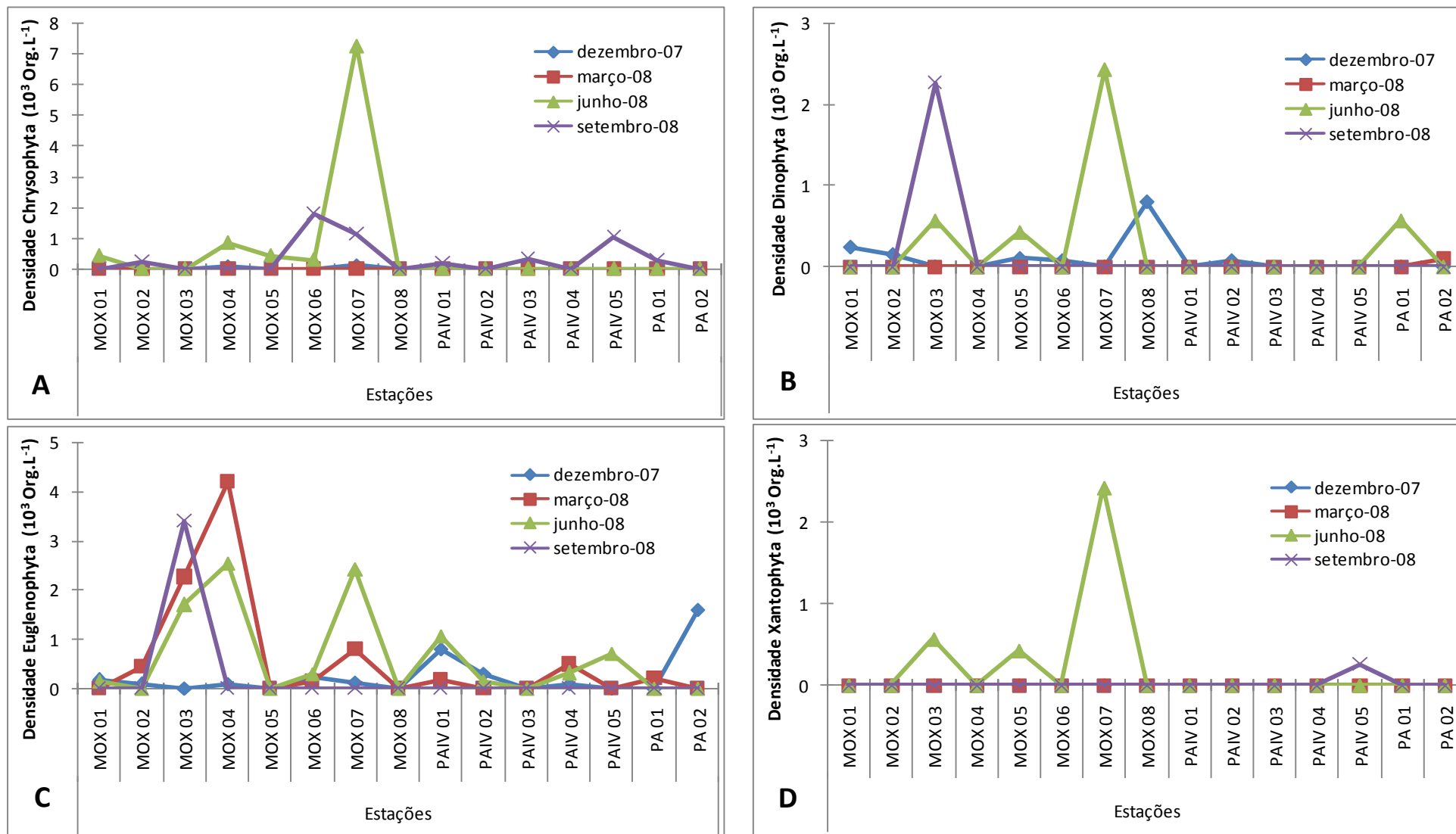
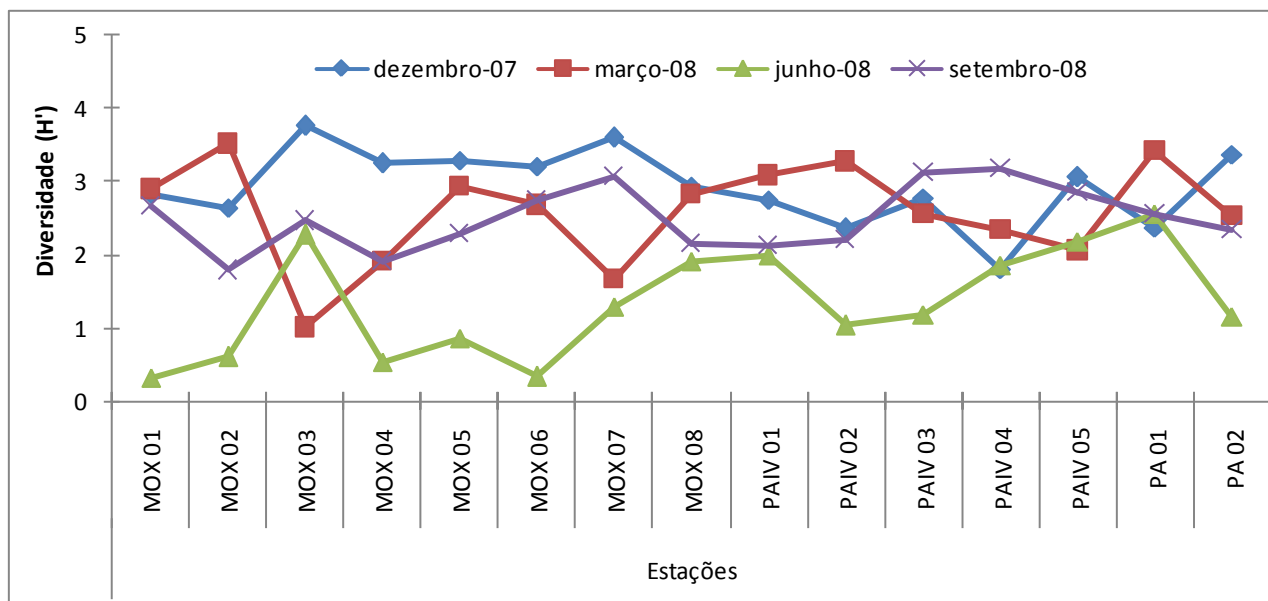


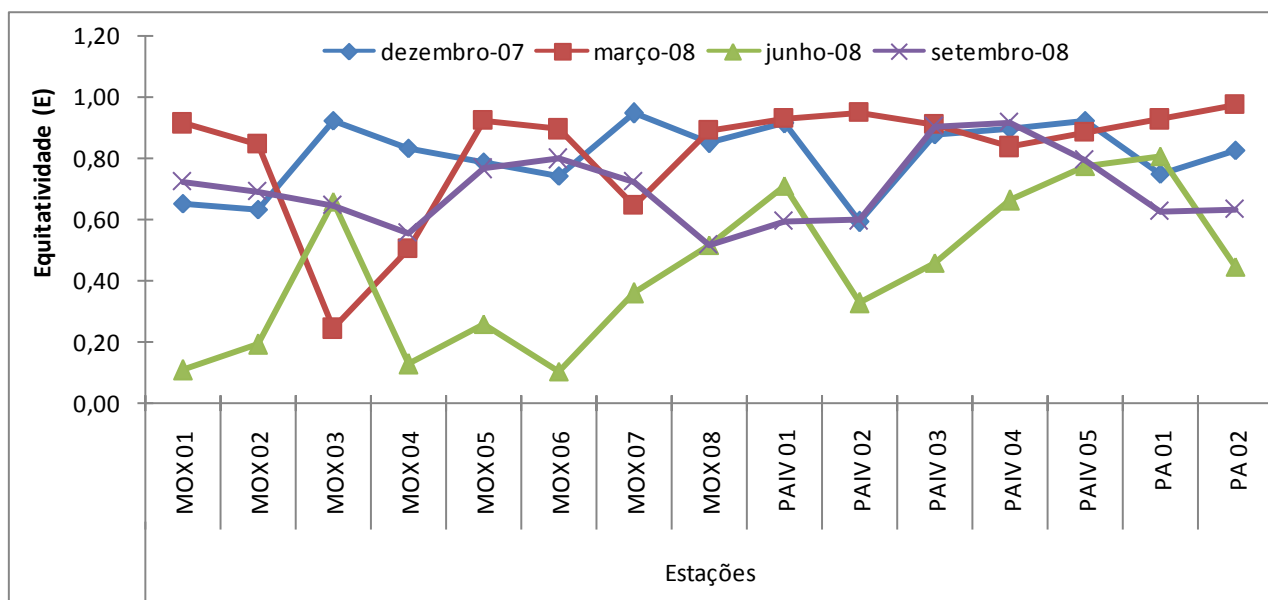
Figura 3.3.D.2-2 - Variação da densidade das divisões (A) Cyanophyta, (B) Bacillariophyta, (C) Chlorophyta e (D) Cryptophyta nos reservatórios do CHPA, entre dezembro de 2007 e setembro de 2008.



**Figura 3.3.D.2-3** - Variação da densidade das divisões (A) Chrysophyta, (B) Dinophyta, (C) Euglenophyta e (D) Xantophyta nos reservatórios do CHPA, entre dezembro de 2007 e setembro de 2008.

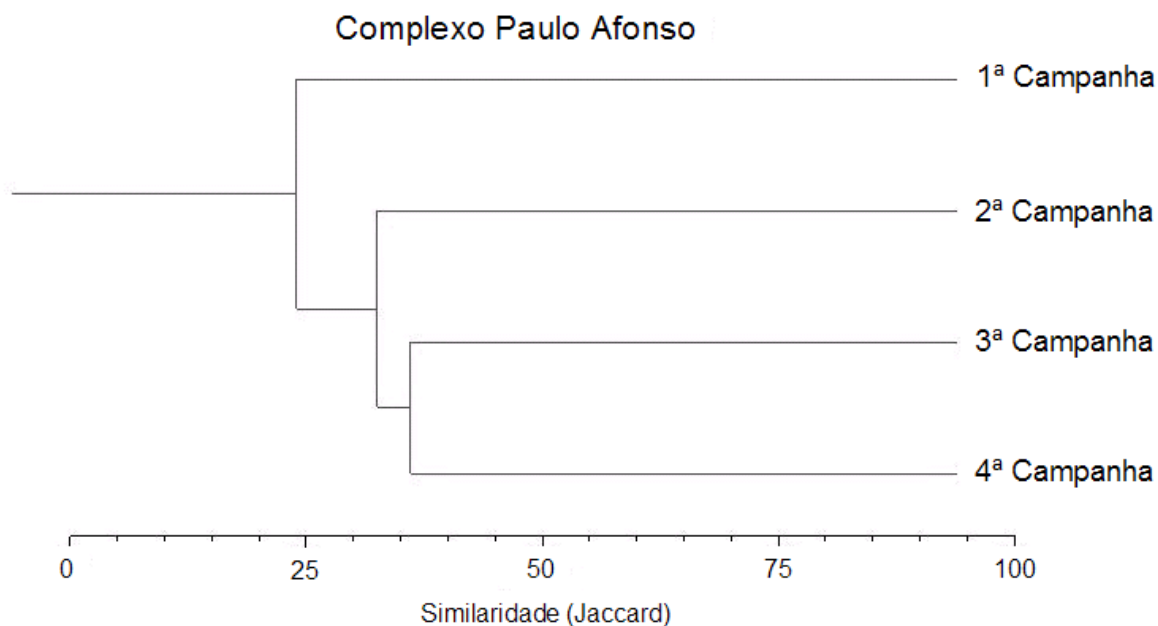


**Figura 3.3.D.2-4** - Diversidade de Shannon ( $H'$ ) do fitoplâncton nos reservatórios do CHPA, entre dezembro de 2007 e setembro de 2008.

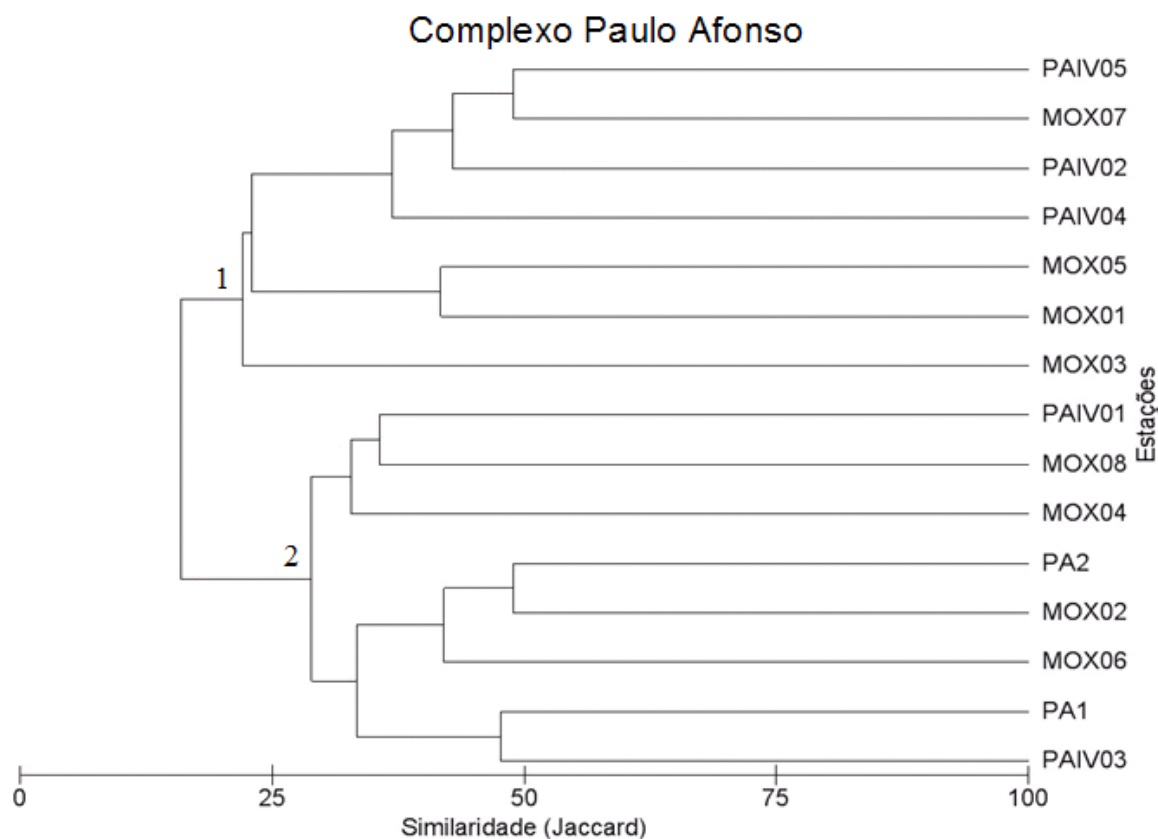


**Figura 3.3.D.2-5** - Equitatividade de Pielou ( $E$ ) do fitoplâncton nos reservatórios do CHPA, entre dezembro de 2007 e setembro de 2008.





**Figura 3.3.D.2-6** - Agrupamentos formados com respectivas similaridades, obtidas através da análise da ocorrência de espécies entre as campanhas de coleta, no período compreendido de dezembro/2007 a setembro/2008, no Complexo Paulo Afonso.



**Figura 3.3.D.2-7** - Agrupamentos formados com respectivas similaridades, através da análise da ocorrência de espécies entre as estações de coleta, durante um ciclo anual entre dezembro/2007 a setembro/2008, no Complexo Paulo Afonso.

### 3.3.D.3. Zooplâncton

#### Sinopse taxonômica

No presente estudo, observou-se que a comunidade zooplanctônica em Moxotó apresentou em geral uma diversidade relativa alta para a região do Complexo de Paulo Afonso, enquanto que PA I, II, III e PA IV apresentaram menor diversidade. No entanto, o número de taxa identificados pode ser considerado baixo, o que é fato um característico de ambiente lacustre, e muito relatado na literatura por diversos autores.

Durante o período estudado, foram registrados na área de Moxotó 24 (vinte e quatro) espécies, 3 (três) variações, em 46 (quarenta e seis) taxa. Em PA I, II e III, foram registradas 17 (dezessete) espécies, 1 (uma) variação, em 29 (vinte e nove) taxa. Foi registrado em PA IV o número de 20 (vinte) espécies, 1 (uma) variação, em 33 (trinta e três) taxa. As espécies encontradas em todo o complexo estão descritas na sinopse abaixo.

De modo geral, o grupo Rotifera foi o que apresentou maior número de espécies identificadas, tanto em PA I, II e III, quanto nas estações em PA IV, seguido por Cladocera e Copepoda. Também foram registrados outros grupos, como larvas Cercaria, Protoctista, Nematoda, Decapoda e Insecta, sendo os dois últimos apresentando forma larvais, porém de ocorrência esporádica.

#### Sinopse

Filo: Protoctista

Família: Diffugiidae

*Diffugia* sp.

Filo: Rotifera

Família: Brachionidae

*Brachionus dolabratus*

*Brachionus caldatus*

*Brachionus calyciflorus*

*Brachionus* sp.

*Playas* sp.

Família Keratellidae

*Keratella cochlearis*

*Keratelle serrulata*

*Keratella tropica*

*Keratella tropica* var. *brehmi*

*Keratella tropica tropica*

*Keratella quadrata* var. *frenzeli*

*Keratella americana*

Família Euchlanidae

*Colurella* sp.

*Euchlanis dilatata*

Família Lecanidae

*Lecane luna*

*Lecane* sp.

Família Asplanchnidae

*Asplanchna* sp.

Família Trichocercidae

*Trichocerca similis*

*Cephalodella* sp.

Família Synchaetidae

*Synchaeta* sp.

*Polyarthra vulgaris*

*Pleosoma truncatum*

Família Conochilidae

*Conochlus* sp.

Família Colurellidae

*Colurella* sp.

Família Fosfulariidae

*Sinantherina socialis*

Família Hexardidae

*Filinia longiseta*

*Filinia camasecla*

*Filinia terminalis*

Família Philodinidae

*Rotaria* sp.

Filo Platelminthes – Larva Cercária (vários)

Filo: Arthropoda

Subfilo Crustacea

Cladocera

Família Sididae

*Diaphanasoma spinulosum*

*Diaphanasoma brachyurum*

Família Bosminidae

*Bosmina longirostris*

*Bosmina hagmani*

*Bosmina* sp.

Família Monidae

*Moina micrura*

*Moina minuta*

*Moina* sp.

Família Daphnidae

*Daphnia gessneri*

Família Chydoridae

*Chydorus* sp.

Copepoda (Calanoida)

Família Diaptomidae

*Notodiaptomus iheringi*

*Notodiaptomus* sp.

*Argyrodiaptomus* sp.

Copepoda (Cyclopoida)

Família Cyclopidae

*Thermocyclops decipiens*

*Thermocyclops* sp.

Copepoda - Copepoditos (vários)

Copepoda - náuplios (vários)

Decapoda – larva

Ostracoda – vários

Insecta – larvas de díptera

Densidade de organismos

Em Moxotó, a densidade de organismos, medida em  $\text{ind.m}^{-3}$ , foi de modo geral mais alta no mês de setembro de 2008 (Tabela 3.3.D.3-1).

Em apenas uma estação (MOX 08) as densidades foram mais elevadas em dezembro de 2007 e março de 2008, no entanto com pouco menos diversidade. O mês de março de 2008 também se destaca, sendo em muitas estações o mês com a maior ou a segunda maior densidade. Nestes casos, um ou mais táxons apresentaram-se com altas densidades, contribuindo de forma desigual para o aumento da densidade total (Figura 3.3.D.3-1), como o caso do rotífero *Keratella cochlearis* na estação MOX 03, em setembro de 2008 ( $50,57 \text{ ind.m}^{-3}$ ).

Percebe-se que na estação MOX 03, em setembro de, houve um pico mais acentuado de densidade, muito acima dos demais valores gerais, apresentando uma grande riqueza de espécies, algumas em altas densidades.

Em todas as estações estudadas, Rotifera apresentou as maiores densidades, e tal dominância se deve principalmente por rotífero *Keratella cochlearis*, cuja densidade chegou a atingir  $65,55 \text{ ind.m}^{-3}$  (MOX 08 - dezembro de 2007), estando presente em praticamente todas as estações, e nas quatro campanhas.

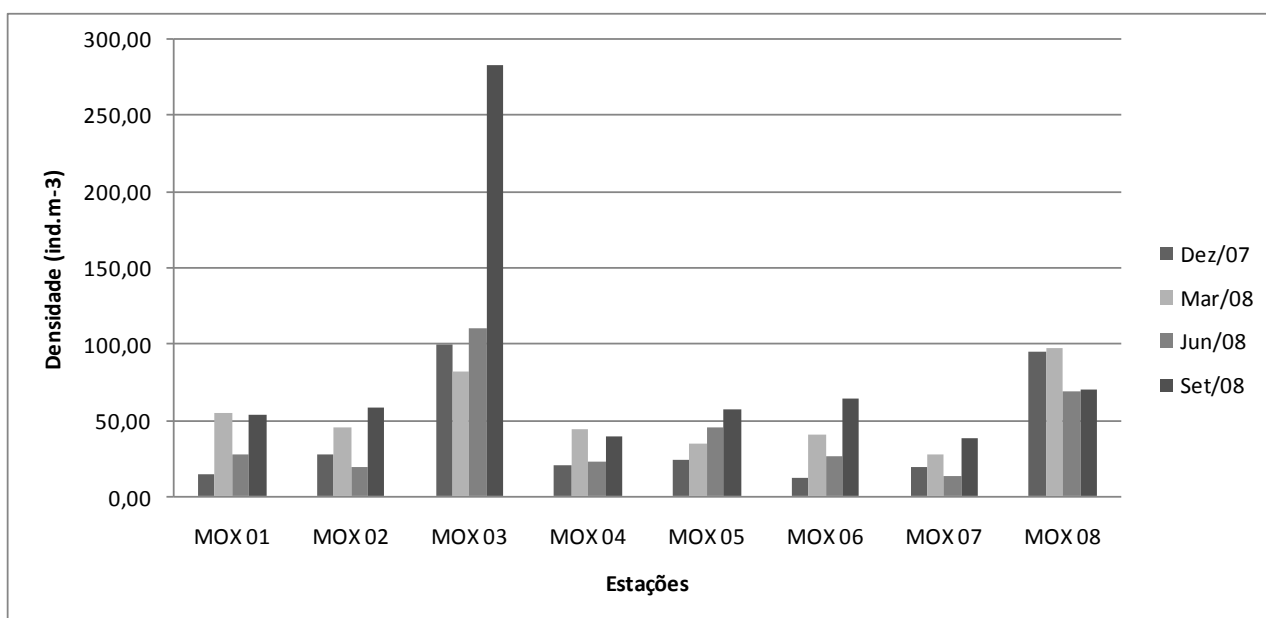
Outros Rotifera contribuíram de forma significativa para os valores de densidade, destacando-se *Keratella tropica* var. *brehmi*, *Polyarthra vulgaris*, *Filinia longiseta* e *F. camasecla*, sendo estas duas últimas espécies um pouco mais freqüentes e com maiores densidades entre junho e setembro de 2008.

Em Moxotó, a estação MOX 07 foi a que apresentou de modo geral os valores de densidades mais baixos, localizando-se numa saída de reentrância no reservatório,

próximo a entrada de canal (nas imediações da estação MOX 08), o que possivelmente pode caracterizar um ambiente lótico, onde a probabilidade de captura de plâncton pelas redes é menos provável. Entretanto a estação MOX 08 apresentou significativos valores durante todo o ano, o que pode caracterizar uma área de concentração de plâncton, antes deste ser passar pelo referido canal.

**Tabela 3.3.D.3-1** - Valores de densidades (ind.m<sup>-3</sup>) entre estações e meses de amostragens no reservatório de Moxotó.

Estações	Meses			
	Dez/07	Mar/08	Jun/08	Set/08
<b>MOX 01</b>	14,52	54,55	26,77	53,31
<b>MOX 02</b>	27,23	44,95	18,90	58,48
<b>MOX 03</b>	99,50	82,38	110,11	283,83
<b>MOX 04</b>	20,33	44,19	22,97	39,42
<b>MOX 05</b>	24,05	33,99	45,59	56,58
<b>MOX 06</b>	12,04	40,10	26,40	63,83
<b>MOX 07</b>	19,55	27,69	13,02	37,43
<b>MOX 08</b>	95,45	97,75	68,62	69,38
<b>Média</b>	<b>39,08</b>	<b>53,20</b>	<b>41,55</b>	<b>82,78</b>



**Figura 3.3.D.3-1** - Variação da densidade (ind.m<sup>-3</sup>) entre as estações no reservatório de Moxotó.

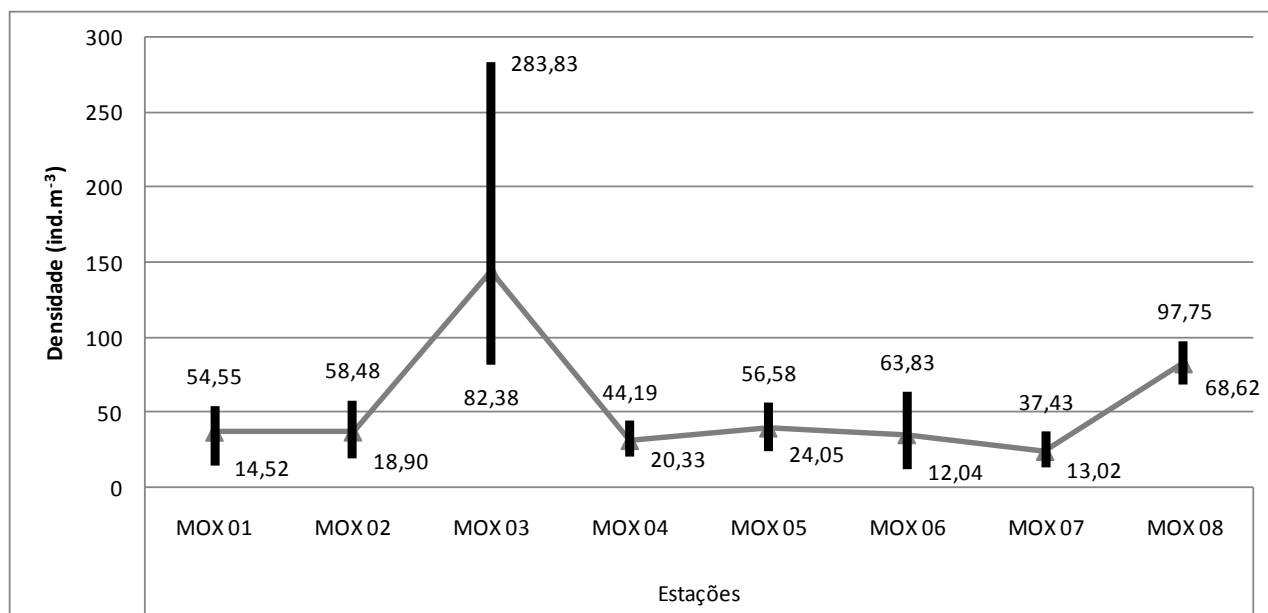
Em Moxotó destacam-se também as estações MOX 03, e a já citada MOX 08, que parecem ter uma tendência de valores médios geralmente mais elevados em todos os meses de amostragens.

O valor mínimo de densidade registrado na área ocorreu na estação MOX 06 em dezembro de 2007 (12,04 ind.m<sup>-3</sup>), e o valor máximo foi registrado na estação MOX 03 em setembro de 2008 (283,83 ind.m<sup>-3</sup>), de acordo com a Figura 3.3.D.3-2 e a Tabela 3.3.D.3-1 e Tabela 3.3.D.3-2.

Com relação ao valor médio total mensal de amostragem por reservatório, percebe-se que o mês de setembro de 2008 obteve o maior valor médio (82,78 ind.m<sup>-3</sup>), sendo a menor média registrada em dezembro de 2007 (39,08 ind.m<sup>-3</sup>), como mostrado na Tabela 3.3.D.3-1 e Figura 3.3.D.3-2.

**Tabela 3.3.D.3-2** - Valores de densidades máximas e mínimas, e média de densidades, em ind.m<sup>-3</sup>, entre estações ao longo dos meses de amostragens na área de Moxotó.

	Estações							
	MOX 01	MOX 02	MOX 03	MOX 04	MOX 05	MOX 06	MOX 07	MOX 08
<b>Máximo</b>	54,55	58,48	283,83	44,19	56,58	63,83	37,43	97,75
<b>Mínimo</b>	14,52	18,90	82,38	20,33	24,05	12,04	13,02	68,62
<b>Média</b>	37,29	37,39	143,95	31,73	40,05	35,59	24,42	82,80



**Figura 3.3.D.3-2** - Variação dos valores de máximas e mínimas densidades (em ind.m<sup>-3</sup>) e médias entre as estações na área de Moxotó. Barras pretas representam a amplitude entre máximos e mínimos para cada estação, e a linha cinza a tendência de valores médios para Moxotó entre dezembro de 2007 e março de 2008.

As estações em PA I, II e III, entre dezembro de 2007 e setembro de 2008, obtiveram as menores diversidades (riqueza de espécies), variando entre 22 e 25 taxa por mês de amostragem.

Em PA IV a variação ao longo do ano entre os meses de amostragem também foi de 22 e 25 taxa. Geralmente as maiores diversidades (riqueza de espécies) foram encontradas no período chuvoso, entre junho e setembro de 2008.

Em apenas uma estação (PAIV 01) as densidades foram mais elevadas em dezembro de 2007 (103,50 ind.m<sup>-3</sup>), no entanto com pouco menos diversidade. O mês de março de 2008 também se destaca, quando comparado com o mês de dezembro de 2007, sendo em algumas estações o mês com a maior ou a segunda maior densidade. Nestes casos, um ou mais táxons apresentaram-se com altas densidades, contribuindo de forma desigual para o aumento da densidade total, como o caso do rotífero *Keratella cochlearis* na estação PAIV 01, em dezembro de 2007 (52,90 ind.m<sup>-3</sup>), como mostra a Figura 3.3.D.3-3.

Entre PA 01 e PA 02, destaca-se a estação PA 01 em dezembro de 2007, com (88,49 ind.m<sup>-3</sup>). No complexo Paulo Afonso a estação PA 01 foi sempre mais representativa, tanto em número de taxa quando em densidades totais.

A estação PAIV 01 pode ter tido a maior densidade em dezembro de 2007 pelo fato da total contagem de organismos da amostra, e não a contagem por sub-amostras. Tal diferença se dá ao fato das diferentes estratégias de amostragem, onde na PAIV 01 houve amostragem com uso de baldes (100 litros no total), e nas demais estações foram empregados arrastos verticais, com profundidade de arrasto variando entre 4 a 15 metros, representando entre 0,282 a 1,06 m<sup>3</sup>.

Em todas as estações estudadas, Rotifera apresentou mais uma vez as maiores densidades, e tal dominância se deve principalmente por rotífero *Keratella cochlearis*, estando presente em praticamente todas as estações, e nas quatro campanhas.

Outros Rotifera contribuíram de forma significativa para os valores de densidade, destacando-se *Keratella tropica*, *K. tropica* var. *brehmi*, *Polyarthra vulgaris* e *Sinantherina socialis*, sendo estas duas últimas espécies geralmente um pouco mais freqüentes e com maiores densidades entre junho e setembro de 2008.

Em PA IV, a estação PAIV 04 foi a que apresentou de modo geral o valor de densidade mais baixo. Entre PA 01 e PA 02 o valor mais baixo foi registrado em PA 02.

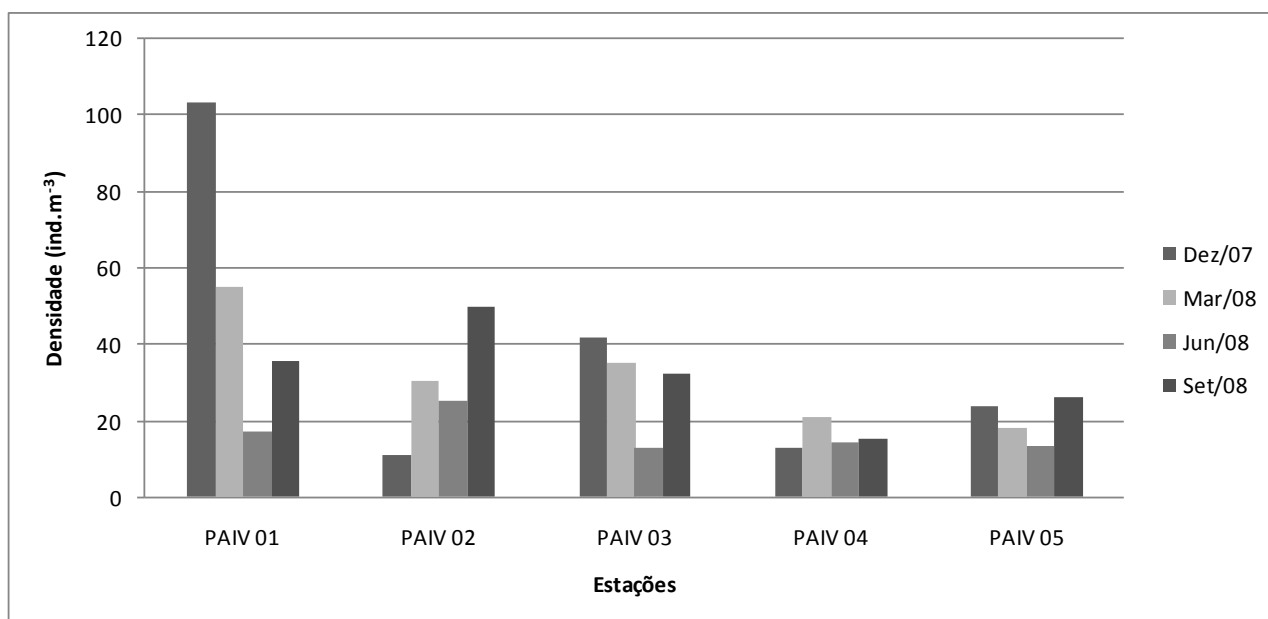
O valor mínimo de densidade registrado na área de PA IV ocorreu na estação PAIV 02 em dezembro de 2007, com 10,96 ind.m<sup>-3</sup> (Tabela 3.3.D.3-3). Já em PA I, II e III, o



valor mínimo registrado foi de 14,90 ind.m<sup>-3</sup> em PA 02, em junho de 2008 (Tabela 3.3.D.3-4).

**Tabela 3.3.D.3-3** - Valores de densidades (ind.m<sup>-3</sup>) entre estações e meses de amostragens no reservatório de PA IV.

