



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

2º. Relatório Anual

Dezembro/08 a Novembro/09

Janeiro / 2010.

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)

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

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

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

Biól. D. Sc. Karine Matos Magalhães (Macrófitas Aquáticas) - UFRPE

Eng. Pesca D. Sc. Fernando de F. Porto Neto (Zooplâncton) - UFRPE

Biól. Viviane Ferreira de Melo (Comunidades Bentônicas) - FADURPE

Biól. M. Sc. Ênio Wocily Dantas (Fitoplâncton) - UEPB

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

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

Equipe de apoio

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

Bióloga M. Sc. Aline Alves da Rocha (Ictiologia) – UFRPE

Bióloga Vanessa de Castro Melo (Ictiologia) – UFRPE

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

Acad. em Engenharia de Pesca – Diego Dias Beltrão (Limnologia e Qualidade de Água)

Acad. em Engenharia de Pesca – Maíra L. de Araújo (Limnologia e Qualidade de Água)

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

Acad. de Bach. em Biologia – Anthony Epifânio Alves (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 Bach. em Biologia – Cássio Rafael Campos de França (Macrófitas Aquáticas)

Acad. de Bach. em Biologia - Micheline Kézia Cordeiro de Araújo (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	13
2.2.B.1. Ictiofauna	13
2.2.B.2. Ictioplâncton	15
2.2.B.3. Alimentação	18
2.2.B.4. Reprodução	19
2.3. Resultados e discussão	20
2.3.A.1. Composição e CPUE	20
2.3.A.2. Ictioplâncton	52
2.3.A.2.1. Coletas durante o monitoramento limnológico	52
2.3.A.2.2. Coletas durante o monitoramento da ictiofauna	61
2.3.A.3. Alimentação	79
2.3.A.4. Reprodução	127
2.4. Considerações finais	173
3. Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água	176
3.1. Objetivos	177
3.1.A. Objetivo Geral	177
3.1.B. Objetivos Específicos	177
3.2. Princípios Gerais e Metodologia	178
3.2.A. Estações de coleta	179
3.2.B. Metodologia de coleta	183
3.2.C. Determinação de variáveis <i>in situ</i>	184
3.2.D. Determinação de variáveis em laboratório	184
3.2.D.1. Análises físicas e químicas	184
3.2.D.2. Análises biológicas	185
3.2.D.2.1. Clorofila-a e feofitina	185
3.2.D.2.2. Fitoplâncton	186
3.2.D.2.3. Zooplâncton	187
3.2.D.2.4. Análise multivariada (Análise de componentes principais)	190
3.2.D.2.5. Macroinvertebrados bentônicos	190
3.2.E. Avaliação do estado trófico	193
3.2.F. Banco de dados georeferenciado	194
3.3. Resultados e discussão	194
3.3.A. Análises físicas e químicas	196
3.3.A.1. Temperatura, oxigênio dissolvido e DQO	196
3.3.A.2. Gases totais dissolvidos	203
3.3.A.3. pH, alcalinidade e dureza totais, cálcio e magnésio	207
3.3.A.4. Condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, salinidade, cloretos e silicatos	215
3.3.A.5. Transparência, zona eufótica, turbidez, sólidos em suspensão e sedimentáveis	222
3.3.A.6. Nitrogênio	233
3.3.A.7. Fósforo	239
3.3.B. Estado trófico	245
3.3.C. Avaliação das fontes de poluição	250

3.3.C.1. Ocupações populacionais	251
3.3.C.2. Captações de água	251
3.3.C.3. Empreendimentos de aquicultura	252
3.3.C.4. Lançamento de efluentes domésticos e industriais	254
3.3.C.5. Cultivos agropecuários	254
3.3.C.6. Óleos e graxas	255
3.3.D. Análises biológicas	257
3.3.D.1. Clorofila-a e feofitina	257
3.3.D.2. Fitoplâncton.....	260
3.3.D.3. Zooplâncton.....	285
3.3.D.4. Análise multivariada entre fito e zooplâncton	339
3.3.D.5. Macroinvertebrados bentônicos	344
3.4. Considerações finais	371
4. Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas	376
4.1. Objetivos	379
4.1.A. Objetivo geral	379
4.1.B. Objetivos específicos	380
4.2. Metodologia.....	380
4.2.A. Levantamento florístico	380
4.2.B. Determinação da biomassa das macrófitas.....	381
4.2.C. Contaminação por metais pesados	383
4.3. Resultados	384
4.3.A. Levantamento florístico	384
4.3.B. Determinação da biomassa das macrófitas.....	390
4.3.C. Contaminação por metais pesados	397
4.4. Considerações finais	406
5. Bibliografia	409
Anexos.....	427
Índices para estimativa do estado trófico e limites de classificação	427
Tabelas	428

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 2008 e novembro de 2009, 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 km², 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 composto 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 km², 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 km². 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 01	585590 8970536	Moxotó – Rio Moxotó, centro
MORD 02	582079 8968675	Moxotó – Reservatório, margem direita
MORD 03	582638 8964944	Moxotó – Reservatório, margem direita
MORD 04	589146 8972301	Moxotó – Rio Moxotó, margem esquerda
MORD 05	587322 8972205	Moxotó – Rio Moxotó, margem direita
MORD 06	584603 8965982	Moxotó – Reservatório, centro, próximo a Ilha
MORD 07	585960 8970310	Moxotó – Rio Moxotó, margem esquerda
MORD 08	586812 8971484	Moxotó – Rio Moxotó, centro
MORD 09	585269 8969527	Moxotó – Rio Moxotó, margem esquerda
P1RD 01	586725 8964905	PA I, II e III – Abaixo da hidroelétrica, centro
P1RD 02	587790 8964036	PA I, II e III – Margem esquerda
P1RD 03	586782 8963472	PA I, II e III – Margem direita
P4RD 01	584340 8958089	PA IV – Centro, próximo a ponte
P4RD 02	584537 8959299	PA IV – Centro, próximo às ilhas
P4RD 03	582661 8956801	PA IV – Margem direita
P4RD 04	583121 8959093	PA IV – Margem direita
P4RD 05	580948 8957091	PA IV – Margem direita
P4RD 05	584827 8958946	PA IV – Centro, próximo às ilhas

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
MOIP01	585590 8970536	Canal na margem esquerda
MOIP02	581206 8967738	Canal na margem direita
MOIP03	588919 8972461	Moxotó, rio
MOIP04	587552 8972098	Moxotó, em frente à ponte
P1IP01	586151 8964229	Margem direita
P1IP02	587254 8964560	Margem esquerda
P1IP03	588006 8963986	Margem direita próxima a prainha de PA I, II e III
P4IP01	584284 8959035	Porção central próximo à ponte
P4IP02	584387 8958396	Porção central em frente à ponte
P4IP03	583980 8958202	PA IV, porção central
P4IP04	584867 8958948	Próximo às pequenas ilhas
P4IP06	584454 8959876	Canal Moxotó - PAIV
P4IP07	582110 8956460	Canal na porção oeste-sul
P4IP08	582158 8956051	Porção oeste-sul
P4IP09	581722 8957161	Porção oeste-sul – braço central
P4IP10	584130 8959387	Prainha
P4IP11	583228 8958964	PAIV, canal da esquerda na porção oeste-sul
P4IP12	584738 8957919	Margem direita próximo à ponte
P4IP13	582411 8959841	PAIV, canal da esquerda na porção oeste-norte

2.2.B. Metodologia de coleta

2.2.B.1. Ictiofauna

O estudo da ictiofauna foi efetuado em estações localizadas em regiões distintas de Moxotó (rio e reservatório) e Paulo Afonso (reservatório PAI, II, III e PAIV). Esta atividade visa o levantamento da ictiofauna, os estudos de dinâmica populacional e a estimativa da biomassa de peixes.

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_n (ind./m²) e biomassa CPUE_b (g/m²) segundo as equações:

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

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

sendo,

Nm = número de peixes capturados pela malha m

Bm = biomassa de peixes capturados pela malha m

EPm = esforço de pesca em m² 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).

Os índices de diversidade (Shannon) e equitabilidade (Simpson's) foram realizados através do programa Ecological Methodology, segundo Krebs (2000). O índice de similaridade segundo Sorensen através do programa Statistica (7.0).

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 µm 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 = n^o 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 (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.

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 frequência 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 frequência 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 = frequência 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 (χ^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, em Moxotó (rio e reservatório) e Paulo Afonso (reservatório PA I, II, III e PA IV), amostrados no período de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

2.3.A.1. Composição e CPUE

Reservatório de Moxotó

Durante o período de fevereiro a outubro de 2008, no reservatório de Moxotó foi capturado um total de 2254 indivíduos. *Bryconops cf. affinis* somou mais de 50% das espécies mais capturadas nesse reservatório, seguida de *Acestrorhynchus bristkii* com 17,61% e *Plagioscion squamosissimus* com 16,90% (Figura 2.3.A.1-1).

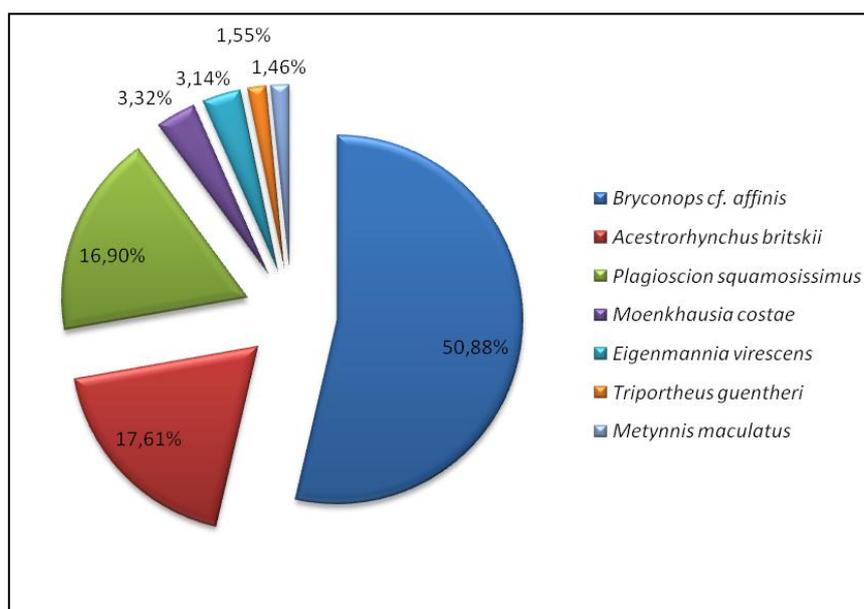


Figura 2.3.A.1-1 – Frequência relativa das espécies mais representativas do reservatório de Moxotó no período de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Para se avaliar o esforço de pesca em relação às malhas da rede de espera, no reservatório de Moxotó, nas estações MO RD 03 e MO RD 06, foi analisada a CPUE por número de indivíduos (CPUE_n) e biomassa (CPUE_b).

No período amostrado foi observado um maior valor de captura em termos de número de indivíduos (CPUE_n) nos meses de agosto e outubro. Em ambos os meses, as malhas com maior valor de captura foram as menores (12 e 15) e a espécie predominante foi *Bryconops cf. affinis* (Tabela 2.3.A.1-1). As malhas maiores tiveram pouca eficiência, a malha 60 só registrou captura no mês de outubro (Figura 2.3.A.1-2 e Tabela 2.3.A.1-3).

Em termos de biomassa (CPUE_b), também foi observado que os meses de agosto e outubro apresentaram os maiores valores de captura. A malha 15 foi a mais eficiente nos meses de junho, agosto e outubro, e *Bryconops cf. affinis* foi a espécie responsável pelos altos valores de captura nesta malha (Tabela 2.3.A.1-2, Tabela 2.3.A.1-4 e Figura 2.3.A.1-3).

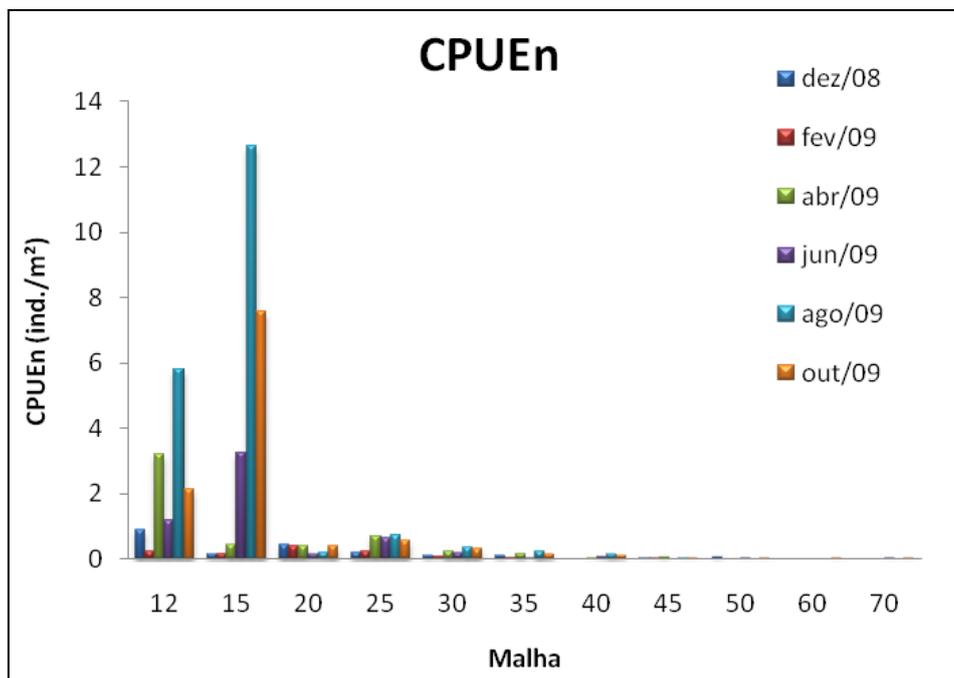


Figura 2.3.A.1-2 – CPUE total por números de indivíduos, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de Moxotó entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

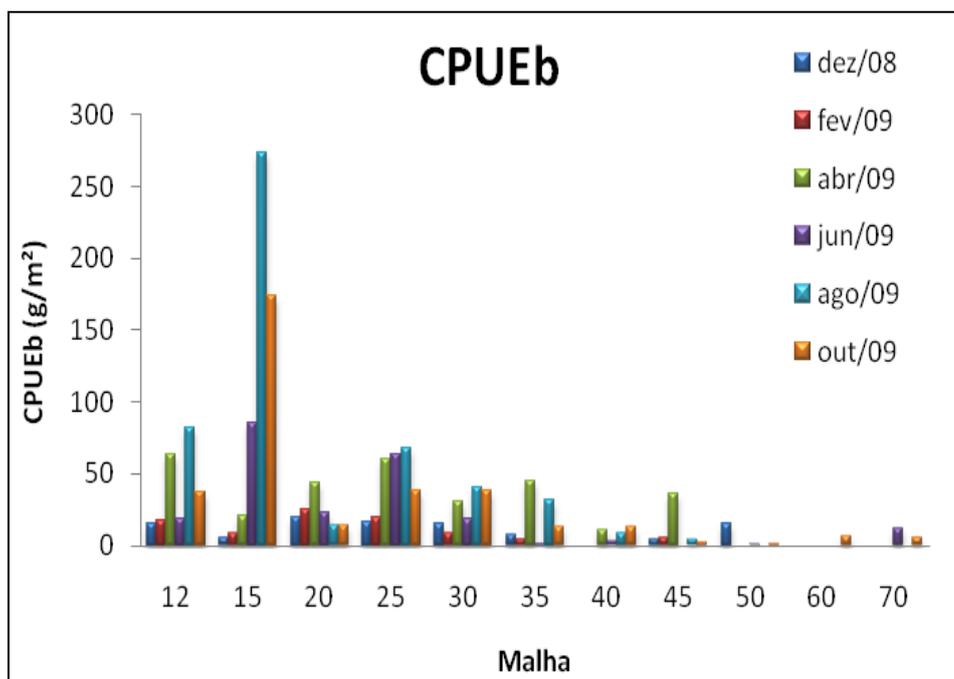


Figura 2.3.A.1-3 – CPUE total por biomassa de indivíduos, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de Moxotó entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

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 dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Mês	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
dez/08	0,881	0,141	0,434	0,211	0,096	0,092		0,027	0,049		
fev/09	0,247	0,169	0,402	0,243	0,080	0,046		0,014			
abr/09	3,207	0,450	0,402	0,697	0,225	0,154	0,031	0,054			
jun/09	1,163	3,234	0,145	0,632	0,177	0,031	0,061		0,016		0,013
ago/09	5,779	12,625	0,193	0,729	0,370	0,231	0,137	0,014			
out/09	2,150	7,564	0,386	0,551	0,305	0,138	0,107	0,014	0,016	0,015	0,013

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 dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Mês	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
dez/08	15,751	5,061	20,130	16,647	15,246	7,381		4,278	15,256		
fev/09	17,478	8,745	25,705	19,565	8,884	4,106		5,379			
abr/09	63,657	20,554	43,409	59,813	30,749	45,101	10,599	36,401			
jun/09	19,028	84,974	23,440	63,817	18,668	1,169	2,917		0,421		11,818
ago/09	82,386	273,507	13,929	67,821	40,710	31,538	8,752	3,871			
out/09	37,053	173,631	13,800	38,627	38,365	12,994	12,800	2,662	1,377	6,915	5,135

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 dezembro de 2008 a outubro de 2009.

TAXA	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	4,616	1,575							0,016		
<i>Anchoviella vaillanti</i>	0,106										
<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	0,088										
<i>Bryconops cf. affinis</i>	6,730	20,948									
<i>Cichla spp.</i>	0,106	0,112	0,032		0,032						
<i>Cichlassoma sanctifranciscense</i>		0,028									
<i>Crenicichla lepidota</i>	0,035		0,032								
<i>Curimatella lepidura</i>			0,016								
<i>Duopalatinus emarginatus</i>					0,016						
<i>Eigenmannia virescens</i>	0,564	0,450	0,016								
<i>Franciscodoras marmoratus</i>			0,016			0,092	0,016	0,027	0,049		
<i>Hoplias malabaricus</i>	0,018	0,169		0,049	0,048						
<i>Hypostomus spp.</i>			0,032	0,016		0,031					
<i>Leporinus taeniatus</i>					0,016						
<i>Megalancistrus barrae</i>						0,015		0,014			
<i>Metynnis maculatus</i>			0,016		0,016	0,200	0,244		0,016		
<i>Moenkhausia costae</i>	1,022	0,366									
<i>Myleus micans</i>						0,015					
<i>Parauchenipterus galeatus</i>		0,028	0,016	0,081	0,112						
<i>Pimelodus maculatus</i>			0,032					0,014			
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	0,088	0,422	1,671	2,496	0,916	0,261	0,046	0,054			
<i>Prochilodus costatus</i>						0,031					
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>											0,013
<i>Roeboides xenodon</i>	0,035	0,028									
<i>Serrasalmus brandtii</i>	0,018	0,028	0,016		0,016	0,046	0,031	0,014		0,015	0,013
<i>Sternopygus macrurus</i>		0,028	0,016								
<i>Triportheus guentheri</i>			0,048	0,421	0,080						
Total	13,426	24,182	1,960	3,064	1,253	0,692	0,336	0,122	0,081	0,015	0,027



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 dezembro de 2008 a outubro de 2009.

TAXA	Malhas											
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	93,645	56,377							0,421			
<i>Anchoviella vaillanti</i>	2,590											
<i>Astyanax</i> gr. <i>bimaculatus</i>	0,493											
<i>Bryconops</i> cf. <i>affinis</i>	98,226	450,624										
<i>Cichla</i> spp.	2,097	2,081	1,125		4,611							
<i>Cichlassoma sanctifranciscense</i>		0,281										
<i>Crenicichla lepidota</i>	0,634		2,908									
<i>Curimatella lepidura</i>			0,321									
<i>Duopalatinus emarginatus</i>					3,085							
<i>Eigenmannia virescens</i>	6,695	7,957	0,643									
<i>Franciscodoras marmoratus</i>			2,185			33,568	6,933	7,593	15,256			
<i>Hoplias malabaricus</i>	0,300	21,117		7,781	11,599							
<i>Hypostomus</i> spp.			8,836	3,226		4,352						
<i>Leporinus taeniatus</i>					2,313							
<i>Megalancistrus barrae</i>						1,891		5,433				
<i>Metynnis maculatus</i>			0,096		1,044	7,935	14,022			1,377		
<i>Moenkhausia costae</i>	5,744	2,981										
<i>Myleus micans</i>						0,938						
<i>Parauchenipterus galeatus</i>		2,615	1,269	6,727	10,635							
<i>Pimelodus maculatus</i>			14,379					6,791				
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	17,866	21,314	104,699	222,363	112,346	41,672	11,150	30,112				
<i>Prochilodus costatus</i>						8,196						
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>												11,818
<i>Roeboides xenodon</i>	0,282	0,253										
<i>Serrasalmus brandtii</i>	6,783	0,197	0,321		0,482	3,737	2,963	2,662		6,915	5,135	
<i>Sternopygus macrurus</i>		0,675	1,831									
<i>Triportheus quentheri</i>			1,799	26,195	6,507							
Total	235,354	566,472	140,413	266,291	152,623	102,288	35,068	52,591	17,054	6,915	16,953	

A espécie que apresentou maior amplitude de comprimento padrão foi *Plagioscion squamosissimus* com um total de 259 mm. Os exemplares com maior comprimento padrão foram *Sternopygus macrurus* com 375 mm e *P. squamosissimus* com 340 mm, e os menores foram *Moenkhausia costae* com 49 mm e *Metynnis maculatus* com 50 mm (Tabela 2.3.A.1-5).

Tabela 2.3.A.1-5 – Lista dos taxa coletados no reservatório de Moxotó entre dezembro de 2008 a outubro de 2009, com o número total de indivíduos e a amplitude de comprimento padrão.

Taxa	CP (mm)		N
	Mín	Máx	
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	101	170	397
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> *	-	-	4
<i>Anchoviella vaillanti</i>	111	114	6
<i>Astyanax</i> gr. <i>bimaculatus</i>	51	68	5
<i>Bryconops</i> cf. <i>affinis</i>	77	114	1147
<i>Cichla</i> spp.	69	184	15
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>	59	59	1
<i>Crenicichla lepidota</i>	87	153	4
<i>Curimatella lepidura</i>	89	89	1
<i>Duopalatinus emarginatus</i>	248	248	2
<i>Eigenmannia virescens</i>	62	274	71
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	180	275	13
<i>Hoplias malabaricus</i>	100	237	13
<i>Hypostomus</i> spp.	145	224	5
<i>Leporinus taeniatus</i>	167	167	1
<i>Megalancistrus barrae</i>	163	240	2
<i>Metynnis maculatus</i>	50	117	33
<i>Moenkhausia costae</i>	49	69	75
<i>Myleus micans</i>	101	101	1
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	120	150	17
<i>Pimelodus maculatus</i>	230	280	3
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	81	340	381
<i>Prochilodus costatus</i>	201	211	2
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>	314	314	1
<i>Roeboides xenodon</i>	68	78	5
<i>Serrasalmus brandtii</i>	52	225	11
<i>Sternopygus macrurus</i>	204	375	3
<i>Triportheus guentheri</i>	110	162	35

*Exemplares danificados

Trecho de rio em Moxotó

Durante o período amostrado, no trecho de rio em Moxotó foram capturados 1561 indivíduos, sendo *Acestrorhynchus bristkii* a espécie mais abundante com 28,82%, seguida de *Moenkhausia costae* com 22,54%, *Plagioscion squamosissimus* com 15,18%, *Bryconops cf. affinis* com 13,45%, *Triportheus guentheri* com 6,91% e *Metynnis maculatus* com 3,71% (Figura 2.3.A.1-4).

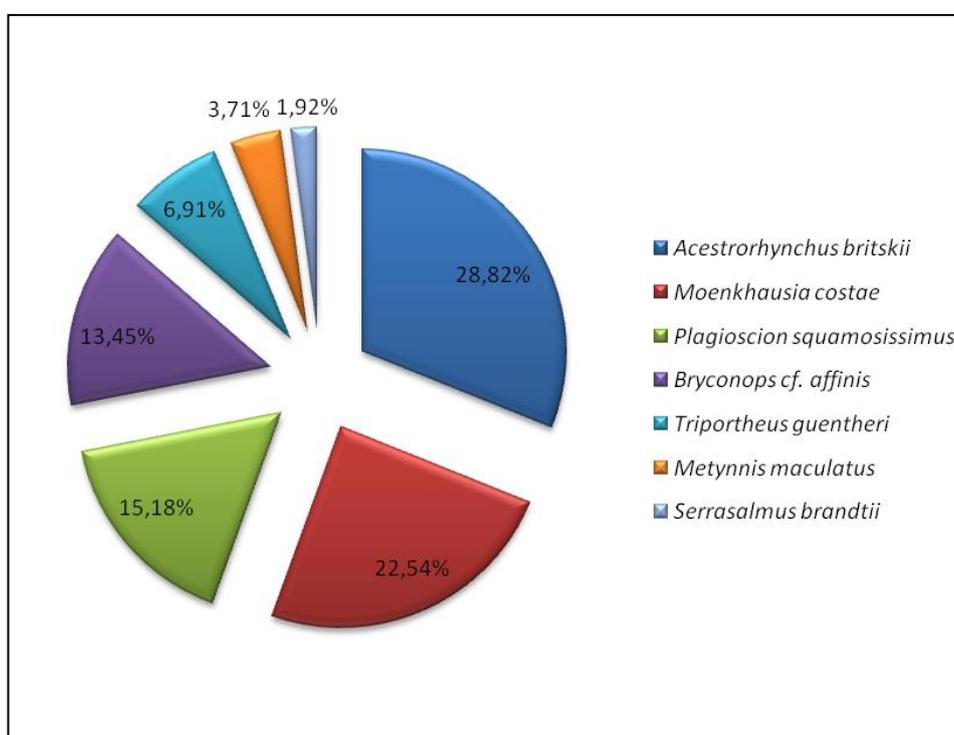


Figura 2.3.A.1-4 – Frequência relativa das espécies mais representativas no trecho rio de Moxotó no período de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Para se avaliar o esforço de pesca em relação às malhas da rede de espera, em Moxotó no trecho do rio, nas estações MO RD 04, MO RD 07, MO RD 08 e MO RD 09 nos meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009, foi analisada a CPUE por número de indivíduos (CPUE_n) e biomassa (CPUE_b).

Fevereiro e junho apresentaram os maiores valores de captura em termos de número de indivíduos (CPUE_n). Os maiores valores ocorreram na malha 12, e esse elevado valor em fevereiro deveu-se a abundância de *Moenkhausia costae*, entretanto

Acestrorhynchus bristkii e *Bryconops cf. affinis* tiveram maior abundância nos outros meses (Tabela 2.3.A.1-6). As malhas maiores apresentaram os menores valores de captura (Figura 2.3.A.1-5 e Tabela 2.3.A.1-6).

Em termos de biomassa (CPUEb), foi observado um maior valor de captura nos meses de abril e junho. As malhas 35 e 25 apresentaram os maiores valores em abril devido a presença de *Plagioscion squamosissimus*, espécie que registrou elevada participação nos valores de CPUEb em todas as malhas. Os valores de CPUEb nas malhas menores (12, 15 e 20) devem-se a abundância de *Acestrorhynchus bristkii*. *Serrasalmus brandtii* ocorreu em todas as malhas empregadas (Figura 2.3.A.1-6, Tabela 2.3.A.1-7 e Tabela 2.3.A.1-9).

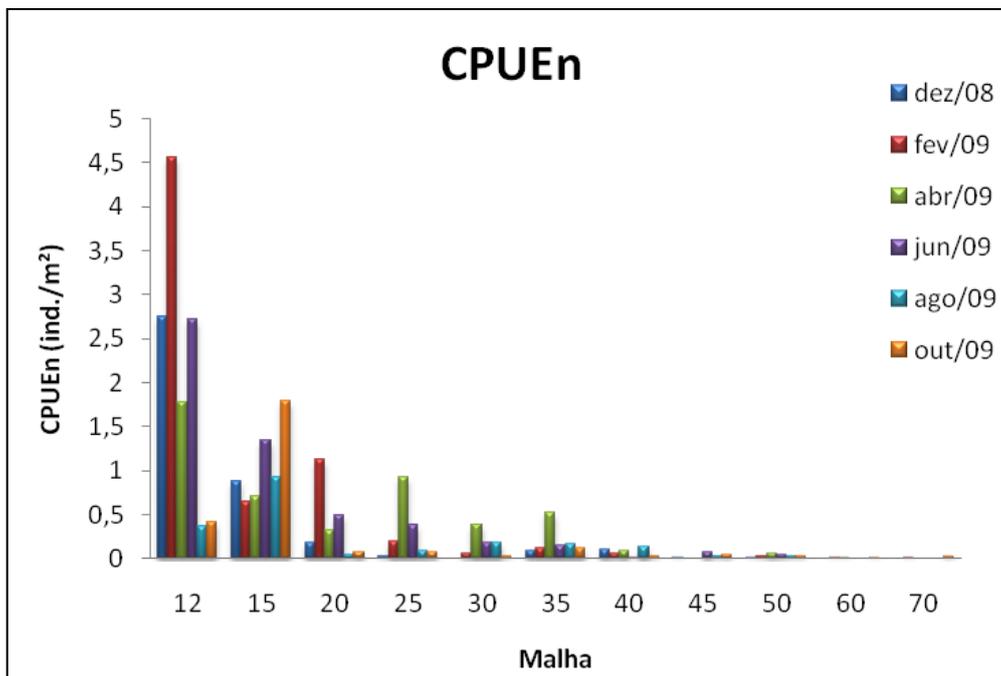


Figura 2.3.A.1-5 – CPUE total por números de indivíduos, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no trecho rio de Moxotó entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

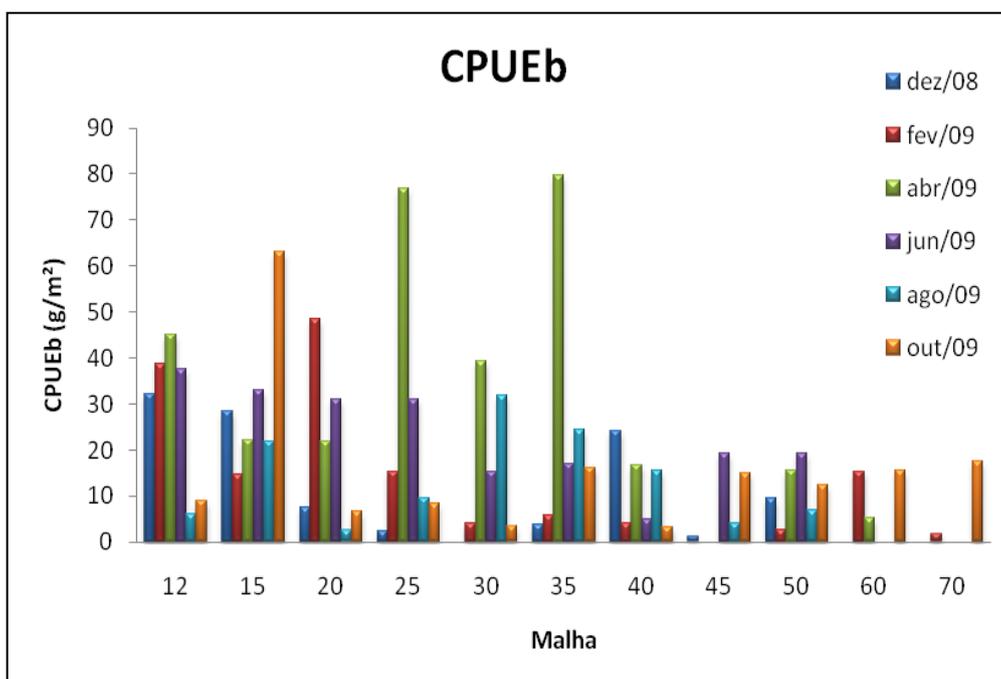


Figura 2.3.A.1-6 – CPUE total por biomassa de indivíduos, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no trecho rio de Moxotó entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Tabela 2.3.A.1-6 - CPUE total por números de indivíduos por mês, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no trecho rio Moxotó entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Mês	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
dez/08	2,749	0,872	0,177	0,032		0,092	0,109	0,016	0,016		
fev/09	4,563	0,647	1,125	0,195	0,064	0,123	0,062		0,032	0,015	0,013
abr/09	1,780	0,703	0,321	0,924	0,386	0,523	0,093		0,065	0,015	
jun/09	2,713	1,350	0,498	0,389	0,177	0,154	0,016	0,078	0,049		
ago/09	0,370	0,928	0,048	0,097	0,177	0,169	0,140	0,031	0,032		
out/09	0,423	1,800	0,080	0,081	0,032	0,123	0,031	0,047	0,032	0,015	0,027

Tabela 2.3.A.1-7 - CPUE total por biomassa de indivíduos por mês, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no trecho rio de Moxotó entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Mês	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
dez/08	32,155	28,540	7,519	2,399		3,814	24,027	1,086	9,410		
fev/09	38,621	14,678	48,357	15,172	4,016	5,874	4,204		2,737	15,322	1,814
abr/09	45,122	22,129	21,962	76,914	39,200	79,561	16,752		15,548	5,334	
jun/09	37,581	33,123	31,007	30,863	15,182	17,038	4,917	19,110	19,111		
ago/09	6,202	21,848	2,522	9,612	31,874	24,265	15,542	4,064	6,786		
out/09	8,862	63,041	6,780	8,251	3,374	15,961	3,257	15,030	12,406	15,647	17,434

Tabela 2.3.A.1-8 - CPUE total por número de indivíduos por espécie, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no trecho rio de Moxotó entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

TAXA	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	4,669	2,756	0,032						0,016		
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	0,106	0,028									
<i>Astyanax fasciatus</i>		0,028									
<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	0,141										
<i>Bryconops cf. affinis</i>	1,850	2,784									
<i>Cichla spp.</i>	0,018						0,016				
<i>Crenicichla lepidota</i>	0,018										
<i>Curimatella lepidura</i>	0,106	0,056	0,080								
<i>Eigenmannia virescens</i>	0,053	0,028	0,048								
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	0,018	0,028	0,016			0,015	0,031	0,031	0,032		
<i>Hoplias malabaricus</i>	0,018		0,032	0,016	0,064	0,015					
<i>Hypostomus spp.</i>			0,016				0,016				
<i>Leporinus taeniatus</i>			0,064								
<i>Metynnis maculatus</i>		0,084		0,016	0,080	0,477	0,202	0,047	0,016		
<i>Moenkhausia costae</i>	5,198	0,253									
<i>Parauchenipterus galeatus</i>			0,032	0,097	0,032						
<i>Pimelodus maculatus</i>		0,028	0,016	0,049		0,015					
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	0,176	0,141	0,675	1,426	0,514	0,584	0,047	0,062	0,032		0,013
<i>Prochilodus costatus</i>				0,016			0,062		0,032	0,030	
<i>Pygocentrus piraya</i>	0,018										0,013
<i>Roeboides xenodon</i>	0,159		0,016								
<i>Serrasalmus brandtii</i>	0,053	0,028	0,032	0,016	0,048	0,077	0,078	0,031	0,097	0,015	0,013
<i>Triportheus guentheri</i>		0,056	1,189	0,081	0,096						
Total	12,598	6,299	2,249	1,718	0,835	1,184	0,450	0,171	0,227	0,044	0,040

Tabela 2.3.A.1-9 - CPUE total por biomassa de indivíduos por espécie, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no trecho rio de Moxotó entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

TAXA	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	91,407	92,059	1,414						0,648		
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	1,674	1,265									
<i>Astyanax fasciatus</i>		0,394									
<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	0,722										
<i>Bryconops cf. affinis</i>	23,944	56,405									
<i>Cichla spp.</i>	0,194						6,794				
<i>Crenicichla lepidota</i>	0,176										
<i>Curimatella lepidura</i>	1,991	0,731	2,795								
<i>Eigenmannia virescens</i>	0,740	0,534	1,269								
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	0,546	0,366	0,370			4,152	8,267	7,523	11,207		
<i>Hoplias malabaricus</i>	3,471		3,808	0,859	14,925	7,535					
<i>Hypostomus spp.</i>			0,434				2,745				
<i>Leporinus taeniatus</i>			6,169								
<i>Metynnis maculatus</i>		10,319		0,146	3,229	19,144	13,091	3,940	2,089		
<i>Moenkhausia costae</i>	24,860	1,800									
<i>Parauchenipterus galeatus</i>			2,137	7,716	3,374						
<i>Pimelodus maculatus</i>		3,684	0,707	6,095		4,382					
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	16,527	13,806	46,606	121,102	62,029	106,717	9,725	22,863	12,406		1,814
<i>Prochilodus costatus</i>				1,183			21,188		18,755	30,969	
<i>Pygocentrus piraya</i>	1,145										10,137
<i>Roeboides xenodon</i>	1,004		0,064								
<i>Serrasalmus brandtii</i>	0,141	0,112	0,337	0,178	1,430	4,582	6,887	4,964	20,892	5,334	7,296
<i>Triportheus guentheri</i>		1,884	52,036	5,933	8,659						
Total	168,543	183,360	118,146	143,211	93,646	146,512	68,699	39,290	65,997	36,303	19,248

A espécie que apresentou maior amplitude de comprimento padrão foi *Plagioscion squamosissimus* com 245 mm. Os exemplares com maior comprimento padrão foram *Prochilodus costatus* com 335 e *P. squamosissimus* com 310 mm, e os menores foram *Serrasalmus brandtii* com 45 mm e *Moenkhausia costae* com 48 mm (Tabela 2.3.A.1-10).

Tabela 2.3.A.1-10 – Lista dos taxa coletados no trecho rio de Moxotó entre dezembro de 2008 a outubro de 2009, com o número total de indivíduos e a amplitude de comprimento padrão.

Taxa	CP (mm)		N
	Mín	Máx	
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	95	170	450
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	102	163	14
<i>Astyanax fasciatus</i>	84	84	1
<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	50	58	9
<i>Bryconops cf. affinis</i>	81	200	210
<i>Cichla spp.</i>	82	260	2
<i>Crenicichla lepidota</i>	80	80	1
<i>Curimatella lepidura</i>	55	141	14
<i>Eigenmannia virescens</i>	165	240	10
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	93	245	12
<i>Hoplias malabaricus</i>	180	285	9
<i>Hypostomus spp.</i>	100	190	2
<i>Leporinus taeniatus</i>	124	160	4
<i>Metynnis maculatus</i>	54	186	58
<i>Moenkhausia costae</i>	48	63	352
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	119	150	11
<i>Pimelodus maculatus</i>	135	250	6
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	65	310	237
<i>Prochilodus costatus</i>	153	335	9
<i>Pygocentrus piraya</i>	120	245	2
<i>Roeboides xenodon</i>	52	74	10
<i>Serrasalmus brandtii</i>	45	230	30
<i>Triportheus guentheri</i>	112	218	108

Em Moxotó (rio e reservatório) a riqueza variou de 16 a 24 taxons. Em relação à diversidade e equitabilidade, observa-se que a diversidade apresentou-se média nos meses de dez/08 a jun/09 e baixa em agosto e outubro/09 devido da grande abundância de *Bryconops cf. affinis* que participou com 67,7% e 64% nos dois meses respectivamente, fazendo decair os valores de equitabilidade (Figura 2.3.A.1-7).

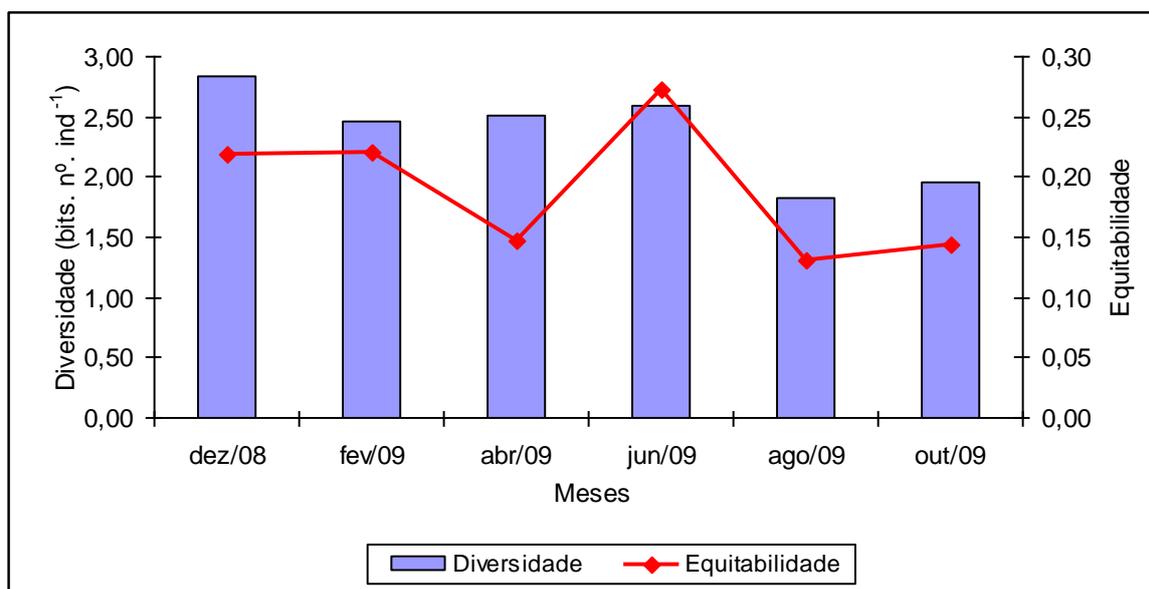


Figura 2.3.A.1-7 – Diversidade e equitabilidade entre os meses de coleta no reservatório de Moxotó.

Trecho reservatório de PAI, II, III

No Reservatório de PA I, II, III, foram capturados um total de 2.486 indivíduos, sendo as espécies mais representativas *Bryconops cf. affinis* e *Acestrorhynchus britskii* com 53,37% e 23,25% respectivamente (Figura 2.3.A.1-8).

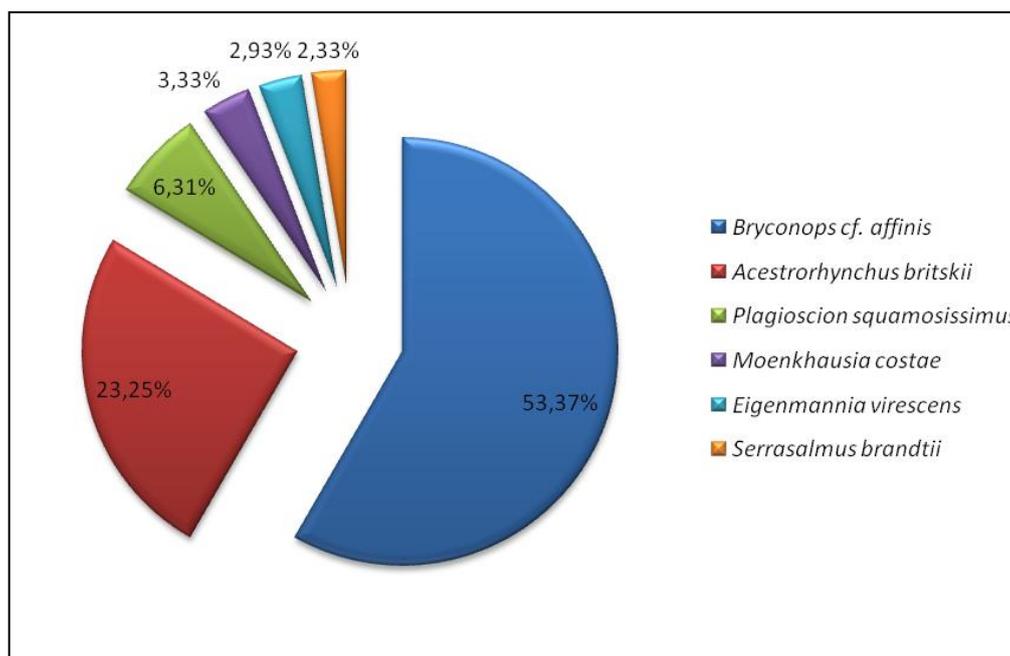


Figura 2.3.A.1-8 – Frequencia relativa das espécies mais representativas do reservatório de PA I, II, III no período de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Para se avaliar o esforço de pesca em relação às malhas da rede de espera, nos reservatórios do complexo Paulo Afonso (PA I, II, III), nas estações P1 RD 01 P1 RD 02 e P1 RD 03 entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009, foi analisada a CPUE por número de indivíduos (CPUE_n) e biomassa (CPUE_b).

Em termos de número de indivíduos (CPUE_n) os meses de fevereiro, dezembro e abril apresentaram os maiores valores de captura, enquanto que o mês de outubro apresentou o menor valor. Foi observado que as malhas, 12 e 15, foram as mais eficientes (Figura 2.3.A.1-9 e Tabela 2.3.A.1-11), devido principalmente, a abundancia de *Bryconops cf. affinis*. A espécie *Plagioscion squamosissimus* ocorreu em todas as malhas

empregadas, exceto na malha 70 que só registrou ocorrência de *Serrasalmus brandtii* (Tabela 2.3.A.1-13).

A CPUEb apresentou seus maiores valores em abril de 2009 e dezembro de 2008 respectivamente e os menores valores foram observados em junho. O mês de abril aparece com relevância em todas as malhas amostradas, com dois picos nas malhas 30 e 35 devido a presença de *Plagioscion squamosissimus* (Tabela 2.3.A.1-12 e Figura 2.3.A.1-10).

As espécies responsáveis pelos maiores valores de captura em termos de biomassa foram representadas por *Bryconops cf. affinis* e *Plagioscion squamosissimus* (Tabela 2.3.A.1-14).

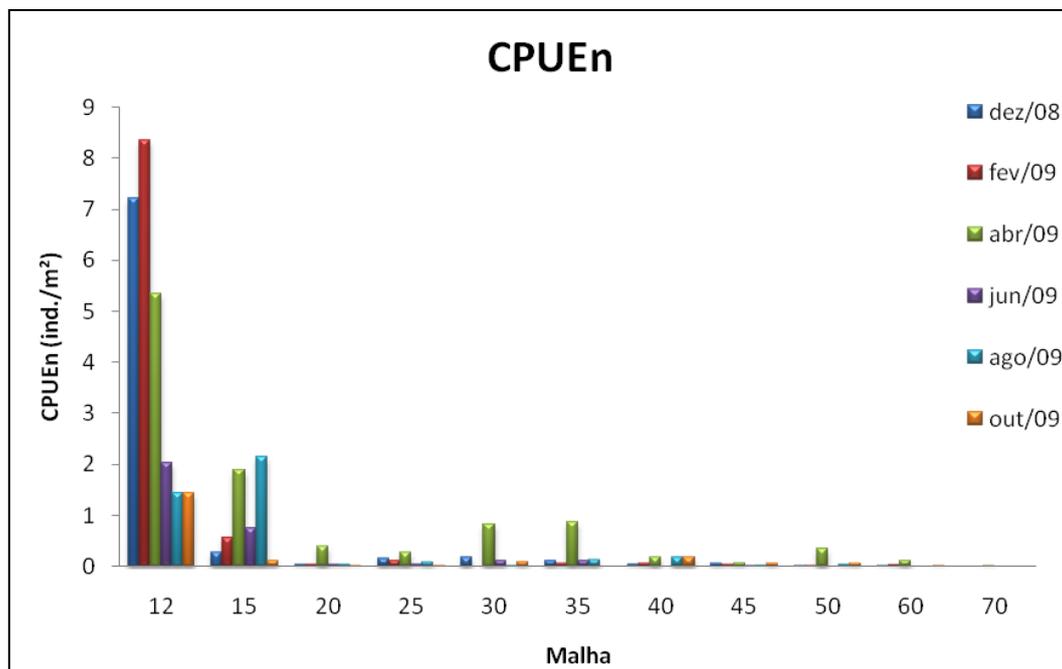


Figura 2.3.A.1-9 – CPUE total por números de indivíduos, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA I, II, III entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

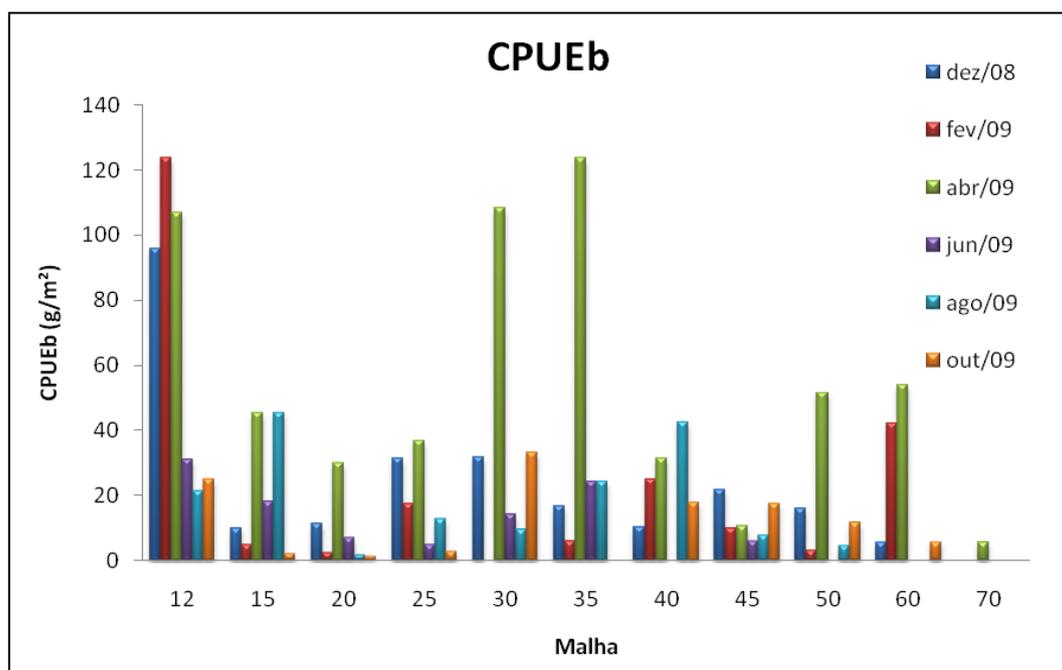


Figura 2.3.A.1-10 – CPUE total por biomassa de indivíduos, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA I, II, III entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

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 PAI, II, III entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Mês	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
dez/08	7,206	0,281	0,032	0,146	0,177	0,108	0,047	0,054	0,016	0,015	
fev/09	8,351	0,562	0,032	0,113		0,062	0,062	0,041	0,016	0,030	
abr/09	5,356	1,884	0,386	0,276	0,819	0,876	0,186	0,068	0,356	0,118	0,013
jun/09	2,026	0,759	0,032	0,049	0,112	0,108		0,014			
ago/09	1,445	2,137	0,032	0,081	0,016	0,123	0,171	0,027	0,032		
out/09	1,445	0,112	0,016	0,016	0,096		0,171	0,054	0,065	0,015	

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 I, II, III entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Mês	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
dez/08	95,724	9,701	11,326	31,528	31,537	16,838	10,067	21,514	16,034	5,629	
fev/09	123,844	4,724	2,281	17,474		6,074	24,911	9,698	2,964	41,992	
abr/09	106,947	45,383	29,914	36,569	108,442	123,939	31,425	10,553	51,275	53,886	5,669
jun/09	30,868	17,968	6,860	4,717	14,138	24,142		5,827			
ago/09	21,495	45,270	1,671	12,725	9,591	24,234	42,438	7,633	4,438		
out/09	24,896	2,137	1,205	2,772	32,999		17,776	17,385	11,628	5,615	

Tabela 2.3.A.1-13 - CPUE total por números de indivíduos por espécie, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA I, II, III entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

TAXA	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	5,550	1,631	0,016								
<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	0,035										
<i>Astyanax fasciatus</i>	0,018										
<i>Bryconops cf. affinis</i>	18,606	3,121									
<i>Cichla spp.</i>		0,112	0,096	0,065	0,016	0,015	0,047	0,027	0,016		
<i>Cichlassoma sanctifranciscense</i>	0,035	0,056	0,016	0,016							
<i>Crenicichla lepidota</i>	0,088										
<i>Curimatella lepidura</i>	0,141										
<i>Eigenmannia virescens</i>	0,264	0,112									
<i>Hoplias lacerdae</i>					0,016	0,015					
<i>Hoplias malabaricus</i>	0,053		0,016	0,130	0,048	0,077	0,047				
<i>Hypostomus spp.</i>	0,018		0,048	0,065	0,048	0,092	0,186	0,054	0,016	0,015	
<i>Leporinus taeniatus</i>			0,016		0,016						
<i>Megalancistrus barrae</i>			0,016	0,016			0,016	0,027	0,016		
<i>Metynnis maculatus</i>		0,028	0,080	0,016	0,032	0,108	0,155	0,041	0,032		
<i>Moenkhausia costae</i>	0,775	0,450									
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	0,018		0,048	0,097	0,145	0,031					
<i>Pygocentrus piraya</i>				0,016							
<i>Pimelodus maculatus</i>											0,015
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	0,123	0,141	0,112	0,227	0,819	0,646	0,078	0,054	0,194	0,015	
<i>Prochilodus argenteus</i>							0,016				
<i>Pygocentrus piraya</i>											0,030
<i>Roeboides xenodon</i>	0,106	0,084									
<i>Serrasalmus brandtii</i>			0,032	0,032	0,048	0,261	0,093	0,054	0,211	0,103	0,013
<i>Triportheus guentheri</i>			0,032		0,032	0,031					
Total	25,829	5,736	0,530	0,681	1,221	1,276	0,636	0,258	0,486	0,177	0,013

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 dezembro de 2008 a outubro de 2009.

TAXA	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	105,590	51,653	0,434								
<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	0,722										
<i>Astyanax fasciatus</i>	0,670										
<i>Bryconops cf. affinis</i>	253,343	62,198									
<i>Cichla spp.</i>		1,631	4,209	4,652	2,587	3,337	16,038	12,333	2,964		
<i>Cichlassoma sanctifranciscense</i>	0,529	1,322	0,402	0,600							
<i>Crenicichla lepidota</i>	2,379										
<i>Curimatella lepidura</i>	1,885										
<i>Eigenmannia virescens</i>	3,471	2,249									
<i>Hoplias lacerdae</i>					10,137	4,152					
<i>Hoplias malabaricus</i>	8,545		2,040	20,084	10,619	23,127	25,810				
<i>Hypostomus spp.</i>	4,088		14,732	13,697	21,865	23,865	26,074	17,046	2,089	5,053	
<i>Leporinus taeniatus</i>			1,574		2,072						
<i>Megalancistrus barrae</i>			1,189	4,620			10,765	7,633	3,320		
<i>Metynnis maculatus</i>		0,450	1,141	1,183	0,627	4,429	9,307	3,463	1,506		
<i>Moenkhausia costae</i>	6,378	2,559									
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	1,797		3,888	9,239	16,708	2,783					
<i>Pygocentrus piraya</i>				6,014							
<i>Pimelodus maculatus</i>										5,629	
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	13,126	1,996	18,508	42,550	127,609	114,943	19,110	25,358	52,636	36,939	
<i>Prochilodus argenteus</i>							5,848				
<i>Pygocentrus piraya</i>										20,035	
<i>Roeboides xenodon</i>	1,251	1,125									
<i>Serrasalmus brandtii</i>			2,892	3,145	1,880	16,361	13,665	6,778	23,824	39,465	5,669
<i>Triportheus guentheri</i>			2,249		2,603	2,230					
Total	403,774	125,183	53,257	105,784	196,707	195,227	126,617	72,611	86,339	107,122	5,669

Plagioscion squamosissimus apresentou a maior amplitude de comprimento padrão com 411 mm. Os exemplares com maior comprimento padrão foram *P. squamosissimus* com 480 mm e *Hoplias malabaricus* com 320 mm, e os menores foram *Cichlasoma sanctifranciscense* com 42 mm e *Metynnis maculatus* com 44 mm (Tabela 2.3.A.1-15).

Tabela 2.3.A.1-15 – Lista dos taxa coletados no reservatório de PA I, II, III entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009 com o número total de indivíduos e a amplitude de comprimento padrão.

Taxa	CP (mm)		N
	Mín	Máx	
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	90	170	578
<i>Astyanax fasciatus</i>	82	82	2
<i>Astyanax</i> gr. <i>bimaculatus</i>	58	65	2
<i>Bryconops</i> cf. <i>affinis</i>	74	108	1327
<i>Cichla</i> spp.	81	274	26
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>	42	83	6
<i>Crenicichla lepidota</i>	78	105	5
<i>Curimatella lepidura</i>	80	97	9
<i>Eigenmannia virescens</i>	140	240	73
<i>Hoplias lacerdae</i>	250	305	2
<i>Hoplias malabaricus</i>	110	320	26
<i>Hypostomus</i> spp.	96	266	36
<i>Leporinus taeniatus</i>	162	172	3
<i>Megalancistrus barrae</i>	142	275	6
<i>Metynnis maculatus</i>	44	132	34
<i>Moenkhausia costae</i>	48	69	83
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	126	160	22
<i>Pimelodus maculatus</i>	262	262	1
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	69	480	157
<i>Prochilodus argenteus</i>	250	250	1
<i>Pygocentrus piraya</i>	200	250	3
<i>Roeboides xenodon</i>	57	80	13
<i>Serrasalmus brandtii</i>	66	248	58
<i>Triportheus guentheri</i>	142	160	10

A diversidade nos reservatórios de PA I, II III, apresentou-se baixa e média devido ao domínio da espécie *Bryconops* cf. *affinis* na comunidade tornando as espécies mal distribuídas (Figura 2.3.A.1-11).

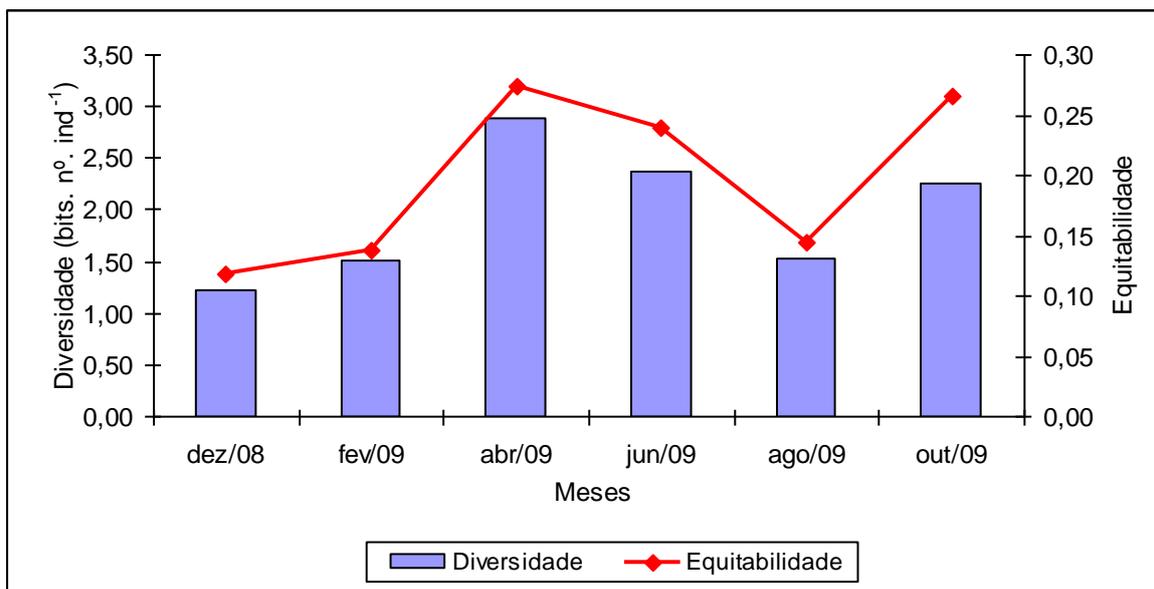


Figura 2.3.A.1-11 – Diversidade e equitabilidade entre os meses de coleta nos reservatórios de PA I, II, III.

Trecho de reservatório PA IV

Dos 1.376 indivíduos capturados em PA IV, *Acestrorhynchus britskii* foi a espécie mais abundante com 44,98%, seguida de *Bryconops cf. affinis* com 16,71%, *Metynnis maculatus* com 10,82%, *Eigenmannia virescens* com 7,77%, *Plagioscion squamosissimus* com 4,72% e *Serrasalmus brandtii* com 3,70% (Figura 2.3.A.1-12).

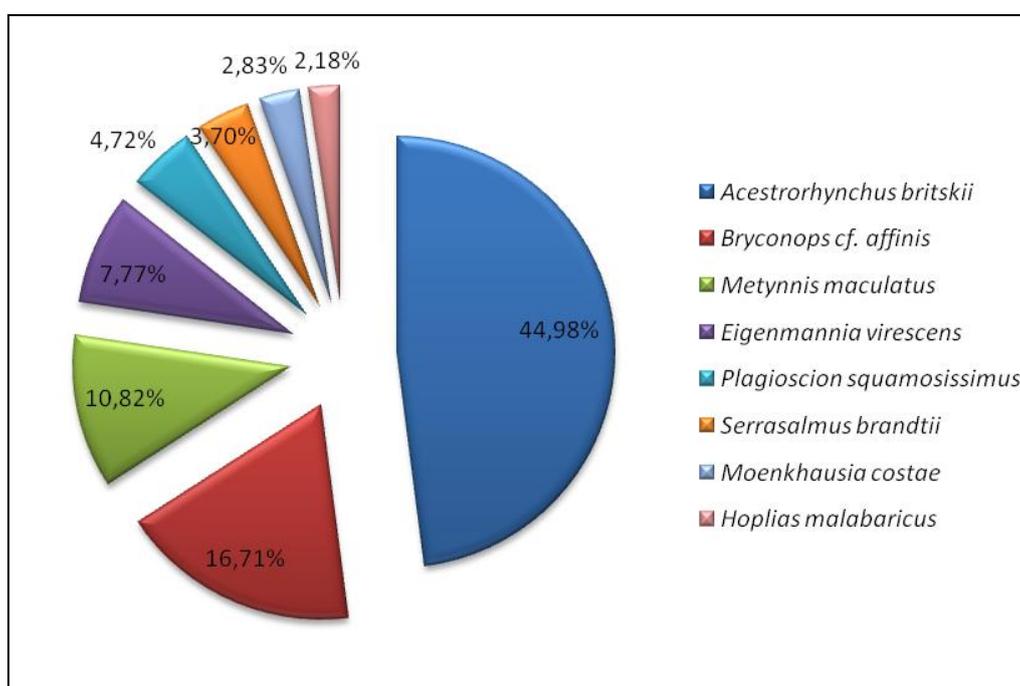


Figura 2.3.A.1-12 – Frequência relativa das espécies mais representativas do reservatório de PA IV no período de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Para se avaliar o esforço de pesca em relação às malhas da rede de espera, no reservatório de PA IV, nas estações PA RD 01, PA RD 03, PA RD 04, PA RD 05 e PA RD 06 foi analisada a CPUE por número de indivíduos (CPUE_n) e biomassa (CPUE_b).

Abril e outubro apresentaram os maiores valores de captura em termos de número de indivíduos (CPUE_n). As malhas 12 e 15 apresentaram os maiores valores em geral, devido a abundância de *Acestrorhynchus bristkii* e *Bryconops cf. affinis* (Tabela 2.3.A.1-16). O mês de dezembro apresentou os menores valores de captura (Figura 2.3.A.1-13 e Tabela 2.3.A.1-18).

Em termos de biomassa (CPUEb), foi observado um maior valor de captura nos meses de agosto e outubro. Os maiores valores ocorreram nas malhas 12 e 15, assim como na CPUE_n. As espécies mais representativas em termos de biomassa foram *Acestrorhynchus bristkii* e *Plagioscion squamosissimus* (Figura 2.3.A.1-14, Tabela 2.3.A.1-17 e Tabela 2.3.A.1-19).

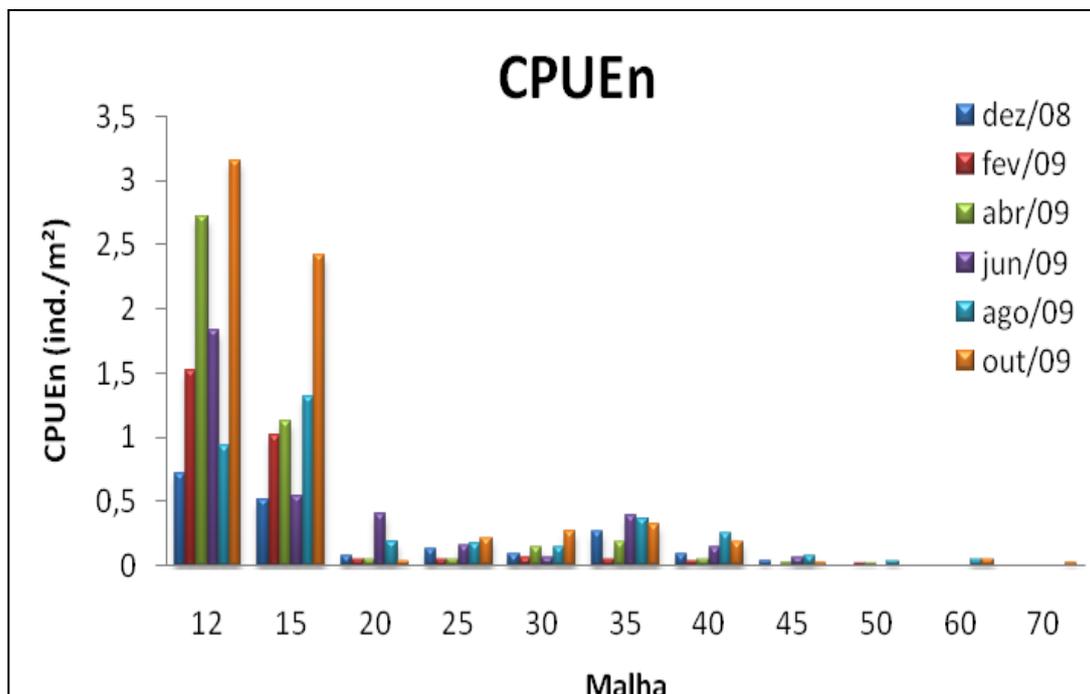


Figura 2.3.A.1-13 – Frequencia relativa das espécies mais representativas do reservatório de PA IV no período de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

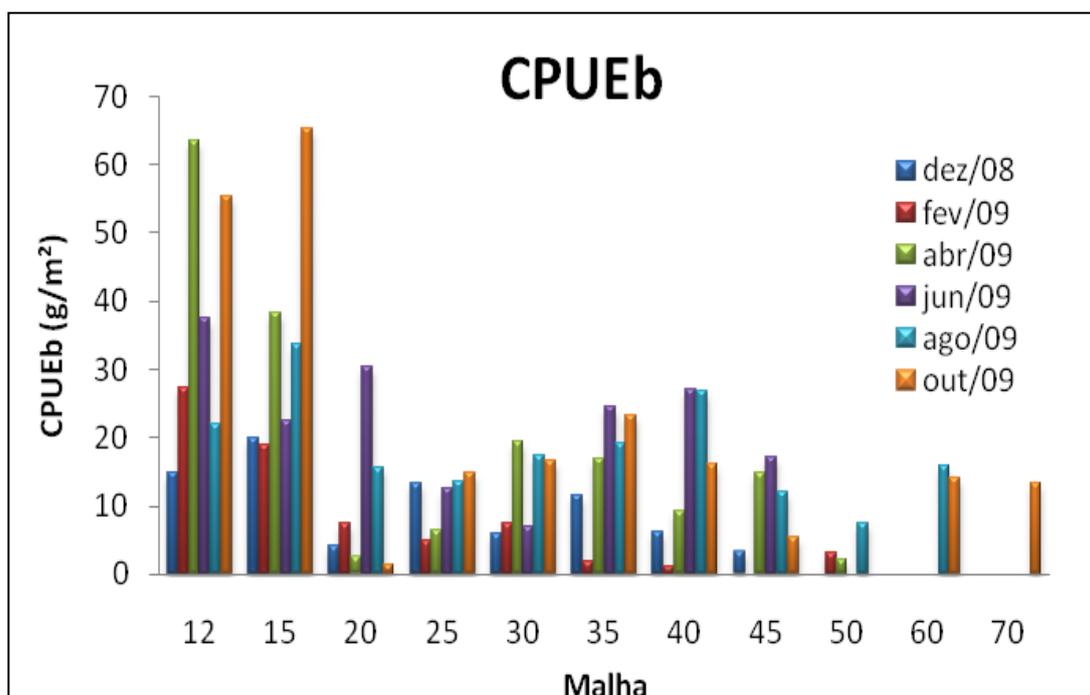


Figura 2.3.A.1-14 – CPUE total por biomassa de indivíduos, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA IV entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Tabela 2.3.A.1-16 – 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 dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Mês	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
dez/08	0,722	0,506	0,080	0,130	0,096	0,261	0,093	0,041			
fev/09	1,515	1,012	0,048	0,049	0,064	0,046	0,031		0,016		
abr/09	2,713	1,125	0,048	0,048	0,145	0,185	0,047	0,027	0,016		
jun/09	1,832	0,534	0,402	0,161	0,064	0,384	0,140	0,068			
ago/09	0,934	1,322	0,193	0,178	0,145	0,369	0,248	0,081	0,032	0,044	
out/09	3,154	2,418	0,032	0,210	0,273	0,323	0,186	0,027		0,044	0,027

Tabela 2.3.A.1-17 – 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 dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Mês	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
dez/08	14,959	19,908	4,145	13,243	5,992	11,625	6,142	3,260			
fev/09	27,239	18,924	7,438	5,004	7,342	1,876	1,194	0,000	3,174		
abr/09	63,434	38,376	2,570	6,407	19,359	16,992	9,136	14,805	2,154		
jun/09	37,581	22,354	30,251	12,604	7,053	24,588	26,974	17,114			
ago/09	21,883	33,658	15,487	13,670	17,287	19,237	26,912	12,143	7,466	15,913	
out/09	55,324	65,291	1,414	14,816	16,548	23,250	16,194	5,406	0,000	14,170	13,325

Tabela 2.3.A.1-18 – CPUE total por números de indivíduos por espécie, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA IV entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

TAXA	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	6,730	3,149	0,112					0,014			
<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	0,018										
<i>Bryconops cf. affinis</i>	2,343	2,249		0,032							
<i>Cichla spp.</i>	0,035	0,056	0,080	0,113			0,016	0,014	0,016	0,015	
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>				0,032	0,016		0,016				
<i>Crenicichla lepidota</i>	0,035	0,028									
<i>Curimatella lepidura</i>		0,028	0,016								
<i>Eigenmannia virescens</i>	0,687	0,759	0,080								
<i>Franciscodoras marmoratus</i>								0,014			
<i>Hoplias lacerdae</i>	0,018										
<i>Hoplias malabaricus</i>	0,053	0,056	0,145	0,129	0,064						
<i>Hoplosternum littorale</i>		0,028									
<i>Hypostomus spp.</i>					0,016			0,014			
<i>Metynnis maculatus</i>	0,018		0,032	0,065	0,289	1,215	0,496	0,095			
<i>Moenkhausia costae</i>	0,634										
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	0,018	0,028			0,032						
<i>Pimelodus maculatus</i>					0,016						
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	0,123	0,112	0,112	0,161	0,161	0,138	0,078	0,027	0,016		
<i>Prochilodus costatus</i>			0,016				0,031	0,014			
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>										0,015	
<i>Roeboides xenodon</i>	0,070	0,056									
<i>Serrasalmus brandtii</i>			0,112	0,113	0,064	0,215	0,109	0,054	0,032	0,059	
<i>Sternopygus macrurus</i>		0,112	0,048	0,032	0,032						
<i>Triportheus guentheri</i>	0,088		0,048	0,097	0,096						
Total	10,871	6,664	0,803	0,775	0,787	1,568	0,745	0,244	0,065	0,089	0,027

Tabela 2.3.A.1-19 – CPUE total por biomassa de indivíduos por espécie, para as diferentes malhas empregadas nas redes de espera no reservatório de PA IV entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

TAXA	Malhas										
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	155,769	93,516	3,293					0,353			
<i>Astyanax</i> gr. <i>bimaculatus</i>	0,141										
<i>Bryconops</i> cf. <i>affinis</i>	31,926	53,397		0,646							
<i>Cichla</i> spp.	0,282	1,097	4,177	7,682			5,491	5,963	4,470	5,954	
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>				1,084	1,092		1,024				
<i>Crenicichla lepidota</i>	0,758	1,293									
<i>Curimatella lepidura</i>		0,815	0,932								
<i>Eigenmannia virescens</i>	8,598	12,260	2,121								
<i>Franciscodoras marmoratus</i>								3,613			
<i>Hoplias lacerdae</i>	6,695										
<i>Hoplias malabaricus</i>	4,863	10,207	11,535	19,236	11,792						
<i>Hoplosternum littorale</i>		8,014									
<i>Hypostomus</i> spp.					6,233			5,487			
<i>Metynnis maculatus</i>	0,405		1,189	1,502	8,290	48,807	28,649	8,000			
<i>Moenkhausia costae</i>	3,258										
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	1,163	1,940			3,069						
<i>Pimelodus maculatus</i>					1,639						
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	5,550	8,857	20,451	22,820	25,866	33,753	24,352	10,268	2,154		13,325
<i>Prochilodus costatus</i>			10,668				16,364	11,192			
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>										7,934	
<i>Roeboides xenodon</i>	0,416	0,394									
<i>Serrasalmus brandtii</i>			1,366	2,908	2,056	15,008	10,672	7,851	6,171	16,194	
<i>Sternopygus macrurus</i>		6,720	3,004	3,637	5,527						
<i>Triportheus guentheri</i>	0,596		2,570	6,230	8,017						
Total	220,419	198,510	61,306	65,744	73,580	97,567	86,552	52,727	12,795	30,083	13,325

A espécie que apresentou maior amplitude de comprimento padrão foi *Plagioscion squamosissimus* com 227 mm. Os exemplares com maior comprimento padrão foram *Sternopygus macrurus* com 450 e *Eigenmannia virescens* com 314 mm, e os menores foram *Moenkhausia costae* com 50 mm, *Roeboides xenodon* com 62 mm (Tabela 2.3.A.1-20).

Tabela 2.3.A.1-20 – Lista dos taxa coletados no reservatório de PA IV entre os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009, com o número total de indivíduos e a amplitude de comprimento padrão.

Taxa	CP (mm)		N
	Mín	Máx	
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	97	170	619
<i>Astyanax</i> gr. <i>bimaculatus</i>	65	65	1
<i>Bryconops</i> cf. <i>affinis</i>	81	112	230
<i>Cichla</i> spp.	67	260	20
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>	82	110	4
<i>Crenicichla lepidota</i>	101	119	4
<i>Curimatella lepidura</i>	110	131	3
<i>Eigenmannia virescens</i>	120	314	107
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	214	214	1
<i>Hoplias lacerdae</i>	273	273	1
<i>Hoplias malabaricus</i>	85	230	30
<i>Hoplosternum littorale</i>	169	193	2
<i>Hypostomus</i> spp.	240	260	2
<i>Metynnis maculatus</i>	65	125	149
<i>Moenkhausia costae</i>	50	66	39
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	135	152	4
<i>Pimelodus maculatus</i>	169	169	1
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	67	294	65
<i>Prochilodus costatus</i>	248	306	4
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>	271	271	1
<i>Roeboides xenodon</i>	62	72	7
<i>Serrasalmus brandtii</i>	69	225	51
<i>Sternopygus macrurus</i>	231	450	11
<i>Triportheus guentheri</i>	67	160	20

A riqueza variou de 12 a 16 taxons, sendo o maior valor encontrado no mês de outubro. Em relação à diversidade, observa-se que esta foi baixa nos meses de

dezembro e abril e média nos demais, devido que a espécie *Acestrorhynchus britskii* dominou na comunidade (Figura 2.3.A.1-15).

Entre os reservatórios no Complexo, a diversidade apresentou-se média com maior valor de diversidade e riqueza em Moxotó (Figura 2.3.A.1-16). Através da Figura 2.3.A.1-17 observa-se a similaridade entre os reservatórios.

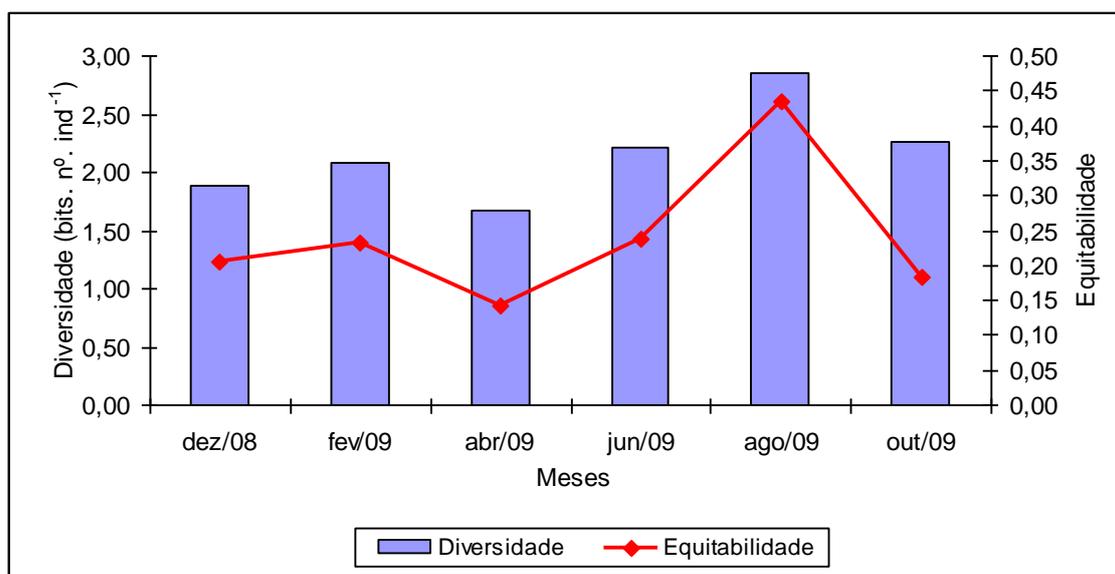


Figura 2.3.A.1-15 – Diversidade e equitabilidade entre os meses de coleta no reservatório de PA IV.

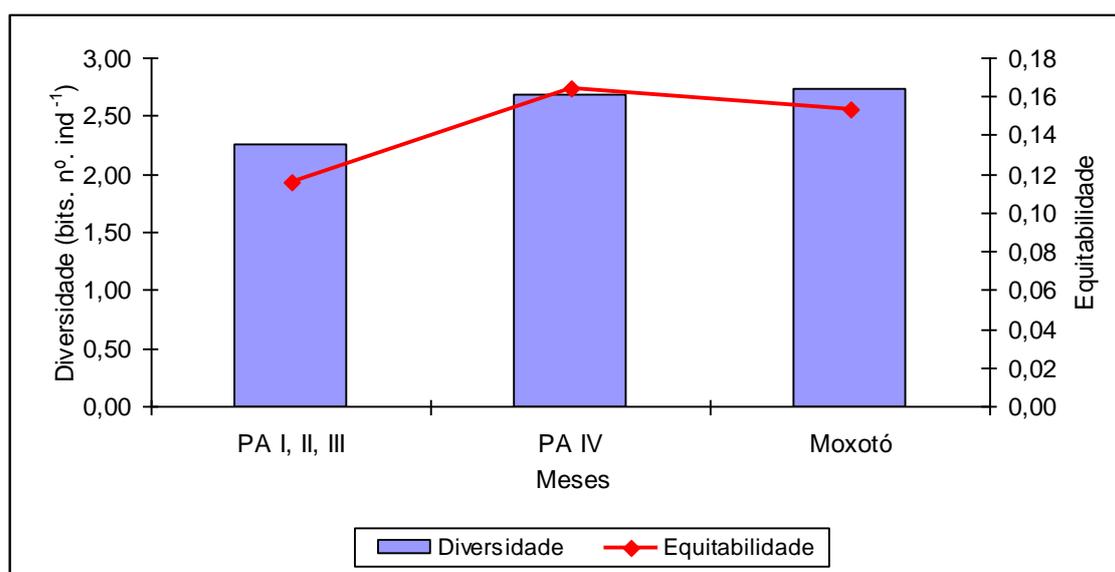


Figura 2.3.A.1-16 – Diversidade e equitabilidade entre os reservatórios no Complexo Paulo Afonso.

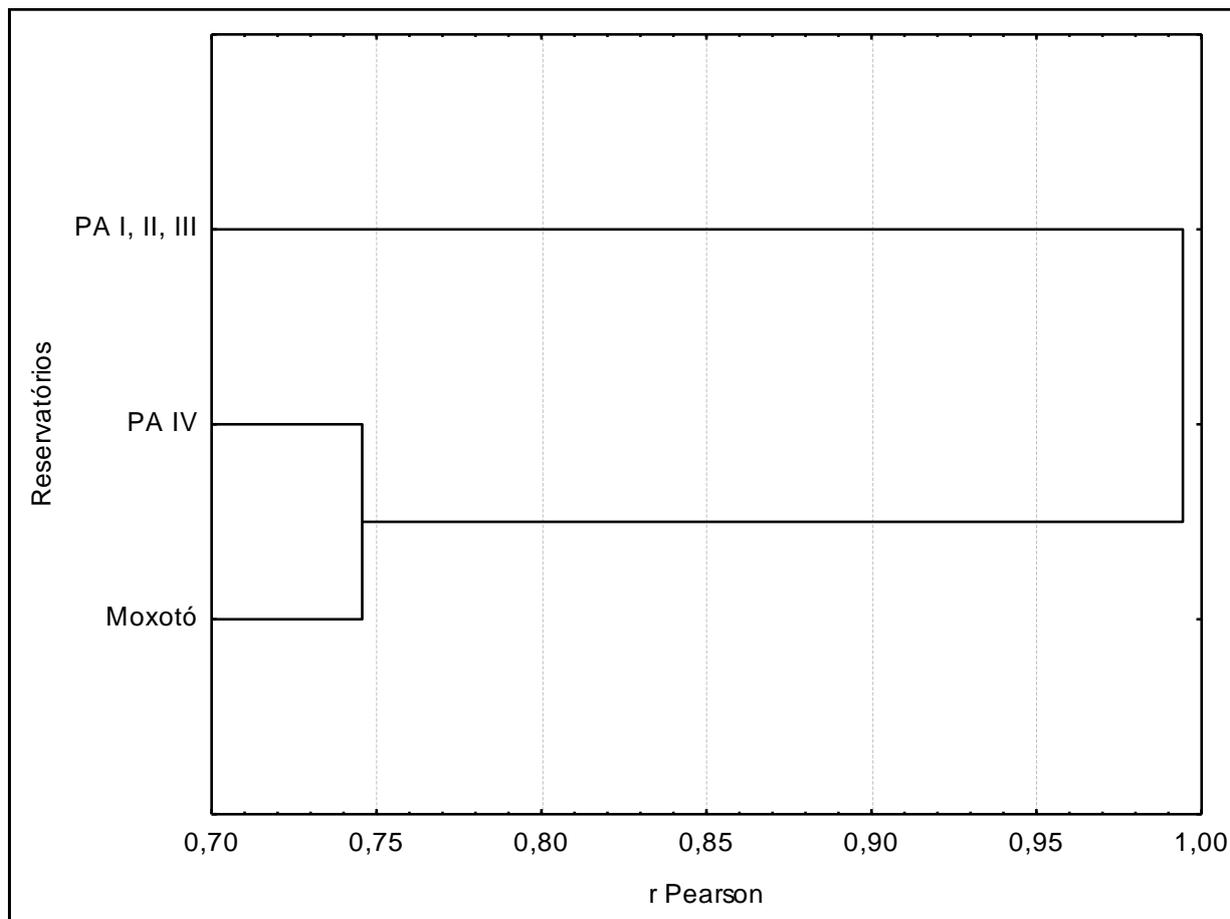


Figura 2.3.A.1-17 – Similaridade entre os reservatórios no Complexo Paulo Afonso.