Estações	Meses			
	Dez/07	Mar/08	Jun/08	Set/08
PAIV 01	103,50	55,19	16,99	35,37
PAIV 02	10,96	30,50	25,24	49,66
PAIV 03	41,60	35,21	12,71	32,42
PAIV 04	12,88	20,87	14,06	15,24
PAIV 05	23,68	18,06	13,47	25,90
<b>Média</b>	<b>38,52</b>	<b>31,97</b>	<b>16,49</b>	<b>31,72</b>



**Figura 3.3.D.3-3** - Variação da densidade (ind.m<sup>-3</sup>) entre as estações no reservatório de PA IV.

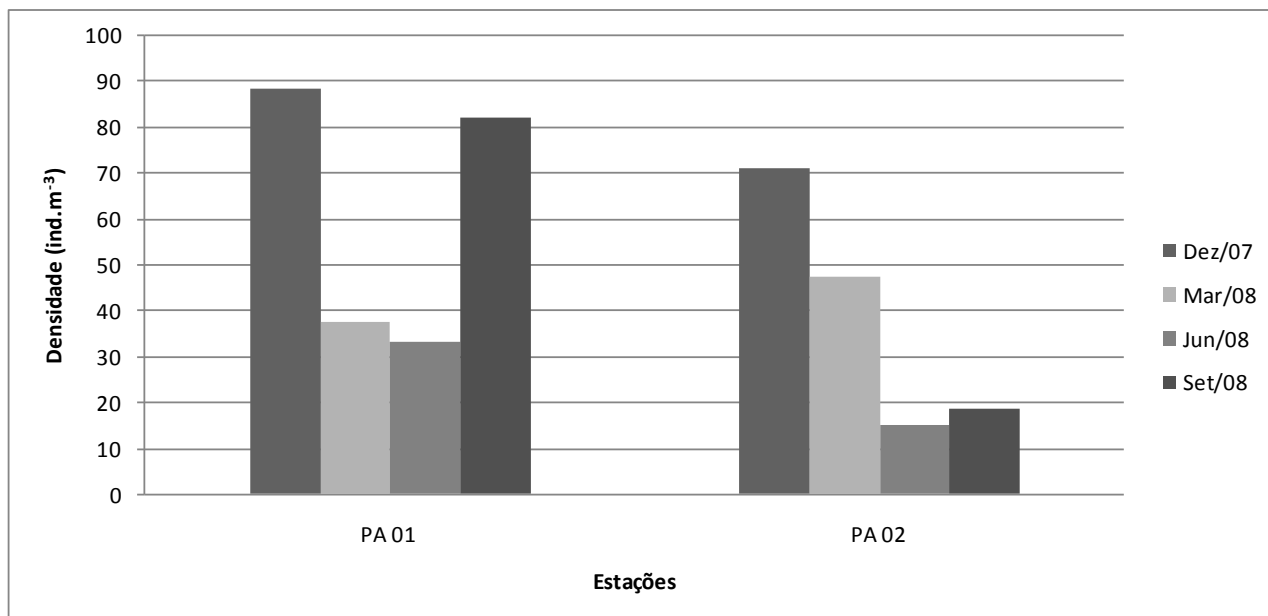
Com relação ao valor médio total por mês de amostragem, percebe-se que o mês de dezembro de 2007 resultou no maior valor médio mensal para o reservatório PA IV (38,52 ind.m<sup>-3</sup>), principalmente devido à contribuição da estação PAIV 01, sendo a menor média registrada em junho de 2008 (16,49 ind.m<sup>-3</sup>), como mostra a Tabela 3.3.D.3-3 e Tabela 3.3.D.3-5 e a Figura 3.3.D.3-3.

Em PA I, II e III, o mês de dezembro de 2007 obteve o maior valor médio entre as PAs (79,90 ind.m<sup>-3</sup>), principalmente devido à contribuição da estação PA 01, sendo a

menor média registrada em junho de 2008 (23,07 ind.m<sup>-3</sup>), como mostrado na Tabela 3.3.D.3-4 e Figura 3.3.D.3-4.

**Tabela 3.3.D.3-4** - Valores de densidades (ind.m<sup>-3</sup>) entre estações e meses de amostragens no reservatório de PA I, II e III.

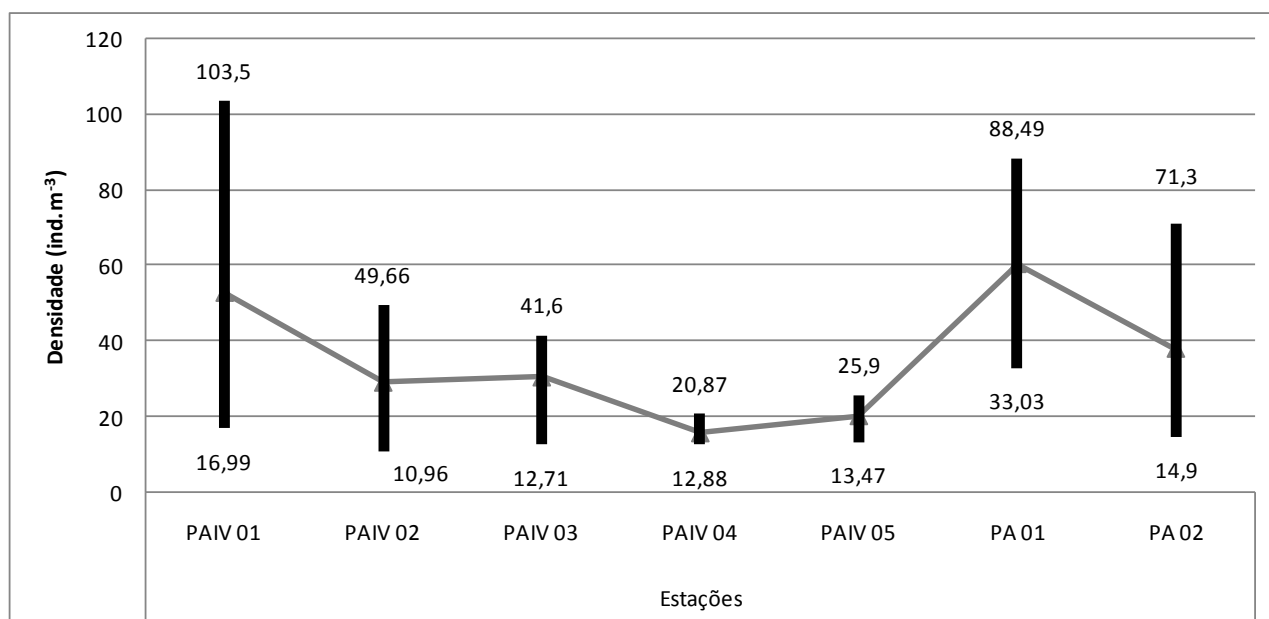
Estações	Meses			
	Dez/07	Mar/08	Jun/08	Set/08
<b>PA 01</b>	88,49	37,48	33,03	82,38
<b>PA 02</b>	71,30	47,30	14,90	18,62
<b>Média</b>	<b>79,90</b>	<b>42,39</b>	<b>23,97</b>	<b>50,50</b>



**Figura 3.3.D.3-4** - Variação da densidade (ind.m<sup>-3</sup>) entre as estações no reservatório de PA I, II e III.

**Tabela 3.3.D.3-5** - Valores de densidades máximas e mínimas, e média de densidades, em ind.m<sup>-3</sup>, entre estações ao longo dos meses de amostragens nos reservatórios de PA I, II, III e IV.

	Estações						
	PAIV 01	PAIV 02	PAIV 03	PAIV 04	PAIV 05	PA 01	PA 02
<b>Máximo</b>	103,5	49,66	41,6	20,87	25,9	88,49	71,3
<b>Mínimo</b>	16,99	10,96	12,71	12,88	13,47	33,03	14,9
<b>Média</b>	52,76	29,09	30,48	15,76	20,28	60,34	38,03



**Figura 3.3.D.3-5** - Variação dos valores de máximas e mínimas densidades (em ind.m<sup>-3</sup>) e médias entre as estações nos reservatórios de PA I, II, III e IV. Barras pretas representam a amplitude entre máximos e mínimos para cada estação, e a linha cinza a tendência de valores médios para Moxotó entre dezembro de 2007 e março de 2008.

### Abundância relativa e freqüência de ocorrência

Com relação à abundância relativa, o grupo Rotifera foi sempre o mais significativo, em todas as estações e em todos os meses de amostragens, sempre obtendo valores de abundância entre 15 e 60%, seguido geralmente por Cladocera ou Copepoda. Em nenhuma estação os demais grupos (Protoctista, Ostracoda, Decapoda ou Insecta) estiveram a frente de Rotifera, Cladocera e Copepoda.

A maioria das espécies de Rotifera registrada é também típica de viveiros de aqüicultura, ou áreas de tanques-rede, e algumas são bem tolerantes à poluição orgânica (Sládeèek, 1983), condições estas encontradas em alguns reservatórios amostrados.

Na maioria das estações, rotífero *Keratella cochlearis*, *Keratella tropica* var. *brehmi*, *Polyarthra eurytera* e/ou *Filinia longiseta* e *F. camasecla* contribuíram para a dominância do grupo Rotifera nos reservatórios estudados.

*Keratella cochlearis* é tolerante a variadas condições térmicas e de oxigenação (Bçrzinš & Pejler, 1989). Bastante abundante em águas continentais de regiões temperadas, levemente ácidas a levemente alcalinas, acreditava-se que esta espécie não ocorresse em águas tropicais (Sládeèek, 1983). No entanto, trata-se de uma espécie com ampla distribuição e muito comum no Brasil, inclusive em viveiros de peixes. De acordo

com Piva-Bertoletti (2001), esta espécie apresenta tolerância à variação de pH e de oxigênio dissolvido na água.

Como já citado, foi notada a dominância do rotífero *Keratella cochlearis*, que obteve os valores de abundância muitas vezes superior a 50%. Trata-se de um dos rotíferos mais comuns em águas continentais brasileiras, sendo encontrado em praticamente todas as regiões biogeográficas.

Durante as duas primeiras amostragens, dezembro de 2007 e março de 2008, *Keratella cochlearis*, *Keratella tropica* var. *brehmi* dominaram em todos os reservatórios. Entre junho e setembro de 2008, foram observadas florações de algas filamentosas e algas do grupo *Mycrosistis*, o que parece ter contribuído em alguns casos para o aumento da diversidade, e possivelmente por competição as abundâncias relativas de *Keratella cochlearis* e *Keratella tropica* var. *brehmi* diminuíram, muitas vezes em mais da metade do registrado em meses anteriores.

A característica singular de sistemas com elevado aporte de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo), causando eutrofização, leva ao acentuado crescimento de algas. Isto pode gerar profundas mudanças na estrutura das cadeias alimentares dos organismos aquáticos, por ser o fitoplâncton o principal produtor nesses ambientes. A comunidade zooplanctônica, e em especial os Rotifera, responde rapidamente a mudanças na oferta alimentar como, por exemplo, quando ocorrem alterações na composição e abundância de algas e outras fontes alimentares, através de modificações em sua estrutura, no caso riqueza de espécies e densidade dos indivíduos (Eler et al, 2003).

São observados assim, organismos indicadores do estado trófico e da qualidade do sistema aquático, como os Rotifera, que sendo altamente oportunistas e r-estrategistas, são extremamente sensíveis aos ambientes submetidos à poluição orgânica (Sládeèek, 1983). Em fato, a diversidade de Rotifera aumentou, em resposta as florações de algas, observadas entre junho e setembro de 2008.

Do ponto de vista de frequência, destacam-se como os organismos com mais de 90% de ocorrência *Keratella cochlearis*, *Keratella tropica* var. *brehmi*, Copepoda (náuplios), *Bosmina longirostris*, seguidos por *Polyarthra vulgaris*.

Os rotíferos são organismos que, em certos casos, contribuem com a menor parcela de biomassa total zooplanctônica, entretanto, sua alta taxa reprodutiva, ciclo de vida curto e capacidade de adaptação a ambientes variados conferem a esses organismos alta importância na ciclagem de nutrientes dos ecossistemas aquáticos, possibilitando altas

densidades e dominância no ecossistema. De fato, em todas as estações estudadas o grupo Rotifera obteve as maiores densidades. Isto aponta para o fato dos rotíferos estarem tolerando períodos relativamente longos de baixa concentração de oxigênio na área.

Arora (1966) observou em quatro ambientes altamente poluídos as seguintes espécies também encontradas neste estudo: *Keratella tropica*, *Keratella cochlearis*, *Filinia longiseta* e espécies do gênero *Brachionus* (todas registradas no presente estudo), as quais são consideradas tolerantes à poluição.

Outro rotífero que obteve a segunda maior densidade foi *Keratella tropica* var. *brehmi*. É um rotífero dotado de carapaça ou lórica, e esta espécie ocorre em abundâncias consideráveis nos reservatórios brasileiros. Possui um padrão de ocorrência muito similar ao de *K. cochlearis*, e a variação *brehmi* ocorre onde não há muitos predadores para este espécie. Tal fato pode estar relacionado ao fato da redução da biodiversidade na área de estudo, por eutrofização ou outros impactos antrópicos.

Na represa Billings, Esteves e Sendacz (1988) constataram a predominância do grupo dos rotíferos, seguidos de cladóceros, e na seqüência pelos copépodes ciclopóides e calanóides. Essa mesma seqüência de dominância não foi constatada no presente estudo, mas a presença de muitos náuplios pode ser um indicativo que esta condição pode ocorrer na área estudada.

Já *Brachionus dolabratus*, que apesar de ser um rotífero considerado pouco freqüente nas amostragens ao longo do ano, do ponto de vista de freqüência de ocorrência é uma importante indicação de que, na área desses reservatórios, existe processo de eutrofização, já que é um organismo que suporta condições limnológicas bastante adversas, tais como a presença de *blooms* de algas e déficit de oxigênio, e seu registro e densidades em futuros trabalhos devem ser levados em consideração como bioindicador aquático.

Vários organismos componentes do zooplâncton têm sido utilizados como indicadores do estado trófico de ambientes aquáticos, mas poucos são os estudos em relação aos rotíferos. Entretanto, as espécies mais freqüentes em lagos eutrofizados são: *Trichocerca cylindrica*, *T. pusilla*, *Polyarthra eurytera*, *Brachionus angularis*, *Filinia longiseta* e *Keratella cochlearis* (Esteves, 1988). Na represa de Guarapiranga, *Keratella americana* e *K. cochlearis* foram constantes em todos os pontos, indicando possíveis condições de eutrofização do sistema aquático. Entretanto, no presente estudo, encontrou-se *Polyarthra vulgaris* ao invés de *P. eurytera*.

*Brachionus calyciflorus* Pallas, 1766, é uma espécie cosmopolita e comum em águas alcalinas, sendo presente freqüentemente em viveiros de peixes. Bem tolerante à poluição, a espécie é encontrada até em lagoas de estabilização (Klimowicz, 1973). *Brachionus calyciflorus* e *Asplanchna* sp. são espécies dominantes no zooplâncton de reservatórios eutróficos do Brasil, constituindo organismos indicadores de estado de trofia (Matsumura-Tundisi, 1999). Pejler (1983) também classifica *B. calyciflorus* e *B. angularis* como indicadores de eutrofia. As duas espécies possuem dieta diversificada, alimentando-se de algas, bactérias e detritos, em ambientes com bastante matéria orgânica.

*Brachionus angularis* Gosse é uma espécie cosmopolita, perene, também encontrada em águas alcalinas, ocorrendo em águas altamente poluídas e lagoas de estabilização (Sládeček, 1983). Radwan & Popiolek (1989) identificam esta espécie como indicadora de eutrofia e Bçrzinš & Pejler (1989) como  $\beta$ -ásapróbica. É uma espécie muito comum em viveiros de piscicultura, e foi registrada em algumas áreas amostradas neste estudo.

*Polyarthra vulgaris* Carlin, 1943, é uma espécie cosmopolita, euritêmica e perene em águas de regiões temperadas. Encontrada em ampla faixa de concentrações de oxigênio dissolvido (Bçrzinš & Pejler, 1989), é muito comum por exemplo em tanques de piscicultura, juntamente com *K. cochlearis* (Oliveira-Neto, 1993; Eler, 1996), fato também observado por Pareschi (2001) em vários viveiros de peixes da Serra da Mantiqueira (SP), bem como em tanques de criação de peixes enriquecidos com efluente industriais (Sampaio, 1996). Da mesma forma que *K. cochlearis*, a espécie *P. vulgaris* está presente na maioria dos corpos d'água de Paulo Afonso, independente do estado trófico. Portanto, esta espécie não deve ser utilizada como indicadora de qualidade de água (Piva-Bertoletti, 2001).

*Filinia longiseta* Ehrenberg, 1834, é uma espécie cosmopolita e pode ser considerada indicadora de eutrofização (Mäemets, 1983; Radwan & Popiolek, 1989). Foi classificada como  $\beta$ -sapróbica por Bçrzinš & Pejler (1989) e é uma espécie comum em viveiros de criação de peixes e pequenos lagos, ocorrendo em lagoas de estabilização e esgoto, esporadicamente (Sládeček, 1983). Eler (1996) e Sampaio (1996) registraram esta espécie em viveiros de criação de peixes no Estado de São Paulo. No presente estudo, sua freqüência de ocorrência foi de baixa a média. Entretanto, ressalta-se que esta espécie representa um importante bioindicador da qualidade da água do sistema.

*Trichocerca similis* Wierzejski é uma espécie cosmopolita e planctônica, também associada a eutrofização (Arora, 1966; Piva-Bertoletti, 2001), embora Sládeček (1983) tenha classificado esta espécie como oligosapróbia. No presente trabalho, foi registrada com certa frequência, porém com densidades baixas, mas podendo ser correlacionada com uma possível alta concentração de nitrito nos corpos d'água.

Uma característica interessante dos reservatórios estudados é a presença de muitas espécies congênicas partilhando do mesmo ambiente. As estratégias de coexistência podem ser comportamentais, com hábito de migração ou atividade em horários diferentes. Além disso, estas espécies podem ainda explorar outros recursos, tendo seus ciclos de vida com duração distinta (Odum, 1986). Além da coexistência de espécies muito semelhantes, a associação entre elas é uma importante ferramenta a ser investigada em reservatórios, para estudos de bioindicadores.

De acordo com Piva-Bertoletti (2001) as espécies *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *Keratella tropica* e *K. cochlearis*, além de *Trichocerca similis* podem ser utilizadas como indicadoras da qualidade de água, por estarem preferencialmente associadas a condições eutróficas dos corpos d'água. Tal fato é confirmado no presente estudo. Porém, Piva-Bertoletti (2001) observou que a ocorrência de *Keratella cochlearis* nos ecossistemas aquáticos do Estado de São Paulo independe do estado trófico. Assim, desaconselha-se o emprego desta espécie como indicadora de qualidade de água.

Na literatura, verifica-se que em ambientes eutróficos a comunidade zooplanctônica é normalmente dominada pelo microzooplâncton (Rotifera e Protozoa), apesar de os Cladocera e Copepoda Cyclopoida serem importantes (Bays & Crisman, 1983; Matsumura-Tundisi et al., 1990).

Portanto, a comunidade de Rotifera pode ser empregada como indicadora de qualidade de água de determinado sistema quando a sua densidade é comparada com a dos microcrustáceos (Cladocera e Copepoda), ou seja, a proporção entre os grupos que compõem a comunidade zooplanctônica. Além disso, a presença de algumas espécies individuais que apresentam tolerância a diversos graus de poluição podem ser utilizadas como bioindicadoras.

Dentre o zooplâncton total, as espécies que mais ocorreram para Cladocera foram: *Bosmina longirostris*, *Moina micrura* e *Diaphanasoma brachyurum*. As espécies *Bosmina hagmani* e *B. longirostris* demonstram ter preferências diversas quanto a trófia do meio aquático. *B. longirostris* ocorre principalmente sendo associada nos reservatórios aos

meses indicativos do período de estiagem. Segundo Pace (1986), esta espécie é boa indicadora de eutrofia em regiões temperadas, tropicais e subtropicais.

Com relação aos Copepoda, as densidades foram sempre menos significantes, comparando-se aos Rotifera, embora não se deva descartar a participação destes na cadeia trófica como consumidores secundários. Os Copepoda apresentaram uma baixa riqueza de espécies e a abundância observada foi, sobretudo, devido aos estágios juvenis de náuplios e copepoditos, sendo raros os representantes na forma adulta, ao contrário de outros estudos. De forma geral, para o grupo Copepoda, os gêneros *Notodiaptomus* e *Thermocyclops* apresentaram uma relativa densidade, mas em apenas algumas estações.

Certos pesquisadores têm demonstrado que em represas oligotróficas, caracterizadas por elevada transparência da água, baixas concentrações de clorofila devido a redução da biomassa fitoplanctônica, baixa disponibilidade de nutrientes, ocorre uma predominância de zooplâncton de grande porte como os copépodes calanóides e os cladóceros. Enquanto que em ambientes aquáticos eutrofizados (como parece ser o caso da área de Paulo Afonso), caracterizados pelo aumento da quantidade de matéria orgânica em suspensão (detritos foram bastante observados em muitas estações), diminuição da transparência, aumento da concentração de clorofila com o aumento da biomassa do fitoplâncton (florações) e baixa concentração de oxigênio dissolvido, observa-se o aumento de copépodes ciclopoídes e de rotíferos, organismos estes de pequeno porte.

Em ambientes aquáticos oligotróficos verifica-se uma maior ocorrência de copépodes calanóides e cladóceros, enquanto que nos ambientes eutrofizados ocorre o predomínio de copépodes ciclopoídes e rotíferos, ou rotíferos e cladóceros. As freqüências relativas foram sempre muito insignificantes comparando-se aos demais grupos. Deve-se então, mais uma vez, descartar a participação destes na cadeia trófica como consumidores secundários.

Do ponto de vista de cálculo matemático da diversidade, este ficou comprometido, devido a grande quantidade de identificações à nível de gênero, o que compromete a qualidade dos resultados do cálculo. A identificação apresenta dificuldades, uma vez que os organismos estão escurecidos pelo Lugol (usado para conservação das amostras), alguns se apresentam deformados (provavelmente pela tensão da rede no momento do arrasto vertical), outros se apresentam envoltos por detritos ou flocos de algas, ou no caso específico do grupo Copepoda, apresentam-se em estágios de desenvolvimento



não descrito em chaves de identificação, como copepoditos, que passa por seis estágios (copepoditos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 ) até atingir a fase adulta.

## Diversidade e Equitabilidade

Do ponto de vista de cálculo matemático da diversidade e equitabilidade, devido a grande quantidade de identificações à nível de gênero, o que compromete a qualidade dos resultados do cálculo. A identificação apresenta dificuldades, uma vez que os organismos estão escurecidos pelo lugol (usado para conservação das amostras), alguns apresentam-se deformados (provavelmente pela tensão da rede no momento do arrasto vertical), outros apresentam-se envoltos por detritos ou flocos de algas, ou no caso específico do grupo Copepoda, apresentam-se em estágios de desenvolvimento não descrito em chaves de identificação, assim como copepoditos, que passa por seis estágios (copepoditos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 ) até atingir a fase adulta.

Outro fator que pode distorcer os resultados de diversidade seria o fato de certas estações no mesmo reservatório registrarem poucos taxa, com um ou outro táxon com forte dominância, e nas demais estações este fato não ser registrado. Desta forma, conclui-se que uma porcentagem relativamente pequena é dominante, e uma porcentagem grande é de espécies raras (ODUM, 1986).

Para uma maior precisão nos resultados de diversidade e equitabilidade, taxa representando grupos (como Nematoda, Ostracoda ou Insecta) não são incluídos nas matrizes para cálculo da diversidade e equitabilidade. Taxa identificados ao nível de gênero também são descartados das matrizes de cálculo (como exemplo *Brachionus* sp.). São incluídos nas matrizes de cálculo apenas as espécies identificadas, o que pode representar distorções com relação aos reais valores de diversidade e equitabilidade, dependendo do grau de dificuldade de identificação durante o processo de análise de amostras (espécimes incompletos ou quebrados, alta densidade de algas, distorções na coloração da amostra, presença de sedimento ou detritos, deformidades nos organismos em função de problemas relacionados ao método amostral ou conservação, etc.). Vale ressaltar que a amostragem por meio de baldes não é recomendada (e apropriada) para abordagens ecológicas que envolvam diversidade específica e equitabilidade.

É também oportuno lembrar que, o cálculo de diversidade e equitabilidade leva em consideração o número de espécies, e como as espécies estão distribuídas entre si. Em ambientes pouco estáveis, uma lista de espécies muito ampla (em termos de riqueza de

espécies - espécies identificadas) pode resultar em valores numéricos para diversidade que podem ser considerados baixos, caso um ou dois taxa dominantes no ambiente estejam presentes com densidades extremamente elevadas em relação aos demais.

Outro fato a ser levado em consideração seria lista de espécies pouco representativas (em termos de riqueza de espécies), com um ou dois taxa dominantes, e outros que não apresentem dominância numérica exageradamente superior aos demais, sendo estes outros taxa considerados “equilibrados entre si”. Como exemplo, temos o caso de Moxotó, que apesar de ter uma lista de espécies anual um pouco mais ampla, mostra certa semelhança numérica entre vários taxa, que ocorreram com baixas densidades.

Em Moxotó, nota-se um maior valor médio para diversidade no mês setembro de 2008, como mostrado na Tabela 3.3.D.3-6 e Figura 3.3.D.3-6. Em dezembro de 2007, o reservatório de Moxotó apresentou o menor valor médio para equitabilidade, bem como para diversidade. Isso demonstra que os meses de junho e setembro apresentam tendência para maiores valores, tanto para diversidade quanto para equitabilidade.

Neste reservatório, a diversidade pode ser considerada média sendo equitativos. O maior valor registrado para diversidade foi de 3,511 *bits.ind<sup>-1</sup>* em MOX 05 (setembro de 2008). A estação MOX 08 obteve o menor valor geral deste trabalho para diversidade em dezembro de 2007 (1,677 *bits.ind<sup>-1</sup>*), sendo a estação MOX 08 a que obteve a menor equitabilidade para este reservatório (0,505), em dezembro de 2007. O maior valor para equitabilidade foi de 0,922, na estação MOX 05, em setembro de 2008, de acordo com a Figura 3.3.D.3-7 e Tabela 3.3.D.3-7.

**Tabela 3.3.D.3-6** - Valores da diversidade de Shannon (H') no reservatório de Moxotó.

Meses	Estações								Média
	MOX01	MOX02	MOX03	MOX04	MOX05	MOX06	MOX07	MOX08	
<b>Dez/07</b>	2,10	2,32	1,70	1,87	2,32	2,42	1,97	1,68	2,05
<b>Mar/08</b>	2,19	2,83	2,22	2,51	2,57	2,52	2,87	2,51	2,53
<b>Jun/08</b>	2,84	2,51	2,55	2,51	3,00	2,52	2,90	3,00	2,73
<b>Set/08</b>	2,76	3,22	3,43	3,29	3,51	3,21	3,15	2,87	3,18

Tabela 3.3.D.3-7 - Valores da equitabilidade (E) no reservatório de Moxotó.

Meses	Estações								Média
	MOX01	MOX02	MOX03	MOX04	MOX05	MOX06	MOX07	MOX08	
Dez/07	0,66	0,70	0,61	0,56	0,70	0,73	0,59	0,51	0,63
Mar/08	0,73	0,79	0,79	0,70	0,74	0,73	0,86	0,70	0,76
Jun/08	0,86	0,84	0,81	0,79	0,81	0,84	0,92	0,81	0,83
Set/08	0,87	0,87	0,88	0,87	0,92	0,90	0,88	0,83	0,88

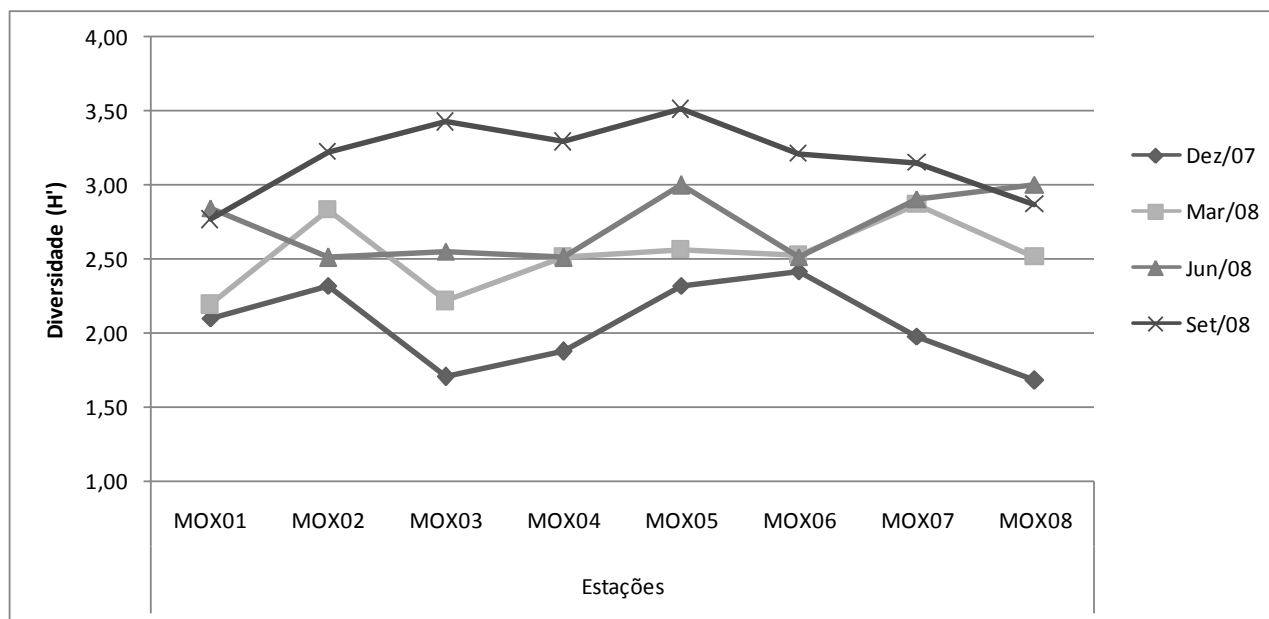


Figura 3.3.D.3-6 - Variação da diversidade de Shannon (H') entre as estações do reservatório de Moxotó.

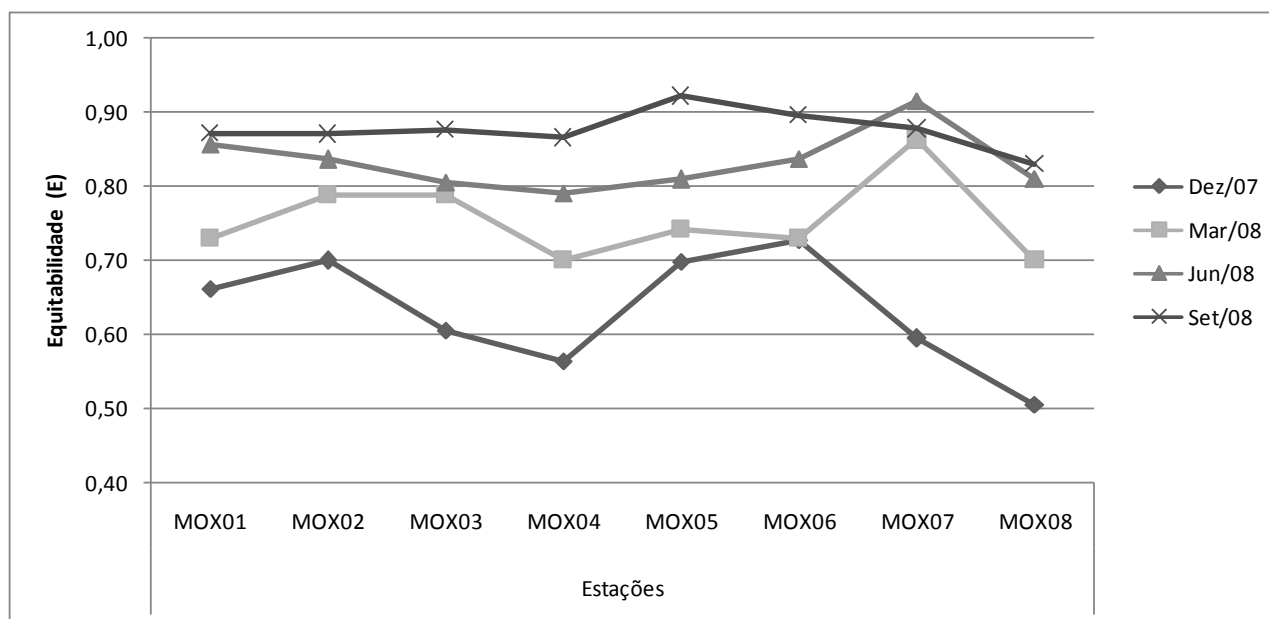


Figura 3.3.D.3-7 - Variação da equitabilidade (E) entre as estações do reservatório de Moxotó.

Nos reservatórios PA I, II, III e IV, a diversidade pode ser considerada baixa a média (Figura 3.3.D.3-8 e Tabela 3.3.D.3-8), sendo eqüitativos. O maior valor registrado para diversidade entre PA 01 e PA 02 foi de 3,187 *bits.ind<sup>-1</sup>* em PA 01 (setembro de 2008). A estação PA 02 obteve o menor valor geral deste trabalho para diversidade em junho de 2008 (2,591 *bits.ind<sup>-1</sup>*), sendo a estação PA 01 a que obteve a menor eqüitabilidade para este reservatório (0,823), em dezembro de 2007. O maior valor para eqüitabilidade foi de 0,893, na estação PA 02, em setembro de 2008.

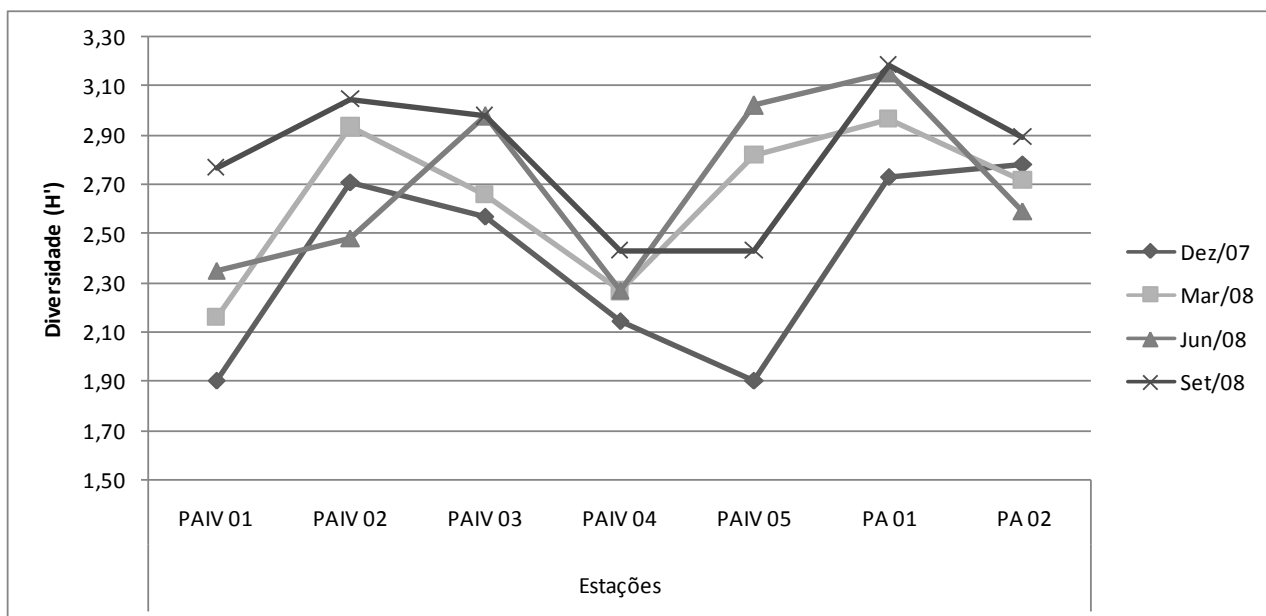
Na área de PA IV, a diversidade pode ser considerada média (Figura 3.3.D.3-9 e Tabela 3.3.D.3-9), sendo eqüitativos. De modo geral, em PAIV, os maiores valores médio para eqüitabilidade ocorreram em setembro de 2008. O maior valor registrado para diversidade em PAIV foi de 3,049 *bits.ind<sup>-1</sup>* em PAIV 02 (setembro de 2008). A estação PAIV 05 obteve o menor valor geral deste trabalho para diversidade em dezembro de 2007 (1,900 *bits.ind<sup>-1</sup>*), sendo a estação PAIV 05 a que obteve a menor eqüitabilidade para este reservatório (0,633), em dezembro de 2007. O maior valor para eqüitabilidade foi de 0,939, na estação PAIV 03, em junho de 2008.

**Tabela 3.3.D.3-8** - Valores da diversidade de Shannon (H') nos reservatórios de PA I, II, III e IV.

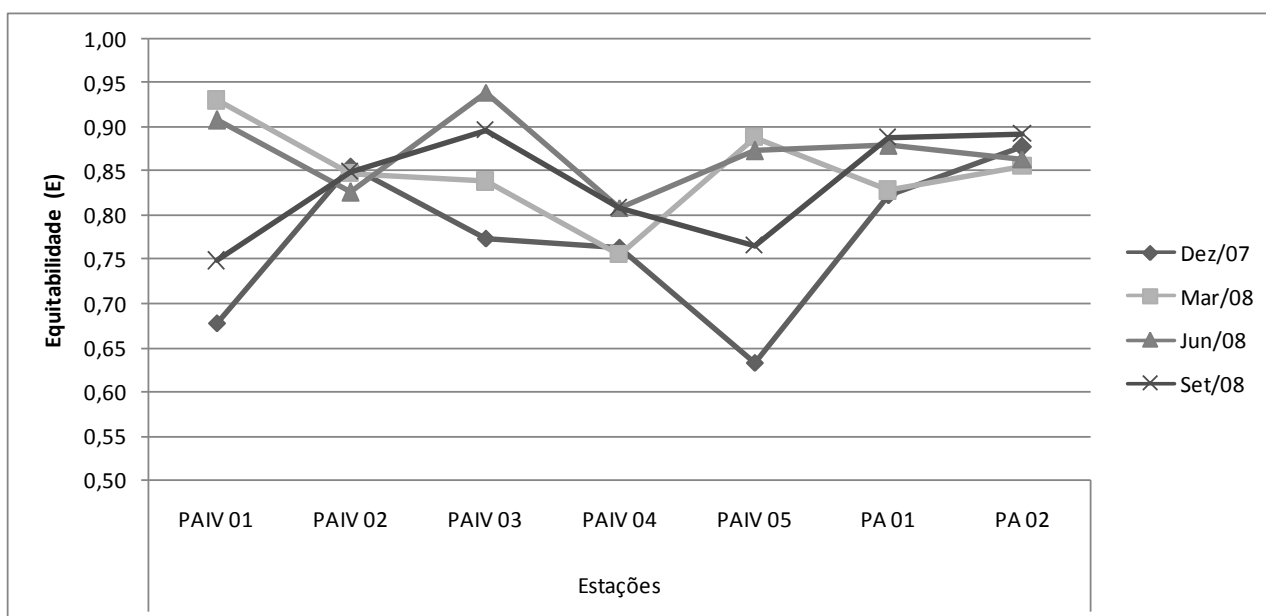
Meses	Estações					PA 01	PA 02	Média
	PAIV 01	PAIV 02	PAIV 03	PAIV 04	PAIV 05			
<b>Dez/07</b>	1,90	2,71	2,57	2,14	1,90	2,73	2,78	2,39
<b>Mar/08</b>	2,16	2,93	2,66	2,27	2,82	2,97	2,72	2,64
<b>Jun/08</b>	2,35	2,48	2,98	2,27	3,02	3,15	2,59	2,69
<b>Set/08</b>	2,77	3,05	2,98	2,43	2,43	3,19	2,89	2,82

**Tabela 3.3.D.3-9** - Valores da eqüitabilidade (E) nos reservatórios de PA I, II, III e IV.

Meses	Estações					PA 01	PA 02	Média
	PAIV 01	PAIV 02	PAIV 03	PAIV 04	PAIV 05			
<b>Dez/07</b>	0,68	0,86	0,77	0,76	0,63	0,82	0,88	0,77
<b>Mar/08</b>	0,93	0,85	0,84	0,76	0,89	0,83	0,86	0,85
<b>Jun/08</b>	0,91	0,83	0,94	0,81	0,87	0,88	0,86	0,87
<b>Set/08</b>	0,75	0,85	0,90	0,81	0,77	0,89	0,89	0,84



**Figura 3.3.D.3-8** - Variação da diversidade de Shannon ( $H'$ ) entre as estações dos reservatórios de PA I, II, III e IV.



**Figura 3.3.D.3-9** - Variação da equitabilidade ( $E$ ) entre as estações dos reservatórios de PA I, II, III e IV.

## Conclusões

O estudo da comunidade zooplanctônica, baseados nas análises qualitativas e quantitativas, torna-se fundamental para avaliar as condições ecológicas do meio aquático. O número total de espécies num componente trófico ou numa comunidade como um todo mostra que uma pequena porcentagem relativamente pequena é

dominante e uma porcentagem grande é de espécies raras (ODUM, 1986). Os resultados aqui apresentados, para este estudo, reforçam a afirmativa de Odum (1986).

Na área estudada verificou-se a presença de organismos dominantes em ambientes eutrofizados e oligotróficos. Entretanto, a presença dos rotíferos foi muito maior que os demais grupos, principalmente a espécie *Keratella cochlearis* constante nos dois pontos, indicando possíveis condições de eutrofização do sistema aquático.

Fora Copepoda, poucos foram os taxa que tem expressividade em abundâncias ou densidades. Este é mais um indicativo de que o ambiente encontra-se em processo de eutrofização, ou eutrofizado. Possivelmente o aporte de matéria orgânica (por esgotos domésticos) influencia a comunidade planctônica, de forma a diminuir a diversidade de espécies. No entanto, o período compreendido entre junho e novembro de 2008 pareceu ser mais diverso, em termos de riqueza de espécies, mas com florações de microalgas detectadas, podendo isso comprometer a concentração de espécimes no ambiente.

### 3.3.D.4. Macroinvertebrados bentônicos

#### Composição granulométrica

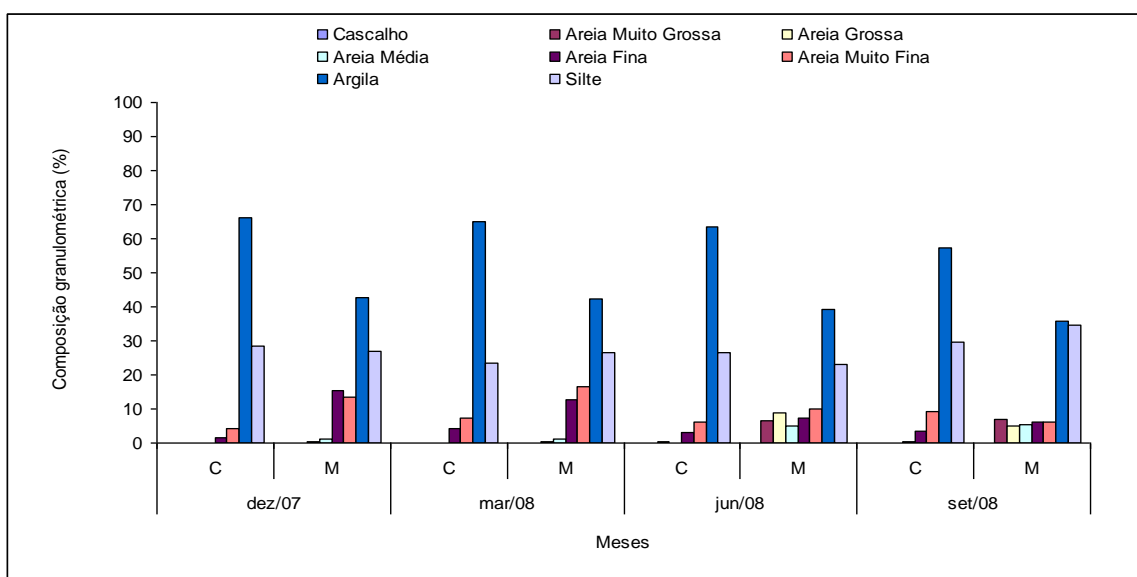
A Figura 3.3.D.4-1, Figura 3.3.D.4-2 e Figura 3.3.D.4-3 apresentam os dados relativos à composição granulométrica do sedimento, nos reservatórios Moxotó, PA e PA IV amostrados nos meses de dezembro/07, março/08, junho/08 e setembro/08, considerando-se separadamente por região central e marginal.

No reservatório de Moxotó, a fração de cascalho não foi registrada em nenhum período estudado, enquanto que areia muito grossa teve maior contribuição média no mês de setembro/08 (região marginal) com 7,03%. O maior valor registrado para areia grossa foi 8,70% no mês de junho/08, região marginal. Já a areia média o maior valor médio registrado, também foi na região marginal, com 5,47% do peso seco do sedimento, no mês de setembro/08. A maior contribuição de areia fina foi 15,27% no mês de dezembro de 2008, região marginal. O maior valor médio registrado para areia muito fina foi 16,65% no mês de março/08, na região marginal. O maior valor registrado para argila foi 66,07%; 65,13% e 63,33%, na região central, nos meses de dezembro/07, março/08 e junho/08, respectivamente. A maior contribuição média da fração Silte foi 34,53%, região marginal no mês de setembro/08.

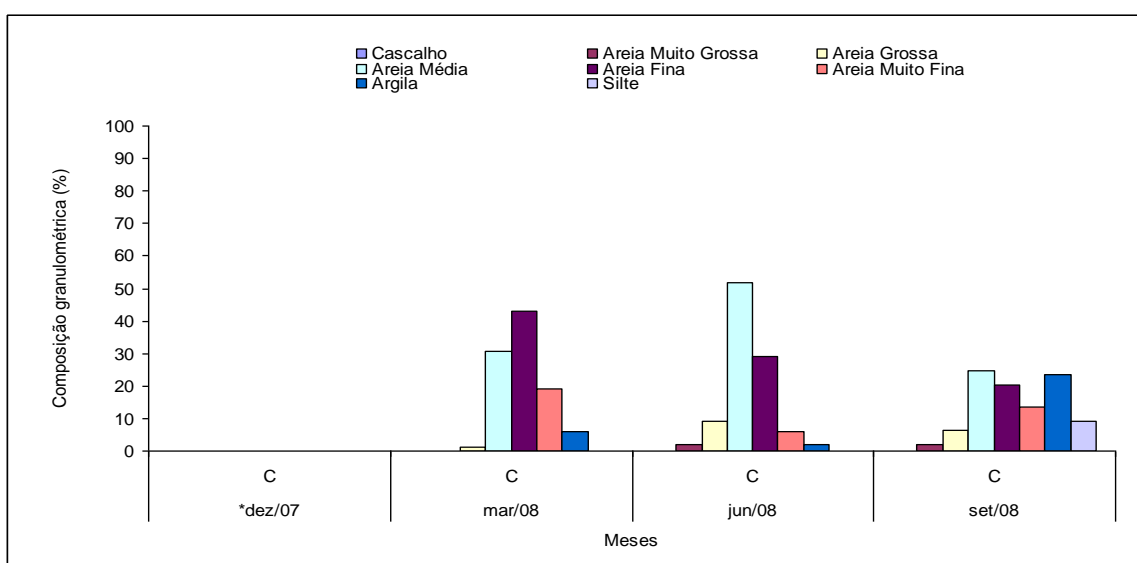
Não foram registrados fração de cascalhos no reservatório de PA. Areia muito grossa contribuiu com 2,10% no mês de setembro/08. O maior valor registrado para areia grossa foi 9,36% no mês de março/08, região central. Já a areia média o maior valor registrado foi 51,85% do peso seco do sedimento, no mês de junho/08. A areia fina contribuiu com 42,52% no mês de março de 2008 na região central. O maior valor registrado para areia muito fina foi 19,18% no mês de março/08. O maior valor registrado para argila foi 23,60%, região central, setembro/08. A maior contribuição média da fração Silte foi 9,10% na região central no mês de setembro/08.

A maior contribuição média da fração de cascalho no reservatório de PA IV foi registrada no mês de março/08, com 11,20% do peso seco do sedimento na região marginal. Areia muito grossa contribuiu com 20,40% no mês de setembro/08 na região marginal. O maior valor registrado para areia grossa foi 24,73% no mês de setembro/08, região marginal. Já a areia média o maior valor registrado na região central, foi com

22,83% e 21,55% do peso seco do sedimento, nos meses de março/08 e setembro/08, respectivamente. A areia fina contribuiu com 17,62% no mês de junho de 2008 na região marginal. O maior valor médio registrado para areia muito fina foi 16,00% no mês de dezembro/07, na região marginal. O maior valor registrado para argila foi 63,80% e 63,40%, região central, nos meses de dezembro/07 e março/08, respectivamente. As maiores contribuições da fração Silte foram de 33,44% na região central, no mês de dezembro/07.

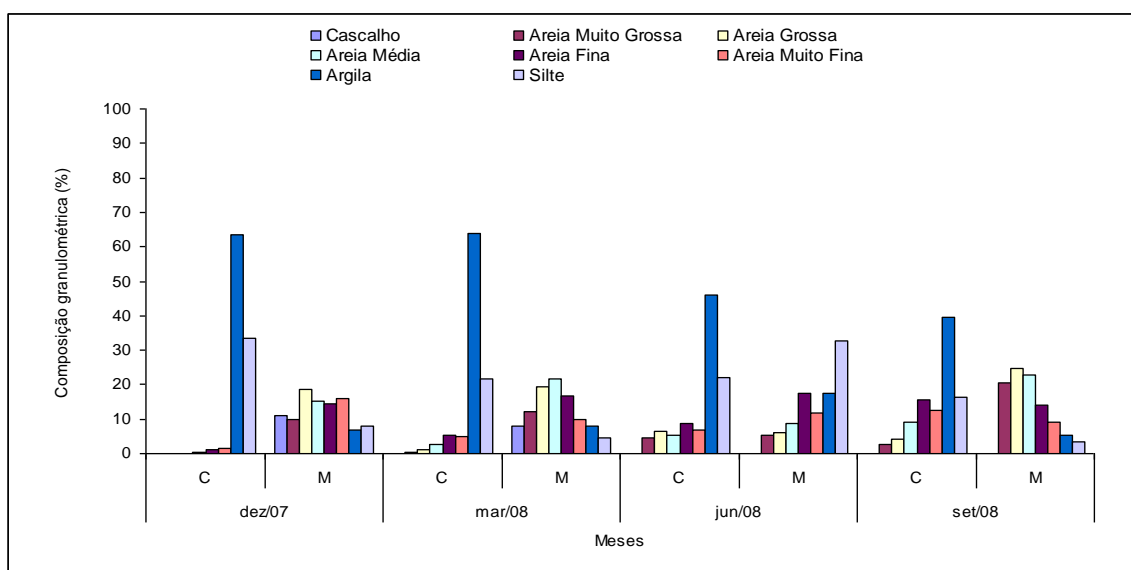


**Figura 3.3.D.4-1** - Contribuição relativa média (média entre as estações MOX O2, MOX O4 e MOX O5) da composição granulométrica para o sedimento do reservatório Moxotó no período de dezembro/07 a setembro/08. C= região central, M= região marginal.



**Figura 3.3.D.4-2** - Contribuição da composição granulométrica para o sedimento do reservatório PA, no período de dezembro/07 a setembro/08. \* não foram realizadas coletas nesse período (dez/07). C= região central, M= região marginal.





**Figura 3.3.D.4-3** - Contribuição relativa média (média entre as estações PA IV 03 e PA IV 04) da composição granulométrica para o sedimento do reservatório PA IV, no período de dezembro/07 a setembro/08. C= região central, M= região marginal.

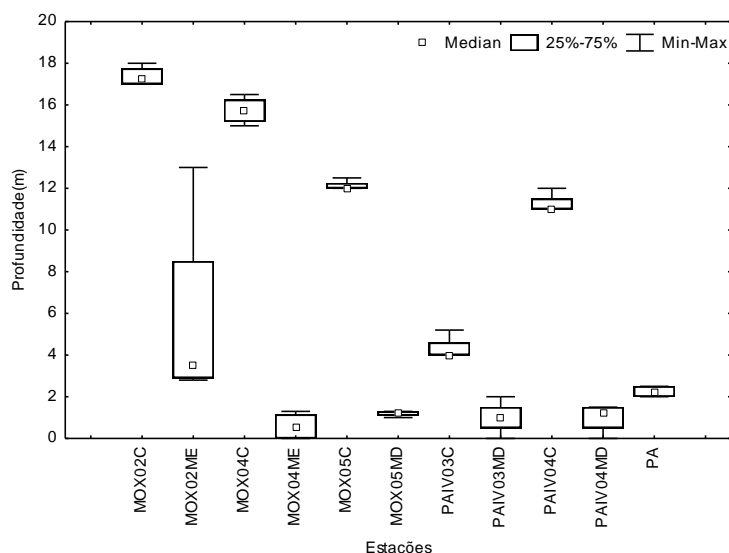
A variação das profundidades ao longo dos meses não apresentou diferenças significativas e também entre os reservatórios. Entretanto, houve diferenças significativas entre as profundidades e estações, com  $p=0,000$ , e também entre regiões (marginal e central), com  $p=0,000$  e composição granulométrica do sedimento ( $p=0,000$ ). As profundidades foram mais elevadas nas regiões centrais e nas estações MOX 02 C e MOX 04 C e também em sedimentos com predominância da fração argila (Figura 3.3.D.4-4 e Figura 3.3.D.4-5).

Conteúdo de matéria Orgânica e concentrações de Nitrogênio e Fósforo total do substrato

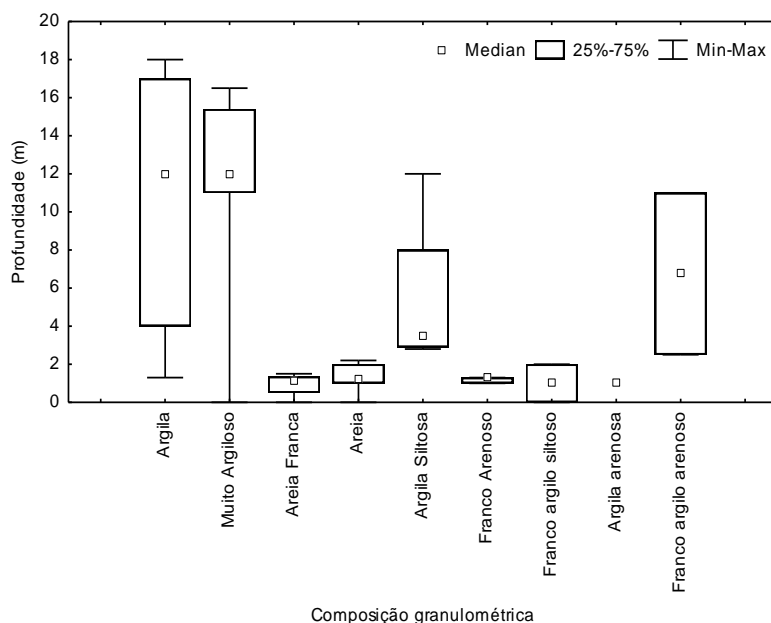
A Tabela 3.3.D.4-1, Tabela 3.3.D.4-2 e Tabela 3.3.D.4-3 apresentam os dados relativos médio de matéria orgânica e concentrações de Nitrogênio e Fósforo total no sedimento dos diferentes reservatórios Moxotó, PA e PA IV nos meses de dezembro/07, março, junho e setembro/08. Para o reservatório PA não foram inferidas médias dos valores, uma vez que foram feitas coletas apenas em uma estação.

No reservatório Moxotó, o maior valor da contribuição média da matéria orgânica no sedimento foi registrado no mês de dezembro/07 com 2,57%, na região marginal e o menor valor 1,57% no mês de março/08, na região central. Já no reservatório PA, o maior

valor registrado foi de 0,99% no mês de setembro/08 e o menor valor 0,36%, região central no mês de março/08. No reservatório PA IV O maior valor médio registrado do teor de matéria orgânica no sedimento foi de 4,51%, no mês de dezembro/07, região central e o menor valor 0,05% no mês de março/08, na região marginal (Tabela 3.3.D.4-1, Tabela 3.3.D.4-2 e Tabela 3.3.D.4-3).

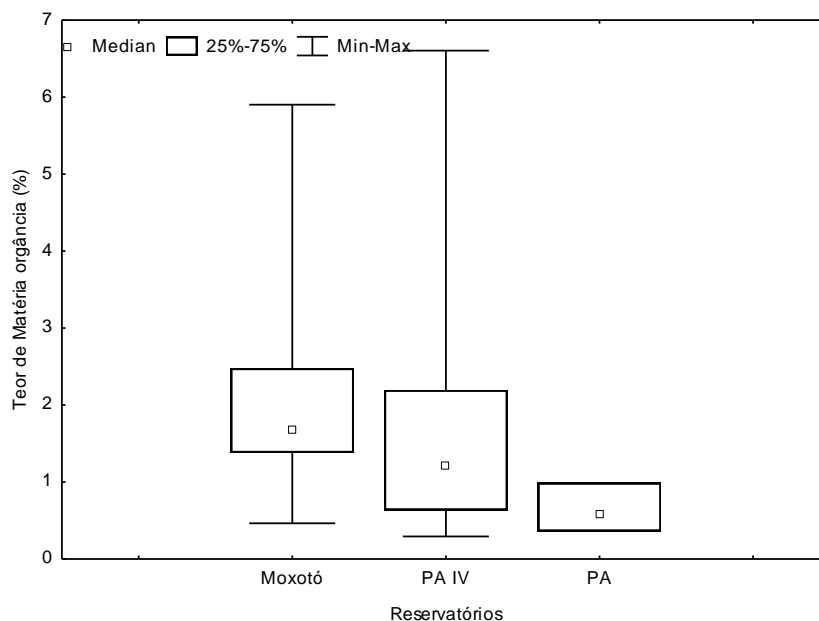


**Figura 3.3.D.4-4** - Variação das profundidades (m) por estações nos reservatórios Moxotó, PA e PA IV, no período de dezembro/07 a setembro/08.

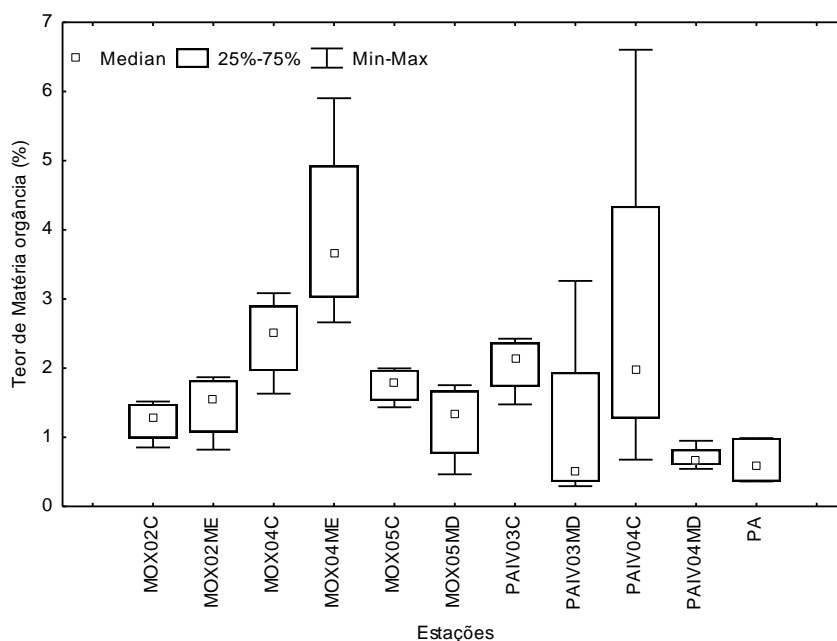


**Figura 3.3.D.4-5** - Variação das profundidades (m) por composição granulométrica do sedimento nos reservatórios Moxotó, PA e PA IV, no período de dezembro/07 a setembro/08.

No presente estudo não se observou diferenças significativas entre o teor de matéria orgânica e os meses e também entre as regiões (centrais e marginais). Entretanto houve diferença significativa entre o teor de matéria orgânica e os reservatórios ( $p=0,044$ ), estações ( $p=0,003$ ) e frações granulométricas (composição granulométrica) (0,000) (Figura 3.3.D.4-6 e Figura 3.3.D.4-7).



**Figura 3.3.D.4-6** - Variação do teor de Matéria orgânica por reservatórios, no período de dezembro/07 a setembro/08.



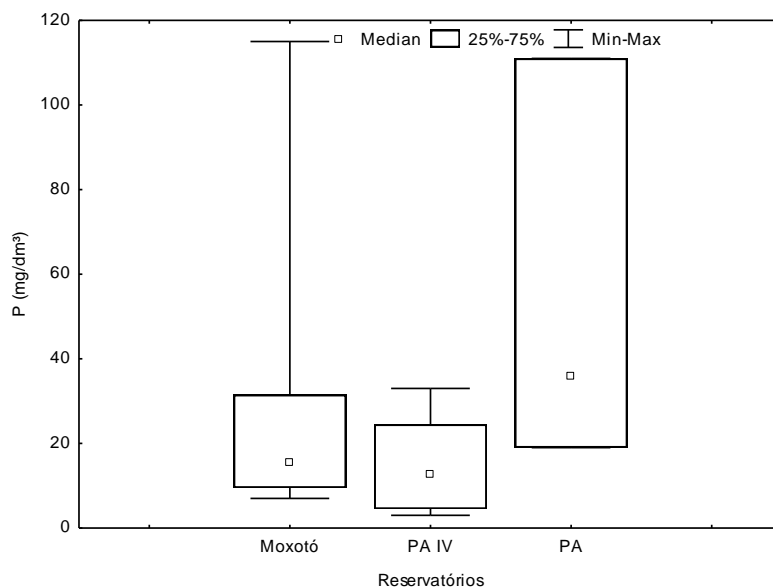
**Figura 3.3.D.4-7** - Variação do teor de Matéria orgânica por estações nos reservatórios Moxotó, PA e PA IV, no período de dezembro/07 a setembro/08.

Os reservatórios Moxotó, PA e PA IV apresentaram teores muito baixos de matéria orgânica, menos de 10% do peso seco do sedimento. Entre as estações, MOX 04 ME (5,90%) e PA IV 04 C (6,60%), foram as que apresentaram teores máximos da matéria orgânica, apenas no mês de dezembro/08 (Tabela 3.3.D.4-1 e Tabela 3.3.D.4-3). Esses valores baixos são encontrados geralmente em ecossistemas com condições favoráveis à sua decomposição, como as represas que tem tempo reduzido da água. Por outro lado, os que apresentam maiores valores, são aqueles com considerável contribuição de matéria orgânica de origem alóctone ou autóctone, produzida por macrófitas aquáticas (ESTEVES, 1998).

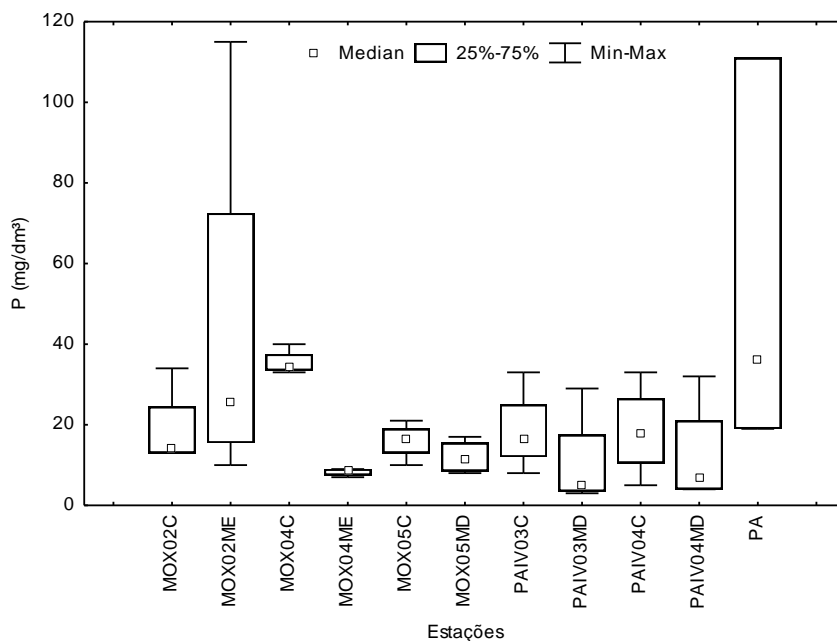
Com relação às concentrações de Fósforo total, o reservatório Moxotó apresentou maiores valores no mês de junho/08, na região marginal, com 43,67 mg/dm<sup>3</sup> e a menor concentração no mês de setembro/08, região marginal, com 11,00 mg/dm<sup>3</sup>. No reservatório PA, as maiores concentrações de Fósforo total (mg/dm<sup>3</sup>) foram obtidos no mês de junho/08 com 111,00 mg/dm<sup>3</sup> na região central e a menor no mês de setembro/08, também na região central com 19,00 mg/dm<sup>3</sup>. As concentrações de Fósforo total (mg/dm<sup>3</sup>) no reservatório PA IV, ficaram compreendidas entre 3,50 mg/dm<sup>3</sup>, região marginal e 24,50 mg/dm<sup>3</sup>, na região central, ambas no mês de março/08 (Tabela 3.3.D.4-1, Tabela 3.3.D.4-2 e Tabela 3.3.D.4-3).

A variação das concentrações de Fósforo total ao longo dos meses não apresentou diferenças significativas e também entre as frações granulométricas. Entretanto, observou-se diferença significativa entre as concentrações de fósforo total e reservatórios ( $p=0,003$ ), estações ( $p=0,015$ ) e região ( $p=0,003$ ). Dentre os reservatórios estudados, o que apresentou maiores concentrações foi Moxotó. Entre as estações, as que obtiveram valores máximos de concentrações de fósforo foram MOX 02 ME (115,00 mg/dm<sup>3</sup>) e PA (111,00 mg/dm<sup>3</sup>), ambas no mês de junho/08 (Figura 3.3.D.4-8 e Figura 3.3.D.4-9).

Os valores médios de Nitrogênio total (dag/Kg) ficaram compreendidos entre 0,04 dag/Kg no mês de março/08 e 1,63 dag/Kg no mês de junho/08, ambos na região central do no reservatório Moxotó. Enquanto que no reservatório PA, as concentrações médias de nitrogênio total (dag/kg) ficaram compreendidas entre 0,03 dag/Kg no mês de março/08 e 0,86 dag/kg no mês de junho/08, ambos na região central. Já no reservatório PA IV ficaram compreendidos entre 0,03 dag/kg no mês de dezembro/07, região marginal e 1,41 dag/kg no mês de junho/08, também na região marginal (Tabela 3.3.D.4-1, Tabela 3.3.D.4-2 e Tabela 3.3.D.4-3).



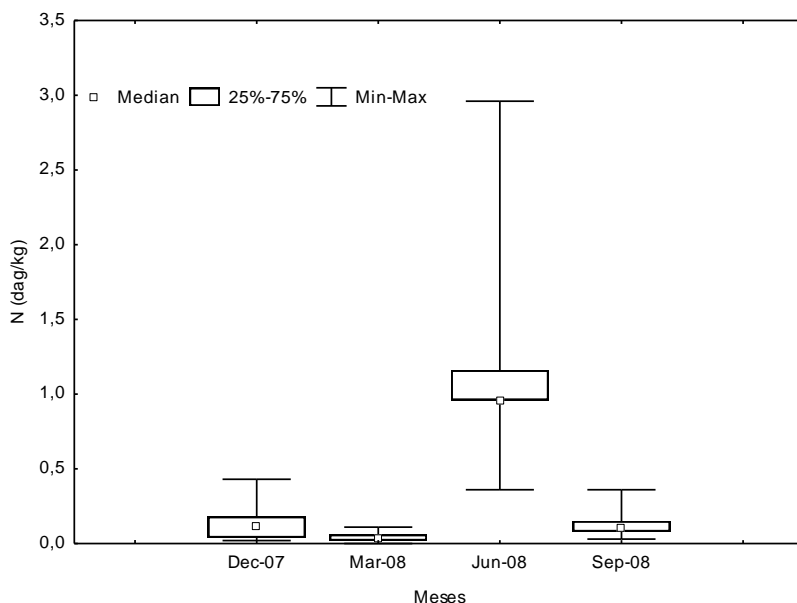
**Figura 3.3.D.4-8** - Variação da concentração de fósforo total ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) por reservatórios, no período de dezembro/07 a setembro/08.



**Figura 3.3.D.4-9** - Variação da concentração de fósforo total ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) por estações nos reservatórios Moxotó, PA e PA IV, no período de dezembro/07 a setembro/08.

Não se observou diferenças significativas entre as concentrações de Nitrogênio total e estações, regiões (central e marginal) e frações granulométricas. Entretanto, houve diferença significativa entre Nitrogênio total e os meses estudados com ( $p=0,000$ ) (Figura 3.3.D.4-10). Portanto, no período estudado foram registrados maiores

concentrações de Nitrogênio total no mês de junho/08, nas estações MOX 04 C (2,96 dag/Kg) e PA IV 03 MD (2,46 dag/Kg) (Tabela 3.3.D.4-1 e Tabela 3.3.D.4-3).



**Figura 3.3.D.4-10** - Variação da concentração nitrogênio total (dag/Kg), no período de dezembro/07 a setembro/08, nos reservatórios Moxotó, PA e PA IV.

**Tabela 3.3.D.4-1** - Valores máximos, mínimo, médios e desvio padrão (DP) das concentrações Fósforo total (P) e Nitrogênio total (N) e Matéria orgânica (M.O.) do reservatório Moxotó, nas diferentes regiões (Central e Marginal) em dezembro/07, março, junho e setembro/08.

		Reservatório Moxotó							
		dez/07		mar/08		jun/08		set/08	
		C	M	C	M	C	M	C	M
P (mg/dm <sup>3</sup> )	Máx.	40,00	30,00	33,00	21,00	35,00	115,00	34,00	14,00
	Min.	21,00	7,00	13,00	9,00	10,00	8,00	13,00	9,00
	Média	31,67	18,00	20,67	13,00	20,00	43,67	21,33	11,00
	DP	9,71	11,53	10,79	6,93	13,23	61,78	11,15	2,65
N (dag/Kg)	Máx.	0,18	0,43	0,05	0,11	2,96	1,16	0,22	0,36
	Min	0,14	0,02	0,03	0,02	0,96	0,96	0,08	0,11
	Média	0,15	0,18	0,04	0,06	1,63	1,09	0,14	0,21
	DP	0,02	0,22	0,01	0,05	1,15	0,12	0,07	0,13
M.O. (%)	Máx.	2,71	5,90	1,63	3,39	2,29	2,66	3,08	3,95
	Min	1,13	0,46	1,44	1,07	1,52	1,59	0,85	0,82
	Média	1,76	2,57	1,57	2,08	1,92	2,04	1,98	2,17
	DP	0,84	2,92	0,11	1,19	0,39	0,56	1,12	1,61

**Tabela 3.3.D.4-2** - Concentrações de Fósforo total (P), Nitrogênio (N) e Matéria orgânica (M.O.) do reservatório PA, nas diferentes regiões (Central e Marginal) em dezembro/07, março, junho e setembro/08.

	Reservatório PA			
	*dez/07	mar/08	jun/08	set/08
	C	C	C	C
P (mg/dm <sup>3</sup> )	-	36,00	111,00	19,00
N (dag/Kg)	-	0,03	0,86	0,11
M.O. (%)	-	0,36	0,58	0,99

\* não foram realizadas coletas nesse período (dez/07).

**Tabela 3.3.D.4-3** - Valores médios das concentrações de Fósforo total (P), Nitrogênio (N) e Matéria orgânica (M.O.) do reservatório PA IV, nas diferentes regiões (Central e Marginal) em dezembro/07, março, junho e setembro/08.