2.3.A.2. Ictioplâncton

2.3.A.2.1. Coletas durante o monitoramento limnológico

Dezembro de 2008

Durante o monitoramento limnológico do mês de dezembro de 2008 no complexo de Paulo Afonso, apenas no reservatório de PA I, II e III foram coletadas na estação PA 01 quatro larvas da espécie *Anchoviella vaillanti*, que apresentou densidade de $0,1 \text{ org.m}^{-3}$. Uma das larvas estava danificada, as demais se encontravam no estágio de pré-flexão, com um comprimento mínimo de 2,9 milímetros e o máximo de 3,5 milímetros. Na estação PA 02, foram encontrados cinco ovos, sendo três com gotas de óleo na superfície e os outros dois não. Esses ovos apresentaram diâmetro entre 2,0 e 2,2 mm, com espaço perivitelino variando de 0,1 a 0,2 mm. Nas demais estações não houve ocorrência de larvas e nem de ovos.

Março de 2009

Na campanha de limnologia do mês de março de 2009 no Complexo de Paulo Afonso, foram encontradas 41 larvas de peixes. No reservatório de Moxotó, nas estações MOX 03 e MOX 08 não houve ocorrência de larvas, em todas as outras ocorreram apenas indivíduos pertencentes à ordem Clupeiformes, sendo estes da espécie *Anchoviella vaillanti*.

Foram observadas que as maiores densidades ocorreram nas estações MOX 01 e MOX 02 ($0,37$ e $0,33 \text{ org.m}^{-3}$ respectivamente). As estações MOX 05 e MOX 07 obtiveram as menores densidades, com $0,12 \text{ org.m}^{-3}$.

Todas as 41 larvas de *A. vaillanti* estavam no estágio de desenvolvimento de pré-flexão. O comprimento mínimo foi de 2,6 mm e o máximo de 6,3 mm com média de 3,55 mm.

Na campanha do monitoramento limnológico no mês de março de 2009, nos demais reservatórios do Complexo Paulo Afonso, PA IV e PA I, II e III, não foram coletadas larvas de peixes.

Junho de 2009

Para o mês de junho de 2009, foi obtido um total de 59 larvas de *A. vaillanti* nos três reservatórios do Complexo Hidroelétrico de Paulo Afonso, as quais ocorreram apenas nos reservatórios de Moxotó e PAIV. A maior densidade larval foi registrada na estação MOX 06, com 1,14 org.m⁻³, seguida de MOX 07 com 0,46 org.m⁻³, enquanto a menor densidade foi na estação MOX 05 de 0,13 org.m⁻³.

No reservatório de PAIV, as estações que apresentaram larvas, mesmo que em baixa densidade, foram as de PAIV 02 e PAIV 05 com densidades de 0,1 org.m⁻³ aproximadamente.

Com relação aos estágios larvais identificados nos reservatórios de Moxotó e PAIV, todas as larvas encontradas estavam em pré-flexão, com comprimento médio de 3,35 mm. A maior larva mediu 6,4mm e a menor 2,4mm. No monitoramento limnológico no mês de junho de 2009, no reservatório PA I, II e III, não foram coletadas larvas de peixes.

Setembro de 2009

Na campanha de limnologia do mês de setembro de 2009 foram encontradas apenas duas larvas de peixes, ocorrendo nas estações MOX 06 e MOX 07, com indivíduos pertencentes à ordem Clupeiformes, sendo estes da espécie *Anchoviella vaillanti*. Nas demais estações, não foram encontradas nem larvas e nem ovos.

Ao analisar as amostras coletadas observamos que as estações que apresentaram maior densidade foram MOX 06 e MOX 07 com 0,025 org.m⁻³ e 0,04 org.m⁻³, respectivamente.

O estágio de desenvolvimento das larvas de *A. vaillanti* observadas, foi uma em pré-flexão (estação MOX 06) e a outra no estágio de flexão (MOX 07), com comprimento de 5,8 mm e de 7,1 mm, respectivamente.

Na campanha do monitoramento limnológico no mês de setembro de 2009, nos demais reservatórios do Complexo Paulo Afonso, PA IV e PA I, II e III, não foram coletadas larvas de peixes.

Análise anual

Durante as amostragens de ictioplâncton nas campanhas de limnologia, entre os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009, foi coletado um total de 106 larvas de peixes. Todos os exemplares eram representantes de *A. vaillanti* e sua densidade acumulada foi maior no mês de junho (Figura 2.3.A.2.1-1), com $1,92 \text{ org.m}^{-3}$, seguida de março, com $1,22 \text{ org.m}^{-3}$, enquanto que nos demais meses a densidade foi inferior a $0,2 \text{ org.m}^{-3}$.

A análise estatística evidenciou diferença significativa ($p=0,0130$) 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 não apresentaram medianas similares. No reservatório de PAIV, os valores de densidade por mês de coleta não apresentaram diferença significativa ($p=0,0972$) nos valores médios das amostras (Figura 2.3.A.2.1-3).

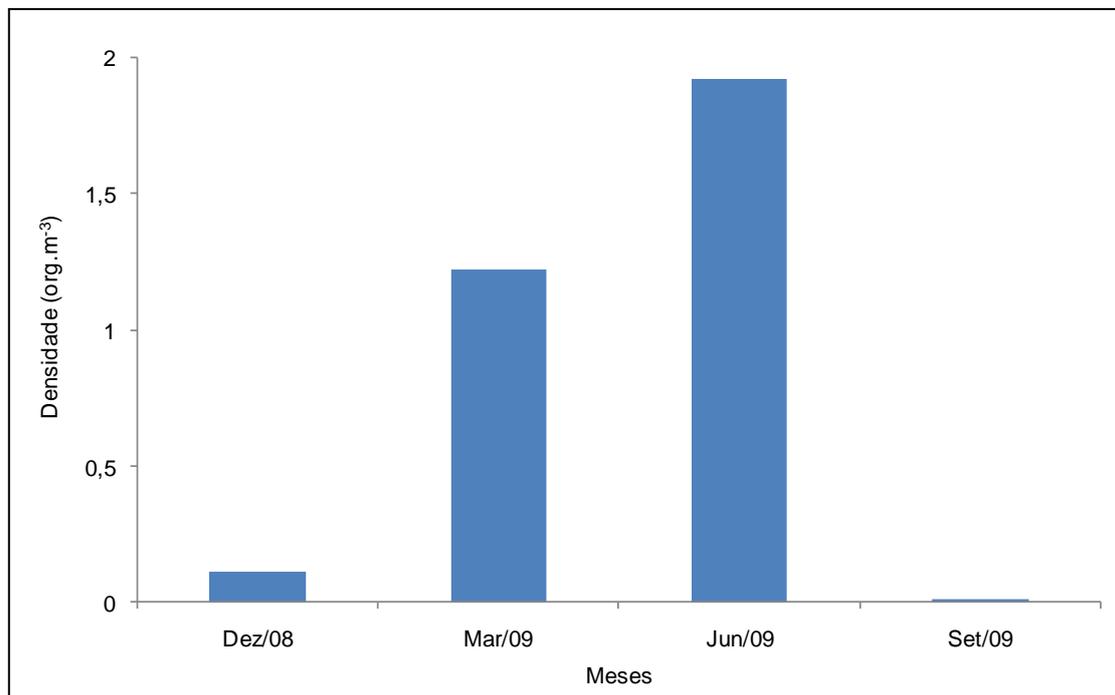


Figura 2.3.A.2.1-1 – Densidade acumulada, por campanha, de larvas de peixes coletadas nos reservatórios do Complexo Hidroelétrico de Paulo Afonso, durante os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

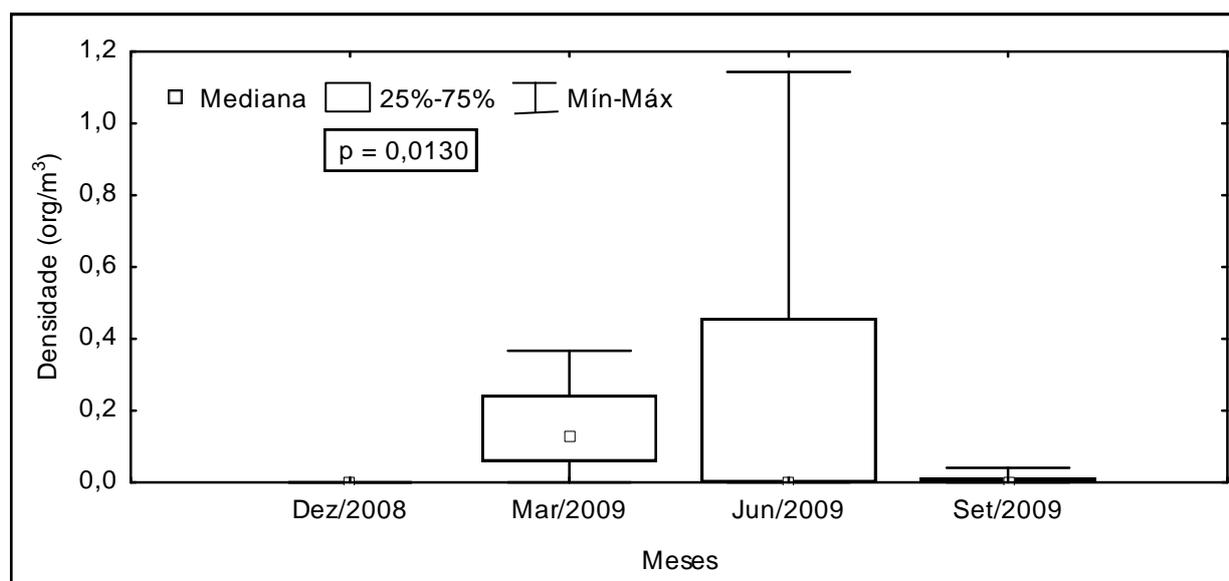


Figura 2.3.A.2.1-2 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por mês, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

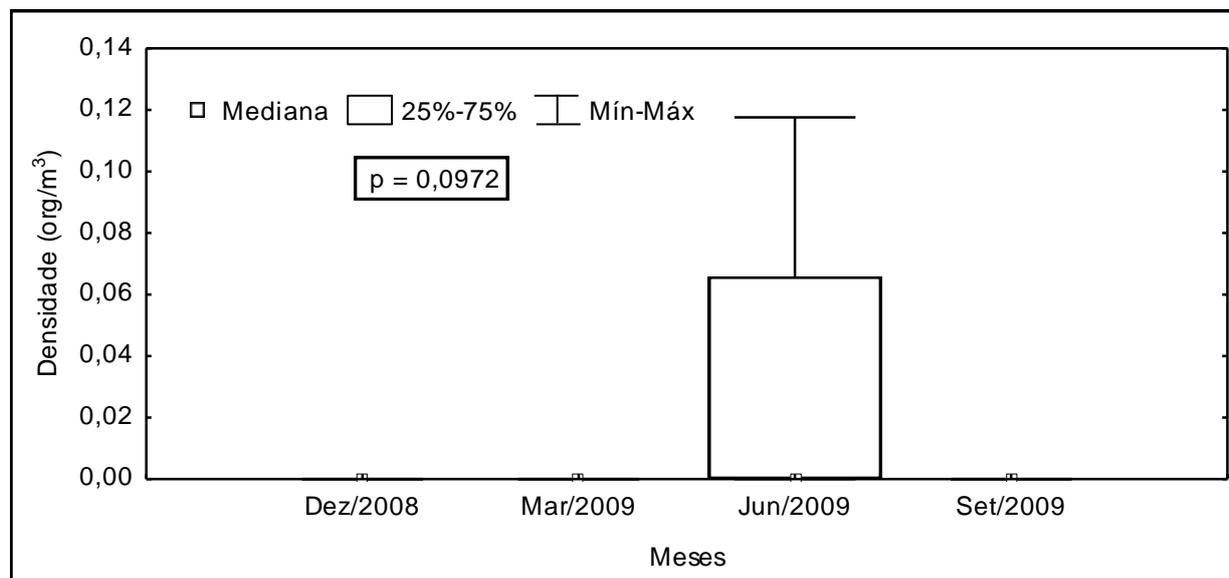


Figura 2.3.A.2.1-3 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por campanha, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAIV, durante os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

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 MOX 07 foram as que apresentaram maior densidade acumulada com 1,3 e 1,0 org.m⁻³, respectivamente. Nas estações MOX 03 e MOX 08 não ocorreram larvas de peixes neste segundo 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 ($p=0,2756$) entre as estações amostradas no reservatório de Moxotó (Figura 2.3.A.2.1-5).

No reservatório de PAI, II e III foi registrada a ocorrência de larvas de peixes, apenas na estação PA01, mas com baixa densidade (0,1 org.m⁻³). Já em PAIV, as larvas ocorreram nas estações PAIV 02 e PAIV 05, com 0,07 e 0,1 org.m⁻³, respectivamente. Nas demais estações não ocorreram larvas.

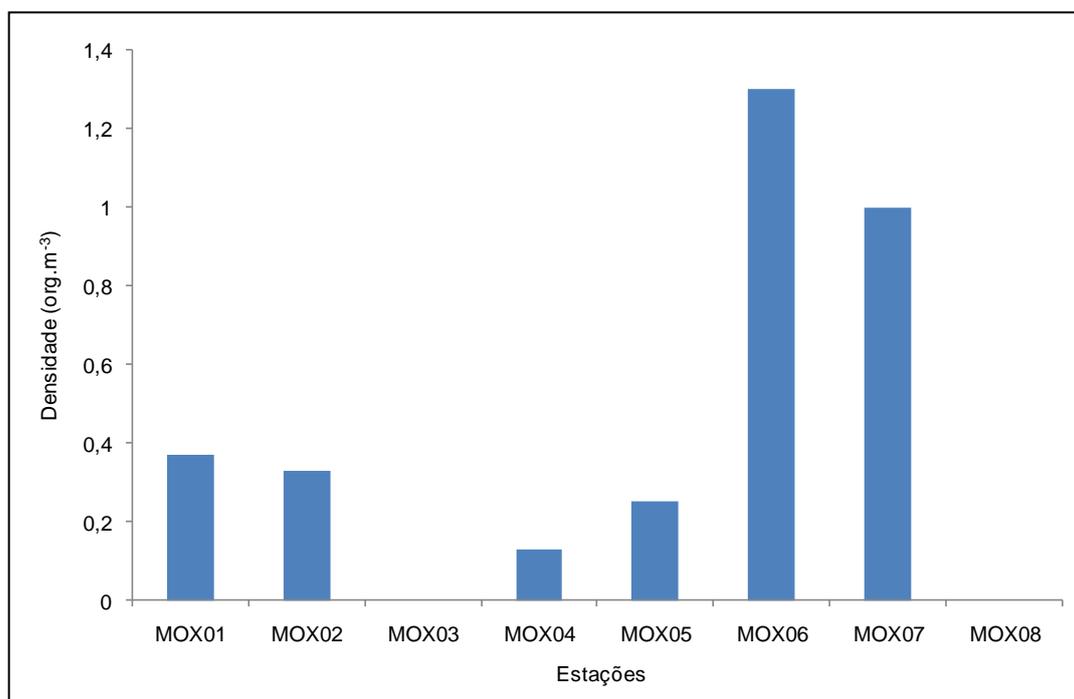


Figura 2.3.A.2.1-4 – Densidade acumulada, por estação, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

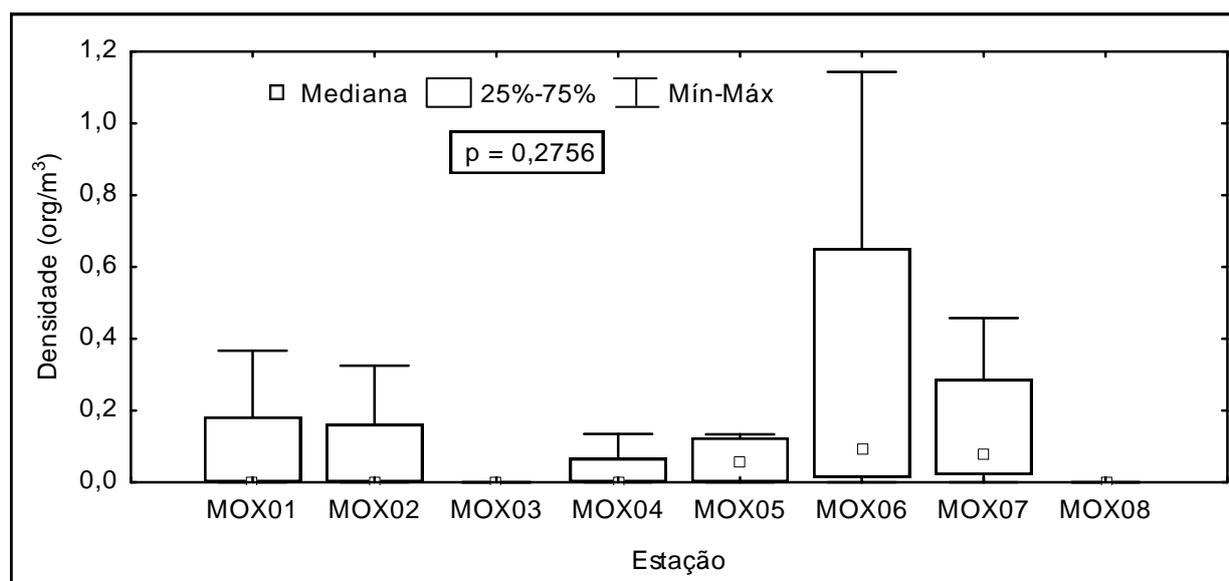


Figura 2.3.A.2.1-5 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade por estação, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

Com relação aos estágios larvais, nos reservatórios de PAIV e PA I, II e III 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 com uma larva na estação MOX 07 (Figura 2.3.A.2.1-6).

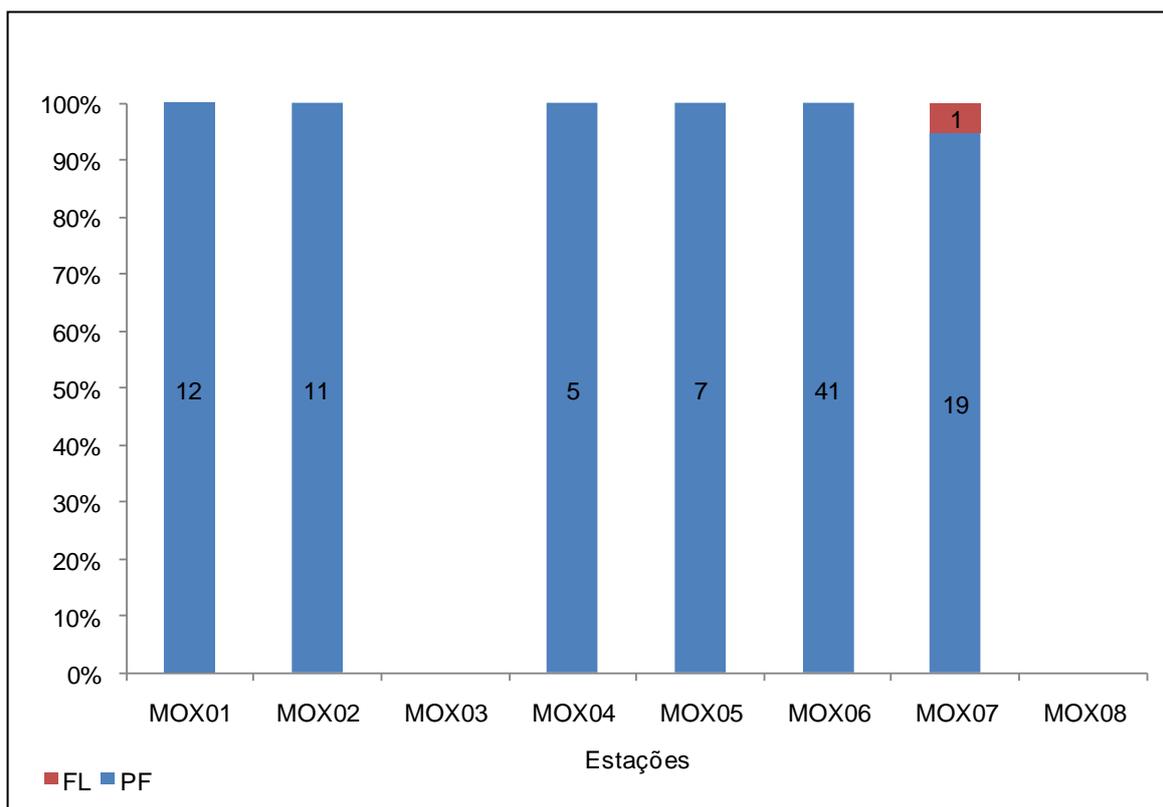


Figura 2.3.A.2.1-6 – Variação dos estágios de desenvolvimento, por estação, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, no período de dezembro de 2008 a setembro de 2009. LV = larval vitelino, PF = pré-flexão, FL = flexão.*Os números acima das barras representam o total de larvas analisadas.

No reservatório de Moxotó, o valor da mediana das larvas de peixes coletadas diferiu significativamente entre os meses de campanha (Figura 2.3.A.2.1-7) e entre as estações amostradas (Figura 2.3.A.2.1-8), o que indica uma intensa produção larval na maior parte do reservatório em quase todos os meses, exceto dezembro de 2008.

No reservatório de PAIV, também houve diferença no comprimento padrão das larvas amostradas em relação aos meses de campanha (Figura 2.3.A.2.1-9) e as estações de coleta (Figura 2.3.A.2.1-10).

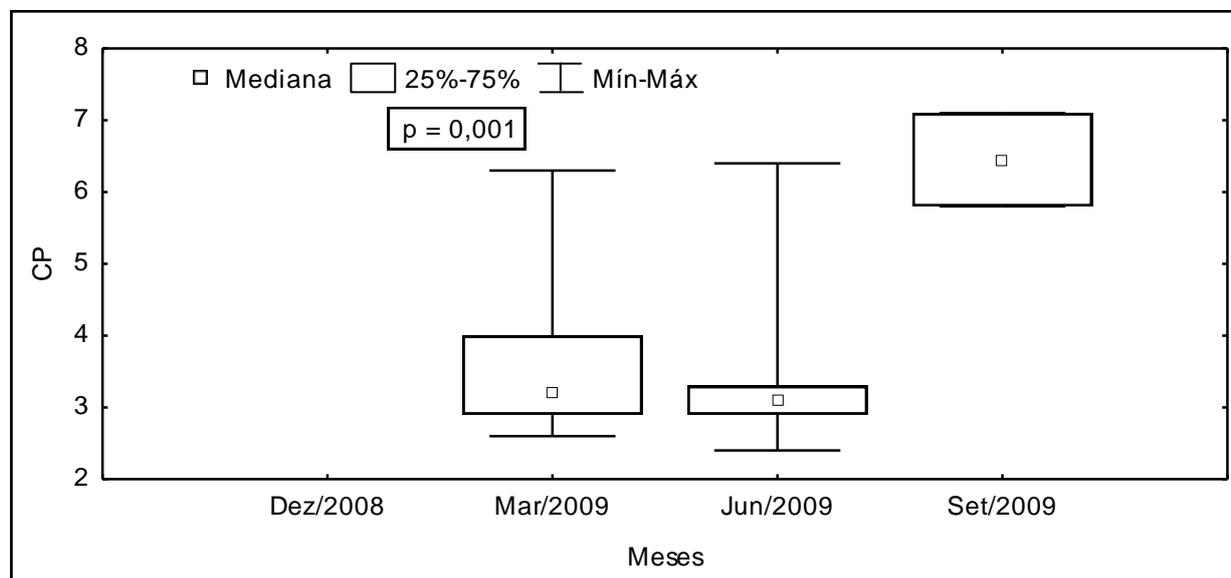


Figura 2.3.A.2.1-7 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de comprimento das larvas de peixes por mês de campanha, no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

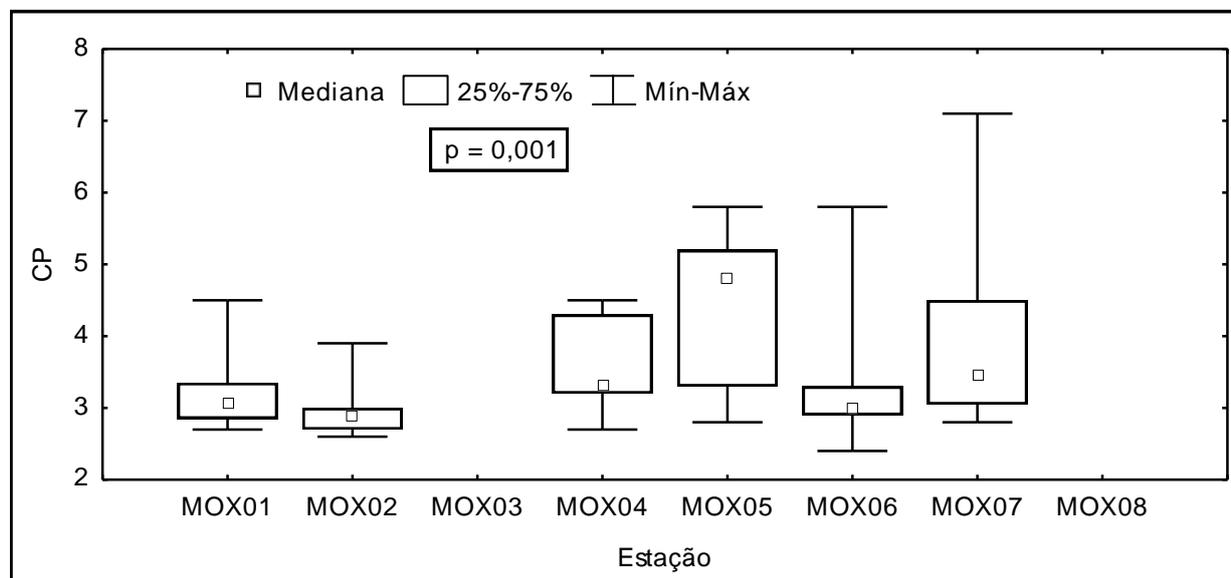


Figura 2.3.A.2.1-8 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de comprimento das larvas por estação de coleta, no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

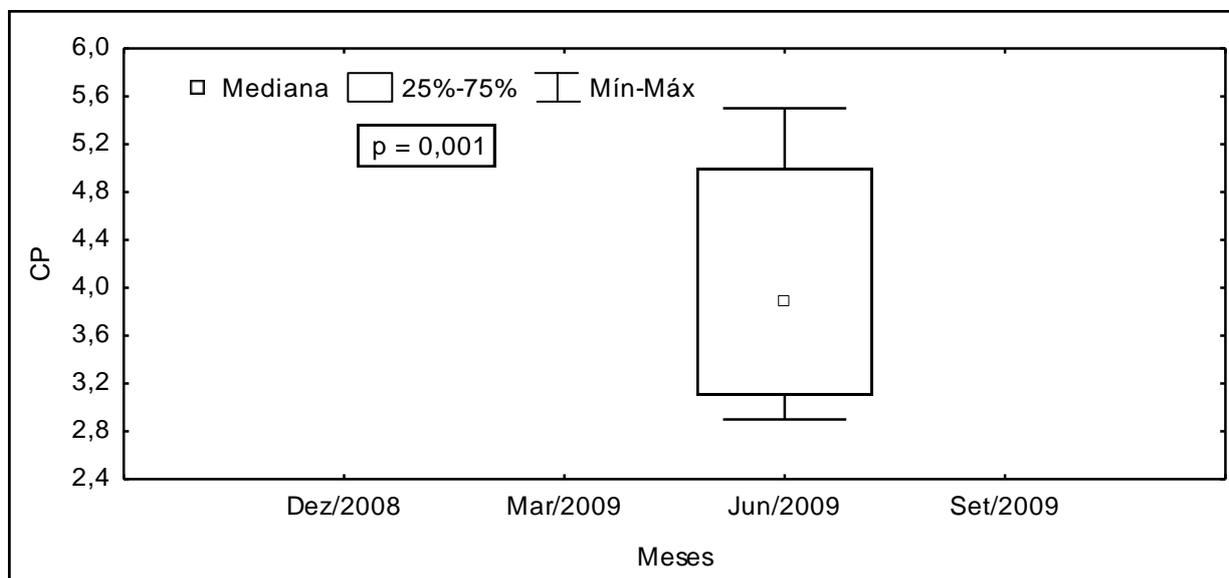


Figura 2.3.A.2.1-9 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de comprimento das larvas de peixes por mês de campanha, no reservatório de PAIV, durante os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

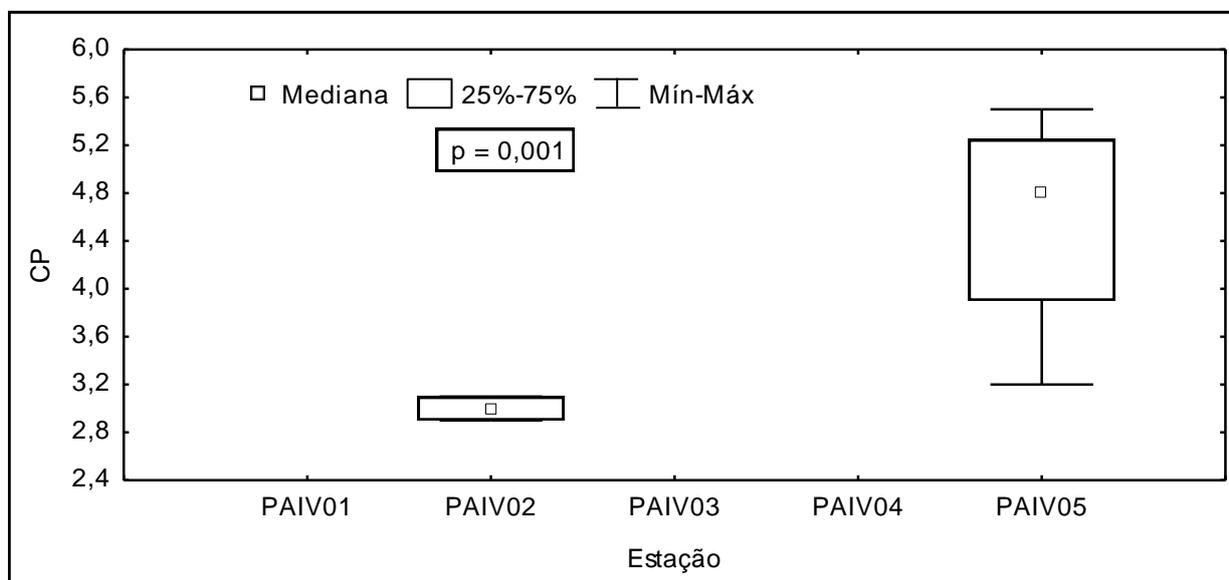


Figura 2.3.A.2.1-10 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de comprimento das larvas por estação de coleta, no reservatório de PAIV, durante os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

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

Dezembro de 2008

Na coleta realizada no mês de dezembro de 2008 foram encontradas 125 larvas de peixes, a maioria representada pela ordem Clupeiformes, da espécie *Anchoviella vaillanti*, enquanto que as demais larvas foram compostas pelas ordens Characiformes, Perciformes e algumas que ainda não foram identificadas.

As larvas de *Anchoviella vaillanti* foram observadas em quase todas as estações do Complexo sendo encontradas em quantidades mais expressivas na estação MOX07 (1,72 org.m⁻³), no reservatório de Moxotó. Neste reservatório só foram encontradas larvas no estágio de pré-flexão na estação MOX 08.

P1IP02 e P1IP03 foram as estações do reservatório de PA I, II, III que apresentaram larvas, mesmo tendo baixas densidades (0,41 e 0,16 org.m⁻³ respectivamente). Dessas larvas 11 estavam em pré-flexão e três no estágio de flexão.

No reservatório de PAIV a única estação a se encontrar representantes das três ordens foi a P4IP09. Observou-se a presença de larvas de peixes na maioria das estações, com a ausência em P4IP08. Com uma densidade mínima de 0,03 org.m⁻³, na estação P4IP13 e máxima na P4IP12 com 0,49 org.m⁻³. Com relação aos estágios de desenvolvimento larval, nas estações P4IP04 só foram observados indivíduos em pré-flexão e na estação P4IP13 apenas em flexão.

Das três ordens coletadas as únicas larvas que apresentaram um estágio de flexão foram da ordem Clupeiformes da espécie *Anchoviella vaillanti*, tendo um comprimento médio de 9,63 milímetros e uma amplitude de 7,7 a 13,7.

Ainda nesta campanha foi constatada a presença de ovos, observada em apenas uma amostra da estação PA 02. Foram coletados cinco ovos, sendo todos esféricos, entre os quais três apresentaram gotas de óleo, cujo espaço perivitelino foi de 0,1 milímetros, os que não possuíam gotas de óleo obtiveram um espaço perivitelino de 0,2 milímetros. Em relação ao diâmetro, dois tinham como medida 2,2 milímetros e os três restantes 2 milímetros.

Fevereiro de 2009

Na campanha ocorrida no mês de fevereiro de 2009 foram coletadas 144 larvas de peixes no Complexo de Paulo Afonso. Dentre estas 99% foram representadas pela ordem Clupeiformes, da espécie *Anchoviella vaillanti*, enquanto que 1% restante das larvas foi do Morfotipo 2.

Nas estações do reservatório de Moxotó, apenas na MOX 08 não foram encontradas larvas, em todas as outras se observou a presença de *Anchoviella vaillanti*, tendo sua maior densidade na estação MOX 07 (0,32 org.m⁻³). Com relação aos estágios de desenvolvimento, observou-se a presença de larvas em pré-flexão e flexão em MOX 07, em MOIP03 e MOIP04 ocorreram larvas apenas em flexão.

Com relação ao reservatório de PAIV, observou-se a presença de larvas em quase todas as estações, exceto em P4IP08. As maiores densidades foram verificadas nas estações P4IP12 e P4IP04 (2,03 e 1,52 org.m⁻³ respectivamente), enquanto a menor densidade foi registrada em P4IP09 (0,13 org.m⁻³). A única larva do Morfotipo 2 foi constatada na estação P4IP04. Os estágios de desenvolvimento verificados nesse reservatório demonstraram a ocorrência de três estágios, de pré-flexão a pós-flexão, sendo o mais abundante o de flexão com 78 larvas, seguido do de pré-flexão com 34. No estágio de pós-flexão só foram verificados dois indivíduos, um na estação P4IP04 e outro na P4IP13.

O reservatório de PA I, II e III apresentou uma baixa densidade de larvas por estação, apesar de ter ocorrido nas três estações, sendo que o valor dessas densidades não chegou a 0,10 org.m⁻³. Relacionado aos estágios de desenvolvimento, foram observados indivíduos em pré-flexão (ocorreu nas três estações) e flexão (apenas em P1IP01).

Analisando o estágio larval só foram encontradas flexão e pós-flexão na espécie *Anchoviella vaillanti* e do total encontrado de larvas em pré-flexão apenas uma era do morfotipo 2 atingindo um comprimento de 7,5 milímetros. As larvas de *A. vaillanti* variaram de 3,5 milímetros a 15,2 milímetros.

Abril de 2009

Durante a campanha de ictiofauna de abril de 2009 no Complexo Paulo Afonso foram coletadas 612 larvas de peixes, variando entre as ordens Clupeiformes, Characiformes e Perciformes. Apenas uma larva não foi identificada a nível de ordem.

O reservatório de Moxotó apresentou um número muito expressivo de larvas da ordem Clupeiformes, sendo da espécie *Anchoviella vaillanti*, chegando a 99% do total capturado. As demais ordens ficaram compreendidas nos outros 1% restantes, tendo os caracídeos representado 0,46% do total coletado. A estação MOIP03 foi a única estação do reservatório de Moxotó que não apresentou nenhuma larva no mês de abril. Em todas as outras estações foi constatada a ocorrência de *A. vaillanti*, com um total de 460 larvas, destas 389 foram encontradas na estação MOIP02 onde também foram coletados dois caracídeos, sendo assim esta estação obteve maior densidade (14,29 org.m⁻³). Na estação MOIP01 identificou-se uma larva de Perciformes da família Sciaenidae. O único indivíduo da campanha que não foi possível identificar encontrava-se na estação MOIP04. Com relação aos estágios de desenvolvimento larval foram encontradas larvas nos estágios de pré-flexão, flexão, pós-flexão e jovem. Grande parte das larvas analisadas estava no estágio de pré-flexão, tendo sua maior representatividade na estação MOIP02. Na estação MOIP01 ocorreram quatro tipos de estágios, sendo a maioria das larvas em pós-flexão, já a estação MOX 08 teve maior ocorrência de larvas em pré-flexão, podendo assim ser considerado como possível área de desova de peixes. A única espécie que registrou larvas nos três estágios larvais (exceto larval vitelino) além da fase jovem foi a *A.vaillanti* variando de 5,9 a 19,2 mm. A menor larva foi a não-identificada apresentando-se em pré-flexão e com tamanho de 3,2 milímetros. O único sciaenídeo analisado se encontrava em flexão e todos os Characiformes estavam em pré-flexão.

No reservatório de PA I, II e III o número de larvas coletadas foi de 32 sendo estas pertencentes às ordens Clupeiformes e Characiformes. A maior parte das larvas são engraulídeos da espécie *Anchoviella vaillanti* representando 84% do total coletado. Todas as estações do reservatório de PA I, II e III tiveram a ocorrência de *A. vaillanti*, já os representantes da ordem Characiformes foram encontrados nas estações P1IP02 e

P1IP03. Levando em conta a densidade a estação que obteve a maior foi a P1IP03 com $0,47 \text{ org.m}^{-3}$. A menor densidade observada foi a da estação P1IP02 com $0,26 \text{ org.m}^{-3}$. Foi observada a ocorrência de larvas no estágio de desenvolvimento de pré-flexão, flexão, pós-flexão e jovem, no reservatório de PA I, II e III. Os estágios de pré-flexão e pós-flexão obtiveram maior quantidade de larvas com 12 e 11 respectivamente. A estação P1IP03 apresentou indivíduos nos estágios de pré-flexão ao jovem. As larvas analisadas variaram de 3 a 21 mm, sendo a menor larva da ordem Characiformes que se encontravam no estágio de pré flexão e a maior da ordem Clupeiformes no estágio jovem, pois já apresentava escamas. A ordem Characiformes apresentou três diferentes morfotipos e todas as larvas estavam em pré-flexão com comprimento médio variando de 3,2 a 5,8 milímetros.

No reservatório de PAIV foram coletadas 114 larvas com sua maior expressividade na estação P4IP04 com 46 indivíduos, sendo 45 da espécie *Anchoviella vaillanti*. Das larvas coletadas 96% delas são da ordem Clupeiformes e os restantes são da ordem Characiformes estando divididas em dois diferentes morfotipos encontrados nas estações P4IP04 e P4IP05. Em todas as estações foi observada a presença de larvas, com uma densidade média de $0,42 \text{ org.m}^{-3}$, sendo a maior densidade encontrada na estação P4IP04 com $1,03 \text{ org.m}^{-3}$ e a menor na estação P4IP07 com $0,06 \text{ org.m}^{-3}$. Levando em consideração os estágios larvais do reservatório de PA IV observamos a presença de indivíduos de pré-flexão à jovem. Em todas as estações ocorreram larvas no estágio de pré-flexão e o estágio com mais indivíduos foi o de flexão com 43 larvas. A única estação que apresentou larvas jovens foi P4IP03 com seis indivíduos. Em se tratando de comprimento, foi observada maior variação na espécie *A. vaillanti* que atingiu valores mínimo e máximo de 3,1 e 21 mm, respectivamente. Os morfotipos 5 e 6 só apresentaram larvas no estágio de pré-flexão enquanto que no morfotipo 7 só ocorreu uma larva no estágio de flexão.

Junho de 2009

Na campanha realizada no mês de junho de 2009 no complexo de Paulo Afonso foram coletadas 347 larvas, entre as quais foram registradas três diferentes ordens (Characiformes, Perciformes e Clupeiformes).

Entre os reservatórios do complexo, o de Moxotó apresentou apenas três larvas sendo uma da ordem Perciformes (Sciaenidae) na estação MOIP01 e as outras duas da ordem Clupeiformes da espécie *Anchoviella vaillanti* na estação MOIP03. Os Clupeiformes coletados representam 56% da parcela total de larvas. A estação que obteve a maior densidade foi MOIP03 com o valor de $0,05 \text{ org.m}^{-3}$, a estação MOIP01 apresentou uma densidade de $0,04 \text{ org.m}^{-3}$. Nas estações MOIP02 e MOIP04 não ocorreram larvas. Quanto aos estágios larvais, mesmo com a baixa densidade, se observou três diferentes estágios de desenvolvimento sendo estes pré-flexão, flexão e pós-flexão. Na estação MOIP01 a larva estava em pré-flexão com um comprimento de 4,8 mm, já na estação MOIP03 o comprimento obtido foi de 8,3 e 19,5 mm estando estas em flexão e pós-flexão.

No mês de junho foi coletada apenas uma larva no reservatório de PA I, II e III, na estação foi P1IP03. A larva de *Anchoviella vaillanti* apresentou comprimento de 13,9 mm e estando no estágio de pós-flexão.

Foram coletadas 343 larvas no reservatório de PA IV representando assim 99% do total de larvas coletada no mês de junho de 2009. Desse total 99,9% das larvas analisadas foram de *Anchoviella vaillanti*. A estação que obteve maior número de larvas foi a P4IP01 com 190 *A. vaillanti* e a que teve o menor número foi P4IP04 com 3 larvas. O Characiformes ocorreu na estação P4IP07 sendo a única larva coletada no reservatório de PA IV que não foi da ordem Clupeiformes. Todas as estações apresentaram a ocorrência de larvas de peixe sendo a maior densidade registrada na estação P4IP01 com $5,92 \text{ org.m}^{-3}$, enquanto a mínima densidade desta foi de $0,08 \text{ org.m}^{-3}$ na estação P4IP04. O maior número de larvas coletadas estava no estágio de pré-flexão que pode ser encontrada em todas as estações. Com relação ao estágio de flexão, apenas não ocorreu na estação P4IP08. A única larva analisada que se encontrava em pós-flexão era da espécie *A. vaillanti* com comprimento padrão de 13,6 mm, que por sua vez foi o máximo tamanho analisado. A menor larva também foi da espécie *A. vaillanti* com o comprimento de 3,6 mm no estágio de pré-flexão. O Characiformes teve ocorrência na estação P4IP07 seu tamanho foi de 5,3 mm no estágio de pré-flexão.

Agosto de 2009

Durante a campanha de ictiofauna de agosto de 2009 no Complexo Paulo Afonso foram coletadas 245 larvas de peixes, variando entre as ordens Clupeiformes e Characiformes. Apenas quatro larvas não foram identificadas a nível de família.

O reservatório de Moxotó apresentou um número muito expressivo de larvas da ordem Clupeiformes, sendo da espécie *Anchoviella vaillanti*, chegando a 72,02% do total capturado. A outra ordem que ocorreu foi a dos Characiformes com 27,98%. A estação MOIP04 foi a única estação do reservatório de Moxotó que não apresentou nenhuma larva no mês de agosto. Em todas as outras estações foi constatada a ocorrência de *A. vaillanti*, com um total de 98 larvas, destas 85 foram encontradas na estação MOIP02 onde também foram coletados um *Hemigrammus gracilis* e mais quatro Characiformes que não puderam ser identificados a nível de família, sendo assim esta estação obteve maior densidade ($0,314 \text{ org.m}^{-3}$). Nas estações MOIP01 e MOX 08 identificaram-se apenas larvas de *A. vaillanti* sendo que uma em MOIP01 e sete em MOX 08. Com relação aos estágios de desenvolvimento larval foram encontradas larvas nos estágios de pré-flexão e flexão. Grande parte das larvas analisadas estava no estágio de pré-flexão, tendo sua maior representatividade na estação MOIP02. Na estação MOIP01 ocorreu apenas um estágio, o de flexão; já a estação MOX 08 teve maior ocorrência de larvas em pré-flexão, podendo assim ser considerado como possível área de desova de peixes. Nenhuma espécie registrou larvas nos três estágios larvais e nem juvenis. As larvas de *A. vaillanti* apresentaram comprimento médio de 4,6 a 9,06 mm, estando a maioria no estágio de pré-flexão. O único caracídeo identificado foi o *Hemigrammus gracilis* que se encontrava em flexão e todos os outros Characiformes estavam em pré-flexão.

No reservatório de PA I, II e III o número de larvas coletadas foi de quatro sendo estas pertencentes a ordem Clupeiformes. Todas as larvas são engraulídeos da espécie *Anchoviella vaillanti* representando 100% do total coletado. Das estações do reservatório de PA I, II e III apenas a P1IP02 não apresentou nenhuma larva, enquanto P1IP01 e P1IP03 tiveram a ocorrência de *A. vaillanti*. Levando em conta a densidade a estação que obteve a maior foi a P1IP01 com $0,105 \text{ org.m}^{-3}$, a menor densidade observada foi a da estação P1IP03 com $0,057 \text{ org.m}^{-3}$. Observou-se a ocorrência de larvas no estágio de

desenvolvimento de pré-flexão, flexão e pós-flexão. Todos os estágios apresentaram a mesma quantidade de larvas, uma em cada estação. A estação P1IP01 apresentou indivíduos nos estágios de pré-flexão e pós-flexão, enquanto que a estação P1IP03 só teve larvas em flexão. As larvas analisadas variaram de 6 a 15 mm, sendo que a menor larva de Clupeiformes se encontrava no estágio de pré-flexão e a maior da mesma ordem no estágio pós-flexão.

No reservatório de PAIV foram coletadas 143 larvas com sua maior expressividade na estação P4IP04 com 64 indivíduos, todos da espécie *Anchoviella vaillanti*. Em quase todas as estações foi observada a presença de larvas, exceto em P4IP07. A densidade média foi de 0,348 org.m⁻³, a maior densidade foi de 0,838 org.m⁻³ em P4IP05 e a menor na estação P4IP02 com 0,097 org.m⁻³. Levando em consideração os estágios larvais do reservatório de PA IV observamos a presença de indivíduos de pré-flexão à pós-flexão, não foi encontrado nenhum juvenil. Em todas as estações com larvas ocorreu o estágio de flexão e também foi o estágio com mais indivíduos com 48 larvas. O estágio de pós-flexão só apresentou dois indivíduos. Em se tratando de comprimento, foi observada uma variação na espécie *A. vaillanti* que atingiu valores mínimo e máximo de 2,8 e 15 mm, respectivamente.

Durante o monitoramento do mês de agosto de 2009, foram feitos arrastos com rede de 500 µm próximo as margens no reservatório de Moxotó, onde foram encontrados apenas indivíduos jovens. Dentre os peixes coletados ocorreram oito Characiformes, um da espécie *Astyanax gr. bimaculatus* e sete *Hemigrammus gracilis*. Foram coletados dois indivíduos da ordem Cyprinodontiformes, da espécie *Poecilia vivipara*.

Outubro de 2009

Na campanha da ictiofauna de outubro de 2009 no Complexo Paulo Afonso foram coletadas 417 larvas de peixes, variando entre as ordens Clupeiformes e Characiformes.

O reservatório de Moxotó apresentou um número muito expressivo de larvas da ordem Clupeiformes, sendo da espécie *Anchoviella vaillanti*, chegando a 98% do total capturado. Em todas as estações ocorreram indivíduos da espécie *Anchoviella vaillanti*, a única estação MOIP02 a apresentar larvas de Characiformes, sendo estas morfotipo1 e morfotipo2. Com estudos posteriores as larvas de caracídeos serão identificadas

provavelmente a nível de espécie. A estação que obteve maior densidade foi a MOIP03 (0,84 org.m⁻³). A menor densidade registrada nesta campanha foi de 0,37 org.m⁻³ na estação MOIP02. Com relação aos estágios de desenvolvimento larval foram encontradas larvas nos estágios de pré-flexão, flexão e pós-flexão. Em MOIP02 e MOX 08 obteve predominância de larvas no estágio de pré-flexão, sendo estas estações prováveis locais de desova. Nas estações MOIP03 e MOIP01 ocorreram os três tipos de estágios capturados, sendo a maioria das larvas em flexão. A única espécie que registrou larvas nos três estágios larvais (exceto larval vitelino) e não teve ocorrência de juvenil, foi a *A. vaillanti* variando de 3,1 a 13,8 mm. A menor larva foi a Não-identificada apresentando-se em pré-flexão e com tamanho de 3,2 milímetros. A menor larva coletada da ordem Characiformes foi o morfotipo 2 com 3,3 mm e se encontrava no estágio de pré-flexão.

No reservatório de PA I, II e III o número de larvas coletadas foi de nove sendo estas pertencentes às ordens Clupeiformes e Perciformes. A maior parte das larvas são engraulídeos da espécie *Anchoviella vaillanti*. Todas as estações do reservatório de PA I, II e III tiveram a ocorrência de *Anchoviella vaillanti*, já o representante da ordem Perciformes foi encontrado na estação P1IP03. Levando em conta a densidade a estação que obteve a maior foi a P1IP03 com 0,16 org.m⁻³. A menor densidade observada foi a da estação P1IP01 com 0,03 org.m⁻³. Foram observadas a ocorrência de larvas no estágio de desenvolvimento de pré-flexão e flexão. O estágio de pré-flexão obteve representante em todas as estações. A estação P1IP03 apresentou indivíduos nos estágios de pré-flexão e flexão. As larvas analisadas variaram de 6,5 a 10,4 mm. O indivíduo da ordem Perciformes não pode ser medido, pois se encontrava danificado.

No reservatório de PAIV foram coletadas 116 larvas com sua maior expressividade na estação P4IP01 com 48 indivíduos, sendo todos os indivíduos da espécie *Anchoviella vaillanti*. Das larvas coletadas 98% delas são da ordem Clupeiformes e os 2% restantes são da ordem Characiformes estando divididas em dois diferentes morfotipos encontrados nas estações P4IP05 e P4IP07. Em P4IP04 não teve ocorrência de larvas. Nas estações que apresentaram larvas a densidade média foi de 0,44 org.m⁻³, sendo a maior densidade encontrada na estação P4IP01 com 1,94 org.m⁻³ e a menor na estação P4IP05 com 0,21 org.m⁻³. Observando-se os estágios larvais do reservatório de PA IV registramos a presença de indivíduos de pré-flexão à pós-flexão. Nas estações que

ocorreram larvas apresentaram indivíduos no estágio de pré-flexão e flexão, o estágio com mais representantes foi o de flexão com 65 larvas. A única estação que apresentou o estágio de pós-flexão foi P4IP01 com um indivíduo. Em se tratando de comprimento, foi observada maior variação na espécie *A. vaillanti* que atingiu valores mínimo e máximo de 3,3 e 16,5 mm, respectivamente. Os morfotipos 3 e 4 só apresentaram larvas no estágio de pré-flexão e variaram de 3,5 à 7,3 mm.

Análise anual

Durante os seis meses de coletas da ictiofauna nos reservatórios do Complexo Hidroelétrico de Paulo Afonso, foram coletadas 1890 larvas de peixes. O mês que apresentou maior densidade foi abril com 20,9 org.m⁻³, seguida de junho e outubro com 10,5 e 7,1 org.m⁻³ respectivamente (Figura 2.3.A.2.2-1).

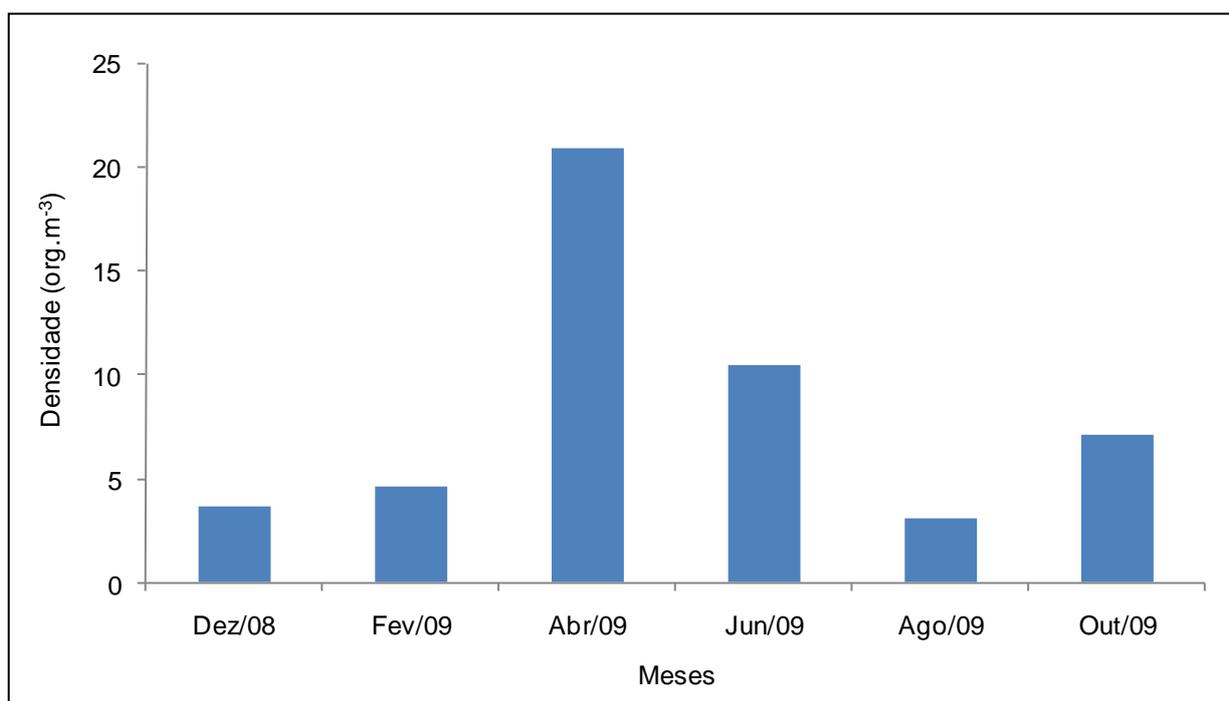


Figura 2.3.A.2.2-1 – Densidade acumulada, por mês, de larvas de peixes coletadas nos reservatórios do Complexo Hidroelétrico de Paulo Afonso, durante os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Reservatório de Moxotó

No reservatório de Moxotó, a análise estatística realizada a partir dos valores de densidade não evidenciou diferença significativa nem entre os meses ($p=0,2423$), nem entre as regiões ($p=0,3814$) do reservatório e nem entre as estações ($p=0,34$). A densidade apresentou-se mais elevada durante o mês de abril, enquanto que em junho, os valores foram mais baixos (Figura 2.3.A.2.2-2). Entre as regiões, o trecho lântico apresentou valores máximos, sua mediana, porém, foi mais inferior do que a do trecho de transição (Figura 2.3.A.2.2-3). Entre as ordens das larvas identificadas, houve diferença significativa na abundância ($p=0,0063$), onde as larvas de Clupeiformes apresentaram elevada densidade, superando em número as larvas de Characiformes e de Perciformes (Figura 2.3.A.2.2-4).

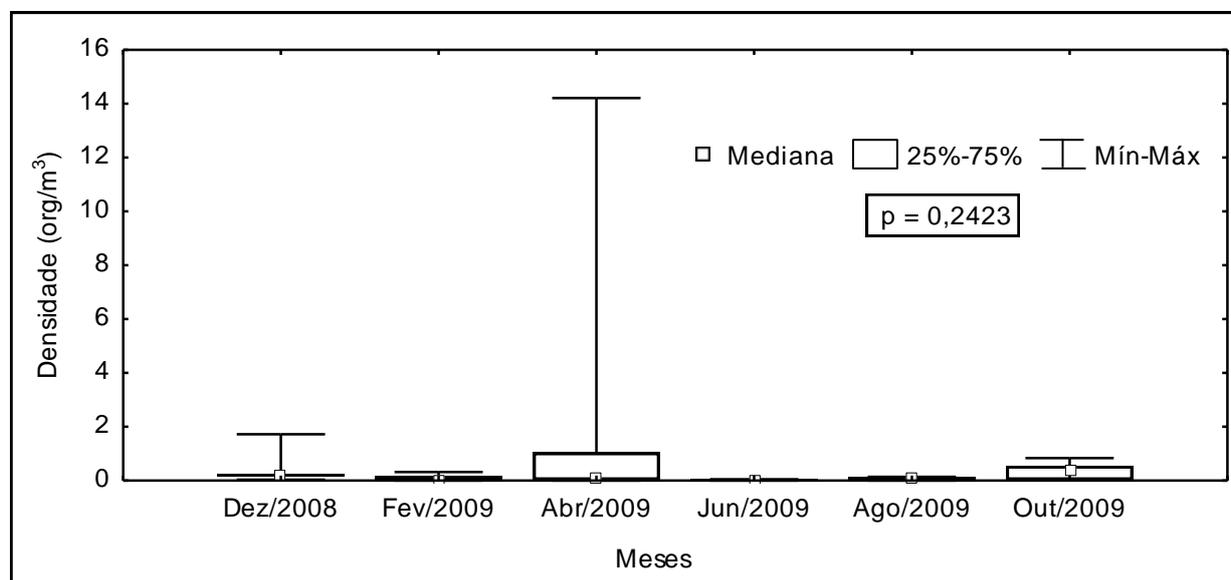


Figura 2.3.A.2.2-2 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por mês de campanha, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

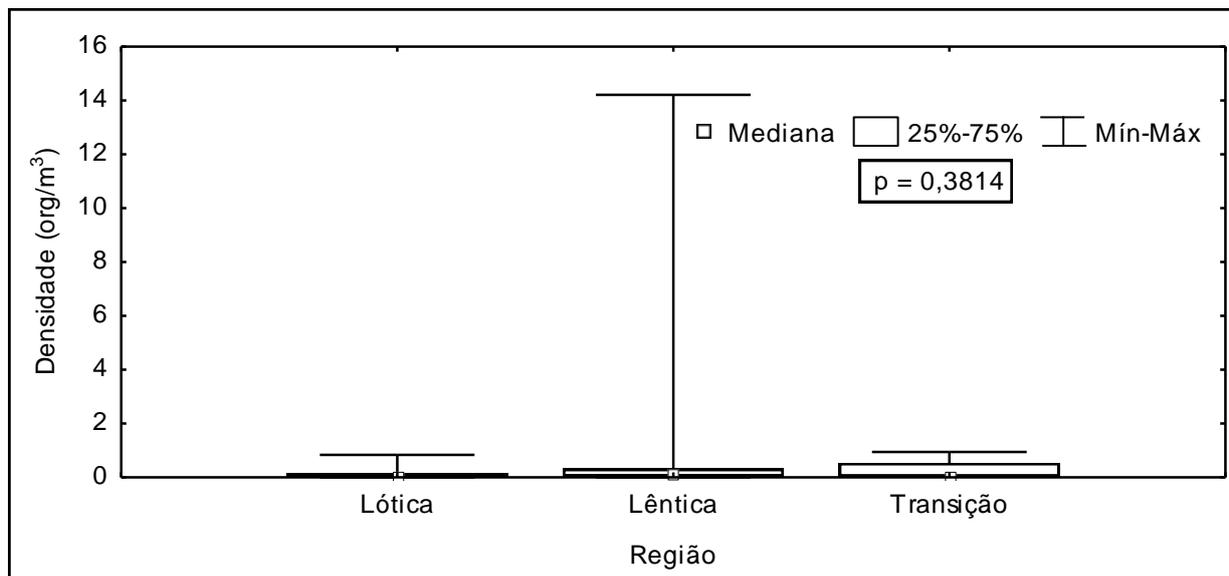


Figura 2.3.A.2.2-3 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por região do reservatório, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

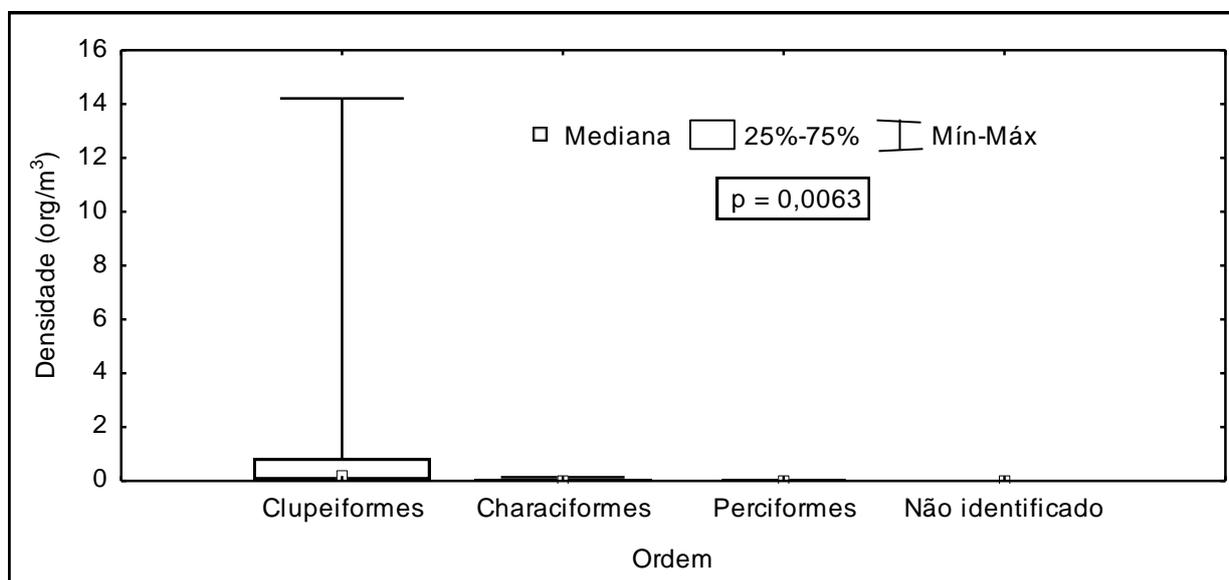


Figura 2.3.A.2.2-4 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por Ordem taxonômica, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Para o comprimento padrão, a análise por campanha evidenciou diferença no tamanho das larvas por mês ($p=0,028$), onde no mês de abril as larvas apresentaram

maior amplitude de comprimento e em junho o maior de mediana (Figura 2.3.A.2.2-5). Larvas com menores valores de mediana de comprimento foram coletadas nos meses de fevereiro e agosto, o que pode estar relacionado ao período de desova de algumas espécies. Além disso, houve diferença significativa também em relação às estações de coleta ($p=0,000$), onde em MOIP01 foram encontrados os indivíduos com maior valor de comprimento (Figura 2.3.A.2.2-6).

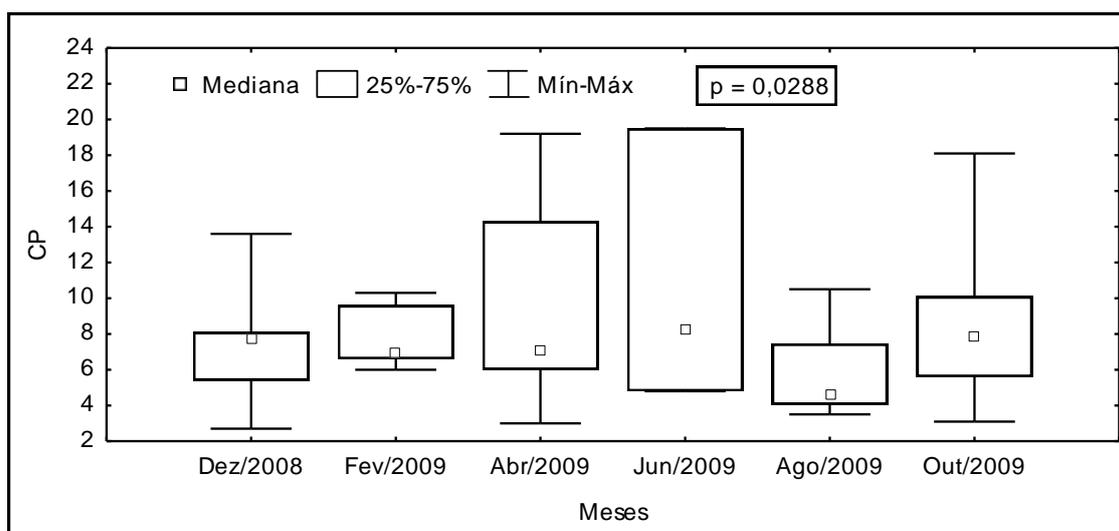


Figura 2.3.A.2.2-5 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos comprimento padrão, por campanha, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

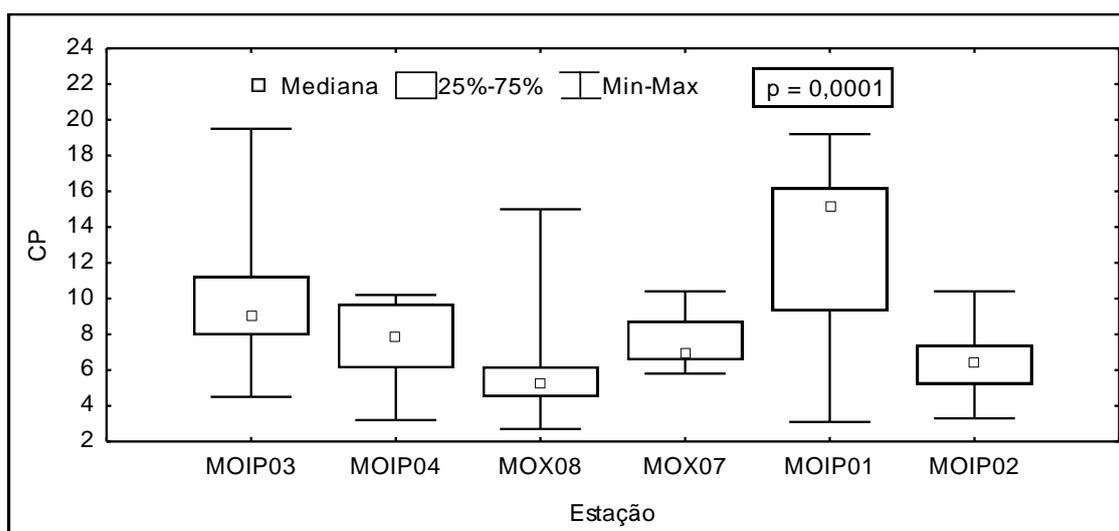


Figura 2.3.A.2.2-6 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos comprimento padrão, por estação, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, durante os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Com relação aos estágios larvais, no reservatório de Moxotó, durante esse segundo ano de monitoramento, foi observada a predominância do estágio de pré-flexão, seguido do de flexão (Figura 2.3.A.2.2-7).

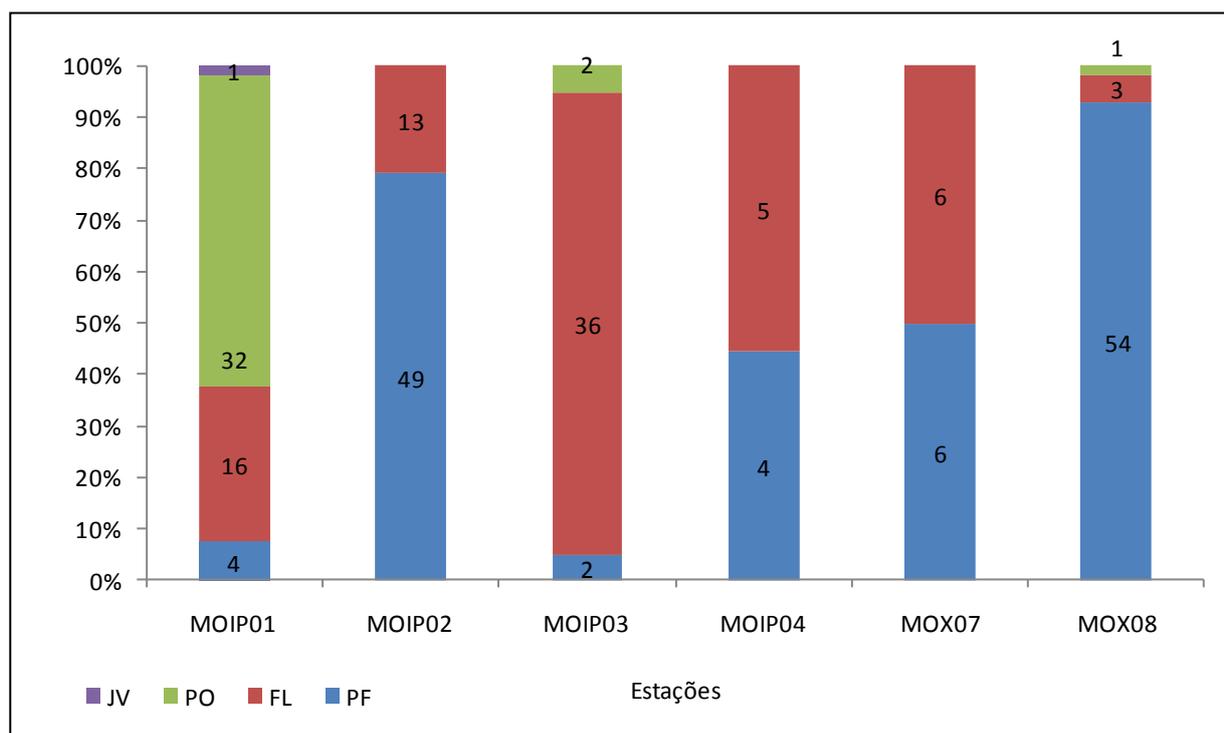


Figura 2.3.A.2.2-7 – Variação dos estágios de desenvolvimento, por estação, das larvas de peixes coletadas no reservatório de Moxotó, no período de dezembro de 2008 a setembro de 2009. LV = larval vitelino, PF = pré-flexão, FL = flexão.*Os números acima das barras representam o total de larvas analisadas.

Reservatório de PAIV

A densidade larval nos diferentes meses campanhas amostradas, no reservatório de PAIV, não diferiu significativamente ($p=0,1929$), mas os valores de densidade foram mais elevados nos meses de fevereiro e junho (Figura 2.3.A.2.2-8). Entre as ordens identificadas a densidade de Clupeiformes foi bem mais elevada ($p=0,0007$) apresentando também uma grande amplitude que reflete nas condições amostradas em diferentes regiões e meses no reservatório (Figura 2.3.A.2.2-9).

No reservatório de PAIV, o comprimento padrão das larvas diferiu entre os meses amostrados ($p=0,0001$), sendo que, as maiores larvas ocorreram em abril, e as menores, em dezembro (Figura 2.3.A.2.2-10). Entre as ordens identificadas foi observado maiores valores de comprimento na ordem Clupeiformes ($p=0,0015$) 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.2.2-11).

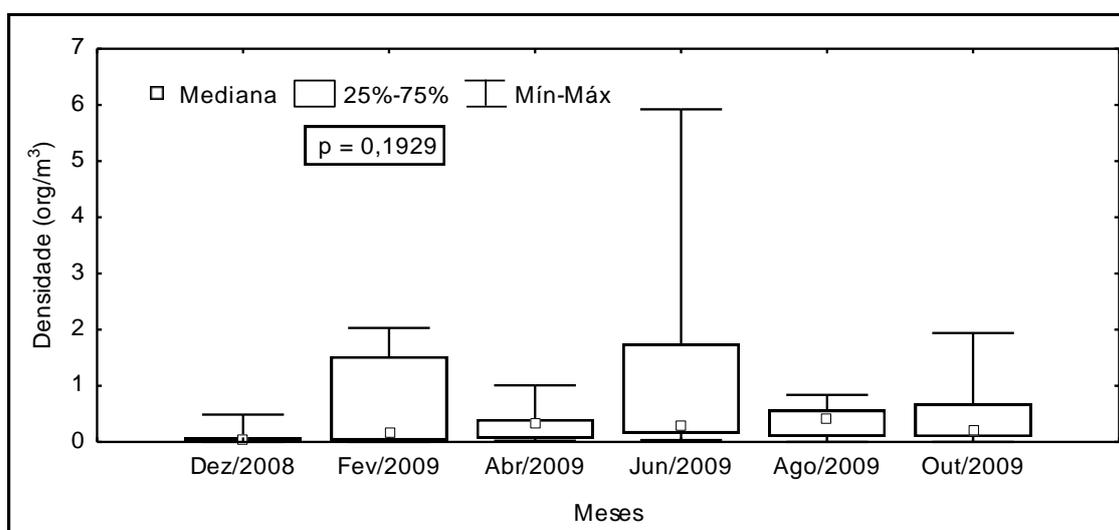


Figura 2.3.A.2.2-8 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por campanha, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAIV, durante os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

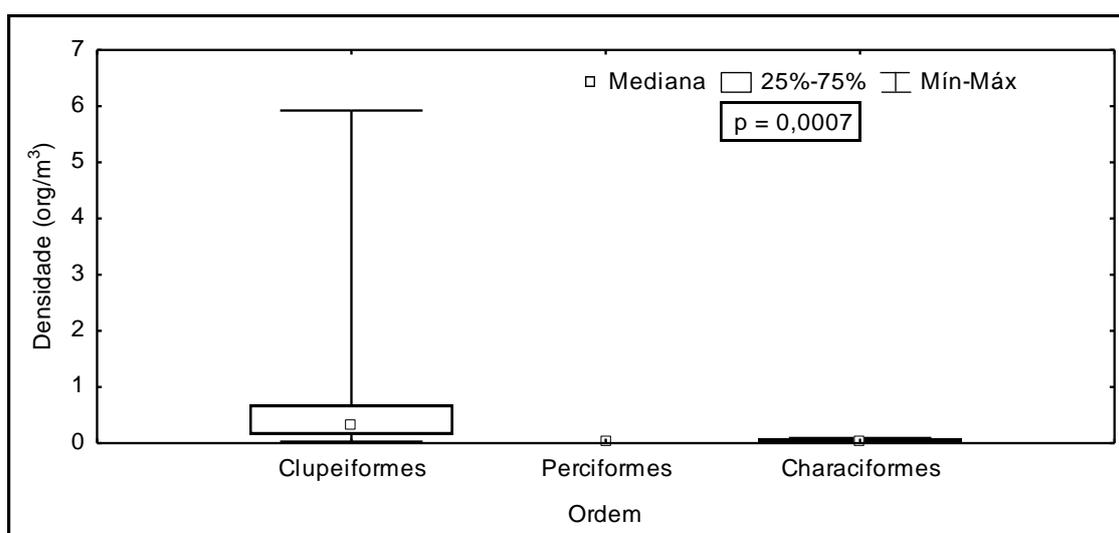


Figura 2.3.A.2.2-9 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por Ordem taxonômica, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAIV, durante os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

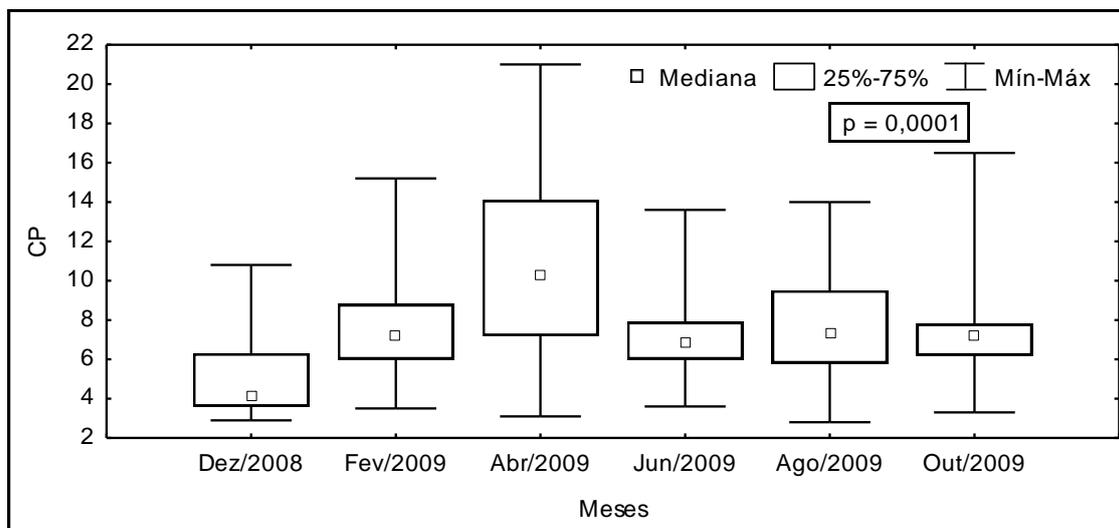


Figura 2.3.A.2.2-10 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos comprimento padrão, por campanha, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAIV, durante os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

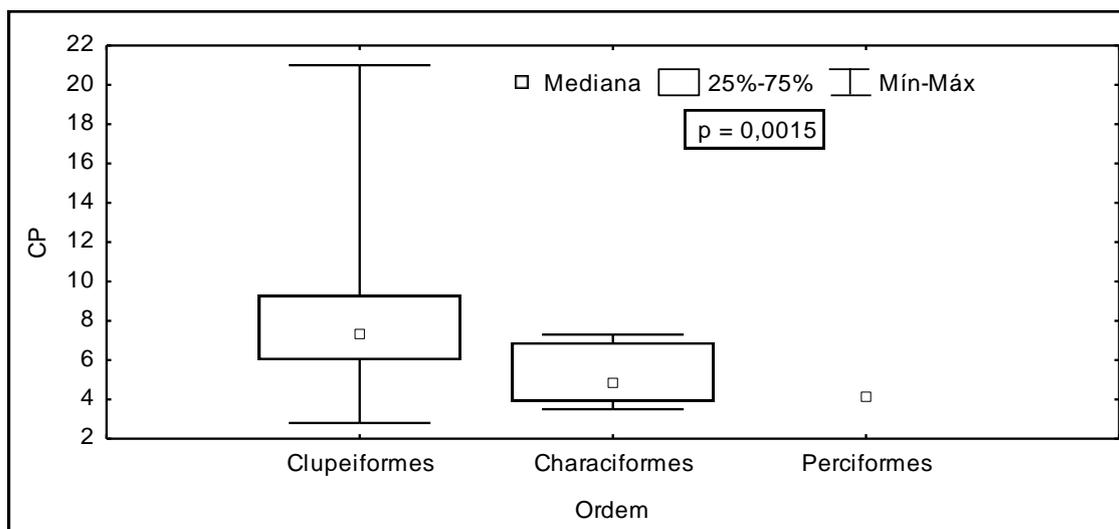


Figura 2.3.A.2.2-11 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos comprimento padrão, por ordem taxonômica, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAIV, durante os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Observando os estágios larvais, no reservatório de PAIV, durante esse segundo ano de monitoramento, foi observado a predominância do estágio de flexão, seguido do de pré-flexão (Figura 2.3.A.2.2-12).

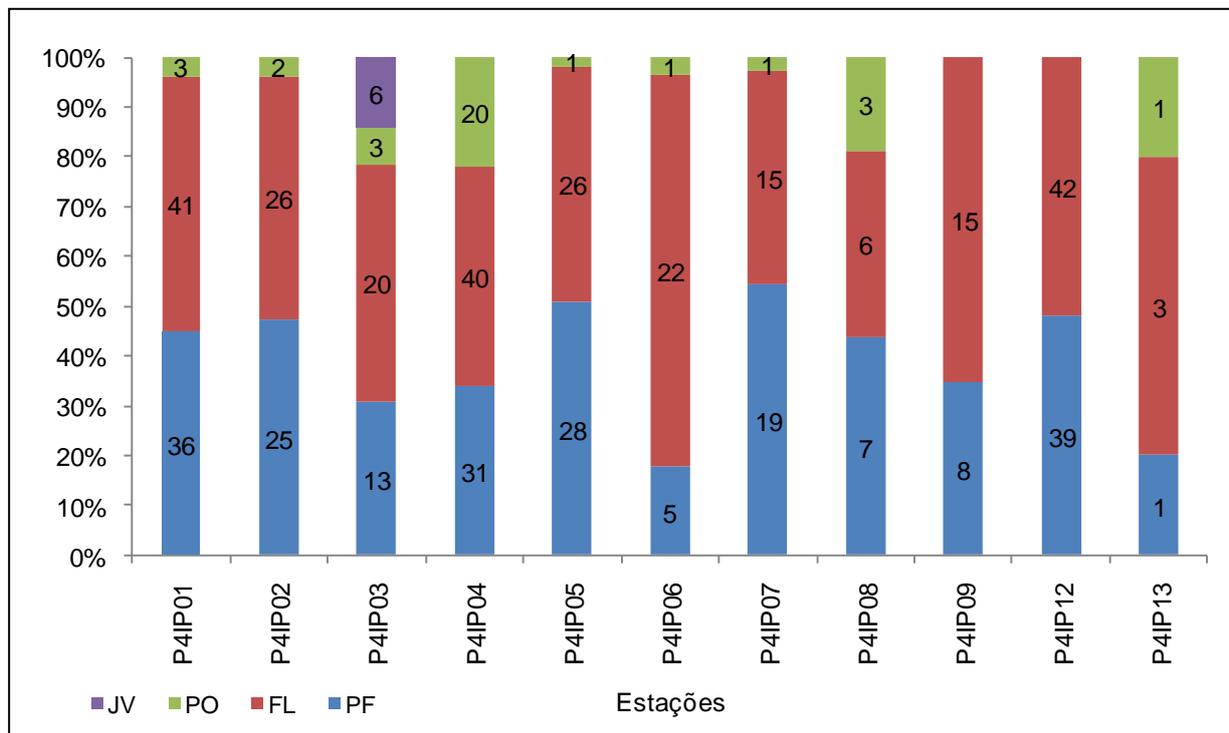


Figura 2.3.A.2.2-12 – Variação dos estágios de desenvolvimento, por estação, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAIV, no período de dezembro de 2008 a setembro de 2009. LV = larval vitelino, PF = pré-flexão, FL = flexão.*Os números acima das barras representam o total de larvas analisadas.

Reservatório de PA I, II e III

No reservatório de PA I, II e III a densidade larval não diferiu significativamente entre os meses ($p=0,1196$), embora tenha sido registrado maior densidade nas amostras coletadas nos meses de abril (Figura 2.3.A.2.2-13). Já entre as ordens taxonômicas, mais uma vez as larvas de Clupeiformes apresentaram maior amplitude de comprimento diferindo significativamente ($p=0,3578$) (Figura 2.3.A.2.2-14).