		Reservatório PA IV							
		dez/07		mar/08		jun/08		set/08	
		C	M	C	M	C	M	C	M
P (mg/dm <sup>3</sup> )	Máx.	33,00	32,00	33,00	4,00	16,00	6,00	20,00	29,00
	Min.	5,00	4,00	16,00	3,00	8,00	4,00	17,00	10,00
	Média	19,00	18,00	24,50	3,50	12,00	5,00	18,50	19,50
	DP	19,80	19,80	12,02	0,71	5,66	1,41	2,12	13,44
N (dag/Kg)	Máx.	0,27	0,04	0,06	0,02	1,06	2,46	0,15	0,08
	Min.	0,10	0,02	0,05	0,00	0,96	0,36	0,04	0,03
	Média	0,19	0,03	0,06	0,01	1,01	1,41	0,10	0,06
	DP	0,12	0,01	0,01	0,01	0,07	1,48	0,08	0,04
M.O. (%)	Máx.	6,60	0,70	2,31	0,66	1,99	3,26	1,48	0,54
	Min.	2,43	0,61	2,08	0,29	1,87	0,95	0,68	0,42
	Média	4,51	0,66	2,19	0,48	1,93	2,11	1,08	0,48
	DP	2,95	0,06	0,16	0,26	0,08	1,63	0,57	0,09

## Análise da comunidade zoobentônica

Na Tabela 3.3.D.4-4 pode-se observar a composição taxonômica da comunidade bentônica nos reservatórios Moxotó, PA e PA IV em dezembro/07, março, junho e setembro/08. Foram registrados 43 táxons, sendo 1 pertencente ao Filo Platyhelminthes (Turbellaria), 1 ao Filo Nematoda, 3 ao Filo Annelida (Oligochaeta, Hirudinea e Polychaeta), 4 à classe Bivalvia, 6 à classe Gastropoda. Entre os Insecta, ocorreu 12 táxons pertencentes à ordem Diptera, 2 à ordem Coleoptera, 1 à ordem Hemiptera, 4 à ordem Ephemeroptera, 2 à ordem Odonata, 1 da ordem Isoptera e 1 pupa de insetos, e dentre os Arachnida, 1 da ordem Acari e dentre os Crustáceos, 1 da classe Conchostraca, 1 da classe Copepoda e 1 da classe Ostracoda.

No reservatório Moxotó, ao longo do período estudado foram coletados 6.001 indivíduos pertencentes a 39 táxons. Não houve diferenças significativas no número total de indivíduos entre os meses e a composição granulométrica. Entretanto, houve diferença significativa entre o número total de indivíduos e estações, com  $p = 0,020$  e região, com  $p=0,006$  (Figura 3.3.D.4-11).

Os resultados obtidos indicam que a densidade numérica variou ao longo de todo o período estudado, registrando um aumento de indivíduos no período de dezembro/07. Nesse período foram coletados 4.466 indivíduos, distribuídos em 28 táxons, com uma média total de 42.512,08 ind.  $m^{-2}$  na região marginal a 637,68 ind.  $m^{-2}$  na região central. No mês de março/08, foram coletados 320 indivíduos distribuídos em 26 táxons com valores máximos de média total de 2.821,26 ind.  $m^{-2}$  na região marginal e 260,86 ind.  $m^{-2}$  na região central. No mês de junho/08, foram coletados 480 indivíduos distribuídos em 14 táxons com valores máximos de média total de 4.608,70 ind.  $m^{-2}$  na região marginal e mínimo de 28,99 ind.  $m^{-2}$  na região central. Já no mês de setembro/08, 733 indivíduos foram coletados, distribuídos em 28 táxons 6.859,90 ind.  $m^{-2}$  na região marginal a 222,22 ind.  $m^{-2}$  na região central (Tabela 3.3.D.4-5).

Considerando o conjunto dos meses de amostragem no reservatório de Moxotó, foram registrados a ocorrência de 7 táxons principais: Nematoda, Oligochaeta, *Corbicula fluminea*, *Melanoides tuberculatus*, *Djalmabatista* sp2, *Dicrotendipes* sp3 e Conchostraca.

Nematoda, *M. tuberculatus* e Oligochaeta foram os táxons mais abundantes no mês de dezembro/07, com valores médios de 24,54%, 24,70% e 38,57%, respectivamente, nas regiões marginais. Enquanto que no mês de março/08 *C. fluminea* e *M.tuberculatus* foram os mais abundantes com 43,16% e 33,33%, respectivamente. *Melanoides tuberculatus* e Conchostraca foram os táxons mais abundantes na região marginal no mês de junho com 63,94% e 22,22%, respectivamente (Figura 3.3.D.4-12).

As características do ambiente quanto ao tipo de substrato, velocidade de corrente, predação, temperatura da água, a concentração de oxigênio dissolvido e presença de matéria orgânica são fatores que controlam e regulam a fisiologia e a distribuição dos macroinvertebrados bentônicos (TUNDISI & TUNDISI, 2007).



**Tabela 3.3.D.4-4** - Composição taxonômica da comunidade zoobentônica presente nos reservatórios Moxotó, PA e PA IV, durante o período de dezembro de 2007 a setembro de 2008.

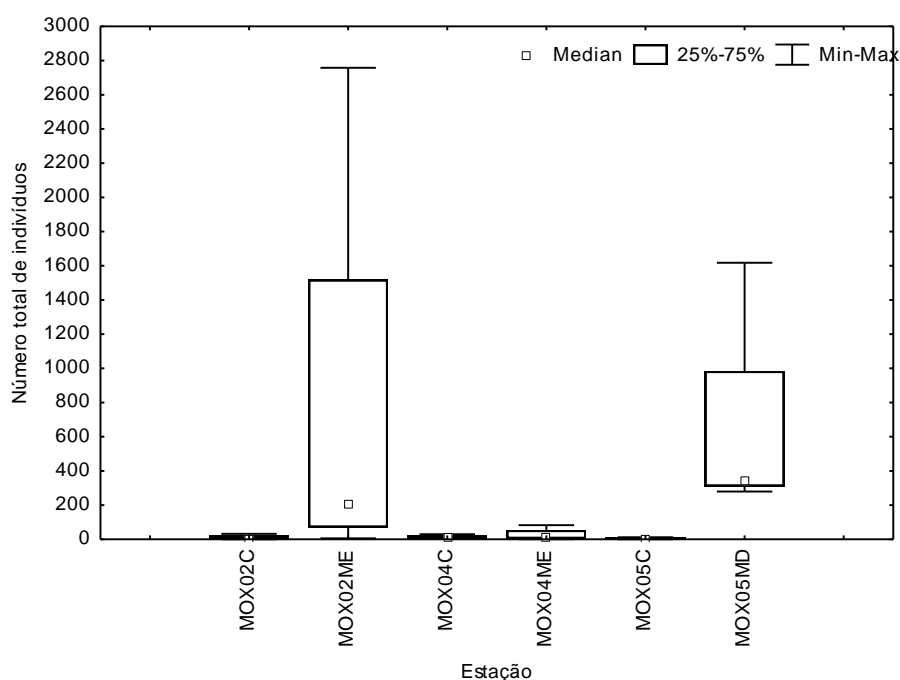
<b>Platyhelminthes</b>		
	Turbellaria	
<b>Nematoda</b>		
<b>Annelida</b>		
	Oligochaeta	
	Polychaeta	
	Hirudinea	
<b>Mollusca</b>		
<b>Bivalvia</b>		
	Corbiculidae	<i>Corbicula fluminea</i>
	Hyriidae	<i>Diplodon</i> sp.
	Ancylidae	<i>Hebetancylus</i> sp.
	Pisidiidae	<i>Pisidium</i> sp.
<b>Gastropoda</b>		
	Ampullaridae	<i>Pomacea</i> sp.
	Thiaridae	<i>Aylacostoma</i> sp1 <i>Aylacostoma</i> sp2 <i>Melanoides tuberculatus</i>
	Planorbidae	<i>Biomphalaria</i> sp.
	Gastropoda não identificado	
<b>Insecta</b>		
<b>Diptera</b>		
	Chironomidae	
	Chironominae	<i>Aedokritus</i> sp. <i>Caladomyia</i> sp. <i>Dicrotendipes</i> sp3 <i>Parachironomus</i> sp2 <i>Tanytarsus</i> sp2
	Tanypodinae	<i>Ablasbemyia (Karelia)</i> <i>Coelotanypus</i> sp. <i>Djalmabatista pulcher</i> <i>Djalmabatista</i> sp2
	Othoclaadiinae	<i>Cricotopus</i> sp1 <i>Thienemanniella</i> sp1
	Chironomidae não identificado	
	Coleoptera	
	Elmidae	
	Hydrophilidae	
	Hemiptera	
	Naucoridae	
	Ephemeroptera	
	Caenidae	
	Leptohyphidae	
	Polymitarcyidae	<i>Campsurus</i> sp.
	Ephemeroptera não identificado	

**Tabela 3.3.D.4-4** - Continuação. Composição taxonômica da comunidade zoobentônica presente nos reservatórios Moxotó, PA e PA IV, durante o período de dezembro de 2007 a setembro de 2008.

---

Odonata	Gomphidae
	Libellulidae
Isoptera	
Insecta (pupa)	
<b>Arachnida</b>	
	Acari
<b>Crustacea</b>	
	Conchostraca
	Copepoda
	Harpacticoida
	Ostracoda

---



**Figura 3.3.D.4-11** - Variação da contribuição numérica dos indivíduos por estações no reservatório Moxotó, no período de dezembro/07 a setembro/08.

Daqueles que apresentaram maiores participações, apenas Conchostraca apresentou correlação entre as variáveis físicas e químicas da água do fundo no reservatório de Moxotó. Este crustáceo teve correlação positiva com a condutividade (mS.cm) ( $p=0,67$ ), Sólidos totais dissolvidos (g/L) ( $p=0,67$ ), salinidade ( $p=0,66$ ), e correlação negativa com oxigênio dissolvido (g/L) ( $p= - 0,65$ ) (Tabela 6). Não se obteve diferença significativa entre a densidade desses crustáceos ao longo dos meses, porém foi significativa entre as estações ( $p=0,045$ ). Estes foram registrados com maiores densidades médias na estação MOX 04 C (Tabela 3.3.D.4-5).

**Tabela 3.3.D.4-5** - Densidade total média (ind.m<sup>-2</sup>) (média entre as densidades nas estações MOX 02, MOX 04 e MOX 05), média, desvio padrão e Riqueza de táxons da comunidade zoobentônica do reservatório Moxotó, nas regiões centrais e marginais, durante o período de dezembro/07 a setembro/08.

Táxons / região	Reservatório Moxotó							
	dez/07		mar/08		jun/08		set/08	
	C	M	C	M	C	M	C	M
Turbellaria	0,00	125,60	0,00	9,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Nematoda	67,63	11507,25	0,00	19,32	0,00	0,00	0,00	9,66
Polychaeta	0,00	9,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oligochaeta	318,84	11681,16	9,66	888,89	0,00	937,20	57,97	4685,99
Hirudinea	9,66	173,91	9,66	38,65	0,00	0,00	0,00	48,31
<i>Corbicula fluminea</i>	86,96	1690,82	106,28	705,31	0,00	1729,47	38,65	77,29
<i>Diplodon</i> sp.	0,00	19,32	38,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pisidium</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,99
<i>Aylacostoma</i> sp1	19,32	231,88	9,66	38,65	0,00	38,65	0,00	164,25
<i>Aylacostoma</i> sp2	0,00	0,00	0,00	9,66	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Melanoides tuberculatus</i>	67,63	14154,59	19,32	1004,83	9,66	1855,07	19,32	1140,10
<i>Biomphalaria</i> sp.	0,00	724,64	9,66	0,00	0,00	9,66	0,00	48,31
<i>Pomacea</i> sp.	0,00	608,70	0,00	19,32	0,00	19,32	0,00	0,00
Gastropoda NI *	9,66	618,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ablabesmyia (Karelia)</i>	0,00	9,66	0,00	9,66	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Aedokritus</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66	0,00
<i>Cricotopus</i> sp1	0,00	19,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Coelotanypus</i> sp.	9,66	0,00	0,00	38,65	0,00	19,32	9,66	9,66
<i>Dicrotendipes</i> sp3	0,00	38,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	512,08
<i>Djalmabatista</i> sp2	0,00	9,66	0,00	0,00	0,00	0,00	38,65	0,00
<i>Djalmabatista pulcher</i>	19,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Orthocladinae	0,00	9,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Parachironomus</i> sp2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66
<i>Tanytarsus</i> sp2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66
<i>Thienemanniella</i> sp1	0,00	86,96	0,00	9,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Tanypodinae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66
Chironomidae NI *	0,00	0,00	9,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Campsurus</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66	0,00
Caenidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66
Leptohyphidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66
Elmidae	0,00	0,00	0,00	9,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Hydrophilidae	9,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Isoptera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66	0,00
Insecta (pupa)	0,00	0,00	9,66	19,32	0,00	0,00	0,00	9,66
Acari	0,00	695,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66
Conchostraca	9,66	9,66	38,65	0,00	19,32	0,00	28,99	0,00
Ostracoda	9,66	86,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,97
Harpacticoida	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66
<b>Total (ind.m<sup>-2</sup>)</b>	<b>637,68</b>	<b>42512,08</b>	<b>260,87</b>	<b>2821,26</b>	<b>28,99</b>	<b>4608,70</b>	<b>222,22</b>	<b>6859,90</b>
<b>Média( ind.m<sup>-2</sup>)</b>	<b>16,78</b>	<b>1118,74</b>	<b>6,86</b>	<b>74,24</b>	<b>0,76</b>	<b>121,28</b>	<b>5,85</b>	<b>180,52</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>54,27</b>	<b>3394,74</b>	<b>19,05</b>	<b>237,89</b>	<b>3,47</b>	<b>427,25</b>	<b>13,39</b>	<b>776,77</b>
<b>Riqueza de táxons</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>19</b>

\* não identificado

As larvas de Chironomidae *Dicrotendipes* sp3 também apresentaram maiores abundâncias relativas média no mês de setembro/08, com 18,84% na região marginal. Esta larva foi significativa entre as regiões centrais e marginais ( $p=0,032$ ), e também entre a composição granulométrica do substrato ( $p=0,033$ ) (Tabela 3.3.D.4-5 e Figura 3.3.D.4-13). São encontradas em águas salobras e água doce, em condições lólicas ou lênticas, em habitats preservados ou degradados. Além de ocorrerem no sedimento, porém, mais freqüentemente encontradas em vegetações (EPLER, 2001). Esse táxon ocorreu com maiores densidades médias (512,08 ind<sup>-2</sup>) na região marginal da estação

MOX 04 M no mês de setembro/08 e com preferência por substrato franco argilo-siltoso (Tabela 3.3.D.4-5 e Figura 3.3.D.4-13).

Não se observou diferenças significativas entre o número total de Oligochaeta, *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculatus* ao longo dos meses estudados e a composição granulométrica. A densidade total de *C.fluminea* também não foi significativa entre as regiões centrais e marginais. Entretanto, a densidade dos Oligochaeta e *M. tuberculatus* variou significativamente entre as regiões, com  $p=0,00$ ; e  $p = 0,001$ , respectivamente e as estações com  $p= 0,031$  e  $p = 0,001$ , respectivamente. O bivalvia *Corbicula fluminea* também apresentou diferenças significativas entre as estações com  $p=0,030$ . Os três táxons ocorreram com maiores densidades nas estações MOX 02 ME e MOX 05 MD (Figura 3.3.D.4-14, Figura 3.3.D.4-15 e Figura 3.3.D.4-16).

Os resultados obtidos por meio de Correlação de Pearson não indicaram correlação significativa entre a abundância de Oligochaeta, *M. tuberculatus* e *C. flumínea* e as variáveis abióticas medidas nesse estudo.

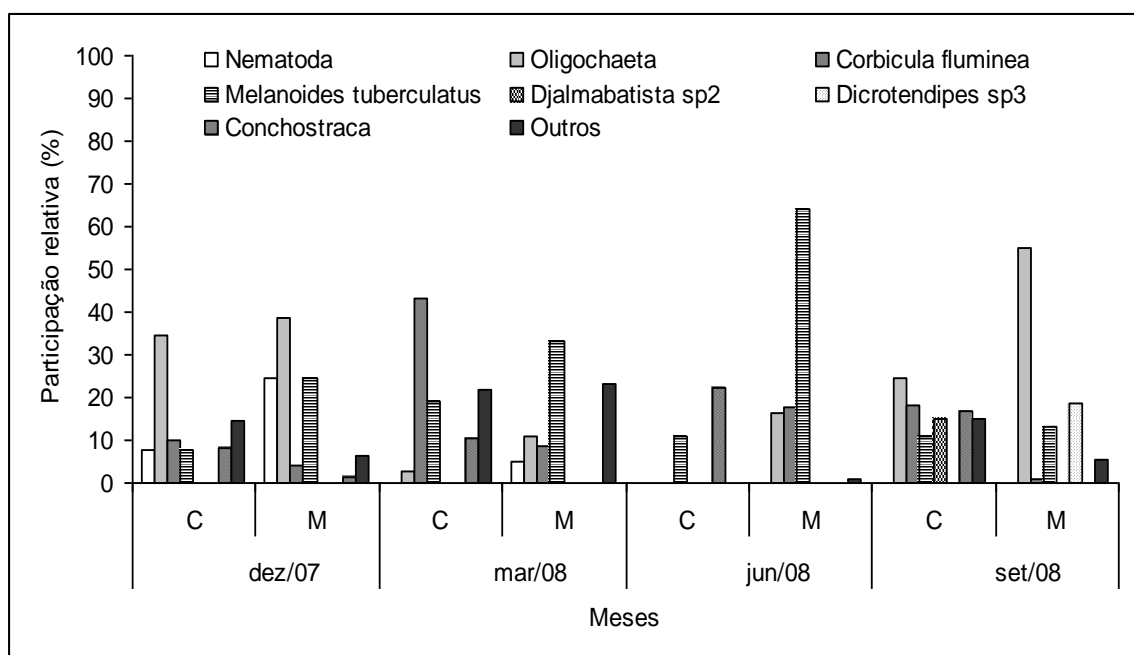
Os dados de frequência de ocorrência para os táxons de invertebrados bentônicos registrados no reservatório Moxotó nos quatro períodos de amostragem, nas regiões centrais e marginais estão expressos na Tabela 3.3.D.4-7.

Ao longo do período amostrado no reservatório de Moxotó foram observados 11 táxons considerados euconstantes: Turbellaria, Nematoda, Oligochaeta, Hirudinea, *Corbicula fluminea*, *Aylacostoma* sp1, *Melanoides tuberculatus*, *Biomphalaria* sp. larvas de Chironomidae *Coelotanypus* sp. e *Dicrotendipes* sp3 e o Crustacea Ostracoda com ocorrência superior a 61% das amostras analisadas.

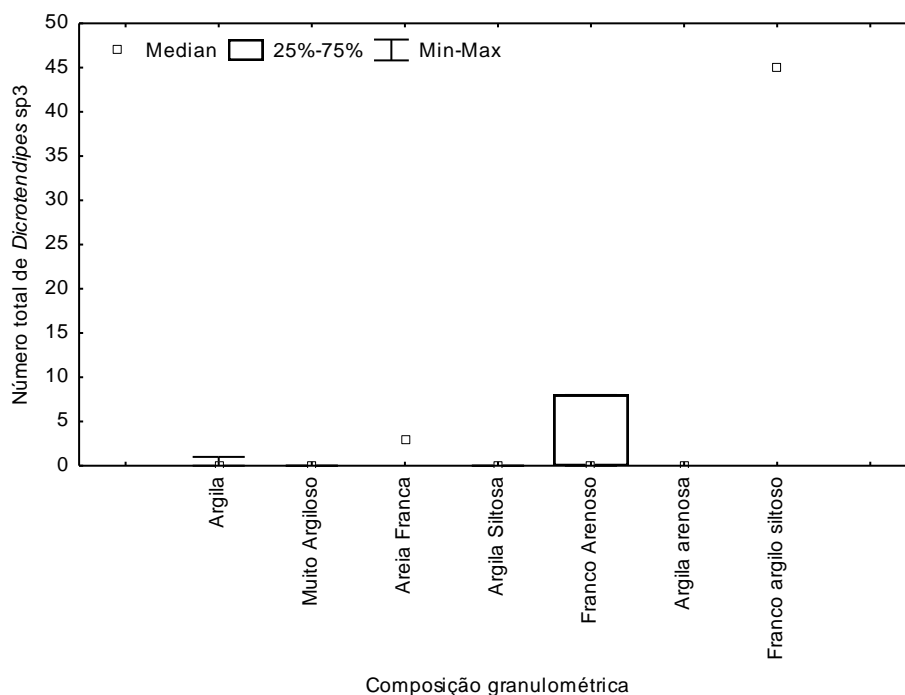
Nas regiões centrais, no mês de dezembro/07, Oligochaeta esteve presente em mais de 61% das amostras analisadas nas estações do reservatório. No mês de março/08, *C. fluminea* e *Melanoides tuberculatus*. No mês de junho/08 não ocorreu indivíduos considerados euconstantes. Já no mês de setembro/08, Oligochaeta e *C. fluminea* novamente foram os mais representativos nas amostras da região central (Tabela 3.3.D.4-7).

Nas regiões marginais, no mês de dezembro/07, foram considerados euconstantes: Turbellaria, Oligochaeta, Hirudinea, *C. fluminea*, *Aylacostoma* sp1, *M. tuberculatus*, *Biomphalaria*, *Dicrotendipes* sp3 e Ostracoda. No mês de março/08: Nematoda, *M. tuberculatus* e *Coelotanypus*. No mês de junho/08: Oligochaeta, *C. fluminea*, *Aylacostoma* sp1 e *M. tuberculatus*. No mês de setembro/08: Oligochaeta,

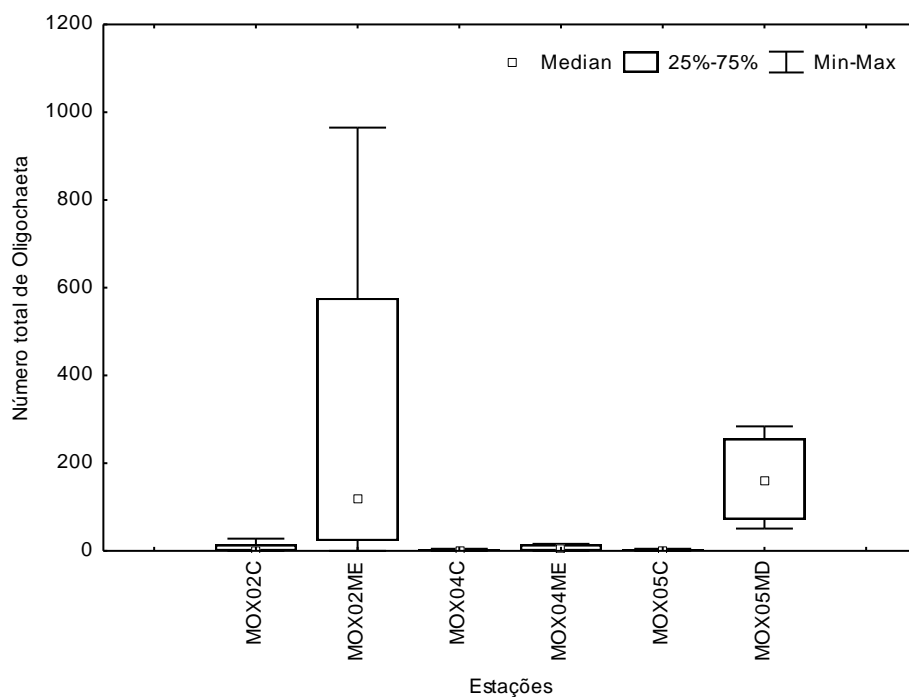
Hirudinea, *C. fluminea*, *M. tuberculatus*, *Biomphalaria* sp., *Dicrotendipes* sp3 e Ostracoda (Tabela 3.3.D.4-7).



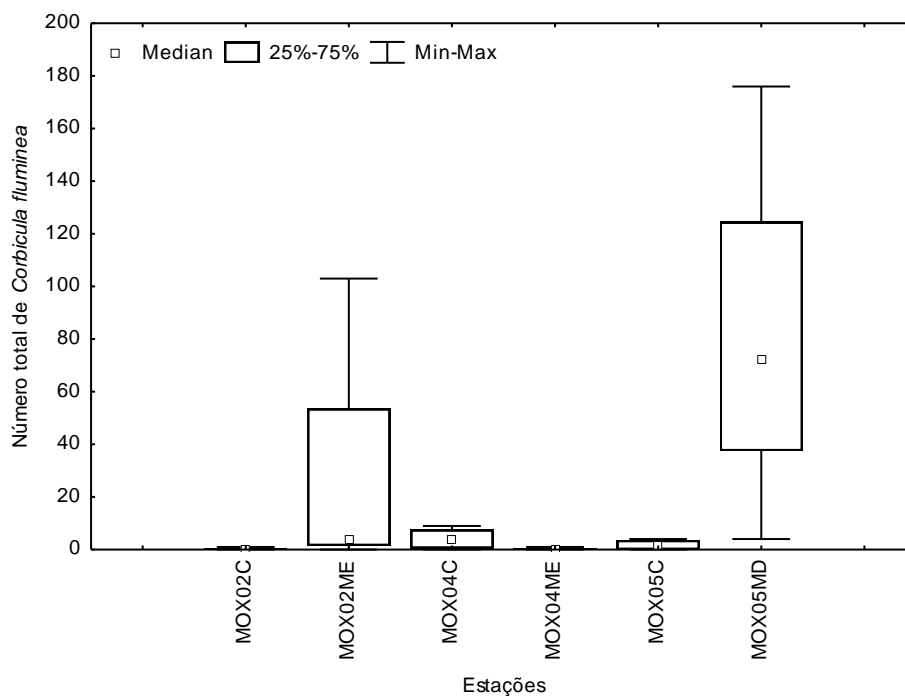
**Figura 3.3.D.4-12** - Participação relativa média (%) (média entre as abundâncias nas estações MOX 02, MOX 04 e MOX 05) dos principais táxons do reservatório Moxotó nas regiões central e marginal, durante o período dezembro de 2007 a setembro de 2008.



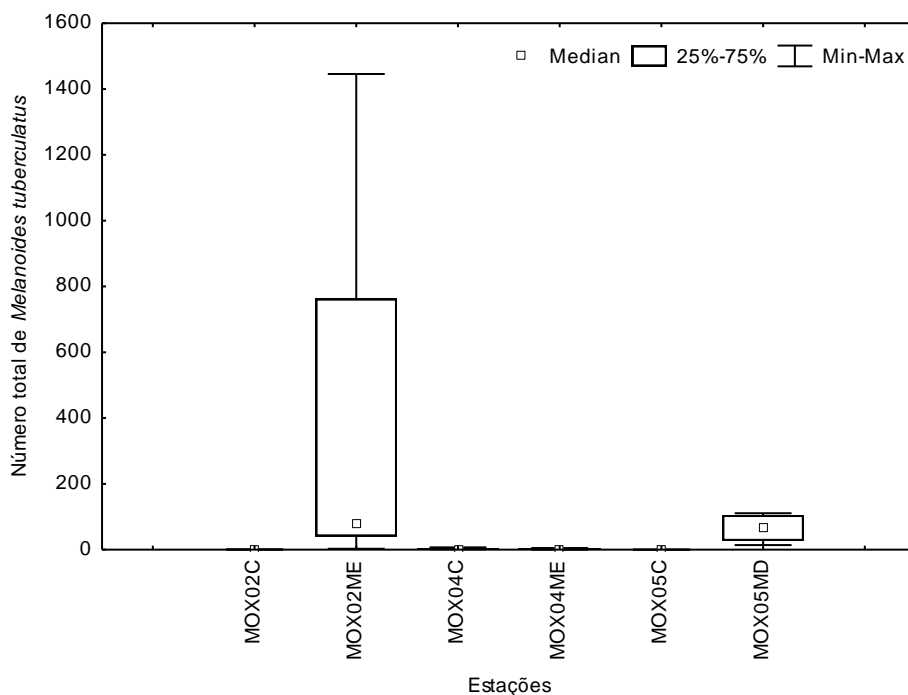
**Figura 3.3.D.4-13** - Variação da contribuição numérica de *Dicrotendipes* sp3 por composição granulométrica no reservatório Moxotó, no período de dezembro/07 a setembro/08.



**Figura 3.3.D.4-14** - Variação da contribuição numérica de Oligochaeta por estações no reservatório Moxotó, no período de dezembro/07 a setembro/08.



**Figura 3.3.D.4-15** - Variação da contribuição numérica de *Corbicula fluminea* por estações no reservatório Moxotó, no período de dezembro/07 a setembro/08.



**Figura 3.3.D.4-16** - Variação da contribuição numérica de *Melanoides tuberculatus* por estações no reservatório Moxotó, no período de dezembro/07 a setembro/08.

**Tabela 3.3.D.4-6** - Correlações entre as variáveis físicas e químicas da água do Reservatório de Moxotó (Matéria Orgânica do sedimento, Fósforo Total, Nitrogênio Total, Profundidade, Temperatura, Condutividade, Sólidos Totais Dissolvidos, Salinidade, Oxigênio Dissolvido e pH) e o número total de alguns táxons. Valores significativos para  $p < 0,05$  estão sublinhados.

	M.O.(%)	P (mg/dm <sup>3</sup> )	N (dag/kg)	Prof.(m)	T (°C)	Condut.(mS.cm)	STD (g/L)	SAL	OD (mg/L)	pH
<i>Aylacostoma</i> sp1	0,10	-0,03	-0,13	-0,26	0,11	-0,13	-0,13	-0,12	0,37	<u>0,42</u>
<i>Ablabesmyia (karelia)</i>	-0,33	-0,13	-0,19	-0,34	<u>0,47</u>	-0,11	-0,11	-0,11	0,36	0,38
Conchostraca	0,19	0,16	0,16	0,34	-0,08	<u>0,67</u>	<u>0,66</u>	<u>0,66</u>	-0,65	-0,30
Ostracoda	-0,10	-0,11	-0,20	-0,35	0,20	-0,14	-0,14	-0,14	<u>0,50</u>	<u>0,54</u>
Turbellaria	-0,33	-0,03	-0,18	-0,18	0,34	-0,11	-0,11	-0,11	0,34	<u>0,44</u>
Número total de indivíduos	-0,29	0,03	-0,17	-0,10	0,29	-0,14	-0,14	-0,14	0,27	<u>0,43</u>

No reservatório PA, ao longo do período estudado foram coletados 2.031 indivíduos pertencentes a 12 táxons. Não houve diferenças significativas no número total de indivíduos entre os meses e a composição granulométrica. Vale ressaltar que não houve coletas no reservatório PA no mês de dezembro/07, e ao longo do período de estudos as coletas foram realizadas apenas na região central.

Os resultados obtidos indicam que a densidade numérica variou ao longo de todo o período estudado, registrando um aumento de indivíduos no período de março/08. Nesse período foram coletados 1.316 indivíduos, com densidade total de 38.144,92 ind. m<sup>-2</sup>. No mês de junho/08, foram coletados 406 indivíduos com densidade total de 11.768,12 ind. m<sup>-2</sup>. Já no mês setembro/08, 309 indivíduos foram coletados, com

densidade total de 8.956,52 ind. m<sup>-2</sup>. A maior riqueza taxonômica foi registrada no mês de março/08 (10 táxons) e a menor no mês de setembro/08 (5 táxons) (Tabela 3.3.D.4-8 e Figura 3.3.D.4-17).

**Tabela 3.3.D.4-7** - Frequência de ocorrência da comunidade zoobentônica no reservatório Moxotó, nas regiões centrais e marginais, durante o período de dezembro/07 a setembro/08. C= região central (N=3); M= região marginal (N=3). EUCONSTANTES: >61%; CONSTANTES; 41-60%; ACESSÓRIAS: 21-40%; ACIDENTAIS<20%.

Táxons / região	Reservatório Moxotó							
	dez/08		mar/08		jun/2008		set/2008	
	C	M	C	M	C	M	C	M
Turbellaria	–	66,66	–	33,33	–	–	–	–
Nematoda	33,33	33,33	–	66,66	–	–	–	33,33
Polychaeta	–	33,33	–	–	–	–	–	–
Oligochaeta	66,66	100,00	33,33	33,33	–	66,66	66,66	100,00
Hirudinea	33,33	66,66	33,33	33,33	–	–	–	66,66
<i>Corbicula fluminea</i>	33,33	100,00	100,00	33,33	–	66,66	66,66	66,66
<i>Diplodon</i> sp.	–	33,33	33,33	–	–	–	–	–
<i>Pisidium</i> sp.	–	–	–	–	–	–	–	33,33
<i>Aylacostoma</i> sp1	33,33	66,66	33,33	33,33	–	66,66	–	33,33
<i>Aylacostoma</i> sp2	–	–	–	33,33	–	–	–	–
<i>Melanooides tuberculatus</i>	33,33	–	66,66	100,00	33,33	100,00	33,33	66,66
<i>Biomphalaria</i> sp.	–	66,66	33,33	–	–	33,33	–	66,66
<i>Pomacea</i> sp.	–	33,33	–	33,33	–	–	–	–
Gastropoda NI*	33,33	33,33	–	–	–	–	–	–
<i>Ablabesmyia (Karelia)</i>	–	33,33	–	33,33	–	–	–	–
<i>Aedokritus</i> sp.	–	–	–	–	–	–	33,33	–
<i>Cricotopus</i> sp1	–	33,33	–	–	–	–	–	–
<i>Caladomyia</i> sp1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Coelotanypus</i> sp.	33,33	–	–	66,66	–	33,33	33,33	33,33
<i>Dicrotendipes</i> sp3	–	66,66	–	–	–	–	–	66,66
<i>Djalmabatista</i> sp2	–	33,33	–	–	–	–	33,33	–
<i>Djalmabatista pulcher</i>	33,33	–	–	–	–	–	–	–
Orthoclaadiinae	–	33,33	–	–	–	–	–	–
<i>Parachironomus</i> sp 2	–	–	–	–	–	–	–	33,33
<i>Tanytarsus</i> sp2	–	–	–	–	–	–	–	33,33
<i>Thienemanniella</i> sp1	–	33,33	–	33,33	–	–	–	–
Tanypodinae	–	–	–	–	–	–	–	33,33
Chironomidae NI *	–	–	33,33	–	–	–	–	–
<i>Campsurus</i> sp.	–	–	–	–	–	–	33,33	–
Caenidae	–	–	–	–	–	–	–	33,33
Leptohyphidae	–	–	–	–	–	–	–	33,33
Ephemeroptera NI*	–	–	–	33,33	–	–	–	–
Hidrophilidae	33,33	–	–	–	–	–	–	–
Isoptera	–	–	–	–	–	–	33,33	–
Insecta (pupa)	–	–	33,33	33,33	–	–	–	33,33
Acari	–	–	–	–	–	–	–	33,33
Conchostraca	33,33	33,33	33,33	–	33,33	–	33,33	–
Ostracoda	33,33	66,66	–	33,33	–	–	–	66,66
Harpacticoida	–	–	–	–	–	–	–	33,33

\* não identificado



**Tabela 3.3.D.4-8** - Valor total, média, desvio padrão da densidade (ind.m<sup>-2</sup>) e Riqueza dos táxons da comunidade zoobentônica do reservatório PA na região central, durante o período de dezembro/07 a setembro/08.