O comprimento padrão das larvas amostradas no reservatório de PA I, II e III diferiu entre os meses amostrados ($p=0,0233$) (Figura 2.3.A.2.2-15).

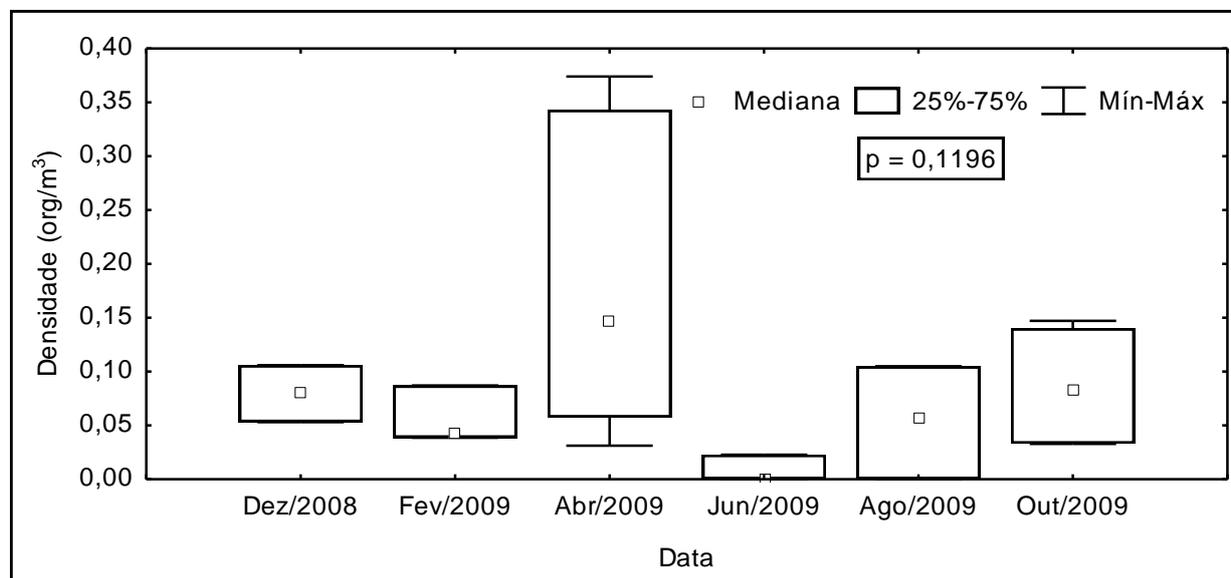


Figura 2.3.A.2.2-13 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por campanha, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PA I, II e III, durante os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

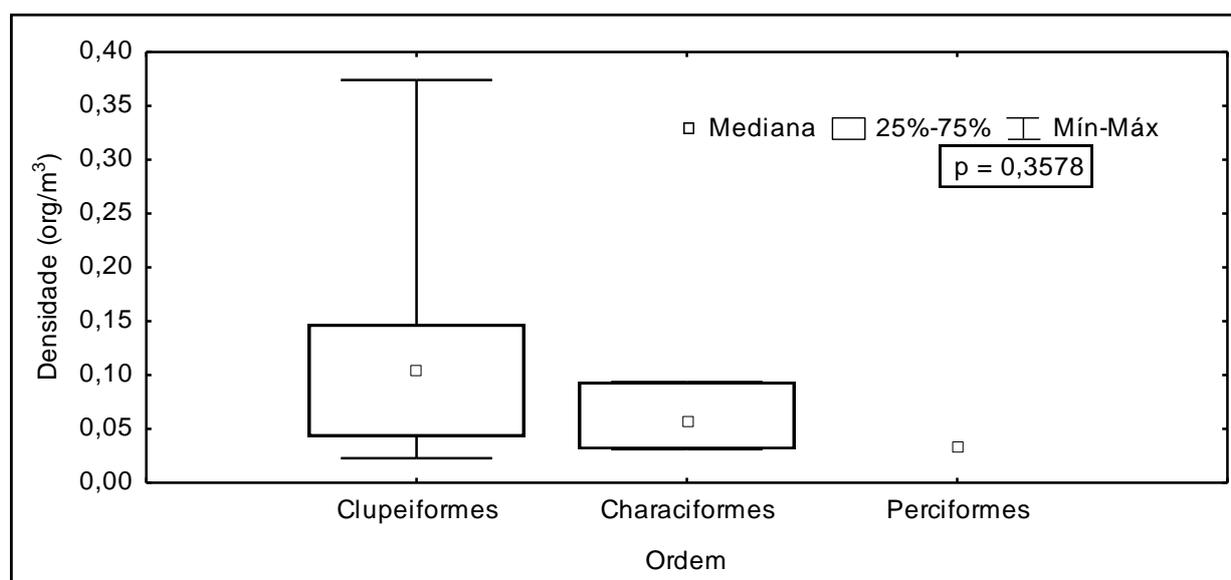


Figura 2.3.A.2.2-14 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos valores de densidade, por Ordem taxonômica, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAI, II e III, durante os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

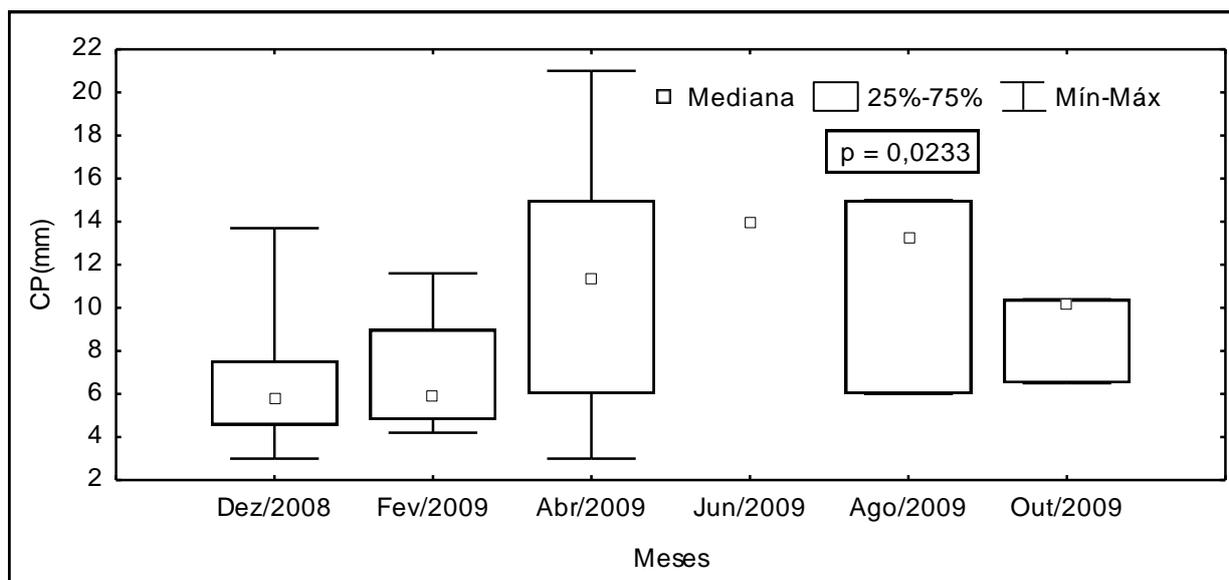


Figura 2.3.A.2.2-15 – Análise de variância (Kruskal-Wallis) dos comprimento padrão, por mês, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAI,II e III, durante os meses de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Observando os estágios larvais, no reservatório de PA I,II e III, durante esse segundo ano de monitoramento, foi observado a predominância do estágio de pré-flexão (Figura 2.3.A.2.2-16).

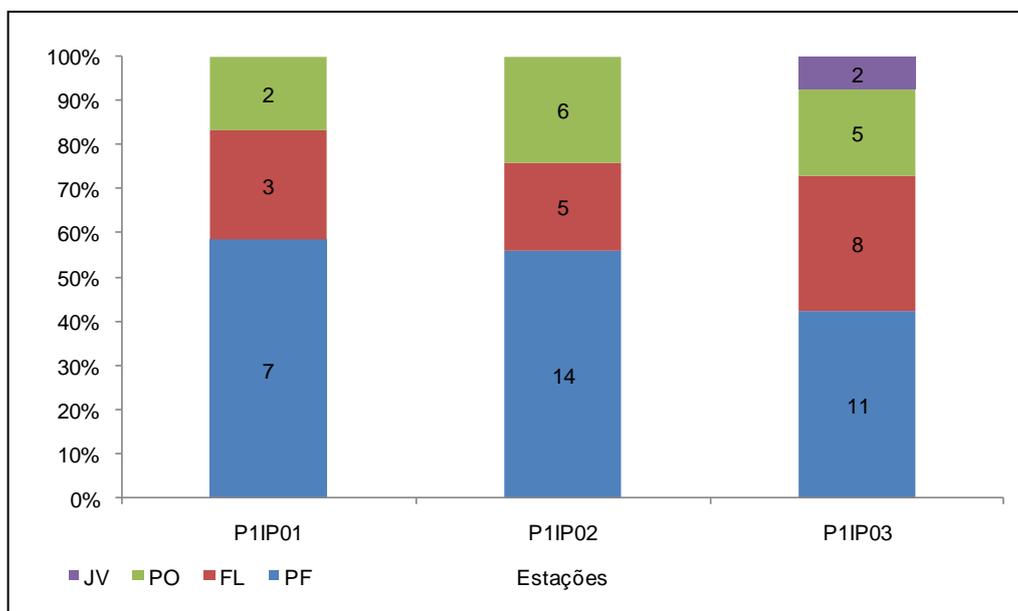


Figura 2.3.A.2.2-16 – Variação dos estágios de desenvolvimento, por estação, das larvas de peixes coletadas no reservatório de PAI,II e III, no período de dezembro de 2008 a setembro de 2009. LV = larval vitelino, PF = pré-flexão, FL = flexão.*Os números acima das barras representam o total de larvas analisadas.

2.3.A.3. Alimentação

Acestrorhynchus britskii

Moxotó

Foram analisados 679 indivíduos referentes às campanhas de dezembro/2008 (n= 171), fevereiro/2009 (n= 160), abril/2009 (n= 107), junho/2009 (n= 107), agosto/2009 (n= 68) e outubro/2009 (n= 66).

Dos indivíduos analisados registrou-se a predominância de estômagos vazios, com valores que variaram de 53% (fevereiro/2009) a 82% (agosto/2009). Estômagos parcialmente vazios tiveram valores entre 6% e 18%. Já as categorias de estômagos parcialmente cheios e completamente cheios tiveram variações em torno de 2% a 19% (Figura 2.3.A.3-1).

De maneira geral, as espécies apresentaram padrões de repleção gástrica semelhantes no que se refere à proporção de indivíduos com estômagos cheios e na alta proporção de indivíduos com estômagos vazios. Uma alta incidência de estômagos vazios de várias espécies carnívoras-ictiófagas foi também encontrada por (FADURPE, 2008) e pode ser explicada pelo melhor aproveitamento e valor nutricional do alimento, o que torna a sua tomada menos frequente.

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou as seguintes médias: 0,94 (dezembro/2008); 0,68 (fevereiro/2009); 0,42 (abril/2009); 0,30 (junho/2009) e 0,32 (agosto/2009).

Dados acerca do índice de repleção gástrica revelam-se úteis como aproximações acerca da tomada de alimento de uma dada espécie (Zavala-Camim, 1996). Os baixos valores registrados podem estar relacionados com a predominância de estômagos vazios, já que este índice está associado à atividade alimentar.

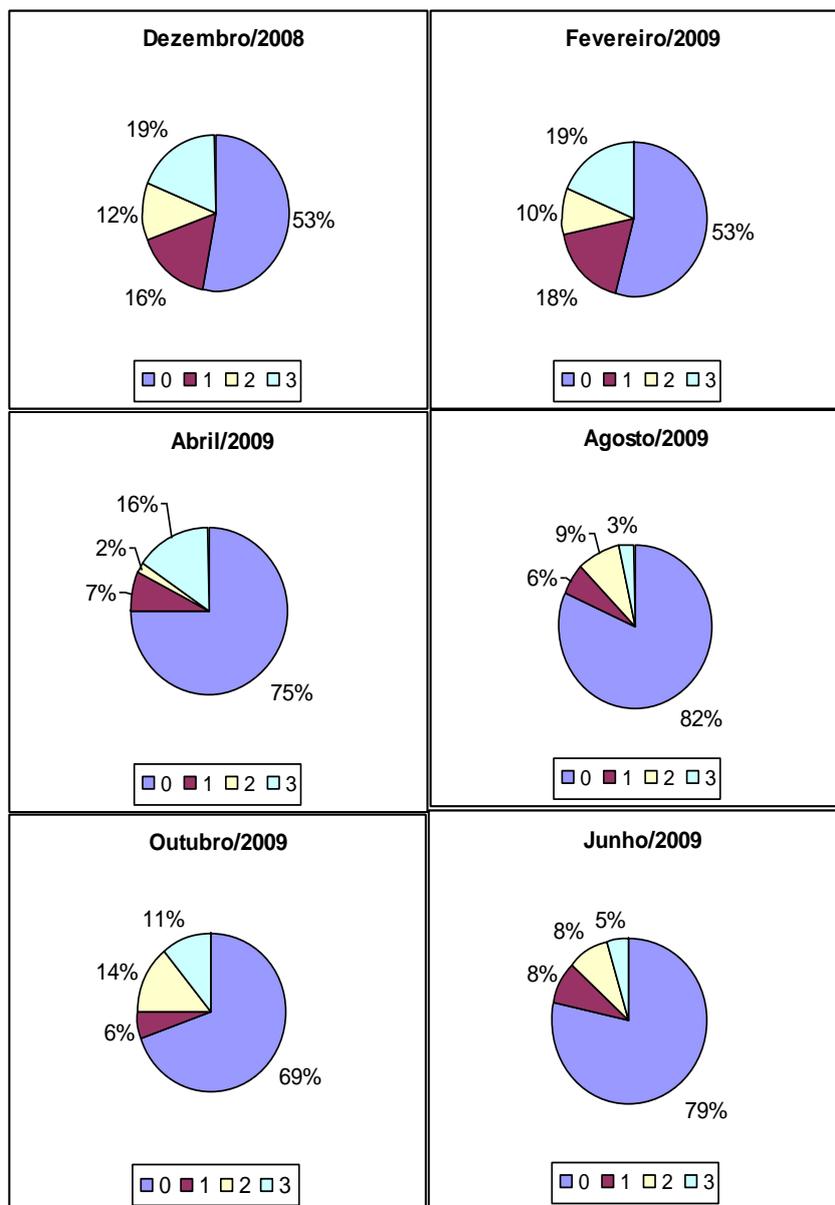


Figura 2.3.A.3-1 – Graus de repleção de *A. britskii* referente a todo período estudado.

Foram registrados 5 itens itens alimentares para a dieta de *A. britskii*: *Anchoviella vaillanti*, *Astyanax* spp., Gymnotiformes, Peixe inteiro (NI) e Peixe (partes).

O item mais freqüente, assim como mais importante foi Peixe (partes) em todo período de estudo (Tabela 2.3.A.3-1).

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	dez/08		fev/09		abr/09		jun/09		ago/09	
	FO%	IAi								
<i>A. vaillanti</i>	8,70	0,0271	7,41	0,0085	1,79	0,0847	21,74	0,1012		
<i>Astyanax</i> spp.	2,17	0,0074			0,36	0,0091				
Gymnotiformes	2,17	0,0009								
Peixe inteiro (NI)			3,70	0,0297						
Peixe (partes)	86,96	0,9646	88,89	0,9618	7,86	0,9062	78,26	0,8988	100,00	1,0000

A análise da dieta por trecho revelou que o item mais importante foi Peixe (partes) tanto no rio quanto no reservatório de Moxotó, com IAi de 0,976 (rio) e 0,878 (reservatório) (Tabela 2.3.A.3-2).

Tabela 2.3.A.3-2 - Itens alimentares, freqüências de ocorrência (FO) e índices de importância alimentares (IAi) de *A. britskii* referentes ao rio e reservatório.

Itens Alimentares	Moxotó			
	Rio		Reservatório	
	FO%	IAi	FO%	IAi
<i>Anchoviella vaillanti</i>	9,59	0,0165	18,75	0,1178
<i>Astyanax</i> spp.	1,37	0,0023	2,08	0,0042
Gymnotiformes	1,37	0,0003		
Peixe (partes)	86,30	0,9769	79,17	0,8780
Peixe inteiro (NI)	1,37	0,0041		

PA I, II, III

Foi analisado um total de 185 indivíduos de *Acestrorhynchus britskii*, conhecido vulgarmente como peixe-cachorro, referente às campanhas de dezembro/2008 (n= 24), abril/2009 (n= 80), junho/2009 (n= 46), agosto/2009 (n= 12) e outubro (n=23).

Estômagos vazios predominaram em todo período entre 63% e 92%, estômagos parcialmente vazios tiveram valores entre 4% e 25%. Já as categorias de estômagos parcialmente cheios e completamente cheios não ultrapassaram a marca de 11% (Figura 2.3.A.3-2).

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou as seguintes médias: 0,09 (dezembro/2008); 0,46 (abril/2009); 0,44 (junho/2009); 0,04 (agosto/2009) e 0,22 (outubro/2009).

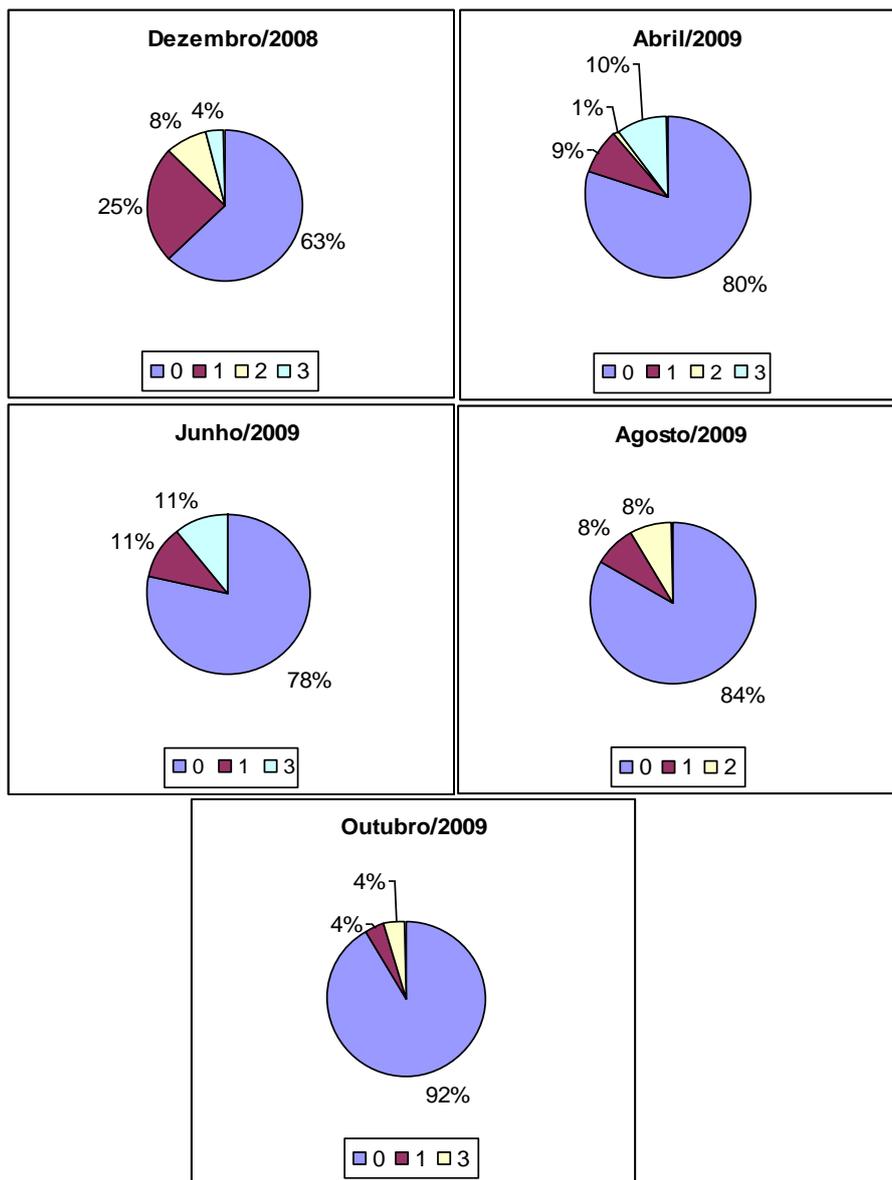


Figura 2.3.A.3-2 – Graus de repleção de *A. britskii* referente a todo período estudado.

Foram registrados 3 itens alimentares para a dieta de *A. britskii*: *Anchoviella vaillanti*, *Astyanax lacustris*, e Peixe (partes), sendo este o item mais freqüente, assim como mais importante em todo período de estudo, exceto no mês de junho/2009 onde *A. vaillanti*, foi o item mais importante Tabela 2.3.A.3-3.

Tabela 2.3.A.3-3 - Itens Alimentares, freqüências de ocorrência (FO) e índices alimentares (IAi) de *A. britskii* referentes a todo período de estudo.

Itens Alimentares	dez/08		abr/09		jun/09		ago/09		out/09	
	FO%	IAi								
<i>Anchoviella vaillanti</i>	10,00	0,1037	20,00	0,0315	40,00	0,5870			50,00	0,9324
<i>Astyanax lacustris</i>			6,67	0,1945						
Peixe (partes)	90,00	0,8963	73,33	0,7740	60,00	0,4130	100,00	1,0000	50,00	0,0676

PA IV

Foram analisados 268 indivíduos de *Acestrorhynchus britskii*, conhecido vulgarmente como cachorro, referentes às campanhas de abril/2009 (n= 70), junho/2009 (n= 79), agosto/2009 (n= 68) e outubro/2009 (n= 51).

Dos indivíduos analisados registrou-se a predominância de estômagos vazios em todo período de estudo, estômagos parcialmente vazios, parcialmente cheios e cheios juntos não ultrapassaram 32% (Figura 2.3.A.3-3).

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou as seguintes médias: 0,30 (abril/2009); 0,83 (junho/2009); 0,46 (agosto/2009) e 0,63 (outubro/2009).

Foram registrados 5 itens alimentares na dieta do peixe-cachorro: *Anchoviella vaillanti*, *Astyanax fasciatus*, *Astyanax spp.*, Peixe (partes) e Peixe inteiro (não identificado). O item mais importante e mais freqüente em todo período de estudo foi Peixe (partes) com maior freqüência observada no mês de agosto/2009 e maior importância no mês de junho/2009 com IAi de 0,817 (Tabela 2.3.A.3-4).

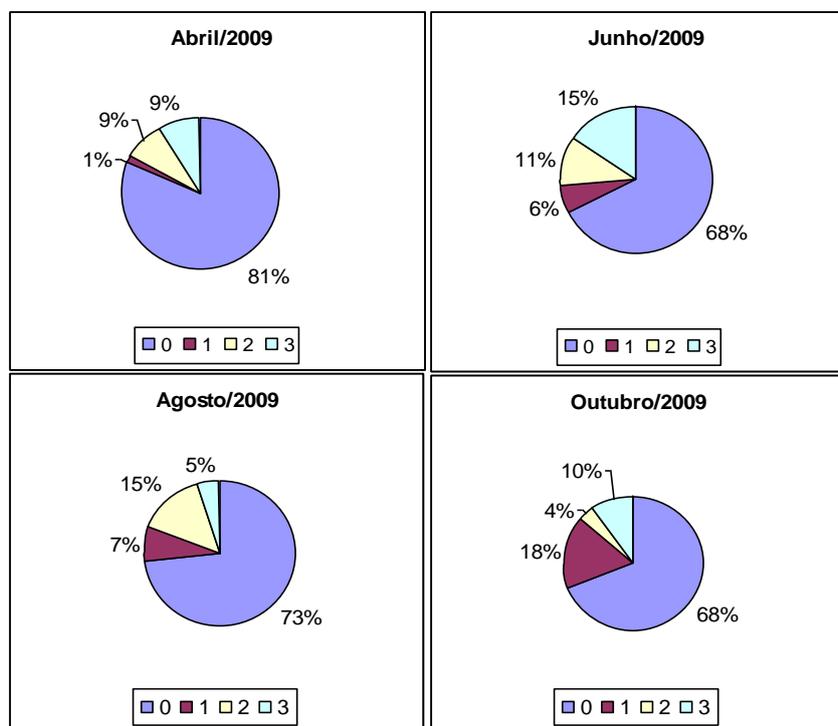


Figura 2.3.A.3-3 – Graus de repleção de *A. britskii* referente a todo período estudado.

Tabela 2.3.A.3-4 - Itens alimentares, frequência de ocorrência (FO) e índices alimentares (IAi) de *A. britskii* referentes a todo período de estudo.

ITENS	abr/09		jun/09		ago/09		out/09	
	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi
<i>Anchoviella vaillanti</i>	23,08	0,1307	23,08	0,1672	11,11	0,1235	18,75	0,1737
<i>Astyanax fasciatus</i>			3,85	0,0152				
<i>Astyanax</i> spp.	7,69	0,0531						
Peixe (partes)	69,23	0,8162	73,08	0,8177	77,78	0,6958	75,00	0,7558
Peixe inteiro (NI)					11,11	0,1807	6,25	0,0704

Acestrorhynchus lacustris

Moxotó

Foram analisados 7 indivíduos de *Acestrorhynchus lacustris*, conhecido vulgarmente como peixe-cachorro, referentes à campanha de dezembro/2008.

Entre todos os indivíduos analisados, 4 exemplares apresentaram estômagos vazios, 1 apresentou parcialmente vazio e 2 espécimes apresentaram estômagos parcialmente cheios.

Em relação ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou médio geral de 0,72.

A composição da dieta foi constituída por apenas 2 itens alimentares: Gymnotiformes e Peixe (partes).

PA I, II, III

Não houve registro desta espécie nas campanhas de dezembro/2008, fevereiro/2009, abril/2009, junho/2009, agosto/2009 e outubro/2009.

PA IV

Não houve registro desta espécie nas campanhas de dezembro/2008, fevereiro/2009, abril/2009, junho/2009, agosto/2009 e outubro/2009.

Bryconops affinis

Moxotó

Foi analisado um total de 283 indivíduos de *Bryconops cf. affinis*, conhecido vulgarmente como lambari, referente às campanhas de dezembro/2008 (n= 33), fevereiro/2009 (n= 3), abril/2009 (n= 31) junho/2009 (n= 72), agosto/2009 (n= 68) e outubro/2009 (n= 76).

Dos indivíduos analisados registrou-se a predominância de estômagos vazios, com valores que variaram de 79% (dezembro/2008) a 17% (agosto/2009). Estômagos parcialmente vazios tiveram valores entre 3% e 25%. Já as categorias de estômagos parcialmente cheios e completamente cheios tiveram variações em torno de 15% a 67% e 3% a 22% respectivamente (Figura 2.3.A.3-4).

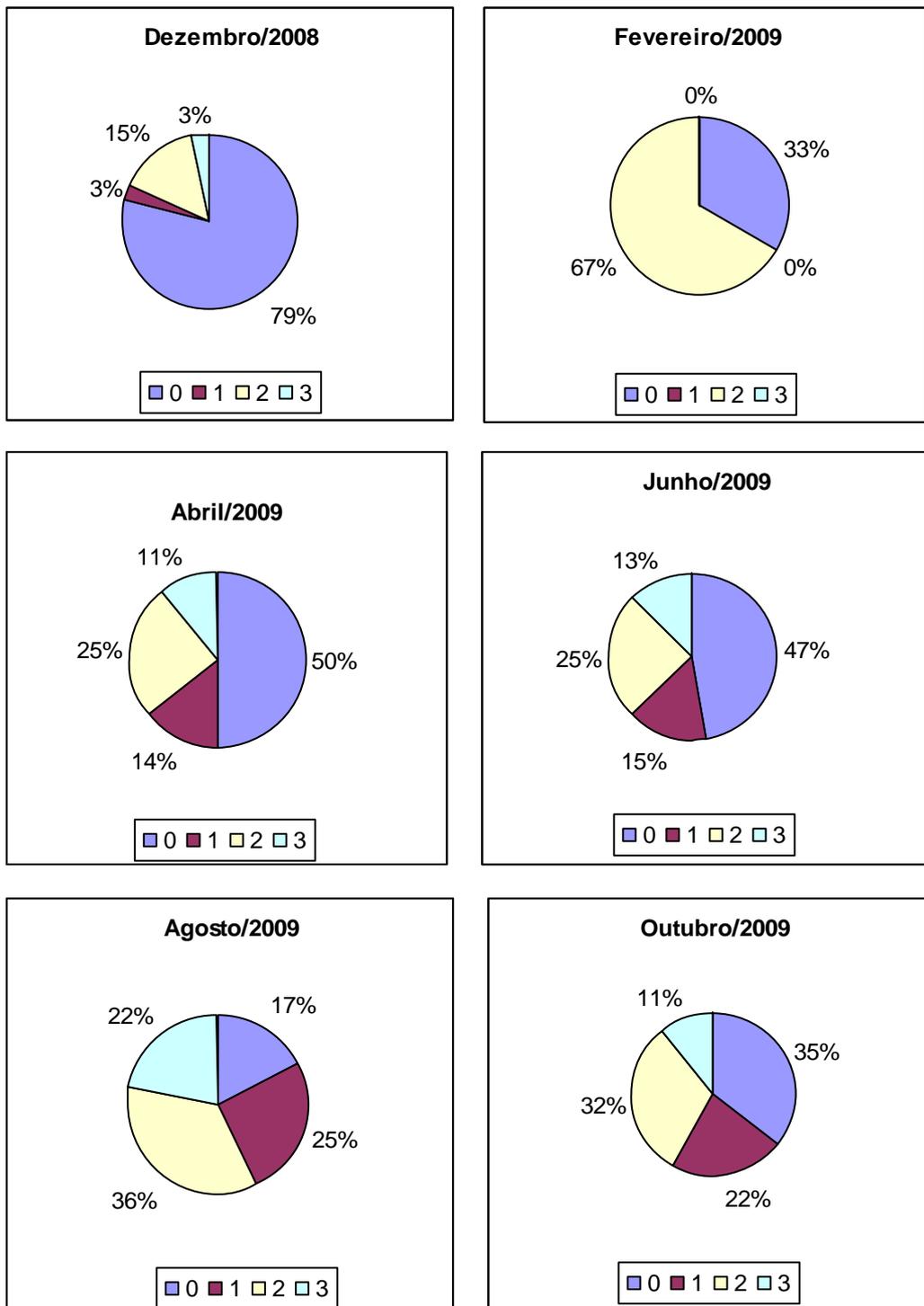


Figura 2.3.A.3-4 – Graus de repleção de *B. affinis* referente a todo período estudado.

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou as seguintes médias: 0,183 (dezembro/2008); 1,369 (fevereiro/2009); 0,682 (abril/2009); 1,027 (junho/2009), 0,390 (agosto/2009), 0,550 (outubro/2009).

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 10 itens alimentares para a dieta de *B. cf. affinis*: Coleoptera, Díptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Insecta, Ovo (Ephemeroptera), Pupa, Semente e Tecido vegetal.

O item mais freqüente, assim como mais importante foi Insecta em todo período de estudo (Tabela 2.3.A.3-6).

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

A análise da dieta por trecho revelou que o item mais importante foi Insecta tanto no rio quanto no reservatório de Moxotó, com IAI de 0,801 (rio) e 0,839 (reservatório) (Tabela 2.3.A.3-5).

A dieta onívora, com predominância de insetos principalmente terrestres, foi descrita para espécies do gênero *Bryconops* por Saul (1975), Ferreira (1984), Goulding et al. (1988) e Silva (1993).

No reservatório de Três Marias, *B. cf. affinis* demonstrou ter dieta predominantemente insetívora (Godinho e Godinho, 2003). Essa espécie diferenciou-se dos outros insetívoros pela ingestão de itens basicamente de superfície.

Tabela 2.3.A.3-5 - Itens alimentares, freqüência de ocorrência e índices alimentares (IAi) de *B. cf. affinis* referentes ao rio e reservatório.

ITENS	Moxotó			
	Rio		Reservatório	
	FO%	IAi	FO%	IAi
Coleoptera	4,69	0,0093	1,33	0,0008
Diptera	15,63	0,0711	10,67	0,0296
Ephemeroptera	9,38	0,0260	14,67	0,0761
Hemiptera	7,81	0,0216	5,33	0,0084
Hymenoptera	14,06	0,0529	10,67	0,0322
Insecta	37,50	0,8015	46,67	0,8392
Ovo ephemeroptera	1,56	0,0019		
Pupa	4,69	0,0056	6,67	0,0089
Semente			4,00	0,0048
Tecido vegetal	4,69	0,0102		

Tabela 2.3.A.3-6 - Itens alimentares, freqüência de ocorrência e índices alimentares (IAi) de *B. cf. affinis* referentes a todo período de estudo.

ITENS	dez/08		fev/09		abr/09		jun/09		ago/09		out/09	
	FO%	IAi										
Coleoptera									3,57	0,0094	4,08	0,0058
Diptera									23,21	0,2071	10,20	0,0350
Ephemeroptera			100	1,0000					23,21	0,3168	8,16	0,0117
Hemiptera							29,41	0,0884	1,79	0,0014	6,12	0,0193
Hymenoptera	16,67	0,0313					5,88	0,0027	3,57	0,0037	26,53	0,2730
Insecta	66,67	0,9375			100	1,0000	52,94	0,8816	26,79	0,3936	34,69	0,6348
Ovo ephemeroptera									1,79	0,0028		
Pupa	16,67	0,0313							14,29	0,0637	6,12	0,0123
Semente									1,79	0,0014	4,08	0,0082
Tecido vegetal							11,76	0,0272				

PA I II III

Foi analisado um total de 215 indivíduos de *Bryconops cf. affinis*, conhecido vulgarmente como lambari, referente às campanhas de dezembro/2008 (n= 30), fevereiro/2009 (n= 32), abril/2009 (n= 73) junho/2009 (n= 16), agosto/2009 (n=40) e outubro/2009 (n= 24).

Dos indivíduos analisados registrou-se a predominância de estômagos vazios, com valores que variaram de 23% (dezembro/2008) a 62% (abril/2009). Estômagos parcialmente vazios tiveram valores entre 3% e 40%. Já as categorias de estômagos parcialmente cheios e completamente cheios tiveram variações em torno de 17% a 47% e 5% a 32% respectivamente (Figura 2.3.A.3-5).

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou as seguintes médias: 0,126(dezembro/2008); 0,318 (fevereiro/2009); 1,001 (abril/2009); 1,362 (junho/2009), 0,720(agosto/2009), 0,506 (outubro/2009).

Foram registrados 9 itens alimentares para a dieta de *B. cf. affinis*: Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Insecta, Pupa, Submago ephemeroptera e Tecido vegetal.

O item mais freqüente, assim como mais importante foi Insecta em todo período de estudo (Tabela 2.3.A.3-7). A espécie apresenta hábito insetívoro sem haver uma preferência por alguma família ou espécie

A dieta onívora, com predominância de insetos principalmente terrestres, foi descrita para espécies do gênero *Bryconops* por Saul (1975), Ferreira (1984), Goulding et al. (1988) e Silva (1993).

No reservatório de Três Marias, *B. cf. affinis* demonstrou ter dieta predominantemente insetívora (Godinho e Godinho, 2003). Essa espécie diferenciou-se dos outros insetívoros pela ingestão de itens basicamente de superfície.

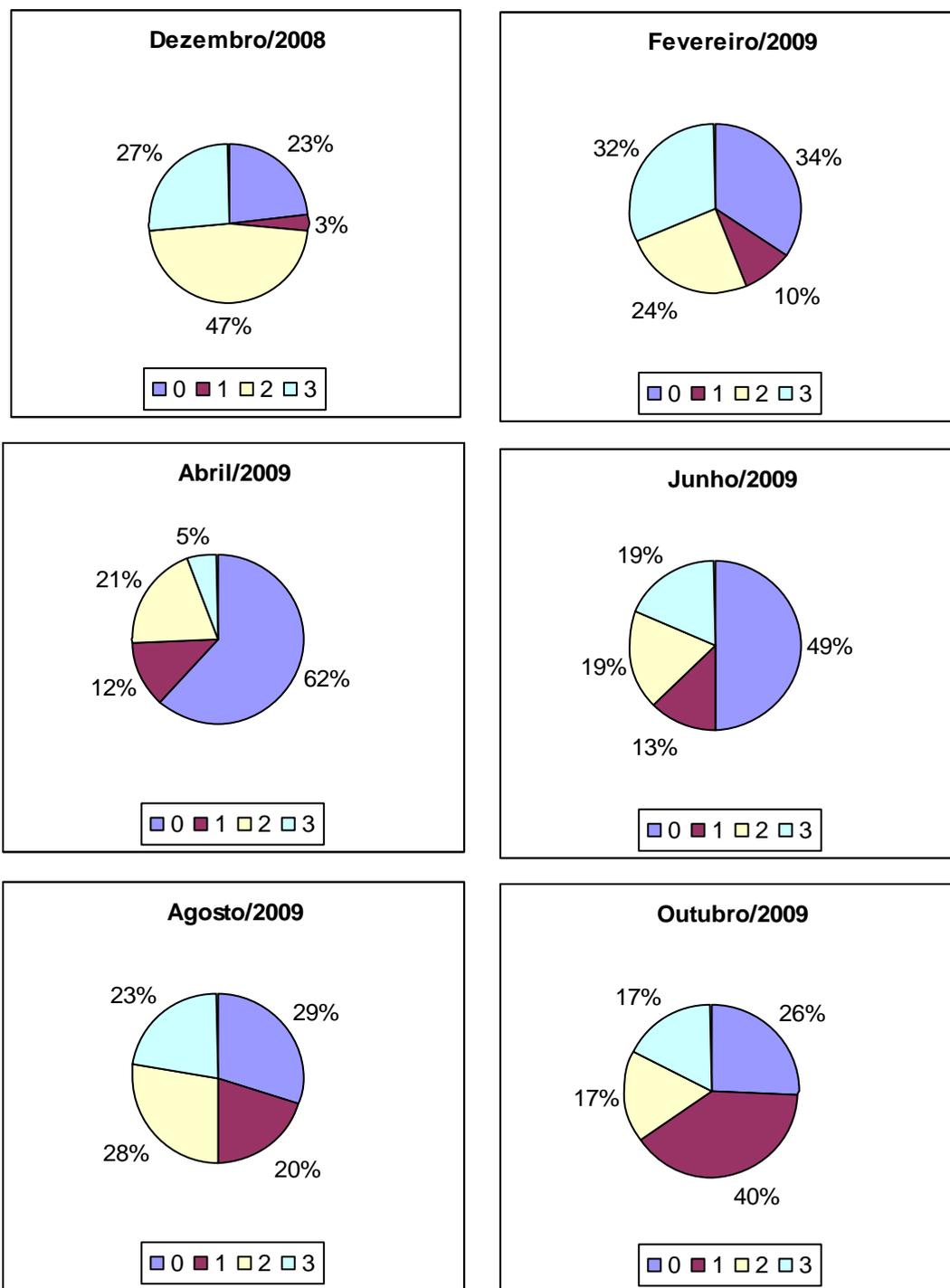


Figura 2.3.A.3-5 – Graus e repleção de *B. cf. affinis* referentes a todo período estudado.

Tabela 2.3.A.3-7 - Itens alimentares, frequência de ocorrência e índices alimentares (IAi) de *B. cf. affinis* referentes a todo período de estudo.

ITENS	dez/08		fev/09		abr/09		jun/09		ago/09		out/09	
	FO%	IAi										
Coleoptera					9,09	0,0166	20,00	0,1020	17,86	0,1868		
Diptera									21,43	0,1883	5,88	0,0069
Ephemeroptera											11,76	0,1869
Hemiptera					4,55	0,0012					11,76	0,0277
Hymenoptera	4,35	0,0017			4,55	0,0024			10,71	0,0314		
Insecta	95,65	0,9983	100,00	1,0000	77,27	0,9657	60,00	0,7139	39,29	0,5755	52,94	0,5917
Pupa					4,55	0,0142					17,65	0,1869
Submago ephemeroptera									10,71	0,0179		
Tecido vegetal							20,00	0,0793				

PA IV

Foi analisado um total de 102 indivíduos de *Bryconops cf. affinis*, conhecido vulgarmente como lambari, referente às campanhas de dezembro/2008 (n= 1), fevereiro/2009 (n=8), abril/2009 (n= 0) junho/2009 (n= 1), agosto/2009 (n=39) e outubro/2009 (n= 53).

Dos indivíduos analisados em dezembro/2008, fevereiro/2009 e junho/2009 houve a ocorrência de 7 estômagos vazios e 3 estômagos parcialmente cheios. Já no mês de agosto/2009 e outubro/2009 registraram-se estômagos vazios, com valores que variaram de 28% (agosto/2009) a 32% (outubro/2009). Estômagos parcialmente vazios tiveram valores entre 15% e 26%. Já as categorias de estômagos parcialmente cheios e completamente cheios tiveram variações em torno de 31% a 36% e 6% a 26% respectivamente (Figura 2.3.A.3-6).

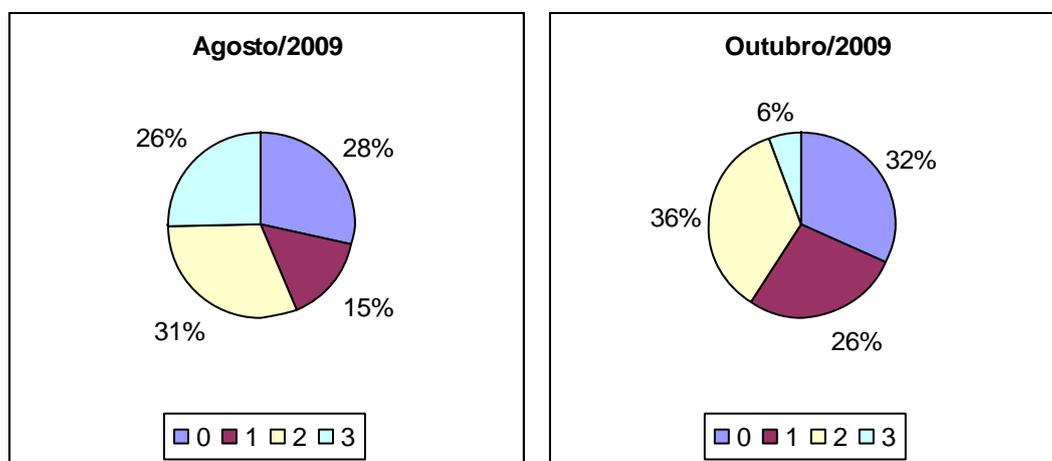


Figura 2.3.A.3-6 – Graus e repleção de *B. cf. affinis* referentes a todo período estudado.

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou as seguintes médias: 1,325 (dezembro/2008); 0,097 (fevereiro/2009); 0,802 (junho/2009), 0,517 (agosto/2009), 0,700 (outubro/2009).

Foram registrados 6 itens alimentares para a dieta de *B. cf. affinis*: Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Insecta e Pupa. O item mais freqüente, assim como mais importante foi Insecta em todo período de estudo (Tabela 2.3.A.3-8).

A dieta onívora, com predominância de insetos principalmente terrestres, foi descrita para espécies do gênero *Bryconops* por Saul (1975), Ferreira (1984), Goulding et al. (1988) e Silva (1993).

No reservatório de Três Marias, *B. cf. affinis* demonstrou ter dieta predominantemente insetívora (Godinho e Godinho, 2003). Essa espécie diferenciou-se dos outros insetívoros pela ingestão de itens basicamente de superfície.

Tabela 2.3.A.3-8 - Itens alimentares, frequência de ocorrência e índices alimentares (IAi) de *B. cf. affinis* referentes a todo período de estudo.

Itens	dez/08		fev/09		ago/09		out/09	
	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi
Diptera					17,86	0,0622		
Ephemeroptera					14,29	0,0383	2,78	0,0007
Hemiptera					7,14	0,0115	2,78	0,0007
Hymenoptera					14,29	0,0421	5,56	0,0027
Insecta	100,00	1,0000	100,00	1,0000	46,43	0,8459	86,11	0,9949
Pupa							2,78	0,0010

Curimatella lepidura

Moxotó

Foram analisados 12 indivíduos de *Curimatella lepidura*, conhecido vulgarmente como aragu, referentes à campanha de dezembro/2008 (n=4), fevereiro/2009 (n=7), agosto/2009 (n=1).

Dos exemplares de *Curimatella lepidura*, proveniente da campanha de dezembro/2008, fevereiro/2009 e agosto/2009, não foram analisados por se encontrarem em avançado estado de deterioração, não sendo possível avaliar o teor de matéria orgânica dos mesmos.

PA I, II, III

Não houve registro desta espécie nas campanhas de dezembro/2008, fevereiro/2009, abril/2009, junho/2009, agosto/2009 e outubro/2009.

PA IV

Não houve registro desta espécie nas campanhas de dezembro/2008, fevereiro/2009, abril/2009, junho/2009, agosto/2009 e outubro/2009.

Hoplias malabaricus

Moxotó

Foram analisados 19 indivíduos de *Hoplias malabaricus*, conhecido vulgarmente como traíra, referentes às campanhas de dezembro/2008 (n=1) fevereiro/2009 (n=1), abril/2009 (n=6), agosto/2009 (n=5) e outubro/2009 (n=6). Em virtude do baixo número de indivíduos analisados por mês, os dados serão tratados de forma geral.

De todos os indivíduos analisados, 13 apresentaram estômagos vazios, 5 parcialmente vazios e 1 estômago completamente cheio.

Os exemplares apresentaram médias do Índice de Repleção (IR) e Quociente Intestinal (QI) de respectivamente 0,25 e 0,55.

A composição da dieta em todo o período de estudo foi constituída por 4 itens: Gatropoda (Pomacea), Camarão, *Synbranchus marmoratus* e Peixe (partes), sendo todos estes itens encontrados nos indivíduos coletados no trecho lântico do reservatório.

PA I, II, III

Foram analisados 22 indivíduos referentes à campanha de dezembro/2009 (n=5), abril/2009 (n=9), junho/2009 (n=3) e agosto/2009 (n=5). Em virtude do baixo número de indivíduos analisados por mês, os dados serão tratados de forma geral.

De todos os indivíduos analisados, 11 apresentaram estômagos vazios, 4 parcialmente vazios, 4 parcialmente cheios e 3 estômagos completamente cheios. Em relação ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou média geral de 0,45 e Quociente intestinal médio de 0,56.

A composição da dieta em todo o período de estudo foi constituída por 4 itens: Anisoptera, Peixe inteiro (não identificado) Tecido vegetal e Camarão, sendo este item o mais frequente, encontrado em todos os meses analisados.

PA IV

Foram analisados 23 indivíduos referentes à campanha de dezembro/2009 (n=9), fevereiro/2009 (n=2), junho/2009 (n=2) e agosto/2009 (n=9) e outubro/2009 (n=1). Em virtude do baixo número de indivíduos analisados por mês, os dados serão tratados de forma geral.

Dos indivíduos analisados em todo período, 12 apresentaram estômagos vazios, 6 parcialmente vazios, 2 parcialmente cheios e 3 estômagos completamente cheios.

Os exemplares apresentaram médias do Índice de Repleção (IR) e Quociente Intestinal (QI) de respectivamente 0,46 e 0,65.

A composição da dieta em todo o período de estudo foi constituída por Bivalvia, Gastropoda, Camarão, Insecta, Tecido animal (não identificado) e *Egeria densa*, sendo todos estes itens encontrados nos indivíduos coletados em dezembro/2009. Apenas o item camarão foi registrado no mês de agosto/2009 e nos demais meses os estômagos se encontraram vazios.

Leporinus piau

Não houve registro desta espécie nas campanhas de dezembro/2008, fevereiro/2009, abril/2009, junho/2009, agosto/2009 e outubro/2009, nos reservatórios de Moxotó, PA I, II, III e PA IV.

Leporinus elongatus

Não houve registro desta espécie nas campanhas de dezembro/2008, fevereiro/2009, abril/2009, junho/2009, agosto/2009 e outubro/2009, nos reservatórios de Moxotó, PA I, II, III e PA IV.

Leporinus reinhardtii

Não houve registro desta espécie nas campanhas de dezembro/2008, fevereiro/2009, abril/2009, junho/2009, agosto/2009 e outubro/2009, nos reservatórios de Moxotó, PA I, II, III e PA IV.

Leporinus taeniatus

Moxotó

Foram analisados 4 indivíduos de *Leporinus taeniatus*, conhecido vulgarmente como piau, referentes à campanha de fevereiro/2009, destes, 2 apresentaram estômagos vazios, 1 parcialmente vazio e 1 completamente cheio.

Os exemplares apresentaram Índice de Repleção médio (IR) de 0,36 e Quociente Intestinal médio (QI) de 1,05. Valor parecido foi registrado por Gomes e Verani (2003), na região de Três Marias/MG, para espécie de mesmo gênero, com QI médio de 1,13.

Foram registrados em seus estômagos: Insecta, Pupa (insecta) e semente.

PA I, II, III

Foram analisados 2 indivíduos, referentes à campanha de dezembro/2008 e abril/2009, destes, 1 estômago se encontravam vazio e o outro parcialmente vazio.

Os exemplares apresentaram médias do Índice de Repleção (IR) e Quociente Intestinal (QI) de respectivamente 0,45 e 1,34.

Foi registrado apenas o item Semente naquele estômago analisado em abril/2009.

PA IV

Não houve registro desta espécie nas campanhas de dezembro/2008, fevereiro/2009, abril/2009, junho/2009, agosto/2009 e outubro/2009.

Metynnis maculatus

Moxotó

Foi analisado um total de 86 indivíduos de *Metynnis maculatus*, conhecido vulgarmente como pacu, referente às campanhas de dezembro/2008 (n= 10), fevereiro/2009 (n= 15), abril/2009 (n= 11) junho/2009 (n= 12), agosto/2009 (n= 21) e outubro/2009 (n= 17).

Dos indivíduos analisados registrou-se a predominância de estômagos vazios, com valores que variaram de 9% (abril/2009) a 42% (junho/2009). Estômagos parcialmente vazios tiveram valores entre 10% e 29%. Já as categorias de estômagos parcialmente cheios e completamente cheios tiveram variações em torno de 33% a 47% e 8% a 38% respectivamente (Figura 2.3.A.3-7).

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou as seguintes médias: 0,671 (dezembro/2008); 0,615 (fevereiro/2009); 0,066 (abril/2009); 0,085 (junho/2009), 0,557 (agosto/2009) e 0,345 (outubro/2009).

Foram registrados 4 itens alimentares para a dieta de *M. maculatus*: Alga filamentosa, Gastropoda, Sedimento e Tecido vegetal.

O item mais freqüente, assim como mais importante foi Alga filamentosa em fevereiro/2009 e Tecido vegetal em todo período de estudo (Tabela 2.3.A.3-10).

Possui hábito alimentar fitófago, o que concorda com a classificação alimentar atribuída, ainda que de forma generalizada, por Géry (1971) aos representantes da subfamília Myleinae, os quais são considerados vegetarianos.

A análise da dieta por trecho revelou que o item mais importante foi Tecido vegetal tanto no rio quanto no reservatório de Moxotó, com IAI de 0,9346 (rio) e 0,9003 (reservatório) (Tabela 2.3.A.3-9).

Tabela 2.3.A.3-9 - Itens alimentares, freqüência de ocorrência e índices alimentares (IAi) de *M. maculatus* referentes ao rio e reservatório.

ITENS	Moxotó			
	Rio		Reservatório	
	FO%	IAi	FO%	IAi
Alga filamentosa	7,50	0,0261		
Gastropoda	5,00	0,0174	16,00	0,0498
Sedimento	5,00	0,0218	16,00	0,0498
Tecido vegetal	82,50	0,9346	68,00	0,9003

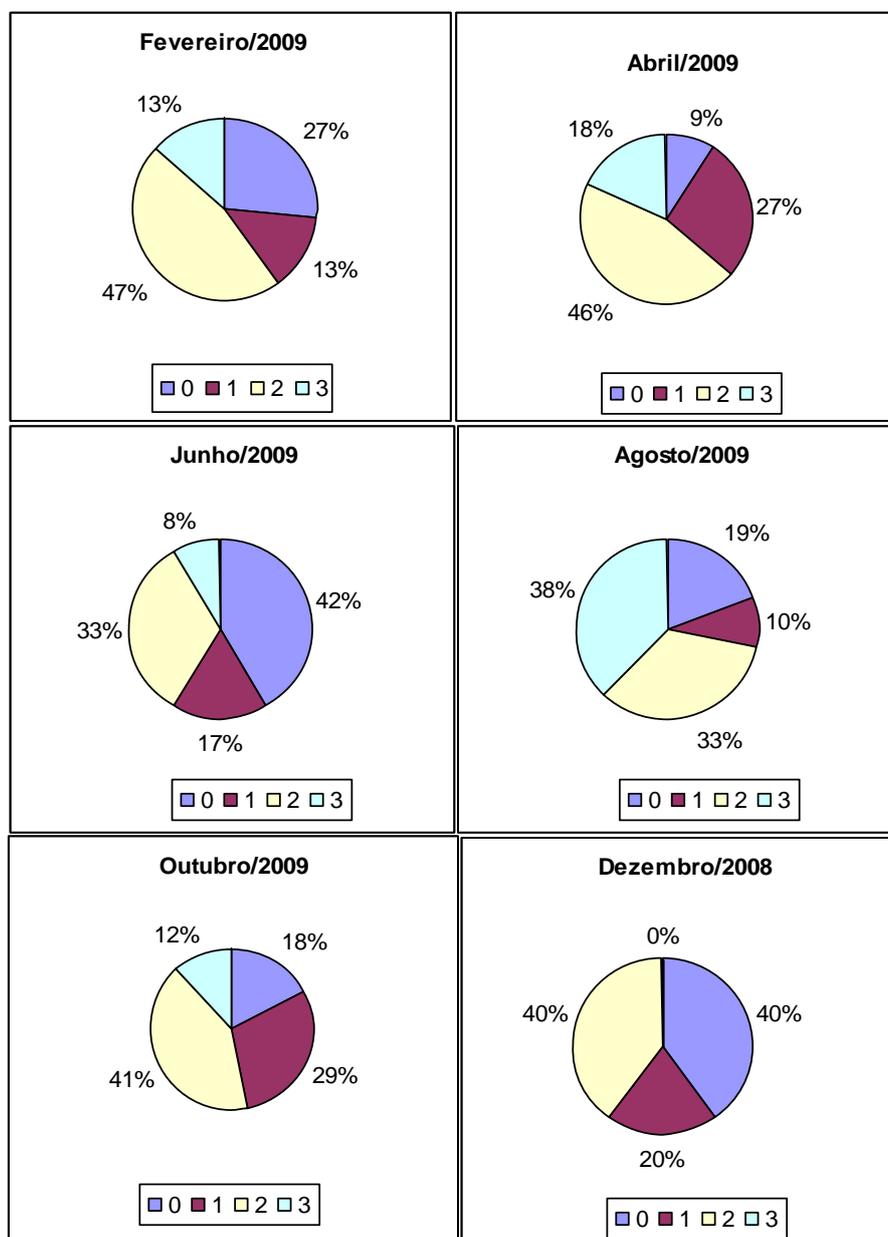


Figura 2.3.A.3-7 – Grau de repleção de *M. maculatus* referentes a todo o período estudado.

Tabela 2.3.A.3-10 - Itens alimentares, frequência de ocorrência e índices alimentares (IAi) de *M. maculatus* referentes a todo período de estudo.

ITENS	dez.08		fev.09		abr.09		jun.09		ago.09		out.09	
	FO%	IAi										
Alga filamentosa			72,73	0,8767								
Gastropoda					10,00	0,1000			18,75	0,0672	14,29	0,0426
Sedimento							14,29	0,0270	12,50	0,0299	21,43	0,0957
Tecido vegetal	100,00	1,0000	27,27	0,1233	90,00	0,9000	85,71	0,9730	68,75	0,9030	64,29	0,8617

PA I, II, III

Foi analisado um total de 81 indivíduos de *Metynnis maculatus*, conhecido vulgarmente como pacu, referente às campanhas de dezembro/2008 (n= 4), fevereiro/2009 (n= 0), abril/2009 (n= 15) junho/2009 (n= 2), agosto/2009 (n= 51) e outubro/2009 (n= 9). Não houve ocorrência dessa espécie em fevereiro/2009.

Dos indivíduos analisados registrou-se a predominância de estômagos vazios, com valores que variaram de 0% (abril/2009) a 37% (agosto/2009). Estômagos parcialmente vazios tiveram valores entre 12% e 56%. Já as categorias de estômagos parcialmente cheios e completamente cheios tiveram variações em torno de 22% a 53% e 20% a 75% respectivamente (Figura 2.3.A.3-8).

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou as seguintes médias: 1,231 (dezembro/2008); 0,702 (abril/2009); 0,433 (junho/2009), 0,616 (agosto/2009) e 0,520 (outubro/2009).

Foram registrados 4 itens alimentares para a dieta de *M. maculatus*: Conchostraca, Gastropoda, Sedimento e Tecido vegetal.

O item mais freqüente, assim como mais importante foi Tecido vegetal em todo período de estudo (Tabela 2.3.A.3-11).

Possui hábito alimentar fitófago, o que concorda com a classificação alimentar atribuída, ainda que de forma generalizada, por Géry (1971) aos representantes da subfamília Myleinae, os quais são considerados vegetarianos.

Tabela 2.3.A.3-11 - Itens alimentares, freqüência de ocorrência e índices alimentares (IAi) de *M. maculatus* referentes a todo período de estudo.

ITENS	dez.08		abr.09		ago.09		out.09	
	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi
Conchostraca					3,85	0,0032		
Gastropoda					7,69	0,0129		
Sedimento			26,67	0,1168	26,92	0,1581		
Tecido vegetal	100,00	1,0000	73,33	0,8832	61,54	0,8258	100,0000	1,0000

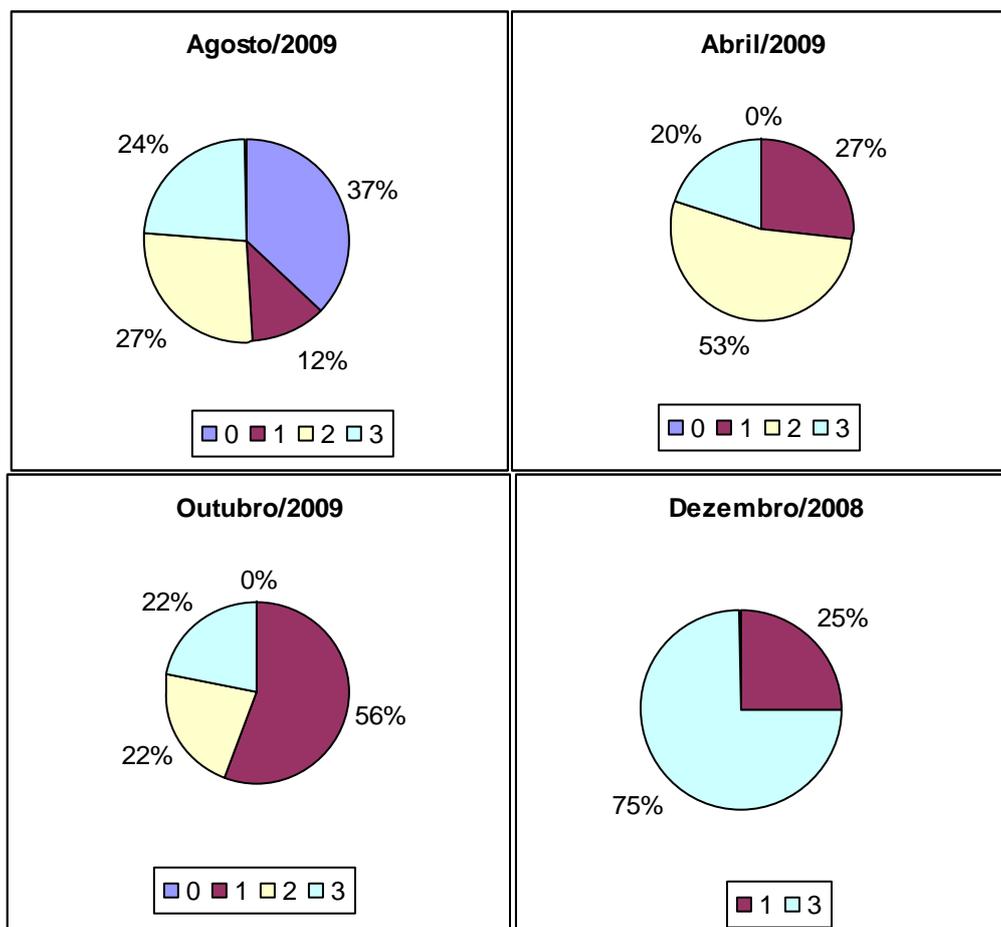


Figura 2.3.A.3-8 – Grau de repleção de *M. maculatus* referentes a todo o período estudado.

PA IV

Foi analisado um total de 92 indivíduos de *Metynnis maculatus*, conhecido vulgarmente como pacu, referente às campanhas de dezembro/2008 (n= 30), fevereiro/2009 (n= 9), abril/2009 (n= 9) junho/2009 (n= 27) e outubro/2009 (n= 17). Não houve ocorrência dessa espécie no mês de agosto/2009.

Dos indivíduos analisados registrou-se a predominância de estômagos vazios, com valores que variaram de 4 a 45%. Estômagos parcialmente vazios tiveram valores entre 22% e 34%. Já as categorias de estômagos parcialmente cheios e completamente cheios tiveram variações em torno de 11% a 28% e 22% a 33% respectivamente (Figura 2.3.A.3-9).

Quanto ao índice de repleção gástrica (IR), a espécie apresentou as seguintes médias: 0,383 (dezembro/2008); 0,596 (fevereiro/2009); 1,336 (abril/2009); 0,882 (junho/2009) e 0,684 (outubro/2009).

Foram registrados 10 itens alimentares para a dieta de *M. maculatus*: Acaro, Alga filamentosa, Gastropoda, Sedimento e Tecido vegetal.

O item mais freqüente, assim como mais importante foi Tecido vegetal em todo período de estudo (Tabela 2.3.A.3-12).

Possui hábito alimentar fitófago, o que concorda com a classificação alimentar atribuída, ainda que de forma generalizada, por Géry (1971) aos representantes da subfamília Myleinae, os quais são considerados vegetarianos.

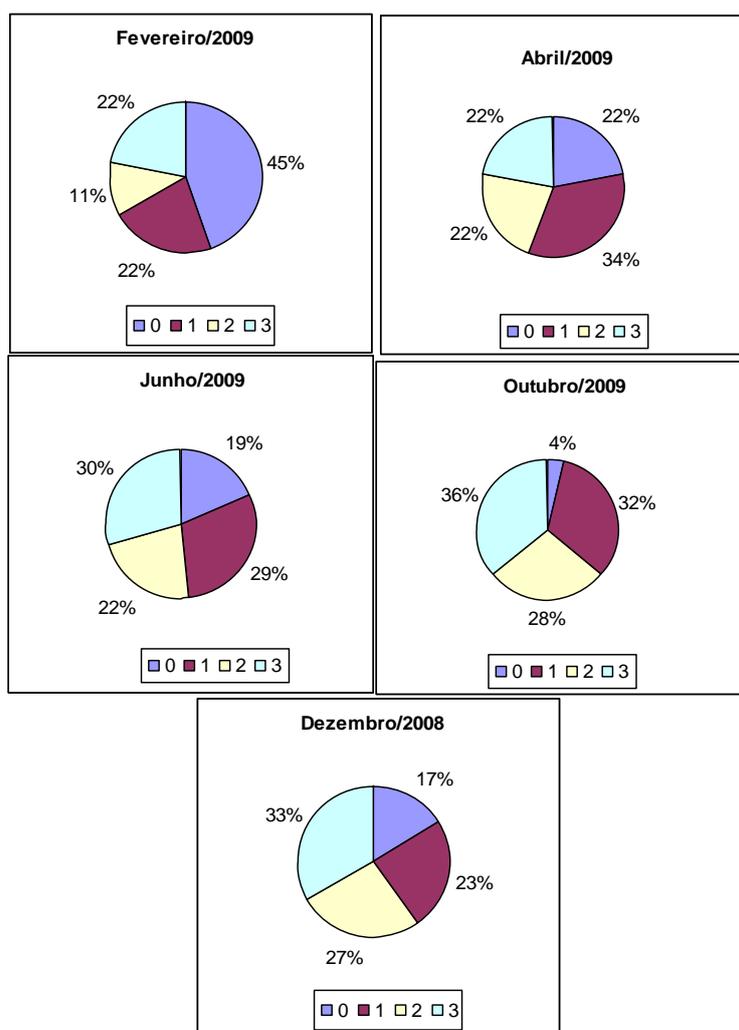


Figura 2.3.A.3-9 – Grau de repleção de *M. maculatus* referentes a todo o período estudado.

Tabela 2.3.A.3-12 - Itens alimentares, frequência de ocorrência e índices alimentares (IAi) de *M. maculatus* referentes a todo período de estudo.

ITENS	dez.08		fev.09		abr.09		jun.09		out.09	
	FO%	IAi								
Acaro	20,00	0,0303								
Alga filamentosa	20,00	0,0606								
Gastropoda	40,00	0,4242			14,29	0,0526	18,18	0,0762		
Sedimento			40,00	0,3077	42,86	0,4737	22,73	0,1190	37,50	0,2647
Tecido vegetal	20,00	0,4848	60,00	0,6923	42,86	0,4737	59,09	0,8048	62,50	0,7353

Myleus micans

Moxotó

Foi analisado 1 indivíduo de *M. micans*, conhecido vulgarmente como pacu referente à campanhas de fevereiro/2009.

Este indivíduo apresentou estômago parcialmente cheio e Índice de Repleção (IR) 0,175.

A composição da dieta foi constituída por 1 item alimentar: Bivalvia.

Não houve registro desta espécie nas campanhas de dezembro/2008, fevereiro/2009, abril/2009, junho/2009, agosto/2009 e outubro/2009, nos reservatórios de PA I, II, III e PA IV.

Parauchenipterus galeatus

Foram analisados 46 indivíduos de *Parauchenipterus galeatus*, conhecido vulgarmente como cangati, referentes às campanhas do complexo moxotó.

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

Moxotó

Foram analisados 24 indivíduos de *Parauchenipterus galeatus*, referentes às campanhas de abril/2009 (n=6), junho/2009 (n=7), agosto/2009 (n=7) e outubro/2009 (n=4).

De todos os indivíduos analisados, 33% apresentaram estômagos vazios, 13% parcialmente vazios, 8% parcialmente cheios e 46% apresentaram estômagos completamente cheios (Figura 2.3.A.3-10).

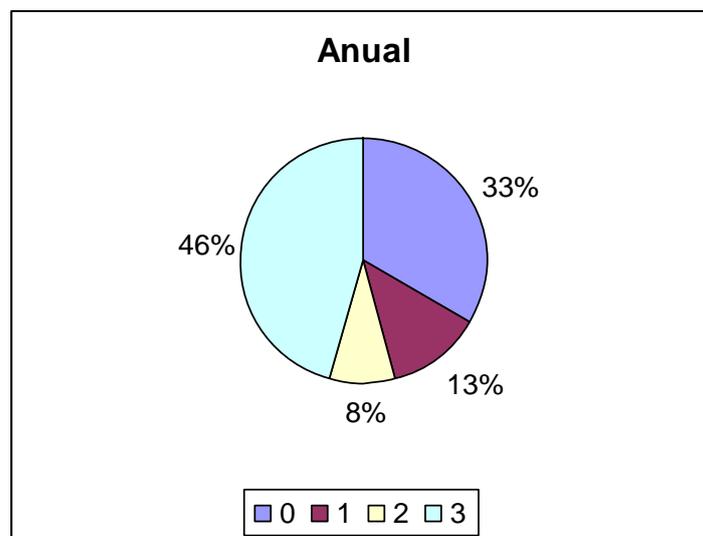


Figura 2.3.A.3-10 – Graus de repleção de *P. galeatus* referentes a todo período estudado.

A média do Índice de repleção gástrica foi de 1,037 e a do Quociente Intestinal foi de 1,559, estes valores assemelham-se aos encontrados para a espécie no Complexo Moxotó por FADURPE (2009).

Foram registrados 12 itens alimentares para a dieta de *P. galeatus*: Bivalvia, Gastropoda, Camarão, Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera Odonata, Insecta, Peixe, Tecido animal, Macrófita e Sedimento (Tabela 2.3.A.3-13).

Na análise dos espécimes referentes ao rio Moxotó, foi observado o item Peixe como principal componente da dieta de *P. galeatus* com $IA_i = 0,532$, seguido do item Camarão com $IA_i = 0,143$. No entanto para o reservatório de Moxotó o item de maior importância foi Insecta ($IA_i=0,485$), seguido dos itens Bivalvia ($IA_i=0,233$) e Camarão ($IA_i=0,192$) (Tabela 2.3.A.3-13).

Observa-se que a espécie ingeriu uma grande diversidade de itens, incluindo item vegetal, demonstrando tendência a carnivorina, em função do predomínio de itens de origem animal, embora Macrófita e Sedimento tenham sido encontrados na dieta do cangati, possivelmente estes itens devem ter sido ingeridos acidentalmente em conjunto com outros itens.

Hahn et al. (1998), estudando a espécie no reservatório de Itaipu – PR verificaram hábito onívoro, devido à proporção equivalente de itens de origem animal e vegetal.

Tabela 2.3.A.3-13 - Itens alimentares, frequência de ocorrência (FO) e índices de importância alimentar (IAi) de *P. galeatus*, referente a todo período de estudo no rio e reservatório.

Itens alimentares	Rio		Reservatório	
	FO%	IAi	FO%	IAi
Bivalvia			40,00	0,233
Gastropoda			30,00	0,008
Camarão	33,33	0,143	30,00	0,192
Ephemeroptera	16,67	0,004		
Hemiptera			10,00	0,002
Hymenoptera	16,67	0,020	10,00	0,005
Odonata	16,67	0,043	10,00	0,003
Insecta	33,33	0,057	70,00	0,485
Peixe	33,33	0,532	10,00	0,015
Tecido animal	16,67	0,052	20,00	0,055
Macrófita	16,67	0,002	30,00	0,003
Sedimento	33,33	0,147		

PA I, II, III

Foram analisados 18 indivíduos de *Parauchenipterus galeatus*, referentes às campanhas de fevereiro/2009 (n=1), abril/2009 (n=11), junho/2009 (n=5) e outubro/2009 (n=1).

De todos os indivíduos analisados, a maioria com 60% apresentou estômagos vazios, 17% estavam parcialmente vazios e parcialmente cheios e apenas 6% apresentaram estômagos completamente cheios (Figura 2.3.A.3-11).

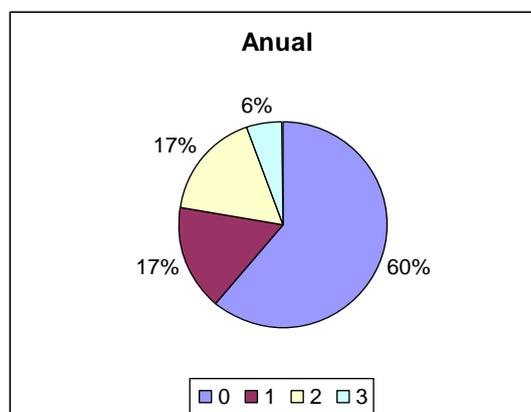


Figura 2.3.A.3-11 – Grau de repleção de *P. galeatus* referente a todo período estudado no reservatório de PA I, II, III.

Foram registrados 3 itens alimentares para a dieta de *P. galeatus*: Bivalvia, Gastropoda e Camarão, dentre os quais, o item Camarão foi o mais importante para a espécie com IAI de 0,589 (Tabela 2.3.A.3-14).

Tabela 2.3.A.3-14 - Itens alimentares, frequência de ocorrência (FO) e índices de importância alimentar (IAi) de *P. galeatus*, referente a todo período de estudo no reservatório de PA I, II, III.

Itens alimentares	Anual	
	FO (%)	IAi
Bivalvia	57,14	0,374
Gastropoda	14,29	0,038
Camarão	57,14	0,589

PA IV

Foram analisados 4 indivíduos de *Parauchenipterus galeatus*, referentes às campanhas de fevereiro/2009 (n=1), abril/2009 (n=2) e agosto/2009 (n=1).

De todos os indivíduos analisados, apenas 2 continham alimento, apresentando grau de repleção 1 (parcialmente vazio), com a presença dos itens: Gastropoda, Camarão e Tecido animal, sendo o item camarão o mais importante na dieta.

Segundo os dados obtidos a espécie apresenta hábito carnívoro com aproveitamento dos recursos disponíveis no meio, podemos ainda considerar que a espécie apresenta tendência a onivoria com a ingestão de itens de origem vegetal.

Plagioscion squamosissimus

Foram analisados 744 indivíduos de *Plagioscion squamosissimus*, conhecido vulgarmente como pescada, referentes às campanhas do complexo.

Moxotó

Foram analisados 562 indivíduos de *Plagioscion squamosissimus*, dos quais 205 espécimes referem-se ao rio e 357 espécimes ao reservatório moxotó, referentes às

campanhas de dezembro/2008 (n=55), fevereiro/2009 (n=64), abril/2009 (n=183), junho/2009 (n=103), agosto/2009 (n=83) e outubro/2009 (n=74).

De todos os indivíduos analisados no rio, 46% apresentaram estômagos vazios, 26% parcialmente vazio, 8% parcialmente cheios e 20% apresentaram estômagos completamente cheios. Já no reservatório, 37% apresentaram estômagos vazios, 18% parcialmente vazio, 11% parcialmente cheios e 34% apresentaram estômagos completamente cheios (Figura 2.3.A.3-12).

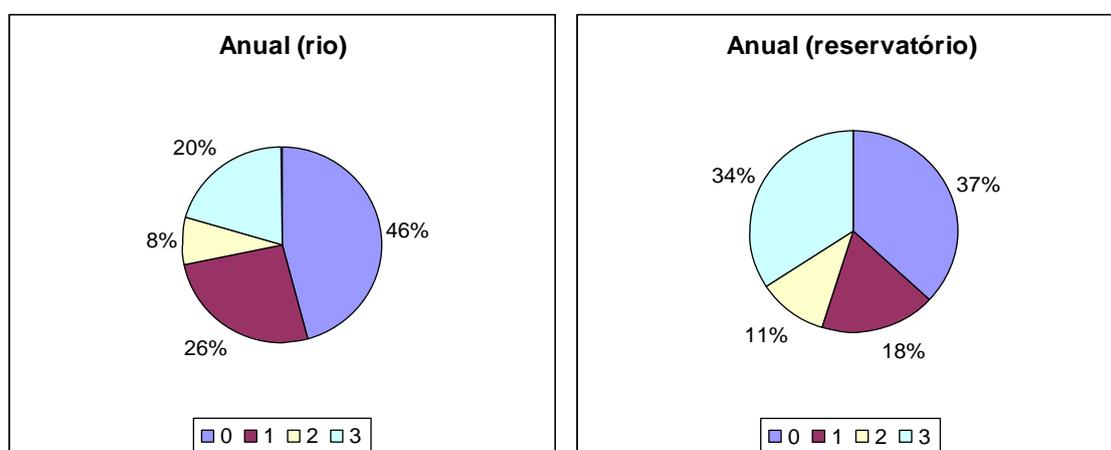


Figura 2.3.A.3-12 – Graus de repleção de *P. squamosissimus* referentes a todo período de estudo no rio e reservatório.

Tanto para o rio quanto para o reservatório houve uma alta incidência de estômagos vazios, refletindo uma característica de espécies carnívoras (Gerking, 1994). A maior quantidade de estômagos com alimento, principalmente nos graus de repleção 2 e 3, reflete numa maior diversidade de itens no reservatório, em relação ao rio Moxotó (Tabela 2.3.A.3-15).

Foram registrados 25 itens alimentares para a dieta de *P. squamosissimus*: Isopoda, Gastropoda, Bivalvia, Camarão, Ostracoda, Insecta, Odonata, Anisoptera, Zygoptera, Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes, *Roeboides xenodon*, *Anchoviella vaillanti*, *Synbranchus marmoratus*, *Plagioscion squamosissimus*, *Tetragonopterus chalceus*, Peixe, Tecido animal, Tecido vegetal, Macrófita e Alga filamentosa, dentre as quais, o item camarão foi o de maior

importância alimentar tanto para o rio Moxotó (IAi=0,514), quanto para o reservatório (IAi=0,945) (Tabela 2.3.A.3-15).

O item camarão foi o principal componente da dieta da *P. squamosissimus* em todos os meses de campanha, apresentando contribuição do item Peixe, principalmente nos meses de abril, junho, agosto e outubro/2009 (Tabela 2.3.A.3-16).

Houve a ocorrência de canibalismo no mês de agosto/2009, com Importância alimentar de 0,229, (Tabela 2.3.A.3-16). Esta ocorrência corrobora com os dados obtidos por Santos (2008) para a espécie no reservatório de Sobradinho – BA.

Tabela 2.3.A.3-15 - Itens alimentares, frequência de ocorrência (FO) e índices de importância alimentar (IAi) de *P. squamosissimus*, referente a todo período de estudo no rio e reservatório.

Itens alimentares	Rio		Reservatório	
	FO%	IAi	FO%	IAi
Isopoda	1,80	<0,001	2,67	<0,001
Gastropoda			0,44	<0,001
Bivalvia	0,90	<0,001	0,44	<0,001
Camarão	34,23	0,514	68,44	0,945
Ostracoda			0,44	<0,001
Insecta	14,41	0,003	4,89	<0,001
Odonata	5,41	0,001	5,78	0,001
Anisoptera	6,31	0,002	8,00	0,003
Zygoptera			1,33	<0,001
Coleoptera			0,44	<0,001
Diptera	0,90	<0,001		
Ephemeroptera	1,80	<0,001		
Characiformes	0,90	<0,001	0,44	<0,001
Siluriformes	0,90	<0,001		
Gymnotiformes			0,44	<0,001
<i>Roeboides xenodon</i>	0,90	<0,001		
<i>Anchoviella vaillanti</i>	2,70	0,002		
<i>Synbranchus marmoratus</i>			4,00	0,002
<i>Plagioscion squamosissimus</i>			1,33	0,006
<i>Tetragonopterus chalceus</i>			0,44	<0,001
Peixe	52,25	0,478	19,56	0,043
Tecido animal	1,80	<0,001	4,00	<0,001
Tecido vegetal	0,90	<0,001		
Macrófita			2,67	<0,001
Alga filamentosa			0,89	<0,001

Tabela 2.3.A.3-16 - Itens alimentares, freqüência de ocorrência (FO) e índices de importância alimentar (IAi) de *P. squamosissimus*, referente a cada mês de coleta no rio e reservatório.

Itens alimentares	dez/08		fev/09		abr/09		jun/09		ago/09		out/09	
	FO%	IAi										
Isopoda	2,33	<0,001	3,85	<0,001	1,16	<0,001	4,35	<0,001	2,17	<0,001		
Gastropoda	2,33	<0,001			1,16	<0,001						
Bivalvia					1,16	<0,001					1,92	0,002
Camarão	62,79	0,972	78,85	0,988	56,98	0,882	53,62	0,756	39,13	0,510	57,69	0,652
Ostracoda									2,17	<0,001		
Insecta	6,98	0,001	3,85	<0,001	10,47	<0,001	8,70	<0,001	4,35	0,002	9,62	0,002
Odonata	6,98	0,002	3,85	0,001	4,65	<0,001	7,25	0,002	2,17	0,001	11,54	0,008
Anisoptera	9,30	0,006	9,62	0,002	10,47	0,002	2,90	0,001	2,17	0,001	11,54	0,012
Zygoptera									6,52	0,001		
Coleoptera											1,92	<0,001
Diptera					1,16	<0,001						
Ephemeroptera					2,33	<0,001						
Characiformes					1,16	<0,001			2,17	0,001		
Siluriformes					1,16	<0,001						
Gymnotiformes			1,92	0,003								
<i>Roeboides xenodon</i>					1,16	<0,001						
<i>Anchoviella vaillanti</i>							2,90	0,002	2,17	0,002		
<i>Synbranchus marmoratus</i>	6,98	0,005	7,69	0,005			1,45	<0,001				
<i>Plagioscion squamosissimus</i>									6,52	0,229		
<i>Serrasalmus brandtii</i>									2,17	0,001		
<i>Tetragonopterus chalceus</i>									2,17	0,010		
Peixe	18,60	0,014	11,54	0,001	36,05	0,114	46,38	0,239	32,61	0,243	28,85	0,325
Tecido animal	6,98	<0,001	7,69	<0,001	4,65	<0,001						
Tecido vegetal			5,77	<0,001	1,16	<0,001						
Macrófita			1,92	<0,001			4,35	<0,001				
Alga filamentosa					1,16	<0,001						

PA I, II, III

Foram analisados 137 indivíduos de *Plagioscion squamosissimus*, referentes às campanhas de dezembro/2008 (n=14), fevereiro/2009 (n=4), abril/2009 (n=99), junho/2009 (n=14), agosto/2009 (n=2) e outubro/2009 (n=4).

De todos os indivíduos analisados, 42% apresentaram estômagos vazios, 15% parcialmente vazio, 9% parcialmente cheios e 34% apresentaram estômagos completamente cheios (Figura 2.3.A.3-13).

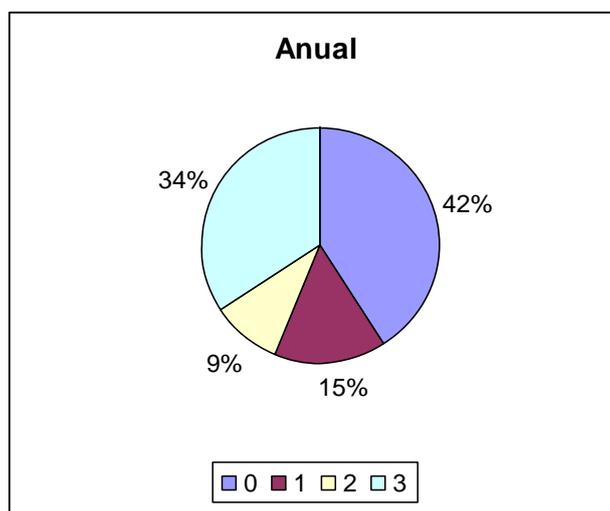


Figura 2.3.A.3-13 – Graus de repleção de *P. squamosissimus* referentes a todo período de estudo no reservatório de PA I, II e III.

Foram registrados 9 itens alimentares para a dieta de *P. squamosissimus*: Isopoda, Gastropoda, Camarão, Odonata, Anisoptera, Insecta, *Eigenmannia virescens*, Peixe e Macrófita.