Táxons / região	Reservatório PA			
	*dez/07	mar/08	jun/08	set/08
	C	C	C	C
Oligochaeta	-	21043,48	1739,13	28,99
<i>Corbicula fluminea</i>	-	14579,71	7768,12	4434,78
<i>Melanoides tuberculatus</i>	-	1652,17	2173,91	4028,99
<i>Biomphalaria</i> sp.	-	0,00	0,00	231,88
<i>Pomacea</i> sp.	-	57,97	28,99	231,88
<i>Caladomyia</i> sp1	-	28,99	0,00	0,00
<i>Dicrotendipes</i> sp3	-	28,99	28,99	0,00
<i>Tanytarsus</i> sp2	-	28,99	0,00	0,00
<i>Thienemanniella</i> sp1	-	260,87	0,00	0,00
Gomphidae	-	0,00	28,99	0,00
Acari	-	173,91	0,00	0,00
Ostracoda	-	289,86	0,00	0,00
<b>Total (ind.m<sup>-2</sup>)</b>	-	<b>38144,93</b>	<b>11768,12</b>	<b>8956,52</b>
<b>Média( ind.m<sup>-2</sup>)</b>	-	<b>3178,74</b>	<b>980,68</b>	<b>746,38</b>
<b>Desvio padrão</b>	-	<b>6987,40</b>	<b>2267,48</b>	<b>1632,72</b>
<b>Riqueza de táxons</b>	-	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>5</b>

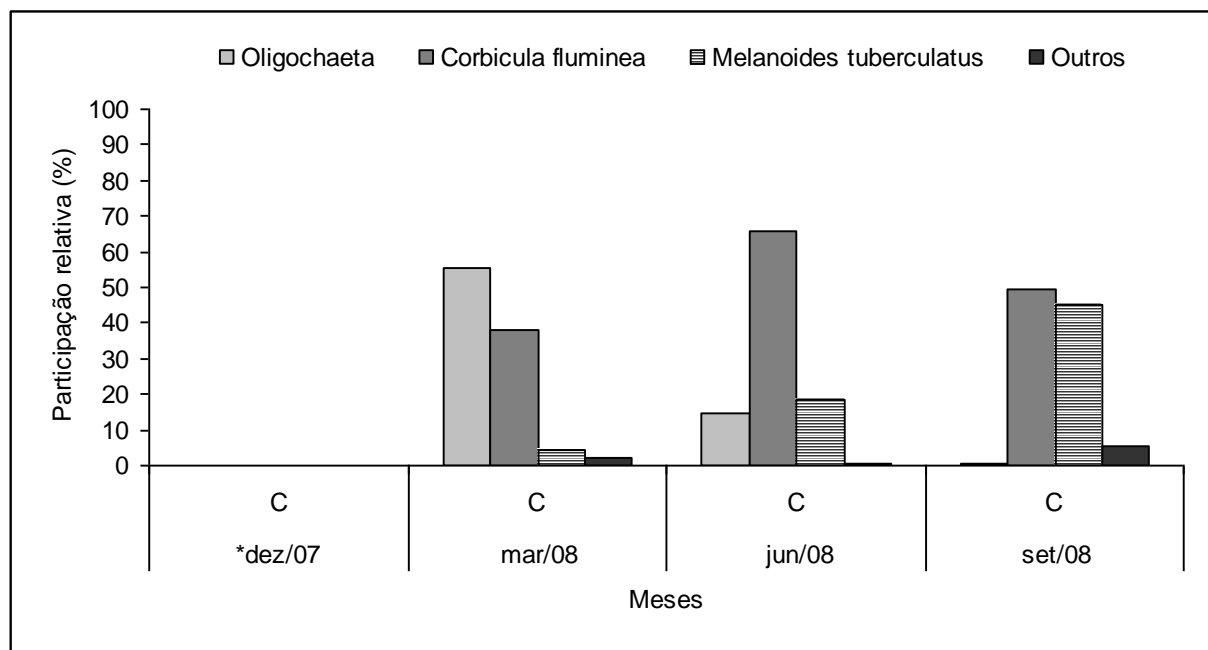
\* Não foram realizadas coletas nesse período

Considerando o conjunto dos meses de amostragem no reservatório de PA, foram registrados a ocorrência de apenas 3 táxons principais: Oligochaeta, *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculatus*. Dentre esses, *C. fluminea* foi o táxon mais abundante no mês de junho com 66,01% da fauna total. O segundo grupo mais abundante foi Oligochaeta, no mês de março/08, com abundância relativa de 55,17%. O bivalvia *C. fluminea* também foi representativo no mês de setembro/08 com 49,51%, em seguida *M.tuberculatus* com 44,98% da fauna total (Figura 3.3.D.4-17).

Não se observou diferenças significativas entre o número total de *C. fluminea*, *M.tuberculatus* e Oligochaeta ao longo dos meses estudados no reservatório PA e a composição granulométrica.

Apenas *Corbicula fluminea* apresentou correlação entre as variáveis físicas e químicas da água do fundo no reservatório de PA. Este bivalvia teve correlação positiva com a temperatura (p=1,00). Estes foram registrados com maiores densidades em março/08 (Tabela 3.3.D.4-8).

Os dados de frequência de ocorrência para os táxons de invertebrados bentônicos registrados no reservatório PA nos três períodos de amostragem estão expressos na Tabela 3.3.D.4-9. No mês de março/08 foram registrados a ocorrência de Oligochaeta, *C. fluminea*, *M. tuberculatus*, *Pomacea* sp., *Caladomyia* sp1, *Dicrotendipes* sp3, *Tanytarsus* sp2, *Thienemanniella* sp1, Acari e Ostracoda. Já no mês de junho/08 Oligochaeta, *C. fluminea*, *M. tuberculatus*, *Pomacea* sp., *Dicrotendipes* sp3 e Gomphidae e no mês de setembro/08 apenas Oligochaeta, *C.fluminea*, *M. tuberculatus*, *Biomphalaria* sp. e *Pomacea* sp. tiveram ocorrência nas amostras analisadas. No mês de junho/08 ocorreram Oligochaeta, *C. fluminea*, *M. tuberculatus*, *Pomacea* sp., *Dicrotendipes* sp3 e Gomphidae e no mês de setembro/08 ocorreram apenas Oligochaeta e moluscos (*C. fluminea*, *M. tuberculatus*, *Biomphalaria* sp. e *Pomacea* sp.).



**Figura 3.3.D.4-17** - Participação relativa (%) dos principais táxons do reservatório PA, na região central, durante o período março/08 a setembro/08.

No reservatório PA IV, ao longo do período estudado foram coletados 4.458 indivíduos pertencentes a 26 táxons. Não houve diferenças significativas no número total de indivíduos entre os meses. Entretanto, houve diferença significativa entre o número total de indivíduos e estações, com  $p = 0,008$  e região, com  $p=0,000$  (Figura 3.3.D.4-18) e a composição granulométrica, com  $p=0,030$ . Registraram-se maiores densidades em substrato do tipo areia franca (Figura 3.3.D.4-19).

**Tabela 3.3.D.4-9** - Frequência de ocorrência da comunidade zoobentônica do reservatório PA, na região central (N=1), durante o período de março/08 a setembro/08. EUCONSTANTES: >61%.

Táxons/ região	Reservatório PA			
	*dez/07	mar/08	jun/08	set/08
		C	C	C
Oligochaeta	–	100,00	100,00	100,00
<i>Corbicula fluminea</i>	–	100,00	100,00	100,00
<i>Melanoides tuberculatus</i>	–	100,00	100,00	100,00
<i>Biomphalaria</i> sp.	–	–	–	100,00
<i>Pomacea</i> sp.	–	100,00	100,00	100,00
<i>Caladomyia</i> sp1	–	100,00	–	–
<i>Dicrotendipes</i> sp3	–	100,00	100,00	–
<i>Tanytarsus</i> sp2	–	100,00	–	–
<i>Thienemanniella</i> sp1	–	100,00	–	–
Gomphidae	–	–	100,00	–
Acari	–	100,00	–	–
Ostracoda	–	100,00	–	–

\* não foram realizadas coletas nesse período

**Tabela 3.3.D.4-10** - Correlações entre as variáveis físicas e químicas da água do Reservatório de PA (Matéria Orgânica do sedimento, Fósforo Total, Nitrogênio Total, Profundidade, Temperatura, Condutividade, Sólidos Totais Dissolvidos, Salinidade, Oxigênio Dissolvido e pH) e o número total de alguns táxons. Valores significativos para  $p < 0,05$  estão sublinhados.

	M.O.(%)	P (mg/dm <sup>3</sup> )	N (dag/kg)	Prof.(m)	T (°C)	Condu.(mS.cm)	STD (g/L)	SAL	OD (mg/L)	pH
Acari	-0,76	-0,34	-0,57	-0,80	0,94	-0,43	-0,43	-0,50	-0,95	<u>-1,0</u>
<i>Caladomyia</i> sp1	-0,76	-0,34	-0,57	-0,80	0,94	-0,43	-0,43	-0,50	-0,95	<u>-1,0</u>
<i>Corbicula fluminea</i>	-0,93	-0,02	-0,28	-0,95	<u>1,00</u>	-0,12	-0,11	-0,19	-0,80	-1,0
Oligochaeta	-0,81	-0,27	-0,51	-0,84	0,96	-0,36	-0,36	-0,44	-0,92	<u>-1,0</u>
Ostracoda	-0,76	-0,34	-0,57	-0,80	0,94	-0,43	-0,43	-0,50	-0,95	<u>-1,0</u>
<i>Thienemanniella</i> sp1	-0,76	-0,34	-0,57	-0,80	0,94	-0,43	-0,43	-0,50	-0,95	<u>-1,0</u>
<i>Tanytarsus</i> sp2	-0,76	-0,34	-0,57	-0,80	0,94	-0,43	-0,43	-0,50	-0,95	<u>-1,0</u>
Número total de indivíduos	-0,82	-0,26	-0,50	-0,85	0,96	-0,35	-0,35	-0,42	-0,92	<u>-1,0</u>

Registrou-se um aumento de indivíduos no período de dezembro/07. Nesse período foram coletados 1.723 indivíduos, distribuídos em 18 táxons, com uma média total de 24.072,46 ind. m<sup>-2</sup> na região marginal a 898,55 ind. m<sup>-2</sup> na região central. No mês de março/08, foram coletados 1.154 indivíduos distribuídos em 17 táxons, com valores máximos de média total de 15.913,04 ind. m<sup>-2</sup> na região marginal e 811,59 ind. m<sup>-2</sup> na região central. No mês de junho/08, foram coletados 639 indivíduos, distribuídos em 14 táxons com valores máximos de média total de 8.855,07 ind. m<sup>-2</sup> na região marginal e mínimo de 391,30 ind. m<sup>-2</sup> na região central. Já no mês setembro/08, 942 indivíduos foram coletados, distribuídos em 14 táxons com 13.405,80 ind. m<sup>-2</sup> na região marginal a 246,38 ind. m<sup>-2</sup> na região central. As maiores riquezas taxonômicas, portanto foram

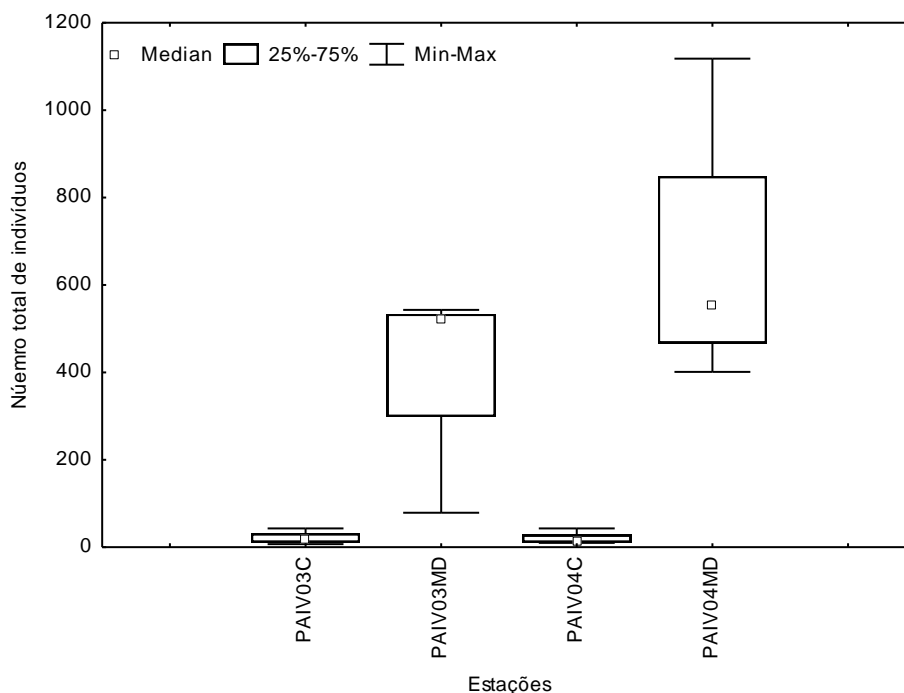
registradas nos meses de dezembro/07 (18 táxons) e a menor no mês de junho/08 (9 táxons). Nota-se também que valores máximos da densidade ocorreram em regiões marginais (Tabela 3.3.D.4-11 e Figura 3.3.D.4-20).

**Tabela 3.3.D.4-11** - Densidade média total (ind.m<sup>-2</sup>) (média entre as densidades das estações PAIV03 e PAIV04), média, desvio padrão da densidade (ind.m<sup>-2</sup>) e riqueza de táxons da comunidade zoobentônica do reservatório PA IV nas regiões centrais e marginais, durante o período de dezembro/07 a setembro/08.

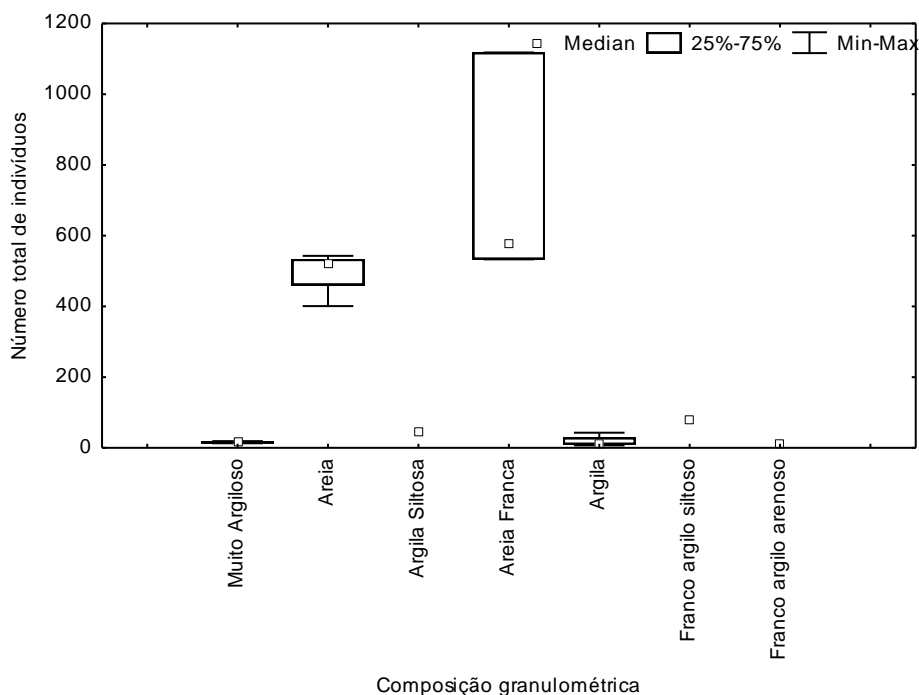
Táxons/ região	Reservatório PA IV							
	dez/07		mar/08		jun/08		set/08	
	C	M	C	M	C	M	C	M
Turbellaria	0,00	101,45	0,00	159,42	14,49	0,00	0,00	101,45
Nematoda	0,00	14,49	0,00	14,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Oligochaeta	565,22	15826,09	333,33	7478,26	115,94	681,16	14,49	3652,17
Hirudinea	14,49	173,91	0,00	1449,28	28,99	14,49	0,00	231,88
<i>Corbicula fluminea</i>	86,96	4637,68	260,87	2985,51	115,94	289,86	115,94	3376,81
<i>Diplodon</i> sp.	14,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pisidium</i> sp.	0,00	478,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Aylacostoma</i> sp1	0,00	43,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,48
<i>Aylacostoma</i> sp2	0,00	0,00	0,00	14,49	0,00	420,29	0,00	43,48
<i>Melanooides tuberculatus</i>	130,43	1304,35	115,94	1826,09	28,99	6782,61	101,45	5579,71
<i>Biomphalaria</i> sp.	72,46	130,43	72,46	855,07	43,48	101,45	14,49	0,00
<i>Hebetancylus</i> sp.	0,00	130,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pomacea</i> sp.	0,00	28,99	14,49	28,99	28,99	188,41	0,00	86,96
<i>Ablabesmyia</i> (Karelia)	0,00	0,00	0,00	14,49	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Coelotanypus</i> sp.	14,49	0,00	14,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dicrotendipes</i> sp3	0,00	43,48	0,00	14,49	0,00	0,00	0,00	57,97
<i>Parachironomus</i> sp 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,49
<i>Tanytarsus</i> sp2	0,00	28,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,49
<i>Thienemanniella</i> sp1	0,00	43,48	0,00	28,99	0,00	0,00	0,00	0,00
Naucoridae	0,00	0,00	0,00	14,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Ephemeroptera NI *	0,00	0,00	0,00	14,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Libellulidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,49
Acari	0,00	347,83	0,00	173,91	0,00	0,00	0,00	0,00
Conchostraca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ostracoda	0,00	739,13	0,00	826,09	14,49	376,81	0,00	188,41
Harpacticoida	0,00	0,00	0,00	14,49	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total (ind.m<sup>-2</sup>)</b>	<b>898,55</b>	<b>24072,46</b>	<b>811,59</b>	<b>15913,04</b>	<b>391,30</b>	<b>8855,07</b>	<b>246,38</b>	<b>13405,80</b>
<b>Média (ind.m<sup>-2</sup>)</b>	<b>34,56</b>	<b>925,86</b>	<b>31,22</b>	<b>612,04</b>	<b>15,05</b>	<b>340,58</b>	<b>9,48</b>	<b>515,61</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>112,94</b>	<b>3177,20</b>	<b>83,17</b>	<b>1574,87</b>	<b>32,14</b>	<b>1325,15</b>	<b>29,54</b>	<b>1401,10</b>
<b>Riqueza de táxons</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>13</b>

A fauna bentônica da região central e marginal do reservatório PAIV constituiu-se basicamente em Oligochaeta e Moluscos (*Corbicula fluminea* e *Melanooides tuberculatus*). Estes táxons não apresentaram diferenças significativas entre os meses analisados. *C.fluminea* e *M. tuberculatus* apresentaram diferenças significativas entre os tipos de substratos, com p=0,0483 e p=0,0138, respectivamente (Figura 3.3.D.4-21 e Figura 3.3.D.4-22). A densidade dos Oligochaeta, *C.fluminea* e *M. tuberculatus* também variaram significativamente entre as regiões, com p=0,0027; p = 0,0116 e p=0,0008, respectivamente (Tabela 3.3.D.4-11). Apenas Oligochaeta e *M. tuberculatus* variaram significativamente entre as estações com p= 0,025 e p = 0,008, respectivamente. Estes

táxons ocorreram com maiores densidades nas estações PAIV03 MD e PAIV04 MD, ambas regiões marginais (Figura 3.3.D.4-23 e Figura 3.3.D.4-24).



**Figura 3.3.D.4-18** - Variação da contribuição numérica da comunidade zoobentônica por estações no reservatório PAIV, nas regiões centrais e marginais, durante o período de dezembro/07 a setembro/08.



**Figura 3.3.D.4-19** - Variação da contribuição numérica da comunidade zoobentônica por composição granulométrica no reservatório PAIV, nas regiões centrais e marginais, durante o período de dezembro/07 a setembro/08.

Na região central, no mês de dezembro/07, *Oligochaeta* dominou com 67,38% de abundância relativa média e na região marginal com 61,81%. No mês de março/08, junho/08 e setembro/08 *Corbicula fluminea* dominou com 53,13%, 31,57% e 42,14% de abundância relativa média, respectivamente na região central. Enquanto que na região marginal, *Oligochaeta* dominou com 47,20% no mês de março/08 e *M. tuberculatus* com 67,16%, no mês de junho/08. No mês de setembro/08, *M. tuberculatus* também foi um táxon representativo nas duas regiões, com 47,86% abundância relativa média da fauna total na região central, e 44,46% na região marginal (Figura 3.3.D.4-25).

Daqueles que apresentaram maiores participações, *Corbicula fluminea* e *Oligochaeta* apresentaram correlação entre as variáveis físicas e químicas da água no reservatório de PAIV. *C. fluminea* apresentou correlação negativa com teores de Matéria orgânica ( $p=-0,57$ ) e profundidade ( $p=-0,66$ ) e positiva com pH ( $p=0,60$ ). *Oligochaeta* também apresentou correlação negativa com profundidade ( $p=-0,52$ ) e positiva com temperatura (0,54) e pH (0,58) (Tabela 3.3.D.4-12).

Ao longo do período amostrado no reservatório de PA IV foram observados 10 táxons considerados euconstantes: Turbellaria, *Oligochaeta*, Hirudinea, *Corbicula fluminea*, *Pisidium* sp., *Aylacostoma* sp1, *Melanoides tuberculatus*, *Biomphalaria* sp., *Pomacea* sp., Acari e Ostracoda com ocorrência superior a 61% das amostras analisadas.

Nas regiões centrais, nos meses de dezembro de 2007 e março de 2008, *Oligochaeta* e *Corbicula fluminea* estiveram presentes em mais de 61% das amostras analisadas nas estações do reservatório PAIV. No mês de junho/08: *Oligochaeta*, Hirudinea e *Corbicula fluminea*, e no mês de setembro/08, *C. fluminea* e *Melanoides tuberculatus*. Organismos considerados constantes (41-60%) no mês de dezembro/08 foram Hirudinea, *Diplodon* sp., *M. tuberculatus*, *Biomphalaria* sp. e *Coelotanypus* sp. No mês de março/08 *Melanoides tuberculatus*, *Biomphalaria* sp., *Pomacea* sp. e *Coelotanypus* sp. No mês de junho/08 Turbellaria, *M. tuberculatus*, *Biomphalaria* sp., *Pomacea* sp. e Conchostraca foram os mais frequentes (Tabela 3.3.D.4-13).

Enquanto que nas regiões marginais, no mês de dezembro/07, foram considerados euconstantes: *Oligochaeta*, Hirudinea, *C. fluminea*, *Pisidium* sp., *Aylacostoma* sp1, *M. tuberculatus*, Acari e Ostracoda. No mês de março/08: Turbellaria, *Oligochaeta*, Hirudinea, *Corbicula fluminea*, *M. tuberculatus*, *Biomphalaria*, Acari e Conchostraca. No mês de junho/08: *Oligochaeta*, *M. tuberculatus* e *Biomphalaria*. No mês de setembro/08:

Oligochaeta, Hirudinea, *C. fluminea* e *M. tuberculatus*. Foram considerados constantes (41-60%) no mês de dezembro/07: Turbellaria, Nematoda, *Biomphalaria* sp., *Hebetancylus*, *Pomacea*, *Dicrotendipes* sp3, *Tanytarsus* e *Thienemaniella* sp1. No mês de março/08: Nematoda, *Aylacostoma* sp2, *Pomacea* sp., *Ablabesmya* (*Karelia*), *Dicrotendipes* sp3, *Thienemaniella* sp1, Naucoridae, Ephemeroptera não identificado e Harpacticoida. No mês de junho/08: Hirudinea, *C. fluminea*, *Aylacostoma* sp2 e Ostracoda. No mês de setembro/08: Turbellaria, *Aylacostoma* sp1, *Aylacostoma* sp2, *Pomacea* sp., *Dicrotendipes* sp3, *Parachironomus* sp2, *Tanytarsus* sp2, Libellulidae e Ostracoda (Tabela 3.3.D.4-13).

Na maioria dos ambientes aquáticos continentais a distribuição do zoobentos é frequentemente heterogênea. Observa-se nítida diferenciação na estrutura da comunidade da região marginal e central, com abundâncias mais elevadas em regiões marginais nos reservatórios estudados (Moxotó e PAIV). Nesta região (marginal) as condições ambientais são mais favoráveis para os organismos bentônicos, entre estas, o maior grau de oxigenação da água durante a maior parte do ano e a maior diversidade alimentar, como perífítons e macrófitas aquáticas, que proliferam em menor profundidade. A maior taxa de entrada de folhas e frutos de vegetação ripariana que além de servir como alimento, fornece inúmeros microhabitats, que propiciam refúgios para diversos grupos se instalar e reproduzir (ESTEVES, 1998; TAKEDA et al, 1997). Estes fatores contribuem para que esta região seja colonizada por grandes números de indivíduos, que podem ser carnívoros, herbívoros, detritívoros e bacteriófagos (ESTEVES, 1998).

Por outro lado, a homogeneidade da região profunda, com pouca variação anual de temperatura, pouca diversidade de cadeias alimentares (predominância da cadeia detritívora e microfágica), faz com que se desenvolva uma comunidade zoobentônica pouco variada (ESTEVES, 1998). Esta região é caracterizada pela ausência de luz e por ser totalmente dependente da produção de matéria orgânica da região litorânea (LUCCA, 2006) e a fauna bentônica é dependente do suprimento de alimento que chega via sedimentação da matéria orgânica de origem alóctone ou autóctone. Com o aumento da concentração de matéria orgânica, as condições nutricionais podem melhorar, mas, simultaneamente, processos de decomposição podem causar a depleção de oxigênio no sedimento e próximo a ele, reduzindo a fauna ou mesmo impedindo o desenvolvimento de qualquer organismo (NEWRKLA & WIJEGONAWARDANA, 1987). O tipo de substrato também é um importante fator que altera a composição, a estrutura e o funcionamento das comunidades zoobentônicas (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

A fauna bentônica dos reservatório Moxotó, PA e PAIV constituiu-se basicamente em Oligochaeta, *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculatus*.

Callisto et al, 2005 estudando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos ao longo da cascata de reservatórios no baixo rio São Francisco (Moxotó, Complexo Paulo Afonso e Xingó), também verificou a dominância da espécie *M. tuberculatus* e Oligochaeta durante os períodos seco e chuvoso. Segundo este mesmo autor, o desenvolvimento de uma comunidade dominada por moluscos, no reservatório de Paulo Afonso esteve associada com certas características físicas, e químicas (pH básico, altos valores de alcalinidade total), mácrófitas aquáticas e a resistência destes moluscos à poluição orgânica. Este autor também evidenciou uma redução em número de táxons e abundância de macroinvertebrados no período chuvoso corroborando com o presente estudo.

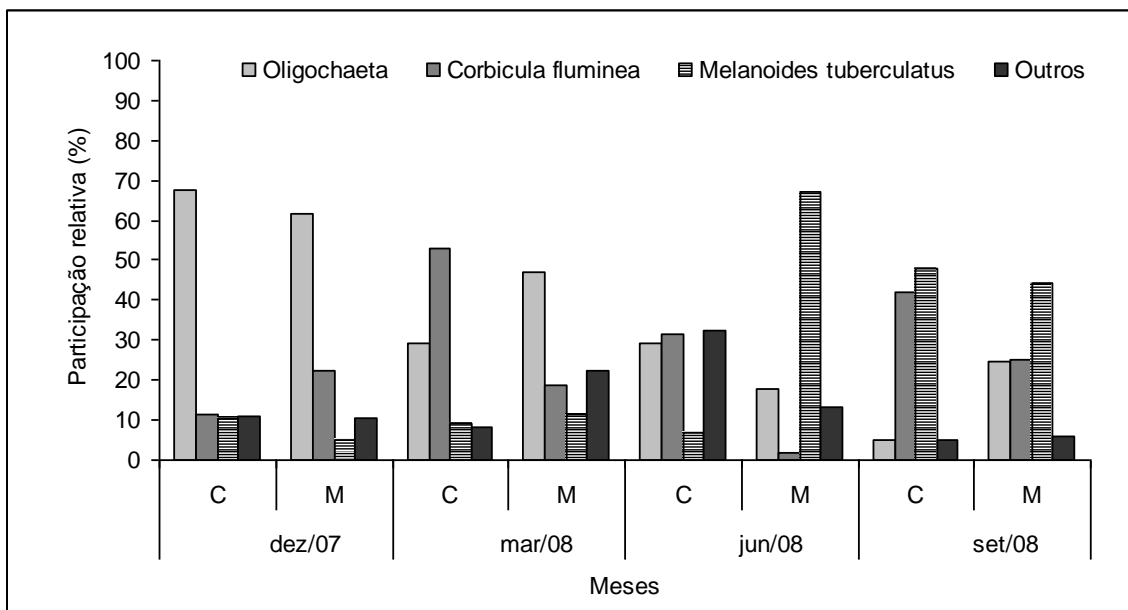
Segundo Freitas et al., 1987, *M. tuberculatus* é altamente competitivo, apresentando características como: predominância de jovens durante todo o ano; baixa taxa de mortalidade; alta capacidade migratória e de dispersão e capacidade de se estabelecer em todos os tipos de região litorânea e de substratos.

Com relação aos Oligochaeta, esse grupo domina em sedimentos arenosos e com muito detrito orgânico (MORENO & CALLISTO, 2005). Tais condições favorecem a adaptação desses organismos em viver sob condição de anóxia (depleção total de oxigênio) por várias horas, além de serem organismos detritívoros, se alimentando de matéria orgânica depositada no sedimento (GOULLART & CALLISTO, 2003). A abundância de espécies desse grupo pode ser uma boa indicação da poluição da água (RUPPERT & BARNES, 1996).

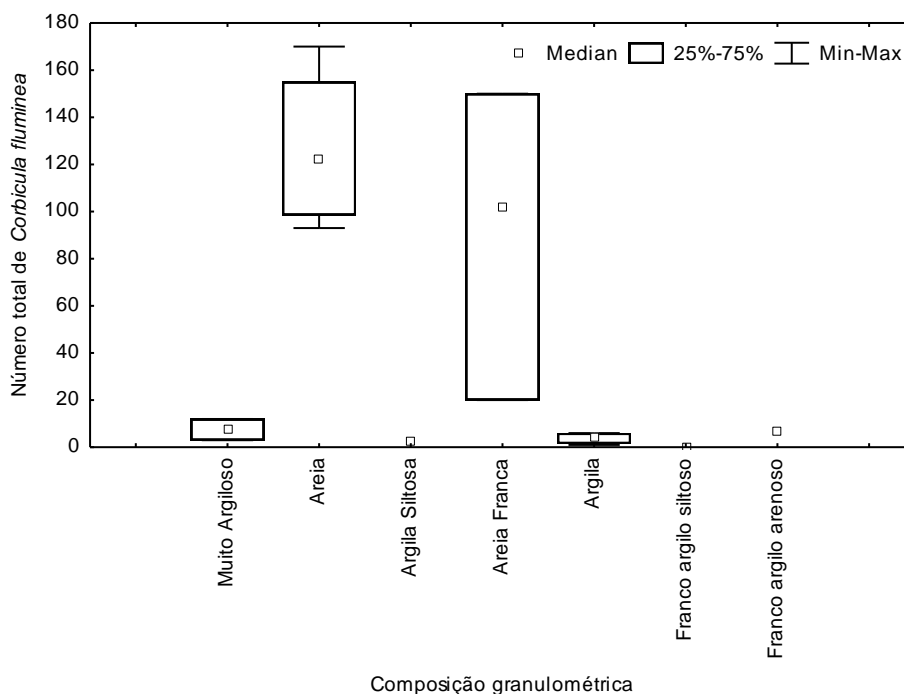
Montanholi-Martins et al (2004) estudando o córrego bonito do rio formoso no Mato Grosso do Sul, obteve correlação significativa de Oligochaeta, com variáveis ambientais que caracterizaram locais impactados com poluição orgânica.

A predominância de Oligochaeta em determinados períodos e locais da barragem de Santa Bárbara, localizada em Pelotas, Rio Grande do Sul esteve relacionada ao aumento de deposição de matéria orgânica originada da decomposição de macrófitas aquáticas, que no período estudado estava sendo incrementada através dos afluentes da barragem. O aumento do número desses organismos também ocorreu com a redução da concentração de oxigênio dissolvido na água. Oligochaeta foi considerado como bioindicadores da qualidade da água nessa barragem e o seu aumento do seu número indicaram uma situação de anóxia (PIEDRAS et al, 2006).

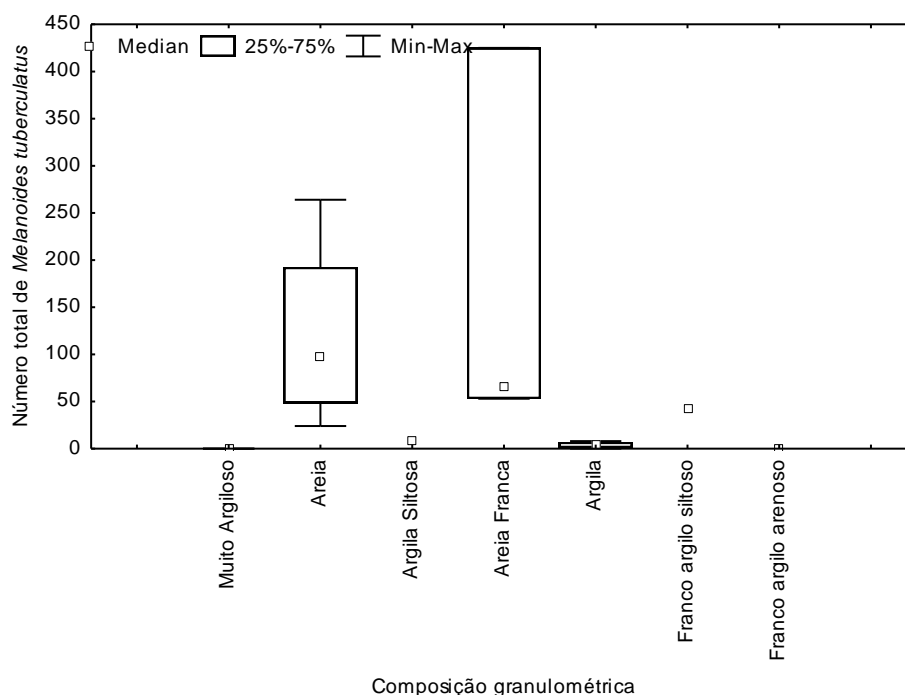




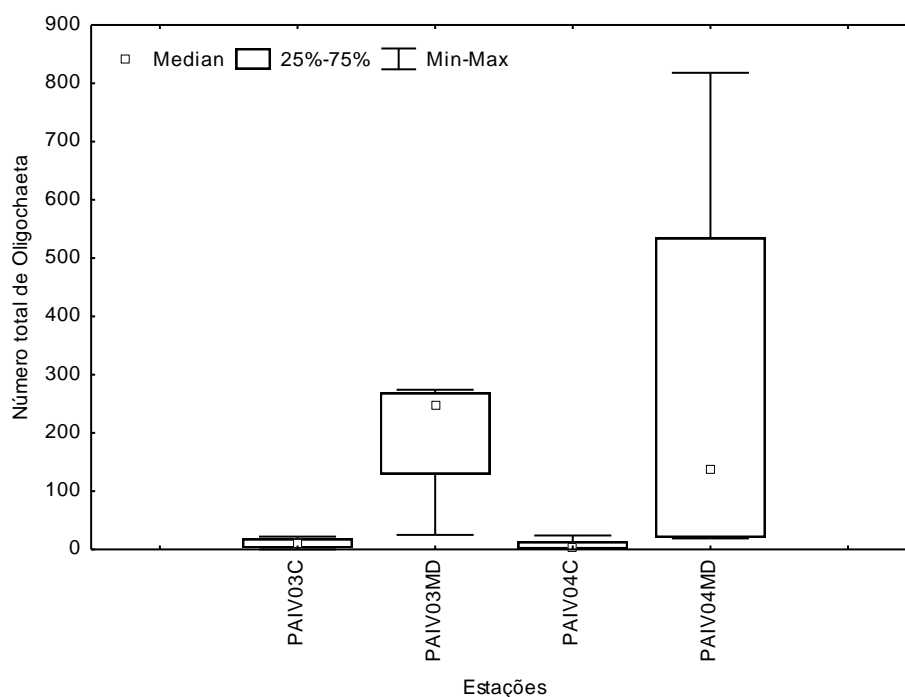
**Figura 3.3.D.4-20** - Participação relativa média (%) (média entre as estações PAIV03 e PAIV04) dos principais táxons do reservatório PA IV nos diferentes meses amostrados (região marginal e central), durante o período de dezembro/07 a setembro/08.



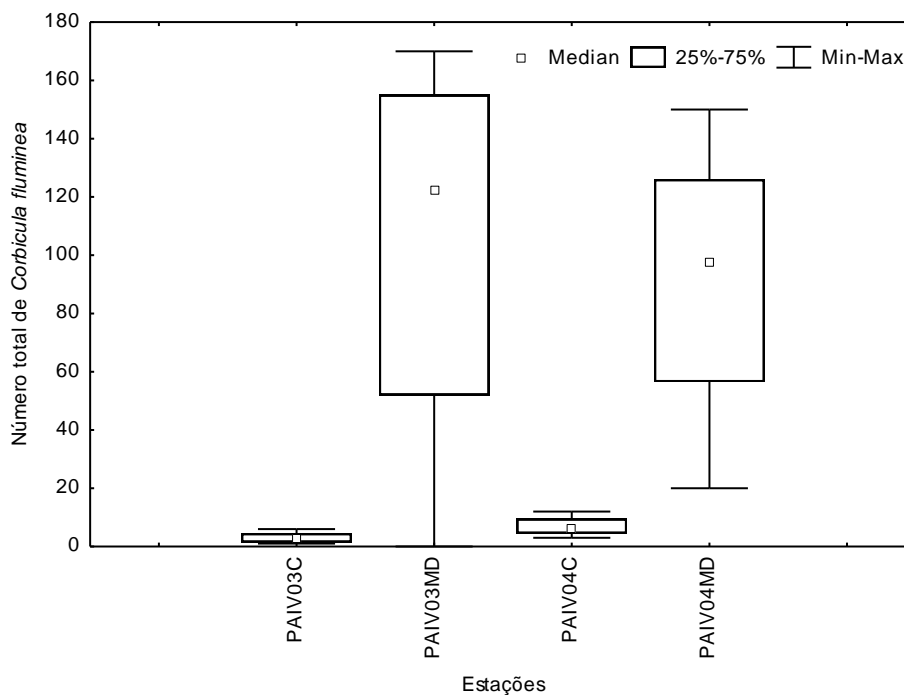
**Figura 3.3.D.4-21** - Variação da contribuição numérica de *Corbicula fluminea* por composição granulométrica no reservatório PAIV, no período de dezembro/07 a setembro/08.



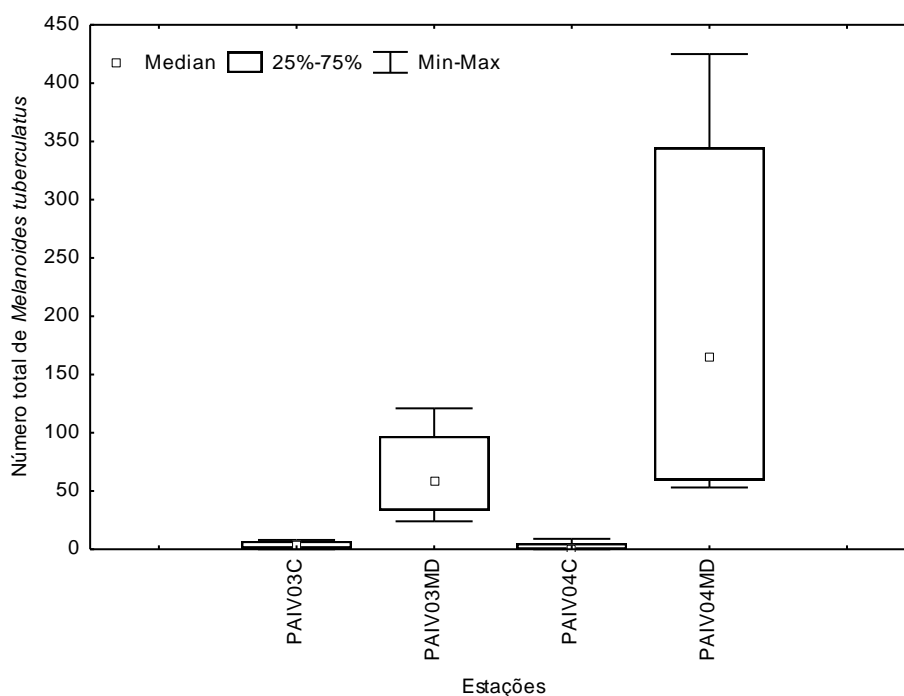
**Figura 3.3.D.4-22** - Variação da contribuição numérica de *Melanoides tuberculatus* por composição granulométrica no reservatório PAIV, no período de dezembro/07 a setembro/08.



**Figura 3.3.D.4-23** - Variação da contribuição numérica de Oligochaeta por estações no reservatório PAIV, no período de dezembro/07 a setembro/08.



**Figura 3.3.D.4-24** - Variação da contribuição numérica de *Corbicula fluminea* por estações no reservatório PAIV, no período de dezembro/07 a setembro/08.



**Figura 3.3.D.4-25** - Variação da contribuição numérica de *Melanoides tuberculatus* por estações no reservatório PAIV, no período de dezembro/07 a setembro/08.

**Tabela 3.3.D.4-12** - Correlações entre as variáveis físicas e químicas da água do Reservatório PA IV (Matéria Orgânica do sedimento, Fósforo Total, Nitrogênio Total, Profundidade, Temperatura, Condutividade, Sólidos Totais Dissolvidos, Salinidade, Oxigênio Dissolvido e pH) e o número total de indivíduos da comunidade zoobentônica. Valores significativos para  $p < 0,05$  estão sublinhados.

	M.O.(%)	P (mg/dm <sup>3</sup> )	N (dag/kg)	Prof.(m)	T (°C)	Condut.(mS.cm)	STD (g/L)	SAL	OD (mg/L)	pH
Acari	-0,36	-0,19	-0,26	-0,46	<u>0,55</u>	-0,40	-0,43	-0,42	0,37	<u>0,61</u>
Biomphalaria sp.	-0,19	-0,39	-0,12	-0,34	<u>0,69</u>	-0,19	-0,19	-0,12	0,20	0,16
Corbicula fluminea	<u>-0,57</u>	-0,01	-0,41	<u>-0,66</u>	0,47	-0,33	-0,35	-0,43	0,48	<u>0,60</u>
Diplodon sp.	<u>0,83</u>	-0,24	-0,04	0,47	0,04	-0,18	-0,18	-0,23	-0,25	0,23
Hirudinea	-0,28	-0,24	-0,20	-0,32	<u>0,62</u>	-0,09	-0,07	-0,03	0,21	0,14
Harpacticoida	-0,17	-0,26	-0,14	-0,21	<u>0,56</u>	0,02	0,03	0,08	0,11	0,07
Nematoda	-0,26	-0,38	-0,20	-0,35	<u>0,62</u>	-0,15	-0,15	-0,11	0,28	0,39
Naucoridae	-0,17	-0,26	-0,14	-0,21	<u>0,56</u>	0,02	0,03	0,08	0,11	0,07
Oligochaeta	-0,37	0,21	-0,27	<u>-0,52</u>	<u>0,54</u>	-0,33	-0,34	-0,40	0,27	<u>0,58</u>
Pomacea sp.	-0,16	-0,50	0,25	-0,40	-0,18	<u>0,61</u>	<u>0,60</u>	<u>0,55</u>	0,26	-0,08
Número total de indivíduos	-0,52	-0,01	-0,32	-0,70	0,48	-0,16	-0,17	-0,25	0,43	0,56

**Tabela 3.3.D.4-13** - Frequência de ocorrência dos táxons da comunidade zoobentônica do reservatório PA IV nas diferentes regiões (central e marginal), durante os meses de dezembro/07 a setembro/08. C= região central (N=2); M= região marginal (N=2). EUCONSTANTES: >61%; CONSTANTES; 41-60%.

Táxons / região	Reservatório PA IV							
	dez/07		mar/08		jun/2008		set/2008	
	C	M	C	M	C	M	C	M
Turbellaria	-	50,00	-	100,00	50,00	-	-	50,00
Nematoda	-	50,00	-	50,00	-	-	-	-
Oligochaeta	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	50,00	100,00
Hirudinea	50,00	100,00	-	100,00	100,00	50,00	-	100,00
Corbicula fluminea	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	50,00	100,00	100,00
Diplodon sp.	50,00	-	-	-	-	-	-	-
Pisidium sp.	-	100,00	-	-	-	-	-	-
Aylacostoma sp1	-	100,00	-	-	-	-	-	50,00
Aylacostoma sp2	-	-	-	50,00	-	50,00	-	50,00
Melanooides tuberculatus	50,00	100,00	50,00	100,00	50,00	100,00	100,00	100,00
Biomphalaria sp.	50,00	50,00	50,00	100,00	50,00	100,00	50,00	-
Hebetancylus sp.	-	50,00	-	-	-	-	-	-
Pomacea sp.	-	50,00	50,00	50,00	50,00	100,00	-	50,00
Ablabesmyia (Karelia)	-	-	-	50,00	-	-	-	-
Coelotanypus sp.	50,00	-	50,00	-	-	-	-	-
Dicrotendipes sp3	-	50,00	-	50,00	-	-	-	50,00
Parachironomus sp2	-	-	-	-	-	-	-	50,00
Tanytarsus sp2	-	50,00	-	-	-	-	-	50,00
Thienemanniella sp1	-	50,00	-	50,00	-	-	-	-
Naucoridae	-	-	-	50,00	-	-	-	-
Ephemeroptera NI*	-	-	-	50,00	-	-	-	-
Libellulidae	-	-	-	-	-	-	-	50,00
Acari	-	100,00	-	100,00	-	-	-	-
Conchostraca	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	-	100,00	-	100,00	50,00	50,00	-	50,00
Harpacticoida	-	-	-	50,00	-	-	-	-

\* não identificado

### 3.4. Considerações finais

- As águas dos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso ainda não foram enquadradas pelo órgão ambiental competente, de modo que os dados de qualidade da água foram analisados, considerando-as como pertencentes à classe 2, com base no Artigo 42 da Resolução n.º. 357/05 do CONAMA, datada de 17/03/2005.
- Dentre as variáveis monitoradas em campo, a saber, temperatura, pH, concentração de oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (STD), aquelas consideradas pelo CONAMA - pH, OD e STD -, apresentaram seus valores médios nas estações amostradas dentro dos limites estabelecidos, à exceção dos valores de STD.
- Os valores de STD registrados em MOX 03, no reservatório de Moxotó, foram superiores ao limite de 0,5 g.L<sup>-1</sup> estabelecido na Resolução n.º. 357/CONAMA, influenciado pela contribuição recebida pelo rio tributário Moxotó, onde a estação está situada.
- Dentre as variáveis físicas e químicas analisadas em laboratório, incluindo turbidez, sólidos em suspensão totais (SST), sólidos em suspensão orgânicos (SSO), sólidos em suspensão inorgânicos (SSI), alcalinidade e dureza totais, cálcio, magnésio, cloretos, nutrientes nitrogenados dissolvidos (nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato), nutrientes fosfatados dissolvidos (ortofosfato), clorofila a e nutrientes fosfatados totais (fosfato e fósforo), todas as variáveis monitoradas pelo CONAMA, apresentaram seus valores médios nas estações amostradas enquadrados na Resolução n.º. 357/CONAMA, à exceção dos valores de fósforo total.
- A estação MOX 03, localizada no rio Moxotó, apresentou valores de fósforo total mais elevados que as demais estações e para a maioria das variáveis analisadas.

- De acordo com a ponderação do índice de estado trófico modificado (IET médio), os reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso apresentaram uma predomiância do estado oligotrófico a mesotrófico.
- Não foi constatada a presença de agrotóxicos nas amostras analisadas das estações AGRO 01 e AGRO 02, durante a presente campanha.
- Foi constatada a presença de óleos e graxas em quatro estações de amostragem. Os valores encontrados indicam uma possível contaminação por esses compostos no reservatório de PA I, II, III e PAIV. No entanto, é impossível determinar a fonte dessa contaminação, tendo em vista a influência urbana da cidade de Paulo Afonso neste local, onde várias indústrias estão instaladas, sendo potenciais poluidores.
- Não foi evidenciado qualquer tipo de vazamento das unidades geradoras das UHEs do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso e não sendo visualizado a presença de manchas de óleos na superfície da água.

## 4. Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas

Macrófita aquática é um termo que se aplica aos vegetais que ocorrem em ambientes úmidos, de uma forma geral, não levando em consideração aspectos taxonômicos nesse agrupamento (Esteves, 1998). Este termo foi proposto por Cook (1974), se referindo “aos vegetais vasculares cujas partes fotossinteticamente ativas estão permanentemente, ou por alguns meses, submersas ou flutuantes em água e são visíveis a olho nu”. A amplitude de adaptações morfo-fisiológicas que as macrófitas apresentam gera algumas discordâncias entre pesquisadores (Scremin-Dias 1999; Pivari et al., 2008), tendo sido, inclusive, sugeridos outros termos como “limnófitos” (Hoehne 1955) ou “hidrófitas” (Font Quer 1977).

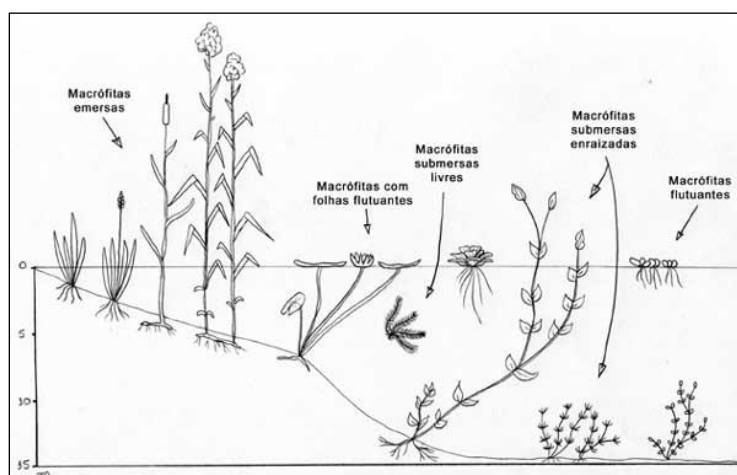
Devido às inúmeras formas de adaptação ao ambiente aquático, diferentes autores dos sistemas de classificação de angiospermas admitem diferentes famílias vegetais como plantas aquáticas. Cronquist (1981) considera 52 famílias enquanto Judd *et al.* (2002), registra apenas 39 famílias em tais condições. Por outro lado, Cook (1990), trabalhando especificamente com macrófitas aquáticas, relata 78 famílias que agrupam espécies distribuídas em áreas úmidas (Pivari et al., 2008).

Pode-se classificar as plantas aquáticas de acordo com seu hábito ou forma de vida em relação ao meio aquático, sobretudo à superfície da água, em: a) **anfíbia ou semi-aquática** – aquelas capazes de viver tanto em área alagada como fora d’água, apresentando ecomorfose (modificação da forma) durante a transição da fase aquática para a terrestre, com o rebaixamento do nível da água; b) **emergente** – as enraizadas no fundo, parte submersas e parte fora d’água; c) **flutuantes fixas** – aquelas enraizadas no fundo, com caule e/ou ramos e/ou folhas flutuantes; d) **flutuantes livres** – as não enraizadas no fundo, que podem ser transportadas pelas correntes, pelo vento e por animais; e) **submersas fixas** – aquelas enraizadas no fundo, com caule e folhas submersos, apresentando geralmente apenas as flores fora da água; f) **submersas livres** – as plantas não enraizadas no fundo, totalmente submersas, e que geralmente apresentam apenas suas flores emersas; e g) **epífitas** – as que se instalam sobre outras plantas aquáticas (POTT & POTT, 2000).

Uma classificação mais recente (IRGANG & GASTAL Jr., 1996) divide as macrófitas aquáticas em apenas três grupos: a) **flutuantes livres** – abaixo, acima ou na

superfície; b) **enraizadas no substrato** – submersas, com folhas flutuantes, caules flutuantes com folhas emergentes, emergentes, trepadeiras e anfíbias; e c) **enraizadas sobre outras** (epífitas). Algumas espécies podem apresentar diversas formas biológicas, em função do habitat e suas alterações relacionadas ao nível da água, alternando entre submersas a emergentes, ou em função de sua idade e fase do desenvolvimento, como submersa fixa na fase jovem a flutuante fixa ou livre na fase adulta

Esteves (1988) apresenta ainda, outra classificação, a qual denomina grupos ecológicos, são eles: a) **Emersas:** plantas enraizadas com folhas sobre a lâmina d'água, ex: *Echinochloa*, *Typha*; b) **Flutuantes:** plantas flutuantes livres, ex: *Limnobium*, *Lemna*; c) **Submersas enraizadas:** plantas enraizadas e submersas, ex: *Vallisneria*, *Nitella*, etc.; d) **Submersas livres:** plantas que apresentam raízes e flutuam submersas, ex: *Utricularia*; e) **Com folhas flutuantes:** plantas enraizadas com folhas flutuantes na lâmina d'água; ex: *Nymphoides*, etc. (Figura 4-1).



**Figura 4-1** - Classificação das macrófitas aquáticas em grupos ecológicos segundo Esteves (1988). Fonte: [http://www.ufscar.br/~probio/perfil\\_m.jpg](http://www.ufscar.br/~probio/perfil_m.jpg).

As macrófitas aquáticas desempenham um papel extremamente importante no funcionamento dos ecossistemas onde ocorrem, sendo capazes de estabelecer uma forte ligação entre o sistema aquático e o ambiente terrestre que o circunda. Dentre suas funções pode-se destacar: serem a principal comunidade produtora de biomassa em ambientes aquáticos (Esteves 1988); atuam na dinâmica de ecossistemas aquáticos fornecendo a base da cadeia alimentar (Pedralli, 2000); disponibilizam abrigo a peixes, insetos, moluscos e perifiton (Pott & Pott 2001); reduzem a turbulência da água (efeito “filtro”), que compreende a sedimentação de grande parte do material de origem alóctone,



pelo efeito “bombeamento”, de fundamental importância na ciclagem de nutrientes; alta taxa de produtividade primária (Esteves 1988); Autodepuração das águas pela assimilação de nutrientes e retenção de sedimentos (Hamilton, 1993); uso direto como bioindicadoras da qualidade da água, na despoluição de ambientes aquáticos, na produção de biomassa e obtenção de biogás, na alimentação animal, na culinária, no controle da erosão hídrica, no melhoramento físico e nutricional do solo, na confecção têxtil, como medicinais, ornamentais, apícolas, corantes, herbicidas, algicidas, fungicidas, dentre outras (Pedralli 1990; Cook 1990; Irgang & Gastal Jr. 1996; Pott & Pott 2000).

Apesar de sua importância para o ambiente, o crescimento excessivo dessas plantas, de um modo geral, torna-se indesejável economicamente por comprometer a utilização da água sob diversos aspectos. Isso inclui o impedimento à navegação e à captação da água, invasão de culturas irrigadas, entupimento de canais e tubulações de hidrelétricas (Thomaz & Bini 1999). Além disso, representam uma importante variável na proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica (Pedralli 2000).

Os reservatórios, como ambientes transitórios entre sistemas lóticos (de água corrente) e lênticos (águas paradas) apresentam excelentes condições ecológicas para a proliferação de macrófitas aquáticas. Nos reservatórios localizados ao longo do rio São Francisco são registradas a presença destas macrófitas que, quando flutuantes, se deslocam a favor dos ventos e com o aumento do nível das águas, para o corpo central do rio em direção às barragens. Há também a presença de submersas enraizadas que, usualmente, constituem problemas para a navegação, recreação, aproveitamento da água para suprimento humano e podem representar uma séria ameaça às turbinas de geração.

Desta forma, o conhecimento sobre a biologia e ecologia das macrófitas aquáticas é hoje prioritária para o adequado manejo e funcionamento dos ecossistemas aquáticos. O presente catálogo tem como objetivo apresentar as espécies de macrófitas aquáticas ocorrentes no baixo São Francisco, descrevendo informações ecológicas e de distribuição ao longo da área estudada.

## 4.1. Metodologia

Em decorrência da preocupação com a proliferação de macrófitas aquáticas, sejam submersas enraizadas ou flutuantes livres, que possam comprometer os usos

múltiplos dos reservatórios e o funcionamento das UHEs, sobretudo no complexo de Paulo Afonso, foi dada ênfase ao levantamento nas áreas de reentrâncias e margem mais suaves localizadas nos reservatórios de Moxotó, PA I,II,III e PA IV.

As atividades do primeiro ano do Programa de Monitoramento de Macrófitas do reservatório do complexo hidroelétrico de Paulo Afonso: PA 123, PA 4 e o Rio Moxotó envolveram três viagens quadrimestrais de campo entre dezembro de 2007 e dezembro de 2008. A cada coleta foram realizados: levantamento florístico, a delimitação dos principais prados encontrados, realizada a quantificação da biomassa das macrófitas nesses ambientes e calculada a taxa de crescimento de *Egeria densa*. Como produto destas atividades foram entregues 3 relatórios preliminares.

#### 4.1.A. Levantamento florístico

Para a realização do levantamento florístico foram coletados em vários pontos ao longo do leito do rio e das margens do reservatório, indivíduos inteiros ou amostras de ramos floridos e/ ou frutificados com a utilização de tesoura de poda. Os indivíduos coletados eram fotografados e prensados em campo para transporte ao laboratório de Ecologia de Ecossistemas Aquáticos da UFRPE. Informações sobre os indivíduos foram devidamente anotadas em cadernetas de campo dando ênfase a dados como coloração de partes florais e frutos, hábito (anfíbia, emergente, flutuante fixa, flutuante livre, submersa fixa e submersa livre) e habitat. Flores e frutos, quando coletados, foram acondicionados em frascos de vidro, e, posteriormente, fixados em solução de álcool 70%, com objetivo de auxiliar nos estudos morfológicos e de identificação.

Em laboratório as plantas foram identificadas com auxílio de literatura específica (Joly, 1987; Irgang e Gastal Jr., 1996; Pott e Pott, 2000) e prensadas para secagem em estufa à temperatura constante de 60 °C e confecção de exsicatas segundo as técnicas propostas por Mori et al (1989). O material botânico processado e identificado será incorporado ao acervo do Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR) e ao acervo particular da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. O sistema de classificação utilizado é o Cronquist (1981).

#### **4.1.B. Delimitação dos prados de macrófitas aquáticas**

Foram selecionados prados representativos de macrófitas para delimitação e monitoramento ao longo do período de estudo. Com o auxílio de GPS, os prados foram georeferenciados em campo através da marcação de seus limites principais para posterior plotagem em imagem digital disponibilizada pelo programa “Google Earth free” e conseqüente cálculo de sua área total com auxílio das ferramentas disponíveis no programa.

Em agosto de 2008, no rio de Moxotó foram georeferenciados pontos a cada 300 m no sentido montante - jusante. A partir da marcação do ponto inicial em uma das margens do reservatório, a equipe dirigia-se em direção a outra margem que também era georeferenciada. O procedimento foi repetido seguidamente e, em cada ponto, era observada, anotada e fotografada a composição florística e a predominância visual.

#### **4.1.C. Determinação da biomassa das macrófitas**

Para determinação de uma possível zonação na distribuição de macrófitas nas margens dos reservatórios, foram plotadas 3 (três) transecções de 15 metros cada, nos reservatórios de Moxotó e PA4, para coleta de amostras. Os transectos foram marcados através de estacas fincadas próximas à linha d’água (margem) e a 15 metros em direção ao fundo. A cada 2 metros, a partir da margem para o fundo, as macrófitas eram coletadas com auxílio de um quadrado metálico de 50 x 50 cm, conforme descrito acima, perfazendo um total de 7 amostras por transecto.

Também foram marcados pontos de coleta de material para cálculo de biomassa com quadrados (amostragem aleatória) sendo 1 (um ponto em Vila Setenco – estação Moxotó e 3 (três) pontos no complexo PA I, II e III.

Para os dois tipos de amostragem, as plantas coletadas eram ensacadas, etiquetadas e refrigeradas ainda em campo para transporte ao laboratório de Ecossistemas Aquáticos da UFRPE. Depois de separadas por espécie, cada amostra era levada a estufa a uma temperatura constante de 60°C e pesadas após atingir peso constante. Os dados serão apresentados após cálculo de média, desvios-padrões e erro.

#### 4.1.D. Determinação da taxa de crescimento da *Egeria densa*

Por *E. densa* ser considerada um problema para a manutenção dos reservatórios, a espécie foi selecionada para a determinação de seu crescimento, dado que será utilizado, posteriormente, para estimativas de volume de plantas liberadas aos reservatórios. Para a determinação da taxa de crescimento 40 (quarenta) ápices da espécie foram marcados em duas estações, uma em Moxotó e outra em PA4.

Em cada estação, as plantas receberam marcador, seqüencialmente numerados sendo as 20 primeiras plantas marcadas na estação Moxotó e as demais, na estação PA4. Após receberem a numeração cada haste foi medida a partir do marcador até seu ápice (Figura 5). Após 20 dias, foram recolhidas e medidas novamente, ainda em campo, para determinação do incremento em tamanho desenvolvido pelas plantas. Depois da medição as plantas foram transportadas ao Laboratório de Limnologia da UFRPE onde foram secas em estufa a 60°C e posteriormente, pesadas para obtenção de sua biomassa.

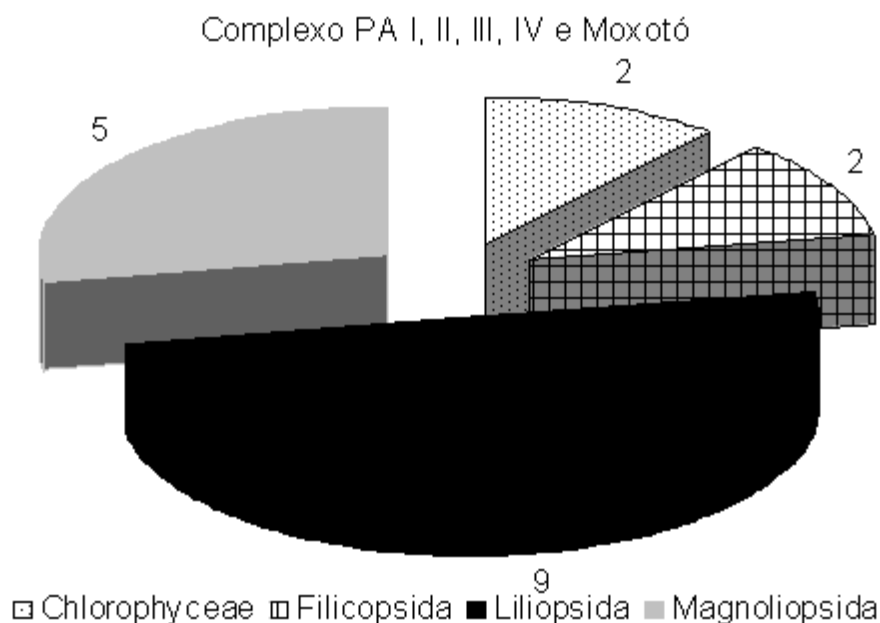
#### 4.1.E. Contaminação por metais pesados

Exemplares das espécies *Egeria densa* e *Chara fragilis* para o reservatório PA IV; *Pistia* sp. e *Egeria densa* para o reservatório de PA I, II e III; e *Egeria densa*, *Eicchornia crassipiens* e *Salvinia* sp. para o rio Moxotó foram coletadas e encaminhadas para análise de contaminação por Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg). O método utilizado foi o MESP 134 cujo limite de detecção é 0,1 µg/g para Mercúrio e 1 µg/g para Cádmio, em abril de 2008.

## 4.2. Resultados

### 4.2.A. Levantamento florístico

27 espécies de macrofitas aquáticas foram registradas nos reservatórios PA 1,2,3,4 e rio Moxotó. As plantas encontradas estão representadas pelas Divisões Chlorophyta, Pteridophyta e Magnoliophyta, esta última com maior número de representantes e incluindo duas classes: Liliopsida (Monocotyledoneae) com oito famílias e Magnoliopsida (Dicotyledoneae) com cinco famílias. As Divisões Pteridophyta e Chlorophyta estão representadas por duas famílias cada (Figura 4.2.A-1).



**Figura 4.2.A-1** - Número de famílias das classes de macrófitas encontradas nos reservatórios de Moxotó, PA I, II, III e PA IV, entre dezembro de 2007 e novembro de 2008.

Das vinte e sete espécies identificadas, dezoito pertencem a Divisão Magnoliophyta, distribuídas nas suas duas classes: doze em Liliopsida: *Pistia stratiotes* L., *Najas guadalupensis* (Spreng.) Magnus, *Najas* sp, *Egeria densa* Planch., *Eichhornia crassipes* Mart., *Polygonum ferrugineum* Wedd, *Eleocharis acutangula* (Roxb.) J.A. Schultes, *Eleocharis minima* Kunth, *Oxycaryum cubense* (Peopp. & Kunth) Lye, *Cyperus*

*virens* Michx., *Paspalidium geminatum* (Forssk) Stapf e *Typha domingensis* Pers.; Seis espécies em Magnoliopsida: *Hydrocotyle verticillata* Thunb., *Aeschynomene* sp L., *Ludwigia leptocarpa* (Nutt.) Hara, *Ludwigia* sp., *Bacopa* sp e *Nymphoides indica* (L.) Kuntze

Duas espécies representaram a Divisão Chlorophyta: *Chara fragilis* e *Cladophora* sp.; ambas na classe Chlorophyceae e na sete espécies na Divisão Pteridophyta: *Salvinia auriculata* Aubl., *Salvinia minima* Baker, *Azolla filiculoides* Lam., *Azolla* sp., *Ceratopteris pteridoides* (Hook) Hieron, *Thelypteris interrupta* (Willd.) K. Iwats. E *Acrostichum aureum* L., todas na classe Filicopsida.

Segue classificação das macrófitas identificadas na área de estudo:

#### DIVISÃO: CHLOROPHYTA

Classe: Chlorophyceae

Ordem: Cladopholares

Família: Cladophoraceae

Gênero: *Cladophora*

*Cladophora* sp.

Ordem: Charales

Família: Characeae

Gênero: *Chara*

*Chara fragilis* Dexvaux

#### DIVISÃO: PTERIDOPHYTA

Classe: Filicopsida

Ordem: Hydropteridales

Família: Salviniaceae

Gênero: *Salvinia*

*Salvinia auriculata* Aubl.

*Salvinia minima* Baker

Família: Azollaceae

Gênero: *Azolla*

*Azolla filiculoides* Lam.

*Azolla* sp.

Ordem: Polypodiales

Família: Parkeriaceae

Gênero: *Ceratopteris*

*Ceratopteris pteridoides* (Hook) Hieron

Família: Thelypteridaceae

Gênero: *Thelypteris*

*Thelypteris interrupta* (Willd.) K. Iwats.

Família: Pteridaceae  
Gênero: *Acrostichum*  
*Acrostichum aureum* L.

DIVISÃO: MAGNOLIOPHYTA

Classe: Liliopsida (Monocoyledoneae)

Subclasse: Arecidae

Ordem: Arales

Família: Araceae

Gênero: *Pistia*

*Pistia stratiotes* L.

Ordem: Najadales

Família: Najadaceae

Gênero: *Najas*

*Najas guadalupensis* (Spreng.) Magnus

*Najas* sp

Subclasse: Alismatidae

Ordem: Hydrocharitales

Família: Hydrocharitaceae

Gênero: *Egeria*

*Egeria densa* Planch.

Subclasse: Liliidae

Ordem: Liliales

Família: Pontederiaceae

Gênero: *Eichhornia*

*Eichhornia crassipes* Mart.

Subclasse: Caryophyllidae

Ordem: Polygonales

Família: Polygonaceae

Gênero: *Polygonum*

*Polygonum ferrugineum* Wedd

Subclasse: Commelinidae

Ordem: Cyperales

Família: Cyperaceae

Gênero: *Eleocharis*

*Eleocharis acutangula* (Roxb.) J.A. Schultes

*Eleocharis minima* Kunth

Gênero: *Oxycaryum*

*Oxycaryum cubense* (Peopp. & Kunth)Lye

Gênero: *Cyperus*  
*Cyperus virens* Michx.

Família: Poaceae  
Gênero: *Paspalidium*  
*Paspalidium geminatum* (Forssk) Stapf

Ordem: Thyphales  
Família: Typhaceae  
Gênero: *Typha*  
*Typha domingensis* Pers.

Classe: Magnoliopsida (Dicotyledoneae)

Subclasse: Rosidae

Ordem: Apiales  
Família: Apiaceae  
Gênero: *Hydrocotyle*  
*Hydrocotyle verticillata* Thunb.

Ordem: Fabales  
Família: Fabaceae  
Gênero: *Aeschynomene* L.  
*Aeschynomene* sp L.

Ordem: Myrtales  
Família: Onagraceae  
Gênero: *Ludwigia*  
*Ludwigia leptocarpa* (Nutt.) Hara  
*Ludwigia* sp

Subclasse: Asteridae

Ordem: Plantaginales  
Família: Plantaginaceae  
Gênero: *Bacopa* Aubl  
*Bacopa* sp

Ordem: Solanales  
Família: Menyanthaceae  
Gênero: *Nymphoides* Aubl.  
*Nymphoides indica* (L.) Kuntze

Como resultado do levantamento florístico realizado a partir do mapeamento dos prados verificou-se a presença das seguintes espécies por estação:

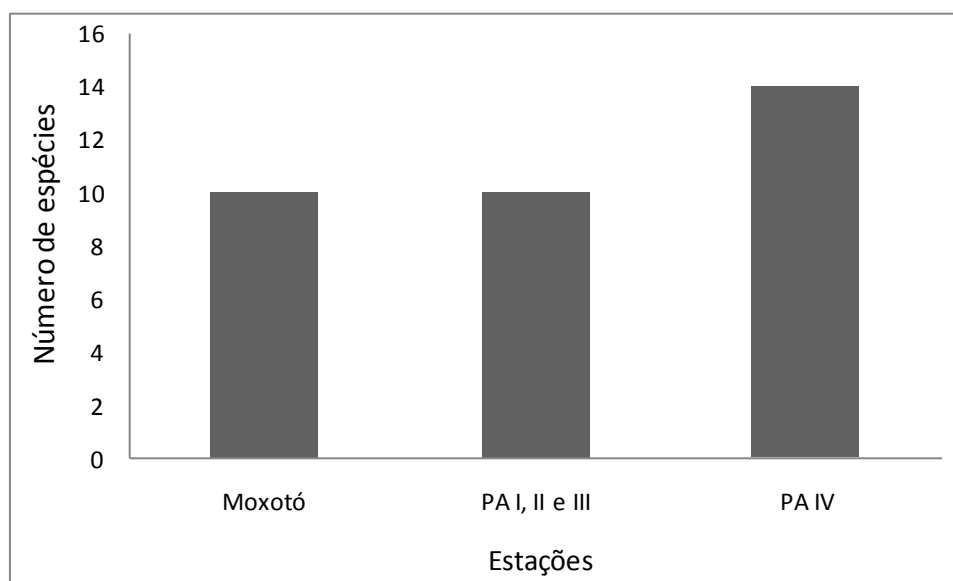
Rio Moxotó: *Eichhornia crassipes* Mart.; *Egeria densa* Planch.; *Salvinia auriculata* Aubl., *Ludwigia leptocarpa* (Nutt.) Hara; *Ceratopteris pteridoides* (Hook) Hieron); *Ludwigia*



sp; *Paspalidium geminatum* (Forssk) Stapf.; *Pistia stratiotes* L.; *Acrostichum aureum* L.; *Typha domingensis* Pers. (Figura 4.2.A-2).