Em relação a todos os itens, Camarão foi o que apresentou maior abundância, com ocorrência em todos os meses de estudo, principalmente na campanha de fevereiro e outubro/2009, onde o item Camarão foi exclusivo para a espécie (Tabela 2.3.A.3-17). Dado semelhante ao encontrado por FADURPE (2009), para a espécie no Complexo Moxotó.

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

Tabela 2.3.A.3-17 - Itens alimentares, frequência de ocorrência (FO) e índices de importância alimentar (IAi) de *P. squamosissimus*, referente a cada mês de coleta no reservatório de PA I, II e III.

Itens alimentares	dez/08		fev/09		abr/09		jun/09		out/09	
	FO %	IAi	FO %	IAi	FO %	IAi	FO %	IAi	FO %	IAi
Isopoda					1,78	<0,001				
Gastropoda	11,11	<0,001								
Camarão	77,78	0,959	100,00	1,000	83,92	0,925	40,00	0,838	100,00	1,000
Odonata	22,22	0,004			5,35	<0,001				
Anisoptera	22,22	0,015			8,92	0,001				
Insecta					7,14	<0,001				
<i>E. virescens</i>					1,78	0,002				
Peixe	33,33	0,022			33,92	0,073	50,00	0,162		
Macrófita							10,00	0,001		

PA IV

Foram analisados 45 indivíduos de *Plagioscion squamosissimus*, referentes às campanhas de abril/2009 (n=12), junho/2009 (n=16), agosto/2009 (n=9) e outubro/2009 (n=8).

De todos os indivíduos analisados, 31% apresentaram estômagos vazios, 9% parcialmente vazio, 9% parcialmente cheios e 51% apresentaram estômagos completamente cheios (Figura 2.3.A.3-14).

Foram registrados 6 itens alimentares para a dieta de *P. squamosissimus*: Camarão, Insecta, Odonata, *Eigenmannia virescens*, Peixe e Macrófita, dentre as quais, o item camarão foi o mais importante na dieta da pescada (IAi = 0,904) (Tabela 2.3.A.3-18).

Na análise dos espécimes por campanha o item Camarão foi o único presente em todos os meses de coletas e foi o mais importante na dieta de *P. squamosissimus*, com IAi médio de 0,867 (Tabela 2.3.A.3-19).

Analisando a dieta da *P. squamosissimus* em todos os ambientes apresentados do complexo moxotó, podemos considerar que esta foi baseada principalmente pelo item Camarão, onde em alguns espécimes analisados foi possível a identificação do item Camarão como sendo a espécie *Macrobrachium amazonicum*.

Desta forma podemos considerar que esta se trata de uma espécie com hábito alimentar carnívoro, apresentando grande plasticidade em sua dieta pela presença de um amplo espectro de itens alimentares.

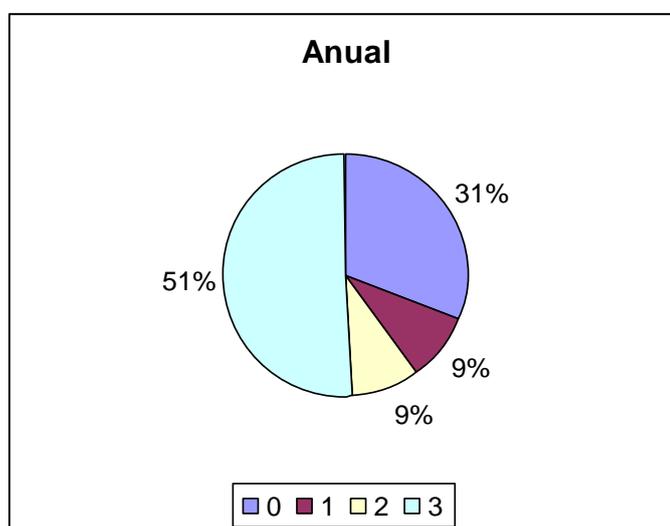


Figura 2.3.A.3-14 – Graus de repleção de *P. squamosissimus* referentes a todo período de estudo no reservatório de PA IV.

Tabela 2.3.A.3-18 - Itens alimentares, frequência de ocorrência (FO) e índices de importância alimentar (IAi) de *P. squamosissimus* referente a todo período estudado no reservatório de PA IV.

Itens alimentares	Anual	
	FO (%)	IAi
Camarão	93,55	0,904
Insecta	3,23	<0,001
Odonata	6,45	<0,001
<i>Eigenmannia virescens</i>	6,45	0,031
Peixe	29,03	0,065
Macrófita	3,23	<0,001

Tabela 2.3.A.3-19 - Itens alimentares, frequência de ocorrência (FO) e índices de importância alimentares (IAi) de *P. squamosissimus* referente a cada mês de coleta no reservatório de PA IV.

Itens alimentares	abr/09		jun/09		ago/09		out/09	
	FO (%)	IAi	FO (%)	IAi	FO (%)	IAi	FO (%)	IAi
Camarão	90,91	0,691	91,67	0,899	125,00	0,888	37,50	0,990
Insecta	9,09	0,001						
Odonata	9,09	0,001					12,50	0,010
<i>Eigenmannia virescens</i>			8,33	0,062	25,00	0,112		
Peixe	63,64	0,307	16,67	0,039				
Macrófita					25,00	<0,001		

Pimelodus maculatus

Moxotó

Foram analisados 11 indivíduos de *Pimelodus maculatus*, conhecido vulgarmente como mandi, referentes às campanhas de dezembro/2008 (n=1), abril/2009 (n=2), agosto/2009 (n=3) e outubro/2009 (n=5), destes, 3 estômagos apresentaram estômagos vazios e 8 estômagos completamente cheios.

Os exemplares apresentaram Índice de Repleção médio (IR) de 0,42 e Quociente Intestinal médio (QI) de 0,86.

Foram registrados os itens: Bivalvia, Gastropoda, Insecta, Odonata, Anisoptera e Ephemeroptera, sendo todos encontrados no trecho de rio.

A espécie foi considerada onívora, com a mesma preferência alimentar observada por Bennemann (2000) no rio Tibagi/SP e por Abujanra et al. (1999) em *P. ortmanni*, no Reservatório de Segredo/PR.

PA I, II, III

Foi analisado 1 indivíduo, referente à campanha de dezembro/2008. Este indivíduo apresentou estômago parcialmente vazio, Índice de Repleção de 0,7 e Quociente Intestinal de 0,66.

Foi registrado apenas o item Insecta em seu estômago.

PA IV

Foi analisado 1 indivíduo, referente à campanha de dezembro/2008. Este indivíduo apresentou estômago vazio, Índice de Repleção de 0, uma vez que não houve atividade alimentar e Quociente Intestinal de 0,82.

Prochilodus costatus

Moxotó

Foram analisados 11 indivíduos de *Prochilodus costatus*, conhecido vulgarmente como curimatã. Referentes à campanha de dezembro/2008 (n=5), fevereiro/2009(n=1), abril/2009(n=2), junho/2009(n=2), agosto/2009(n=1). Em virtude do baixo número de indivíduos analisados por mês, os dados serão tratados de forma geral.

Dos exemplares de *Prochilodus costatus*, provenientes das campanhas de dezembro/2008, fevereiro/2009, abril/2009, junho/2009 e agosto/2009. não foram analisados por se encontrarem em avançado estado de deterioração, não sendo possível avaliar o teor de matéria orgânica dos mesmos.

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.

Em relação ao quociente intestinal médio, o curimatã apresentou índice de 3,92. O quociente intestinal também caracteriza o hábito da espécie, espécies que apresentam intestino comprido possuem maior valor de quociente intestinal. Na espécie em estudo observa-se um quociente elevado, mais alto do que as espécies onívoras como *F. marmoratus*, porém mais baixo do que *C. lepidura*, espécie iliófaga.

PA I, II, III

Não houve registro desta espécie nas campanhas de dezembro/2008, fevereiro/2009, abril/2009, junho/2009, agosto/2009 e outubro/2009.

PA IV

Foram analisados 4 indivíduos de *Prochilodus costatus*, conhecido vulgarmente como curimatã. Referentes às campanhas de abril/2009 (n=2) junho/2009 (n=2). Em virtude do baixo número de indivíduos analisados por mês, os dados serão tratados de forma geral.

Dos exemplares de *Prochilodus costatus*, provenientes das campanhas de abril/2009 e junho/2009, não foram analisados por se encontrarem em avançado estado de deterioração, não sendo possível avaliar o teor de matéria orgânica dos mesmos.

e 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.

Em relação ao quociente intestinal médio, o curimatã apresentou índice de 1,793. O quociente intestinal também caracteriza o hábito da espécie, espécies que apresentam intestino comprido possuem maior valor de quociente intestinal. Na espécie em estudo observa-se um quociente elevado, mais alto do que as espécies onívoras como *F. marmoratus*, porém mais baixo do que *C. lepidura*, espécie iliófaga.

Pygocentrus piraya

Foi analisado 1 exemplar de *Pygocentrus piraya*, conhecido vulgarmente como piranha, referente à campanha de outubro/2009 no rio Moxotó.

O indivíduo analisado apresentou o estômago completamente cheio, apresentando em sua dieta apenas o item Peixe. Este dado corrobora com Peret (2004), que verificou o item Peixe com maior importância alimentar, na represa de Três Marias – MG.

Serrasalmus brandtii

Foram analisados 101 indivíduos de *Serrasalmus brandtii*, conhecido vulgarmente como pirambeba, sendo referentes às campanhas do complexo.

Moxotó

Foram analisados 28 indivíduos de *Serrasalmus brandtii*, referentes à campanha de dezembro/2008 (n=2), fevereiro/2009 (n=1), junho/2009 (n=11), agosto/2009 (n=11) e outubro/2009 (n=3).

De todos os indivíduos analisados, 36% apresentaram estômagos vazios, 11% parcialmente vazios, 14% parcialmente cheios e 39% apresentaram estômagos completamente cheios (Figura 2.3.A.3-15).

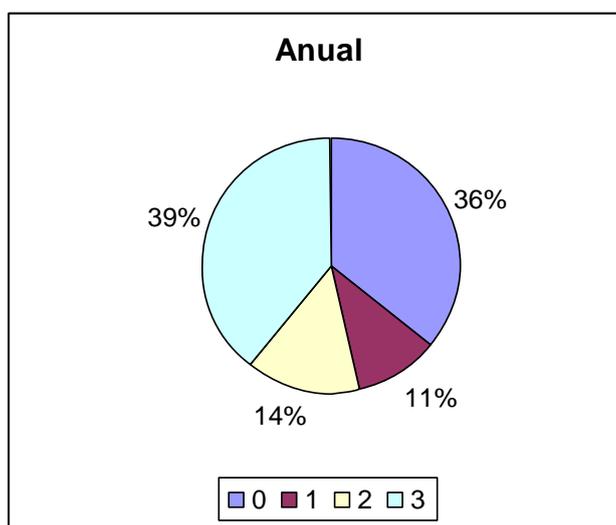


Figura 2.3.A.3-15 – Graus de repleção de *S. brandtii* referentes a todo período estudado.

A média do Índice de repleção gástrica foi de 1,531 e a do Quociente Intestinal foi de 1,030.

Foram registrados 9 itens alimentares para a dieta de *S. brandtii*: Bivalvia, Gastropoda, Camarão, Insecta, Odonata, Ephemeroptera, Hemiptera, Peixe e *Anchoviella vaillanti*, dentre os quais, o item Peixe apresentou maior importância alimentar média de 0,527, seguido do item Insecta, que ocorreu em todos os meses de análise, sendo no mês de outubro/2009 o item mais importante com IAI de 0,560, seguido do item Gastropoda (IAi = 0,238) (Tabela 2.3.A.3-20).

Alvim (1999), estudando a composição alimentar da ictiofauna em um trecho do alto rio São Francisco, classifica a *S. brandtii* como piscívora, e cita presença de outros

itens pertencentes às categorias de vegetais, invertebrados aquáticos e terrestres, porém com importância alimentar inferior a 5%.

Tabela 2.3.A.3-20 - Itens alimentares, frequência de ocorrência (FO) e índices de importância alimentar (IAi) de *S. brandtii* referente a cada mês de coleta no rio e reservatório.

Itens alimentares	dez/08		fev/09		jun/09		ago/09		out/09	
	FO%	IAi								
Bivalvia							42,86	0,195		
Gastropoda									50,00	0,238
Camarão	50,00	0,102			16,67	0,289	42,86	0,194		
Insecta	50,00	0,204	100,00	0,267	50,00	0,181	14,29	0,049	50,00	0,560
Odonata	50,00	0,115					14,29	0,130		
Ephemeroptera									50,00	0,202
Hemiptera							14,29	0,017		
Peixe	50,00	0,579	100,00	0,733	50,00	0,382	14,29	0,414		
<i>Anchoviella vaillanti</i>					16,67	0,147				

PA I, II, III

Foram analisados 29 indivíduos de *Serrasalmus brandtii*, referentes às campanhas de dezembro/2008 (n=5), fevereiro/2009 (n=7), abril/2009 (n=4), junho/2009 (n=8) e outubro/2009 (n=5).

De todos os indivíduos analisados, 31% apresentaram estômagos vazios, 17% parcialmente vazios, 28% parcialmente cheios e 24% apresentaram estômagos completamente cheios (Figura 2.3.A.3-16).

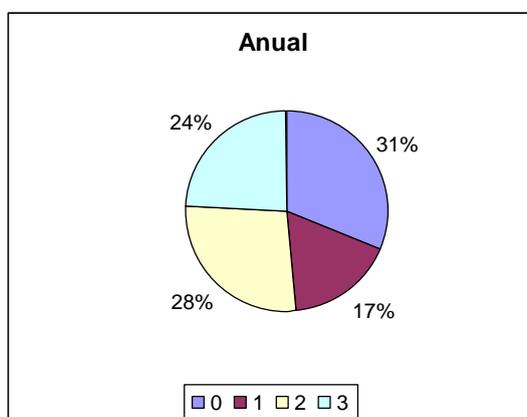


Figura 2.3.A.3-16 – Grau de repleção de *S. brandtii* referente a todo período de estudo no reservatório de PA I, II, III.

A média do Índice de repleção gástrica foi de 1,472 e a do Quociente Intestinal foi de 1,165.

Foram registrados 11 itens alimentares para a dieta de *S. brandtii*: Bivalvia, Gastropoda, Camarão, Insecta, Hemiptera, Odonata, Orthoptera, Peixe, Tecido animal, Macrófita e Alga filamentosa, dentre as quais, Bivalvia foi presente em todos os meses de análise e mais importante em dezembro/2008 com IAi = 0,334 seguido do item Peixe com IAi = 0,332 (dez./08), IAi = 0,506 (fev./09) e IAi = 0,881 (abril/09). Nos meses de junho e outubro/2009 em que não houve ingestão do item peixe e uma menor freqüência do item Bivalvia, o item Insecta foi o de maior importância alimentar com IAi = 0,586 e 0,753, respectivamente (Tabela 2.3.A.3-21).

Silva et al., (2009), também considerou os itens Peixe (partes) e Bivalvia como os principais na dieta de *S. brandtii* na região do baixo rio São Francisco, além da ocorrência de crustáceos e diversas ordens de insetos.

Tabela 2.3.A.3-21 - Itens alimentares, freqüência de ocorrência (FO) e índices de importância alimentar (IAi) de *S. brandtii* referente a cada mês de coleta no reservatório de PA I, II e III.

Itens alimentares	dez/08		fev/09		abr/09		jun/09		out/09	
	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi
Bivalvia	50,00	0,334	60,00	0,273	33,33	0,020	50,00	0,082	25,00	0,035
Gastropoda			40,00	0,196						
Camarão	50,00	0,079					25,00	0,005		
Insecta	25,00	0,015	20,00	0,006			75,00	0,586	100,00	0,753
Hemiptera									25,00	0,001
Odonata	50,00	0,240			33,33	0,062				
Orthoptera									25,00	0,162
Peixe	50,00	0,332	80,00	0,506	66,67	0,881				
Tecido animal			20,00	0,019						
Macrófita					33,33	0,037	25,00	<0,001	25,00	0,050
Alga filamentosa							50,00	0,326		

PA IV

Foram analisados 44 indivíduos de *Serrasalmus brandtii*, referentes às campanhas de dezembro/2008 (n=3), fevereiro/2009 (n=1), junho/2009 (n=14), agosto/2009 (n=8) e outubro/2009 (n=18).

De todos os indivíduos analisados, 30% apresentaram estômagos vazios, 33% parcialmente vazios, 7% parcialmente cheios e 30% apresentaram estômagos completamente cheios (Figura 2.3.A.3-17).

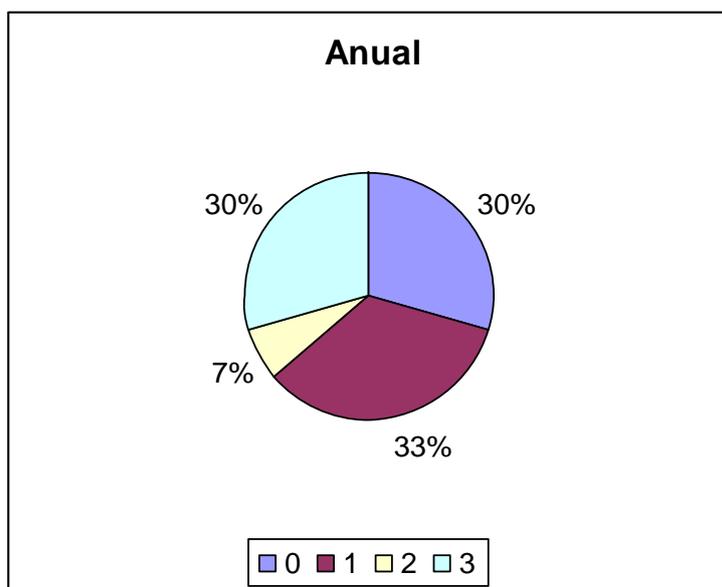


Figura 2.3.A.3-17 – Grau de repleção de *S. brandtii* referente a todo período de estudo no reservatório de PA IV.

A média do Índice de repleção gástrica foi de 0,688 e a do Quociente Intestinal foi de 0,934.

Foram registradas 11 categorias alimentares para a dieta de *S. brandtii*: Bivalvia, Gastropoda, Camarão, Insecta, Hemiptera, Odonata, Coleoptera, Araneae, Peixe, Tecido vegetal e Macrófita, dentre as quais, Bivalvia foi o único que ocorreu em todas as campanhas, sendo o mais importante nos meses de dezembro/2008 (IAi=0,500) e fevereiro/2009 (IAi=0,636).

O item camarão também apresentou grande importância alimentar nos meses de junho e outubro/2009 com IAi de 0,697 e 0,498, respectivamente. Houve ainda ingestão de insetos, apresentando o item insecta maior IAi = 0,736 na campanha referente a agosto/2009, período onde a elevada cota do reservatório contribui para inundação da margem do rio, ocorrendo maior presença destes invertebrados (Tabela 2.3.A.3-22).

Tabela 2.3.A.3-22 - Itens alimentares, frequência de ocorrência (FO) e índices de importância alimentar (IAi) de *S. brandtii*, referente a cada mês de coleta no reservatório de PA IV.

Itens alimentares	dez/08		fev/09		jun/09		ago/09		out/09	
	FO%	IAi								
Bivalvia	50,00	0,500	100,00	0,636	40,00	0,239	40,00	0,013	53,85	0,385
Gastropoda									7,69	0,003
Camarão					30,00	0,697	40,00	0,251	23,08	0,498
Insecta					20,00	0,034	20,00	0,736	15,38	0,013
Hemiptera					10,00	0,002				
Odonata			100,00	0,364					15,38	0,028
Coleptera					10,00	0,016				
Araneae									7,69	0,003
Peixe					10,00	0,003			7,69	0,070
Tecido vegetal	50,00	0,500								
Macrófita					20,00	0,008				

No presente estudo, *S. brandtii* caracteriza-se por possuir um amplo espectro alimentar, tratando-se de um hábito alimentar carnívoro, com forte tendência a ingestão de bivalves, e evidenciando o consumo de partes de peixe, corroborando em parte com a descrição feita por Gomes e Verani (2003).

Embora as espécies carnívoras tenham como característica a alta incidência de estômagos vazios, para a análise do complexo, não houve a predominância de estômagos vazios.

Triportheus guentheri

Foram analisados 107 indivíduos de *Triportheus guentheri*, conhecido vulgarmente como sardinha, referentes às campanhas do complexo.

Moxotó

Foram analisados 91 indivíduos de *Triportheus guentheri*, referentes às campanhas de dezembro/2008 (n=5), fevereiro/2009 (n=32), abril/2009 (n=10), junho/2009 (n=9), agosto/2009 (n=8) e outubro/2009 (n=27).

De todos os indivíduos analisados, 25% apresentaram estômagos vazios, 20% parcialmente vazios, 8% parcialmente cheios e 47% apresentaram estômagos completamente cheios (Figura 2.3.A.3-18).

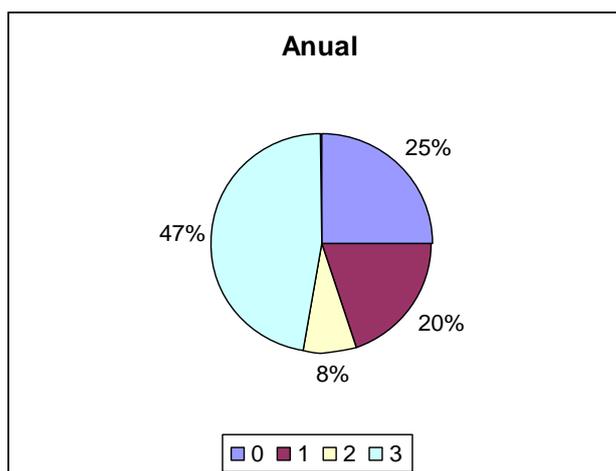


Figura 2.3.A.3-18 – Grau de repleção de *T. guentheri* referente a todo período de estudo no rio e reservatório.

A média do Índice de repleção gástrica foi de 1,283 e a do Quociente Intestinal foi de 0,924.

Foram registrados 14 itens alimentares para a dieta de *T. guentheri*: Gastropoda, Coleoptera, Ephemeroptera, Ephemeroptera (ovos), *Campsurus* sp., Hemiptera, Hymenoptera, Odonata, Zygoptera, Orthoptera, Insecta, Peixe, Alga filamentosa e Tecido vegetal (Tabela 2.3.A.3-23).

A diversidade de itens foi mais presente no rio Moxotó, sendo o item Insecta de maior importância alimentar tanto no rio ($IA_i=0,762$) quanto no reservatório ($IA_i=0,561$). Várias ordem de insetos foram ingeridas por *T. guentheri*, havendo destaque para o item Ephemeroptera ($IA_i=0,074$) no rio Moxotó e Hymenoptera ($IA_i=0,378$) no reservatório (Tabela 2.3.A.3-23).

Tabela 2.3.A.3-23 - Itens alimentares, frequência de ocorrência (FO) e índices de importância alimentares (IAi) de *T. guentheri*, referente a todo período de estudo no rio e reservatório.

Itens alimentares	Rio		Reservatório	
	FO%	IAi	FO%	IAi
Gastropoda	7,32	0,009		
Coleoptera	17,07	0,031		
Ephemeroptera	19,51	0,074		
Ephemeroptera (ovos)	14,63	0,021	3,57	0,001
<i>Campsurus</i> sp.	14,63	0,041		
Hemiptera	14,63	0,018	32,14	0,058
Hymenoptera	4,88	0,001	32,14	0,378
Odonata	17,07	0,025	7,14	0,001
Zygoptera	2,44	<0,001	3,57	<0,001
Orthoptera	2,44	0,001	3,57	0,002
Insecta	51,22	0,762	71,43	0,561
Peixe	7,32	0,014		
Alga filamentosa	4,88	0,003		
Tecido vegetal	2,44	<0,001		

Foi observado o hábito insetívoro para *T. guentheri*, com exceção em destaque do item Gastropoda no mês de junho/2009, que obteve IAi de 0,059. Além do item Peixe nos meses de dezembro/2008 (IAi=0,046) e abril/2009 (IAi=0,049) (Tabela 2.3.A.3-24).

Nas campanhas de dezembro/2008 e fevereiro/2009, o item Ephemeroptera, considerando a ocorrência de ovos e do gênero *Campsurus* sp. foi a ordem de maior importância alimentar totalizando IAi de 0,696 e 0,972, nos meses citados. Devido ao grau de digestão dos insetos não foi possível uma verificação maior de ordens, sendo o item Insecta o mais importante nos meses de abril/2009 (IAi=0,636), junho/2009 (IAi=0,877), agosto/2009 (IAi=0,713) e outubro/2009 (IAi=0,582) (Tabela 2.3.A.3-24).

Tabela 2.3.A.3-24 - Itens alimentares, frequência de ocorrência (FO) e índices de importância alimentar (IAi) de *T. guentheri*, referente a cada mês de coleta no rio e reservatório.

Itens alimentares	dez/08		fev/09		abr/09		jun/09		ago/09		out/09	
	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi	FO%	IAi
Gastropoda							33,33	0,059				
Coleoptera	40,00	0,005	6,67	0,003	33,33	0,118	22,22	0,023				
Ephemeroptera	60,00	0,682	20,00	0,082	33,33	0,052					4,17	0,001
Ephemeroptera (ovos)	20,00	0,014	33,33	0,240								
<i>Campsurus</i> sp.			40,00	0,653								
Hemiptera					22,22	0,015	33,33	0,041	66,67	0,267	25,00	0,022
Hymenoptera					22,22	0,021					37,50	0,392
Odonata	60,00	0,141			33,33	0,098			50,00	0,020	8,33	0,001
Zygoptera												
Orthoptera					11,11	0,011					4,17	0,002
Insecta	40,00	0,099	26,67	0,061	55,56	0,636	77,78	0,877	66,67	0,713	79,17	0,582
Peixe	20,00	0,046	6,67	<0,001	11,11	0,049						
Alga filamentosa	40,00	0,013										
Tecido vegetal			6,67	<0,001								

PA I, II, III

Foram analisados 6 indivíduos de *Triportheus guentheri*, referentes às campanhas de fevereiro/2009 (n=1) e abril/2009 (n=5).

De todos os indivíduos analisados, 2 apresentaram estômagos vazios, 2 parcialmente vazios e 2 indivíduos apresentaram estômagos parcialmente cheios.

Foram registradas 3 categorias alimentares para a dieta de *T. guentheri*: Odonata, Coleoptera, e Hemiptera, dentre as quais, o item Odonata foi o de maior importância em fevereiro/2009 (IAi = 0,805) e no mês de abril/2009 o indivíduo analisado apresentou apenas o item Coleoptera (Tabela 2.3.A.3-25).

Tabela 2.3.A.3-25 - Itens alimentares, frequência de ocorrência (FO) e índices de importância alimentar (IAi) de *T. guentheri*, referente a todo período de estudo no reservatório de PA I, II e III.

Itens alimentares	fev/09		abr/09	
	FO%	IAi	FO%	IAi
Odonata	66,67	0,805		
Coleoptera	33,33	0,104	100,00	1,000
Hemiptera	33,33	0,091		

PA IV

Foram analisados 10 indivíduos de *Triportheus guentheri*, referentes às campanhas de fevereiro/2009 (n=1) e abril/2009 (n=9).

De todos os indivíduos analisados, 5 apresentaram estômago vazio, 1 parcialmente vazio, 2 indivíduos apresentaram estômagos parcialmente cheios e 2 estômagos completamente cheios.

Os itens alimentares identificados são referentes à campanha de abril/2009, onde foram registrados 4 itens alimentares para a dieta de *T. guentheri*: Ephemeroptera, Hymenoptera, Insecta e Orthoptera, dentre os quais, o item Insecta apresentou maior frequência de ocorrência em 80% dos estômagos analisados e importância alimentar também superior de 0,826 (Tabela 2.3.A.3-26).

Desta forma, para Moxotó, a *T. guentheri* pode ser considerada insetívora, como descrita por vários autores para a espécie (Alvim, 1999; Gomes e Verani, 2003) e para outras do mesmo gênero (Gama e Caramaschi, 2001; Galina e Hahn, 2004; Hahn e Fugi, 2007).

Tabela 2.3.A.3-26 - Itens alimentares, frequência de ocorrência (FO), índices de importância alimentar (IAi) de *T. guentheri*, referente a todo período de estudo no reservatório de PA IV.

Itens alimentares	Anual	
	FO %	IAi
Ephemeroptera	20	0,003
Hymenoptera	20	0,01
Insecta	80	0,826
Orthoptera	20	0,161

2.3.A.4. Reprodução

Os dados presentes neste relatório dizem respeito às coletas realizadas entre dezembro/08 e outubro/09, nos reservatórios de Moxotó, PA I, II, III e 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. Para algumas espécies não foi possível fazer observações conclusiva, quanto a sua reprodução nos reservatórios supracitados, devido ao pequeno número ou sua distribuição ao longo do período.

Acestrorhynchus britskii

Reservatório de Moxotó

No trecho de rio, foram analisados 236 exemplares onde 160 eram fêmeas e 76 eram machos. A proporção sexual foi de 1M: 2,11F, com diferença significativa entre os sexos ($\chi^2=12,67$), para quase 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 junho/09 seguido do mês de fevereiro/09, enquanto o pico maturacional (fêmeas maduras III) foi observado em abril/09. A identificação de exemplares imaturos sugere que a região é utilizada para o desenvolvimento da prole. O IGS médio dos machos apresentou seu maior valor em abril/09, coincidindo com o mês de maior valor do IGS médio das fêmeas, devido à maior ocorrência de exemplares maduros (Tabela 2.3.A.4-2 e Figura 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* nos reservatórios de Moxotó, trecho de rio.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	42	23	64,62	35,38	8,54*
Fev/09	23	18	56,10	43,90	1,49
Abr/09	38	11	77,55	22,45	30,36*
Jun/09	38	14	73,08	26,92	21,30*
Ago/09	12	6	66,67	33,33	11,11*
Out/09	7	4	63,64	36,36	7,44*
TOTAL	160	76	67,80	32,20	12,67*

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

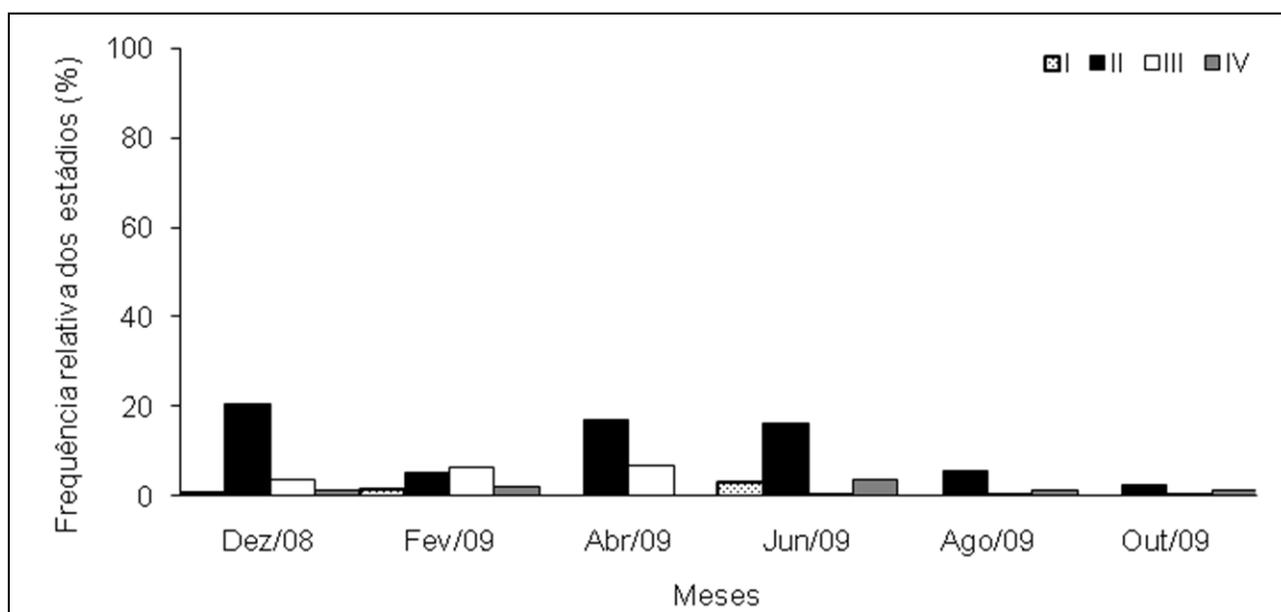


Figura 2.3.A.4-1 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *A. britskii* no período de dezembro/08 a outubro/09 no reservatório de Moxotó, trecho de rio. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

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

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	0,430	7,365	3,042	0,113	1,167	0,566
Fev/09	0,220	9,345	3,618	0,341	1,493	0,768
Abr/09	2,168	10,493	5,303	0,447	1,353	0,819
Jun/09	0,133	6,260	3,076	0,193	0,967	0,636
Ago/09	0,376	7,281	3,013	0,140	1,057	0,529
Out/09	2,211	6,961	4,079	0,140	0,525	0,298

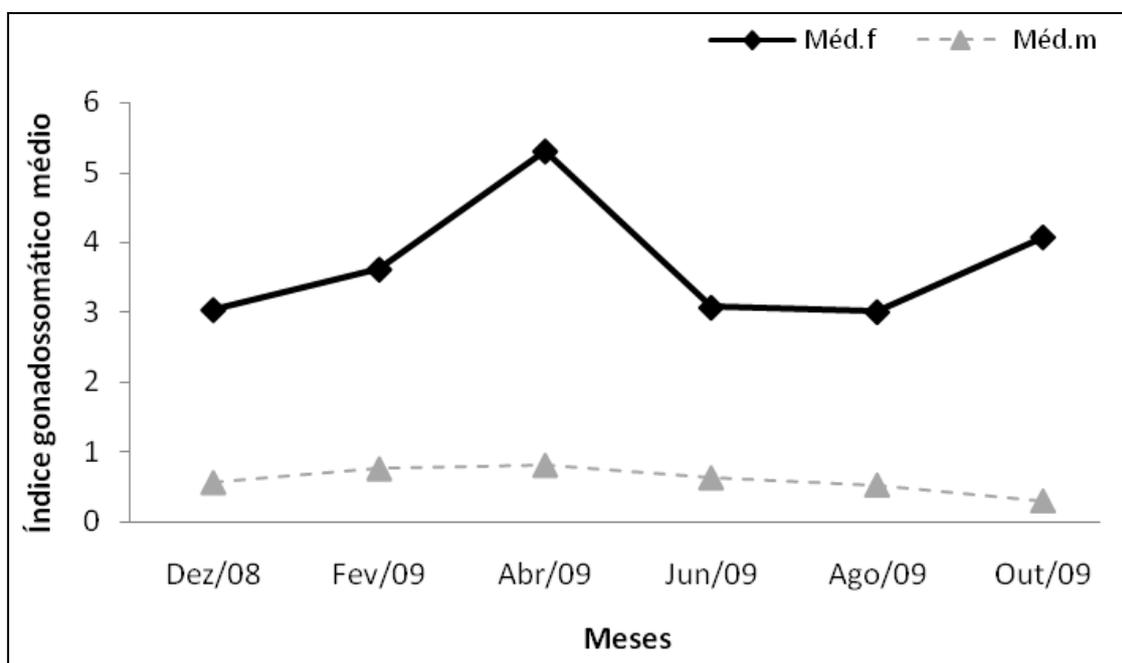


Figura 2.3.A.4-2 – Variação mensal do Índice gonadossomático médio de fêmeas e machos de *A. britskii*, no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

No trecho de reservatório, foram analisados 230 exemplares onde 149 eram fêmeas e 81 eram machos. A proporção sexual foi de 1M: 1,84F, com diferença significativa entre os sexos ($\chi^2=8,74$), exceto no mês de agosto/09 (Tabela 2.3.A.4-3).

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.4-3). Fêmeas parcialmente desovadas foram mais abundantes em junho/09 e agosto/09, enquanto o pico maturacional ocorreu em abril/09. A identificação de exemplares imaturos, mais abundantes em junho/09, sugere utilização da área para o desenvolvimento da prole desta espécie. O IGS médio dos machos apresentou seu maior valor em fevereiro/09 (Tabela 2.3.A.4-4 e Figura 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* no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	17	10	62,96	37,04	6,72*
Fev/09	7	3	70,00	30,00	16,00*
Abr/09	39	24	61,90	38,10	5,67*
Jun/09	38	16	70,37	29,63	16,60*
Ago/09	23	27	46,00	54,00	0,64
Out/09	25	1	96,15	3,85	85,21*
TOTAL	149	81	64,78	35,22	8,74*

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

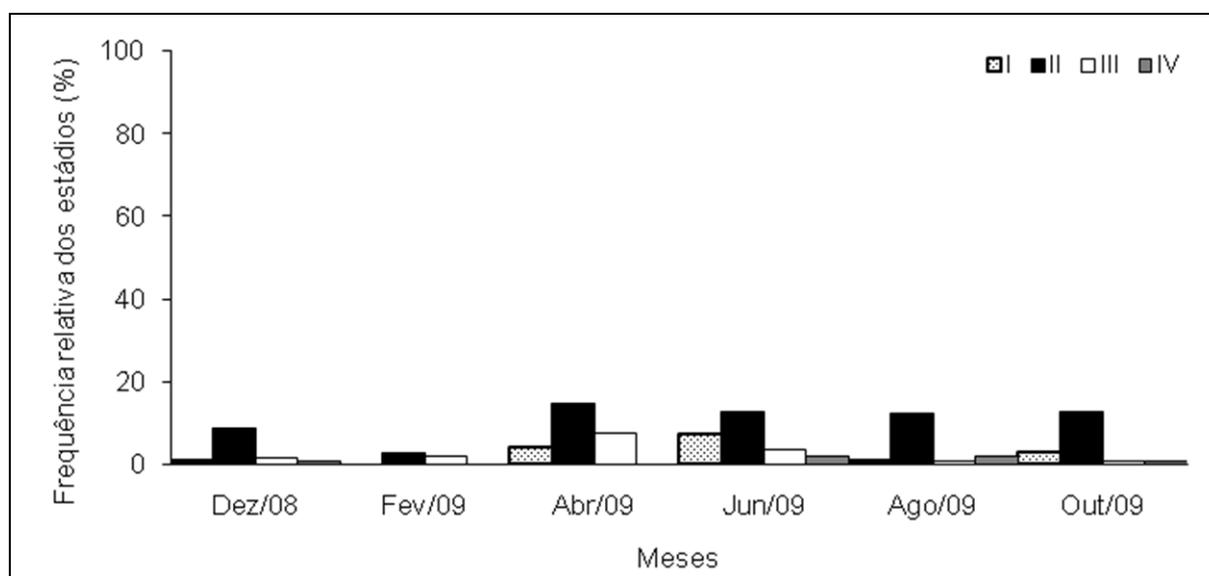


Figura 2.3.A.4-3 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *A. britskii* no período de dezembro/08 a outubro/09 no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

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

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	0,265	7,000	2,689	0,154	0,685	0,351
Fev/09	0,783	7,529	4,138	0,740	1,362	1,144
Abr/09	0,113	9,900	4,255	0,114	1,206	0,573
Jun/09	0,031	8,632	2,816	0,058	0,985	0,566
Ago/09	0,256	6,081	3,038	0,194	1,007	0,590
Out/09	0,182	6,311	2,019			0,507

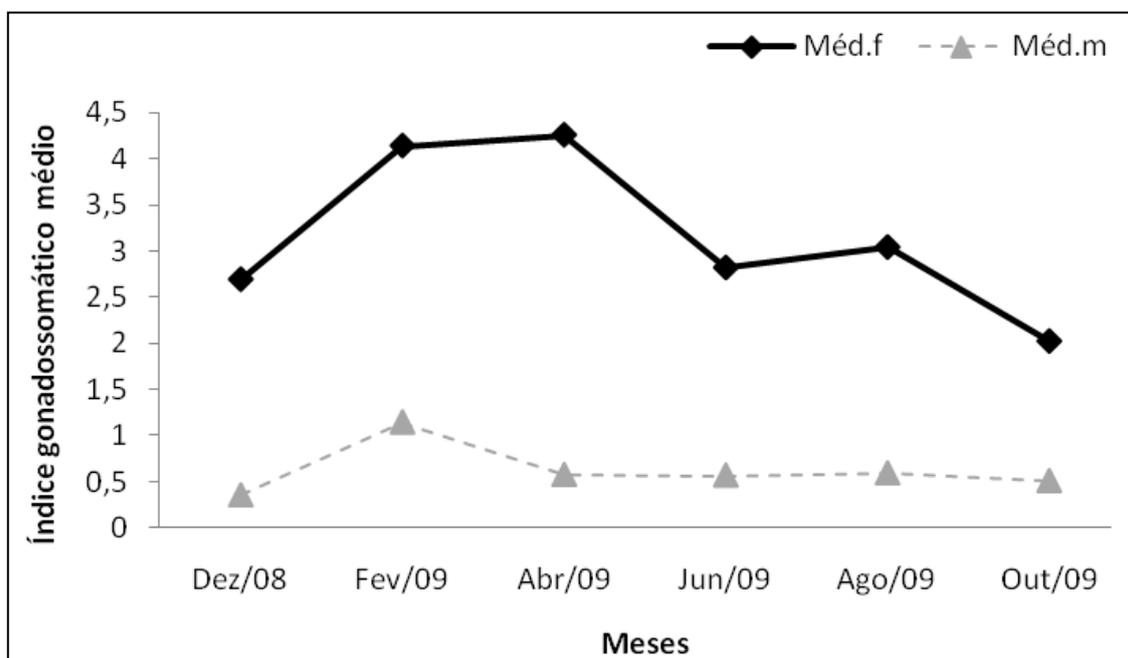


Figura 2.3.A.4-4 – Variação mensal do Índice gonadossomático médio de fêmeas e machos de *A. britskii*, no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório.

Reservatório de PA I, II, III

Analisou-se 241 exemplares de *A. britskii* entre os quais 166 eram fêmeas e 75 eram machos. A proporção sexual foi de 1M: 2,21F, com diferença significativa entre os sexos ($\chi^2=14,26$), para todo o período considerado (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 (Figura 2.3.A.4-5). O ápice de ocorrência de fêmeas IV ocorreu em junho/09 seguido do mês de fevereiro/09, enquanto o pico maturacional foi observado em abril/09. A observação de exemplares imaturos e parcialmente desovados indica a utilização da região como local de desenvolvimento da prole, bem como de desova. O IGS médio dos machos apresentou seu maior valor em agosto/09, no mesmo período em que foi verificada a maior ocorrência de fêmeas IV (Tabela 2.3.A.4-6 e Figura 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* nos reservatórios de PA I, II, III.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	16	10	61,54	38,46	5,33*
Fev/09	33	19	63,46	36,54	7,25*
Abr/09	64	20	76,19	23,81	27,44*
Jun/09	38	6	86,36	13,64	52,89*
Ago/09	7	5	58,33	41,67	2,78
Out/09	8	15	34,78	65,22	9,26*
TOTAL	166	75	68,88	31,12	14,26*

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

Tabela 2.3.A.4-6 - 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.
Dez/08	0,238	10,983	4,400	0,419	1,118	0,690
Fev/09	0,135	10,069	3,958	0,069	2,658	0,728
Abr/09	0,609	16,131	5,441	0,007	1,213	0,401
Jun/09	0,024	9,116	3,042	0,135	0,619	0,338
Ago/09	1,204	5,565	3,716	0,086	1,006	0,633
Out/09	0,143	6,155	3,160	0,204	1,088	0,564

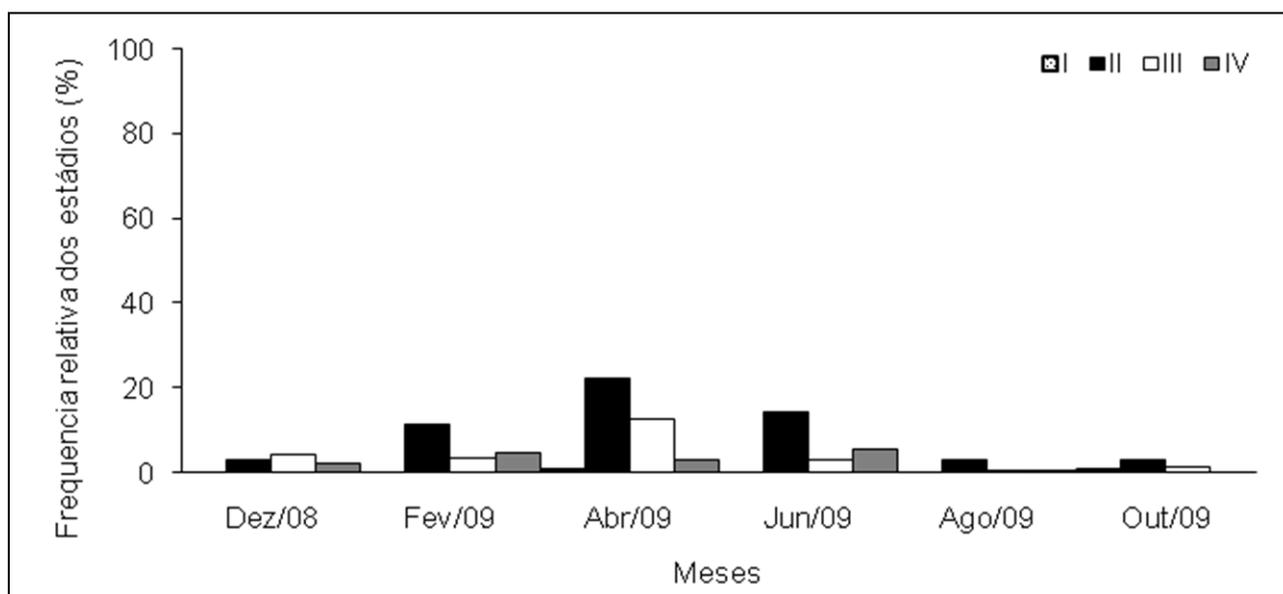


Figura 2.3.A.4-5 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *A. britskii* no período de dezembro/08 a outubro/09 no reservatório de P.A. I, II, III. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

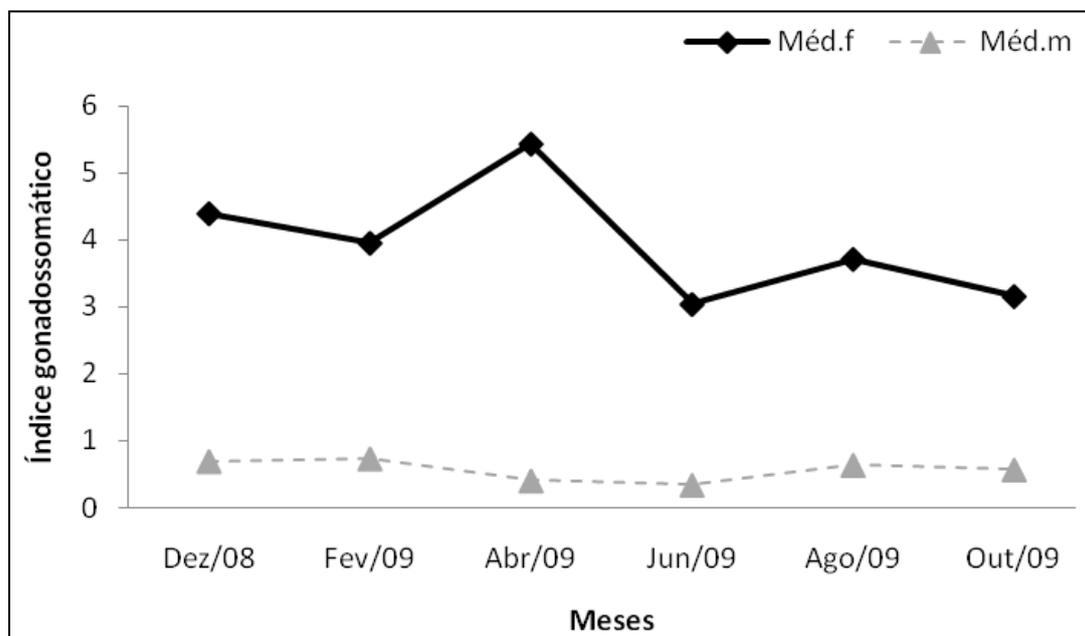


Figura 2.3.A.4-6 – Variação mensal do Índice gonadosomático médio de fêmeas e machos de *A. britskii*, no reservatório de P.A. I, II, III.

Reservatório de PA IV

Nesta região foram analisados 334 exemplares de *A. britskii* entre os quais 284 eram fêmeas e 50 eram machos. A proporção sexual foi de 1M: 5,68F, com diferença significativa entre os sexos ($\chi^2=49,08$) (Tabela 2.3.A.4-7).

A variação do IGS das fêmeas, quando comparada à distribuição dos estádios maturacionais, demonstra que houve atividade reprodutiva ao longo do período (Figura 2.3.A.4-7). Enquanto em junho/09 e outubro/09 foi observada maior ocorrência de fêmeas IV, foi em fevereiro/09 que se verificou o pico maturacional. O IGS médio dos machos apresentou seu maior valor em fevereiro/09, no mesmo período em que foi verificada a maior ocorrência de fêmeas III (Tabela 2.3.A.4-8 e Figura 2.3.A.4-8).

Tabela 2.3.A.4-7 - 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 (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	34	16	68,00	32,00	12,96*
Fev/09	53	5	91,38	8,62	68,49*
Abr/09	51	5	91,07	8,93	67,47*
Jun/09	66	12	84,62	15,38	47,93*
Ago/09	37	6	86,05	13,95	51,97*
Out/09	43	6	87,76	12,24	57,02*
TOTAL	284	50	85,03	14,97	49,08*

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

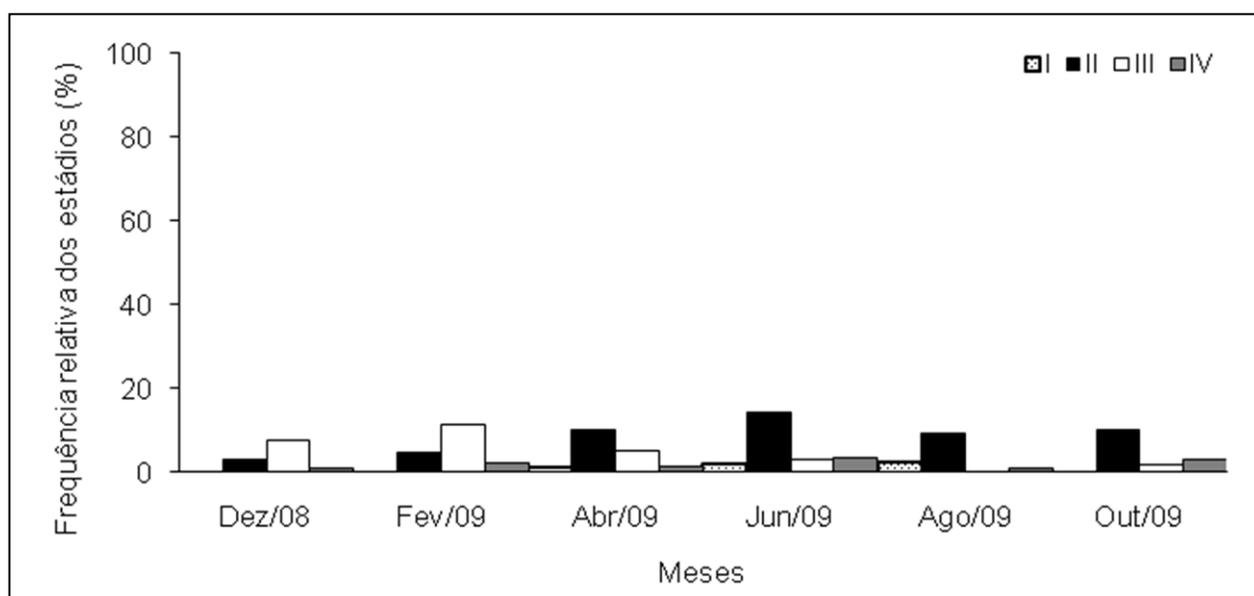


Figura 2.3.A.4-7 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *A. britskii* no período de dezembro/08 a outubro/09 no reservatório de PA IV. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

Tabela 2.3.A.4-8 - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *A. britskii*, nos reservatórios de PA IV.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	1,613	9,115	5,231	0,275	1,100	0,638
Fev/09	0,413	9,557	4,812	0,743	4,542	2,279
Abr/09	0,118	8,668	3,935	0,192	0,769	0,442
Jun/09	0,113	10,561	2,568	0,008	0,859	0,517
Ago/09	0,189	10,450	2,959	0,309	0,931	0,638
Out/09	0,154	6,052	2,393	0,038	0,835	0,487

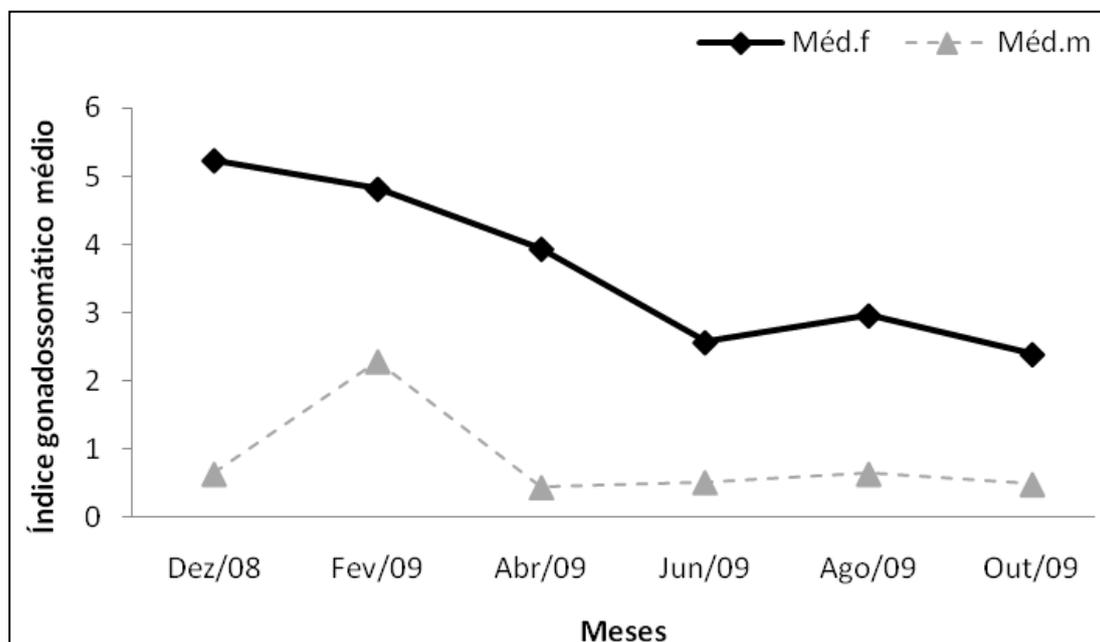


Figura 2.3.A.4-8 – Variação mensal do Índice gonadosomático médio de fêmeas e machos de *A. britskii*, no reservatório de PA IV.

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 dimorfismo sexual por tamanho, no qual as fêmeas atingem maiores comprimentos. Portanto, é provável que os machos de menor CP ainda não sejam 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 relataram 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

No trecho de rio, foi analisado um total de 7 exemplares, dos quais 3 eram fêmeas e 4 eram machos.

Não foi possível determinar o período de desova desta espécie devido a sua baixa ocorrência para a reprodução. Todos os espécimes ocorreram no mês de dezembro/08 (1 fêmea imatura, 1 em maturação e 1 madura; 4 machos imaturos). Os valores mínimo, máximo e médio do IGS das fêmeas foram: 0,682; 3,178 e 2,072, respectivamente. Para os machos, foram: 0,055; 0,533; 0,280, respectivamente.

No trecho de reservatório não foram analisados exemplares, em todo o período considerado.

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

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

Bryconops affinis

Reservatório de Moxotó

No trecho de rio, a proporção sexual foi de 1M: 0,61F, na qual a diferença entre sexos foi significativa ($\chi^2=5,71$) para todo o período, exceto em dezembro/08, num total de 113 exemplares sendo 43 fêmeas e 70 machos (Tabela 2.3.A.4-9).

Análises conclusivas a respeito da atividade reprodutiva não foram possíveis de se realizar por falta de exemplares em abril/09 e de fêmeas em fevereiro/09. Através da Tabela 2.3.A.4-10 observa-se os valores de IGS. Fêmeas parcialmente desovadas só foram observadas em outubro/09 (Figura 2.3.A.4-9).

Tabela 2.3.A.4-9 - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *B. cf. affinis* no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	11	15	42,31	57,69	2,37
Fev/09		2		100,00	100,00*
Abr/09					
Jun/09	10	16	38,46	61,54	5,33*
Ago/09	9	15	37,50	62,50	6,25*
Out/09	13	22	37,14	62,86	6,61*
TOTAL	43	70	38,05	61,95	5,71*

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

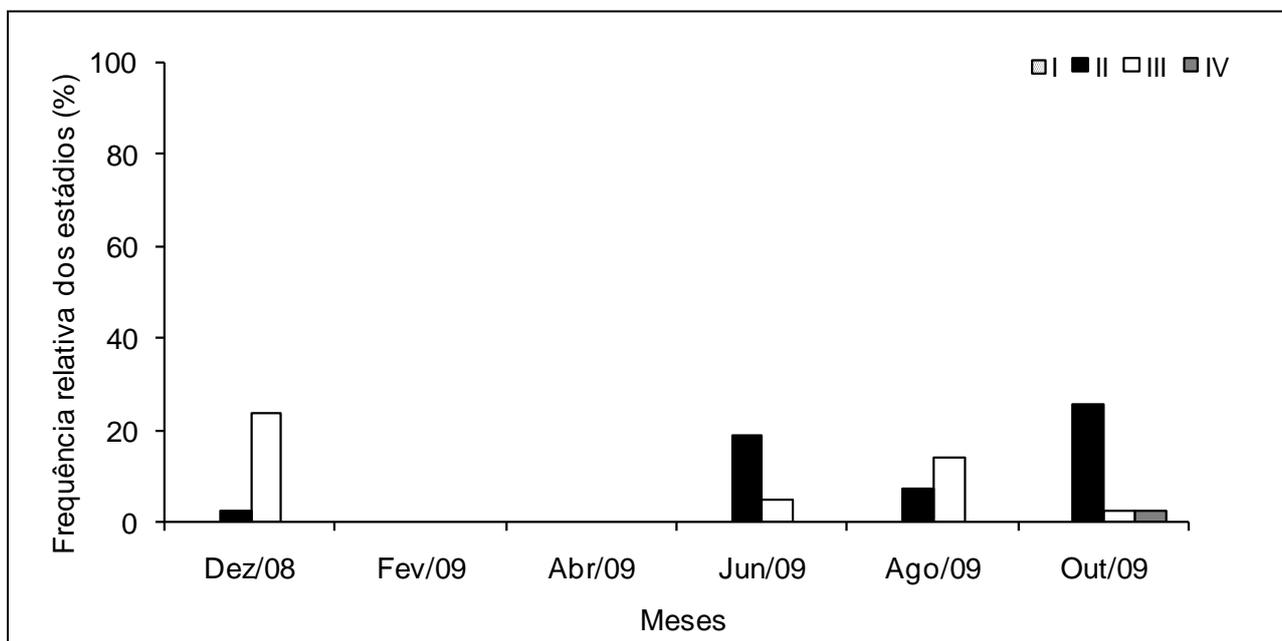


Figura 2.3.A.4-9 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *B. cf. affinis* no período de dezembro/08 a outubro/09 no reservatório de Moxotó, trecho de rio. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

Tabela 2.3.A.4-10 - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *B. cf. affinis*, no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	2,558	9,479	5,771	0,155	0,557	0,338
Fev/09				0,553	0,723	0,638
Abr/09						
Jun/09	0,179	7,029	2,429	0,158	0,579	0,332
Ago/09	1,596	8,830	5,549	0,164	0,900	0,538
Out/09	1,131	8,719	5,756	0,100	2,571	0,519

No trecho de reservatório, a proporção sexual foi de 1M: 0,69F, sem diferença entre sexos para o período ($\chi^2=3,37$) sendo 60 fêmeas e 87 machos num total de 147 exemplares (Tabela 2.3.A.4-11).

Apesar não terem sido analisados exemplares em dezembro/08 e fevereiro/09, foi possível observar atividade reprodutiva nos demais meses devido à ocorrência de fêmeas parcialmente desovadas (IV) em abril/09 e agosto/09 (Tabela 2.3.A.4-12 e

Figura 2.3.A.4-10).

Tabela 2.3.A.4-11 - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *B. cf. affinis* no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08					
Fev/09					
Abr/09	11	18	37,93	62,07	5,83*
Jun/09	18	24	42,86	57,14	2,04
Ago/09	18	19	48,65	51,35	0,07
Out/09	13	26	33,33	66,67	11,11*
TOTAL	60	87	40,82	59,18	3,37

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

Tabela 2.3.A.4-12 - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *B. cf. affinis*, no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08						
Fev/09						
Abr/09	0,605	1,563	1,008	0,100	1,505	0,411
Jun/09	0,825	7,817	3,421	0,144	0,947	0,460
Ago/09	0,864	8,433	4,439	0,231	2,207	0,632
Out/09	3,744	10,562	6,835	0,121	0,620	0,369

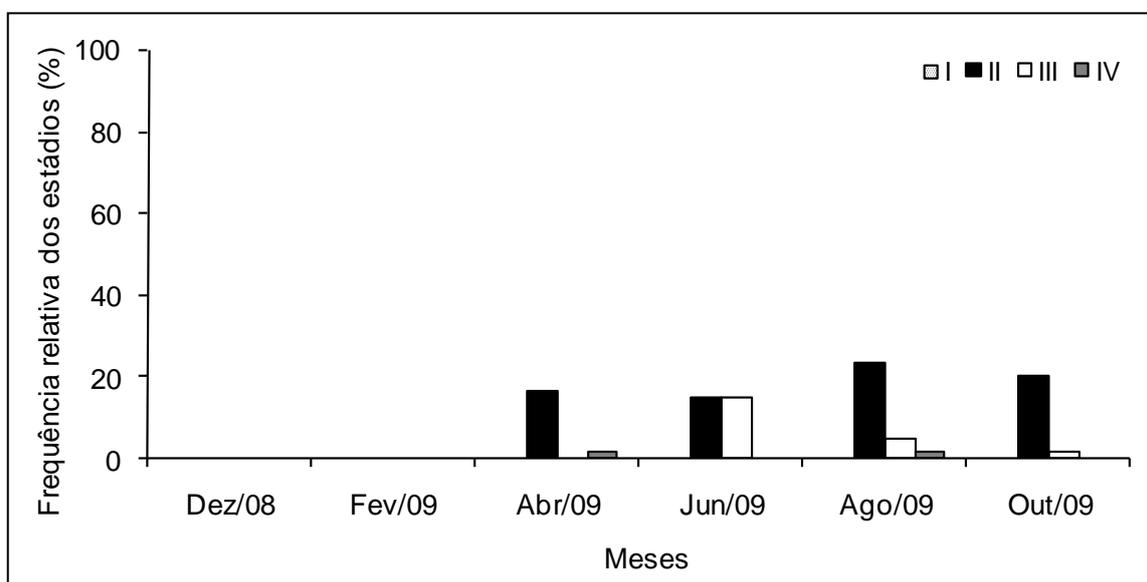


Figura 2.3.A.4-10 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *B. cf. affinis* no período de dezembro/08 a outubro/09 no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

Reservatório de PA I, II, III

No período de dezembro/08 a outubro/09 foi analisado um total de 204 exemplares, sendo 96 fêmeas e 108 machos numa proporção sexual de 1M: 0,89F, sem diferença ($\chi^2=0,35$) (Tabela 2.3.A.4-13).

A ocorrência de fêmeas parcialmente desovadas e de exemplares imaturos evidencia a atividade reprodutiva desta espécie na região (Figura 2.3.A.4-11). Comparando-se dados de IGS médio com a frequência relativa de estádios maturacionais

das fêmeas é possível verificar que os maiores valores de IGS médio foram registrados nos mesmos meses em que fêmeas maduras foram mais abundantes (Tabela 2.3.A.4-14).

Tabela 2.3.A.4-13 - 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 (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	17	13	56,67	43,33	1,78
Fev/09	14	18	43,75	56,25	1,56
Abr/09	40	28	58,82	41,18	3,11
Jun/09	9	2	81,82	18,00	40,50*
Ago/09	13	27	32,50	67,50	12,25*
Out/09	3	20	13,04	86,96	54,63*
TOTAL	96	108	47,06	52,94	0,35

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

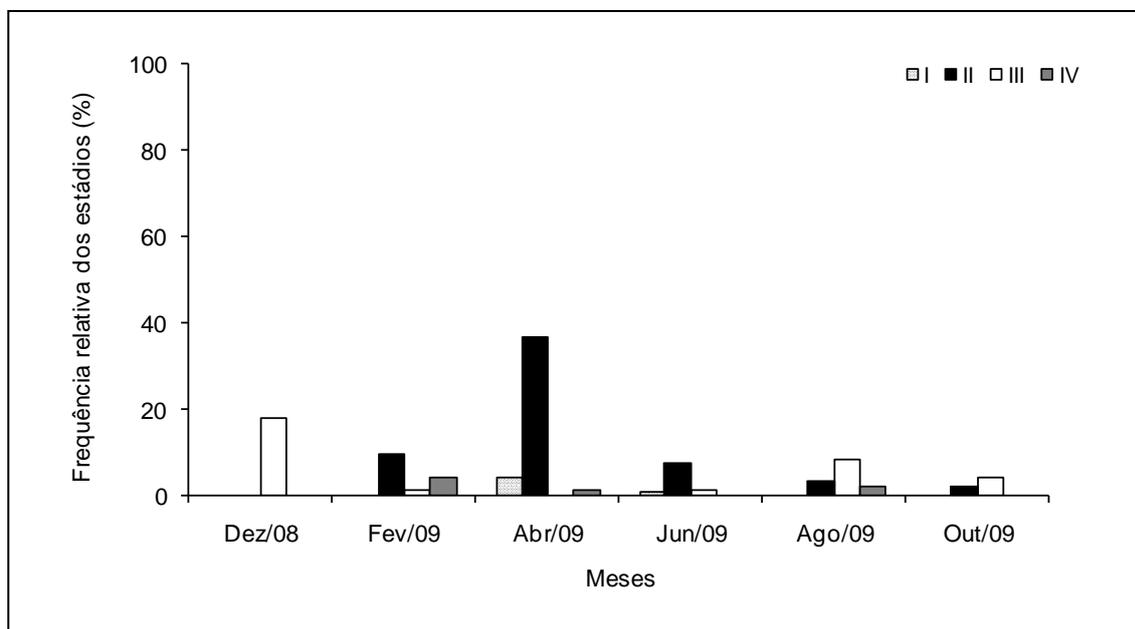


Figura 2.3.A.4-11 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *B. cf. affinis* no período de fevereiro/09 a outubro/09 no reservatório de PA I, II, III. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

Tabela 2.3.A.4-14 - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *B. affinis*, nos reservatórios de PA I, II, III.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	2,925	8,223	5,114	0,343	0,725	0,477
Fev/09	0,622	6,236	2,693	0,223	0,738	0,507
Abr/09	0,133	1,730	0,831	0,009	0,532	0,216
Jun/09	0,227	3,400	0,817	0,073	0,317	
Ago/09	2,994	14,029	8,917	0,488	0,985	0,726
Out/09	3,485	10,478	6,958	0,050	0,667	0,347

Reservatório de PA IV

Foi analisado um total de 101 exemplares, sendo 44 fêmeas e 57 machos numa proporção sexual de 1M: 0,77F, sem diferença ($\chi^2=1,66$) (Tabela 2.3.A.4-15).

A ocorrência de fêmeas parcialmente desovadas sugere a atividade reprodutiva desta espécie na região (Figura 2.3.A.4-12). Comparando-se dados de IGS médio com a frequência relativa de estádios maturacionais das fêmeas é possível verificar que os maiores valores de IGS médio foram registrados nos mesmos meses em que fêmeas maduras foram mais abundantes (Tabela 2.3.A.4-16).

Tabela 2.3.A.4-15 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *B. cf. affinis* no reservatório de PA IV.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08		1		100,00	100,00*
Fev/09	1	7	12,50	87,50	56,25*
Abr/09					
Jun/09	1		100,00		100,00*
Ago/09	9	30	23,08	76,92	28,99*
Out/09	33	19	63,46	36,54	7,25*
TOTAL	44	57	43,56	56,44	1,66

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

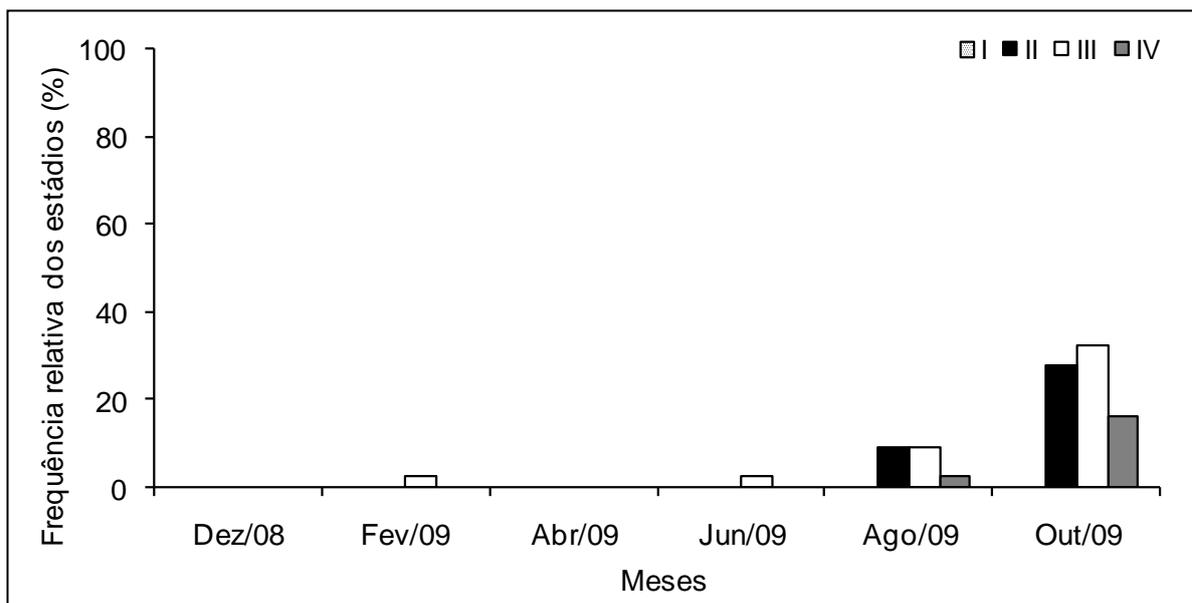


Figura 2.3.A.4-12 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *B. cf. affinis* no período de fevereiro/09 a outubro/09 no reservatório de PA IV. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

Tabela 2.3.A.4-16 - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *B. cf. affinis*, no reservatório de PA IV.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08						0,450
Fev/09			8,319	0,207	0,529	0,295
Abr/09						
Jun/09			5,943			
Ago/09	0,500	15,546	6,858	0,337	1,255	0,735
Out/09	1,418	11,545	6,841	0,082	0,633	0,405

Diferentemente do observado nos mesmos reservatórios entre os meses de fevereiro/08 a outubro/08, a proporção sexual mostrou predominância de machos, para todo o período entre dezembro/08 e outubro/09 (FADURPE, 2008). De acordo com Pinto-Coelho (2006), *B. cf. affinis* faz parte do grupo com desova parcelada, se reproduzindo o ano todo, tais como *Plagioscion squamosissimus*, *Pygocentrus piraya* e *Serrasalmus brandtii*, numa avaliação realizada no reservatório de Três Marias/MG.

Curimatella lepidura

Reservatório de Moxotó

No trecho de rio, foi analisado um total de 9 indivíduos, sendo 8 fêmeas e 1 macho. Devido a pouca quantidade de exemplares, não é possível traçar um padrão reprodutivo da espécie.

Os espécimes analisados ocorreram nos meses de dezembro/08 (3 fêmeas imaturas e 1 em maturação) e fevereiro/09 (1 fêmea imatura e 3 maduras; além de 1 macho imaturo).

Os valores do IGS ambos os 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 *C. lepidura*, no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	4		0,014	0,206	0,073			
Fev/09	4	1	0,027	12,316	7,243			0,020
Abr/09								
Jun/09								
Ago/09								
Out/09								

No que diz respeito ao trecho de reservatório, apenas 1 macho foi analisado e identificado no estádio em maturação, com valor de IGS foi de 0,953.

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

No trecho de rio, foram analisados 2 fêmeas e 6 machos, totalizando 8 exemplares (Tabela 2.3.A.4-18).

Os estádios maturacionais foram identificados nos seguintes meses: abril/09 (1 macho imaturo); agosto/09 (2 fêmeas maduras; 2 machos em maturação e 1 esvaziado); outubro/09 (2 machos esvaziados).

Tabela 2.3.A.4-18 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *H. malabaricus* no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08								
Fev/09								
Abr/09		1						0,047
Jun/09								
Ago/09	2	3	2,182	2,985		0,024	0,462	0,221
Out/09		2				0,034	0,074	

No trecho de reservatório, por sua vez, foram analisados 11 indivíduos, sendo 10 fêmeas e 1 macho (Tabela 2.3.A.4-19).

Em dezembro/08 foi identificada 1 fêmea em maturação; em fevereiro/09 (1 macho esvaziado); abril/09 (4 fêmeas em maturação e 1 madura); outubro/09 (1 fêmea em maturação, 2 maduras e 1 parcialmente desovada).

Tabela 2.3.A.4-19 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *H. malabaricus* no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	1				0,242			
Fev/09		1						0,025
Abr/09	5		0,130	3,275	1,201			
Jun/09								
Ago/09								
Out/09	4		0,106	4,652	1,943			

Reservatório de PA I, II, III

Ao longo do período estudado, foi analisado um total de 24 indivíduos, 11 fêmeas e 13 machos. Os estádios maturacionais observados para as fêmeas foram: dezembro/08 (1 em maturação, 1 madura e 1 parcialmente desovada), abril/09 (5 em maturação), junho/09 (2 maduras) e agosto/09 (1 parcialmente desovada). Quanto aos machos, em dezembro/08 (2 esvaziados), abril/09 (5 em maturação), junho/09 (1 esvaziado), agosto/09 (1 imaturo e 3 esvaziados) e em outubro/09 (1 esvaziado).

Os valores do IGS de ambos os sexos constam da Tabela 2.3.A.4-20.

Tabela 2.3.A.4-20 - 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.
Dez/08	3	2	0,100	3,772	1,483	0,044	0,087	
Fev/09								
Abr/09	5	5	0,029	2,248	0,711	0,043	0,109	0,065
Jun/09	2	1	3,007	3,48				0,117
Ago/09	1	4			0,692	0,049	0,168	0,101
Out/09		1						0,078

Reservatório de PA IV

Ao longo do período estudado, foi analisado um total de 26 indivíduos, 15 fêmeas e 11 machos. Os estádios maturacionais observados, nesta região, para as fêmeas foram: dezembro/08 (1 imatura, 3 em maturação e 1 madura), fevereiro/09 (1 madura), junho/09 (1 madura), agosto/09 (2 em maturação, 3 maduras e 2 parcialmente desovadas) e outubro/09 (1 madura). Quanto aos machos, em dezembro/08 (1 imaturo, 1 em maturação e 1 esvaziado), fevereiro/09 (1 em maturação), junho/09 (1 esvaziado), agosto/09 (2 em maturação) e outubro/09 (4 em maturação). Os valores do IGS de ambos os sexos constam da Tabela 2.3.A.4-21.

Tabela 2.3.A.4-21 - 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.
Dez/08	5	3	0,308	4,414	1,695	0,031	0,223	0,126
Fev/09	1	1			1,717			0,121
Abr/09								
Jun/09	1	1			3,653			0,035
Ago/09	7	2	0,568	5,798	2,688	0,244	0,282	
Out/09	1	4			2,019	0,007	0,104	0,067

Apesar do pequeno número de exemplares, a identificação de fêmeas parcialmente desovadas e de machos esvaziados nos reservatórios da área de Paulo Afonso 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 reinhardtii

Apenas 1 fêmea foi analisada em todo o período. Esta provém do trecho de reservatório, em abril/09, sendo identificada como madura, com IGS de 1,170.

Leporinus taeniatus

Reservatório de Moxotó

No trecho de rio, foi analisada apenas 1 fêmea em maturação, em fevereiro/09. Esta apresentou IGS igual a 2,396.

No trecho de reservatório, foram analisadas 4 fêmeas e 1 macho. Os estádios maturacionais observados foram 2 fêmeas em maturação e 2 maduras. Para o macho o IGS foi igual a 0,345 e o estádio identificado foi imaturo. Os valores do IGS de ambos os sexos constam da Tabela 2.3.A.4-22.

Tabela 2.3.A.4-22 - 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.
Dez/08	1	1			2,206			0,345
Fev/09	3		1,686	4,092	2,886			
Abr/09								
Jun/09								
Ago/09								
Out/09								

Reservatório de PA I, II, III

Na área do reservatório de PA I, II, III foram analisados 1 fêmea e 1 macho, ambos maduros. O IGS foi, respectivamente, 0,144 e 0,046.

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

No trecho de rio, foram analisados 49 exemplares onde 36 eram fêmeas e 13 eram machos. A proporção sexual foi de 1M: 2,77F, com diferença para praticamente todo o período ($\chi^2=22,03$) (Tabela 2.3.A.4-23).

Fêmeas em maturação foram observadas em todos os meses, ao passo que fêmeas parcialmente desovadas só foram identificadas em fevereiro/09. Exemplares imaturos ocorreram entre os meses de fevereiro/09 e junho/09 evidenciando a utilização do local como área de desenvolvimento da prole (Figura 2.3.A.4-13). Os valores do IGS dos 02 sexos constam da Tabela 2.3.A.4-24.

Tabela 2.3.A.4-23 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *M. maculatus*, no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	7	3	70,00	30,00	16,00*
Fev/09	14	1	93,33	6,67	75,11*
Abr/09	4	5	44,44	55,56	1,23
Jun/09	3	2	60,00	40,00	4,00*
Ago/09	4	1	80,00	20,00	36,00*
Out/09	4	1	80,00	20,00	36,00*
TOTAL	36	13	73,47	26,53	22,03*

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

Tabela 2.3.A.4-24 - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *M. maculatus*, no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	2,670	11,378	5,870	0,125	0,183	0,146
Fev/09	0,682	17,282	7,742			0,385
Abr/09	0,422	0,979	0,677	0,010	3,100	0,766
Jun/09	0,013	0,696	0,296	0,003	0,048	
Ago/09	0,300	3,961	1,758			0,069
Out/09	4,191	9,435	6,426			0,019

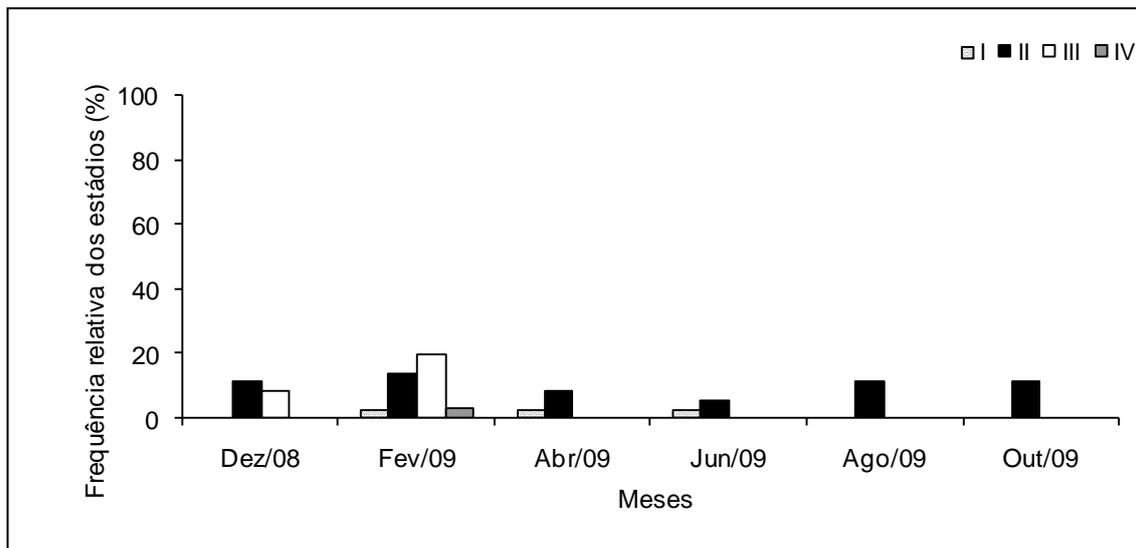


Figura 2.3.A.4-13 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *M. maculatus* no período de fevereiro/09 a outubro/09 no reservatório de Moxotó, trecho de rio. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

No trecho de reservatório, foi analisado um total de 32 indivíduos, sendo 23 fêmeas e 9 machos.

Os espécimes analisados ocorreram nos meses de abril/09 (2 fêmeas maduras), junho/09 (1 fêmea imatura e 1 em maturação; 4 machos imaturos), agosto/09 (2 fêmeas imaturas, 6 em maturação e 1 madura; 3 machos em maturação) e outubro/09 (2 fêmeas imaturas e 8 em maturação; 2 machos em maturação). 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 *M. maculatus*, no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máy.	Méd.	Mín.	Máy.	Méd.
Dez/08								
Fev/09								
Abr/09	2		6,941	13,747				
Jun/09	2	4	0,056	0,100		0,050	7,893	2,051
Ago/09	9	3	0,096	12,533	3,199	0,084	0,214	0,152
Out/09	10	2	0,100	9,945	3,483		0,358	0,380

Reservatório de PA I, II, III

Desta espécie de pacu, foram analisados 78 exemplares, 46 fêmeas e 32 machos. A proporção sexual foi de 1M: 1,44F, sem diferença para praticamente todo o período ($\chi^2=3,22$) (Tabela 2.3.A.4-26).

Apesar da ausência de exemplares em fevereiro/09, foi possível observar que esta espécie se reproduziu na região, pois a identificação de espécimes imaturos e parcialmente desovados são evidência de atividade reprodutiva (Figura 2.3.A.4-14). Os valores do IGS de ambos os sexos constam da Tabela 2.3.A.4-27.