Reservatório de PA 4: *Bacopa* sp.; *Eleocharis acutangula* (Roxb.) J.A. Schultes; *Hydrocotyle verticillata* Thunb.; *Acrostichum aureum* L.; *Ludwigia leptocarpa* (Nutt.) Hara; *Salvinia auriculata* Aubl.; *Eichhornia crassipes* Mart.; *Egeria densa* Planch.; *Oxycaryum cubense* (Peopp. & Kunth)Lye ; *Paspalidium geminatum* (Forssk) Stapf. *Chara fragilis* Dexvaux; *Eleocharis minima* Kunth; *Typha domingensis* Pers., *Aeschynomene* sp.(Figura 4.2.A-2).

Reservatório de PA 123: *Oxycaryum cubense* (Peopp. & Kunth)Lye; *Thelypteris interrupta* (Willd.) K. Iwats); *Egeria densa* Planch.; *Typha domingensis* Pers.; *Ludwigia leptocarpa* (Nutt.) Hara; *Cyperus virens* Michx. *Eichhornia crassipes* Mart.; *Pistia stratiotes* L.; *Acrostichum aureum* L. *Paspalidium geminatum* (Forssk) Stapf. (Figura 4.2.A-2).



**Figura 4.2.A-2** - Número de espécies por estação das macrófitas no Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso, em agosto de 2008.

#### 4.2.B. Delimitação dos prados de macrófitas aquáticas

De acordo com o levantamento de dados realizado no presente quadrimestre, as duas margens do rio Moxotó encontram-se colonizadas por *C. pteridoides*, *E. crassipes*,

*E. densa*, *P. stratiotes*, *S. auriculata* e *T. domingensis*, até o encontro com o reservatório de Moxotó.

Neste período, só foi possível subir o rio de barco até o povoado de Canafístula, Alagoas, pois a partir deste povoado todo o leito estava tomado por *E. crassipes* na superfície, e por *E. densa* submersa. Seguindo o curso do rio, ambas margens apresentaram prados mistos das espécies supracitadas, com largura de até 30 metros da margem e com predominância visual das espécies *T. domingensis*, *E. crassipes* e *E. densa*. A espécie *T. domingensis* predomina nos primeiros metros, entrando no rio, dando espaço para as espécies *E. densa* e *E. crassipes*. Em certos pontos do rio, foi possível visualizar que o prado de *E. densa* chega até a outra margem.

Já no reservatório de Moxotó, as suas margens submersas estão todas colonizadas pela macrófita *E. densa*, onde os prados colonizam uma área que chega até a profundidade de 12 metros. *T. domingensis* é a macrófita fixa também predominantes neste reservatório, adentrando-o e sendo seguida por *E. crassipes* (visualizada em poucos pontos neste reservatório).

No reservatório de PA IV foi observado o mesmo modelo de distribuição encontrado em Moxotó. Novamente houve predomínio de *T. domingensis*, como macrófita fixa adentrando o reservatório, sendo seguida por *E. densa* e em alguns pontos por *E. crassipes*. Mais uma vez, *E. densa* apresentou uma maior área de ocupação (por estimativa visual), chegando até a profundidade de 12 metros, em alguns pontos.

Em PA I, II e III as espécies predominantes foram *T. domingensis* e *E. densa*. Está última ocupa uma vasta área do reservatório, chegando até perto das comportas, com prados que podem chegar a 400m de comprimento. Porém, a largura deste nas margens, varia de acordo com a profundidade e o tipo de substrato. Foram observados prados esparsos de *E. crassipes* ao longo do reservatório.

Portanto, fica claro o predomínio das espécies *E. densa* e *E. crassipes* como as macrófitas que potencializam problemas (recreação, deslocamento de embarcações e geração de energia) para os reservatórios estudados, já que, em relatórios prévios, ficou constatado a alta biomassa produzida por estas duas espécies levada pela grande área de ocupação e por sua rápida dispersão.

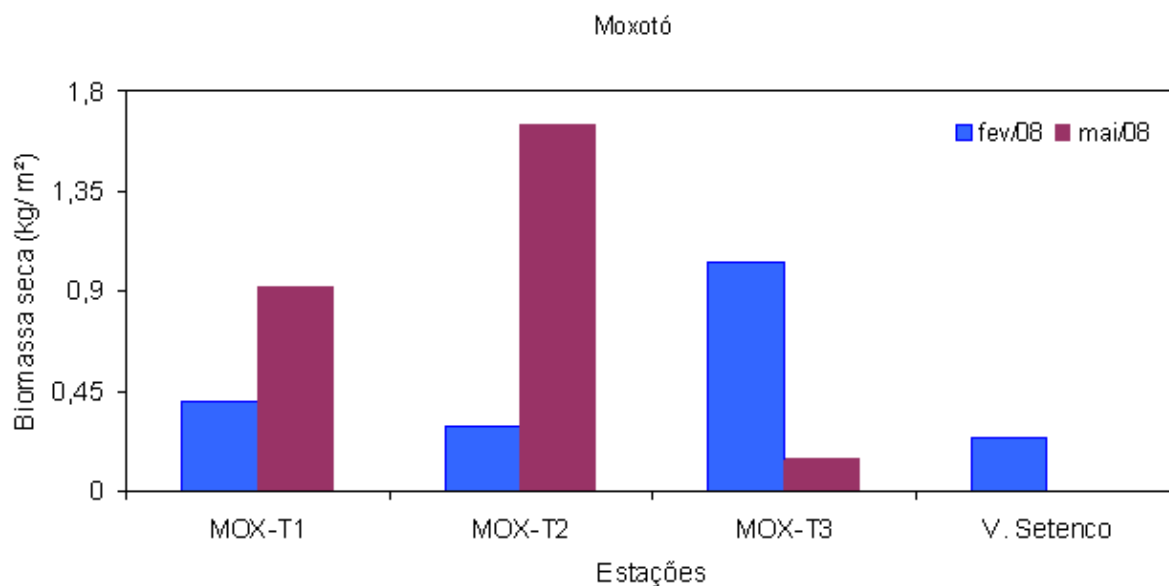
#### 4.2.C. Determinação da biomassa das macrófitas

A biomassa de macrófitas no reservatório de Moxotó, obtida nos transectos, variou entre  $0,24 \pm 0,14 \text{ kg m}^{-2}$  (Vila Setenco) a  $1,03 \pm 0,75 \text{ kg m}^{-2}$  (transecção 3), sem diferença significativa entre as transecções (Figura 4.2.C-1).

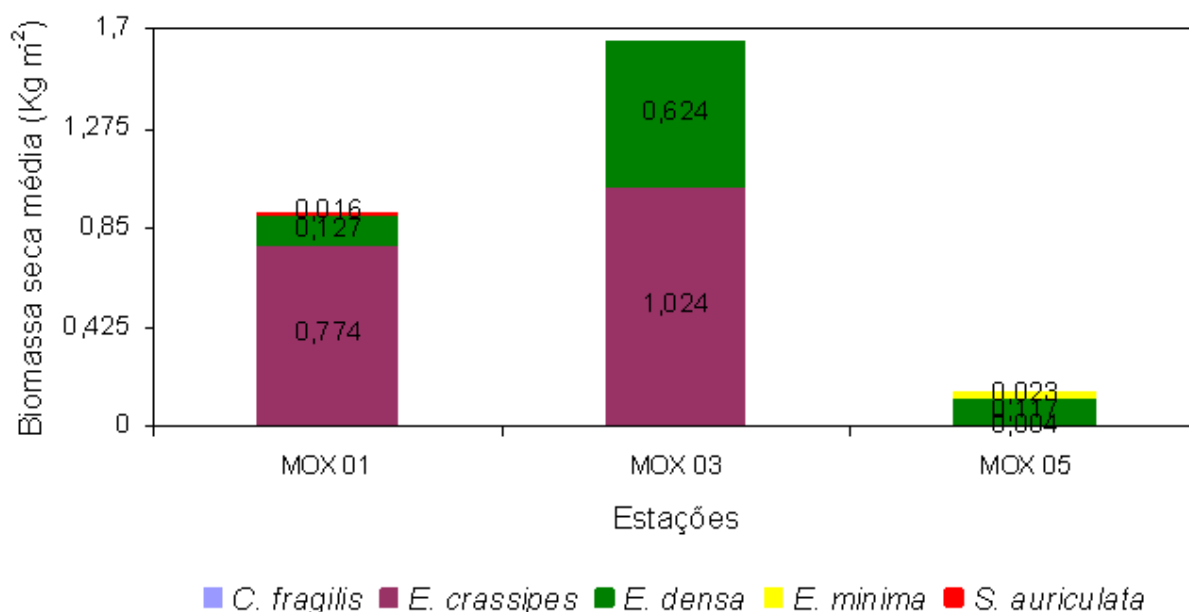
No mês de maio de 2008, os valores biomassa total foram superiores ao mês de abril de 2008. O menor valor foi determinado na transecção 3 ( $0,145 \text{ kg m}^{-2}$ ) e o maior valor na transecção 2 ( $1,648 \text{ kg m}^{-2}$ ), também sem diferenças significativas entre as transecções (Tabela 4.2.C-1). Esses valores totais de biomassa estão distribuídos em cinco espécies diferentes. Com maior quantidade de matéria seca da macrófita aquática flutuante livre *E. crassipes*, que no primeiro ponto de coleta - MOX T1- representou 84,41% do total da biomassa coletada, correspondendo a  $0,774 \text{ Kg m}^{-2}$ . No segundo ponto - MOX T3 – a percentagem de biomassa dessa macrófita foi de 61,14%, correspondendo a  $1,024 \text{ Kg m}^{-2}$ . A segunda planta em maior quantidade foi *E. densa* – macrófita aquática enraizada fixa – que apresentou no primeiro ponto um percentual de 13,85 %, correspondendo a  $0,127 \text{ Kg m}^{-2}$  da estação. No segundo ponto essa planta aparece representando 37,86%, atingindo  $0,624 \text{ Kg m}^{-2}$  de matéria seca e, no terceiro, chegou a 81,25 %, que corresponde a  $0,117 \text{ Kg m}^{-2}$ . A terceira espécie foi *E. minima*, com  $0,023 \text{ Kg m}^{-2}$  de matéria seca, correspondendo a 15,97% da biomassa total da estação. Já *S. auriculata* com valor de matéria seca de  $0,016 \text{ Kg m}^{-2}$ , que equivale a uma percentagem de 1,74 em MOX T1 e *C. fragilis*, com  $0,004 \text{ Kg m}^{-2}$ , em MOX T3, correspondendo a 2,78% de biomassa seca produzida na estação (Figura 4.2.C-2; Tabela 4.2.C-2).

**Tabela 4.2.C-1** - Variação da biomassa seca ( $\text{kg m}^{-2}$ ) das macrófitas encontradas nos reservatórios de Moxotó, PA I, II, III e PA IV, entre janeiro e dezembro de 2008.

Estações	Moxotó				PA I, II e III			PA IV		
	MOX-T1	MOX-T2	MOX-T3	Vila Setenco	PAPI 01	PAOG 03	PACA 01	PA4-T1	PA4-T2	PA4-T3
abr/08	0,402	0,296	1,030	0,242	...	...	...	0,093	0,203	0,008
mai/08	0,917	1,648	0,145	...	0,378	1,337	0,668	0,468	0,408	0,784



**Figura 4.2.C-1** - Variação da biomassa seca média ( $\text{kg m}^{-2}$ ) das macrófitas encontradas no reservatório de Moxotó, entre dezembro/2007 e novembro/2008.



**Figura 4.2.C-2** - Variação da biomassa seca ( $\text{kg m}^{-2}$ ) por espécie de macrófita, no reservatório de Moxotó, no mês de maio de 2008.

**Tabela 4.2.C-2** - Participação relativa (%) das macrófitas no reservatório de Moxotó.

Macrófitas	MO MF 01	MO MF 03	MO MF 05
<i>E. crassipes</i>	84,41	62,14	
<i>E. densa</i>	13,85	37,86	81,25
<i>S. auriculata</i>	1,74		
<i>E. minima</i>			15,97
<i>C. fragilis</i>			2,78

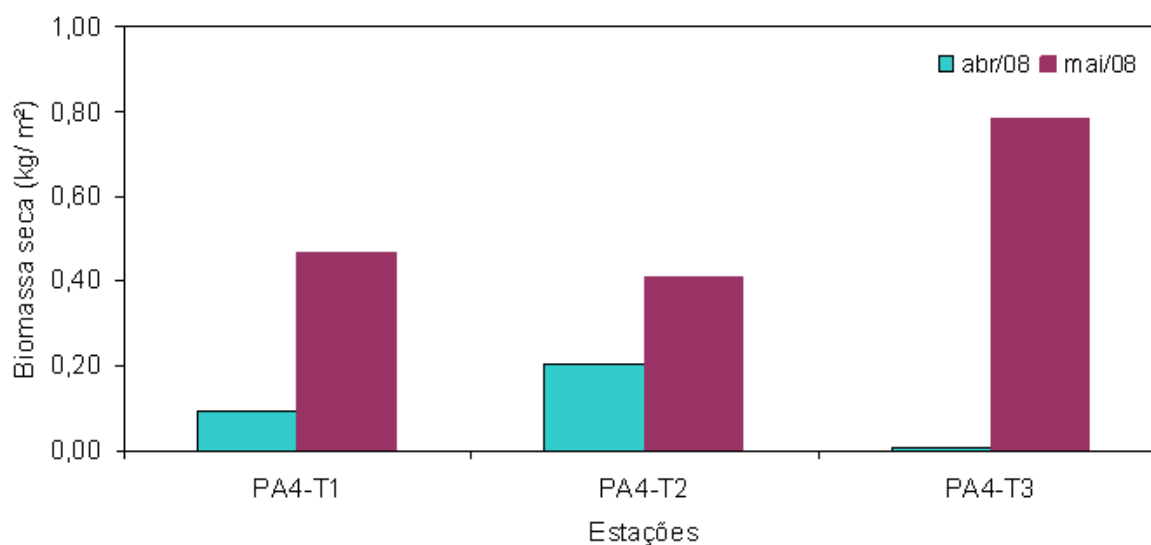
No reservatório de PA IV, os valores totais de biomassa variaram, no mês de abril do corrente ano entre 0,008 Kg m<sup>-2</sup> e 0,203 Kg m<sup>-2</sup>, sem diferença significativa entre as transecções (Figura 4.2.C-3; Tabela 4.2.C-1).

No mês de maio, os valores totais de biomassa foram superiores aos de abril, variando entre 0,408 Kg m<sup>-2</sup> e 0,784 Kg m<sup>-2</sup>. Estes valores estão distribuídos em cinco espécies. *E. densa* apresentou frequência de 100% neste reservatório, variando sua biomassa seca de 0,169 a 0,724 Kg m<sup>-2</sup> nos pontos PAIV T1 e PAIV T3, respectivamente. Esses valores equivalem, em percentagem de biomassa seca, a 36,19% e de 92,35% da biomassa seca total das estações, respectivamente. *C. fragilis* também apresentou uma frequência de 100% neste reservatório, porém com uma biomassa seca menor que *E. densa*. Seu menor valor foi de 0,014 Kg m<sup>-2</sup> correspondente a 2,99% de biomassa seca total na estação PAIV T1 e de 0,120 Kg m<sup>-2</sup> correspondente a 29,33% biomassa seca total na estação PAIV T2. *E. minima* apresentou frequência de ocorrência de 66,66%, com um valor de 0,003 Kg m<sup>-2</sup>, aproximadamente, 0,73% de biomassa seca produzida em PAIV T2 e valor de 0,164 Kg m<sup>-2</sup>, 35,12% da biomassa seca em PAIV T1. Observou-se também a ocorrência das macrófitas *N. guadalupense* com 0,008 Kg m<sup>-2</sup> (1,71% da biomassa na estação) e *Najas sp.* com 0,112 Kg m<sup>-2</sup>, o que representa, aproximadamente, 23,98% da biomassa da estação PAIV T1 (Figura 4.2.C-4; Tabela 4.2.C-3).

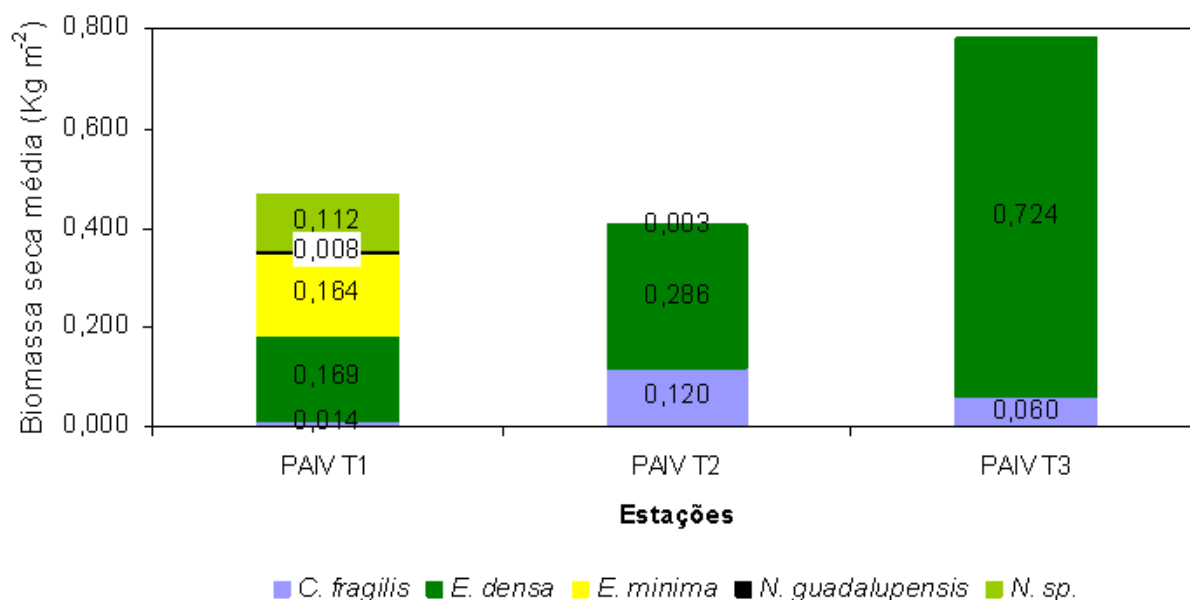
**Tabela 4.2.C-3** - Participação relativa (%) das macrófitas no reservatório de Paulo Afonso IV.

Macrófitas	PAIV 03	PAIV 04	PAIV 05
<i>N. guadalupensis</i>	1,71		
<i>E. densa</i>	36,19	69,93	92,35
<i>Najas sp.</i>	23,98		
<i>E. minima</i>	35,12	0,73	
<i>C. fragilis</i>	3,00	29,34	7,65

PA IV

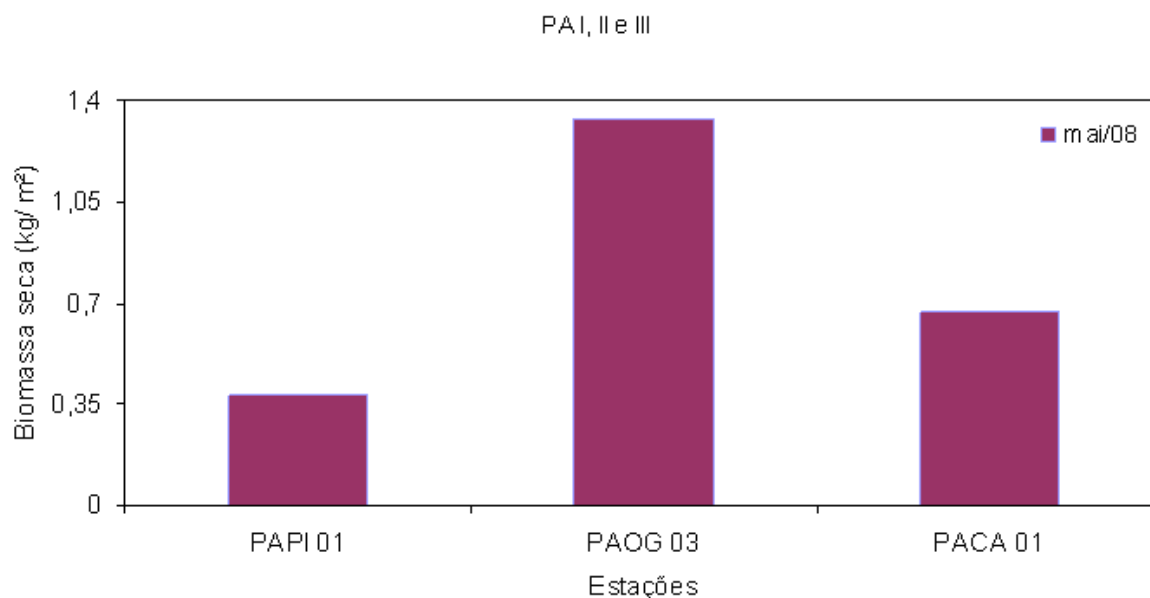


**Figura 4.2.C-3** - Variação da biomassa seca média (kg m<sup>-2</sup>) das macrófitas encontradas no reservatório de PA IV, entre dezembro/2007 e novembro/2008.



**Figura 4.2.C-4** - Variação da biomassa seca (kg m<sup>-2</sup>) por espécie de macrófita, no reservatório de PA IV, no mês de maio de 2008.

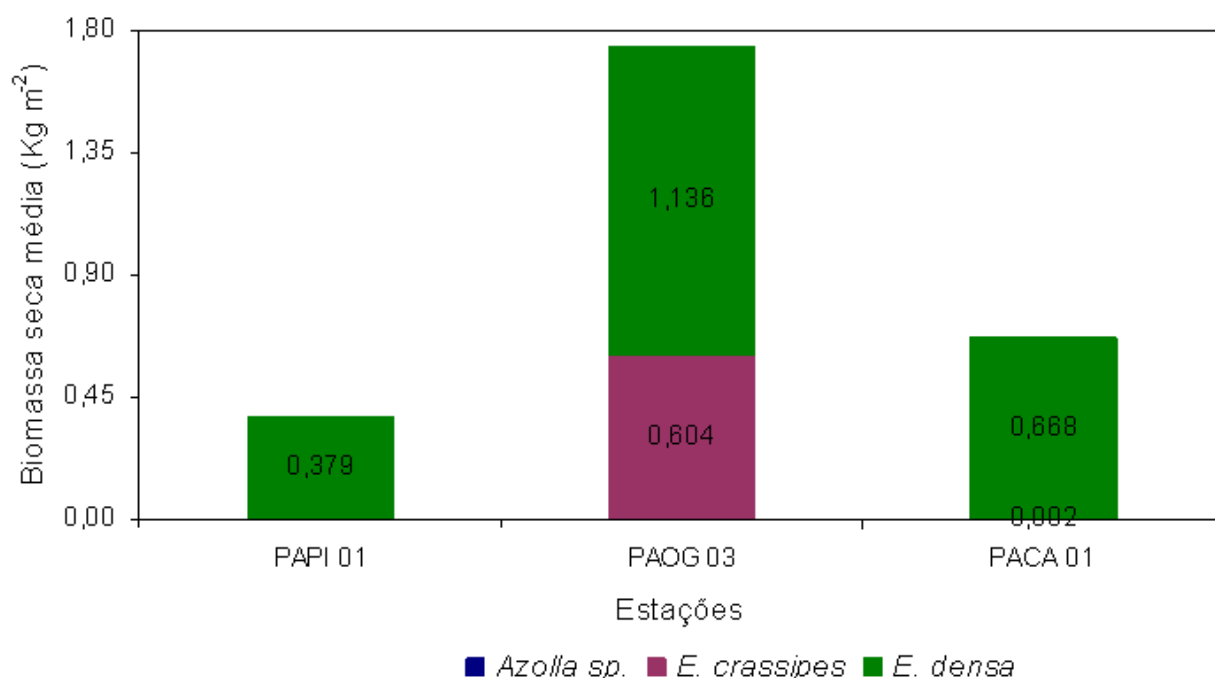
No reservatório de Delmiro Gouveia, os valores totais de biomassa variaram entre 0,378 Kg m<sup>-2</sup> a 1,337 Kg m<sup>-2</sup> (Figura 4.2.C-5; Tabela 4.2.C-1). Estes valores estão distribuídos em três espécies, com a predominância de *E. densa*, que no primeiro ponto - PAPI 01 - representou 100% da biomassa das amostras coletadas, com o valor de 0,379 Kg m<sup>-2</sup>; e no terceiro PA CA 01-com valores de 0,668 Kg m<sup>-2</sup>, correspondendo a 99,70% da biomassa total da estação. Já em PA OG 03, sua representação correspondeu a, 65,29% equivalente a 1,136 Kg m<sup>-2</sup> e os 34,71% restante foi de *E. crassipes*, com valor de 0,604 Kg/m<sup>-2</sup>. E, com menor biomassa seca, *Azolla sp.*, com 0,002 Kg m<sup>-2</sup> equivalente a 0,30% da biomassa total da estação, na estação PA CA 01 (Figura 4.2.C-6; Tabela 4.2.C-4).



**Figura 4.2.C-5** - Variação da biomassa seca (kg m<sup>-2</sup>) por espécie de macrófita, no reservatório de PA I, II e III, entre dezembro/2007 e novembro/2008.

**Tabela 4.2.C-4** - Participação relativa (%) das macrófitas no reservatório de Paulo Afonso I, II e III.

Macrófitas	P1 PI 01	P1 OG 03	P1 CA 01
<i>E. crassipes</i>		34,71	
<i>E. densa</i>	100,00	65,29	99,70
<i>Azolla sp.</i>			0,30



**Figura 4.2.C-6** - Variação da biomassa seca (kg m<sup>-2</sup>) por espécie de macrófita, no reservatório de PA I, II e III, no mês de maio de 2008.

#### 4.2.D. Determinação da taxa de crescimento da *Egeria densa*

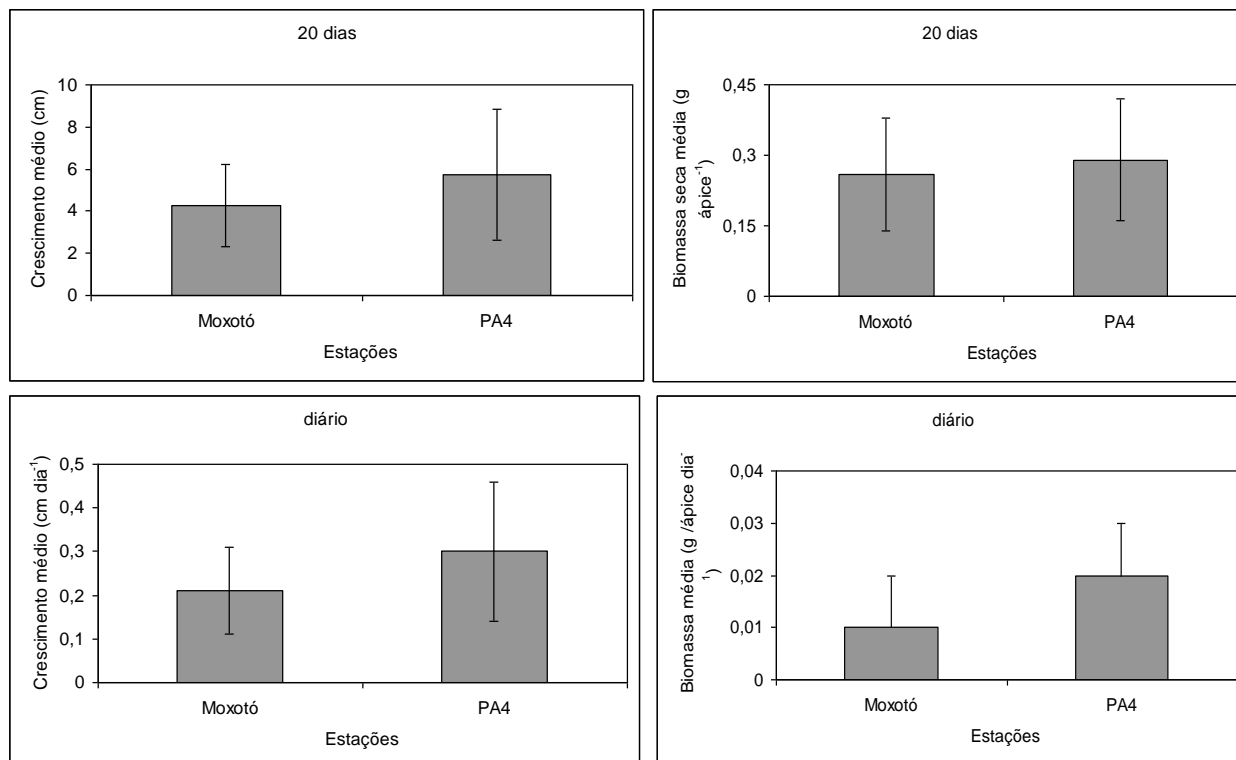
*Egeria densa* cresceu, em Moxotó,  $4,27 \pm 1,96$  cm ápice<sup>-1</sup> com incremento médio de biomassa de  $0,26 \pm 0,12$ g ápice<sup>-1</sup>, durante os 20 dias do experimento. Esses valores equivalem a um crescimento diário de  $0,21 \pm 0,10$  cm/ápice dia<sup>-1</sup> e biomassa de  $0,01 \pm 0,01$ g/ápice dia<sup>-1</sup>. No reservatório de PA4, o crescimento total foi de  $5,76 \pm 3,11$  cm ápice<sup>-1</sup> com biomassa média de  $0,29 \pm 0,13$  g ápice<sup>-1</sup>, equivalendo a  $0,29 \pm 0,13$  cm/ápice dia<sup>-1</sup> com biomassa de  $0,02 \pm 0,01$ g/ápice dia<sup>-1</sup>. Não houve diferença significativa entre as estações (Figura 4.2.D-1).

Em análise de regressão entre crescimento (cm/ápice dia<sup>-1</sup>) X biomassa (g/ápice dia<sup>-1</sup>) ambos apresentaram relação linear positiva com R<sup>2</sup> de 0,39 e 0,44 para os Moxotó e PA4, respectivamente (Figura 4.2.D-2).

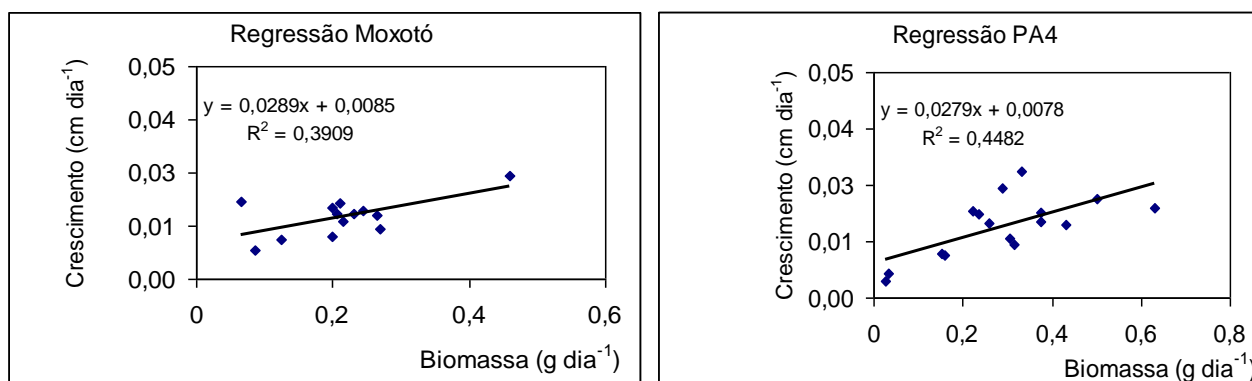
A determinação da taxa de crescimento fornece a base para a estimativa da biomassa global produzida em cada reservatório estudado. Ou seja, podemos utilizar a taxa de crescimento obtida multiplicando-a pela área de ocupação/infestação das



macrófitas problema e pelos valores de biomassa das plantas, o que nos fornecerá o volume médio produzido nos reservatórios (biomassa, por período de tempo, por área).



**Figura 4.2.D-1** - Taxa de crescimento de *Egeria densa* nos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso, em fevereiro de 2008.



**Figura 4.2.D-2** - Regressão entre crescimento e biomassa de *Egeria densa* nos reservatórios do Complexo Hidro Elétrico de Paulo Afonso, em fevereiro de 2008.

Para se ter uma idéia, este tipo de dado pode ser fundamental em tomadas de decisão sobre ações de manejo de áreas com altas taxas de desenvolvimento de macrófitas, oferecendo estimativas plausíveis de sua ocupação facilitando a determinação de que metodologia utilizar. Além disso, estes dados poderão ser

comparados a dados já existentes da ecologia dos prados em trabalhos científicos publicados (Nascimento, 2002; Oliveira et al., 2005) e relatórios anteriores, fornecendo à Chesf um histórico do problema das macrófitas em seus reservatórios.

#### 4.2.E. Contaminação por metais pesados

Assim como as amostras de água e sedimento, nenhuma das análises realizadas com amostras das espécies *Egeria densa* e *Chara fragilis* para o reservatório PA IV; *Pistia* sp. e *Egeria densa* para o reservatório de PA I, II e III; e *Egeria densa*, *Eichhornia crassipiens* e *Salvinia* sp. para o rio Moxotó, coletadas em abril de 2008, apresentou contaminação por Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg) pelo método MESP 134 cujo limite de detecção é 0,1 µg/g para mercúrio e 1 µg/g para Cádmio.

**Tabela 4.2.E-1** - Resultados das análises de contaminação por metais pesados em macrófitas coletadas em abril e junho de 2008 ao longo do rio Moxotó e reservatórios PA I,II e III e PA IV.

Espécie	Locais de coleta	Mês de coleta	Data do ensaio	Parâmetro	
				Cádmio (µg/g)	Mercúrio (Hg) (µg/g)
<i>Chara fragilis</i>	PA 4	Abr/2008	03/06/08 - Cádmio (Cd) 30/05/08 - Mercúrio (Hg)	ND	ND
<i>Egeria densa</i>	PA 4/ PA I, II, III/ Rio Moxotó	Abr/2008	03/06/08 - Cádmio (Cd) 30/05/08 - Mercúrio (Hg)	ND	ND
<i>Pistia</i> sp.	PA I, II, III	Abr/2008	03/06/08 - Cádmio (Cd) 30/05/08 - Mercúrio (Hg)	ND	ND
<i>Eichhornia crassipes</i>	PA I, II, III/Rio Moxotó	Abr/2008	03/06/08 - Cádmio (Cd) 30/05/08 - Mercúrio (Hg)	ND	ND
<i>Salvinia</i> sp.	Rio Moxotó	Abr/2008	03/06/08 - Cádmio (Cd) 30/05/08 - Mercúrio (Hg)	ND	ND
<i>Salvinia</i> sp.	Rio Moxotó	Jun/2008	11/07/08 - Cádmio (Cd) 10/07/08 - Mercúrio (Hg)	ND	ND
<i>Pistia</i> sp.	Rio Moxotó	Jun/2008	11/07/08 - Cádmio (Cd) 10/07/08 - Mercúrio (Hg)	ND	ND
<i>Egeria densa</i>	PA 4/Rio Moxotó	Jun/2008	11/07/08 - Cádmio (Cd) 10/07/08 - Mercúrio (Hg)	ND	ND
<i>Eichhornia crassipes</i>	PA 4/Rio Moxotó	Jun/2008	11/07/08 - Cádmio (Cd) 10/07/08 - Mercúrio (Hg)	ND	ND

\*Legenda: ND = Não Detectado.