Tabela 2.3.A.4-26 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *M. maculatus*, no reservatório de PA I, II, III.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	3	1	75,00	25,00	25,00*
Fev/09					
Abr/09	9	3	75,00	25,00	25,00*
Jun/09	1	1	50,00	50,00	0,00
Ago/09	30	21	58,82	41,18	3,11
Out/09	3	6	33,33	66,67	11,11*
TOTAL	46	32	58,97	41,03	3,22

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

Tabela 2.3.A.4-27 - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *M. maculatus*, no reservatório de PA I II III.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	1,471	8,906	6,198			0,255
Fev/09						
Abr/09	0,020	0,413	0,179	0,017	0,351	0,137
Jun/09			0,357			0,076
Ago/09	0,014	14,358	3,584	0,008	0,522	0,317
Out/09	6,191	6,404	6,265	0,316	0,701	0,433

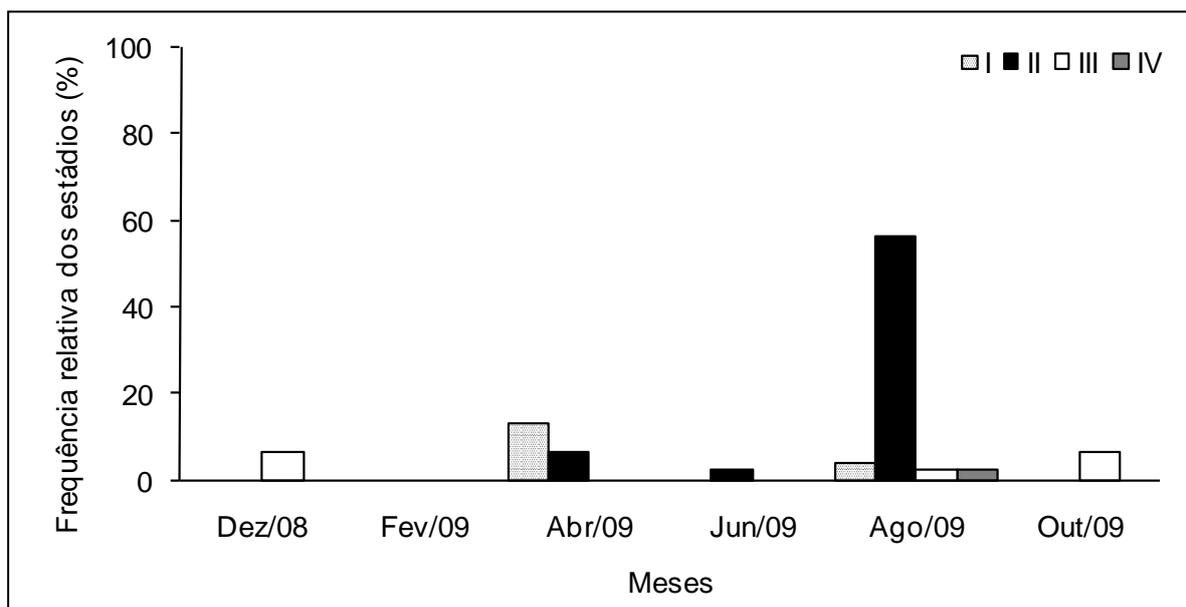


Figura 2.3.A.4-14 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *M. maculatus* no período de fevereiro/09 a outubro/09 no reservatório de PA I II III. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

Reservatório de PA IV

Analisou-se 88 exemplares de *M. maculatus* entre os quais 55 eram fêmeas e 33 eram machos. A proporção sexual foi de 1M: 1,67F, com diferença entre os sexos ($\chi^2=6,25$), para maior parte do período considerado (Tabela 2.3.A.4-28).

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 agosto/09, para análises de sua reprodução (Figura 2.3.A.4-15). O ápice de ocorrência de fêmeas IV ocorreu em fevereiro/09, enquanto o pico maturacional foi observado em dezembro/08 e o IGS médio dos machos apresentou seu maior valor em dezembro/08 (Tabela 2.3.A.4-29).

Tabela 2.3.A.4-28 - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *M. maculatus* no reservatório de PA IV.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	19	10	65,52	34,48	9,63*
Fev/09	4	1	80,00	20,00	36,00*
Abr/09	4	4	50,00	50,00	0,00
Jun/09	12	12	50,00	50,00	0,00
Ago/09					
Out/09	16	6	72,73	27,27	20,66*
TOTAL	55	33	62,50	37,50	6,25*

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

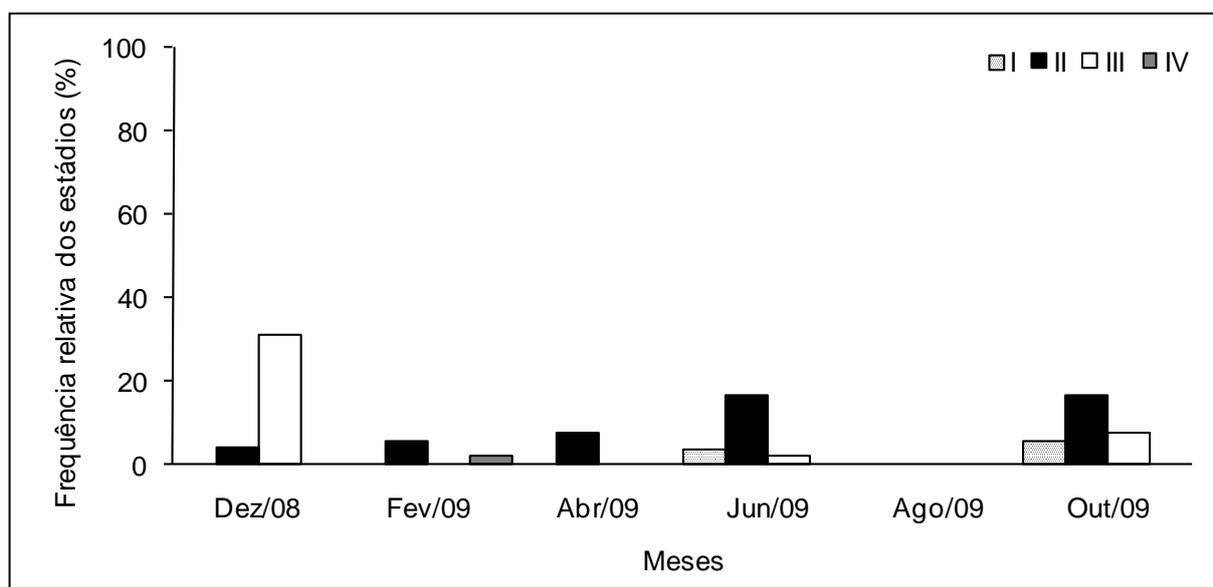


Figura 2.3.A.4-15 – Frequência absoluta dos estádios maturacionais das fêmeas de *M. maculatus* no período de fevereiro/09 a outubro/09 no reservatório de PA IV. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

Tabela 2.3.A.4-29 - 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.
Dez/08	1,051	17,046	7,721	0,233	0,796	0,440
Fev/09	0,569	9,173	4,352			0,404
Abr/09	0,286	4,226	1,547	0,048	0,207	0,124
Jun/09	0,311	8,057	1,564	0,007	0,295	0,120
Ago/09						
Out/09	0,125	10,606	3,908	0,058	0,467	0,303

Myleus micans

Reservatório de Moxotó

Apenas 1 exemplar foi analisado, no trecho de rio. Era uma fêmea madura com IGS de 5,928, observada em fevereiro/09.

Do trecho de reservatório não foram analisados exemplares para biologia 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

No trecho de rio, foi analisado um total de 10 indivíduos, sendo 4 fêmeas e 6 machos.

Os espécimes analisados ocorreram nos meses de abril/09 (1 fêmea em maturação e 1 macho maduro), junho/09 (1 fêmea em maturação; 1 macho em maturação e 1 maduro), agosto/09 (2 fêmeas maduras; 1 macho maduro e 1 esvaziado) e outubro/09 (1 macho em maturação). Os valores do IGS para ambos os sexos constam da (Tabela 2.3.A.4-30).

Tabela 2.3.A.4-30 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *P. galeatus*, no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08								
Fev/09								
Abr/09	1	1			2,547			7,777
Jun/09	1	2			3,866	0,711	4,685	
Ago/09	2	2	4,447	5,460		5,452	8,061	
Out/09		1						6,253

No trecho de reservatório, foram analisados 15 indivíduos, sendo 10 fêmeas e 5 machos.

Os espécimes analisados ocorreram nos meses de abril/09 (3 fêmeas maduras e 1 macho em maturação), junho/09 (3 fêmeas maduras; 1 macho maduro e 1 esvaziado), agosto/09 (1 fêmea em maturação e 2 machos maduros) e outubro/09 (2 fêmeas em maturação e 1 madura). Os valores do IGS ambos os sexos constam da Tabela 2.3.A.4-31

Tabela 2.3.A.4-31 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *P. galeatus*, no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08								
Fev/09								
Abr/09	3	1	4,549	5,162	4,880			9,947
Jun/09	3	2	3,269	4,865	4,039	5,368	11,930	
Ago/09	1	2			2,825	7,356	8,306	
Out/09	3		3,200	3,966	3,560			

Reservatório de PA I, II, III

Desta espécie, foram analisados 19 exemplares, 10 fêmeas e 9 machos. Os dados não são suficientes para determinar o padrão reprodutivo na região estudada.

Os espécimes analisados ocorreram nos meses de fevereiro/09 (1 fêmea madura), abril/09 (5 fêmeas maduras; 3 machos em maturação e 4 maduros), junho/09 (3 fêmeas

em maturação; 2 machos esvaziados) e outubro/09 (1 fêmea madura). Os valores do IGS ambos os sexos constam da Tabela 2.3.A.4-32.

Tabela 2.3.A.4-32 - 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.
Dez/08								
Fev/09	1				4,808			
Abr/09	5	7	3,125	9,270	6,809	1,360	6,514	4,192
Jun/09	3	2	0,719	3,359	2,082	3,899	4,863	
Ago/09								
Out/09	1				2,615			

Reservatório de PA IV

Foram analisados 5 exemplares, 1 fêmea madura (em abril/09) e 4 machos (1 macho maduro em fevereiro/09, 2 machos esvaziados em abril/09 e 1 em maturação em agosto/09). O IGS da fêmea foi de 5,050; os IGS mínimo, máximo e médio dos machos foram, respectivamente, 3,693, 7,568 e 5,998.

Pimelodus maculatus

Reservatório de Moxotó

No trecho de rio, foram analisados 6 exemplares, 3 de cada sexo. Devido a pouca quantidade de exemplares, não é possível determinar o período reprodutivo desta espécie. Os espécimes analisados ocorreram nos meses de agosto/09 (1 fêmea imatura; 1 macho imaturo e 1 em maturação) e outubro/09 (2 fêmeas e 1 macho imaturos). Os valores do IGS 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. maculatus*, no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08								
Fev/09								
Abr/09								
Jun/09								
Ago/09	1	2			0,037	0,015	0,066	
Out/09	2	1	1,204	2,369				1,064

No trecho de reservatório, foram analisados apenas 2 exemplares que foram identificados com fêmeas em maturação. Cada uma foi obtida em abril/09, com IGS de 0,445, e junho/09, com IGS de 0,337. Devido a pouca quantidade de exemplares, não é possível determinar o período reprodutivo desta espécie.

Reservatório de PA I, II, III

Foi analisado apenas 1 exemplar que foi identificado como fêmea madura, em dezembro/08. Seu IGS foi de 0,697.

Reservatório de PA IV

Não foram obtidos exemplares para análise de biologia reprodutiva nesta região.

Plagioscion squamosissimus

Reservatório de Moxotó

No trecho de rio, foram analisados 187 exemplares da pescada, onde 107 eram fêmeas, 76 eram machos e 4 foram identificados como imaturos (sem sexo definido; analisados em junho/09). A proporção sexual foi de 1M: 1,41F. As fêmeas foram numericamente superiores aos machos, mas não houve diferença significativa entre os

sexos ($\chi^2=2,87$), apesar da variação na quantidade de indivíduos, de cada sexo, ao longo dos meses (Tabela 2.3.A.4-34).

Não foram analisados machos em fevereiro/09. Fêmeas imaturas ocorreram em dezembro/08, abril/09, junho/09 e outubro/09, sugerindo a utilização da área como local de desenvolvimento da prole. Fêmeas maduras e parcialmente desovadas foram observadas apenas em abril/09, evidenciando a atividade reprodutiva neste mês (Figura 2.3.A.4-16). Na Tabela 2.3.A.4-35 estão listados os valores mínimo, máximo e médio do IGS de ambos os sexos..

Tabela 2.3.A.4-34 - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *P. squamosissimus* no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	1	3	25,00	75,00	25,00*
Fev/09	1		100,00	0,00	100,00*
Abr/09	62	38	62,00	38,00	5,76*
Jun/09	28	19	59,57	40,43	3,67
Ago/09	4	7	36,36	63,64	7,44*
Out/09	11	9	55,00	45,00	1,00
TOTAL	107	76	58,47	41,53	2,87

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

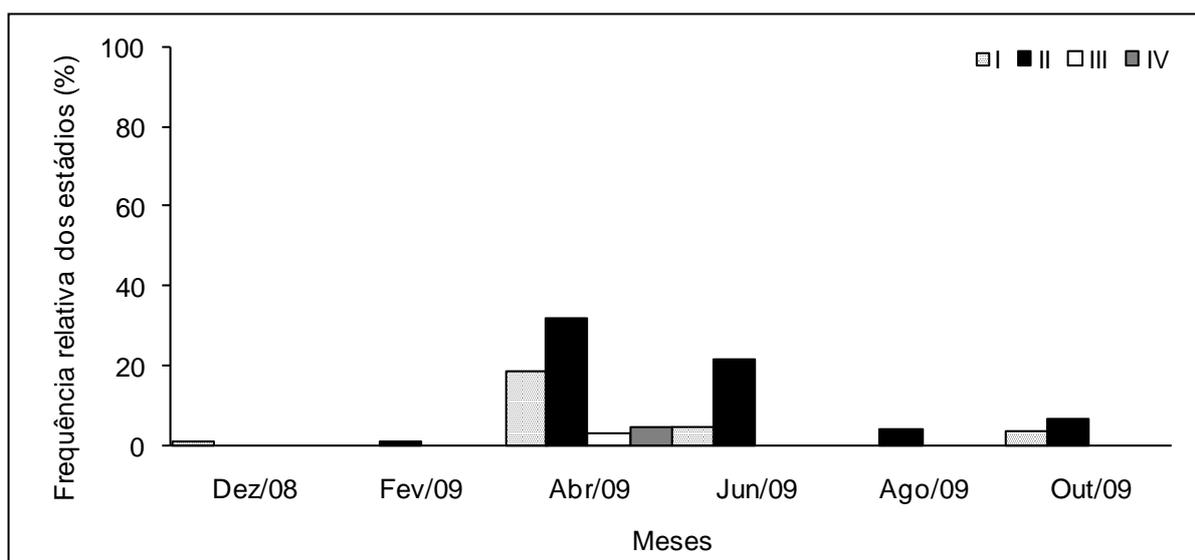


Figura 2.3.A.4-16 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *P. squamosissimus* no período de fevereiro/09 a outubro/09 no reservatório de Moxotó, trecho de rio. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

Tabela 2.3.A.4-35 - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *P. squamosissimus*, no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08			0,109	0,012	0,089	0,045
Fev/09			0,180			
Abr/09	0,004	0,809	0,150	0,005	0,292	0,082
Jun/09	0,014	0,147	0,105	0,005	0,153	0,052
Ago/09	0,106	0,160	0,129	0,008	0,082	0,045
Out/09	0,006	0,201	0,077	0,013	0,464	0,124

No trecho de reservatório, foram analisados 331 exemplares da pescada, onde 181 eram fêmeas, 149 eram machos e 1 imaturo (sem sexo definido, em agosto/09). A proporção sexual foi de 1M: 1,21F. As fêmeas foram numericamente superiores aos machos, mas não houve diferença significativa entre os sexos ($\chi^2=0,94$), apesar da variação na quantidade de indivíduos, de cada sexo, em todo o período (Tabela 2.3.A.4-36).

A distribuição dos estádios maturacionais e a variação do IGS médio das fêmeas permitiu observar que *P. squamosissimus* se reproduziu em todos os meses em que ocorreu, fato evidenciado pela ocorrência de exemplares parcialmente desovados e imaturos em quase todos os meses (Figura 2.3.A.4-17). Na Tabela 2.3.A.4-37 estão listados os valores mínimo, máximo e médio do IGS de ambos os sexos; enquanto na Figura 2.3.A.4-18 podem ser melhor comparadas as médias ao longo dos meses.

Tabela 2.3.A.4-36 - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *P. squamosissimus* no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	26	24	52,00	48,00	0,16
Fev/09	31	27	53,45	46,55	0,48
Abr/09	39	30	56,52	43,48	1,70
Jun/09	21	22	48,84	51,16	0,05
Ago/09	39	29	57,35	42,65	2,16
Out/09	25	17	59,52	40,48	3,63
TOTAL	181	149	54,85	45,15	0,94

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

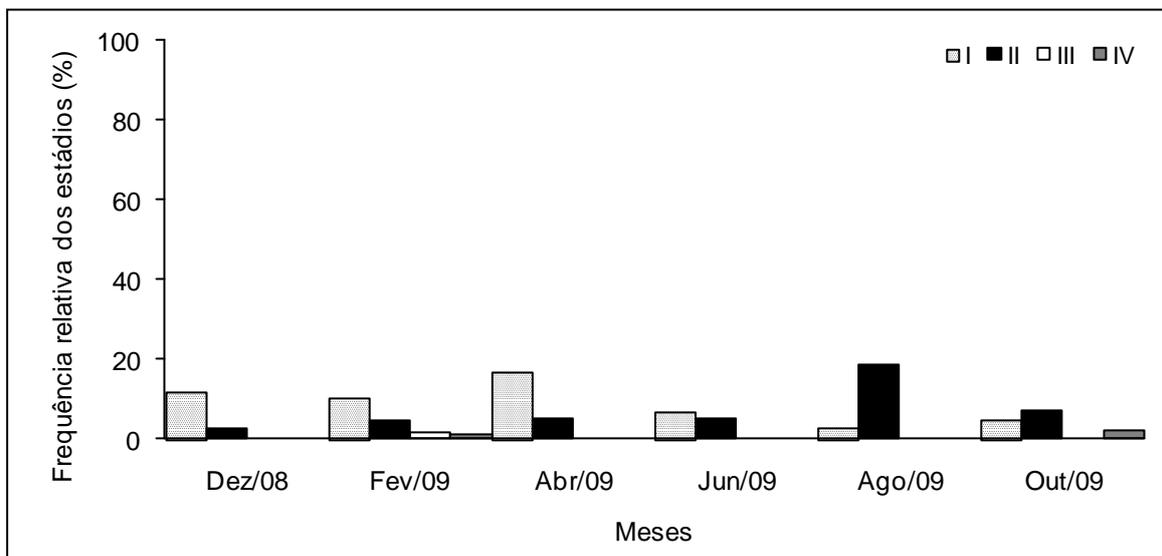


Figura 2.3.A.4-17 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *P. squamosissimus* no período de fevereiro/09 a outubro/09 no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

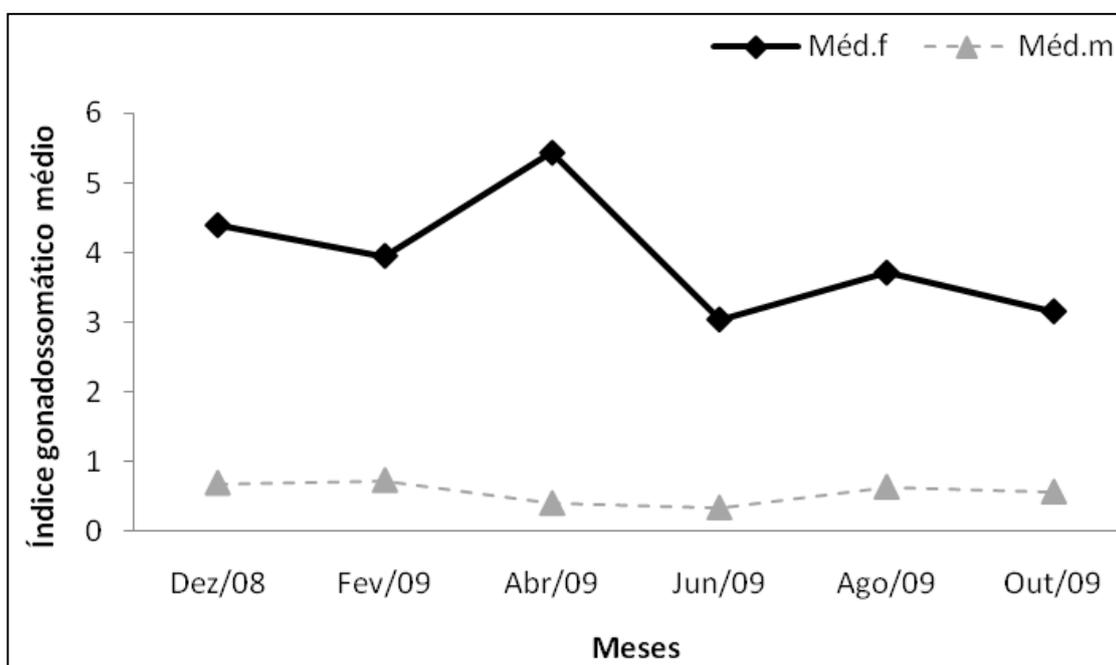


Figura 2.3.A.4-18 – Variação mensal do Índice gonadosomático médio de fêmeas e machos de *P. squamosissimus*, no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório.

Tabela 2.3.A.4-37 - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *P. squamosissimus*, no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	0,006	0,200	0,070	0,019	0,239	0,106
Fev/09	0,011	0,243	0,120	0,005	0,285	0,093
Abr/09	0,009	0,335	0,104	0,006	0,195	0,064
Jun/09	0,034	0,183	0,090	0,007	0,107	0,047
Ago/09	0,007	1,259	0,131	0,005	0,260	0,039
Out/09	0,008	0,698	0,134	0,003	0,070	0,025

Reservatório de PA I, II, III

Foram analisados 138 exemplares da pescada, dos quais 79 foram identificados como fêmeas e 59 como machos. A proporção sexual foi de 1M: 1,43F. Ao final do período, verificou-se que não houve diferença entre os sexos ($\chi^2=2,10$) (Tabela 2.3.A.4-38).

Não foram analisados machos em outubro/09. 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 dezembro/08 e abril/09, ao passo que exemplares imaturos foram identificados em abril/09 e junho/09 (Figura 2.3.A.4-19). Os valores do IGS dos dois sexos constam da Tabela 2.3.A.4-39.

Tabela 2.3.A.4-38 - 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 (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	7	7	50,00	50,00	0,00
Fev/09	3	1	75,00	25,00	25,00*
Abr/09	61	38	61,62	38,38	5,40*
Jun/09	3	12	20,00	80,00	36,00*
Ago/09	1	1	50,00	50,00	0,00
Out/09	4		100,00	0,00	100,00*
TOTAL	79	59	57,25	42,75	2,10

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

Tabela 2.3.A.4-39 - 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.
Dez/08	0,062	0,267	0,179	0,082	0,609	0,295
Fev/09	0,268	2,790	1,110			0,313
Abr/09	0,046	0,300	0,153	0,005	0,427	0,092
Jun/09	0,038	0,207	0,103	0,018	0,138	0,072
Ago/09			0,232			0,110
Out/09	0,059	0,286	0,168			

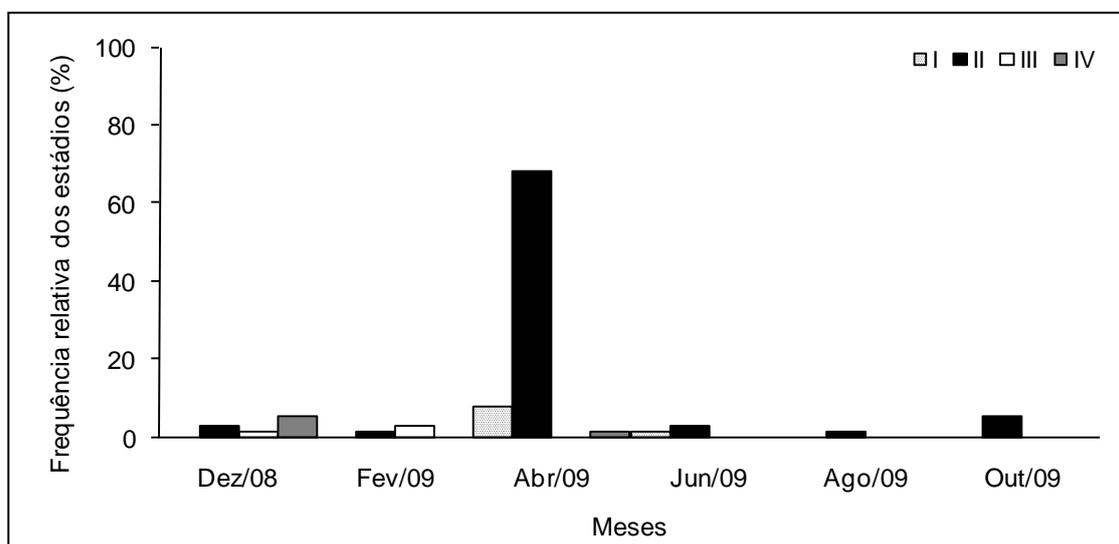


Figura 2.3.A.4-19 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *P. squamosissimus* no período de fevereiro/09 a outubro/09 no reservatório de PA I, II, III. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

Reservatório de PA IV

Foram analisados e identificados 32 fêmeas, 19 machos e 3 exemplares imaturos (sem sexo definido, em junho/09), totalizando 54 peixes. A proporção sexual foi de 1M: 1,68F. Ao final do período, verificou-se que houve diferença entre os sexos ($\chi^2=6,50$) (Tabela 2.3.A.4-40).

Nos meses de dezembro/08 e fevereiro/09 não foram analisados exemplares. A análise da distribuição dos estádios maturacionais das fêmeas mostra que esta espécie se reproduziu na região. Fêmeas parcialmente desovadas foram identificadas em

junho/09 e outubro/09; enquanto exemplares imaturos foram identificados em junho/09 (Figura 2.3.A.4-20). Os valores do IGS dos dois sexos constam da Tabela 2.3.A.4-41.

Tabela 2.3.A.4-40 - 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 (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08					
Fev/09					
Abr/09	7	5	58,33	41,67	2,78
Jun/09	11	10	52,38	47,62	0,23
Ago/09	7	3	70,00	30,00	16,00*
Out/09	7	1	87,50	12,50	56,25*
TOTAL	32	19	62,75	37,25	6,50*

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

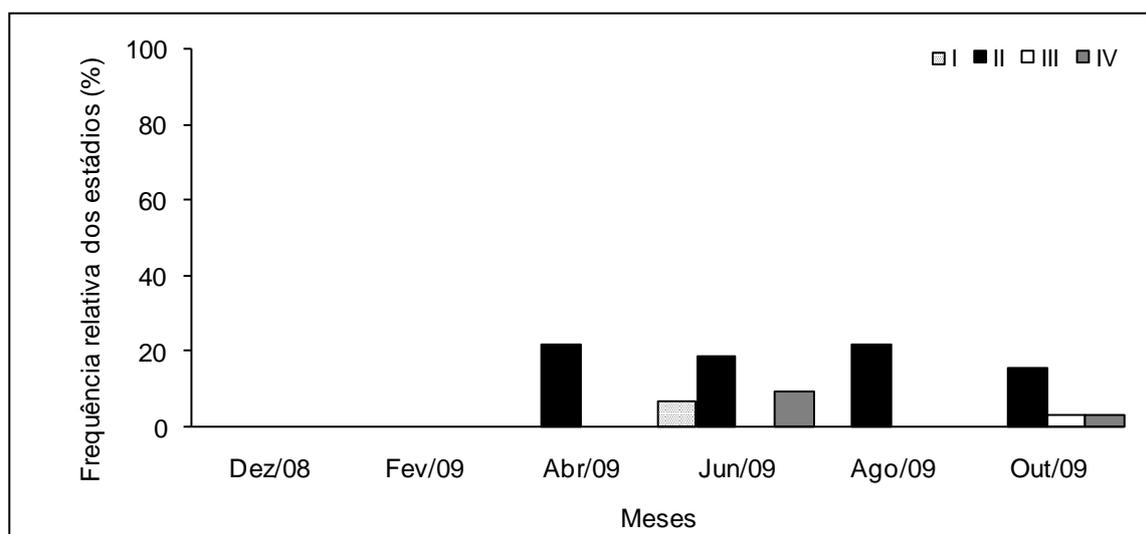


Figura 2.3.A.4-20 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *P. squamosissimus* no período de fevereiro/09 a outubro/09 no reservatório de PA IV. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

Tabela 2.3.A.4-41 - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *P. squamosissimus*, no reservatório de PA IV.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08						
Fev/09						
Abr/09	0,156	0,232	0,187	0,068	0,265	0,158
Jun/09	0,046	0,265	0,182	0,045	0,233	0,108
Ago/09	0,046	0,353	0,176	0,023	0,522	0,329
Out/09	0,072	1,586	0,440			0,534

Foi observado nos reservatórios de Moxotó, PA I, II, III e PA IV 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/09, 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 parcelada.

Prochilodus costatus

Reservatório de Moxotó

Entre os meses de dezembro/08 e outubro/09, no trecho de rio, foram analisados 8 indivíduos, sendo 5 fêmeas e 3 machos. Devido a pouca quantidade de exemplares, não é possível determinar o período reprodutivo desta espécie.

Os espécimes analisados ocorreram nos meses de dezembro/08 (1 fêmea em maturação e 1 madura; 2 machos em maturação e 1 maduro), fevereiro/09 (1 fêmea madura), em abril/09 (1 fêmea em maturação) e em junho/09 (1 fêmea em maturação). Os valores do IGS ambos os sexos 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 *P. costatus*, no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	2	3	0,143	0,663		0,080	3,023	1,047
Fev/09	1				17,454			
Abr/09	1				0,607			
Jun/09	1				0,333			
Ago/09								
Out/09								

No trecho de reservatório, foram analisados apenas 2 exemplares; 1 fêmea madura e 1 macho em maturação. O IGS de cada um foi de 3,479 e 0,010, respectivamente.

Reservatório de PA I, II, III

Não foram analisados exemplares desta espécie na região.

Reservatório de PA IV

Foram analisados 4 exemplares. Em abril/09 foram identificadas 1 fêmea em maturação e 1 madura; em junho/09, 1 fêmea madura e 1 macho maduro. Dados de IGS constam da Tabela 2.3.A.4-43.

Tabela 2.3.A.4-43 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *P. costatus*, no reservatório de PA IV.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08								
Fev/09								
Abr/09	2		0,180	14,816				
Jun/09	1	1			3,811			0,410
Ago/09								
Out/09								

Pygocentrus piraya

Reservatório de Moxotó

No trecho de rio, foram analisados 3 indivíduos, sendo 1 fêmea imatura e 2 machos, 1 imaturo e 1 maduro. Os valores de IGS constam da Tabela 2.3.A.4-44.

Tabela 2.3.A.4-44 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *Pygocentrus piraya*, no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08								
Fev/09								
Abr/09	1							
Jun/09		1			0,125			0,085
Ago/09								
Out/09		1						0,323

Do trecho de reservatório não foram obtidos exemplares para análise de biologia reprodutiva.

Reservatório de PA I, II, III

Não foram obtidos exemplares para análise de biologia reprodutiva.

Reservatório de PA IV

Foram analisadas apenas 2 fêmeas maduras, com IGS de 3,094 e 4,699. Ambas foram obtidas em abril/09.

Serrasalmus brandtii

Reservatório de Moxotó

No trecho de rio, foram analisados 29 exemplares, onde 17 eram fêmeas e 12 eram machos. Os espécimes analisados ocorreram nos meses de dezembro/08 (1 fêmea imatura), fevereiro/09 (1 macho esvaziado), abril/09 (1 fêmea imatura, 2 em maturação e 1 madura; 1 macho imaturo e 1 maduro), junho/09 (7 fêmeas e 5 machos imaturos), agosto/09 (4 fêmeas e 4 machos imaturos) e outubro/09 (1 fêmea imatura). Valores de IGS constam da (Tabela 2.3.A.4-45).

Tabela 2.3.A.4-45 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *S. brandtii*, no reservatório de Moxotó, trecho de rio.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	1				0,123			
Fev/09		1						0,091
Abr/09	4	2	0,329	3,552	1,579	0,163	0,465	
Jun/09	7	5	0,150	0,493	0,243	0,033	0,239	0,125
Ago/09	4	4	0,301	0,646	0,472	0,017	0,179	0,093
Out/09	1				2,722			

No trecho de reservatório, foram analisados 8 exemplares, onde 4 eram fêmeas e 4 eram machos. Todos os espécimes foram identificados como imaturos, para ambos os sexos. Dados de IGS constam da Tabela 2.3.A.4-46.

Tabela 2.3.A.4-46 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *S. brandtii*, no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	1				0,097			
Fev/09								
Abr/09	1				0,18			
Jun/09								
Ago/09	1	2			0,149	0,061	0,068	
Out/09	1	2			0,384	0,164	0,165	

Reservatório de PA I, II, III

A proporção sexual foi de 1M: 1,12F, sem diferença entre os sexos ($\chi^2=0,30$) (Tabela 2.3.A.4-47). Os dados de IGS médio e a distribuição dos estádios maturacionais demonstraram a existência de atividade reprodutiva na região, ao longo do período considerado (Figura 2.3.A.4-21) (Tabela 2.3.A.4-48).

Tabela 2.3.A.4-47 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *S. brandtii*, no reservatório de PA I, II, III.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	3	2	60,00	40,00	4,00*
Fev/09	5	1	83,33	16,67	44,44*
Abr/09	17	18	48,57	51,43	0,08
Jun/09	2		100,00	0,00	100,00*
Ago/09	1	1	50,00	50,00	0,00
Out/09	1	4	20,00	80,00	36,00*
TOTAL	29	26	52,73	47,27	0,30

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

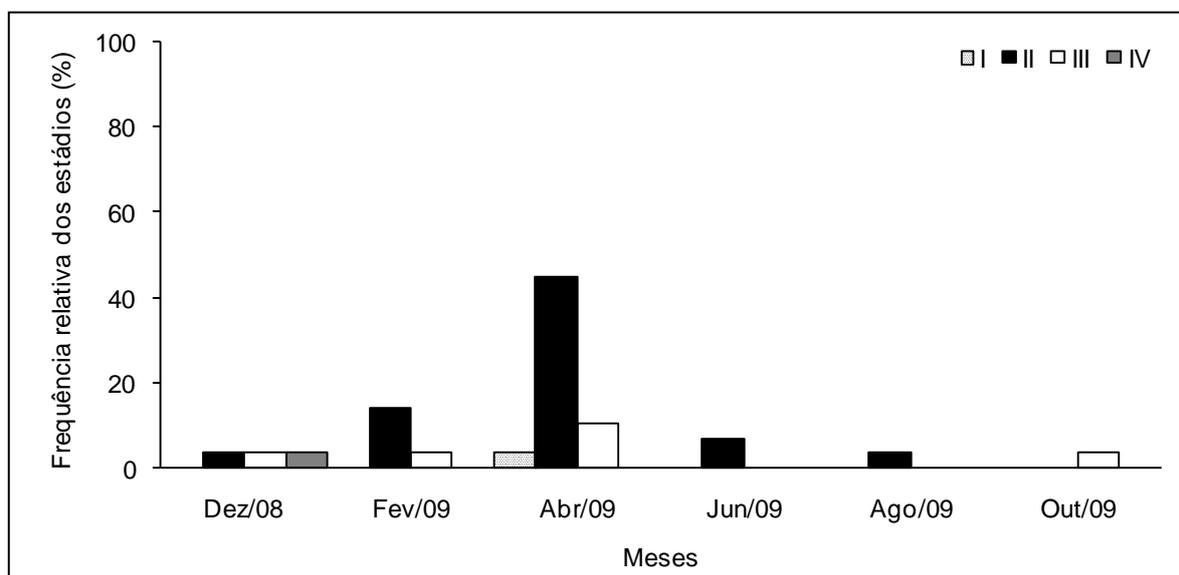


Figura 2.3.A.4-21 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *S. brandtii* no período de fevereiro/09 a outubro/09 no reservatório de PA I II III. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

Tabela 2.3.A.4-48 - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *S. brandtii*, no reservatório de PA I II III.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	0,283	0,658	0,480	0,247	0,288	
Fev/09	0,426	4,286	1,272			0,119
Abr/09	0,163	3,148	0,802	0,002	0,578	0,125
Jun/09	0,452	0,461				
Ago/09			0,707			0,051
Out/09			4,068	0,076	0,411	0,293

Reservatório de PA IV

Foram analisados 40 exemplares, onde 23 eram fêmeas e 17 eram machos. Os espécimes analisados ocorreram nos meses de dezembro/08 (2 fêmeas e 1 macho imaturos), fevereiro/09 (1 macho em maturação), abril/09 (1 fêmea em maturação), junho/09 (9 fêmeas e 4 machos imaturos), agosto/09 (3 fêmeas e 5 machos imaturos) e outubro/09 (5 fêmeas imaturas, 3 em maturação; 3 machos imaturos, 1 em maturação e 2 esvaziados). Dados de IGS constam da Tabela 2.3.A.4-49.

Tabela 2.3.A.4-49 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *S. brandtii*, no reservatório de PA IV.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	2	1	0,183	0,364				0,111
Fev/09		1						0,177
Abr/09	1				0,046			
Jun/09	9	4	0,110	0,824	0,390	0,027	0,165	0,105
Ago/09	3	5	0,712	3,153	1,591	0,017	0,186	0,123
Out/09	8	6	0,074	0,645	0,349	0,005	0,176	0,097

As fêmeas foram numericamente superiores aos machos, em todos os reservatórios estudados. Esta diferença na proporção sexual observada nos reservatórios pode ser devido à 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 e machos esvaziados ocorreram coincidem com a época de desova verificada por Teles e Godinho (1997) nas Três Marias, que também observaram exemplares imaturos indicando que *Serrasalmus brandtii* utiliza o corpo do reservatório como local de desova.

Triportheus guentheri

Reservatório de Moxotó

No trecho de rio foram analisados 54 exemplares, onde 38 eram fêmeas e 16 eram machos. A proporção sexual foi de 1M: 2,38F, havendo diferença na proporção sexual ($\chi^2=16,60$), com as fêmeas sendo maioria em relação aos machos (Tabela 2.3.A.4-50).

Não foram identificadas fêmeas parcialmente desovadas, a observação de exemplares imaturos sugere a utilização da região e áreas próximas como local de desenvolvimento da progênie (Figura 2.3.A.4-22). Fêmeas maduras só foram registradas em abril/09 e junho/09, coincidindo com o maior valor calculado do IGS (Tabela 2.3.A.4-51).

Tabela 2.3.A.4-50 - Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por mês de *T. guentheri* no reservatório de Moxotó, trecho rio.

Meses	Frequência absoluta		Frequência relativa (%)		χ^2
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
Dez/08	5		100,00	0,00	100,00*
Fev/09	18	11	62,07	37,93	5,83*
Abr/09	8	2	80,00	20,00	36,00*
Jun/09	5	2	71,43	28,57	18,37*
Ago/09	1		100,00	0,00	100,00*
Out/09	1	1	50,00	50,00	0,00
TOTAL	38	16	70,37	29,63	16,60*

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

Tabela 2.3.A.4-51 - Variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *T. guentheri*, no reservatório de Moxotó, trecho rio.

Meses	IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08	0,128	2,034	0,713			
Fev/09	0,082	0,349	0,199	0,053	0,263	0,144
Abr/09	0,168	8,658	3,825		0,501	1,017
Jun/09	0,230	5,407	1,314		0,114	0,421
Ago/09			0,258			
Out/09			0,422			0,050

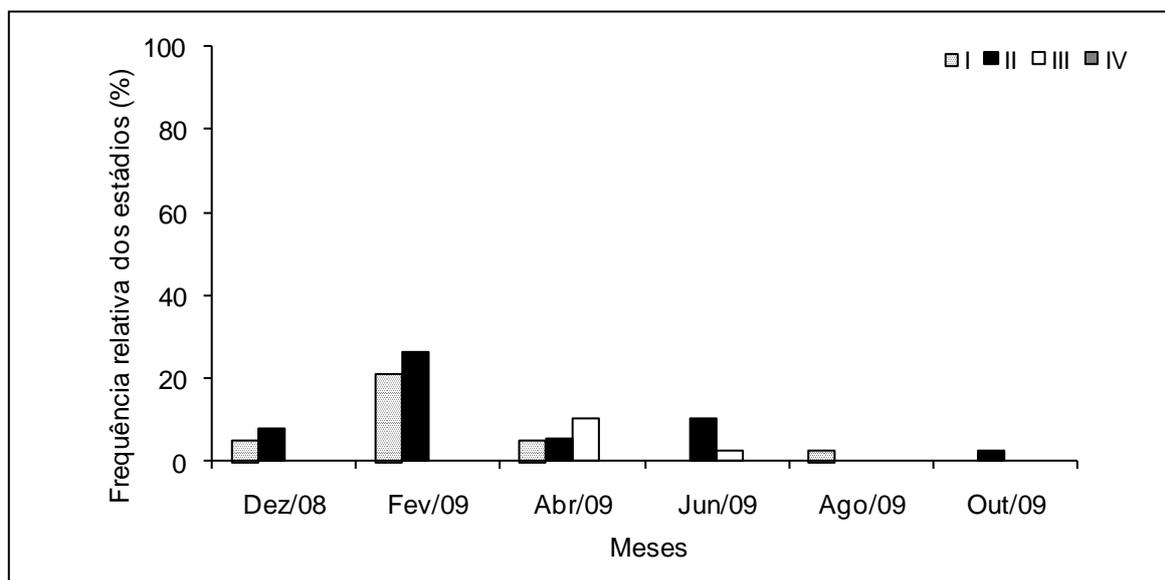


Figura 2.3.A.4-22 – Frequência relativa dos estádios maturacionais das fêmeas de *T. guentheri* no período de fevereiro/09 a outubro/09 no reservatório de Moxotó, trecho rio. Legenda: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – parcialmente desovada.

No trecho de reservatório foram analisados 33 exemplares, onde 31 eram fêmeas e 2 eram machos. Os espécimes analisados ocorreram nos meses de agosto/09 (5 fêmeas em maturação, 1 madura e 1 parcialmente desovada) e outubro/09 (7 fêmeas em maturação e 17 maduras; 1 macho em maturação e 1 esvaziado). Dados de IGS constam da Tabela 2.3.A.4-52.

Tabela 2.3.A.4-52 - Frequência absoluta e variação mensal do Índice gonadossomático de fêmeas e machos de *T. guentheri*, no reservatório de Moxotó, trecho de reservatório.

Meses	Total		IGS Fêmeas			IGS Machos		
	Fêmeas	Machos	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Dez/08								
Fev/09								
Abr/09								
Jun/09								
Ago/09	7		0,607	3,870	1,371			
Out/09	24	2	0,302	8,879	4,213	0,197	0,295	

Reservatório de PA I, II, III

Nesta região, apenas em fevereiro/09 e abril/09 foram analisados exemplares de *T. guentheri*, 4 fêmeas e 2 machos. A pouca quantidade de exemplares não permite inferir sobre o padrão reprodutivo desta espécie no referido reservatório.

Todos os exemplares estavam maduros. Os valores do IGS constam da Tabela 2.3.A.4-53.

Tabela 2.3.A.4-53 - 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.
Dez/08								
Fev/09	1				8,799			
Abr/09	3	2	2,838	6,537	4,243	1,433	1,601	
Jun/09								
Ago/09								
Out/09								

Reservatório de PA IV

Foram analisados 18 exemplares identificados como 12 fêmeas e 6 machos. A pouca quantidade de exemplares não permite inferir sobre o padrão reprodutivo desta espécie no referido reservatório.

Os espécimes analisados ocorreram nos meses de dezembro/08 (2 fêmeas e 1 macho imaturos), fevereiro/09 (1 macho em maturação), abril/09 (1 fêmea em maturação), junho/09 (9 fêmeas e 4 machos imaturos), agosto/09 (3 fêmeas e 5 machos imaturos) e outubro/09 (5 fêmeas imaturas, 3 em maturação; 3 machos imaturos, 1 em maturação e 2 esvaziados). Os valores do IGS constam da Tabela 2.3.A.4-54.

Tabela 2.3.A.4-54 - 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.
Dez/08								
Fev/09	1				13,851			
Abr/09	3	5	1,838	4,002	2,982	0,014	1,013	0,271
Jun/09								
Ago/09								
Out/09	8	1	0,277	8,89	3,448			0,609

Somente em Moxotó foi possível determinar o período em que *T. guentheri*. De acordo com Godinho (1994), esta espécie se reproduz nos meses entre outubro e abril, no reservatório de Três Marias/MG; dado semelhante ao observado no presente estudo.

2.4. Considerações finais

- Ao longo do reservatório, as espécies *Bryconops cf. affinis*, *Acestrorhynchus bristkii*, *Moenkhausia costae* e *Plagioscion squamosissimus* foram as mais abundantes, sendo que a pescada *Plagioscion squamosissimus* apresentou maior amplitude em todo o reservatório.
- Em todos os trechos as menores malhas (12 e 15) foram mais eficientes devido a grande abundância de espécies de pequeno porte.
- Em Moxotó (rio e reservatório) e PA I, II III a diversidade apresentou-se média e baixa devido da grande abundância de *Bryconops cf. affinis* na comunidade tornando as espécies mal distribuídas, Já em PA IV a diversidade, foi baixa e média devido que a espécie *Acestrorhynchus bristkii* dominou na comunidade.
- Entre os reservatórios no Complexo (PA I,II,III, PA IV e Moxotó), a diversidade apresentou-se média apresentando maior valor tanto de diversidade como de riqueza em Moxotó.
- Houve predominância de larvas de *A. vaillanti* em todas as amostras coletadas, principalmente nas amostras diurnas, isso se deve principalmente ao fato da espécie ter característica pelágica habitando as áreas centrais do reservatório, que são geralmente evitadas por outras espécies.
- A abundância de larvas, assim como a participação de outros táxons além de Clupeiformes, é maior nas coletas noturnas, o que é esperado uma vez que durante a noite a taxa de predação é menor devido à menor visibilidade.
- A predominância do estágio de pré-flexão nas amostras, ao mesmo tempo em que indica a atividade reprodutiva ao longo do ano, no que se refere à *A. vaillanti*,

decorre da menor mobilidade destas larvas. Com o seu crescimento e desenvolvimento, adquirem maior mobilidade podendo selecionar áreas mais abrigadas e com maior disponibilidade de alimento do que o ambiente pelágico.

- As amostragens realizadas nas estações do trecho lótico em Moxotó apresentaram, em geral, maior abundância provavelmente devido à maior turbidez da água o que conseqüentemente reduz a visibilidade e aumenta a disponibilidade de alimento devido ao aporte de nutrientes.
- *A. britskii* e *A. lacustris* são exclusivamente piscívoras.
- *H. malabaricus*, *P. squamosissimus*, *P. farncisci*, *P. piraya*, e *S. brandtii* podem ser consideradas piscívoras generalistas, em função do notável predomínio de peixes em sua dieta e da grande variedade de espécies-presa, muito embora, crustáceos e insetos tenham sido também registrados.
- *B. cf. affinis*, *T. guentheri*, *T. chalceus*, *P. galeatus*, *P. maculatus*, apresentaram padrão alimentar semelhante, sendo consideradas onívoras devido à grande variedade de itens alimentares consumidos.
- *M. maculatus* e *L. elongatus* foram considerados herbívoros.
- Variações espaciais na dieta (Moxotó – rio/reservatório) estão relacionadas de um modo geral à disponibilidade de recursos no ambiente e as características particulares do regime hidrológico do reservatório.
- 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, as quais foram possíveis 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 continuação 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 apresentem 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, zôoplancton, 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	MO CA 02	Captação do município de Glória (BA)
41	MO CA 03	Captação do município de Paulo Afonso (BA)
42	P1 CA 01	Captação da Vila Moxotó, em Delmiro Gouveia (AL).
43	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	23	P1 OG 03	586913	8962054
2	MOX 02	578954	8979150	24	P4 OG 01	586269	8959421
3	MOX 03	591617	8975102	25	P4 OG 02	586535	8958826
4	MOX 04	585590	8970536	26	P4 OG 03	587255	8958895
5	MOX 05	583548	8967163	27	P4 OG 04	587451	8958944
6	MOX 06	585658	8966534	28	MO PI 01	576548	8984135
7	MOX 07	582993	8964939	29	MO PI 02	580394	8980978
8	MOX 08	584146	8963447	30	MO PI 03	579675	8979540
9	PA 01	586151	8964229	31	MO PI 04	580944	8977969
10	PA 02	587243	8961689	32	MO PI 05	582293	8975409
11	PAIV 01	584528	8959870	33	MO PI 06	583446	8973197
12	PAIV 02	586196	8959297	34	MO PI 07	577668	8979056
13	PAIV 03	585095	8957884	35	MO PI 08	579940	8974452
14	PAIV 04	582786	8957352	36	MO PI 09	582683	8969742
15	PAIV 05	583044	8959024	37	MO PI 10	585150	8963979
16	MO OG 01	586975	8965864	38	P1 PI 01	585957	8964257
17	MO OG 02	585150	8963979	39	MO CA 01	578951	8985759
18	MO OG 03	587178	8965339	40	MO CA 02	583191	8967044



19	MO OG 04	586962	8965256	41	MO CA 03	584146	8963447
20	MO OG 05	585624	8964114	42	P1 CA 01	587178	8965339
21	P1 OG 01	587470	8961754	43	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	23	P1 OG 03	OG
2	MOX 02	LIMNO	24	P4 OG 01	OG
3	MOX 03	LIMNO	25	P4 OG 02	OG
4	MOX 04	LIMNO, AGRO e BENTOS	26	P4 OG 03	OG
5	MOX 05	LIMNO e BENTOS	27	P4 OG 04	OG
6	MOX 06	LIMNO	28	MO PI 01	LIMNO e PIS
7	MOX 07	LIMNO	29	MO PI 02	LIMNO e PIS
8	MOX 08	LIMNO	30	MO PI 03	LIMNO e PIS
9	PA 01	LIMNO	31	MO PI 04	LIMNO e PIS
10	PA 02	LIMNO	32	MO PI 05	LIMNO e PIS
11	PAIV 01	LIMNO	33	MO PI 06	LIMNO e PIS
12	PAIV 02	LIMNO	34	MO PI 07	LIMNO e PIS
13	PAIV 03	LIMNO e BENTOS	35	MO PI 08	LIMNO e PIS
14	PAIV 04	LIMNO, AGRO e BENTOS	36	MO PI 09	LIMNO e PIS
15	PAIV 05	LIMNO	37	MO PI 10	LIMNO e PIS
16	MO OG 01	OG	38	P1 PI 01	LIMNO e PIS
17	MO OG 02	OG	39	MO CA 01	LIMNO
18	MO OG 03	OG	40	MO CA 02	LIMNO
19	MO OG 04	OG	41	MO CA 03	LIMNO
20	MO OG 05	OG	42	P1 CA 01	LIMNO
21	P1 OG 01	OG	43	P1 CA 02	LIMNO
22	P1 OG 02	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 μm , 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 (m^3) = $A \times P$, sendo “A” a área da boca da rede de plâncton (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 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ O}_2$) – e sólidos totais dissolvidos (STD) – concentração ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) –, 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 (CaCO_3), dureza total (CaCO_3), bem como as concentrações de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram determinadas segundo Goltermann *et al.* (1978). A concentração de nitrato (N- NO_3) e nitrito (N- NO_2), segundo Mackereth *et al.* (1978), e de nitrogênio amoniacal total (N- NH_3 + N- NH_4), segundo Koroleff (1976). O fósforo inorgânico dissolvido (P- PO_4), o fosfato total (P- PO_4) e o fósforo total (P) foram determinados segundo Strickland & Parsons (1960). A concentração de cloretos (Cl), silicatos (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⁻¹) foi realizada segundo o método de Utermohl (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^{-1} .

3.2.D.2.3. Zooplâncton

As amostragens dos organismos foram realizadas com auxílio de embarcação motorizada e rede de plâncton com 64 μm de abertura de malha, ou através de baldes (para filtragem de água). Diferenças na metodologia de coleta entre algumas estações podem ocasionar divergência de resultados, uma vez que a amostragem por balde pode capturar menos indivíduos, e os resultados podem também não serem representativos para estudos de diversidade, como discutido a posteriori.

O material coletado foi acondicionado em frascos plásticos (250 mL), devidamente etiquetados e preservados em lugar.

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_T" é o volume total de cada amostra,
"x" é o número de indivíduos de cada taxa
"V_C" é o volume de cada sub-amostra.

O número total de organismos por volume (ind.m^{-3}) foi obtido usando-se a formula:

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

onde: "D" é a densidade
"N" é o número total de organismos
"V_F" é o volume de água filtrado pela rede de plâncton.

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⁻³.

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

Para o cálculo de diversidade e eqüitabilidade, foi utilizado o *software Ecology-Basica* para cálculo dos valores de diversidade específica e eqüitabilidade. O cálculo dos índices de diversidade específica e eqüitabilidade foi baseado em Shannon (1948), de acordo com a fórmula:

$$H' = -\sum pi \cdot \log_2 pi \quad \therefore pi = ni / N$$

Onde: ni é o número de indivíduos de cada espécie "i", e N é o número total de indivíduos.

Os resultados são apresentados em termos de bits por indivíduos, sendo 1 bit equivalente a uma unidade de informação (Valentin et al., 1991). Os valores maiores de 3 bits.ind⁻¹ são considerados como alta diversidade e os valores menores que 1 bit.ind⁻¹ consideram-se como baixa diversidade.

A Eqüitabilidade (J) foi calculada segundo o índice de Shannon (1948), utilizando a fórmula:

$$J = H'máx / S$$

Onde S é o número total de espécies de cada amostra, e H'máx é o número da diversidade específica máxima teórica. Considera-se os valores maiores de 0,5 como sendo eqüitativos.

Com relação as análises baseadas em matrizes de dados muito grandes, devido a inclusão de taxa que ocorrem raramente (o caso de Moxotó), os resultados tornam-se duvidosos, pois se atribui alta correlação aos taxa que possuem grande número de ausências simultâneas. Desta forma, para reduzir este problema, foi excluído da análise os taxa com menos de 50% de freqüência de ocorrência.

O método aplicado foi o de agrupamento ("*Cluster analysis*"), após medição de similaridade pelo coeficiente de correlação momento-produto de Pearson segundo a fórmula:

$$\frac{\sum(X_{ij} - X_j)(X_{ik} - X_k)}{\sqrt{\sum(X_{ij} - X_j)^2 \sum(X_{ik} - X_k)^2}}$$

Onde se aplicou a transformação linearizante $\text{Log}(x + 1)$ dos dados, visando homogeneização das variâncias, mais eficaz no caso do plâncton, pois reduz a distorção dos resultados (Valentin, 1983).

A classificação utilizada foi a aglomerativa hierárquica do "Peso proporcional (*Weighted Pair Group Method - WPGMA*)).

Os resultados da classificação são visualizados sob a forma de dendograma, e após sua construção, o nível de corte que define os grupos é selecionado na base da interpretabilidade ecológica da classificação (Leps et al., 1990).

Os cálculos da análise multivariada foram realizados utilizando-se o software NTSYS (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*).

3.2.D.2.4. Análise multivariada (Análise de componentes principais)

Para aplicação da análise multivariada, sendo essa a análise de componentes principais - ACP, formou-se uma matriz com os dados de variáveis químicas, físicas e biológicas e as densidades dos grupos fito e zooplanctônicos para o período que o presente relatório abrange, sendo essa massa de dados transformada com $\text{Log}(x+1)$ para padronização da mesma.

Previamente realizou análise de correção entre todas as variáveis e grupos analisados para que se identificasse as correlações significativas existentes e que posteriormente fosse gerada as ACP (Fator 1 e 2). Todas as análises foram feitas com o aplicativo *Statistica 8.0 for windows* da *Statsoft*.

3.2.D.2.5. Macroinvertebrados bentônicos

Amostras de sedimento não-consolidado (argiloso-arenoso-lamoso) foram coletadas com um pegador tipo “Petersen” modificado ($0,0345 \text{ m}^2$), em seis (6) estações selecionadas dentre aquelas de monitoramento limnológico (MOX 02, MOX 04, MOX 05, PA, PA IV 03 e PA IV 05). Em cada estação (exceto PA), 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 m², de acordo com a seguinte fórmula:

$$N = O / A$$

onde: "N" é o número de indivíduos por m²,
"O" é número de organismos contados na amostra,
"A" é área do amostrador (m²).

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 eqüitabilidade 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.⁻¹, média entre 2,0 e 3,0 bits.ind.⁻¹, 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.

Tendo em vista que apenas parte dos macroinvertebrados foi identificada em nível de gênero ou espécie, a análise da diversidade foi calculada ao nível de grupo. Utilizaram-se o índice de Brillouin, empregando-se o programa estatístico ECOLOGICAL METHODOLOGY 6.0 (Krebs, 1999).

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 – NGeo, 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 2008 e março, junho e setembro de 2009, 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 e 5 (anexos), por sua vez, resume os dados descritivos relativos aos parâmetros de avaliação do estado trófico e gases totais dissolvidos do reservatório respectivamente.

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 e 6 (anexos) apresenta os resultados correspondentes da análise estatística para os parâmetros de avaliação do estado trófico e GTD respectivamente.

De modo semelhante a diversos reservatórios brasileiros e seus rios formadores as águas do rio São Francisco e dos seus 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 nº. 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 nº. 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/2009 e menores em setembro/2009, 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/2009, chegando a registrar, em junho e setembro/2009, 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 28 °C, o que determinou uma não diferenciação significativa entre as mesmas ($p = 0,4881$, 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 $p = 0,0112$ (Tabela 2 e Figura 3.3.A.1-1c), provavelmente essa diferenciação também está ligada aos valores de superfície superiores a massa dada e máximo.

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 estas, 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 31,47 °C foi registrada em MOX 05, e a mínima de 24,78 °C foi registrada em MOX 01, resultando em uma amplitude térmica, para todo o período estudado, de 6,69 °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 diferenciação estatística entre estações, períodos estudados e profundidades (Figura 3.3.A.1-2a, b e c) ($p=0,0012$, $0,0001$ e $0,0001$ respectivamente). A provável razão das diferenças estatísticas apresentadas são os valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução n°. 357, do CONAMA para águas da Classe II, de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$, e as elevadas amplitudes nas estações

MOX 03 e MOX 04, que apresentaram picos abaixo do limite citado, conforme pode ser observado nas Figura 3.3.A.1-2a, b e c, em dezembro/2008, março, junho e setembro/2009, principalmente no fundo.

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/2009 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 associação dos fatores apresentados, juntamente 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/2009 (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.

A DQO apresentou níveis ascendentes durante o ano estudado, reduzindo a a mediana em junho e mais ainda em setembro/2009. Junho de 2009 foi o mês onde ocorreram as maiores amplitudes na coluna d'água e o pico máximo de $119,69 \text{ mg.L}^{-1} \text{ O}_2$, na superfície de MOX 03. A massa de dados mais ampla ocorreu em setembro/2009 (Figura 3.3.A.1-3b). Mesmo com os fatores citados anteriormente, não houve diferença

sazonal significativa entre os meses ($p = 0,2283$), provavelmente pela proximidade das medianas e relativa das massa de dados, assim como entre as profundidades.

Espacialmente, a DQO mostrou uma distribuição heterogênea, aumento dos valores medianos, principalmente em MOX 03 e PAIV 01 e 02, tornando a diminuir até nas respectivas estações subsequentes (Figura 3.3.A.1-3a). O fato comentado anteriormente associado as elevadas amplitudes nas estações MOX 03, 04 e 07 e PAIV 01, 03 e 04, provavelmente levaram a diferenciação estatística entre estações ($p=0,0008$).

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 do reservatório de 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.

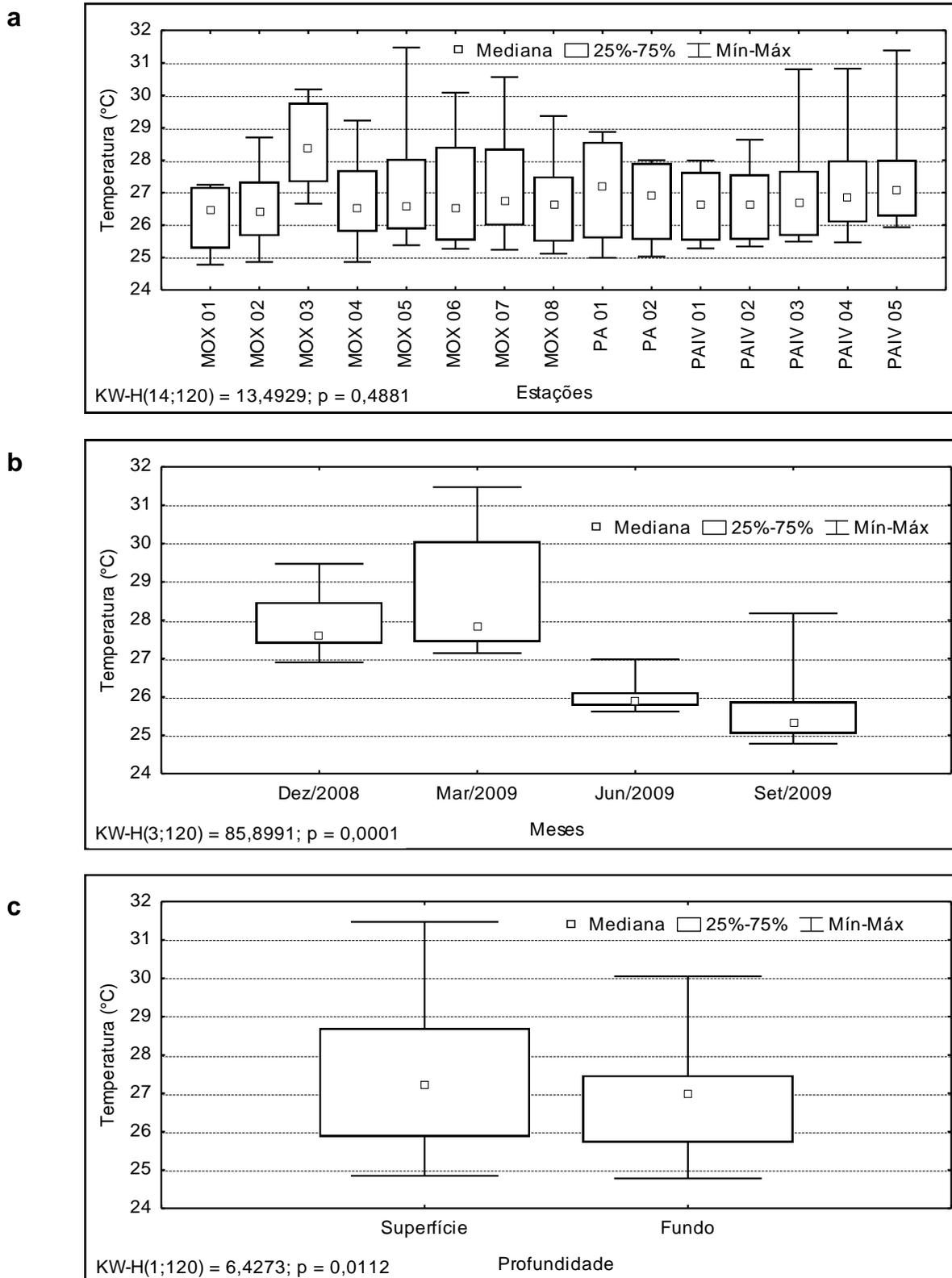


Figura 3.3.A.1-1 – Amplitude de variação e mediana dos valores da temperatura da água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

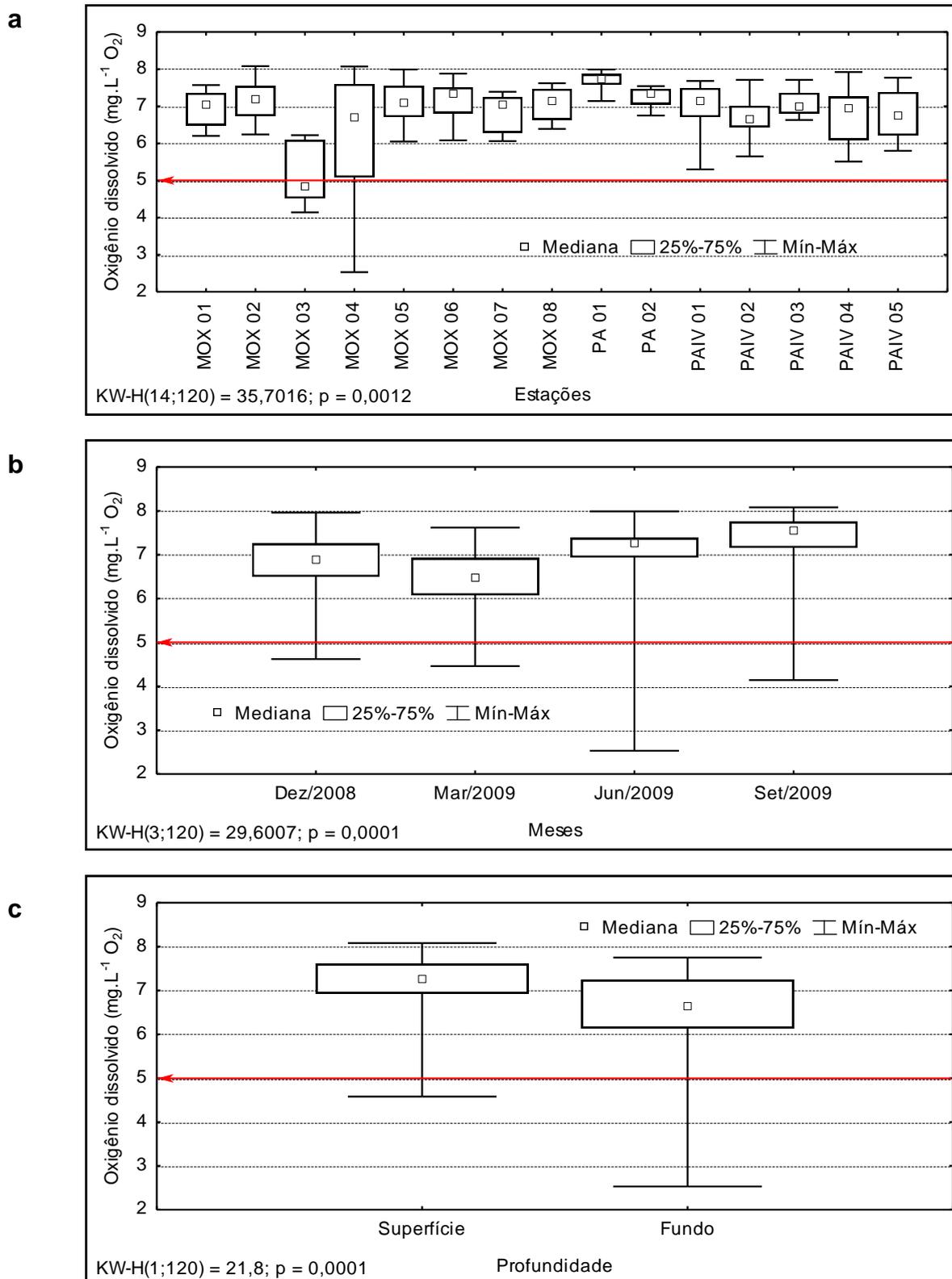


Figura 3.3.A.1-2 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de oxigênio dissolvido na água, (a) nas estações, (b) meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009. A linha em destaque indica o valor mínimo estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005.

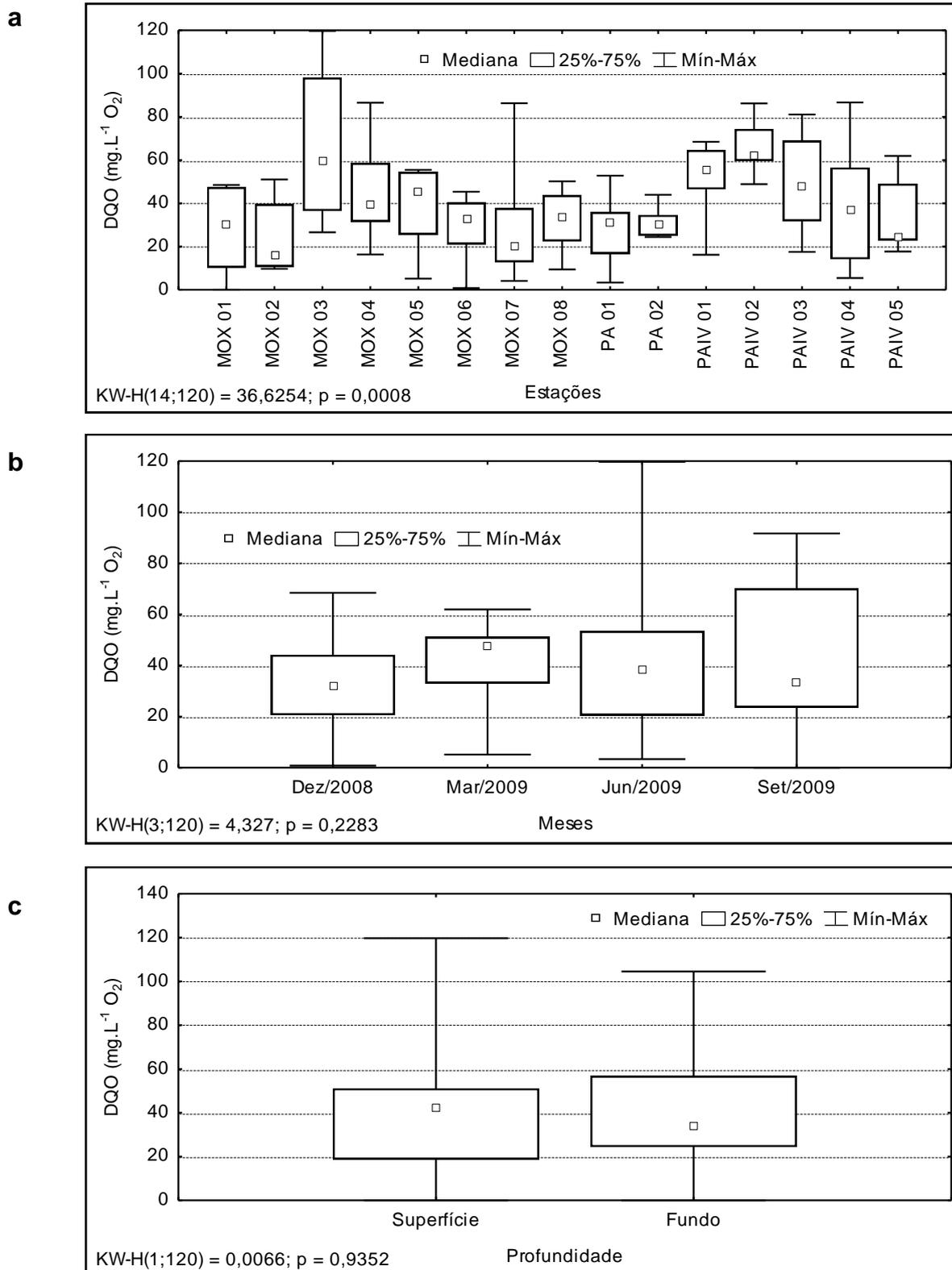


Figura 3.3.A.1-3 – Amplitude de variação e mediana dos valores da DQO, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

3.3.A.2. Gases totais dissolvidos

O comportamento dos gases totais dissolvidos ao longo do segundo ano de monitoramento nas estações de amostragem não apresentou diferença estatística para nenhuma das profundidades amostradas (Tabela 6). A variação total entre todas as estações, períodos e profundidades amostradas foi de 97,15 a 112,30 % (Tabela 5) (Figura 3.3.A.2-1 e Figura 3.3.A.2-2).

O comportamento GTD entre os meses de amostragem apresentou-se de maneira diferenciada com medianas e amplitudes mais elevadas em dezembro/2008 e março/2009 e uma tendência de diminuição dos valores no mês de junho e setembro/2009, ocorrendo assim diferenciação estatística para todas as profundidades (Figura 3.3.A.3-3). Tal fato pode estar associado a sazonalidade, os elevados valores de GTD registrados são verificados nos períodos em que a temperatura apresentou os maiores aferições, mostrando um relação diretamente proporcional entre estes dois parâmetros, diferentemente do verificado para a concentração de oxigênio dissolvido.

O GTD apresentou média de 100,82, 101,62, 101,57 e 100,87%, o desvio padrão de 1,04, 2,09, 2,58 e 2,59 e a variância de 1,08, 4,36, 6,64 e 6,70 para as profundidades de 0, 5, 10 e 15m respectivamente (Tabela 5). Com destaque para a profundidade de 15m, onde ocorreu os maiores valores amplitude, variância e desvio padrão.

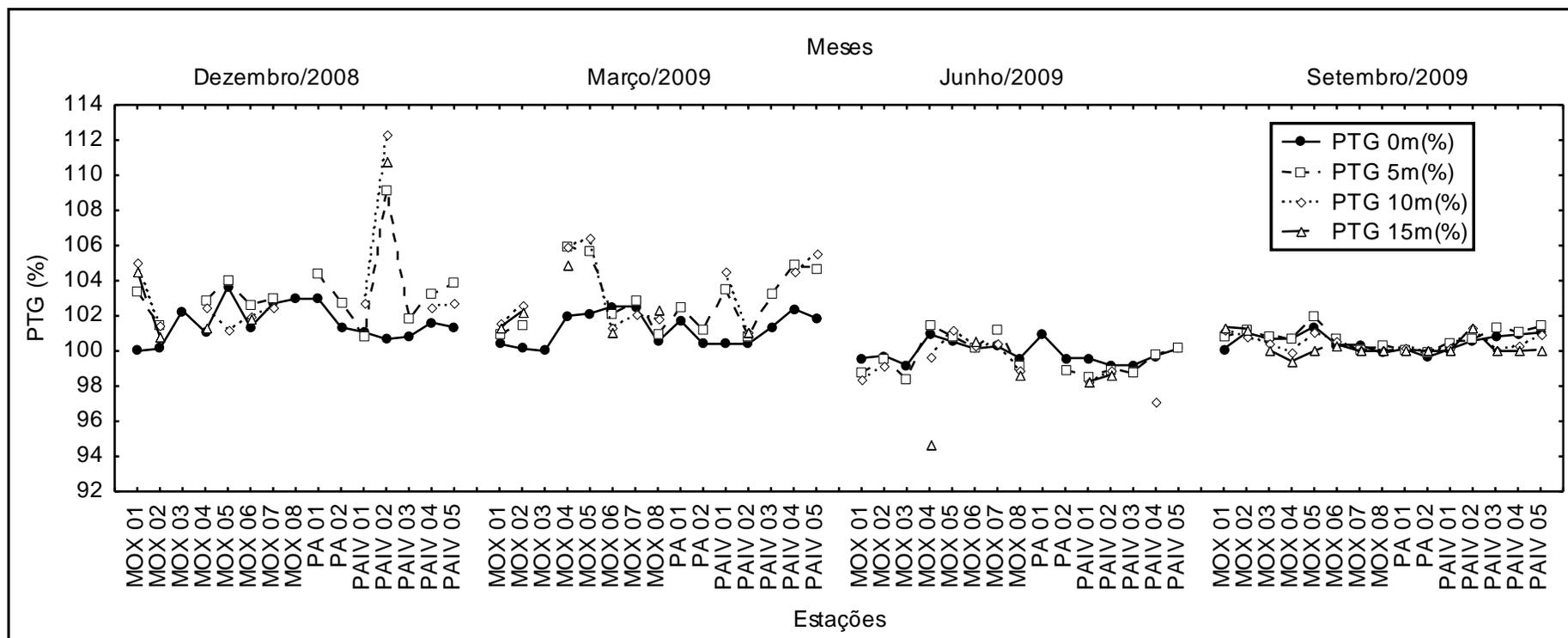


Figura 3.3.A.2-1 – Variação da concentração de gases totais dissolvidos dentre as estações de amostragem nos reservatório do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

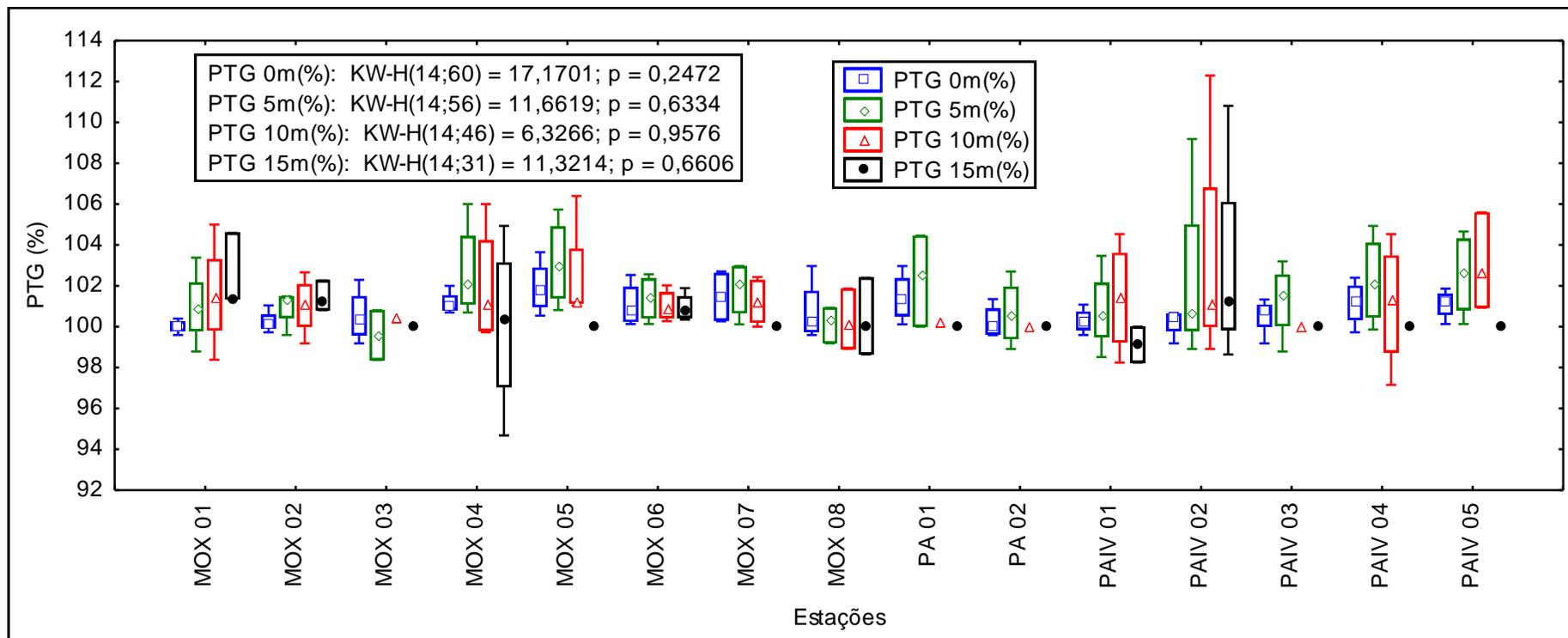


Figura 3.3.A.2-2 – Amplitude de variação e mediana dos valores de gases totais dissolvidos nas estações de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

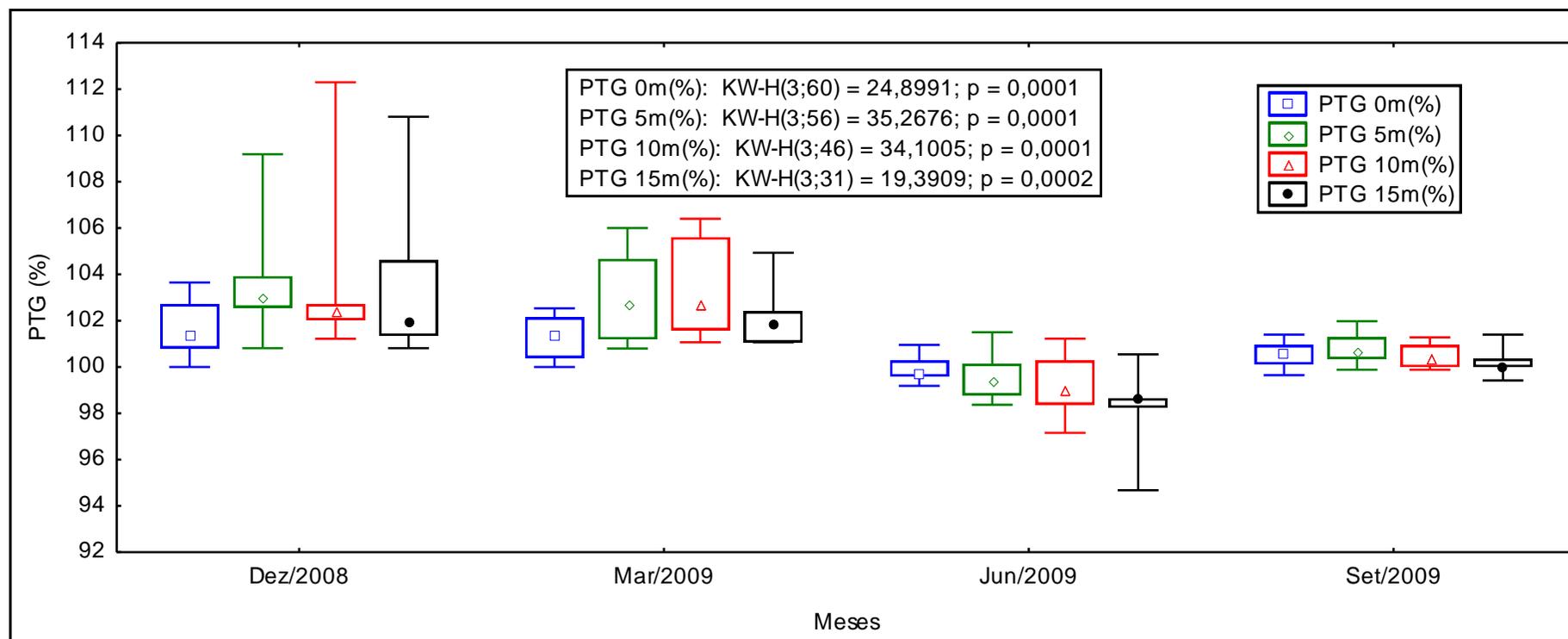


Figura 3.3.A.2-3 – Amplitude de variação e mediana dos valores de gases totais dissolvidos nos meses de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

3.3.A.3. pH, alcalinidade e dureza totais, cálcio e magnésio

Especialmente o pH mostrou a maioria valores medianos compreendidos entre 7 e 8, mesmo assim, houve diferenciação estatística entre estações ($p = 0,0165$, Tabela 2), (Figura 3.3.A.3-1a). Essa diferenciação para estações pode está ligada a elevadas amplitudes apresentadas pelas estações MOX 04, 05 e 07. Em relação a sua distribuição temporal, o pH também diferiu significativamente entre os trimestres ($p = 0,0001$, Tabela 2), destacando os meses de junho/2009, onde ocorreram valores mais e menos elevados (Figura 3.3.A.3-1b). Houve diferença significativa entre as profundidades ($p = 0,0001$ Tabela 2 e Figura 3.3.A.3-1c). O valor máximo, de 9,18, ocorreu na superfície de MOX 07, e o mínimo, de 2,55, no fundo de MOX 05. A média geral foi de 7,55, desvio padrão de 0,77 e variância de 0,59 (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 – abaixo, MOX 01, 04, 05 e 07 e acima somente MOX 07.

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.3-2a e Figura 3.3.A.3-3a, respectivamente) exceto na alcalinidade total, nas estações PAIV 01 a 05 com massa de dados e amplitude mais elevadas, mas sem diferenciação estatística ($p=0,4319$). Já a dureza diferenciou significativamente entre estações ($p = 0,0015$, Tabela 2). Ambas as variáveis registraram valores máximos em MOX 03, no mês de setembro/2009, sendo estes de 142,50 e 241,83 mg.L^{-1} CaCO_3 , respectivamente. O valor mínimo de alcalinidade total, de 11,50 mg.L^{-1} CaCO_3 , foi registrado na superfície de PAIV 02, e o mínimo de dureza total, de

11,11 mg.L⁻¹ CaCO₃, foi registrado na superfície de PAIV 01. As médias anuais de alcalinidade e dureza totais foram de 34,87 e 31,66 mg.L⁻¹ CaCO₃, respectivamente, demonstrando equilíbrio entre as variáveis.

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⁻¹ CaCO₃ ou meq.L⁻¹ (1 meq.L⁻¹ = 50 mg.L⁻¹ CaCO₃), é usualmente entendida como a capacidade de tamponamento do sistema carbonato na água, ou seja, sua capacidade de neutralizar ácidos (ESTEVES, 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 CO₂ 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 CO₂ – HCO₃⁻ – CO₃²⁻ 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⁻), carbonato (CO₃²⁻) e bicarbonato (HCO₃⁻). 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 os meses em ambas e entre estações para o magnésio ($p < 0,05$, Tabela 2). Neste último caso, destaca-se a estação MOX 03 com valores mais elevados nos meses de junho e setembro/2009 para o magnésio, já o valor mínimo ocorreu no mês de dezembro de 2008 (Figura 3.3.A.3-4 e Figura 3.3.A.3-5).

O cálcio apresentou média de $7,35 \text{ mg.L}^{-1}$ Ca, o desvio padrão de 5,22 e a variância de 27,24, enquanto para o magnésio teve média de $3,23 \text{ mg.L}^{-1}$ Mg, o desvio padrão de 5,22 e a variância de 29,39 (Tabela 4).

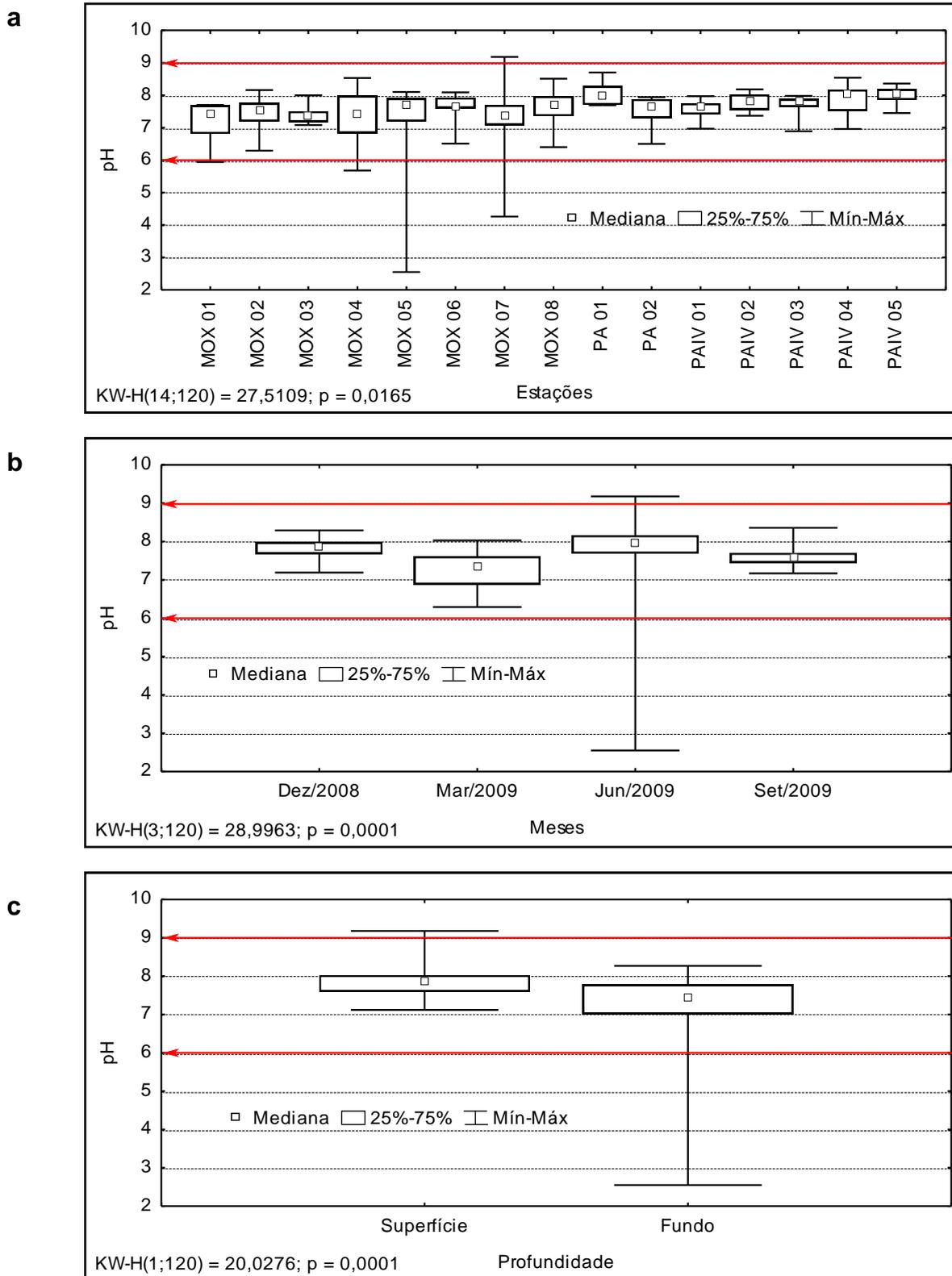


Figura 3.3.A.3-1 – Amplitude de variação e mediana dos valores do pH da água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009. A linha em destaque indica o valor mínimo estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005.

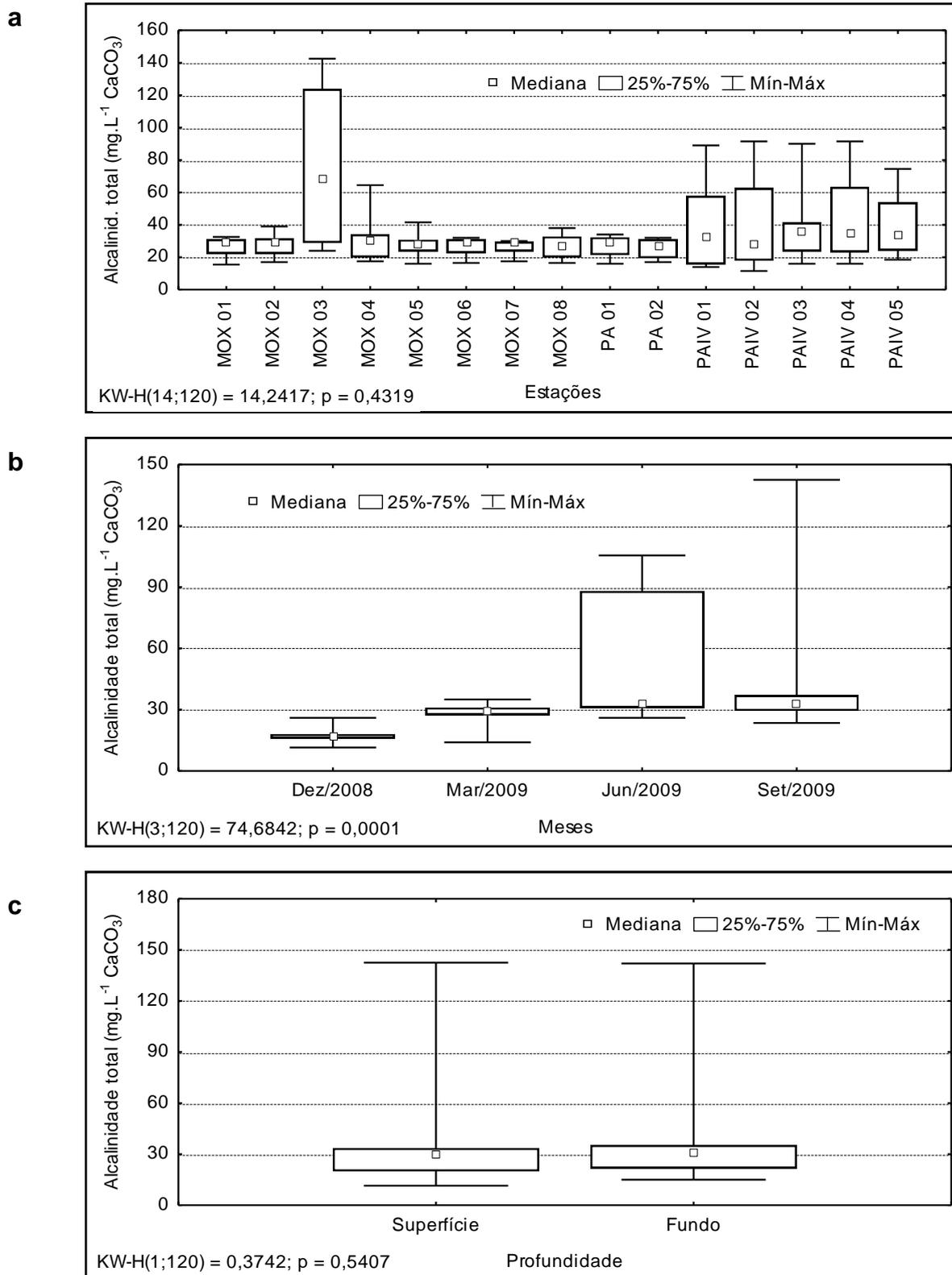


Figura 3.3.A.3-2 – Amplitude de variação e mediana dos valores da alcalinidade total, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

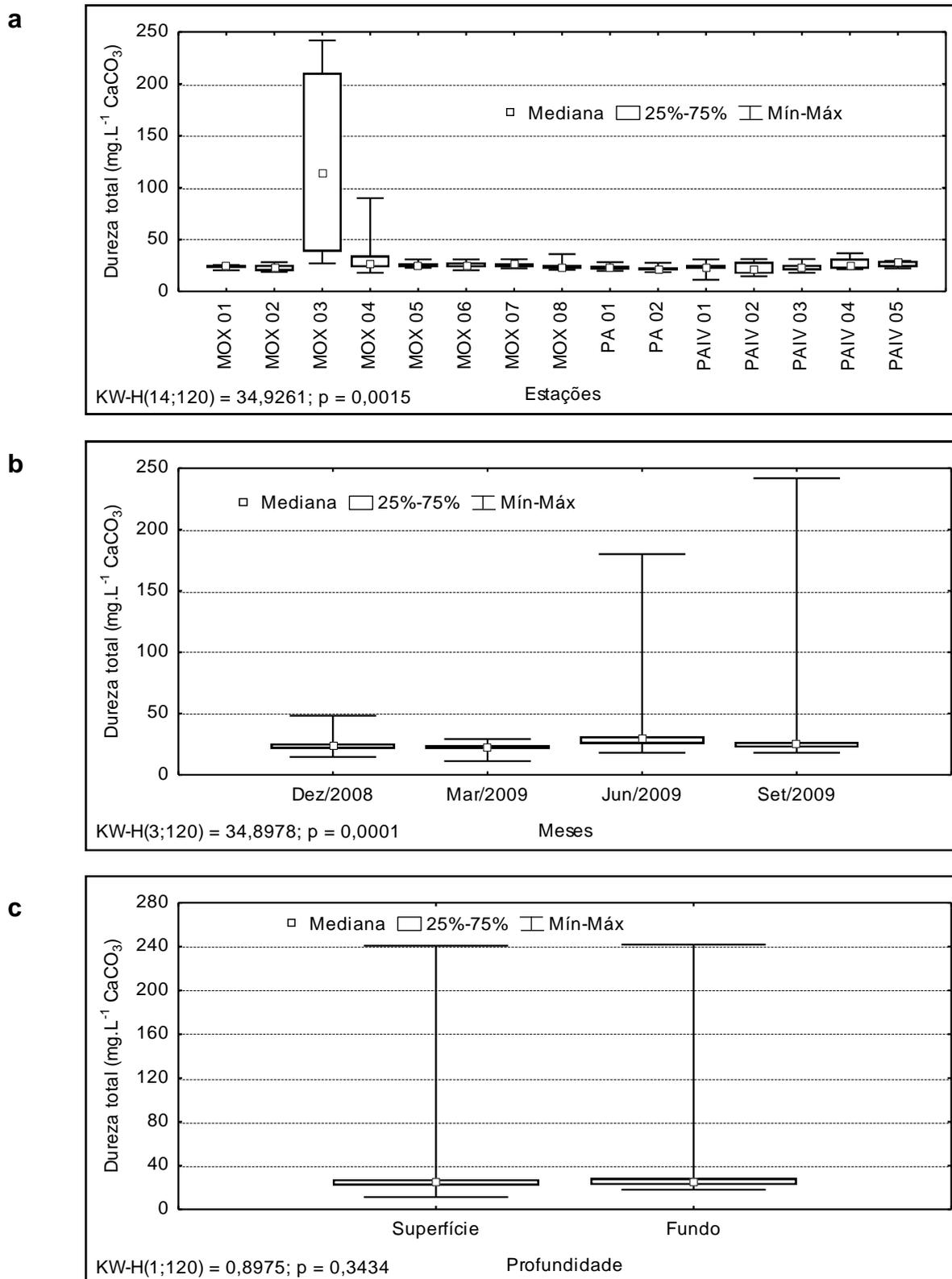


Figura 3.3.A.3-3 – Amplitude de variação e mediana dos valores da dureza total, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

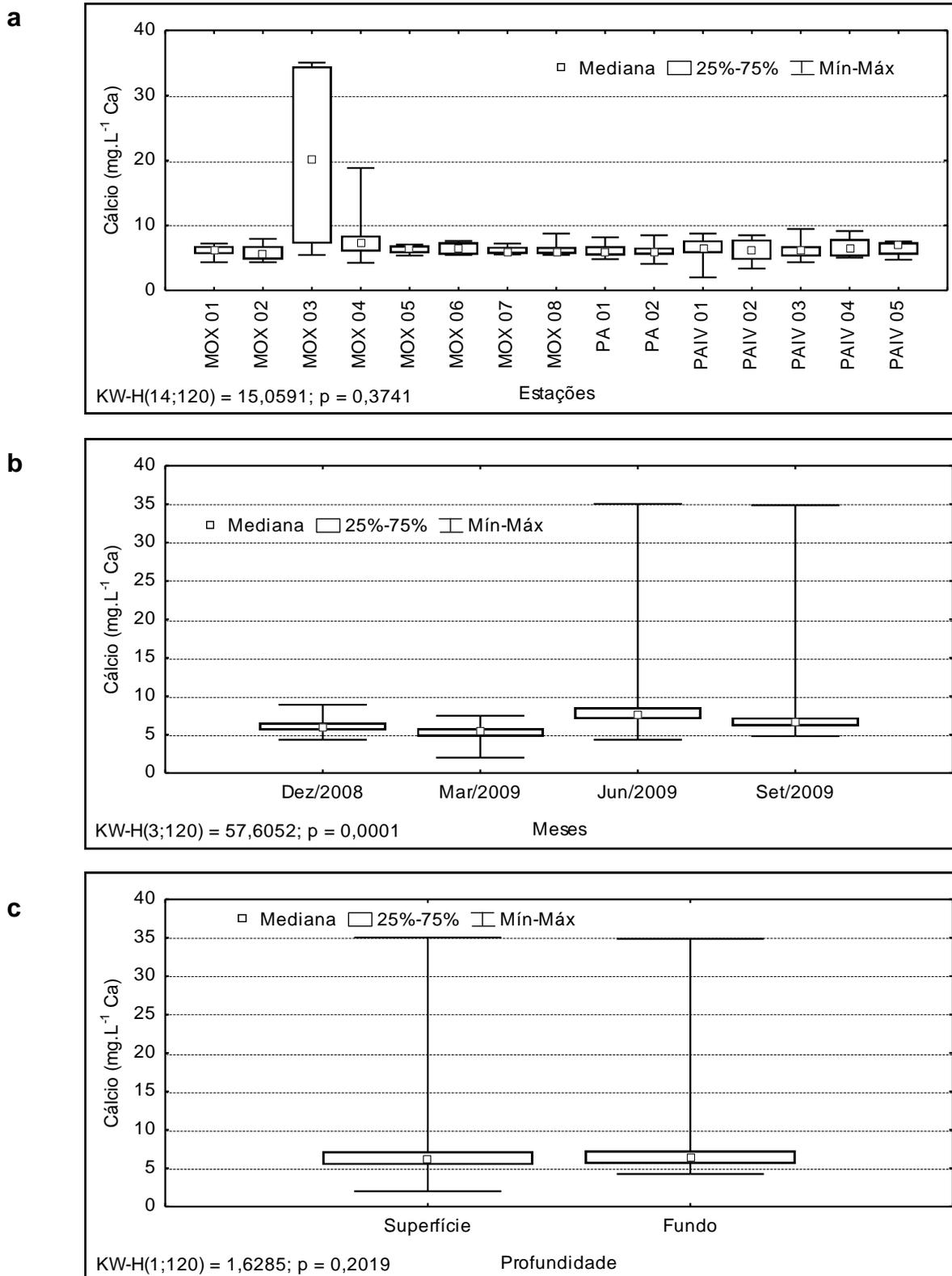


Figura 3.3.A.3-4 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de cálcio, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

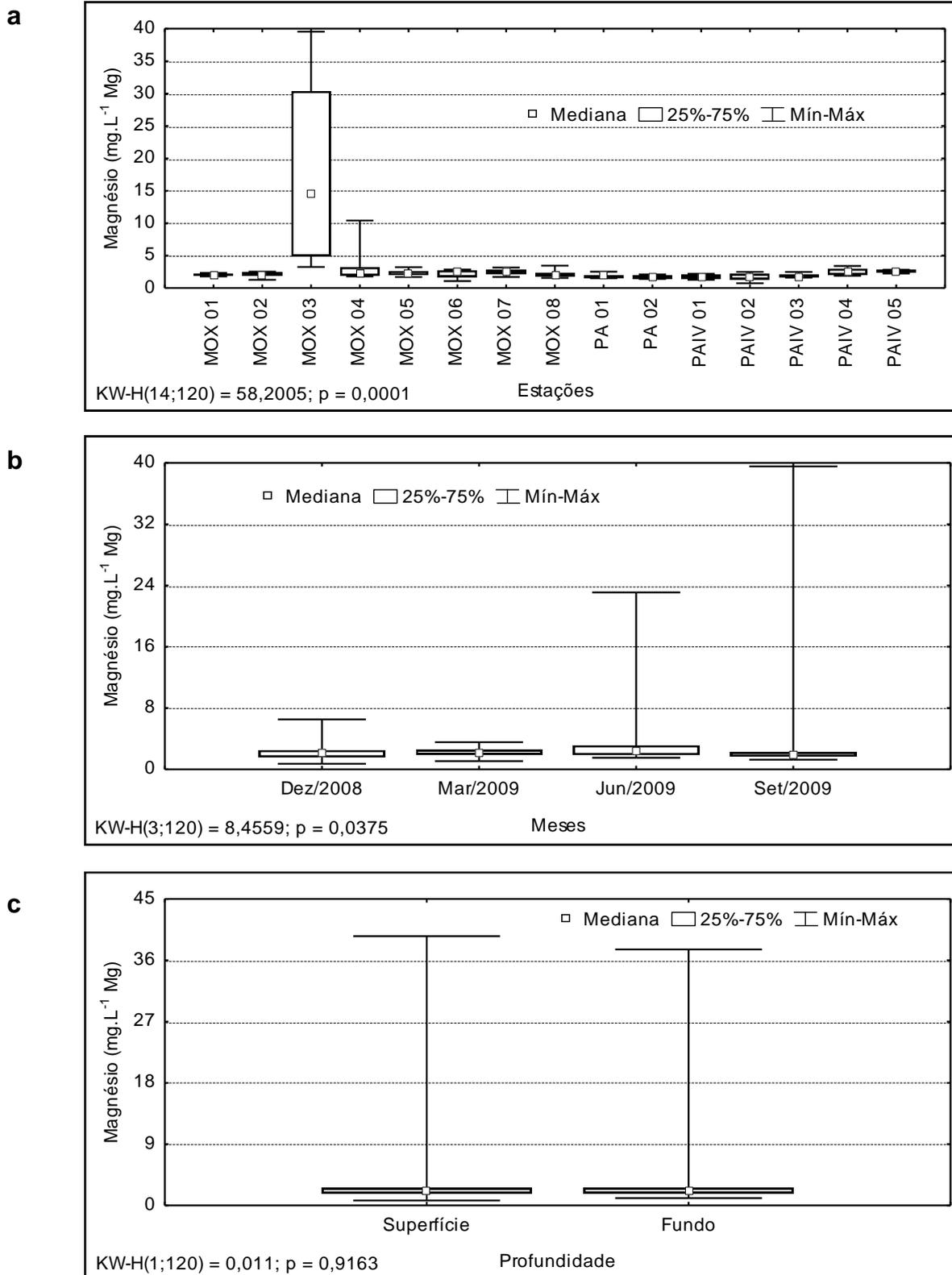


Figura 3.3.A.3-5 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de magnésio, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

3.3.A.4. 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.4-1a, Figura 3.3.A.4-2a e Figura 3.3.A.4-3a). A mesma semelhança pode ser observada nas variações temporais dessas variáveis, que registraram seus picos máximos em setembro/2009 (Figura 3.3.A.4-1b, Figura 3.3.A.4-2b e Figura 3.3.A.4-3b). Todas apresentaram diferença significativa entre estações e meses, com $p < 0,05$, sem diferir entre as profundidades (Tabela 2 e Figura 3.3.A.4-1c, Figura 3.3.A.4-2c e Figura 3.3.A.4-3c).

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 e setembro/2009 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 Complexo de Paulo Afonso, tendo sido os principais responsáveis pelos níveis registrados e pelo comportamento da salinidade.

Os valores medianos da concentração de cloretos apresentaram-se praticamente homogêneos das estações de amostragem (Figura 3.3.A.4-4a), excetuando-se MOX 03 e MOX 04, que apresentaram massas de dados mais elevadas que as demais, ocasionando uma diferenciação significativa espacialmente ($p = 0,0037$). Sob o aspecto sazonal, também ocorreu diferenciação significativa entre os meses, com $p = 0,0001$ (Tabela 2), destacando-se o mês de junho/2009, onde ocorreu a massa de dados mais elevada e setembro o máximo valor dentre os meses estudados (Figura 3.3.A.4-4b). A diferença entre as profundidades não se mostrou de forma significativa ($p = 0,7224$, Tabela 2). A concentração de cloretos teve uma média de $29,32 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Cl}$, com máximo e mínimo de $292,50$ e $10,00 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Cl}$, respectivamente (Tabela 1). Os valores de cloretos mantiveram-se abaixo daqueles recomendados pelo CONAMA, a saber, 250 mg.L^{-1} , com a exceção de MOX 03 em setembro de 2009.

A concentração de silicatos apresentou suas maiores concentrações em março/2009, onde ocorreu o pico máximo de $17,78 \text{ mg.L}^{-1} \text{ SiO}_2$ (Tabela 1), no fundo de MOX 03 (Figura 3.3.A.4-5a, b e c), diferindo significativamente entre as estações e os meses ($p = 0,0392$ e $0,0001$ respectivamente, Tabela 2). Entre as profundidade, os silicatos apresentaram uma distribuição homogênea, com medianas próximas a $4 \text{ mg.L}^{-1} \text{ SiO}_2$ (Figura 3.3.A.4-5c), sem diferir estatisticamente ($p = 0,5708$, Tabela 2).

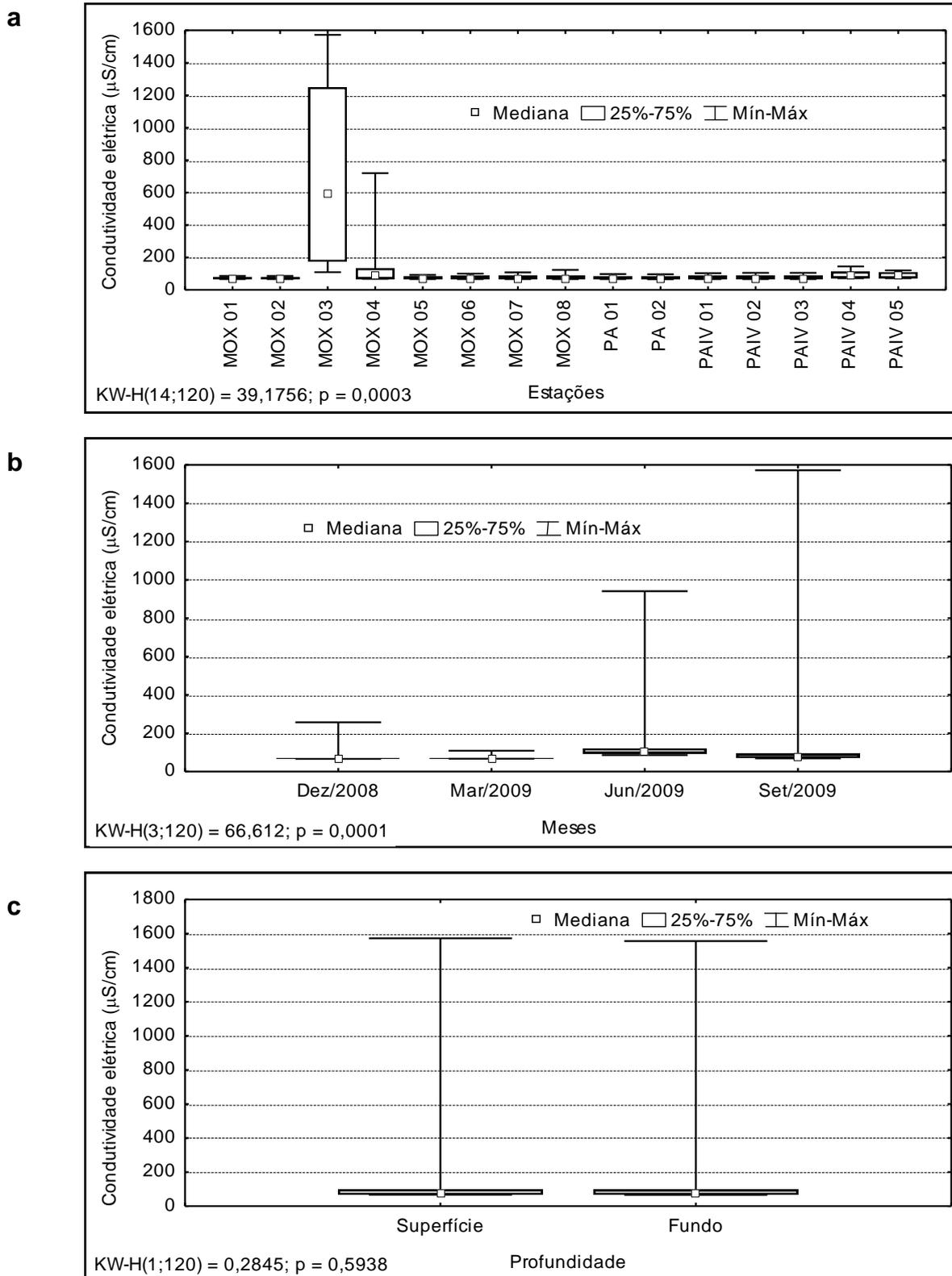


Figura 3.3.A.4-1 – Amplitude de variação e mediana dos valores da condutividade elétrica da água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

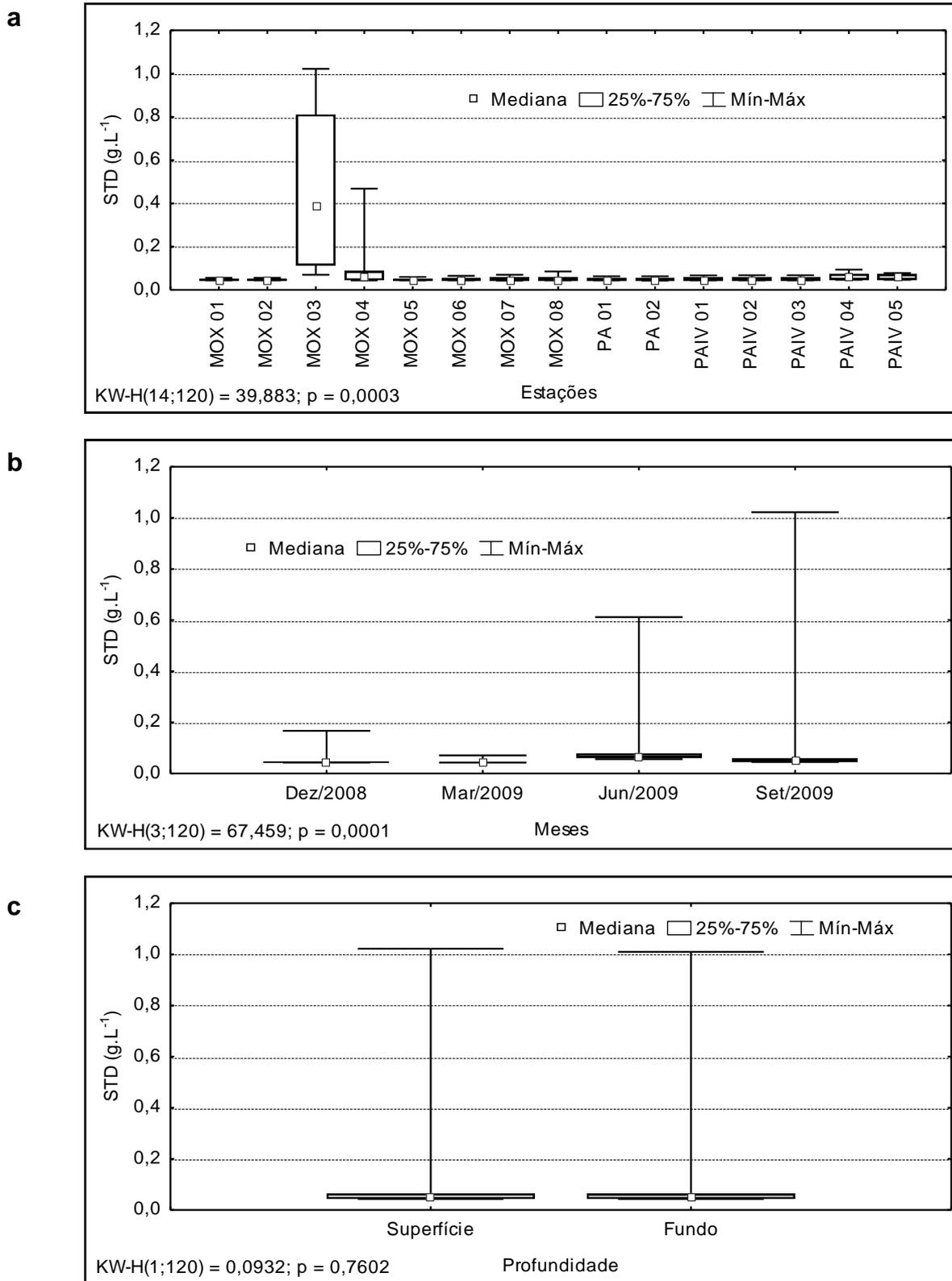


Figura 3.3.A.4-2 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de sólidos totais dissolvidos na água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

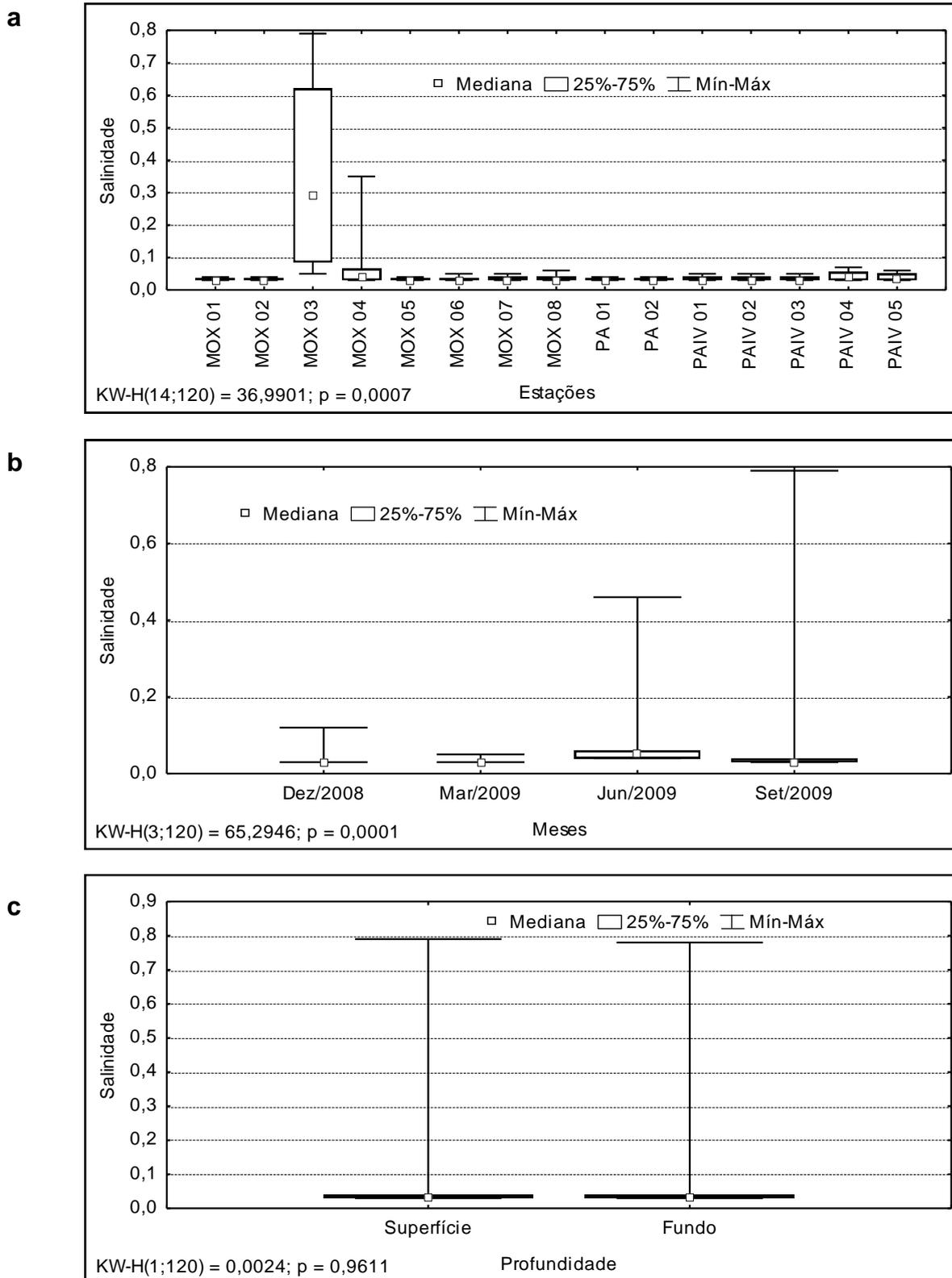


Figura 3.3.A.4-3 – Amplitude de variação e mediana dos valores da salinidade na água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

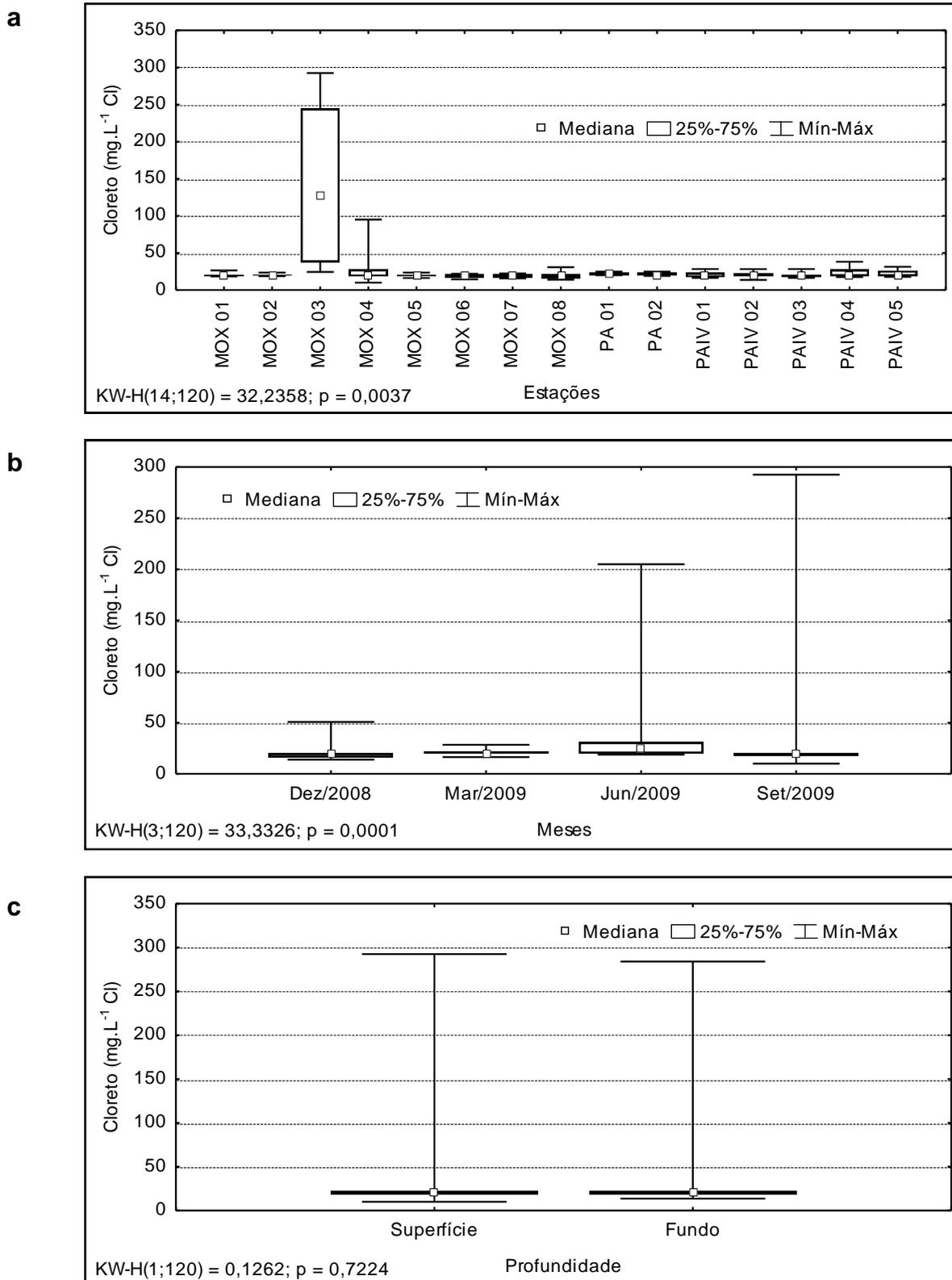


Figura 3.3.A.4-4 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de cloratos, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

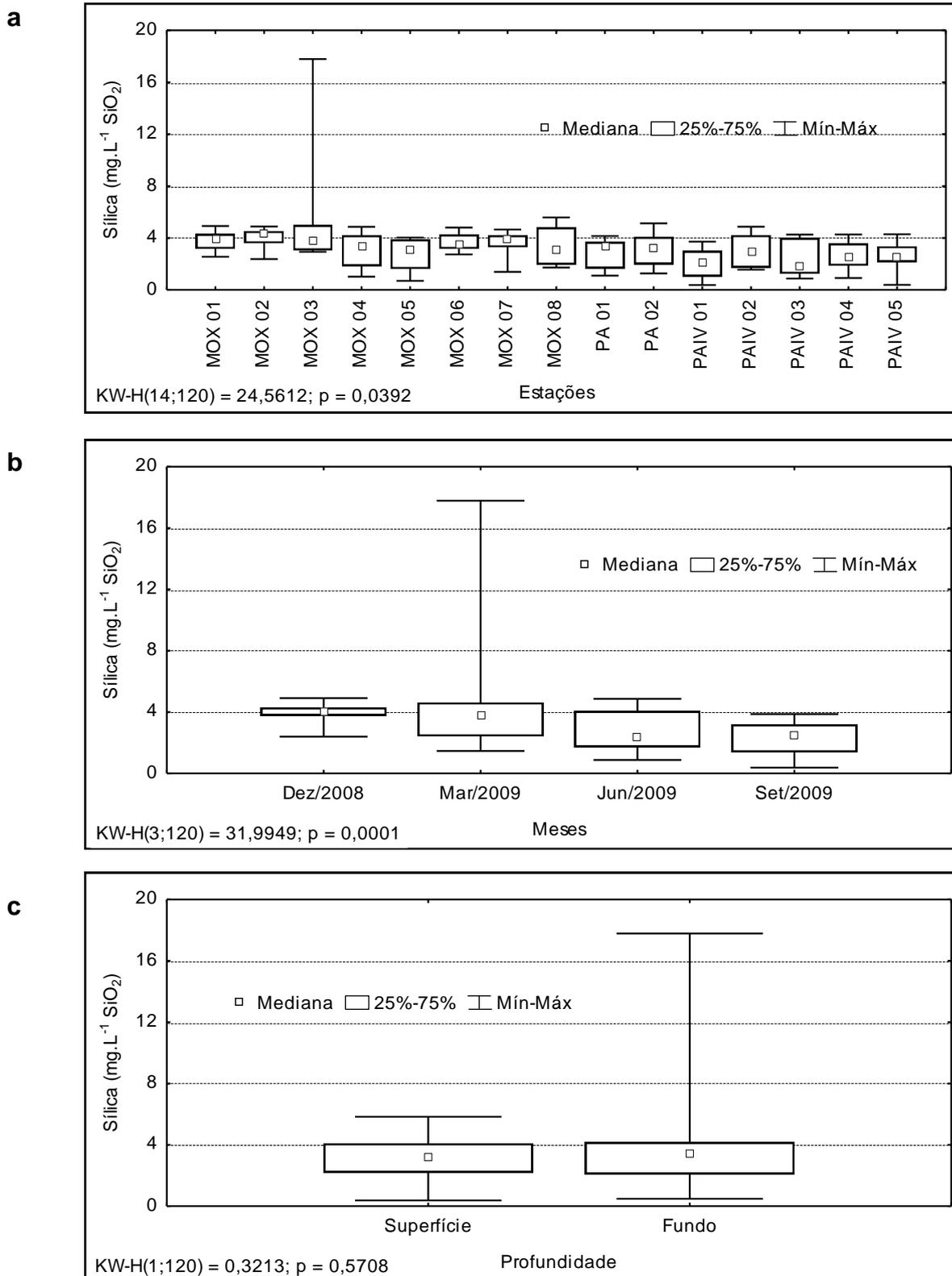


Figura 3.3.A.4-5 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de silicatos, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

3.3.A.5. 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/2008, e mais reduzidos em junho/2009 (Figura 3.3.A.5-1).

No mês em que os valores se apresentaram mais elevados, o valor máximo foi registrado em PAIV 02 (7 m), sendo esta a maior transparência registrada durante todas as campanhas. O valor mínimo foi registrado em MOX 03 (0,30 m), em junho/2009. Em março e junho/2009 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 Complexo de Paulo Afonso. O valor máximo de zona eufótica foi registrado em dezembro/2008, na estação MOX 08 (acima de 18,52m). O mínimo foi registrado em junho/2009, na estação MOX 03 (2,45).

Dentre todas as estações do complexo, 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 lânticos. Os valores dessa variável mantiveram-se praticamente abaixo de 15 UNT, em função do mesmo possuir características predominantemente lânticas, 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 ($p = 0,4176$, Figura 3.3.A.5-2a).

A análise da sazonalidade demonstra que os valores foram aumentando ao longo dos meses, com uma massa de dados mais elevada em junho/2009, diminuindo no mês subsequente. O pico máximo, de 30,90 UNT (Tabela 1), foi registrado em junho/2009, na superfície de MOX 03. Os meses diferenciaram-se significativamente entre si ($p = 0,0001$, Figura 3.3.A.5-2b). Apesar de picos isolados nas amostras de fundo, a massa de dados das diferentes profundidades manteve-se equilibrada, não havendo diferenciação significativa entre elas ($p = 0,7808$, Figura 3.3.A.5-2c). De acordo com a Resolução nº. 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 nas estações monitoradas.

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. Lima (2009) estudando os efeitos causados pelos sucessivos barramentos ao longo do rio São Francisco na sua porção média a submédia, verificou a retenção de sólidos ao longo da cascata em torno de 74,30% de Sobradinho a Xingó.

As concentrações de sólidos em suspensão, totais (SST), orgânicos (SSO) ou inorgânicos (SSI), apresentaram uma forte diferenciação sazonal, com destaque para os meses de junho e setembro/2009, onde atingiram seus valores máximos, especialmente nas estações MOX 03 e PA 01 e 02 (Figura 3.3.A.5-3). 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 março, junho e setembro/2009. Em dezembro/2008 esse gradiente não foi percebido. O valor máximo de SST, registrado em setembro/2009 na estação PA 02 foi 22,0 mg.L⁻¹, sendo 2,2 mg.L⁻¹ orgânicos e 19,8 mg.L⁻¹ inorgânicos. O valor mínimo foi registrado em junho/2009 na estação MOX 01, de 0,2 mg.L⁻¹ (Tabela 1).

A análise da participação relativa das frações orgânica e inorgânica dos sólidos em suspensão (Figura 3.3.A.5-4) 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/2008, a parcela inorgânica manteve-se praticamente abaixo dos 50%, chegando a zero em em PAIV 01 e 02, demonstrando um predomínio da parcela orgânica no período. O mês em que a parcela inorgânica predominou foi junho/2009, registrando valores em torno de 70 a 80% no trecho inicial do complexo, e decrescendo até 60%, aproximadamente, em PAIV 05. Em setembro/2009, apesar de chegar ao percentual de 100% em MOX 06, 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 nulo, a exceção de pico isolado na superfície de MOX 05 e PAIV 05, onde registrou o valor máximo de $0,1 \text{ mL.L}^{-1}$ (Figura 3.3.A.5-5a). 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 meses ($p > 0,05$), mas com diferenciação entre estações e profundidades ($p = 0,0018$ e $0,0428$, respectivamente, Tabela 2). Dentre os meses amostrados, março/2009 apresentou $0,0 \text{ mL.L}^{-1}$ para todas estações (Figura 3.3.A.5-5b).

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 no complexo 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 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 diferente entre os meses de amostragem, com valores abaixo de 2,50 Kg/m²/ano em todas as estações (Tabela 3.3.A.5-1 e Figura 3.3.A.5-6). Em março/2009 os valores se apresentaram mais elevados, com o valor máximo de 2,29 Kg/m²/ano, registrado em MO AR 04, situada na entrada do canal escavado que interliga os reservatórios de Moxotó e PA IV. Os valores de sedimentação desta estação no mês de setembro/2009 também foi o maior do período 1,72 Kg/m²/ano.

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.5-7 e Figura 3.3.A.5-8). Em setembro, a fração orgânica mostrou mais presente, mas com dominância da parcela inorgânica.

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.

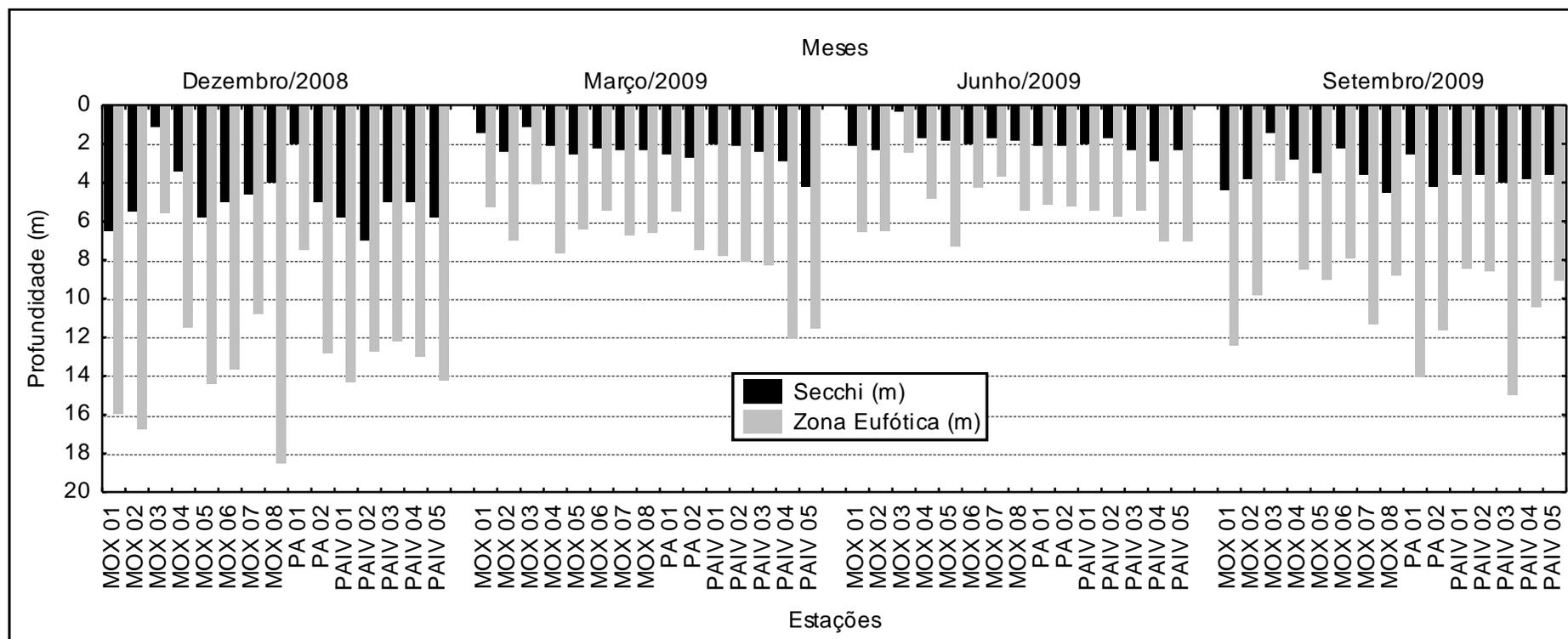


Figura 3.3.A-5-1 – Variação das profundidades de extinção de disco de Secchi e zona eufótica nas estações de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

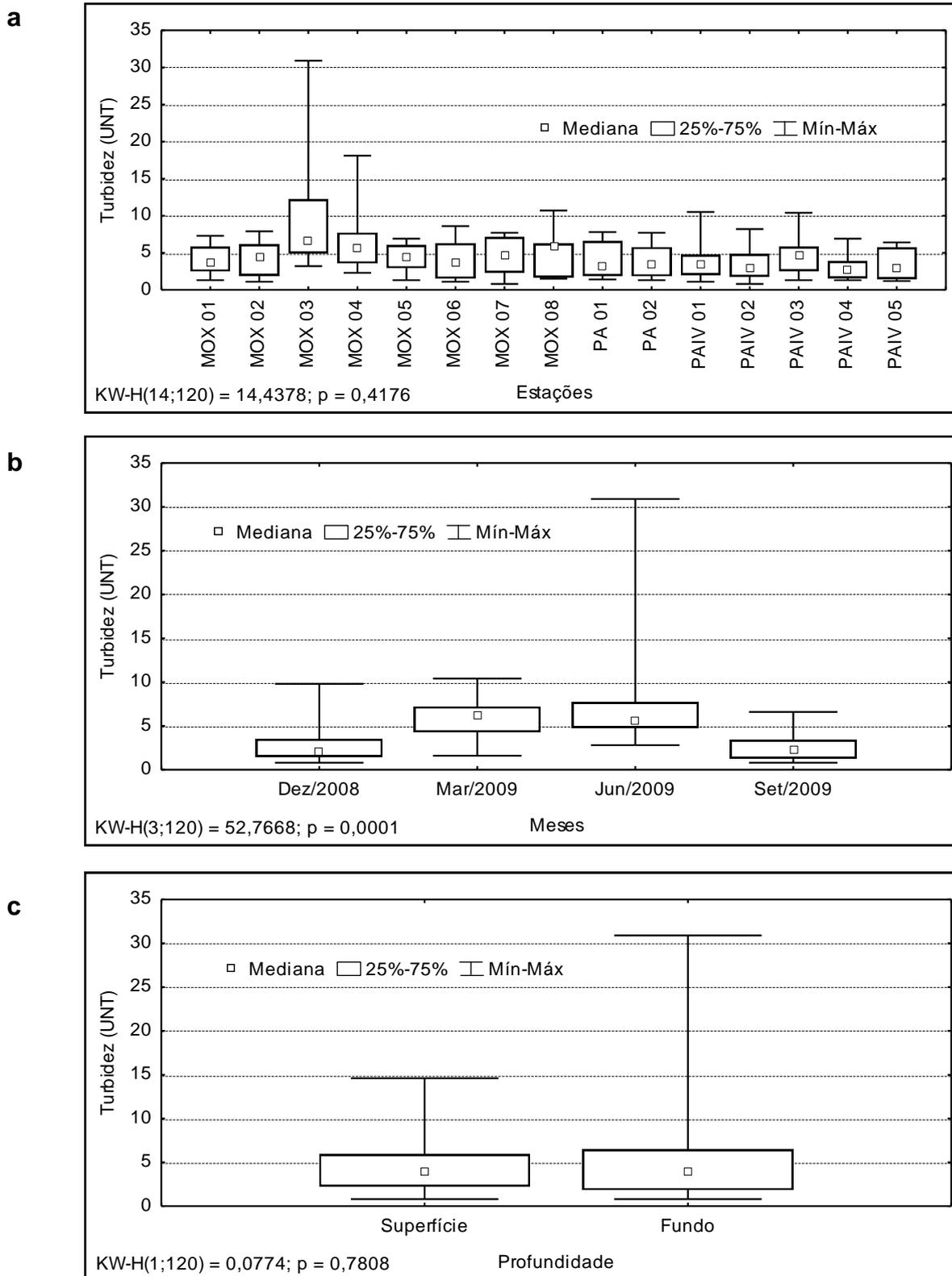


Figura 3.3.A.5-2 – Amplitude de variação e mediana dos valores da turbidez da água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

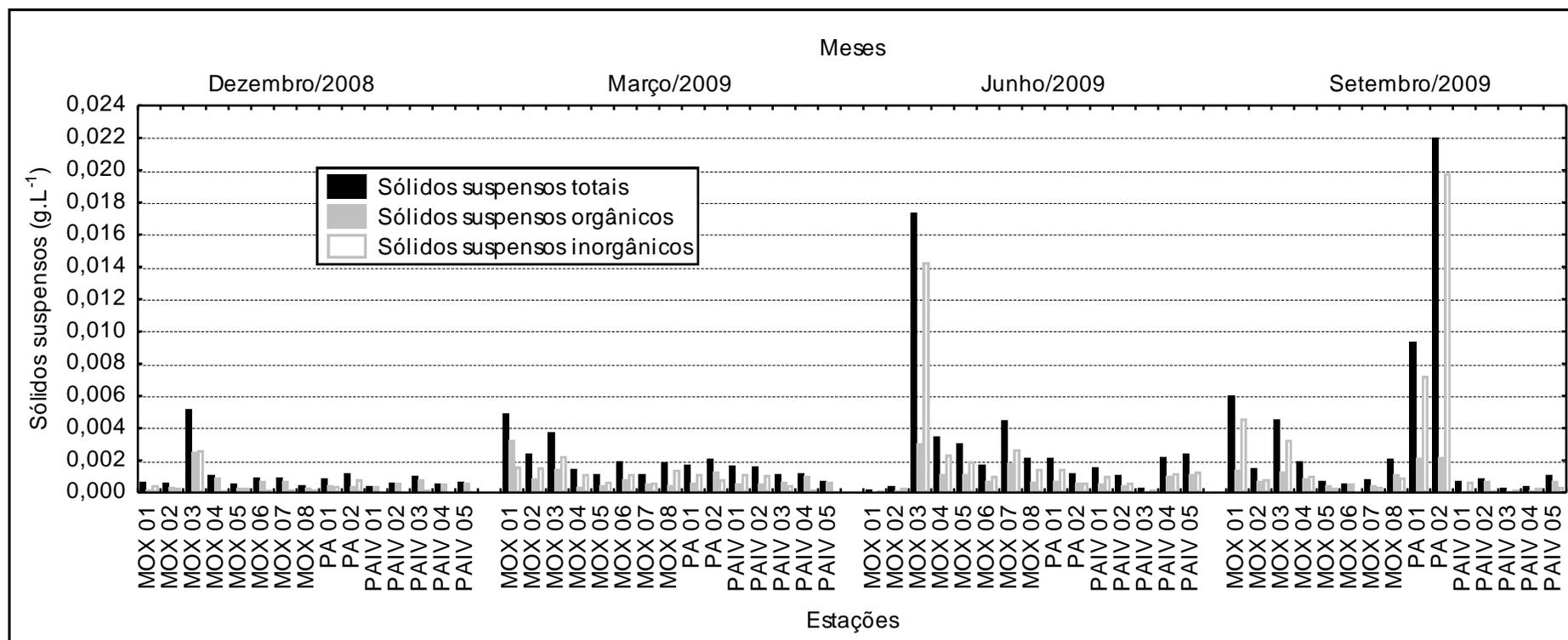


Figura 3.3.A.5-3 – Variação da concentração de sólidos em suspensão dentre as estações de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

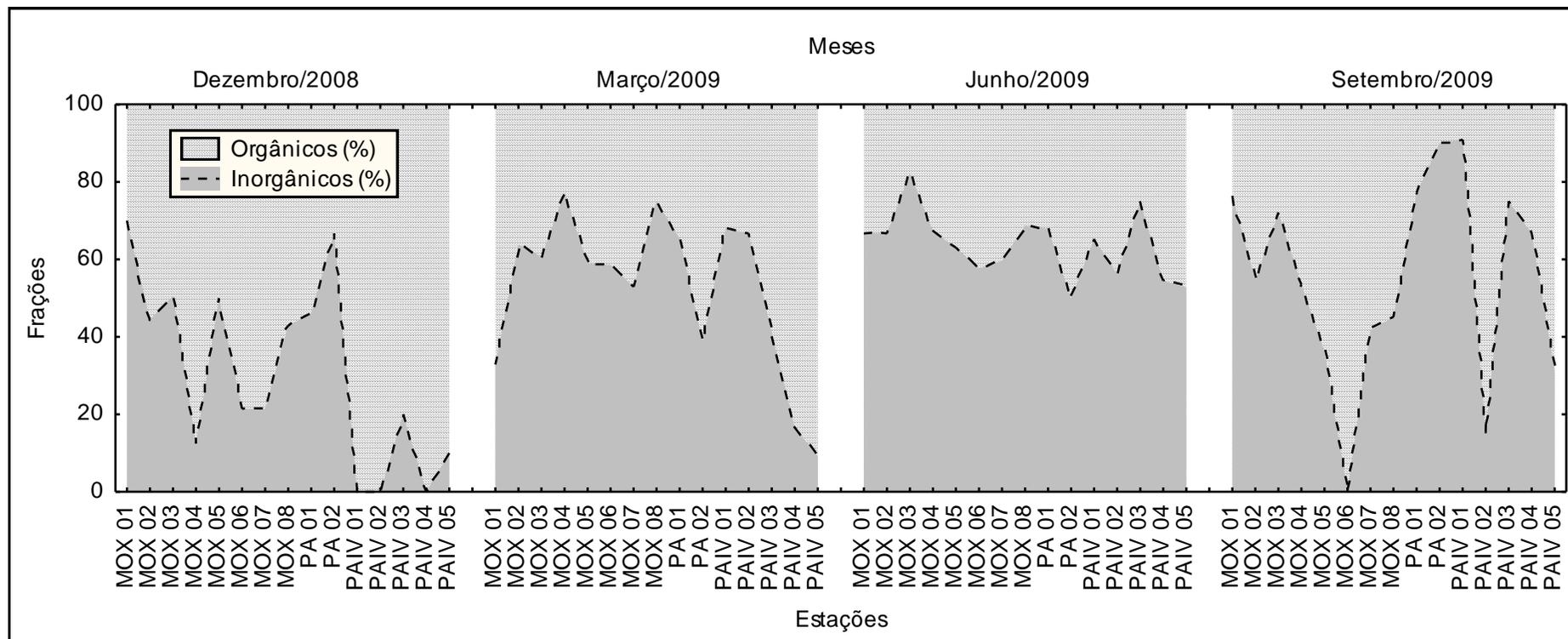


Figura 3.3.A.5-4 – Variação dos percentuais das frações orgânica e inorgânica dos sólidos em suspensão dentre as estações de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

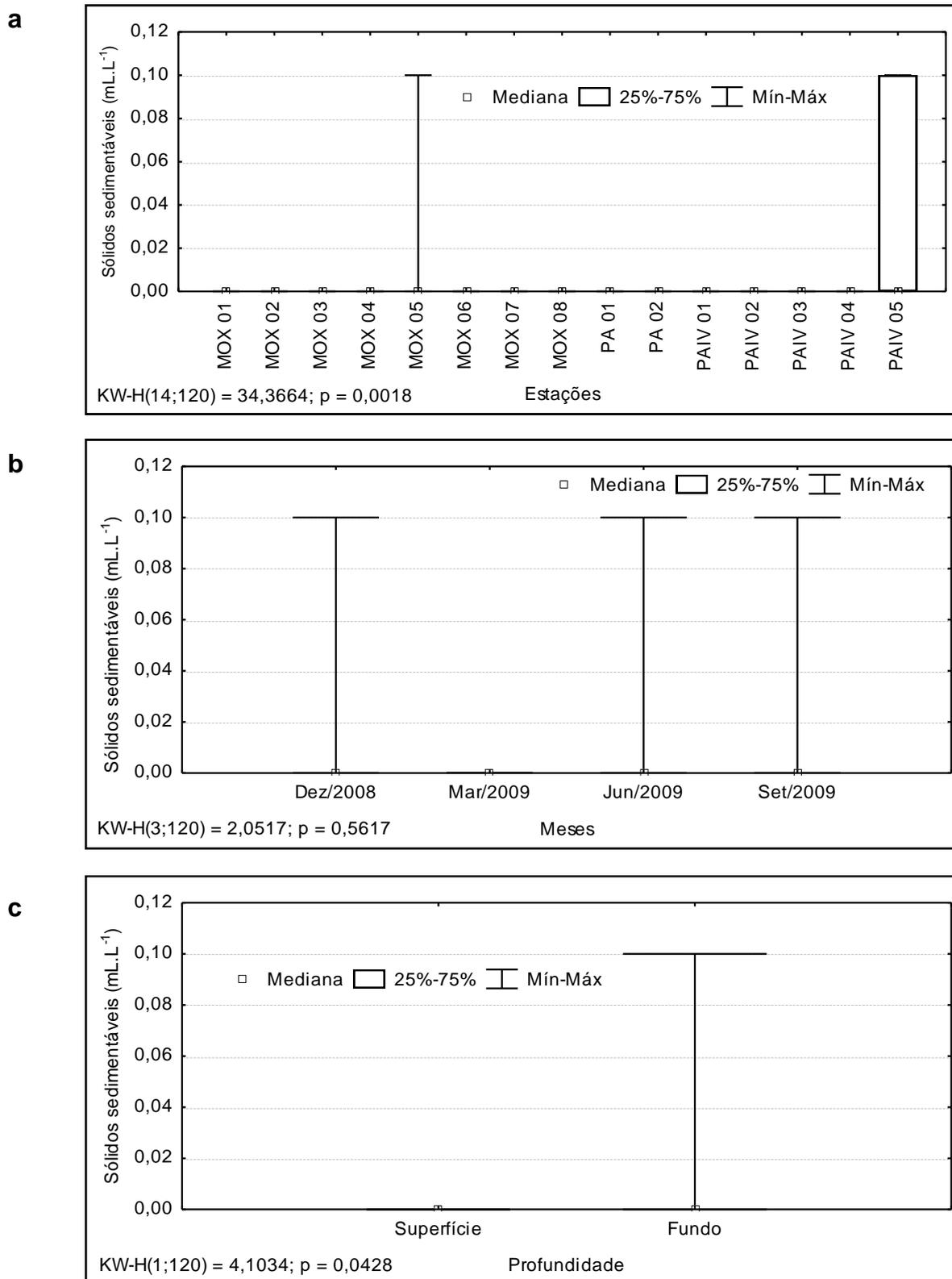


Figura 3.3.A.5-5 – Amplitude de variação e mediana dos valores de sólidos sedimentáveis na água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

Tabela 3.3.A.5-1 – Valores da taxa de sedimentação de sólidos das estações do reservatório de Moxotó, para os meses de março/2009 e setembro/2009.

Estações	Sedimentação (Kg/m ² /ano)	
	Março/2009	Setembro/2009
MO AR 01	1,25	0,06
MO AR 02	0,82	0,27
MO AR 03	1,14	0,67
MO AR 04	2,29	1,72

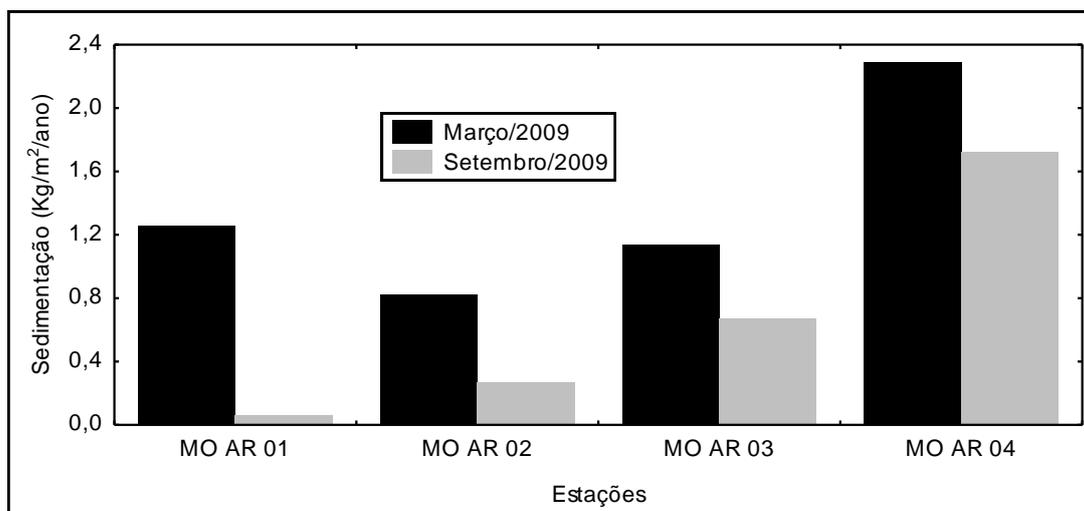


Figura 3.3.A.5-6 – Variação da taxa de sedimentação de sólidos das estações do reservatório de Moxotó, para os meses de março/2009 e setembro/2009.

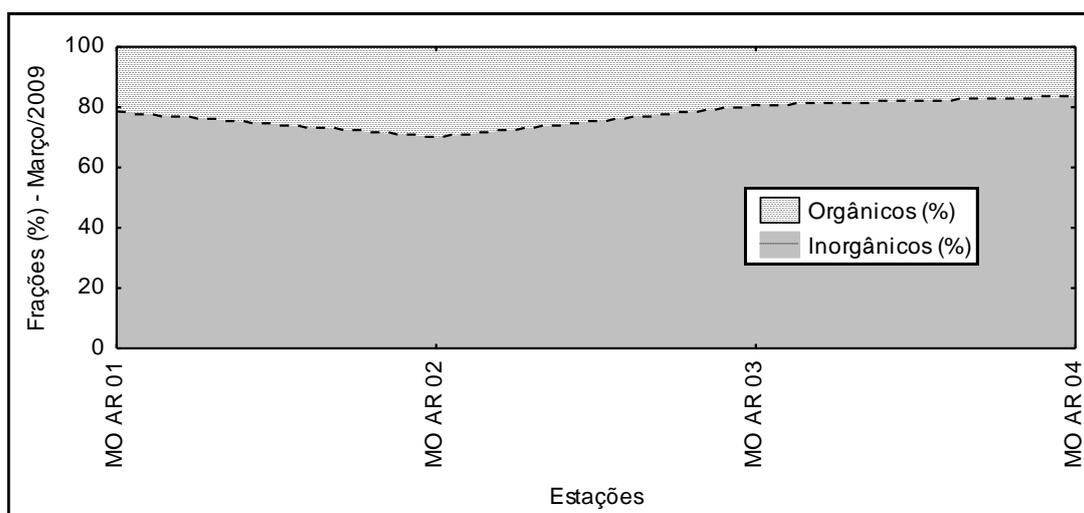


Figura 3.3.A.5-7 - Variação das frações orgânica e inorgânica da sedimentação de sólidos das estações do reservatório de Moxotó, para o mês de março/2009.

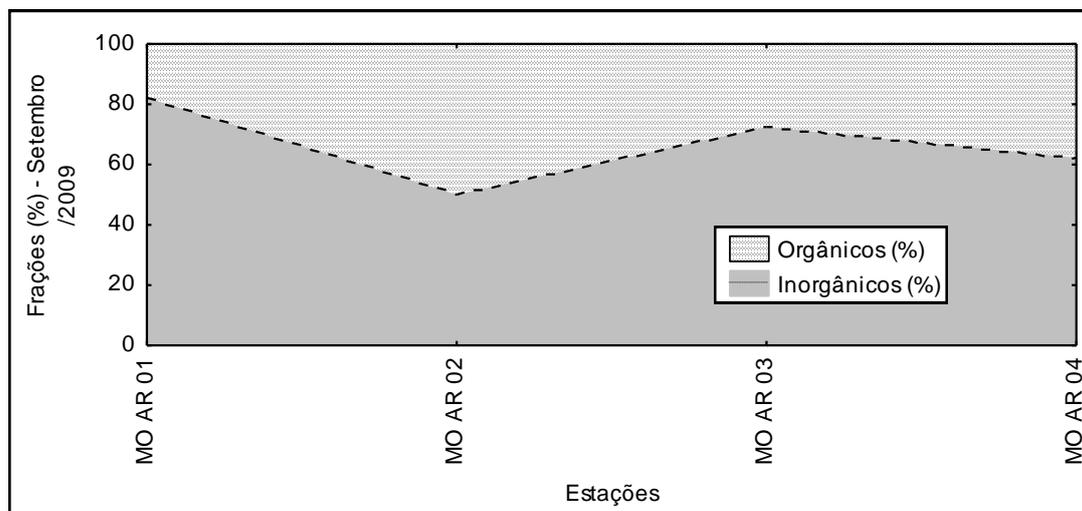


Figura 3.3.A.5-8 - Variação das frações orgânica e inorgânica da sedimentação de sólidos das estações do reservatório de Moxotó, para o mês de setembro/2009.

3.3.A.6. 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 (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia (NH_3), íon amônio (NH_4^+), óxido nitroso (N_2O), nitrogênio molecular (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 $\mu\text{g.L}^{-1}$ N, ocorrendo diversos picos acima deste valor, porém, sem nenhuma estação apresentar valor mediano e massa de dados, exceto MOX 01 a 03, superior a este valor (Figura 3.3.A.6-1a). Em relação à distribuição sazonal do nitrogênio amoniacal (Figura 3.3.A.6-1b), dezembro/2008 mostrou os menores valores, sendo quase sempre inferiores a 50 $\mu\text{g.L}^{-1}$ N, março, junho e setembro/2009 registraram apenas picos acima deste valor, com massa de dados inferiores de 50 $\mu\text{g.L}^{-1}$ N. Houve diferenciação significativa entre estações e os meses ($p = 0,0482$ e $0,0093$, respectivamente, Tabela 2), provavelmente ocasionadas pelos picos referidos anteriormente e as respectivas amplitudes causadas pelos mesmos. O nitrogênio amoniacal teve média de 21,08 $\mu\text{g.L}^{-1}$ N, com máximo, de 119,73 $\mu\text{g.L}^{-1}$ N, em setembro/2009 (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 $\mu\text{g.L}^{-1}$ N, com exceção ao mês de março e junho/2009 (Figura 3.3.A.6-2b), que registrou massa de dados e medianas acima deste valor, apresentando diferença significativa entre os meses e profundidades ($p = 0,0001$ e $0,0383$, respectivamente, Tabela 2). Mesmo com esses picos registrados, o nitrito mostrou massas de dados com baixas concentrações espacialmente, sem diferir estatisticamente entre estações ($p = 0,8244$, Tabela 2), com máximo de 6,10 $\mu\text{g.L}^{-1}$ N, no fundo de MOX 04, média de 1,61 $\mu\text{g.L}^{-1}$ N, e mediana de 1,39 $\mu\text{g.L}^{-1}$ 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 junho/2009, que registrou a massa de dados e a mediana mais elevada dentre os meses amostrados (Figura 3.3.A.6-3b), assim como, o pico máximo de nitrato, no valor de $259,57 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$, na superfície da estação MOX 03 (Tabela 1, Figura 3.3.A.6-3a). O comportamento sazonal ficou claramente visível, revelando uma tendência de crescimento ao longo do período de monitoramento até junho de 2009, diferenciando significativamente entre os meses ($p = 0,0001$, Tabela 2). Para as estações e profundidades não houve diferença significativa ($p = 0,8908$ e $p = 0,8811$, respectivamente, Tabela 2). Em relação a sua distribuição espacial, a concentração de nitrato apresentou medianas que oscilaram entre valores aproximados de 10 e $50 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ N}$, sem indicar gradiente perceptível.

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 Complexo de Paulo Afonso, 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.

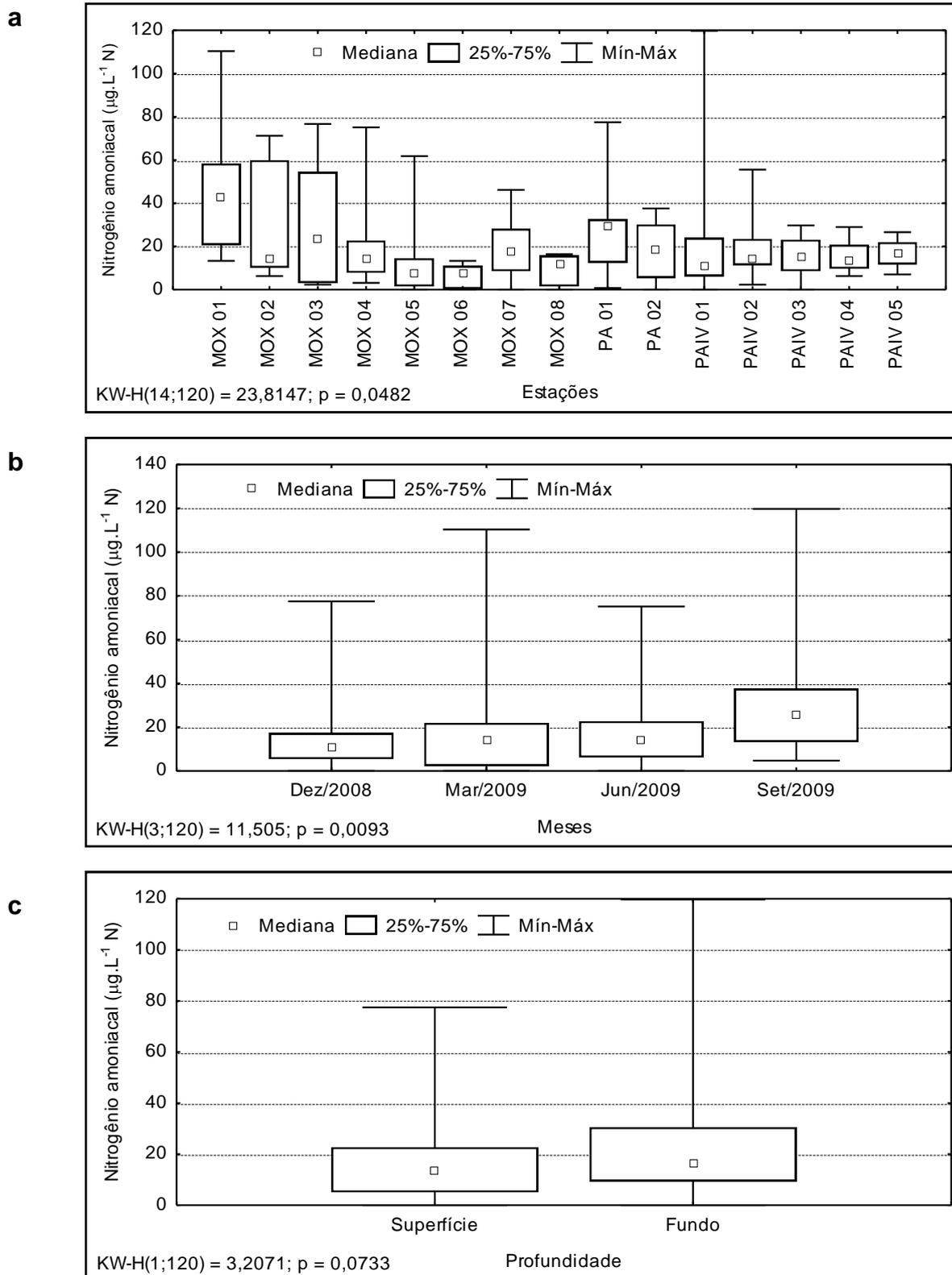


Figura 3.3.A.6-1 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de nitrogênio amoniacal, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

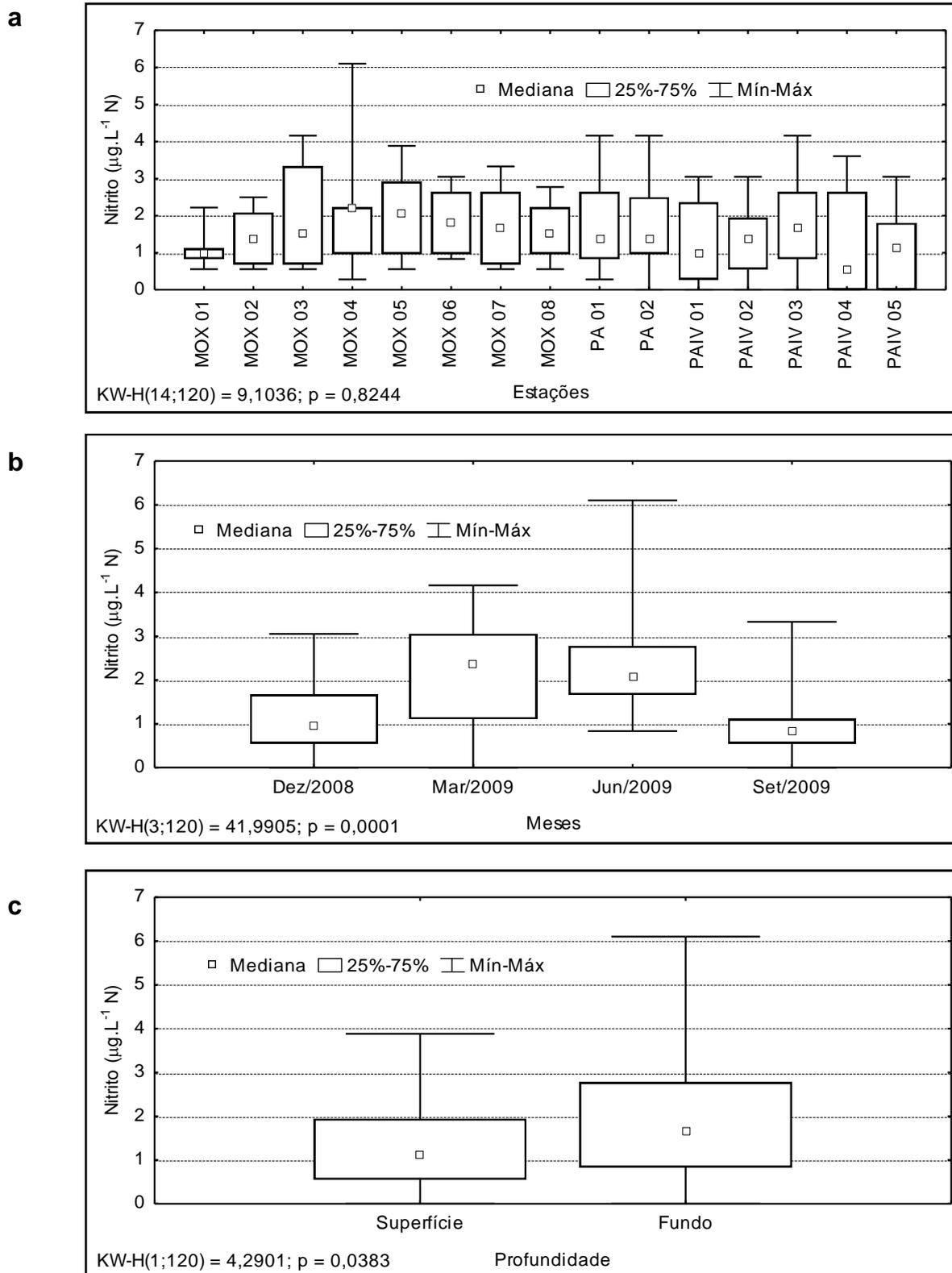


Figura 3.3.A.6-2 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de nitrito, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

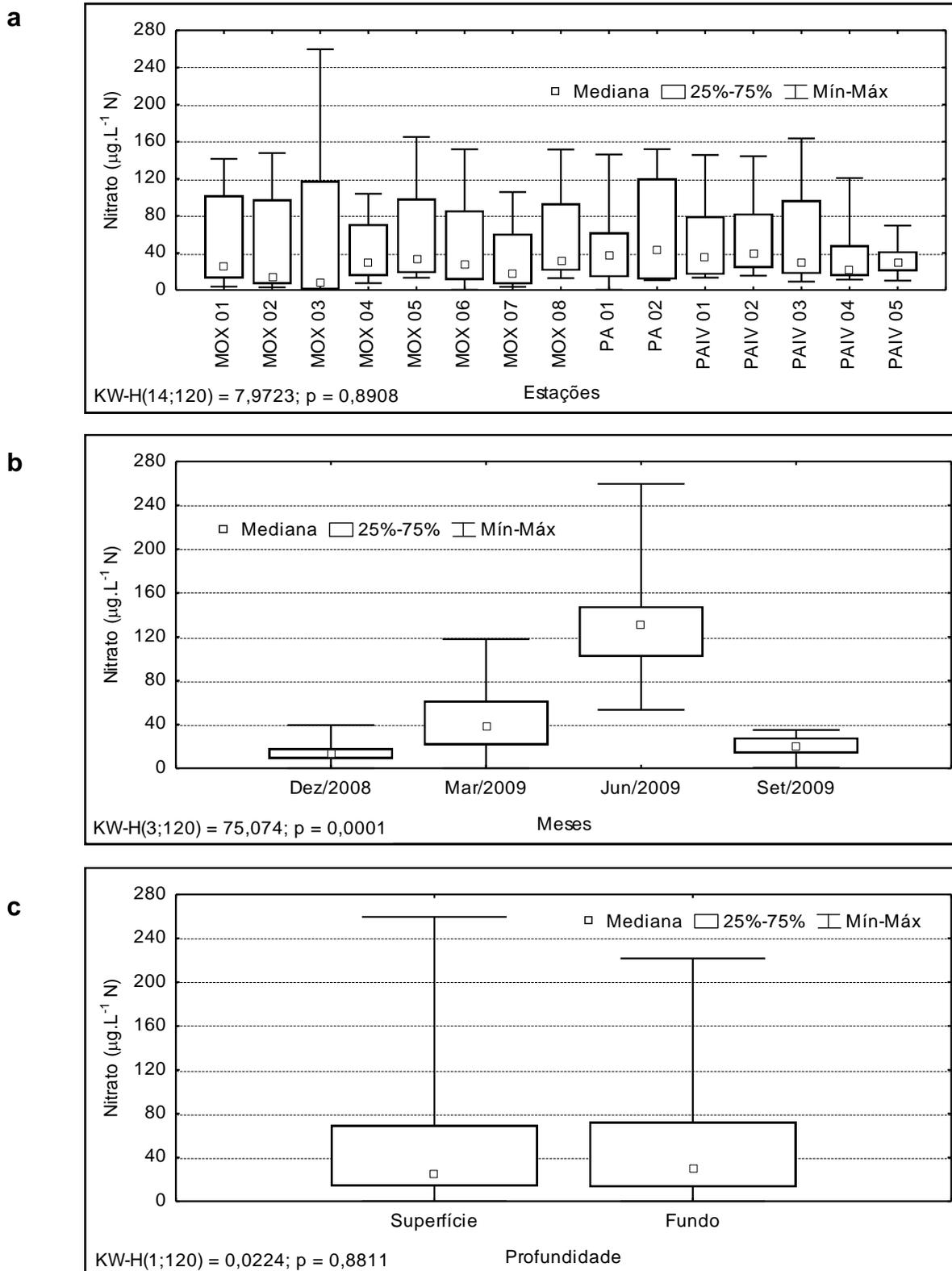


Figura 3.3.A.6-3 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de nitrato, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

3.3.A.7. 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 complexo (Figura 3.3.A.7-1a), com a maioria dos valores abaixo de $20 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$ e com média anual $11,63 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$ (Tabela 1). O pico máximo foi registrado na superfície de MOX 03, no mês de junho/2009, no valor de $130,74 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$, assim como valores medianos e nas massas de dados mais elevadas, mas não sendo suficiente para gerar uma diferença significativa entre estações ($p = 0,2906$, Tabela 2). Sazonalmente, o ortofosfato apresentou diferença significativa ($p = 0,0001$), sendo junho/2009 o mês que apresentou a maior massa de dados e mediana do período estudado (Figura 3.3.A.7-1b). Não houve diferenciação significativa entre as profundidades ($p = 0,1769$, Figura 3.3.A.7-1c).