### 4.3. Considerações finais

Neste primeiro ano de projeto, nas três viagens realizadas no trecho do rio São Francisco no complexo hidroelétrico de Paulo Afonso: PA 123, PA 4 e o Rio Moxotó, foi dado prioridade ao levantamento taxonômico das macrófitas seguido da determinação da área de ocupação.

Neste ano de 2008, foram identificadas 26 espécies de macrófitas, distribuídas em três divisões – Chlorophyta, Pteridophyta e Magnoliophyta, sendo esta última a mais representativa.

As famílias predominantes foram Onagraceae, Cyperaceae, Pontederiaceae e Hydrocharitaceae. Dentre estas, destacaram-se as famílias Pontederiaceae e Hydrocharitaceae por possuírem as macrófitas que demonstraram ser, a partir dos dados coletados, as maiores em biomassa e em áreas de infestação: *Egeria densa* e *Eichhornia crassipes*. As outras espécies encontradas não apresentaram predominância específica, caracterizando uma distribuição mais heterogênea na margem e na região litorânea do trecho estudado.

Em relação à biomassa produzida, os valores encontrados são considerados altos. Estes valores corroboram com os encontrados por Nascimento (2002) também nos mesmos reservatórios, com valores da ordem de  $0,57 \text{ kg m}^{-2}$ . Já Oliveira *et al.* (2005) estudando a capacidade de regeneração de *E. densa* também nos reservatórios de Paulo Afonso encontraram valores que variaram de  $0,48$  a  $0,51 \text{ g m}^{-2}$ , independente da época do ano. Segundo Camargo & Esteves (1995), a produção de macrófitas aquáticas em diferentes ecossistemas aquáticos brasileiros, varia de 3,5 a 70 toneladas de massa seca por hectare, mas pode chegar a mais como no trabalho de Piedade (1993), em que foi estimada uma produção de 100 T/ha para *Echinochloa polystachya*, na região amazônica.

Os valores de crescimento obtidos são equivalentes aos determinados por Nascimento (2002), quando a autora encontrou valores que variaram entre  $5,41 \pm 2,54$  e  $7,7 \pm 4,7 \text{ cm/ápice/15 dias}$  também nos mesmos reservatórios. Essas elevadas taxas de crescimento podem estar ocorrendo devido à grande disponibilidade de luz e nutrientes na água disponíveis para as macrófitas.

*Eichhornia crassipes* é uma macrófita flutuante, os seus prados são provisórios, o que vem dificultando a sua localização e determinação de seus tamanhos. Fatores como ventos e circulação das águas é que propiciam estes deslocamentos (Esteves, 1988). Já *Egeria densa* é uma macrofita submersa, fixa ao substrado que apesar de ter apresentado valores pequenos de biomassa, a sua área de ocupação é extensa, chegando a quase totalidade dos prados demarcados, como por exemplo, no rio Moxotó e em todo o complexo. Vários trabalhos têm demonstrado os efeitos negativos dessas espécies em rios e reservatórios por todo o mundo (Junk et al., 1981; Piedade et al., 1991; Pompêo & Henry, 1996, entre outros). Na margem superior dos reservatórios e do rio, próximo a linha de inundação, predominaram as Cyperaceae.

Portanto, neste segundo ano, terão continuidade as coletas de levantamento taxonômico e será dada ênfase ao monitoramento dos prados de *Egeria densa* e *Eichhornia crassipes* no trecho estudado.

## 5. Bibliografia

A.P.H.A./A.W.W.A./W.E.F. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19<sup>a</sup> ed., Washington: A . P.H. A ., 1995.

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 3: Oscillatoriales. **Algological Studies**, v. 80, n.1/4, p. 327-472.1988.

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 5: Stigonematales. **Algological Studies**, n.59, p. 1-73.1990.

ARORA, A. Rotifera as indicator of trophic nature environments. **Hydrobiologia**, v. 27: 146-159, 1966.

BARBIERI, G., PERET, A.C. & VERANI, J.R. Notas sobre alimentação do trato digestivo ao regime alimentar em peixes da região de São Carlos (SP). Quociente Intestinal. **Ver. Brás. Biol.** v. 54, p. 63-69, 1994.

BARBOSA, J.E.L., MENDES, J.S. Estrutura da comunidade fitoplanctônica e aspectos físicos e químicos das águas do reservatório Acauã, semi-árido paraibano. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE FICOLOGIA (Org.), **Formação de Ficólogos: um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2005, p. 339-360.

BAYS, J.S.; CRISMAN, T.L. Zooplankton and trophic state relationships in Florida lakes. **Can. J. Fish Aquat. Sci.**, v. 140: 1813-1819, 1983.

BÇRZINŠ, B.; PEJLER, B. Rotifer occurrence in relation to oxygen content. **Hydrobiologia**, v. 183: 165-172, 1989.

BEVERIDGE, M. **Cage aquaculture**. Oxford, Fishing News Books. 1991. 351p.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MOLICA, R. Cianobactéria invasora: aspectos moleculares e toxicológicos de *Cylindrospermopsis raciborskii* no Brasil. **Biociência e Desenvolvimento**, 2003. v.30, p.82-90.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome I: Les algues vertes.** Paris: Ed. N. Boubée, 572 p. 1966.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome II: Chrysophycées, Xanthophycées et Diatomées.** Paris: Ed. N. Boubée, 517 p. 1968.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome III: les algues brunes et rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Chryptomonadiens.** Paris: Ed. N. Boubée, 512 p. 1970.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau douce.** Paris: Editions Boubée, 1971.

BOUVY, M., MOLICA, R., DE OLIVEIRA, S., MARINHO, M., BECKER, B. Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 20, n. 3, p. 285-297, 1999.

BOUVY, M., FALCÃO, D., MARINHO, M., PAGANO, M., MOURA, A. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 23, p. 13-27, 2000.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CAMARGO, A. F. & ESTEVES, F. A. 1995. **Biomass and productivity of aquatic macrophytes in Brazilian lacustrine ecosystems.** In.: Tundisi, J. G.; Bicudo, C. E. M.; Matsumura-Tundisi, T. (Eds.). *Limnology in Brazil*. São Paulo: ABC/SBL. 137 – 149.

CHELLAPPA, N.T; COSTA, M.A.M. Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. **Acta Oecologica**, v.24, p.S3-S10. 2003

CHESF. **Levantamento dos potenciais poluidores dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso**: Relatório Técnico Final Nº 003 / 2005. Recife, CHESF/DMA/DEMG, 2005. 44p + anexos.

CHESF. Dados técnicos do rio São Francisco. Disponível em: [http://www.chesf.gov.br/riosaofrancisco\\_dadostecnicos.shtml](http://www.chesf.gov.br/riosaofrancisco_dadostecnicos.shtml). Acesso em: 25/01/2008.

COLE, G.A. **Textbook of limnology**. Saint Louis: The C.V. Mosby, 1975. 283p.

COSTA, I.A.S.; AZEVEDO, S.M.F.O.; SENNA, P.A.C.; BERNARDO, R.R.; COSTA, S.M.; CHELLAPPA, N.T. Occurrence of toxin producing cyanobacteria blooms in a Brazilian semiarid reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, p.211-219, 2006.

DILLON, P.J. & RIGLER, F.H. A test of a simple nutrient budget model predicting the phosphorous concentration in a lake water. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, 31: 1771-1778. 1974.

EINSELE, U. Crustacea: Copepoda: Calanoida und Cyclopoida. **Spektrum Akademischer Ver.** 1998, 782 p.: ill.

ELER, M.N. Influência do pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) e do fluxo contínuo de água nas características limnológicas de viveiros de piscicultura. **158 f. Dissertação (Mestrado)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1996.**

ELER, M. N.; PARESCHI, D. C.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; BARBOSA, D. S. **Ocorrência de Rotifera e sua relação com o estado trófico da água em pesque-pague na bacia do rio Mogi-Guaçu – SP**. Boletim Técnico do CEPTA, Pirassununga, v. 16: 41-56, 2003.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. **Manual de Identificação de cladóceros límnicos do Brasil**. Ed. Universa: Brasília, 1997. 155p.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, EMBRAPA/Embrapa Solos/Embrapa Informática. 1999. 370p.

ESTEVES, K. E. & SENDACZ, S. - Relações Entre a Biomassa do Zooplâncton e o Estado Trófico de Reservatório do Estado de São Paulo. **Acta Limnol. Brasil.**, II: 587-604, 1988

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro, Interciência. 1998. 602p.

FADURPE; UFRPE; CHESF. **Programa de inventário dos ecossistemas aquáticos do reservatório de Sobradinho**. 1<sup>o</sup>. Relatório Anual das Atividades Outubro/2006 a Setembro/2007. FADURPE/CHESF/UFRPE, Recife, 2008.

FADURPE; UFRPE; CHESF. **Programa de zoneamento da piscicultura em tanques-rede no reservatório de Boa Esperança**: Diagnóstico ambiental, Zoneamento de áreas aquícolas e estimativa da capacidade de suporte. Recife, FADURPE/CHESF/UFRPE, 2003. 126 p. + anexos.

FADURPE; UFRPE; CHESF. **Redimensionamento da capacidade de produção em tanques-rede do Reservatório de Xingó**: Relatório Técnico. Recife, FADURPE/CHESF/UFRPE, 2002a. 85p.

FADURPE; UFRPE; CHESF. **Redimensionamento da capacidade de produção em tanques-rede do Reservatório de Xingó**: Sumário Executivo. Recife, FADURPE/CHESF/UFRPE, 2002b. 33p.

FADURPE; UFRPE; CHESF. **Zoneamento da piscicultura em tanques-rede nos reservatórios do submédio São Francisco**: Introdução e Zoneamento do Reservatório de PA-IV. Recife, FADURPE/CHESF/UFRPE, 2000a. 50 p.



FADURPE; UFRPE; CHESF. **Zoneamento da piscicultura em tanques-rede nos reservatórios do submédio São Francisco:** Zoneamento do Reservatório de Xingó. Recife, FADURPE/CHESF/UFRPE, 2000b. 90 p.

FADURPE; UFRPE; CHESF. **Zoneamento da piscicultura em tanques-rede nos reservatórios do submédio São Francisco:** Zoneamento do Reservatório de Moxotó. Recife, FADURPE/CHESF/UFRPE, 2000c. 63 p.

FADURPE; UFRPE; CHESF. **Zoneamento da piscicultura em tanques-rede nos reservatórios do submédio São Francisco:** Zoneamento do Reservatório de Itaparica. Recife, FADURPE/CHESF/UFRPE, 2001. 110 p.

FERNANDEZ, M. A.; THIENGO, S. C.; BOAVENTURA, M. F. 2001. Gastrópodes límnicos do Campus de Manguinhos, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. V. 34. Nº 3, p.279-282.

FIGUEREDO, C.C.; GIANI, A. Seasonal variation in the diversity and species richness of phytoplankton in a tropical eutrophic reservoir. **Hydrobiologia**, v.445, n.1-3, p.165-174. 2001.

FREITAS, J.R.; BEDÊ, L.C.; MARCO Jr, P.; ROCHA, L. A.; SANTOS, M. B. L. 1987. Population dynamics of aquatic snails in Pampulha Reservoir. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 82 (supl). p. 299-305.

GEITLER, L. **Cyanophyceae**. Akademische Verlagsgesellschaft. m.b.h., Leipzig, 1196p. 1932.

GERKING, S.D. *Feeding ecology of fish*. Califórnia: Academic Press, 1994.

GOLTERMAN, H.J.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. London: Blackwell Sci. Pub., 1978. 214p. (IBP Handbook, 8)

GOMES, J.H.C.; VERANI, J.R. 2003. Alimentação de peixes do reservatório de Três Marias, p. 195-227. In H. P. Godinho (org). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo horizonte: PUC Minas, 468p.

GRAGNANI, A.; SCHEFFER, M.; RINALDI, S. Top-down control of cyanobacteria: a theoretical analysis. **American Naturalist**, v. 153, p. 59-72. 1999.

HAKANSON, L. & CARLSSON, L. Fish farming in lakes and acceptable total phosphorous loads: Calibrations, simulations and predictions using LEEDS model in Lake Southern Bullaren, Sweden. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, 1: 1-24. 1998.

HAKANSON, L.; CARLSSON, L.; JOHANSSON, T. A new approach to calculate the phosphorous load to lakes from fish farm emissions. **Aquacultural Engineering**, 17: 149-166. 1998.

HANH, N. S.; LOUREIRO, V. E.; DELARIVA, R. L. Atividade alimentar da corvina, **Plagioscion squamosissimus** (HECHEL, 1940), no rio Paraná, **Acta Scientiarum** vol 2 p. 11-12, 1999.

HAVENS, K.E. & SCHELSKE, C.L. The importance of considering biological processes when setting total maximum daily loads (TMDL) for phosphorous in shallow lakes and reservoirs. **Environmental Pollution**, 113: 1-9. 2001.

HUSZAR, V.L.M. Floristic composition and biogeographical aspects of the phytoplankton of an Amazonian floodplain lake (lake Batata, Pará, Brazil) **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 8, p. 127-136, 1996.

HYSLOP, E.P 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. **J. Fish Biol.** 17: 411-429.

IBGE. **Dados estatísticos de cidades**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em 20/01/2008.

JOHANSSON, T.; HAKANSON, L.; BORUM, K.; PERSSON, J. Direct flows of phosphorous and suspended matter from a fish farm to wild fish in Lake Southern Bullaren, Sweden. **Aquacultural Engineering**, **17**: 111-137. 1998.

JOLY, A. B. Botânica: introdução a taxonomia vegetal. São Paulo: Ed. Nacional. 1987.

JUNK, W. J.; ROBERTSON, B. A.; DARWICH, A. J. Vieira, I. 1981. Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-uma, a primeira represa hidroelétrica da Amazônia central. **Acta amazônica**, 11(4): 689 – 716.

KAWAKAMI, E. E VAZZOLER, G 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Bolm Inst. Oceanogr.**, São Paulo, 29 (2), 205-207.

KIRK, J.T. Optical limnology: a manifesto. In: Williams, W.D. & Dekker, O. (eds.). *Limnology in Australia*. Australian Limnological Society, p. 33-62. 1986.

KLIMOWICZ, H. Microfauna of activated sludge. Part III. The effects of physico-chemical factors on the occurrence of microfauna in the annual cycle. **Acta Hydrobiol.**, v. **15**: 167-188, 1973.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2: Chroococcales. *Archiv für Hydrobiologie*, Suppl. 73, **Algological Studies**, n. 43, p. 157-226, 1986.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: Grasshoff, K. (ed.) **Methods of seawater analysis**. Verlag Chemie Weinheim. 117-187. 1976.

KOSTE, W. **Rotatoria; Die Rädertiere Mitteleuropas Ein Bestimmungswerk Begündet von Max Voigt. Uberordnung Monogononta**, 2 Auflage neubearbeitet von. (I. Textband – Mit 63 Textabbildungen) Berlin: Gerbrüder Borntraeger, 1978a. 673p.

KOSTE, W. **Rotatoria; Die Rädertiere Mitteleuropas Ein Bestimmungswerk Begündet von Max Voigt. Uberordnung Monogononta**, 2 Auflage neubearbeitet von. (II. Textband – Mit 234 Textabbildungen) Berlin: Gerbrüder Borntraeger, 1978b.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. New York: Harper-Collins, 1989. 654p.

KUBITZA, F. Tanques-rede, rações e impacto ambiental. **Panorama da Aquicultura**, 9(51): 44-50. 1999.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Revista Biologia Marina**, [s.l]. n. 22, p. 1-29. 1986.

MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. **Water analysis**: some revised methods for limnologists. London: Scient. Public., 1978. 121p.

MÄEMETS, A. Rotifers as indicators of lake types in Estonia. **Hydrobiologia**, v. 104: 357-361, 1983.

MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, R. (Ed.) **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP, 1999. p. 39-54.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; LEITÃO, S.N.; AGUENA, L.S.; MIYAHARA, J. Eutrofização da represa de Barra Bonita: estrutura e organização da comunidade de Rotifera. **Rev. Bras. Biol.**, v. 50, n. 4: 923-935, 1990.

MENDONÇA, E.S. & MATOS, E.S. **Matéria orgânica do solo**: métodos de análises. Viçosa, UFV, 1ª. Ed. 2005. 107p.

MOLICA, R.J.R.; OLIVEIRA, E.J.A.; CARVALHO, P.V.V.C.; COSTA, A.N.S.F.; CUNHA, M.C.C.; MELO, G.L.; AZEVEDO, S.M.F.O. Occurrence of saxitoxins and an anatoxin-a(s)-like anticholinesterase in a Brazilian drinking water supply. **Harmful Algae**, v.4, p.743-753. 2005.

MONTÚ, M.; GOEDEN, I. Atlas dos Cladocera e Copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil). **Pontal do Sul, PR: Universidade Federal do Paraná. 1986, 134 p.: ill.**

MORENO, P; CALLISTO, M. Indicadores ecológicos: a vida na lama. **Ciência Hoje**, Março de 2005.

MOSCHINI-CARLOS, V., POMPÊO, M.L.M. Dinâmica do fitoplâncton de uma lagoa de duna (Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, MA, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 13, n. 2, p. 53-68, 2001.

NASCIMENTO, P. R. F. 2002. *Produção de biomassa de **Egeria densa** Planchon, nos reservatórios da Hidroelétrica de Paulo Afonso – Bahia*. Dissertação de Mestrado (Universidade Federal Rural de Pernambuco).

NOGUEIRA, N.M.C. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica, em cinco lagos marginais do rio Turiaçu, (Maranhão, Brasil) e sua relação com o pulso de inundação**. 2003. 122f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

NUSCH, E.A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.**, v. 14, p.14-36, 1980.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 434 p.

OECD. 1982. **Eutrophication of waters**. Monitoring, assessment and control. Paris, OECD, 154p.

OLIVEIRA, N. M. B.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PEREIRA, S. M. B. & MOURA JUNIOR, A. M. 2005. Capacidade de regeneração de **Egeria densa** nos reservatórios de Paulo Afonso, BA. *Planta daninha*. 23(2): 363 – 369.

OLIVEIRA-NETO, A.L. **Estudo da variação da comunidade zooplanctônica, com ênfase na comunidade de Rotifera, em curtos intervalos de tempo (variações diárias e nictimerais) na represa do Lobo (Broa) - Itirapina, SP.** 74 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. 1993.

OMORI, M.; IKEDA, T. **Methods in marine zooplankton ecology.** Wiley-Interscience Publication. New York. 1984. 331 p.: ill.

PACE, M. L. **An empirical analysis of zooplankton community size structure across lake trophic gradients.** *Limnol.Oceanogr.*, 31(10): 45-55, 1986

PAMPLIN, P. A. 2004. **Estudo comparativo da estrutura da comunidade bentônica de duas represas com diferenças nos graus de eutrofização.** Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 125p.

PARESCHI, D.C. **Caracterização da fauna de Rotifera em corpos da Serra da Mantiqueira (SP).** 72 f. Monografia (Graduação) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Hidrobiologia, Universidade Federal de São Carlos. 2001.

PEJLER, B. **Zooplanktic indicators of trophy and their food.** *Hydrobiologia*, v. 101: 111-114, 1983.

PIEIDADE, M. T. F. 1993. **Biologia e ecologia de Echinochloa polystachya (H. B. K.) Hitchcock (Graminae – Poaceae), capim semi-aquático da várzea amazônica.** *Acta Limnologica Brasiliensia*, 7: 173 – 185.

PIEDRAS, S. R. N.; BAGER, A.; MORAES, P. R. R.; ISOLDI, L. A.; FERREIRA, O, G. L.; HEEMANN, C. 2006. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil.** *Ciência Rural*. Santa Maria, v.35, n.2, p.494-500.

PIORSKI, N. M.; ALVES, J. R. L.; MACHADO, M. R. B.; CORREIA, M. M. F. Alimentação e ecomorfologia de duas espécies de piranhas (Characiformes: Characidae) do lago de Viana, estado do Maranhão, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 1, 2005.

PIVA-BERTOLETTI, S.A.E. **Zooplâncton dos lagos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (SP) e relações entre espécies zooplanctônicas e estado trófico em corpos d'água do Estado de São Paulo**. 253 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. 2001.

POMPÊO, M. L. M.; HENRY, R. 1996. **Varição sazonal dos teores de n e p no sedimento do rio Paranapanema (zona de desembocadura na represa de jurumirim, SP)**. Anais... I Simpósio de Ciências da Engenharia Ambiental. São Carlos, CRHEA/EESC/USP.

POTT, V. J.; POTT, A. **Plantas Aquáticas do Pantanal**. EMBRAPA. Corumbá: Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. 2000.

RADWAN, S.; POPIOLEK, B. Percentage of rotifers in spring zooplankton in lakes of different trophy. **Hydrobiologia**, v. 186/187: 325-238, 1989.

REID, J. W. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). **Bolm. Zool., Univ. S. Paulo**, v. 9, p. 17- 143, 1985.

RELATÓRIO FINAL ARARAS. **Monitoramento limnológico e avaliação da qualidade da água do açude da UHE Araras** (Proc. CT – E - 1.92.2005.0040.00). 2006. 59p.

REYNOLDS, C.S., HUSZAR, V., KRUK, C., NASELLI-FLORES, L., MELO, S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, v. 24, n. 5, p. 417-428, 2002.

SABINO, J. ; CASTRO, R. M. C. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da Floresta Atlântica. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, p. 21-34, 1990.

SAMPAIO, E.V. **Composição e abundância da comunidade zooplanctônica em tanques enriquecidos com efluente de indústria de processamento de frutas cítricas (Citrosuco S.A., Matão SP)**. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1996.

SCHINDLER, D.W. Eutrophication and recovery in experimental lakes – Implications for lake management. **Science**, **184**: 897-899. 1974.

SIMONSEN, R. The Diatom System; Ideas on Phylogeny. **Bacillaria**, n. 2, p. 9-69. 1979.

SLÁDEÈEK, V. Rotifers as indicators of water quality. **Hydrobiologia**, v. 100: 169-201, 1983.

STREBLE, H. & KRAUTER, D. **Atlas de los Microorganismos de Agua Dulce**. Barcelona: Ed. Omega, 1987. 371p.

STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. **A manual of sea water analysis**. Ottawa: Fish. Res. Board Canada, 1965. 202p.

SURIANI, A. L. 2006. A estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em três represas do médio rio Tietê (SP), com ênfase nas espécies exóticas *Melanoides tuberculata* (Gastropoda, Thiaridae) e *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidae). Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 164.

TEIXEIRA, C. et al. Plankton studies in a mangrove. II. The standing-stock and some ecological factors. **Bolm. Inst. Oceanogr.**, v. 24, p. 23-41, 1965.

TOLEDO Jr., A.P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S.J.; AGUDO, E.G. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação e processo de eutrofização em lagos e reservatórios



tropicais. In: **Anais do 12º. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária**. P. 1-34. 1983.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; QUEIROZ, J. F. Biomonitoramento da qualidade da água no sub-médio do rio São Francisco. In: FERRACINI, V. L.; QUEIROZ, S.C.N.; SILVEIRA, M. P. **Bioindicadores de qualidade da água**. EMBRAPA, São Paulo, cap.4, 2004, p. 64-94.

TUNDISI, J.G. **Produção primária, “standing crop” e fracionamento do fitoplâncton na região lagunar de Cananéia**. 1969. 131f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

UTERMOHL, H. Zur vervollkommer der quantitativen phytoplankton methodik. **Mitt it Verein. Theor. Angew. Limnol.**, v. 10, p. 109-122. 1958.

VAZ, J. F.; TELES, H. M. S.; CORREA, M. A.; LEITE, S. P. S. 1986. Ocorrência no Brasil de *Thiara (Melanoides) tuberculata* (O.F. Muler, 1774) (Gastropoda, Prosobranchia) primeiro hospedeiro intermediário de *Clonorchis sinensis* (Corbold, 1875) (Trematoda, Plathyhelminthes). **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 20, n.4, p.318-322.

VOLLENWEIDER, R.A. Input-output models with special reference to the phosphorous loading concept in limnology. **Schweiz. Zeit. Hydrol.**, **37**: 53-84. 1975.

WETZEL, R.G. **Limnology**. Philadelphia, Saunders College Pub. 1983.

YUNES, J.S.; SALOMON, P.S.; MATTHIENSEN, A. ; BEATTIE, K.A. ; RAGGETT, S.L.; CODD, G.A. Blooms of cyanobacteria in the Patos Lagoon estuary, In Southern Brazil. **Journal of Aquatic Ecosystem Health**, v.5, p.223-229, 1996.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1996. 662p.

ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá:Nupelia, EDUEM, 129 p., 1996.

## Anexos

### Índices para estimativa do estado trófico e limites de classificação

1. Equações para o cálculo do Índice de Carlson modificado, incluindo a equação para fosfato inorgânico dissolvido (fósforo solúvel reativo):

$$\text{IETM (DS)} = 10 \left( 6 - \frac{0,64 + \ln \text{DS}}{\ln 2} \right) \quad \text{IETM (CHL)} = 10 \left( 6 - \frac{2,04 - 0,695 \ln \text{CHL}}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IETM (PT)} = 10 \left( 6 - \frac{\ln (80,32/\text{PT})}{\ln 2} \right) \quad \text{IETM (PSR)} = 10 \left( 6 - \frac{\ln (21,67/\text{PSR})}{\ln 2} \right)$$

sendo:

IETM (DS) = índice de estado trófico modificado para a transparência do disco de Secchi;

IETM (CHL) = índice de estado trófico modificado para a concentração de clorofila-a;

IETM (PT) = índice de estado trófico modificado para a concentração de fósforo total; e

IETM (PSR) = índice de estado trófico modificado para a concentração de fósforo solúvel reativo.

2. Equação para o cálculo do Índice de Estado Trófico Médio (Toledo *et al.*, 1983):

$$\text{IET (Médio)} = \text{IET (DS)} + 2 [ (\text{IET (PT)} + \text{IET (PSR)} + \text{IET (CHL)}) / 7 ]$$

Foram utilizados os seguintes limites para a aplicação do índice:

Oligotrófico	IET < 44
Mesotrófico	44 < IET < 54
Eutrófico	IET > 54

## Tabelas

**Tabela 1** - Dados descritivos das variáveis limnológicas monitoradas em campo e analisadas em laboratório, nas diferentes estações, meses e profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (Moxotó, PA I, II, III e IV) para o período entre dezembro de 2007 a setembro de 2008.

Variável	Unidade	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude	Variância	Desvio padrão
Nitrogênio amoniacal total	µg.L <sup>-1</sup> N	22,31	10,97	0,00	719,47	719,47	4551,28	67,46
Nitrito	µg.L <sup>-1</sup> N	0,79	0,38	0,00	6,43	6,43	1,17	1,08
Nitrato	µg.L <sup>-1</sup> N	55,95	28,64	0,00	267,66	267,66	3129,66	55,94
Fosfato inorgânico	µg.L <sup>-1</sup> P	12,65	8,65	2,88	89,37	86,49	232,67	15,25
Fosfato total	µg.L <sup>-1</sup> P	22,73	14,86	5,86	152,33	146,47	696,60	26,39
Fósforo total	µg.L <sup>-1</sup> P	61,71	51,50	0,00	214,50	214,50	1833,67	42,82
Alcalinidade total	mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub>	35,32	31,50	11,50	125,50	114,00	303,59	17,42
Dureza total	mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub>	35,43	26,52	13,01	256,65	243,64	1414,96	37,62
Cálcio	mg.L <sup>-1</sup> Ca	7,11	6,21	2,16	30,06	27,90	19,23	4,39
Magnésio	mg.L <sup>-1</sup> Mg	4,30	2,77	1,22	52,63	51,41	50,84	7,13
Cloretos	mg.L <sup>-1</sup> Cl	31,33	20,00	12,60	328,00	315,40	1935,15	43,99
Clorofila-a	µg.L <sup>-1</sup>	3,26	2,03	0,00	30,10	30,10	19,50	4,42
Feofitina	µg.L <sup>-1</sup>	2,33	1,72	0,00	14,68	14,68	6,31	2,51
Sílica	mg.L <sup>-1</sup> SiO <sub>2</sub>	2,87	2,68	0,45	5,64	5,18	1,14	1,07
DQO	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	20,40	10,62	0,00	108,10	108,10	464,70	21,56
Turbidez	UNT	6,03	4,20	1,00	54,70	53,70	48,06	6,93
Sólidos sedimentáveis	mL.L <sup>-1</sup>	0,0118	0,00	0,00	0,20	0,20	0,001325	0,0364
Sólidos suspensos totais	g.L <sup>-1</sup>	0,0027	0,00153	0,00013	0,0298	0,0297	0,000022	0,0047
Sólidos suspensos orgânicos	g.L <sup>-1</sup>	0,0011	0,00077	0,00007	0,0080	0,0079	0,000002	0,0013
Sólidos suspensos inorgânicos	g.L <sup>-1</sup>	0,0016	0,00093	0,00004	0,0218	0,0218	0,000012	0,0035
Frações Inorgânicos	%	44,18	51,64	0,00	94,12	94,12	845,19	29,07
Frações Orgânicos	%	55,82	48,36	5,88	100,00	94,12	845,19	29,07
Temperatura	°C	26,36	26,41	23,69	31,44	7,75	2,72	1,65
Oxigênio dissolvido	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	7,26	7,56	2,32	9,80	7,48	1,34	1,16
pH	-	7,87	7,66	5,00	9,90	4,90	0,85	0,92
Condutividade elétrica	µS/cm	136,64	72,00	63,00	1238,00	1175,00	46598,95	215,87
Salinidade	-	0,0638	0,03	0,03	0,61	0,58	0,0114	0,1069
Sólidos dissolvidos totais	g.L <sup>-1</sup>	0,0889	0,047	0,041	0,805	0,764	0,0197	0,1403
Transparência da água	m	2,73	2,40	0,30	8,00	7,70	2,79	1,67
Zona eufótica	m	8,65	7,85	1,23	18,72	17,49	21,36	4,62
K	m <sup>-1</sup>	0,22	0,19	0,02	0,76	0,74	0,03	0,18

**Tabela 2** - Nível de significância da análise estatística das diferenças entre as estações, meses e profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (Moxotó, PA I, II, III e IV) para as variáveis monitoradas em campo e analisadas em laboratório, no período entre dezembro de 2007 a setembro de 2008. Valores em negrito correspondem àqueles considerados significativos ( $p \leq 0,05$ ).

Variável	Valores de "P" para estações	Valores de "P" para meses	Valores de "P" para profundidade
Nitrogênio amoniacal total	0,7507	<b>0,0001</b>	0,0959
Nitrito	0,9943	<b>0,0001</b>	0,4137
Nitrato	0,8813	<b>0,0001</b>	0,4144
Fosfato inorgânico	<b>0,0003</b>	<b>0,0002</b>	0,0708
Fosfato total	<b>0,0008</b>	<b>0,0001</b>	0,9728
Fósforo total	0,2426	<b>0,0001</b>	0,4434
Alcalinidade total	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	0,9413
Dureza total	<b>0,0034</b>	<b>0,0001</b>	0,7133
Cálcio	<b>0,0141</b>	<b>0,0001</b>	0,6497
Magnésio	<b>0,0014</b>	<b>0,0001</b>	0,7607
Cloretos	<b>0,0010</b>	<b>0,0001</b>	0,9685
Clorofila-a	<b>0,0009</b>	<b>0,0119</b>	0,7172
Feofitina	<b>0,0064</b>	<b>0,0004</b>	0,6534
Sílica	0,8771	<b>0,0001</b>	0,9247
DQO	0,3043	<b>0,0001</b>	0,5143
Turbidez	0,0718	<b>0,0001</b>	0,5443
Sólidos sedimentáveis	0,0625	0,9375	<b>0,0309</b>
Sólidos suspensos totais	0,9211	<b>0,0001</b>	-
Sólidos suspensos orgânicos	0,5387	<b>0,0072</b>	-
Sólidos suspensos inorgânicos	0,7618	<b>0,0001</b>	-
Frações Inorgânicos	0,5279	<b>0,0001</b>	-
Frações Orgânicos	0,5279	<b>0,0001</b>	-
Temperatura	0,9887	<b>0,0001</b>	<b>0,0211</b>
Oxigênio dissolvido	0,2974	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
pH	0,9858	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
Condutividade elétrica	<b>0,0006</b>	<b>0,0001</b>	0,9664
Salinidade	<b>0,0003</b>	<b>0,0001</b>	0,9665
Sólidos dissolvidos totais	<b>0,0006</b>	<b>0,0001</b>	0,9265
Transparência da água	0,3704	<b>0,0001</b>	-
Zona eufótica	0,3767	<b>0,0001</b>	-
K	0,3952	<b>0,0001</b>	-

**Tabela 3** - Dados descritivos dos parâmetros de avaliação do índice de estado trófico modificado dos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (Moxotó, PA I, II, III e IV), para o período entre dezembro de 2007 a setembro de 2008.

Variável	Unidade	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude	Variância	Desvio padrão
IETM (DS)	-	48,26	47,37	30,00	77,37	47,37	89,58	9,46
IETM (CHL)	-	39,15	38,00	26,10	63,97	37,87	72,77	8,53
IETM (PT)	-	59,61	61,17	18,38	81,23	62,85	115,64	10,75
IETM (PSR)	-	46,40	45,25	30,90	80,44	49,54	74,67	8,64
IET Médio	-	44,56	43,90	27,87	71,70	43,83	62,38	7,90

**Tabela 4** - Nível de significância da análise estatística das diferenças entre as estações e meses de amostragem dos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (Moxotó, PA I, II, III e IV), para os parâmetros de avaliação do índice de estado trófico modificado, no período entre dezembro de 2007 a setembro de 2008. Valores em negrito correspondem àqueles considerados significativos ( $p \leq 0,05$ ).

Variável	Valores de "P" para estações	Valores de "P" para meses
IETM (DS)	0,3971	<b>0,0001</b>
IETM (CHL)	0,1531	<b>0,0073</b>
IETM (PT)	0,8374	<b>0,0001</b>
IETM (PSR)	0,0547	<b>0,0012</b>
IET Médio	0,2536	<b>0,0001</b>

**Tabela 5** - Limites estabelecidos para algumas variáveis de qualidade da água, pela Resolução n<sup>o</sup>. 357 do CONAMA de 17 de março de 2005, para águas da Classe II.

Variáveis	Limites
Sólidos dissolvidos totais	500 mg.L <sup>-1</sup>
Fósforo total	até 0,030 mg.L <sup>-1</sup> , em ambientes lênticos; até 0,050 mg.L <sup>-1</sup> , em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico
Cloreto	250 mg.L <sup>-1</sup>
Clorofila-a	30 µg.L <sup>-1</sup>
Nitrito	1,0 mg.L <sup>-1</sup>
Nitrato	10 mg.L <sup>-1</sup>
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg.L <sup>-1</sup> N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg.L <sup>-1</sup> N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg.L <sup>-1</sup> N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg.L <sup>-1</sup> N, para pH > 8,5
Oxigênio dissolvido	não inferior a 5 mg.L <sup>-1</sup>
pH	6,0 a 9,0
Turbidez	100 UNT
Óleo e graxas	virtualmente ausentes