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 03 e 04, ocasionando diferenciação estatística entre as mesmas ($p = 0,0151$, Figura 3.3.A.7-2a). Nas outras estações os valores medianos oscilaram até $40 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$, e a média anual foi de $24,38 \mu\text{g.L}^{-1} \text{ P}$, destacando MOX 03, que registou a massa de dados mais elevada de todas as estações. Não houve diferenciação estatística entre as profundidades ($p = 0,8229$). Os

meses diferenciaram significativamente entre si ($p=0,0001$, Tabela 2), registrando um gradiente temporal com a elevação nos valores medianos (Figura 3.3.A.7-2b).

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 (ESTEVEES, 1998).

Uma considerável fração do fosfato que atinge os corpos d'água é precipitada no sedimento, muitas vezes não mais participando do metabolismo límnico. 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 $366,80 \mu\text{g.L}^{-1}$ P, em março/2009, na superfície de MOX 03 (Figura 3.3.A.7-3a, b e c), estação que apresentou a mediana mais elevada do reservatório. A média anual foi de $59,61 \mu\text{g.L}^{-1}$ P, enquanto a mediana anual foi de $44,61 \mu\text{g.L}^{-1}$ 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/2009 apresentando medianas acima de $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ P (Figura 3.3.A.7-3b), enquanto que junho e setembro/2009 registraram 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 e MOX 04 podem indicar processos de eutrofização nesses locais. Os valores registrados nessas 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.

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 Complexo de Paulo Afonso, 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.

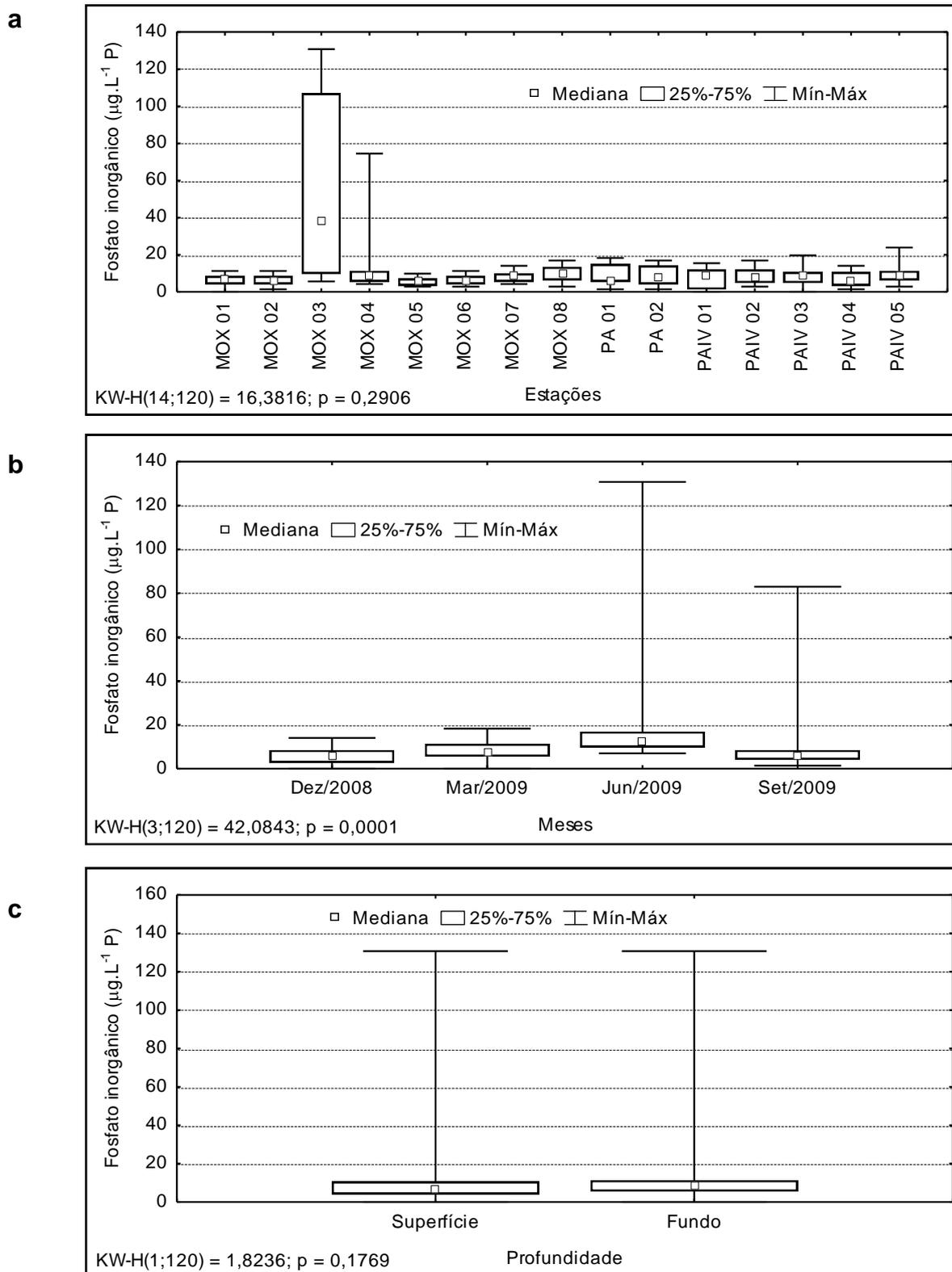


Figura 3.3.A.7-1 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de fosfato inorgânico, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

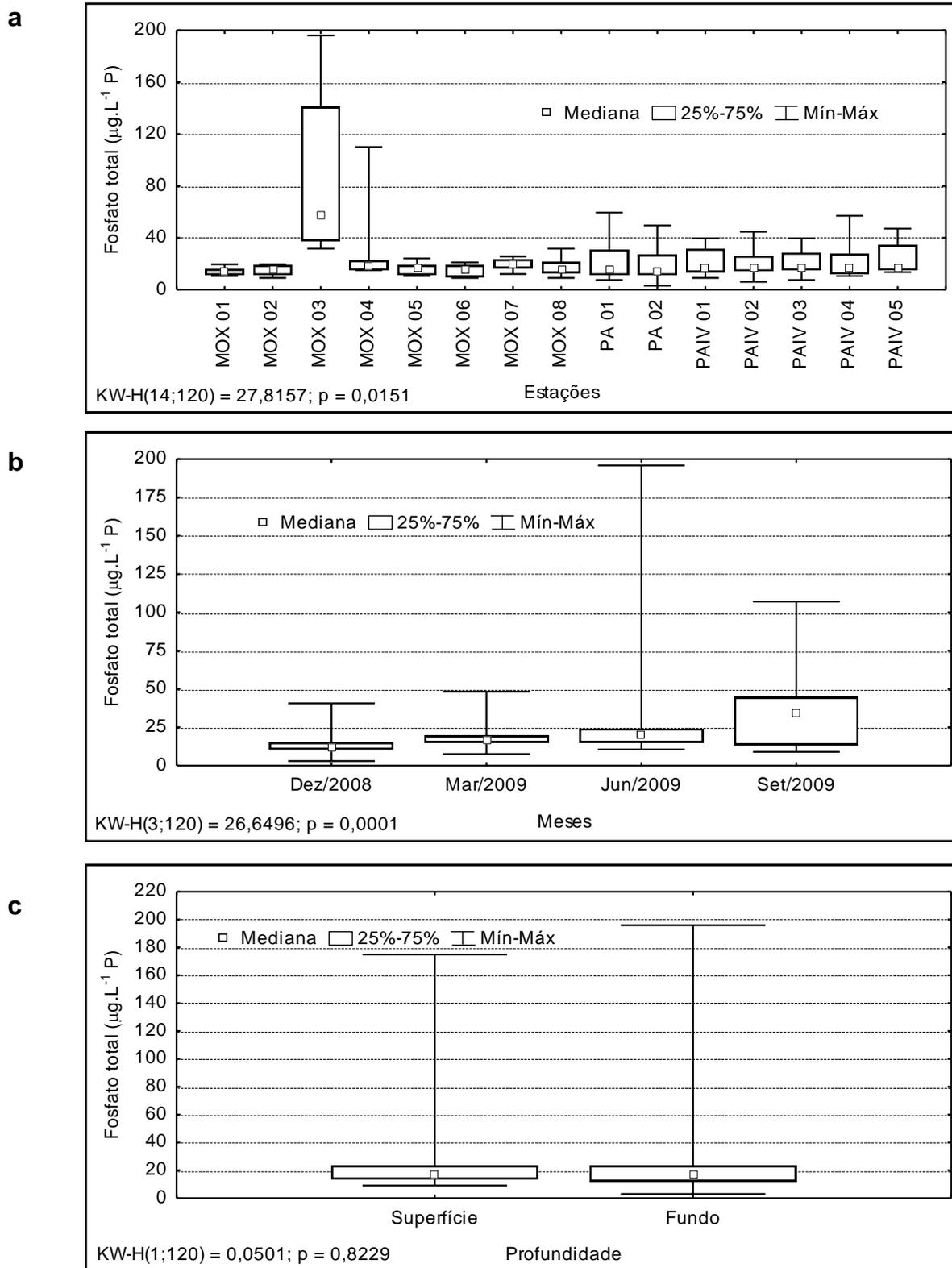


Figura 3.3.A.7-2 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de fosfato total, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

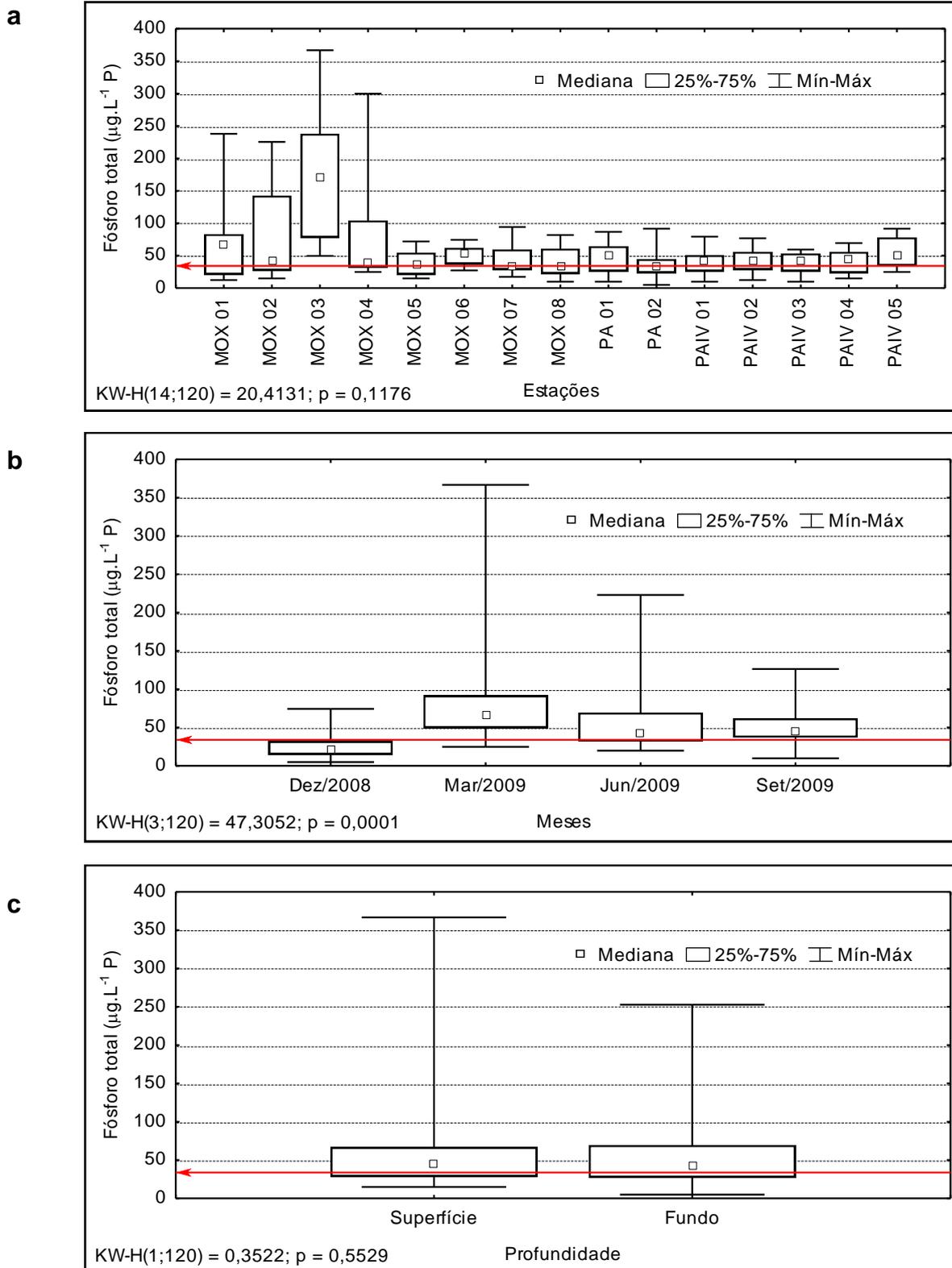


Figura 3.3.A.7-3 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de fósforo total, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009. A linha em destaque indica o valor máximo para ambientes lênticos estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA N° 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 acelerado 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 março e junho/2009, onde quase todas as estações estiveram situadas em nível mesotrófico, enquanto que nos outros meses permaneceram predominantemente entre oligotrófico na maioria das estações. Para o IET (DS) a única estação que apresentou-se eutrófica foi MOX 03 em todos os meses do período estudado. Dentre os índices de Carlson, o da clorofila-a (CHL), foi o que apresentou menores níveis de trofia, sendo praticamente oligotrófico neste segundo ano de monitoramento, registrando alguns valores mesotróficos em dezembro/2008, março, junho e setembro/2009, destacando dezembro/2008 e junho/2009, onde ocorreram os únicos valores eutróficos para o IET (CHL), ambos em MOX 03. 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/2008, onde permaneceu predominantemente mesotrófico. Também ocorreram valores mesotróficos nos meses de junho e setembro/2009 (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 o IETM (PT). O IETM (DS) e o IETM (CHL) apresentaram-se praticamente oligotróficos. O IETM (PT) mostrou oligo/mesotrófico em dezembro/2008 e setembro/2009, 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 oligo/mesotróficas neste primeiro ano de monitoramento, exceção a em algumas estações no mês de junho/2009, 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 Complexo de Paulo Afonso, sobretudo no que concernem as alterações ocasionadas pelo aporte de efluentes e materiais em suspensão. Os dados indicaram uma condição entre oligotrófico e mesotrófico.

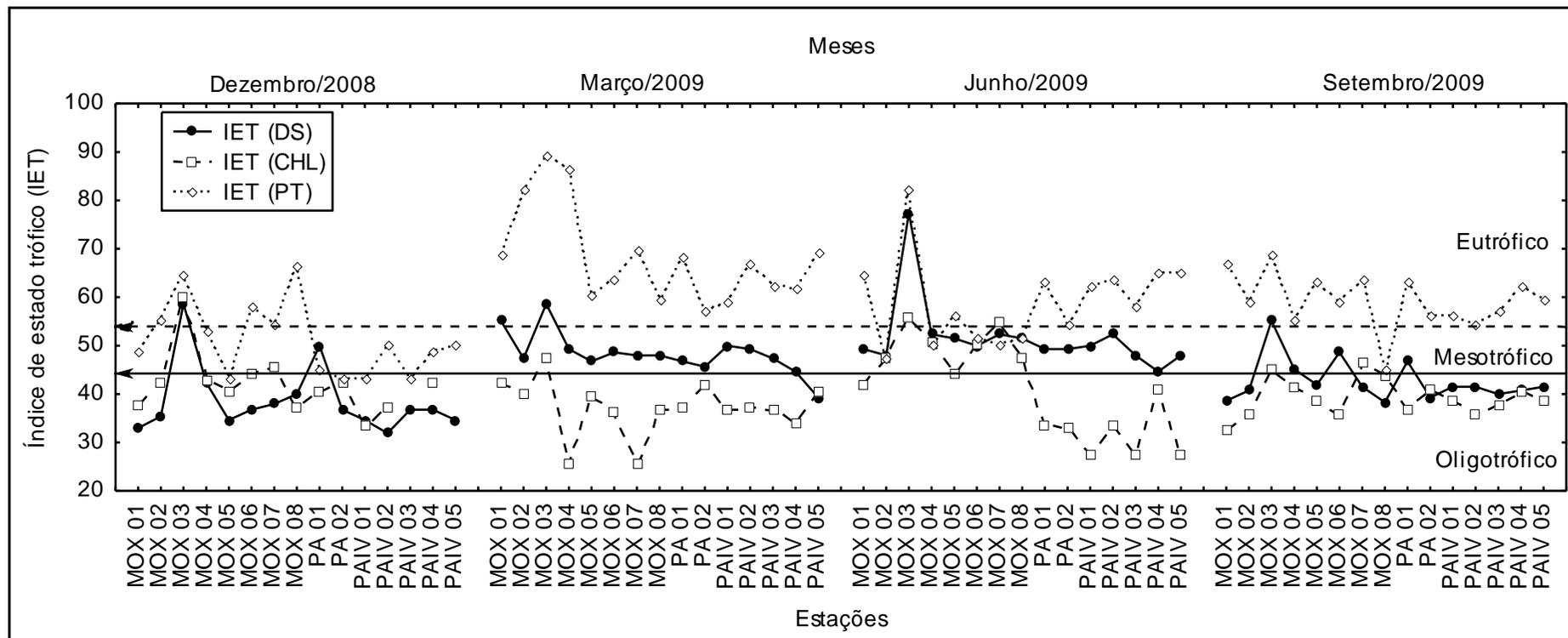


Figura 3.3.B-1 – Variação dos valores dos índices de estado trófico da transparência da água (DS), clorofila-a (CHL) e fósforo total (PT), dentre as estações de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009. Com setas indicando os limites máximos de cada grau de trófia: Oligotrófico, Mesotrófico e Eutrófico.

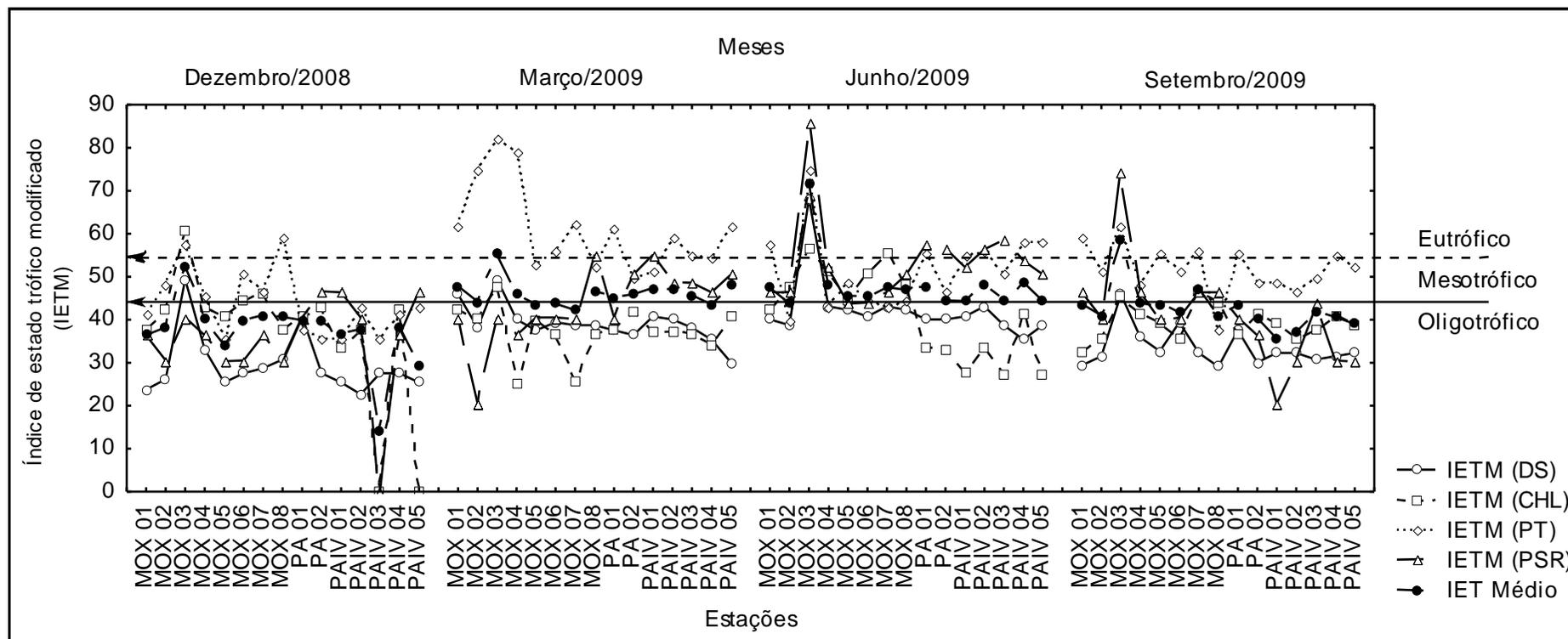


Figura 3.3.B-2 – Variação dos valores dos índices de estado trófico da transparência da água (DS), clorofila-a (CHL), fósforo total (PT), fósforo solúvel reativo (PSR) e Médio, dentre as estações de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009. 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; MO CA 02, próximo à captação de Glória, MO CA 03, próximo à captação de Paulo Afonso, 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).

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 Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

Variáveis	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude	Variância	Desvio Padrão
Temperatura (°C)	27,16	26,92	25,17	31,54	6,37	3,03	1,74
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹ O ₂)	7,51	7,45	6,50	9,00	2,50	0,31	0,56
DQO (mg.L ⁻¹ O ₂)	30,96	29,10	0,00	66,49	66,49	429,94	20,73
pH	8,03	8,00	7,38	8,78	1,40	0,17	0,42
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	27,94	29,25	15,00	37,50	22,50	36,64	6,05
Dureza total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	24,64	23,42	20,82	34,83	14,01	10,97	3,31
Cálcio (mg.L ⁻¹ Ca)	6,48	6,33	4,49	9,86	5,37	1,31	1,15
Magnésio (mg.L ⁻¹ Mg)	2,05	2,07	1,46	2,48	1,02	0,10	0,32
Condutividade (mS.cm ⁻¹)	80,83	71,00	67,00	136,00	69,00	364,03	19,08
STD (g.L ⁻¹)	0,053	0,047	0,043	0,089	0,046	0,000	0,013
Salinidade	0,04	0,03	0,03	0,06	0,03	0,00	0,01
Cloreto (mg.L ⁻¹ Cl)	21,63	20,00	15,50	37,30	21,80	21,79	4,67
Sílica (mg.L ⁻¹ SiO ₂)	3,11	2,99	1,23	5,58	4,35	1,78	1,33
Turbidez (UNT)	5,23	4,80	0,50	13,50	13,00	15,50	3,94
Nitrato (mg.L ⁻¹ N)	48,03	25,99	0,26	151,55	151,29	2392,55	48,91
Nitrito (mg.L ⁻¹ N)	1,17	0,97	0,00	3,60	3,60	0,89	0,94
Nitrogênio amoniacal (mg.L ⁻¹ N)	14,17	10,96	0,00	53,21	53,21	218,58	14,78
Fosfato inorgânico (mg.L ⁻¹ P)	8,12	7,03	1,41	19,68	18,28	21,29	4,61
Fosfato total (mg.L ⁻¹ P)	23,59	19,59	4,52	76,83	72,31	368,55	19,20
Fósforo total (mg.L ⁻¹ P)	49,29	53,29	9,91	81,79	71,87	573,70	23,95
Clorofila-a (mg.L ⁻¹)	2,13	2,08	0,00	5,71	5,71	2,20	1,48
Fefitina (mg.L ⁻¹)	2,43	2,12	0,00	9,30	9,30	4,55	2,13

3.3.C.3. Empreendimentos de aqüicultura

As atividades de aqüicultura 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 aqüicultura 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).

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 Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

Variáveis	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude	Variância	Desvio Padrão
Temperatura (°C)	26,72	26,61	24,85	29,94	5,09	1,90	1,38
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹ O ₂)	6,90	6,89	4,60	8,45	3,85	0,50	0,70
DQO (mg.L ⁻¹ O ₂)	38,57	38,24	0,00	137,14	137,14	447,80	21,16
pH	7,30	7,60	2,01	9,26	7,25	1,54	1,24
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	27,37	29,25	14,50	46,00	31,50	46,07	6,79
Dureza total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	24,50	24,02	13,21	34,03	20,82	15,71	3,96
Cálcio (mg.L ⁻¹ Ca)	6,38	6,17	4,57	9,22	4,65	1,10	1,05
Magnésio (mg.L ⁻¹ Mg)	2,08	2,07	0,24	3,06	2,82	0,29	0,54
Condutividade (mS.cm ⁻¹)	74,41	69,00	67,00	124,00	57,00	135,58	11,64
STD (g.L ⁻¹)	0,048	0,045	0,044	0,080	0,036	0,000	0,008
Salinidade	0,03	0,03	0,03	0,06	0,03	0,00	0,01
Cloreto (mg.L ⁻¹ Cl)	19,43	20,00	14,00	30,40	16,40	11,53	3,40
Sílica (mg.L ⁻¹ SiO ₂)	3,36	3,59	0,77	5,42	4,66	1,00	1,00
Turbidez (UNT)	4,48	4,10	0,70	10,70	10,00	5,37	2,32
Nitrato (mg.L ⁻¹ N)	56,21	31,86	0,24	171,79	171,55	2841,56	53,31
Nitrito (mg.L ⁻¹ N)	1,53	1,39	0,00	4,99	4,99	0,81	0,90
Nitrogênio amoniacal (mg.L ⁻¹ N)	24,59	17,22	0,00	345,89	345,89	1537,82	39,22
Fosfato inorgânico (mg.L ⁻¹ P)	7,89	7,73	0,00	22,49	22,49	14,78	3,85
Fosfato total (mg.L ⁻¹ P)	19,18	18,09	4,52	43,71	39,19	75,20	8,67
Fósforo total (mg.L ⁻¹ P)	43,88	34,70	9,91	114,01	104,09	704,22	26,54
Clorofila-a (mg.L ⁻¹)	2,47	2,08	0,00	10,60	10,60	4,28	2,07
Feofitina (mg.L ⁻¹)	2,06	1,96	0,00	8,64	8,64	2,72	1,65

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.º. 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 Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

Estação	Mês			
	Dez/08	Mar/09	Jun/09	Set/09
AGRO 01	ND	ND	ND	ND
AGRO 02	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 nos meses de dezembro/2009,

com resultados acima de 2,1 mg.L⁻¹ em quase todas as estações, com exceção de P1 OG 01 e 03, situadas a montante da usina de PA I, II e III, e P4 OG 02, situada a montante da usina de PA IV (Tabela 3.3.C.6-1). No mês de março de 2009 só a estação P4 OG 02, apresentou valores acima de 2,1 mg.L⁻¹. Para junho e setembro de 2009 valores maiores que 2,1 mg.L⁻¹, foram encontrados nas estações MO OG 01 e 02, P1 01 a 04 e P4 OG 01 e 03 para esse primeiro mês e para o segundo, MO OG 01, 03 e 04, P1 OG 02 e P4 OG 03 e 04. Em todas as estações e períodos que apresentaram valores acima de 2,1 mg.L⁻¹, óleos e graxas estavam virtualmente ausentes.

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 Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

Estação	Mês			
	Dez/08	Mar/09	Jun/09	Set/09
MO OG 01	7,70 mg.L ⁻¹	<2,10 mg.L ⁻¹	8,91 mg.L ⁻¹	2,94 mg.L ⁻¹
MO OG 02	9,74 mg.L ⁻¹	<2,10 mg.L ⁻¹	7,05 mg.L ⁻¹	< 2,1 mg.L ⁻¹
MO OG 03	6,31 mg.L ⁻¹	<2,10 mg.L ⁻¹	< 2,1 mg.L ⁻¹	2,95 mg.L ⁻¹
MO OG 04	10,14 mg.L ⁻¹	<2,10 mg.L ⁻¹	< 2,1 mg.L ⁻¹	4,60 mg.L ⁻¹
MO OG 05	3,96 mg.L ⁻¹	<2,10 mg.L ⁻¹	< 2,1 mg.L ⁻¹	< 2,1 mg.L ⁻¹
P1 OG 01	<2,10 mg.L ⁻¹	<2,10 mg.L ⁻¹	5,60 mg.L ⁻¹	< 2,1 mg.L ⁻¹
P1 OG 02	2,77 mg.L ⁻¹	<2,10 mg.L ⁻¹	8,03 mg.L ⁻¹	4,75 mg.L ⁻¹
P1 OG 03	< 2,10 mg.L ⁻¹	<2,10 mg.L ⁻¹	7,86 mg.L ⁻¹	< 2,1 mg.L ⁻¹
P4 OG 01	< 2,10 mg.L ⁻¹	<2,10 mg.L ⁻¹	6,47 mg.L ⁻¹	< 2,1 mg.L ⁻¹
P4 OG 02	4,50 mg.L ⁻¹	2,40 mg.L ⁻¹	< 2,1 mg.L ⁻¹	< 2,1 mg.L ⁻¹
P4 OG 03	6,34 mg.L ⁻¹	<2,10 mg.L ⁻¹	4,68 mg.L ⁻¹	9,50 mg.L ⁻¹
P4 OG 04	6,73 mg.L ⁻¹	<2,10 mg.L ⁻¹	< 2,1 mg.L ⁻¹	9,76 mg.L ⁻¹

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 mediana de $2,40 \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente (Tabela 1), a clorofila-a registrou picos acima de $10 \mu\text{g.L}^{-1}$, nas estações MOX 03, 07 08 (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 ($p = 0,0005$, 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/2009, vindo a diminuir no mês subsequente (Figura 3.3.D.1-1b), sem diferença significativa entre os meses ($p = 0,2499$) e pico máximo em dezembro/2008, no valor de $19,88 \mu\text{g.L}^{-1}$.

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 dos reservatórios, com as respectivas médias e medianas de $1,95$ e $1,42 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Tabela 1), a feofitina registrou mediana mais elevada em MOX 03, com picos máximos também em MOX 03 (Figura 3.3.D.1-2a), não diferenciando estatisticamente entre as estações ($p = 0,2304$). Não houve diferenciação significativa entre as profundidades (Tabela 2)

Não houve diferenciação significativa entre os meses, com $p = 0,1851$ (Tabela 2). Destacaram-se dos demais os meses de dezembro/2008, com o maior pico $8,34 \mu\text{g.L}^{-1}$ na superfície de MOX 03, junho/2009, que apresentou massa de dados mais elevada, (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).

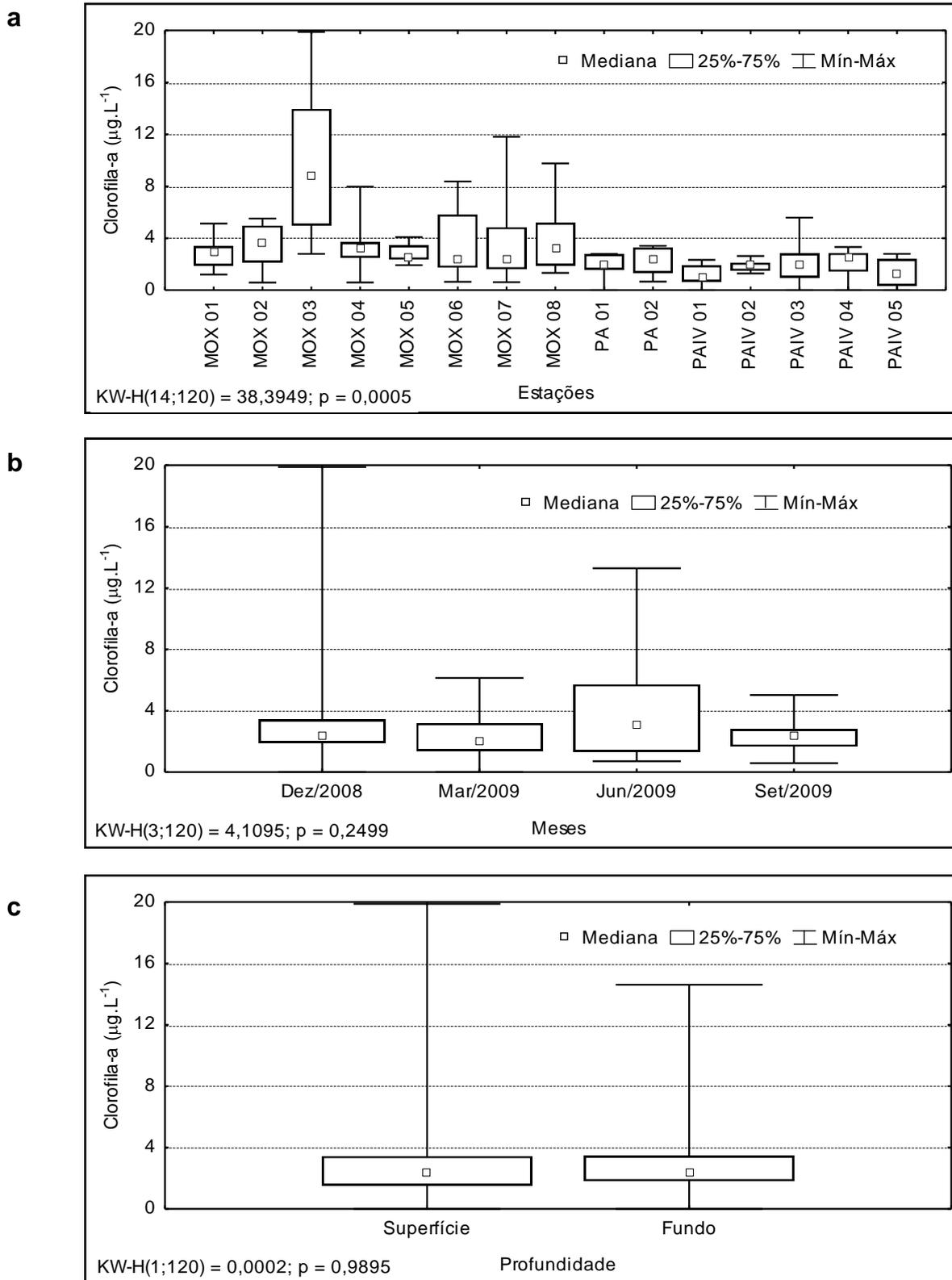


Figura 3.3.D.1-1 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de clorofila-a na água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do CHPA, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

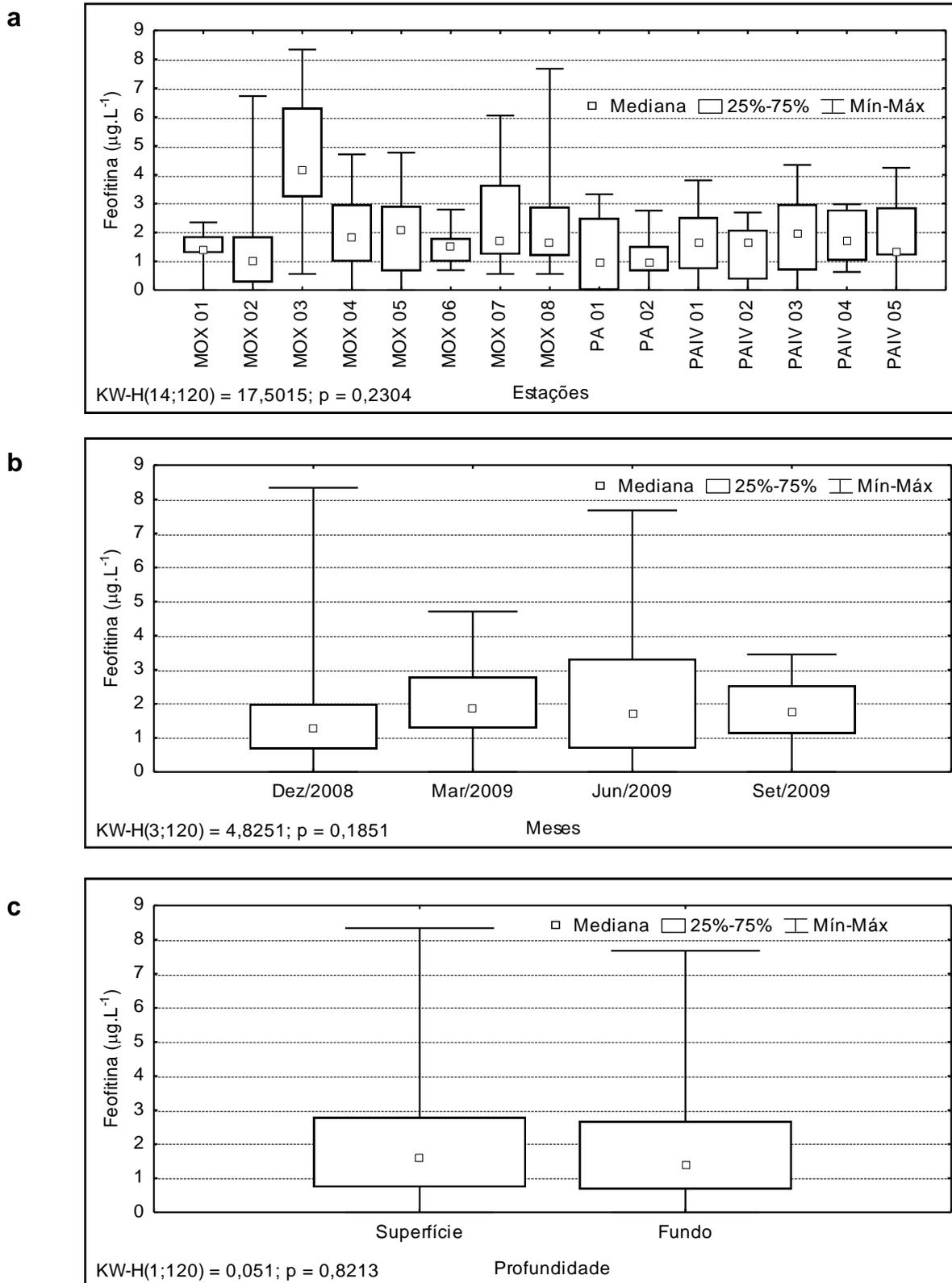


Figura 3.3.D.1-2 – Amplitude de variação e mediana dos valores da concentração de feofitina na água, (a) nas estações, (b) nos meses e (c) profundidades de amostragem dos reservatórios do Complexo de Paulo Afonso, para o período entre dezembro/2008 e setembro/2009.

3.3.D.2. Fitoplâncton

A análise anual da composição fitoplanctônica para os 15 pontos amostrados nos reservatórios de Complexo Paulo Afonso (Moxotó e Paulo Afonso) mostrou que as algas estiveram representadas por 97 táxons assim distribuídos:

- 22 táxons pertencentes à divisão Bacillariophyta;
- 45 táxons pertencentes à divisão Chlorophyta;
- 4 táxons pertencentes à divisão Chrysophyta;
- 2 táxons pertencentes à divisão Cryptophyta;
- 17 táxons pertencentes à divisão Cyanophyta;
- 2 táxons pertencentes à divisão Dinophyta;
- 5 táxons pertencentes à divisão Euglenophyta.

Em relação a frequência de ocorrência, as Bacillariophyta apresentaram três espécies muito freqüentes: (*Aulacoseira ambigua*, *A. granulata* e *Fragilaria crotonensis*). Entre as Chlorophyta, que foi a divisão que apresentou a maior riqueza florística, quatro espécies ocorreram em todos os meses amostrais, sendo considerados muito freqüentes: *Coelastrum reticulatum*, *Pediastrum duplex*, *P. simplex* e *Planktosphaeria gelatinosa*. Cyanophyta, três táxons foram considerados muito freqüentes: *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Geitlerinema amphibium* e *Microcystis wesenbergii*. Da divisão Dinophyta, *Peridinium* sp. também ocorreu em todos os meses amostrados. As maiores riquezas foram verificadas em março/2009 (73 táxons), com decréscimo temporal de táxons, ocorrendo apenas 23 táxons em setembro/2009. Em todos os meses, houve predomínio de Chlorophyta com mais de 40% das espécies identificadas (Figura 3.3.D.2-1). Em razão da elevada riqueza de espécies em março/2009 e o reduzido número de táxons muito freqüentes, os meses amostrais apresentaram-se similares entre si (>60%) e dissimilares com março/2009 (<40%) (Figura 3.3.D.2-2). É fácil entender que a medida que foi havendo redução na riqueza, as espécies mais resistentes as condições foram permanecendo e proporcionando elevação nos padrões de similaridade temporal.

A cianobactéria *Cylindrospermopsis raciborskii*, as diatomáceas *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata* e *Fragilaria crotonensis* e a clorófita *Planktosphaeria gelatinosa* ocorreram em todas as estações amostrais apresentando frequência de ocorrência de

100%. Junto com elas, a diatomácea *Urosolenia longiseta* e a clorófita *Pediastrum duplex* foram considerados táxons muito freqüentes (>80%). A maioria dos táxons (67,01%) foram considerados raros, estando presentes em menos de um quinto das estações amostrais. Quanto a flora das diferentes estações, as riquezas variaram de 18 táxons em MOX 01 à 37 táxons em MOX 07, com predomínio de Chlorophyta em quase todas as estações. A média de riqueza nas estações foi de 26 táxons (Figura 3.3.D.2-1), um valor razoável para uma flora de 97 e que possibilita haver boa homogeneidade florística entre as estações, sendo respaldado na análise de similaridade (Figura 3.3.D.2-3). As estações lênticas de Moxotó foram dissimilares com as estações lóticas de Moxotó e os reservatórios de Paulo Afonso (<60%).

Quanto à densidade fitoplanctônica total (organismos por litro) no presente monitoramento, estas se situaram entre um mínimo de 1.852 org.L⁻¹ na estação PA IV 05 no mês de março/2009 a um máximo de 153.260 org.L⁻¹ na estação MOX 03 em dezembro/2008 (Figura 3.3.D.2-4).

A comunidade fitoplanctônica nos reservatórios de Complexo Paulo Afonso apresentou diferenças sazonais durante o período compreendido entre dezembro/2008 e setembro/2009. Em dezembro/2008, a estrutura fitoplanctônica foi formada por Cyanophyta (média de 9.711 org.L⁻¹ e uma variação de 268%) e Bacillariophyta (média de 8.117 org.L⁻¹ e uma variação de 92%) 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 a cianobactéria *Anabaena circinalis* e a diatomácea *Fragilaria crotonensis*.

Nos meses seguintes (março/2009, junho/2009 e setembro/2009), a abundância relativa de cianobactérias apresentou considerável redução, sendo a estrutura fitoplanctônica formada especialmente por Bacillariophyta (médias de 8.824 org.L⁻¹, 28.540 org.L⁻¹ e 16.069 org.L⁻¹, e uma variação de 61%, 74% e 148%, respectivamente). Dentre as espécies, a diatomácea *Aulacoseira ambigua* foi o táxon mais importante quantitativamente nos meses de março/2009 e junho/2009, enquanto que em setembro/2009, a espécie *Fragilaria crotonensis* predominou em todas as estações amostrais.

No estudo das divisões algais, as Bacillariophyta apresentaram valores de densidade situados entre um mínimo de 800 org.L⁻¹ na estação MOX 03, no mês de setembro/2009, com um valor máximo de 87.825 org.L⁻¹ na estação MOX 06, no mês de

junho/2009 (Figura 3.3.D.2-4). As espécies *Aulacoseira ambigua* e *Fragilaria crotonensis* 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⁻¹ em PA IV 03, do mês de dezembro/2008, em PA IV 01, do mês de junho/2009 e em MOX 02, do mês de setembro/2009, com um valor máximo de 9.432 org.L⁻¹ na estação MOX 03, no mês de dezembro/2008 (Figura 3.3.D.2-5). Apesar da importância qualitativa desta divisão, nenhuma espécie 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⁻¹ em quase todas as estações dos meses estudados, com um valor máximo de 566 org.L⁻¹ na estação MOX 07, no mês de março/2009 (Figura 3.3.D.2-5).

As Chrysophyta apresentaram valores de densidade de 0 org.L⁻¹ em quase todas as estações dos meses estudados, com um valor máximo de 8.771 org.L⁻¹ na estação MOX 04, no mês de março/2009 (Figura 3.3.D.2-5).

As Cyanophyta apresentaram valores de densidade situados entre um mínimo de 0 org.L⁻¹ em MOX 02, do mês de dezembro/2008, em PA IV 03, do mês de março/2009 e em MOX 02, MOX 08 e PA 02, do mês de junho/2009, com um valor máximo de 101.387 org.L⁻¹ na estação MOX 03, no mês de dezembro/2008 (Figura 3.3.D.2-4). A espécie *Anabaena circinalis* chegou 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⁻¹ em quase todas as estações dos meses estudados, com um valor máximo de 7.498 org.L⁻¹ na estação MOX 04, no mês de março/2009 (Figura 3.3.D.2-6).

As Euglenophyta apresentaram valores de densidade situados entre um mínimo de 0 org.L⁻¹ em quase todas as estações dos meses estudados, com um valor máximo de 16.505 org.L⁻¹ na estação MOX 03, no mês de dezembro/2008 (Figura 3.3.D.2-6).

Os valores de diversidade variaram de 0,56 bit.cél⁻¹, em PA IV 02, no mês de setembro/2009, à 3,68 bit.cél⁻¹, em PA IV 05, no mês de dezembro/2008 (Figura 3.3.D.2-7). 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 (1,16 bit.cél⁻¹) e as maiores diversidades médias, no mês de março/2009 (2,52 bit.cél⁻¹). Estes dados são corroborados com a equitatividade ($r = 0,854$, $p < 0,001$), que mostrou

uma variação de 0,21, em PA IV 01, no mês de setembro/2009, à 0,97, em MOX 03, no mês de setembro/2009 (Figura 3.3.D.2-7). A dominância de diatomáceas filamentosas do gênero *Aulacoseira* e *Fragilaria* foram os responsáveis pelas menores diversidades e equitatividades nos reservatórios do Complexo Paulo Afonso durante o período estudado.

Análise multivariada entre a comunidade fitoplanctônicas e variáveis físicas, químicas e biológicas.

A análise de correlação (Tabela 3.3.D.2-1) possibilitou evidenciar uma correlação direta entre todos os grupos de organismos que compõem o fitoplâncton, entretanto essa relação ocorre de formas diferentes entre esses grupos, sendo Cyanophyta o único grupo que apresentou correlação direta com todos os outros. A análise de componentes principais (ACP) que reuniu todos os esses grupos apresentou um fator de explicação total de 66,02% e mostra uma associação maior das Cyanophyta com Chlorophyta e Euglenophyta, seguido por Bacillariophyta e Chrysophyta e mais distantes por Cryptophyta e Dinophyta (Figura 3.3.D.2-8).

Apenas Bacillariophyta apresentou correlação com um único grupo, Chlorophyta. A ACP para essa correlação gerou um fator total de explicação de 84,86%, considerado um fator elevado e que justifica a aderência dos dados dessa relação (Figura 3.3.D.2-8). Cryptophyta e Chrysophyta apresentaram correção positiva com os mesmos grupos, enquanto a associação mostrada pela ACP para eles, indica uma associação direta de Cryptophyta com Dinophyta e mais afastada desses com Chrysophyta. Os outros três grupos se mostram distantes e aglomerados, com fator de total de 74,83% para resumir essa relação (Figura 3.3.D.2-9).

Chlorophyta não mostrou correlação apenas com Dinophyta, tendo a ACP do grupo mostrado uma maior associação com Cyanophyta e maior distanciamento de Bacillariophyta, com um fator total de 66,71% (Figura 3.3.D.2-9). A ACP para Dinophyta revelou relação direta com três outros grupos fitoplanctônicos, sem Cryptophyta o de maior relação, com fator de explicação de 84,86% (Figura 3.3.D.2-10). Euglenophyta apresentou ligação direta com quatro grupos taxonômicos, sendo o de maior relação com Cyanophyta e menor com Cryptophyta, com fator total de 75,38% (Figura 3.3.D.2-10).

No tocante à relação do fitoplâncton com as variáveis químicas, físicas e biológicas, pode-se avaliar uma relação distinta para os diferentes grupos. O grupo Cyanophyta não apresentou correlação significativa com nenhuma das variáveis

analisadas, mas como analisado anteriormente com todos os grupos taxonômicos, isso mostrar que a ocorrência de maiores densidades desse grupo está ligada à competição com outros grupos, não tendo sido influenciado diretamente por qualquer variável física ou química em particular, no 2º. ano de monitoramento no Complexo de Paulo Afonso.

Para Bacillariophyta, a correlação já se apresentou de outra maneira, verificando-se uma relação com diversas variáveis, sendo algumas diretas, como nitrato, nitrito, fração inorgânica dos sólidos em suspensão totais - SST e do próprio SST, e inversa com a fração orgânica, temperatura e zona eufótica. A ACP para esse grupo (fator total de 57,22%) ressalta as correlações comentadas anteriormente, principalmente para as variáveis que apresentaram uma correlação direta (Figura 3.3.D.2-11).

Chlorophyta apresentou correlações diretas e inversas, sendo de maior representação, aquelas com fósforo total e oxigênio dissolvido, respectivamente. A ACP (61,21%) ressalta ainda mais a correlação direta do fósforo total com esse grupo fitoplanctônico (Figura 3.3.D.2-11).

O grupo Cryptophyta teve somente uma correlação direta com a temperatura e obteve um fator total da ACP de 100%, evidenciando a influência que a temperatura teve sobre esse grupo no Complexo de Paulo Afonso, no período de Dezembro/2008 a Novembro/2009 (Figura 3.3.D.2-12). Apesar de Cryptophyta e Chrysophyta apresentarem correlação com os mesmos grupos taxonômicos, isso não foi repetido para a análise com variáveis limnológicas. Esse último grupo fitoplanctônico teve correlação direta com fósforo total, feofitina e temperatura, e inversa com oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal e pH, com fator de ACP total de 54,66% (Figura 3.3.D.2-12).

Dinophyta obteve uma ACP com fósforo total e temperatura, com explicação para os dois eixos de 77,89%, tendo ambas as variáveis uma correlação direta com esse grupo. Já Euglenophyta, apresentou correlações tanto diretas quanto inversas, mas essas foram maiores com oxigênio dissolvido e fósforo total, evidenciadas na ACP para o grupo com um fator total de explicação para a análise de 58,54%.

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: uma fase com abundância de Cyanophyta e

Bacillariophyta (restrita ao mês de dezembro/2008) e, um período com dominância de diatomáceas (nos outros meses monitorados).

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 lólicas. Nos reservatórios do Complexo Paulo Afonso, observou-se o desenvolvimento de diatomáceas cêntricas agrupadas em arranjos filamentosos (*Aulacoseira ambigua*), nos meses de março/2009 e junho/2009 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/2008 e setembro/2009.

Segundo Reynolds et al. (2002), a espécie *Aulacoseira ambigua* ocorre quando o sistema encontra-se desestratificado e, em geral, toleram limitação de luz, o que a faz ser bem representativa tanto em condições lólicas como lênticas. Esta espécie é típica de regiões mais rasas onde facilmente se verifica mistura completa da coluna d'água.

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.

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 e Mendes, 2005), potiguares (Chellappa e Costa, 2003) e maranhenses (Nogueira, 2003).

Apesar das cianobactérias constituírem para o estabelecimento de florações 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

CHROOCOCCACEAE

Aphanocapsa incerta (Lemmermann) Cronberg & Komárek

Aphanocapsa sp.

Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing

Microcystis wesenbergii (Komárek) Komárek

Microcystis sp.

NOSTOCALES

NOSTOCACEAE

Anabaena circinalis Rabenhorst

Anabaena constricta (Szafer) Geitler

Anabaena sp.

Cylindrospermopsis raciborskii (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju

Raphidiopsis mediterranea Skuja

OSCILLATORIALES

OSCILLATORIACEAE

Oscillatoria sp.

PHORMIDIACEAE

Planktothrix agardhii (Gomont) Anagnostidis & Komárek

PSEUDANABAENACEAE

Geitlerinema amphibium (C. Agardh) Anagnostidis

Geitlerinema splendidum (Greville) Anagnostidis

Pseudanabaena catenata Lauterborn

Pseudanabaena mucicola (Naumann & Huber-Pestalozzi) Bourrelly

Pseudanabaena sp.

BACILLARIOPHYTA

COSCINODISCOPHYCEAE

RHIZOSOLENIALES

RHIZOSOLENIACEAE

Urosolenia longiseta (Zacharias) Bukhtiyarova

THALASSIOSIRALES

STEPHANODISCACEAE

Cyclotella meneghiniana Kützing

Cyclotella stelligera Cleve & Grunow

MELOSIRALES

MELOSIRACEAE

Melosira distans (Ehrenberg) Kützing

Melosira varians C. Agardh

AULACOSEIRALES

AULACOSEIRACEAE

Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen

FRAGILARIOPHYCEAE

FRAGILARIALES

FRAGILARIACEAE

Asterionella sp.

Fragilaria capucina Desmazières

Fragilaria crotonensis Kitton

Fragilaria sp.

Synedra rumpens Kützing

Ulnaria ulna (Nitzsch) P. Compère

BACILLARIOPHYCEAE

EUNOTIALES

EUNOTIACEAE

Eunotia sp.

RHOPALODIALES

RHOPALODIACEAE

Epithemia sorex Kützing

Epithemia sp.

NAVICULALES

STAURONEIDACEAE

Stauroneis phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenberg

PINNULARIACEAE

Pinnularia sp.

AMPHIPLEURACEAE

Frustilia sp.

CYMBELLALES

CYMBELLACEAE

Encyonema selesiacum (Bleisch) D.G. Mann

BACILLARIALES

BACILLARIACEAE

Nitzschia sp.

SURIRELLALES

SURIRELLACEAE

Surirella sp.

CHLOROPHYTA

CHLOROPHYCEAE

CHLOROCOCCALES

RADIOCOCCACEAE

Radiococcus planktonicus J.W.G. Lund

HYDRODICTYACEAE

Pediastrum duplex Meyen

Pediastrum simplex Meyen

OOCYSTACEAE

Nephrocytium agardhianum Nägeli

Oocystis pusilla Hansgirg

Oocystis sp.

Planktosphaeria gelatinosa G.M. Smith

GOLENKINIACEAE

Golenkinia paucispina W. West & G.S. West

MICRACTINIACEAE

Micractinium pusillum Fresenius

CHLOROCOCCACEAE

Chlorococcum infusionum (Schrank) Meneghini

Tetraedron gracile (Reinsch) Hansgirg

Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg

Tetraedron sp.

SCENEDESMACEAE

Crucigenia quadrata Morren

Scenedesmus acuminatus (Lagerheim) Chodat

Scenedesmus arcuatus (Lemmermann) Lemmermann

Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson ex Ralfs

COELASTRACEAE

Actinastrum hantzschii Lagerheim

Actinastrum sp.

Coelastrum microporum Nägeli

Coelastrum reticulatum (P.A. Dangeard) Senn

BOTRYOCOCCACEAE

Dictyosphaerium ehrenbergianum Nägeli

Dictyosphaerium pulchellum H.C. Wood

CHLORELLACEAE

Chlorella vulgaris Beijerinck

Kirchneriella lunaris (Kirchner) K. Möbius

Kirchneriella obesa (G.S. West) Schmidle

Kirchneriella sp.

Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová

Monoraphidium griffithii (Berkeley) Komárková-Legnerová

Monoraphidium sp.

Quadrigula chodatii (Tanner-Füllemann) G.M. Smith

TETRASPORALES

PALMELLACEAE

Sphaerocystis schroeteri Chodat

ZYGNEMATALES

ZYGNEMATACEAE

Mougeotia sp.

CLOSTERIACEAE

Closterium sp.

DESMIDIACEAE

Cosmarium bioculatum Brébisson ex Ralfs

Cosmarium sp.

Desmidium sp.

Onychonema laeve Nordstedt

Staurastrum gracile Ralfs ex Ralfs

Staurastrum leptocladum L.N. Johnson

Staurastrum rotula Nordstedt

Staurastrum sp.

Staurodesmus sp.

VOLVOCALES

VOLVOACEAE

Eudorina sp.

Volvox sp.

CRYPTOPHYTA

CRYPTOPHYCEAE

CRYPTOMONADALES

CRYPTOMONADACEAE

Cryptomonas ovata Ehrenberg

PYRENOMONADALES

PYRENOMODACEAE

Rhodomonas lacustris Pascher & Ruttner

DINOPHYTA

DINOPHYCEAE

PERIDINIALES

PERIDINIACEAE

Peridinium palatinum Lauterborn

Peridinium sp.

CHRYSOPHYTA

CHRYSOPHYCEAE

MONOSIGALES

SYNURACEAE

Mallomonas caudata Ivanov

Mallomonas sp.

OCHROMONADALES

DINOBRYPHYCEAE

Dinobryon bavaricum Imhof

Dinobryon sertularia Ehrenberg

EUGLENOPHYTA

EUGLENOPHYCEAE

EUGLENALES

EUGLENACEAE

Euglena acus Ehrenberg

Euglena sp.

Phacus longicauda (Ehrenberg) Dujardin

Phacus sp.

Trachelomonas volvocina Ehrenberg

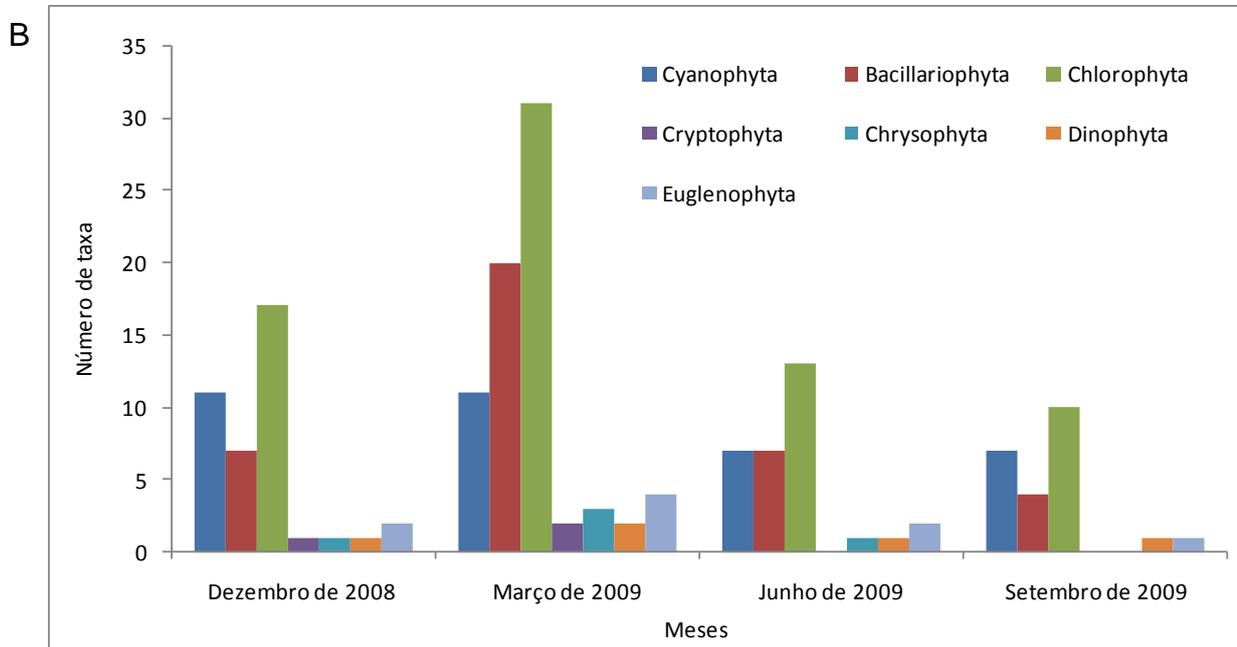
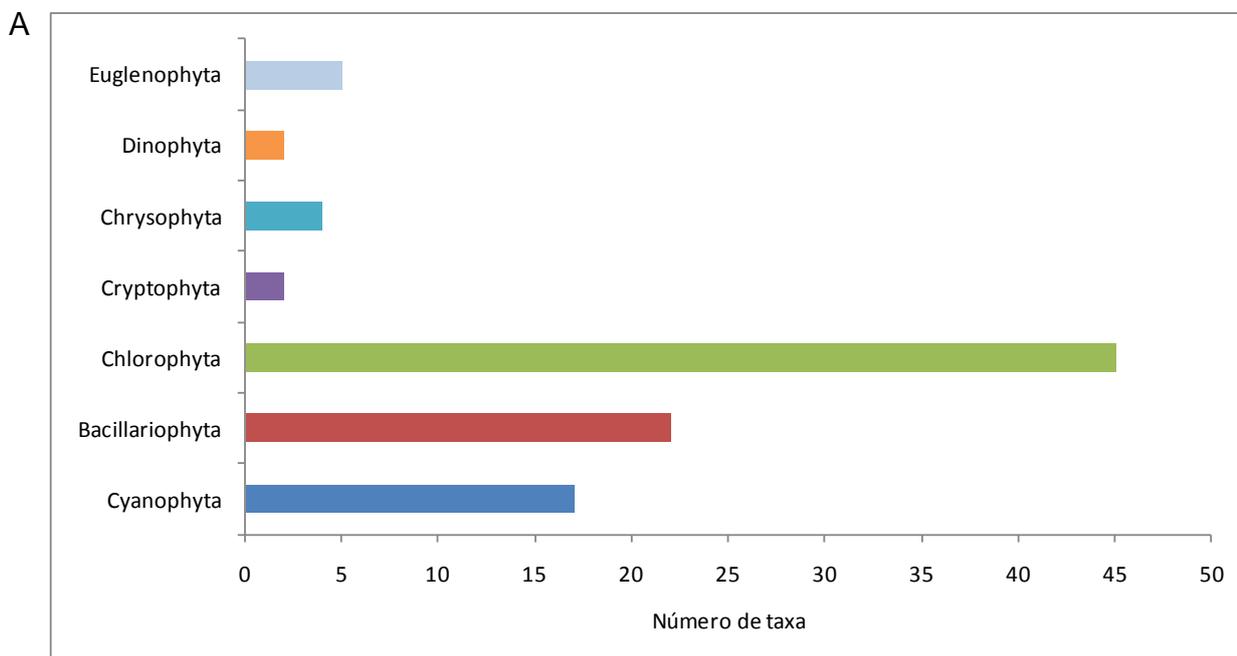


Figura 3.3.D.2-1 - Número de taxa nos reservatórios das UHE's do Complexo Paulo Afonso (Moxotó, PAIV, PA), A – Número de taxa total e B – Número de taxa por campanha.

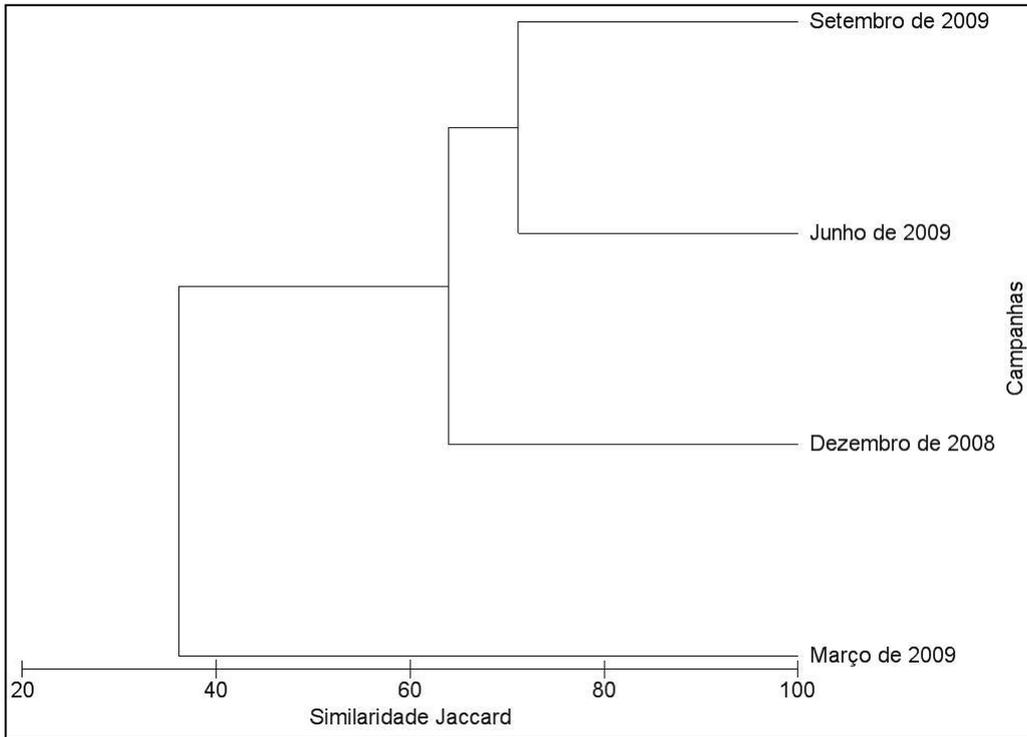


Figura 3.3.D.2-2 - Agrupamentos formados com respectivas similaridades, obtidas através da análise da ocorrência de espécies entre as campanhas de coleta, nos meses de outubro de 2008 e janeiro, abril e julho de 2009, no Complexo Paulo Afonso (Moxotó, PAIV, PA).

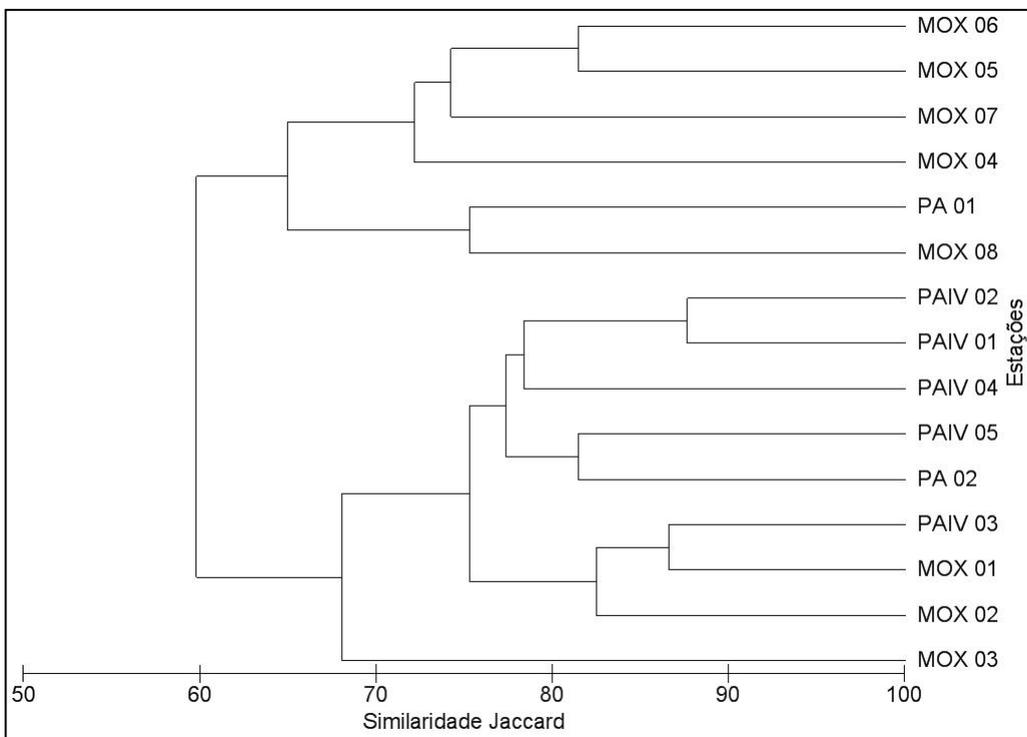
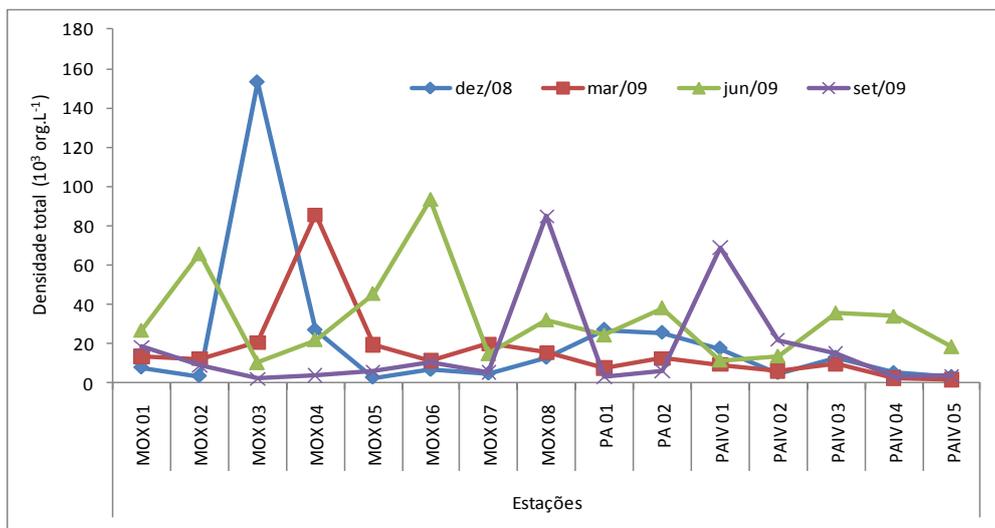
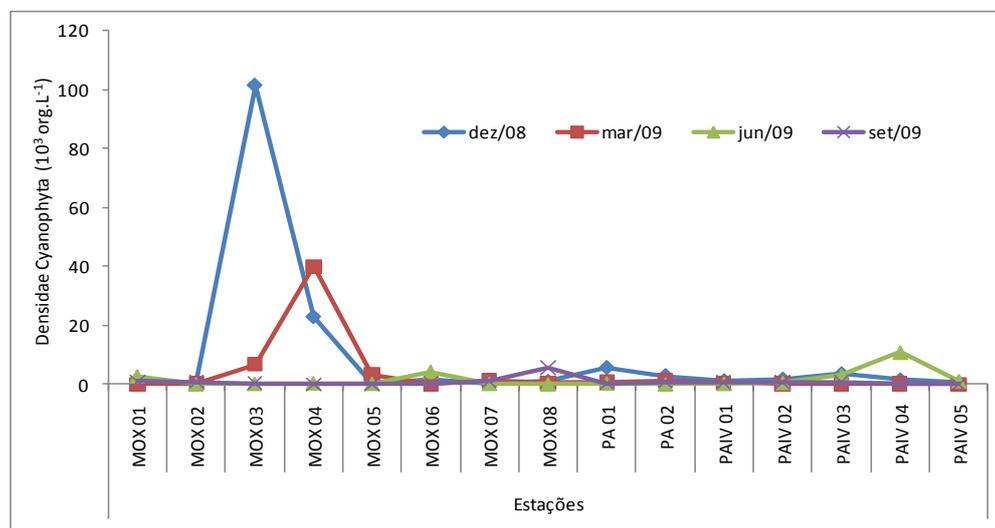


Figura 3.3.D.2-3 - Agrupamentos formados com respectivas similaridades, obtidas através da análise da ocorrência de espécies entre as estações de coleta, nos meses de outubro de 2008 e janeiro, abril e julho de 2009, no Complexo Paulo Afonso (Moxotó, PAIV, PA).

A



B



C

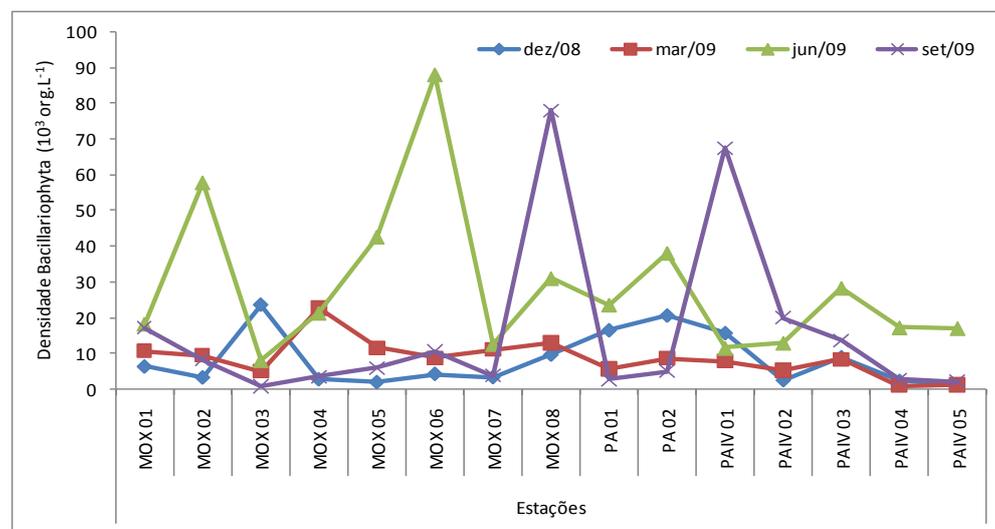
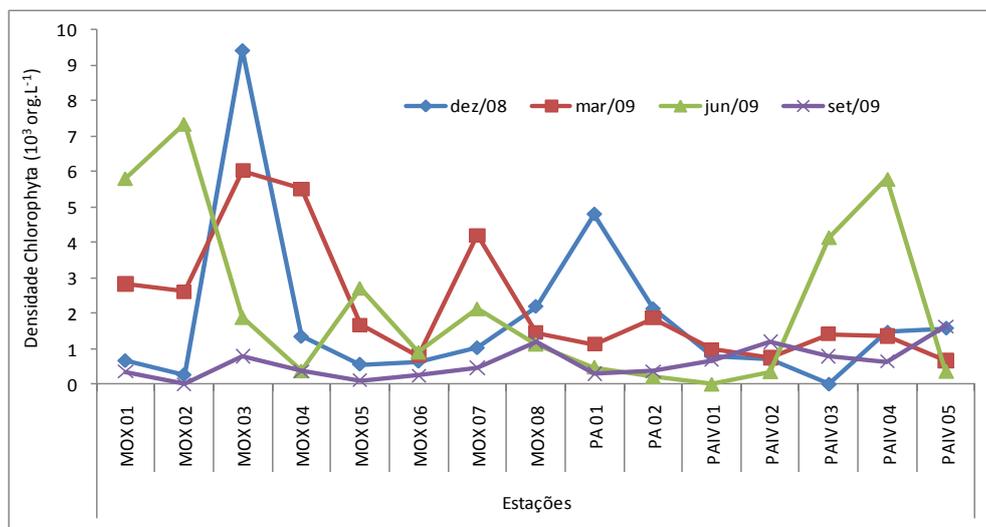


Figura 3.3.D.2-4 - Variação anual da densidade fitoplancônica (10^3 Org.L^{-1}) nos reservatórios das UHE's do Complexo Paulo Afonso (Moxotó, PAIV, PA), A – Densidade total, B – Densidade Cyanophyta e C – Densidade Bacillariophyta, entre os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

A



B

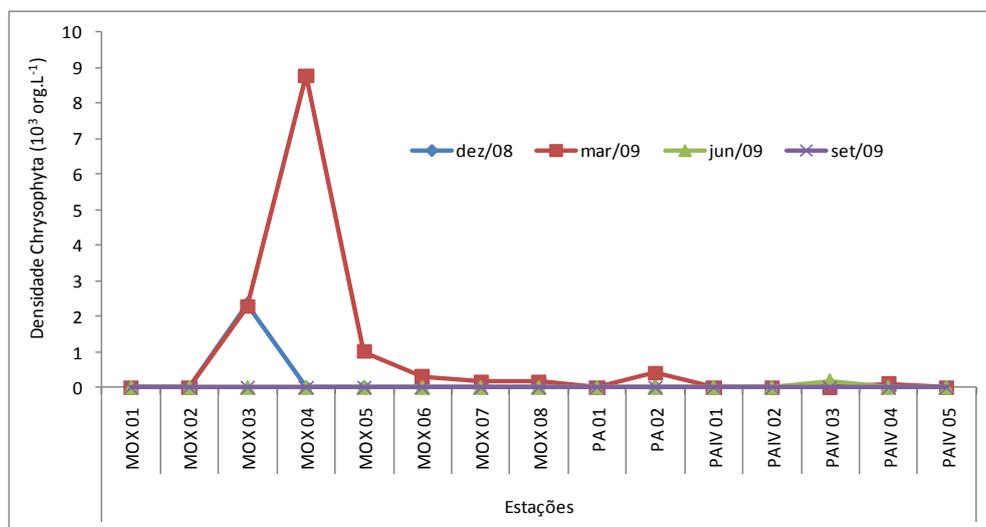
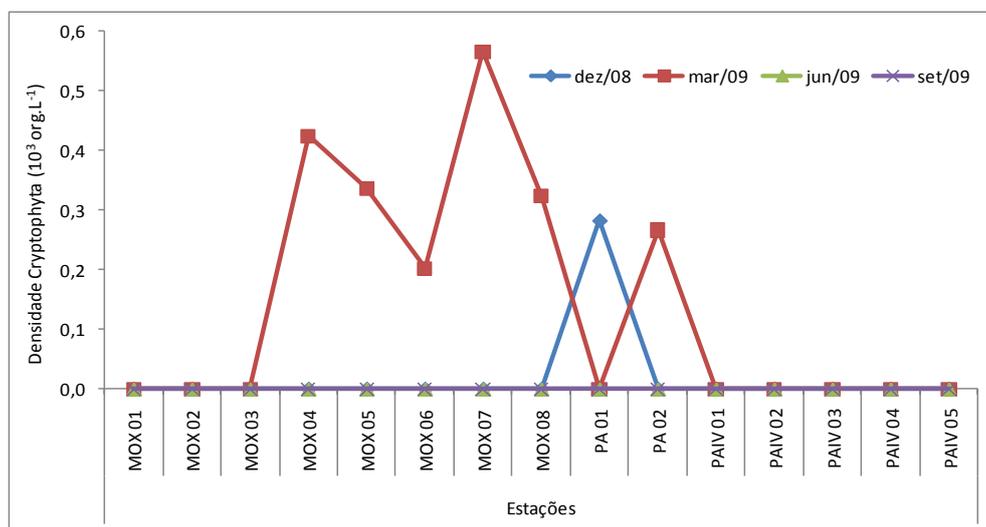


Figura 3.3.D.2-5 - Variação anual da densidade fitoplanctônica (10^3 Org.L^{-1}) nos reservatórios das UHE's do Complexo Paulo Afonso (Moxotó, PAIV, PA), A – Densidade Chlorophyta, B – Densidade Cryptophyta e C – Densidade Chrysophyta, entre os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

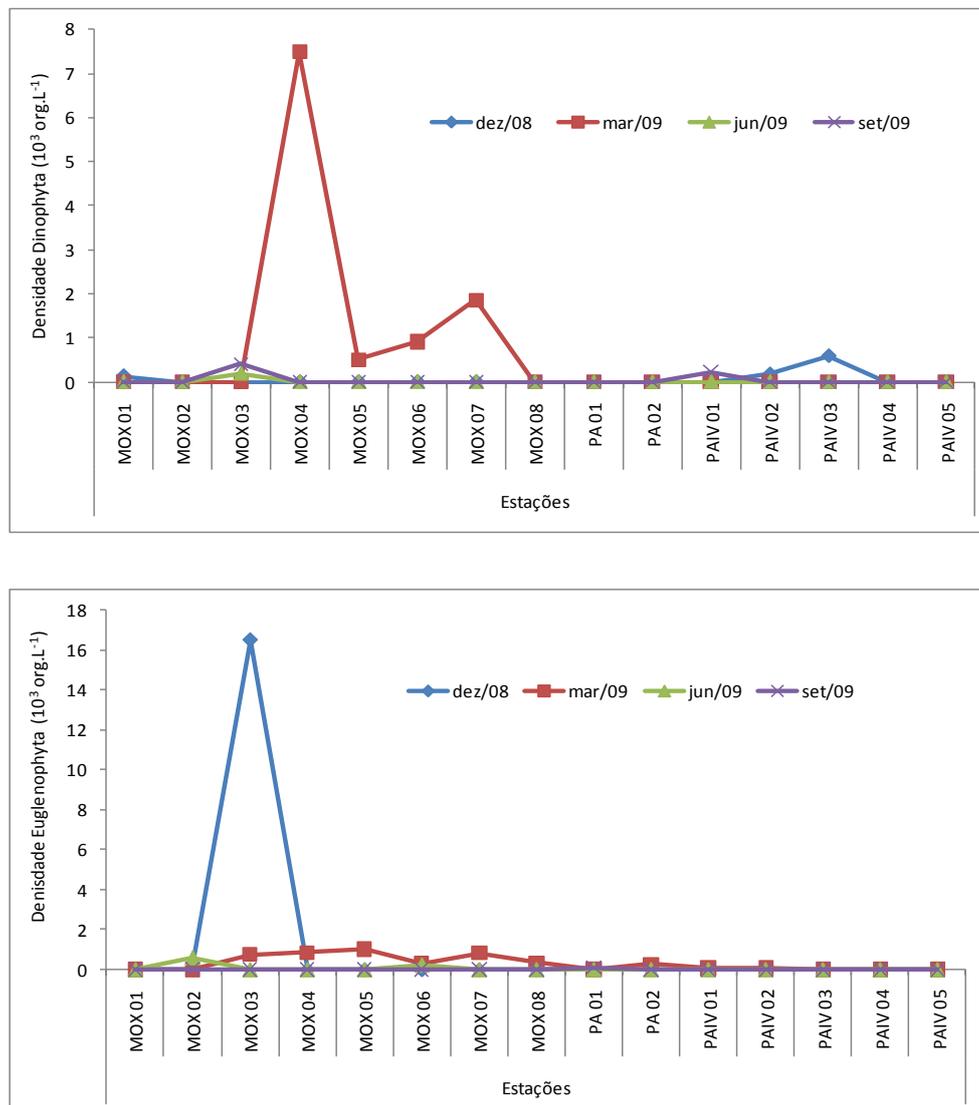


Figura 3.3.D.2-6 - Variação anual da densidade fitoplânctônica (10³ Org.L⁻¹) nos reservatórios das UHE's do Complexo Paulo Afonso (Moxotó, PAIV, PA), A – Densidade Dinophyta e B – Densidade Euglenophyta, entre os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

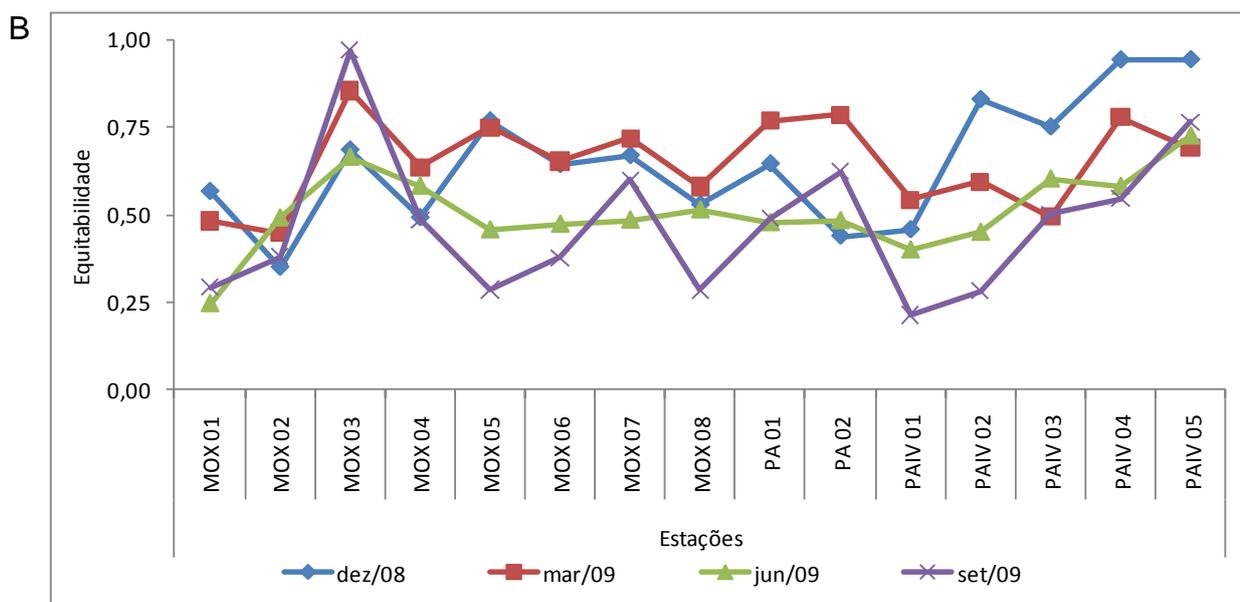
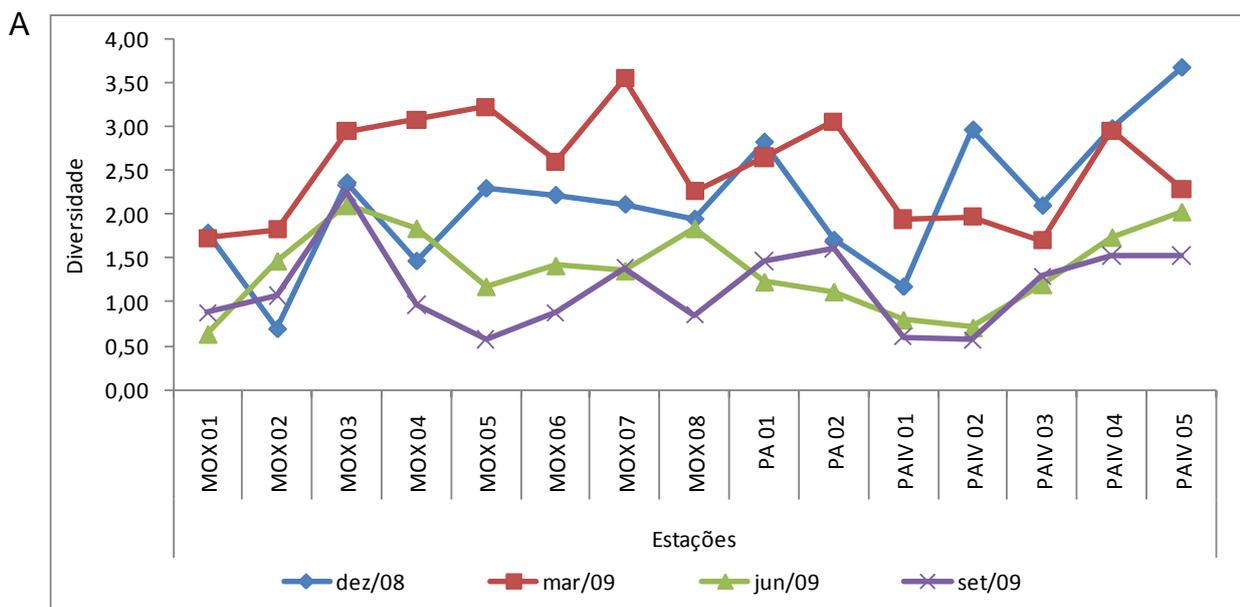


Figura 3.3.D.2-7 - Variação anual da diversidade e equitatividade, entre os pontos de coletas nos reservatórios das UHE's do Complexo Paulo Afonso (Moxotó, PAIV, PA), entre os meses de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

Tabela 3.3.D.2-1 – Valores de correlação entre grupos de comunidade fitoplanctônica e variáveis físicas, químicas e biológicas no Complexo de Paulo Afonso. Em negrito os valores que apresentaram correlação significativa.

	Grupo taxonômicos						
	Cyanophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	Bacillariophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	Chlorophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	Cryptophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	Chrysophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	Dinophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	Euglenophyta (10 ³ org.L ⁻¹)
Nitrogênio amoniacal (µg.L ⁻¹ N)	-0,19	-0,06	-0,06	-0,14	-0,30	-0,15	-0,21
Nitrito (µg.L ⁻¹ N)	-0,12	0,38	0,25	0,20	0,15	0,14	0,14
Nitrato (µg.L ⁻¹ N)	-0,20	0,41	0,06	-0,17	-0,15	-0,15	-0,12
Fósforo total (µg.L ⁻¹ P)	0,06	0,04	0,31	0,19	0,49	0,34	0,28
Magnésio (mg.L ⁻¹ Mg)	-0,02	-0,04	0,27	-0,06	0,09	0,04	0,29
Cloreto (mg.L ⁻¹ Cl)	-0,02	0,10	0,27	-0,06	0,06	0,03	0,25
Clorofila-a (µg.L ⁻¹)	0,17	0,21	0,33	-0,17	0,07	-0,25	0,38
Feofitina (µg.L ⁻¹)	0,16	0,10	0,22	-0,02	0,31	0,08	0,42
SST (g.L ⁻¹)	-0,02	0,37	0,18	-0,08	0,02	-0,03	0,16
Inorgânicos (%)	0,01	0,35	0,20	0,13	0,13	0,10	0,11
Orgânicos (%)	0,02	-0,43	-0,23	-0,08	-0,13	-0,14	-0,06
Temperatura (°C)	0,20	-0,40	0,28	0,36	0,37	0,30	0,32
pH	-0,13	0,16	-0,12	-0,24	-0,28	-0,16	-0,23
Condutividade elétrica (µS/cm)	0,00	0,08	0,25	-0,16	0,04	-0,04	0,27
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹ O ₂)	-0,21	0,16	-0,40	-0,09	-0,38	-0,09	-0,41
Zona Eufótica (m)	-0,08	-0,43	-0,38	-0,13	-0,21	-0,08	-0,27
Cyanophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	1,00	0,23	0,55	0,28	0,65	0,36	0,63
Bacillariophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	0,23	1,00	0,28	0,11	0,11	0,08	0,18
Chlorophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	0,55	0,28	1,00	0,34	0,48	0,23	0,51
Cryptophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	0,28	0,11	0,34	1,00	0,47	0,64	0,26
Chrysophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	0,65	0,11	0,48	0,47	1,00	0,70	0,63
Dinophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	0,36	0,08	0,23	0,64	0,70	1,00	0,23
Euglenophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	0,63	0,18	0,51	0,26	0,63	0,23	1,00

A

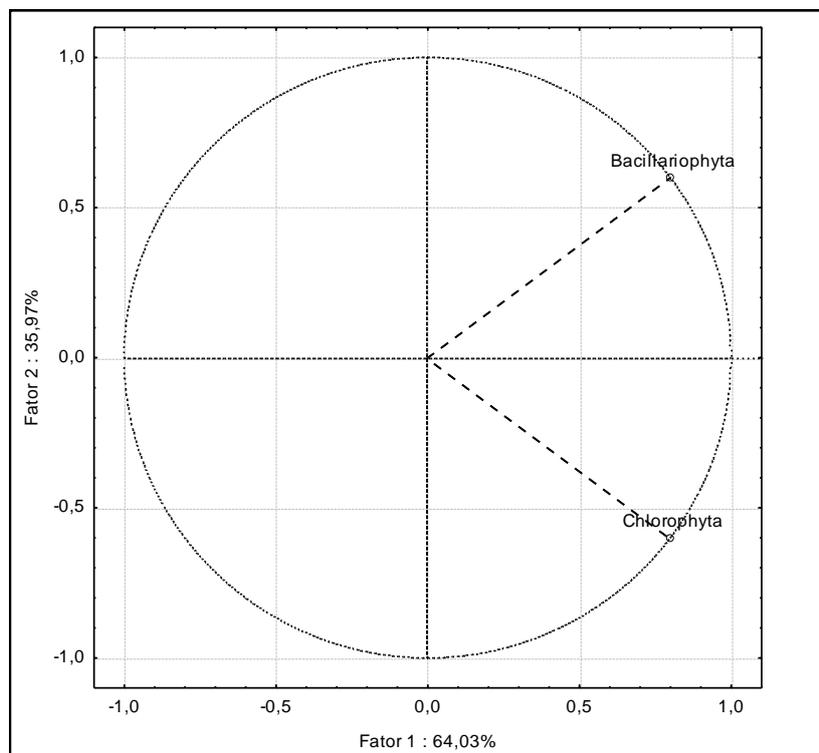
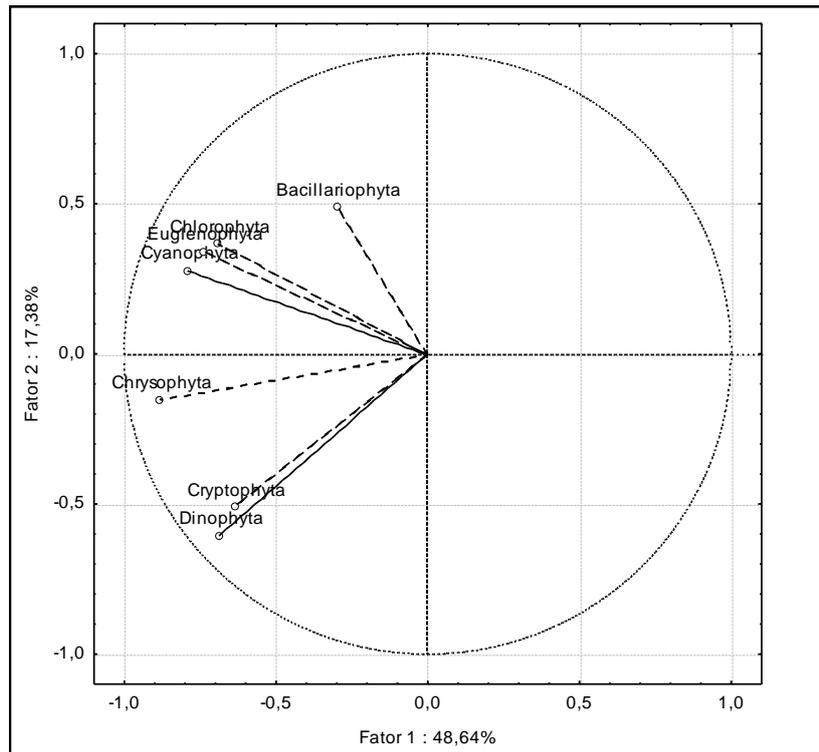
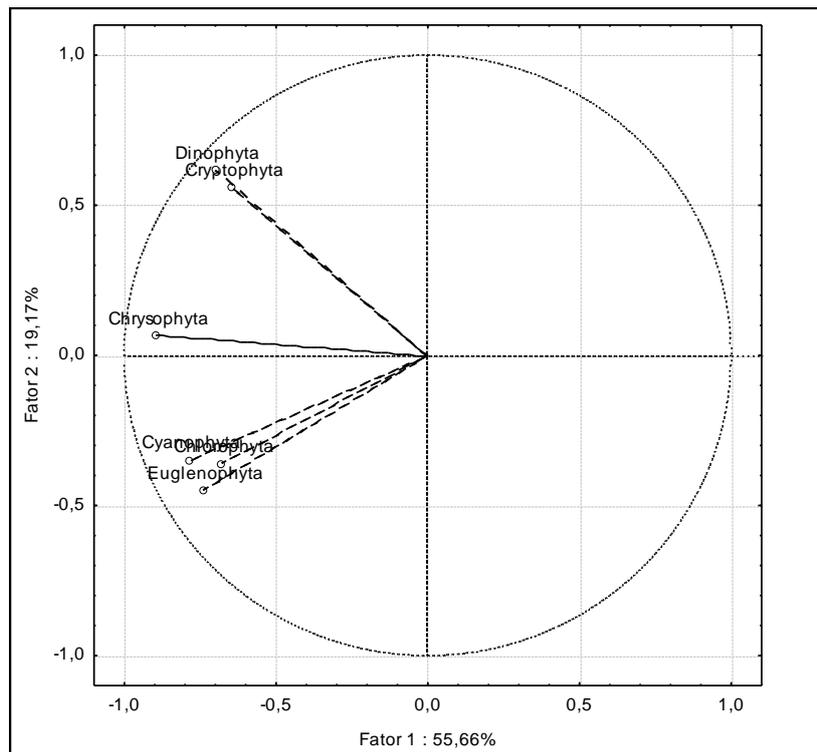


Figura 3.3.D.2-8 – Análise de componentes principais (ACP) para os grupos fitoplanctônicos que apresentaram correlação significativa entre os mesmos. A – Cyanophyta; B - Bacillariophyta.

A



B

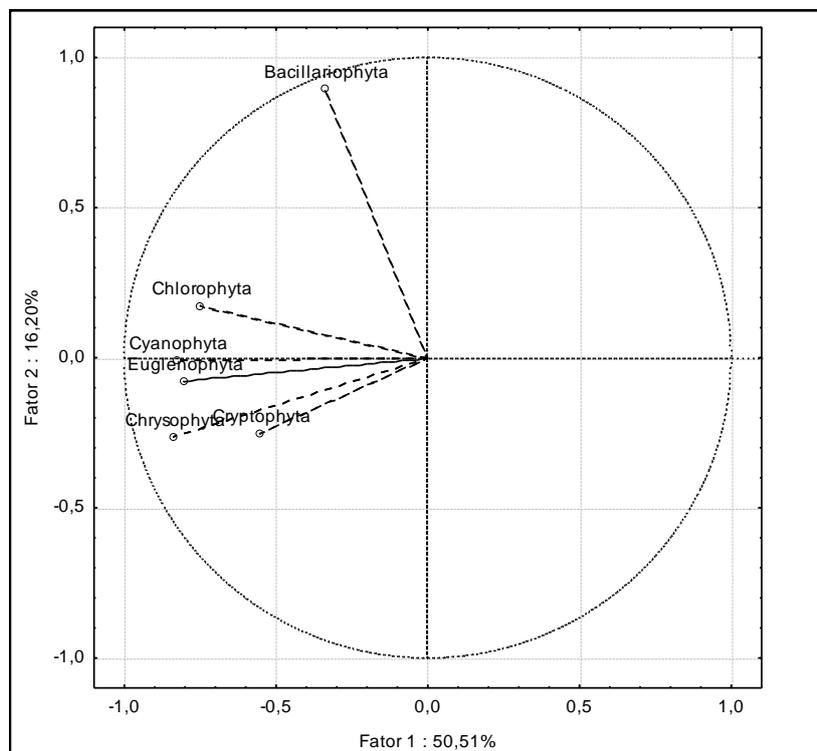
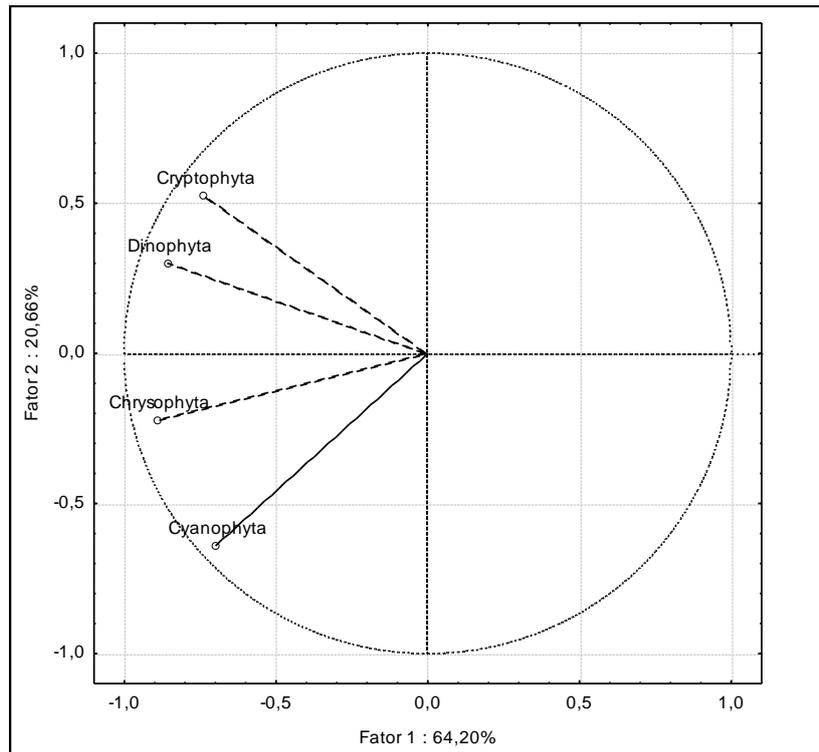


Figura 3.3.D.2-9 – Análise de componentes principais (ACP) para os grupos fitoplanctônicos que apresentaram correlação significativa entre os mesmos. A – Cryptophyta e Chrysophyta; B - Chlorophyta.

A



B

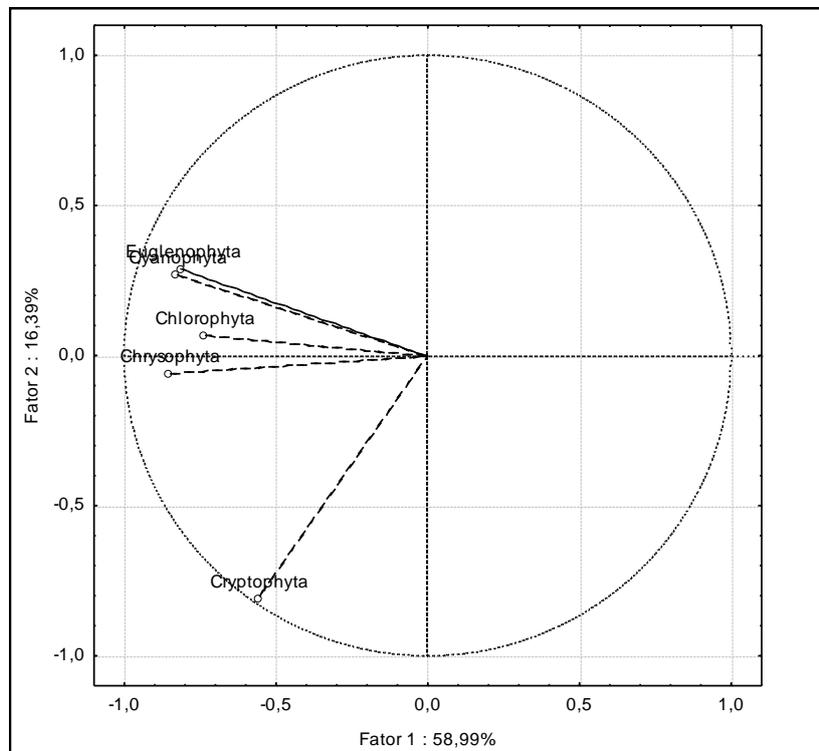
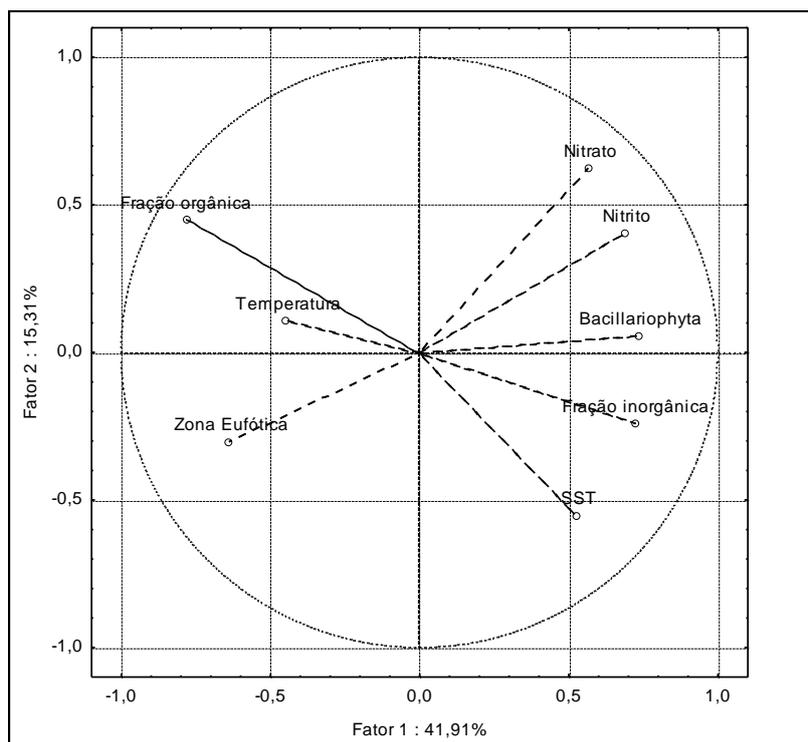


Figura 3.3.D.2-10 – Análise de componentes principais (ACP) para os grupos fitoplanctônicos que apresentaram correlação significativa os mesmos. A – Dinophyta; B – Euglenophyta.

A



B

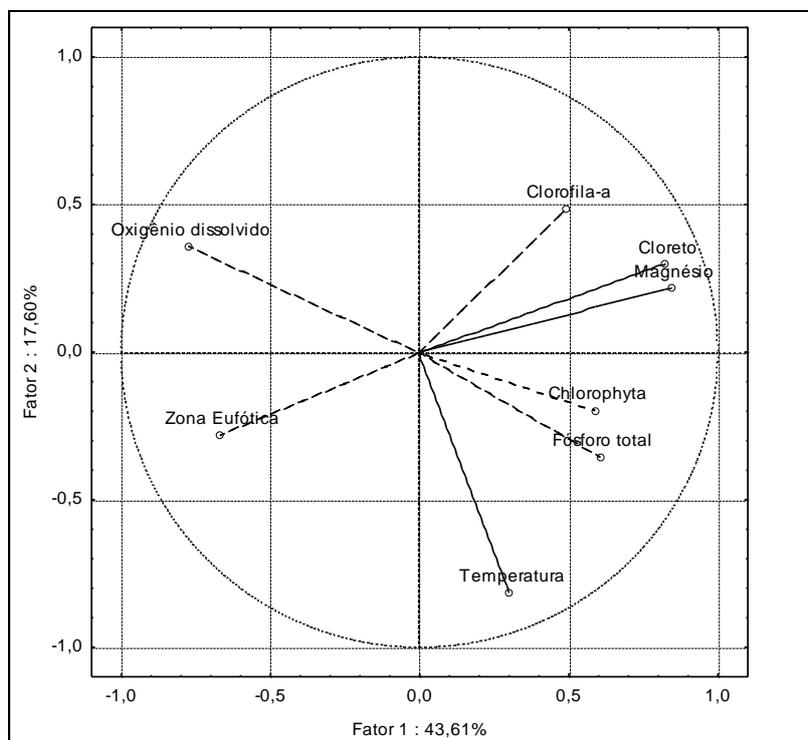
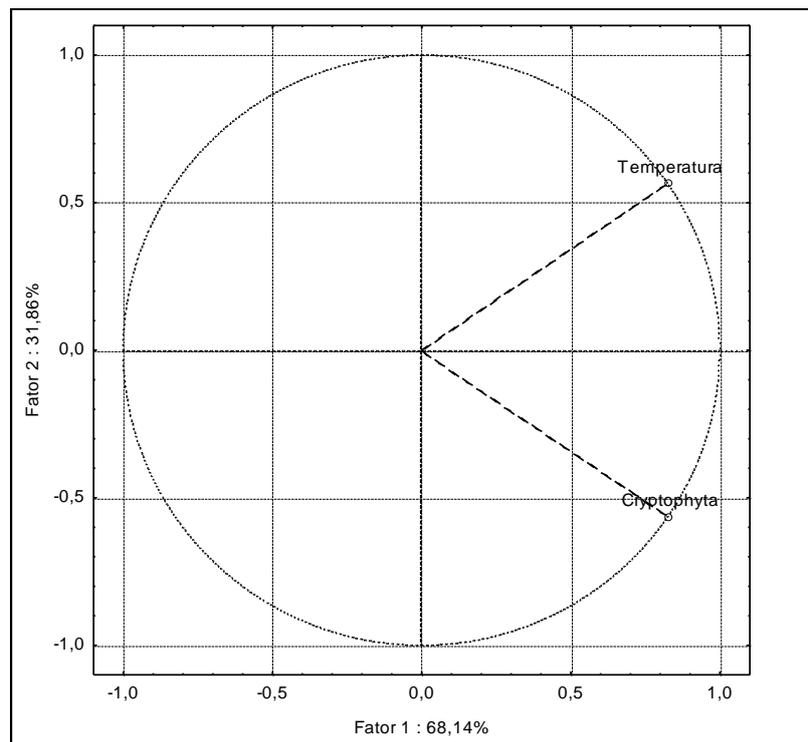


Figura 3.3.D.2-11 – Análise de componentes principais (ACP) para os grupos fitoplanctônicos que apresentaram correlação significativa com variáveis físicas, químicas e biológicas. A – Bacillariophyta e B – Chlorophyta.

A



B

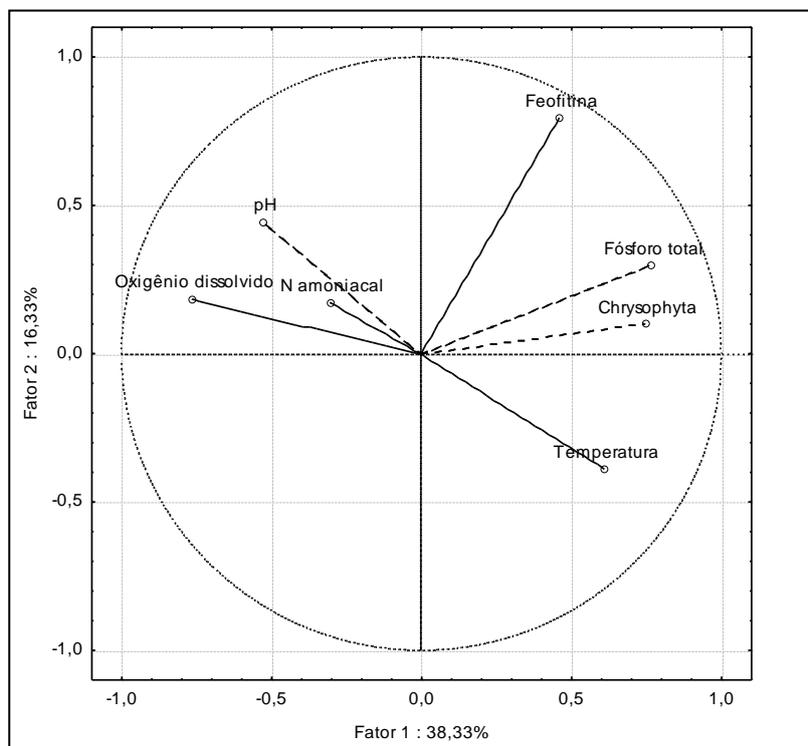
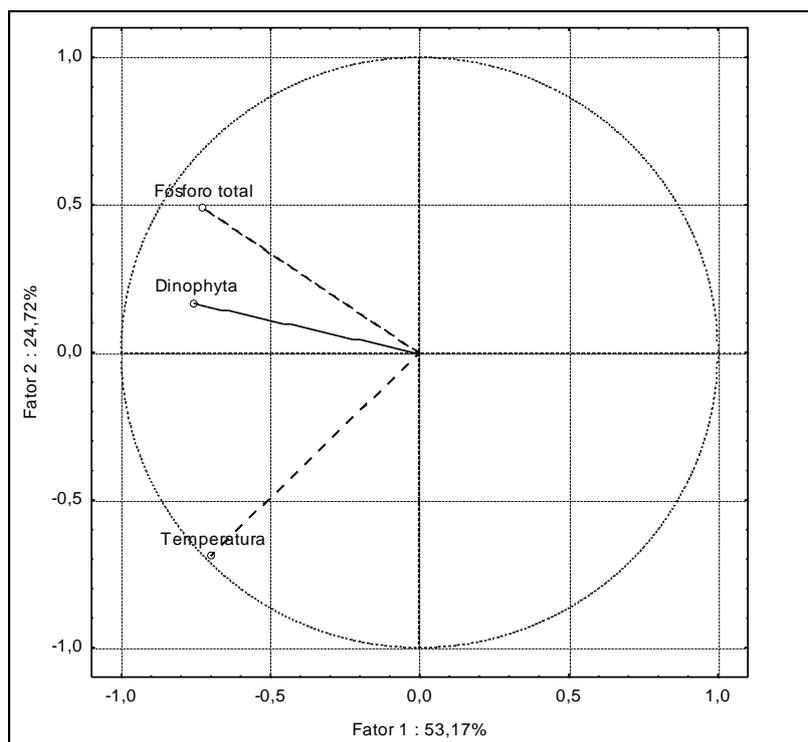


Figura 3.3.D.2-12 – Análise de componentes principais (ACP) para os grupos fitoplanctônicos que apresentaram correlação significativa com variáveis físicas, químicas e biológicas. A – Cryptophyta e B – Chrysophyta.

A



B

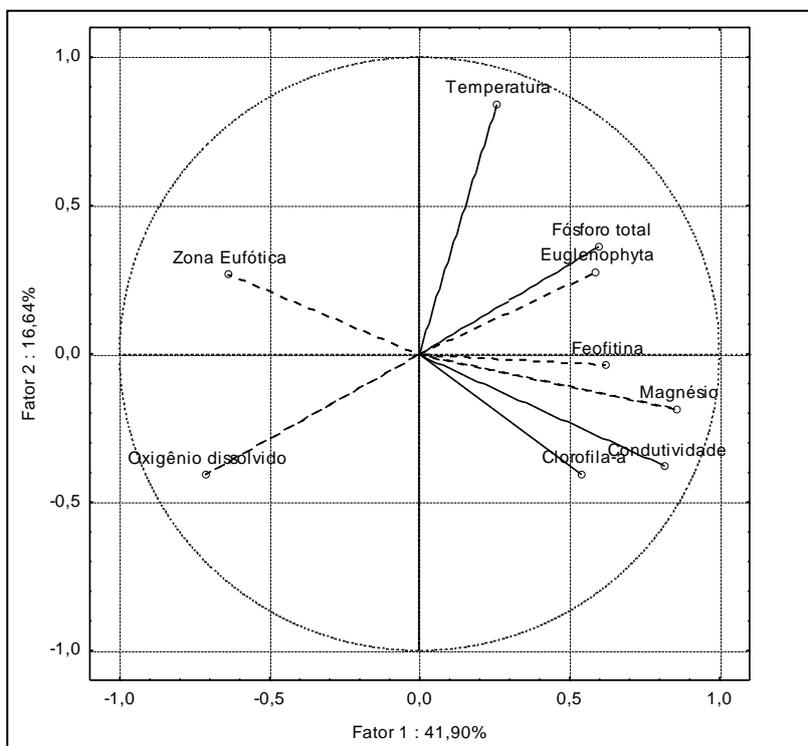


Figura 3.3.D.2-13 – Análise de componentes principais (ACP) para os grupos fitoplanctônicos que apresentaram correlação significativa com variáveis físicas, químicas e biológicas. A – Dinophyta e B – Euglenophyta.

3.3.D.3. Zooplâncton

Sinopse taxonômica

No presente estudo, observou-se que a comunidade zooplanctônica para Moxotó apresentou em geral uma relativa alta diversidade para a região de Paulo Afonso, enquanto, no geral a mais baixa diversidade foram tanto para PAIV, quanto para PA 01 e PA 02. No entanto, o número de taxa identificados pode ser considerado baixo para todos os reservatórios do complexo, o que é fato característico de ambiente lacustre, e muito relatado na literatura por diversos autores.

Durante o período estudado, foram registrados na área de Moxotó 25 (vinte e cinco) espécies, 3 (três) variações, em 45 (quarenta e cinco) taxa, como mostrado na Sinopse 1. Foram registrados na área de PA 01 e PA 02 o número de 16 (dezesesseis) espécies, 2 (duas) variações, em 32 (trinta e dois) taxa, como mostrado na Sinopse 2. Já na área de PAIV, foram registrados o número de 21 (vinte e um) espécies, 2 (duas) variação, em 37 (trinta e sete) taxa, como mostrado na Sinopse 3.

De modo geral, o grupo Rotifera foi o que apresentou maior número de espécies identificadas, tanto em PA 01 e PA 02, quanto nas estações em PAIV, seguido por Cladocera e Copepoda. Também foram registrados outros grupos, como Protoctista, Nematoda, Gastropoda e Insecta, sendo os dois últimos apresentando forma larvais.

Sinopse 1: Sinopse taxonômica dos grupos encontrados em Moxotó.

Filo: Protoctista

Família: Diffugiidae

Diffugia sp.

Filo: Nematoda

Filo: Mollusca (Gastropoda – larvas)

Filo: Rotifera

Família: Brachionidae

Brachionus dolabratus

Brachionus caldatus
Brachionus caudatus austrogenitus
Brachionus quadridentatus
Brachionus falcatus
Brachionus falcatus falcatus
Brachionus sp.
Euchlanis dilatata

Família Keratellidae

Keratella cochlearis
Keratella serrulata
Keratella tropica
Keratella tropica var. *brehmi*
Keratella americana

Família Euchlanidae

Colurella sp.

Família Hexardidae

Filinia longiseta
Filinia camasecla
Filinia terminalis

Família Asplanchnidae

Asplanchna sp.

Família Trichocercidae

Trichocerca similis
Trichocerca sp.

Família Synchaetidae

Polyarthra vulgaris
Pleosoma truncatum

Família Conochilidae

Conochlus sp.

Família Fosfulariidae

Sinantherina socialis

Filo: Arthropoda

SUBFILO CRUSTACEA

CLADOCERA

Família Sididae

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)

OSTRACODA (vários)

PISCES (larvas de Peixe)

Sinopse 2: Sinopse taxonômica dos grupos encontrados em PA 01 e PA 02.

Filo: Protoctista

Família: Diffugiidae

Diffugia sp.

Filo Mollusca (Gastropoda - larvas)

Filo: Rotifera

Família: Brachionidae

Brachionus dolabratus

Brachionus caudatus austrogenitus

Brachionus quadridentatus

Família Keratellidae

Keratella cochlearis

Keratella tropica

Keratella tropica var. *brehmi*

Keratella americana

Família Trichocercidae

Trichocerca sp.

Família Synchaetidae

Polyarthra vulgaris

Pleosoma truncatum

Família Fوسفulariidae

Sinantherina socialis

Família Hexardidae

Filinia longiseta

Filinia terminalis

Família Testudinellidae

Testudinella sp.

Família Philodinidae

Rotaria sp

Filo: Arthropoda

SUBFILO CRUSTACEA

CLADOCERA

Família Sididae

Diaphanasoma brachyurum

Família Bosminidae

Bosmina longirostris

Família Monidae

Moina micrura

Moina sp.

Família Daphnidae

Daphnia sp.

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)

INSECTA - Larva de Insetos

Sinopse 3: Sinopse taxonômica dos grupos encontrados em PAIV.

Filo: Protoctista

Família: Diffugiidae

Diffugia sp.

Filo Mollusca (Gastropoda - larvas)

Filo: Rotifera

Família: Brachionidae

Brachionus dolabratus

Brachionus caudatus austrogenitus

Brachionus quadridentatus

Brachionus falcatus

Família Keratellidae

Keratella cochlearis

Keratella tropica

Keratella tropica var. *brehmi*

Keratella americana

Família Asplanchnidae

Asplanchna sp.

Família Trichocercidae

Trichocerca similis

Trichocerca sp.

Família Synchaetidae

Synchaeta sp.

Polyarthra vulgaris

Pleosoma truncatum

Família Conochilidae

Conochlus sp.

Família Fosfulariidae

Sinantherina socialis

Família Hexardidae

Filinia longiseta

Filinia camasecla

Filinia terminalis

Filo: Arthropoda

SUBFILO CRUSTACEA

CLADOCERA

Família Sididae

Diaphanasoma spinulosum

Família Bosminidae

Bosmina longirostris

Família Monidae

Moina micrura

Moina minuta

Moina sp.

Família Daphnidae

Daphnia gessneri

Daphnia sp.

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)

SUBFILO INSECTA (Larvas de Diptera)

Densidade de organismos

Em Moxotó, a densidade de organismos, medida em ind.m⁻³, foi de modo geral mais alta no mês de setembro de 2009 (Tabela 3.3.D.3-1). Em apenas uma estação (MOX 03) as densidades foram maiores em relação as outras, durante todo o ano (Figura 3.3.D.3-1).

O mês de março de 2009 também se destaca, sendo o mês com a segunda maior densidade de organismos. Neste caso, 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 MOX 03, em dezembro de 2008 (44,04 ind.m⁻³).

Percebe-se que na estação MOX 03, em dezembro de 2008, houve um pico mais acentuado de densidade, muito acima dos demais valores gerais, apresentando uma grande riqueza de espécies, algumas em altas densidades.

Tabela 3.3.D.3-1 - Valores de densidades (ind.m⁻³) entre as estações e meses de amostragens em Moxotó.

Estação	Mês			
	dez/07	mar/08	jun/08	set/08
MOX 01	21,54	65,37	37,48	77,88
MOX 02	14,46	43,96	48,42	92,07
MOX 03	247,94	128,56	116,63	149,87
MOX 04	30,24	35,21	39,60	75,77
MOX 05	30,92	38,88	37,43	90,70
MOX 06	36,40	47,74	46,26	97,56
MOX 07	36,11	50,05	34,21	69,54
MOX 08	28,18	60,76	44,85	86,30
Média	55,72	58,82	50,61	92,46

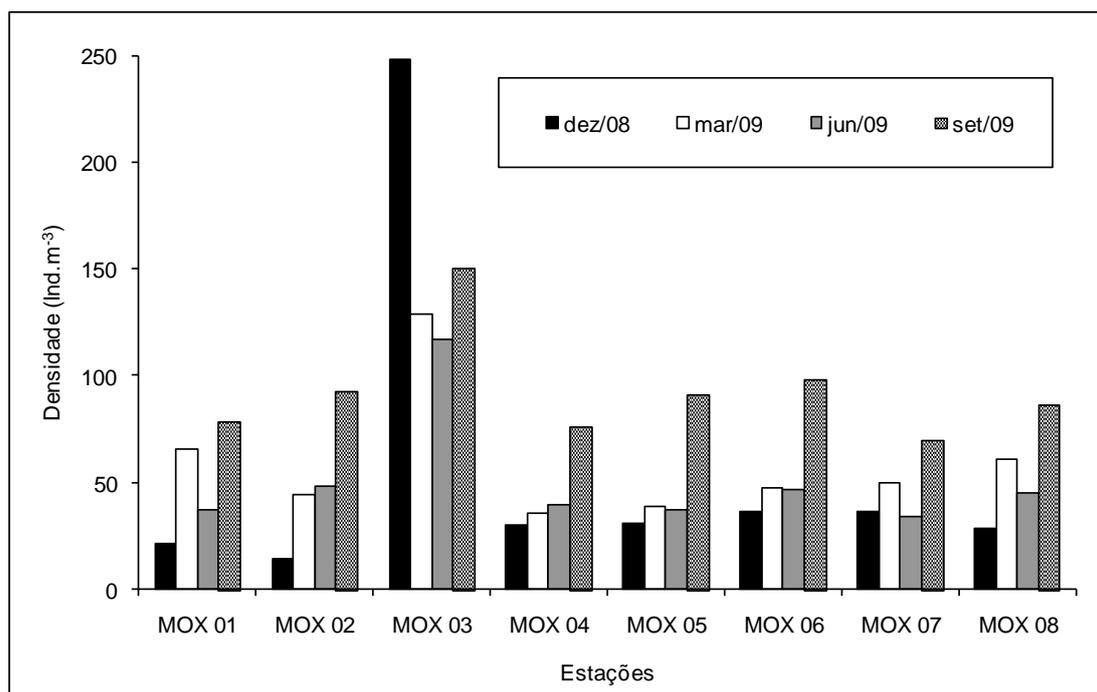


Figura 3.3.D.3-1 - Variação da densidade (ind.m^{-3}) entre as estações no reservatório de Moxotó, entre dezembro de 2008 a setembro de 2009.

Em todas as estações estudadas, Rotifera apresentou as maiores densidades, e tal dominância se deve principalmente pelo rotífero *Keratella cochlearis*, estando presente em 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*.

Em Moxotó, a estação MOX 07 e MOX 08, além de MOX 01, foram as que apresentaram, de modo geral, os valores de densidades mais baixos, sendo MOX 07 e MOX 08 localizados numa saída de reentrância no reservatório (Figura 3.3.D.3-2), próximo a entrada do canal, o que possivelmente pode caracterizar um ambiente lótico, onde a probabilidade de captura de plâncton pelas redes é menos provável.



Figura 3.3.D.3-2 - Posicionamento da estação MOX 07, em relação a estação 08 (canal).

O valor mínimo de densidade registrado na área ocorreu na estação MOX 02 em dezembro de 2008 ($14,64 \text{ ind.m}^{-3}$), e o valor máximo foi registrado na estação MOX 03, também em dezembro de 2008 ($247,94 \text{ ind.m}^{-3}$), de acordo com a Figura 3.3.D.3-3 e a 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 2009 obteve o maior valor médio ($92,46 \text{ ind.m}^{-3}$), sendo a menor média registrada em junho de 2009 ($50,61 \text{ ind.m}^{-3}$), como mostrado na Tabela 3.3.D.3-1.

Tabela 3.3.D.3-2 - Valores de densidades máximas e mínimas, e média de densidades, em ind.m⁻³, entre estações ao longo dos meses de amostragens na área de Moxotó (em vermelho os valores para mínimo e máximo).

	MOX 01	MOX 02	MOX 03	MOX 04	MOX 05	MOX 06	MOX 07	MOX 08
Máximo	77,88	92,07	247,94	75,77	90,70	97,56	69,54	86,30
Mínimo	21,54	14,46	116,63	30,24	30,92	36,40	34,21	28,18
Média	49,71	53,27	182,29	53,01	60,81	66,98	51,87	57,24

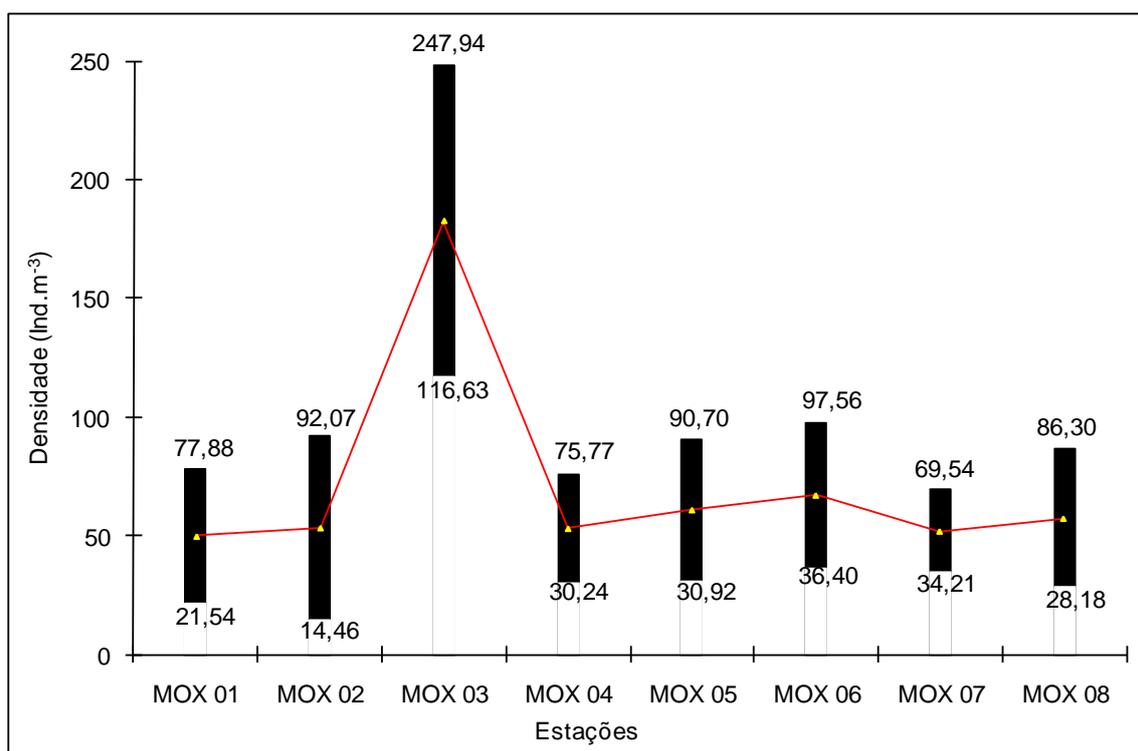


Figura 3.3.D.3-3 - Variação dos valores de máximas e mínimas densidades (em ind.m⁻³) e médias entre as estações na área de Moxotó. Barras pretas representam a amplitude entre máximos e mínimos para cada estação, e a linha vermelha representa a tendência de valores médios mensais para Moxotó, entre dezembro de 2008 e março de 2009.

As estações em PA I, II, III (PA 01 e PA 02), entre dezembro de 2008 e setembro de 2009, obtiveram as menores diversidades (riqueza de espécies), variando entre 14 e 21 taxa por mês de amostragem.

Entre PA 01 e PA 02, destaca-se a estação PA 01 em março de 2009, com 125,60 ind.m⁻³ (Figura 3.3.D.3-4). No complexo Paulo Afonso a estação PA 01 foi sempre mais representativa, tanto em número de taxa quando em densidades totais.

Em PA IV a variação ao longo do ano, entre os meses de amostragem, variou entre 19 e 25 taxa. Geralmente as maiores diversidades (riqueza de espécies) foram

encontradas no período chuvoso, entre junho e setembro de 2009. Em apenas uma estação (PAIV 03) as densidades foram mais de modo geral, chegando a obter 102,63 ind.m⁻³ em dezembro de 2008, no entanto com pouco menos diversidade (Figura 3.3.D.3-4).

O mês de março de 2009 também se destaca, quando comparado com o mês de dezembro de 2008, sendo em algumas estações o mês com 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 03, em dezembro de 2008 (18,73 ind.m⁻³).

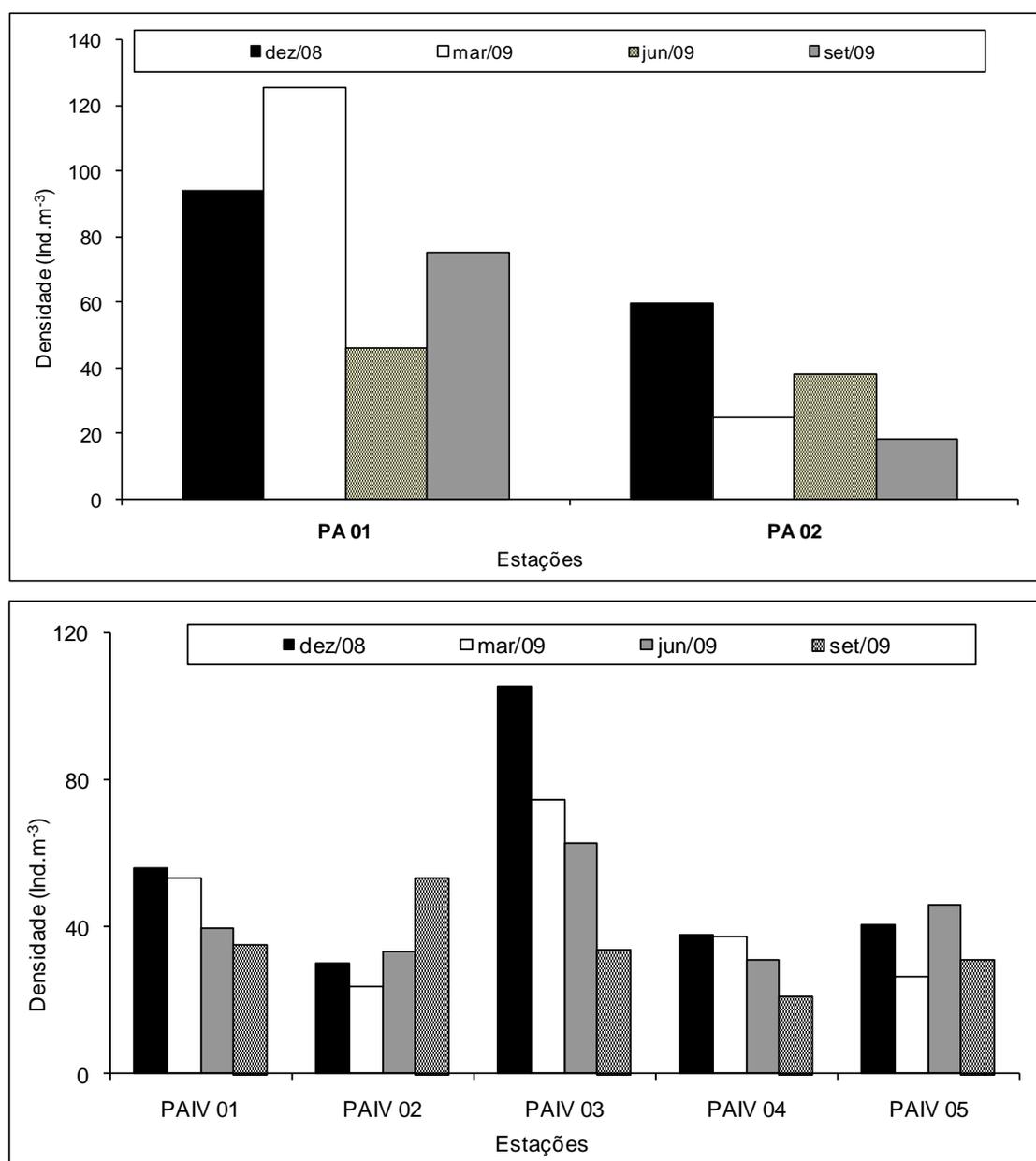


Figura 3.3.D.3-4 - Variação da densidade (ind.m⁻³) entre os meses de coleta e estações em PA e PAIV.

Em todas as estações estudadas, Rotifera apresentou mais uma vez as maiores densidades, e tal dominância se deve principalmente pelo 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 2009.

Em PAIV, a estação PAIV 04 foi a que apresentou de modo geral o valor de densidade mais baixo. Entre PA 01 e PA 02 o valores mais baixo foi registrado em PA 02.

O valor mínimo de densidade registrado na área de PAIV ocorreu na estação PAIV 04 em setembro de 2009, com 21,02 ind.m⁻³ (Tabela 3.3.D.3-3). Já em PA I, II, III, o valor mínimo registrado foi de 18,30 ind.m⁻³ em PA 02, em setembro de 2009 (Tabela 3.3.D.3-3).

Com relação ao valor médio total por mês de amostragem, percebe-se que o mês de dezembro de 2008 resultou no maior valor médio mensal para o reservatório PAIV (53,98 ind.m⁻³), principalmente devido a contribuição da estação PAIV 01, sendo a menor média registrada em setembro de 2009 (34,95 ind.m⁻³), como mostra a Tabela 3.3.D.3-3 e Tabela 3.3.D.3-4, e a Figura 3.3.D.3-5.

Em PAs, o mês de dezembro de 2008 obteve o maior valor médio entre as PAs (76,80 ind.m⁻³), principalmente devido a contribuição da estação PA 01, sendo a menor média registrada em junho de 2009 (42,16 ind.m⁻³), como mostrado na Tabela 3.3.D.3-4, Figura 3.3.D.3-5.

Tabela 3.3.D.3-3 - Valores de densidades (ind.m⁻³) entre as estações e meses de amostragens em PA I, II, II e IV.

Estação	Mês			
	dez/07	mar/08	jun/08	set/08
PAIV 01	55,78	53,33	39,60	35,37
PAIV 02	30,19	23,69	33,36	53,53
PAIV 03	105,62	74,36	62,80	33,88
PAIV 04	37,74	37,16	30,94	21,02
PAIV 05	40,56	26,49	46,09	30,93
Média	53,98	43,01	42,56	34,95
PA 01	93,79	125,60	46,08	75,23
PA 02	59,8	24,53	38,24	18,30
Média	76,79	75,07	42,16	46,77

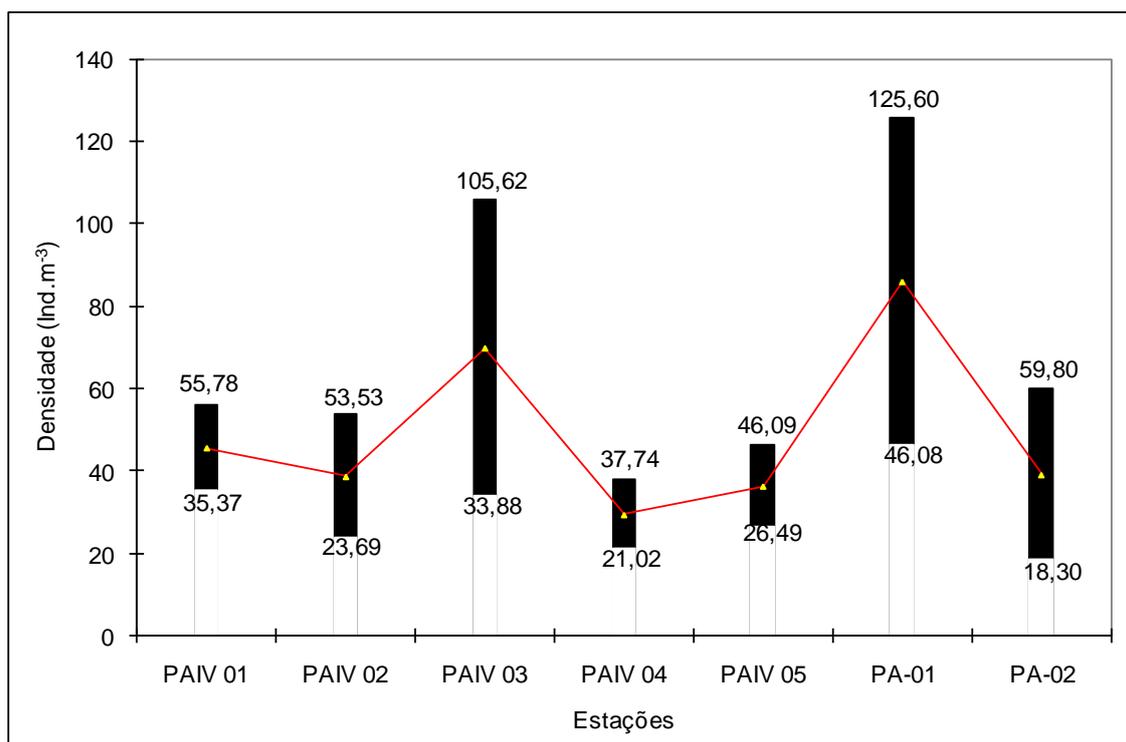


Figura 3.3.D.3-5 - Variação dos valores de máximas e mínimas densidades (em ind.m⁻³) e médias entre as estações na área de PAIV e em PA 01 e PA 02. Barras pretas representam a amplitude entre máximos e mínimos para cada estação, e a linha vermelha a tendência de valores médios para as estações em PAIV, PA 01 e PA 02, entre dezembro de 2008 e março de 2009.

Tabela 3.3.D.3-4 - Valores máximas e mínimas, e média de densidades, em ind.m⁻³, entre estações ao longo dos meses de amostragens na área de PAIV, e em PA 01 e PA 02 (em vermelho os valores para mínimo e máximo).

	PAIV 01	PAIV 02	PAIV 03	PAIV 04	PAIV 05	PA 01	PA02
Máximo	55,78	53,53	105,62	37,74	46,09	125,60	59,80
Mínimo	35,37	23,69	33,88	21,02	26,49	46,08	18,30
Média	45,57	38,61	69,75	29,38	36,29	85,84	39,05

Abundância relativa e freqüência de ocorrência

Moxotó

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 variando entre cerca de 15% até pouco mais de 60%, seguido geralmente por Cladocera ou Copepoda. Em nenhuma estação os demais grupos (Protoctista e Ostracoda) estiveram a frente de Rotifera, Cladocera e Copepoda.

No entanto, no mês de junho de 2009, Gastropoda superou Rotifera em termos de abundância relativa, em praticamente todas as estações.

Porém, a partir de março de 2009, o taxa Gastropoda (larvas) esteve presente em quase todas as estações estudadas em Moxotó. Segundo Queiroz et al (2000), no Rio São Francisco, existem grandes áreas onde os sedimentos são predominantemente arenoso-pedregosos, característicos de ambientes lóticos, com restos de vegetação de transição terrestre-aquática em locais próximos às margens, exceto em pontos próximos ao lançamento de despejos de curtume ou esgotos, onde prevalece sedimento argiloso com restos de tecidos animais. No reservatório de Sobradinho, por exemplo, são encontrados sedimentos argilosos, ricos em detritos orgânicos representados, principalmente, por restos de vegetação, provavelmente preexistente na área antes da inundação do reservatório. Este fato se repete em outros reservatórios ao longo do São Francisco. Ali, moluscos gastrópodes, além de Bivalves, contribuem com mais 50% dos indivíduos no substrato. A grande quantidade de larvas deste grupo é característica de ambientes eutrofizados, provavelmente ao fato de ser uma área sob influência dos despejos de efluente de um curtumes ou esgotos, sendo também associados à presença de grande quantidade de detritos orgânicos constituídos.

Ainda de acordo com Queiroz et al (2000), a supremacia numérica dos Mollusca no substrato (e conseqüentemente grande densidade de suas larvas no plâncton), também foi observada em outros reservatórios ao longo do São Francisco. A ocorrência de um número maior de moluscos em uma determinada área pode apresentar uma estreita relação com o pH da água. Na Amazônia, em água negras que são moles e ácidas, os moluscos são escassos. Naquela região, na união dos rios Arapuins e Tapajós, onde o pH aumenta de 4,5 para 6,5, aparece uma rica fauna de moluscos. Outro aspecto importante relacionado a ocorrência desse grupo é que o hábito alimentar, onde pode-se supor uma indicação à presença de material orgânico particulado, inclusive bactérias. Gastropoda também preferem águas poluídas, porém bem oxigenadas, como pode ser o caso em rios de grande porte como o São Francisco. Os moluscos de um modo geral podem se desenvolver em ambientes com alta concentração de partículas em suspensão na água, as quais, podem ser de origem orgânica originadas de uma possível contaminação por esgoto doméstico, o que poderá afetar a composição da comunidade bentônica dos ambientes aquáticos devido a eutrofização.

Entretanto, não é possível afirmar que a predominância, dominância, ou simples ocorrência de gastrópodes seja uma conseqüência direta da concentração de partículas

em suspensão na água, ou da própria tolerância e adaptação dessas espécies às condições encontradas nos reservatórios estudados.

Durante o período de amostragem, Protoctista foi registrado de forma também ampla, quando comparado com o meses do ano anterior. Na literatura, são citados como habitantes naturais de águas correntes e abundam, preferencialmente, nas zonas litorâneas de rios, reservatórios e lagoas, entre as macrófitas. Possuem dimensões variadas, entre 20µm até 500µm e como alimentam-se de bactérias, fungos, algas e outros protozoários, estão estreitamente associados à presença de matéria orgânica em decomposição (Ogden e Hedley, 1980). De acordo com estudos efetuados por Gomes e Souza e Von Sperling (2005), na bacia do rio Araguari, os protozoários apontaram para uma indicação de baixa qualidade de água, enquanto os grupos dos crustáceos, ao contrário, mostraram-se indicativos de melhoria de qualidade ambiental. A maioria das espécies de Rotifera registrada é também típica de viveiros de aquicultura, 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, os rotíferos *Keratella cochlearis*, *Keratella tropica* var. *brehmi*, *Polyarthra vulgaris* e/ou *Filinia longiseta* e *F. camasecla* contribuíram para a dominância do grupo Rotifera em Moxotó.

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 o valores de abundância, algumas 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 2008 e março de 2009, *Keratella cochlearis*, *Keratella tropica* var. *brehmi*, seguido por náuplios de Copepopada, dominaram em todas as estações. Entre junho e setembro de 2009, foram observadas florações de algas filamentosas, o que parece ter contribuído em alguns casos por competição, e as abundâncias relativas de *Keratella cochlearis* e *Keratella tropica* var.

brehmi diminuíram, muitas vezes para menos da metade do registrado em meses anteriores. Estas florações de algas também dificultaram os trabalhos de identificação de organismos e contagens de espécimes.

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 2009.

Do ponto de vista de freqüência, 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*. Este comportamento foi notado em todos os meses de amostragem, com *Polyarthra vulgaris* ocorrendo com alta freqüência também nos dois últimos meses de amostragem (Figura 3.3.D.3-6 e Figura 3.3.D.3-7).

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, de modo geral, 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 ciclopoídes 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 de Moxotó, existe processos 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 tem 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 e *Asplanchna* sp. são espécies dominantes no zooplâncton de reservatórios eutróficos do Brasil, constituindo organismos indicadores de estado de trofia (Klimowicz, 1973; Pejler, 1983; Matsumura-Tundisi, 1999).

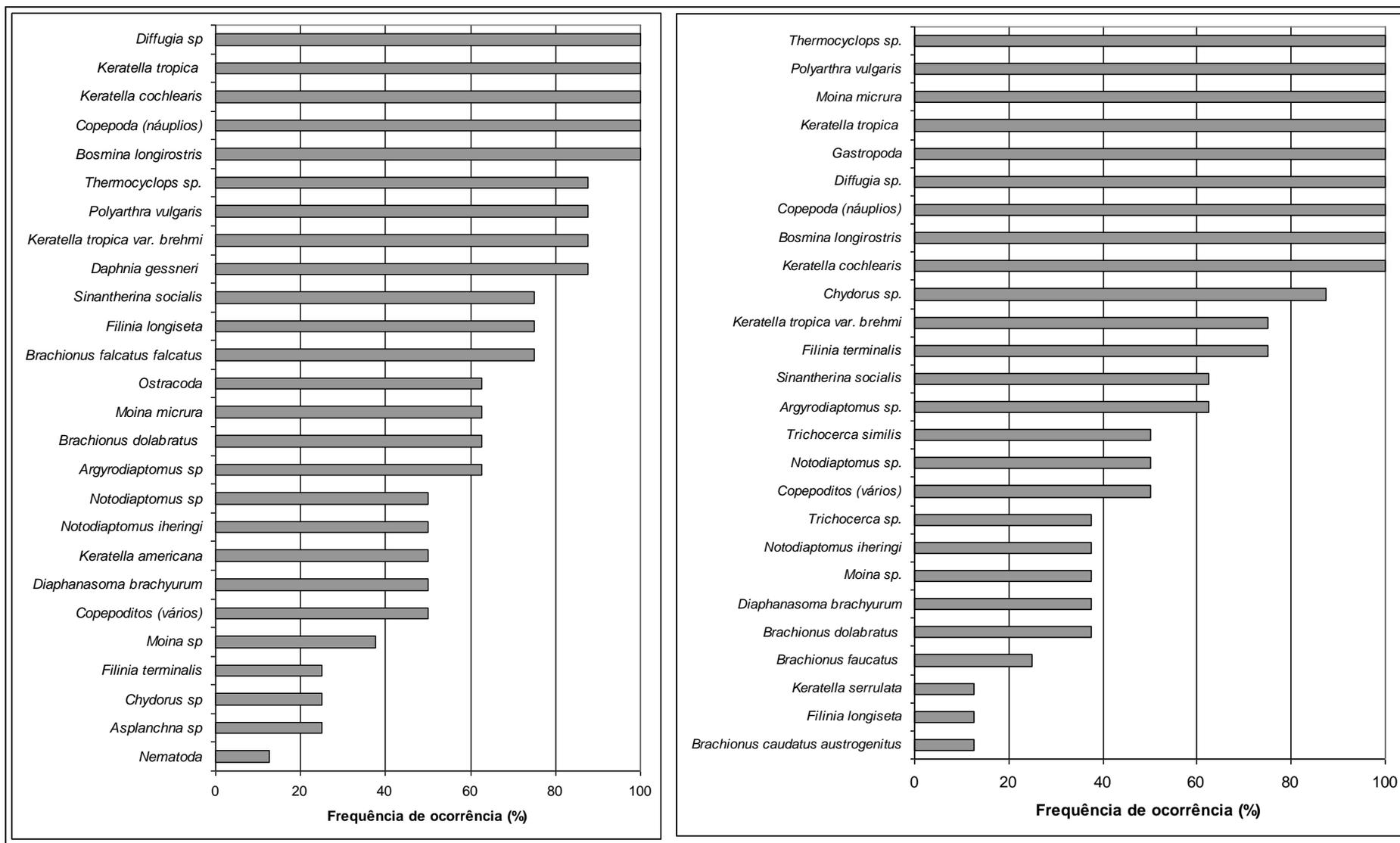


Figura 3.3.D.3-6 - Frequência de ocorrência (%) em Moxotó, entre os meses de dezembro de 2008 (a esquerda) e março de 2009 (a direita).

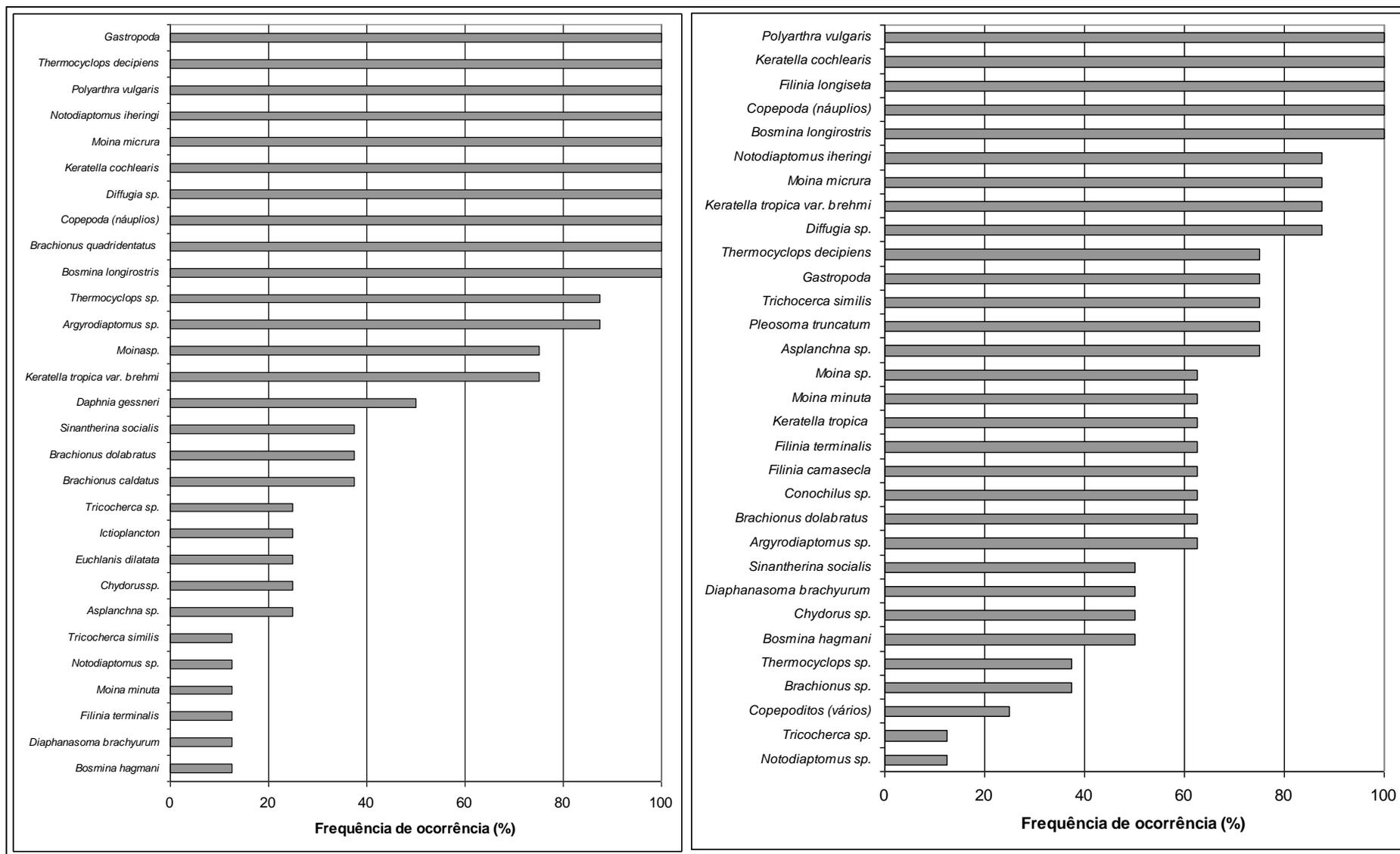


Figura 3.3.D.3-7 - Frequência de ocorrência (%) em Moxotó, entre os meses de junho de 2009 (a esquerda) e setembro de 2009 (a direita).

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 (Bçrziñš & 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 em Paulo Afonso, assim como em Moxotó, 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 β -sapróbico por Bçrziñš & Pejler (1989) e é uma espécie comum em viveiros de criação de peixes e pequenos lagos, ocorrendo em lagoas de estabilização e esgoto, esporadicamente (Sládeèek, 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 Sládeèek (1983) tenha classificado esta espécie como oligosapróbia. No presente trabalho, foi registrada com freqüência média, e com densidades mais baixas, mas mesmo assim podendo ser correlacionada com uma possível alta concentração de nitrito nos corpos d'água.

Uma característica interessante do reservatório estudado é a presença de muitas espécies congenéricas 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* e *B. calyciflorus* (não registradas neste estudo), *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 aqui 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 trofia do meio aquático. *B. longirostris* ocorre principalmente (com maior densidade) sendo associada no reservatório 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, quando comparando com os 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 considerados pouco abundantes os representantes na forma adulta, ao contrário de outros estudos. De forma geral, para o grupo Copepoda, os gêneros *Notodiptomus* e *Thermocyclops* apresentaram uma relativa densidade, mas em apenas algumas estações, principalmente entre junho e setembro de 2009.

Certos pesquisadores tem 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, incluindo Moxotó), 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 ciclopóides 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 ciclopóides e rotíferos, ou rotíferos e cladóceros. As abundâncias relativas foram sempre insignificantes comparando-se aos demais grupos. Deve-se então, mais uma vez, descartar a participação destes na cadeia trófica como consumidores secundários.

A presença de algas filamentosas e Gastropoda foi notada nas oito estações, bem como um padrão de ocorrência de grupos taxonômicos semelhantes. Tal fato pode ter ocorrido, possivelmente, por abertura de comportas, ou vazão/afluência/defluência na área, ou ainda estabilidade climática ou hidrológica, permitindo que os taxa encontrados se distribuíssem de forma mais “igualitária” na área. Este padrão também pode ser percebido no fitoplâncton, comum nas oito estações (principalmente algas filamentosas), porém este “fenômeno” foi menos marcante, quando comparado com o mês de junho de 2009.

Com relação a vazão/afluência/defluência na área, percebe-se no ano anterior (até então uma série de dados completas para 12 meses), que a cota do reservatório foi menor nos meses de janeiro e junho, e tendeu a aumentar após o mês de junho. Já os demais parâmetros (diferença de vazão/afluência/defluência), passam também a ser maiores a partir de junho. Esta combinação de dados pode ter influenciado mais fortemente os resultados aqui apresentados, porém apontando para uma nova tendência de aumento de densidades zooplanctônicas na área a partir de setembro de 2009.

Paulo Afonso I, II, III e IV

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 variando entre 15 até mais de 70%, seguido geralmente por Cladocera ou Copepoda. Em nenhuma estação os demais grupos (Protoctista, Ostracoda, e Insecta) estiveram a frente de Rotifera, Cladocera e Copepoda.

Porém, destaca-se em junho de 2009 a participação de Gastropoda, que em muitas estações chegou a obter a segunda maior abundância relativa. A partir de março de 2009, o taxa Gastropoda (larvas) esteve presente em quase todas as estações estudadas em PA I, II, III e IV. Segundo Queiroz et al (2000), no Rio São Francisco, existem grandes áreas onde os sedimentos são predominantemente arenoso-pedregosos, característicos de ambientes lóticos, com restos de vegetação de transição terrestre-aquática em locais próximos às margens, exceto em pontos próximos ao lançamento de despejos de curtume ou esgotos, onde prevalece sedimento argiloso com restos de tecidos animais. No reservatório de Sobradinho, por exemplo, são encontrados sedimentos argilosos, ricos em detritos orgânicos representados, principalmente, por restos de vegetação, provavelmente preexistente na área antes da inundação do reservatório. Este fato se repete em outros reservatórios ao longo do São Francisco. Ali, moluscos gastrópodes, além de Bivalves, contribuem com mais 50% dos indivíduos no substrato. A grande quantidade de larvas deste grupo é característica de ambientes eutrofizados, provavelmente ao fato de ser uma área sob influência dos despejos de efluente de um curtumes ou esgotos, sendo também associados à presença de grande quantidade de detritos orgânicos constituídos.

Ainda de acordo com Queiroz et al (2000), a supremacia numérica dos Mollusca no substrato (e conseqüentemente grande densidade de suas larvas no plâncton), também foi observada em outros reservatórios ao longo do São Francisco. A ocorrência de um número maior de moluscos em uma determinada área pode apresentar uma estreita relação com o pH da água. Na Amazônia, em água negras que são moles e ácidas, os moluscos são escassos. Naquela região, na união dos rios Arapuins e Tapajós, onde o pH aumenta de 4,5 para 6,5, aparece uma rica fauna de moluscos. Outro aspecto importante relacionado a ocorrência desse grupo é que o hábito alimentar, onde pode-se supor uma indicação à presença de material orgânico particulado, inclusive

bactérias. Gastropoda também preferem águas poluídas, porém bem oxigenadas, como pode ser o caso em rios de grande porte como o São Francisco. Os moluscos de um modo geral podem se desenvolver em ambientes com alta concentração de partículas em suspensão na água, as quais, podem ser de origem orgânica originadas de uma possível contaminação por esgoto doméstico, o que poderá afetar a composição da comunidade bentônica dos ambientes aquáticos devido a eutrofização.

Entretanto, não é possível afirmar que a predominância, dominância, ou simples ocorrência de gastrópodes seja uma consequência direta da concentração de partículas em suspensão na água, ou da própria tolerância e adaptação dessas espécies às condições encontradas nos reservatórios estudados.

Durante o período de amostragem, Protoctista foi registrado de forma também ampla, quando comparado com o meses do ano anterior. Na literatura, são citados como habitantes naturais de águas correntes e abundam, preferencialmente, nas zonas litorâneas de rios, reservatórios e lagoas, entre as macrófitas. Possuem dimensões variadas, entre 20µm até 500µm e como alimentam-se de bactérias, fungos, algas e outros protozoários, estão estreitamente associados à presença de matéria orgânica em decomposição (Ogden e Hedley, 1980). De acordo com estudos efetuados por Gomes e Souza e Von Sperling (2005), na bacia do rio Araguari, os protozoários apontaram para uma indicação de baixa qualidade de água, enquanto os grupos dos crustáceos, ao contrário, mostraram-se indicativos de melhoria de qualidade ambiental.

A maioria das espécies de Rotifera registrada é também típica de viveiros de aquicultura, 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, os rotíferos *Keratella cochlearis*, *Keratella tropica* var. *brehmi*, *Polyarthra vulgaris* contribuíram para a dominância do grupo Rotifera em PA I, II, III e IV. *Keratella cochlearis* é tolerante a variadas condições térmicas e de oxigenação (Bçzinš & 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 o valores de abundância algumas vezes superior a 30%. 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 2008 e março de 2009, *Keratella cochlearis*, *Keratella tropica* var. *brehmi*, seguido por náuplios de Copepodada, dominaram em todas as estações. Entre junho e setembro de 2009, foram observadas em alguns casos para o aumento da diversidade, e possivelmente, por competição, as abundâncias relativas de *Keratella cochlearis* e *Keratella tropica* var. *brehmi* diminuíram.

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 2009.

Do ponto de vista de freqüência, destacam-se como os organismos com mais de 90% de ocorrência *Diffugia* sp., *Keratella cochlearis*, *Keratella tropica*, *K. tropica* var. *brehmi*, Copepoda (náuplios e copepoditos), Gastropoda, *Notodiptomus* sp. e *Thermocyclops* sp. na área de PAIV (Figura 3.3.D.3-8 e Figura 3.3.D.3-9), não sendo produzido gráfico de freqüência para PAs, uma vez que foram apenas duas amostragens por mês (apenas “presença” e “ausência”).

Em seguida destaca-se em freqüência (mais 60%) *Polyarthra vulgaris*. Este comportamento foi notado em todos os meses de amostragem, com *Polyarthra vulgaris* ocorrendo com maior freqüência nos dois últimos meses de amostragem.

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. 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.

Outro rotífero que obteve, de modo geral, 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 de Paulo Afonso existe processos 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 tem 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*.

Polyarthra vulgaris Carlin, 1943, é uma espécie cosmopolita, euritérmica 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 em Paulo Afonso, assim como em PAIV, PA 01 e PA 02, 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 β -sapróbico 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 (Sládeèek, 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 uma espécie cosmopolita e planctônica, também associada a eutrofização (Arora, 1966; Piva-Bertoletti, 2001), embora Sládeèek (1983) tenha classificado esta espécie como oligosapróbia. No presente trabalho, foi registrada com pouca freqüência (mas principalmente em setembro de 2009), e com densidades baixas, mas mesmo assim 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.

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 aqui 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* (não encontrada neste estudo) e *B. longirostris* demonstram ter preferências diversas quanto a trofia do meio aquático. *B. longirostris* ocorre principalmente (com maior densidade) sendo associada no reservatório 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, quando comparando com os 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 considerados pouco abundantes os representantes na forma adulta, ao contrário de outros estudos. De forma geral, para o grupo Copepoda, os gêneros *Notodiptomus* e *Thermocyclops* apresentaram uma relativa densidade, mas em apenas algumas estações, principalmente em setembro de 2009.

Certos pesquisadores tem 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 ciclopóides 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 ciclopóides e rotíferos, ou rotíferos e cladóceros. As abundâncias 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.

Na área estudada verificou-se a presença de organismos dominantes em ambientes eutrofizados e oligotróficos. Entretanto, a presença dos rotíferos foi muito grande, principalmente as espécies *Keratella cochlearis* e *Polyarthra vulgaris*, além de larvas de Gastropoda, constantes em quase todos os pontos de amostragens, indicando possíveis condições de eutrofização do sistema aquático.

A grande presença de algas filamentosas e Gastropoda foi notada nas estações, bem como um padrão de ocorrência de grupos taxonômicos semelhantes. Tal fato pode ter ocorrido, possivelmente, por abertura de comportas, ou vazão/afluência/defluência na área, ou ainda estabilidade climática ou hidrológica, permitindo que os taxa encontrados se distribuíssem de forma mais “igualitária” na área. Este padrão também pode ser percebido no fitoplâncton, comum nas cinco estações (principalmente algas filamentosas), porém este “fenômeno” foi menos marcante, quando comparado com o mês de junho de 2009.

Com relação a vazão/afluência/defluência na área, percebe-se no ano anterior (até então uma série de dados completas para 12 meses), que o volume do reservatório tendeu a ser menor após o mês de junho, e os demais parâmetros (diferença de vazão/afluência/defluência) passam a ser maiores. Esta combinação de dados pode ter influenciado mais fortemente os resultados aqui apresentados, referente ao mês corrente de setembro de 2009, porém apontando para uma nova tendência de aumento de densidades zooplanctônicas na área.

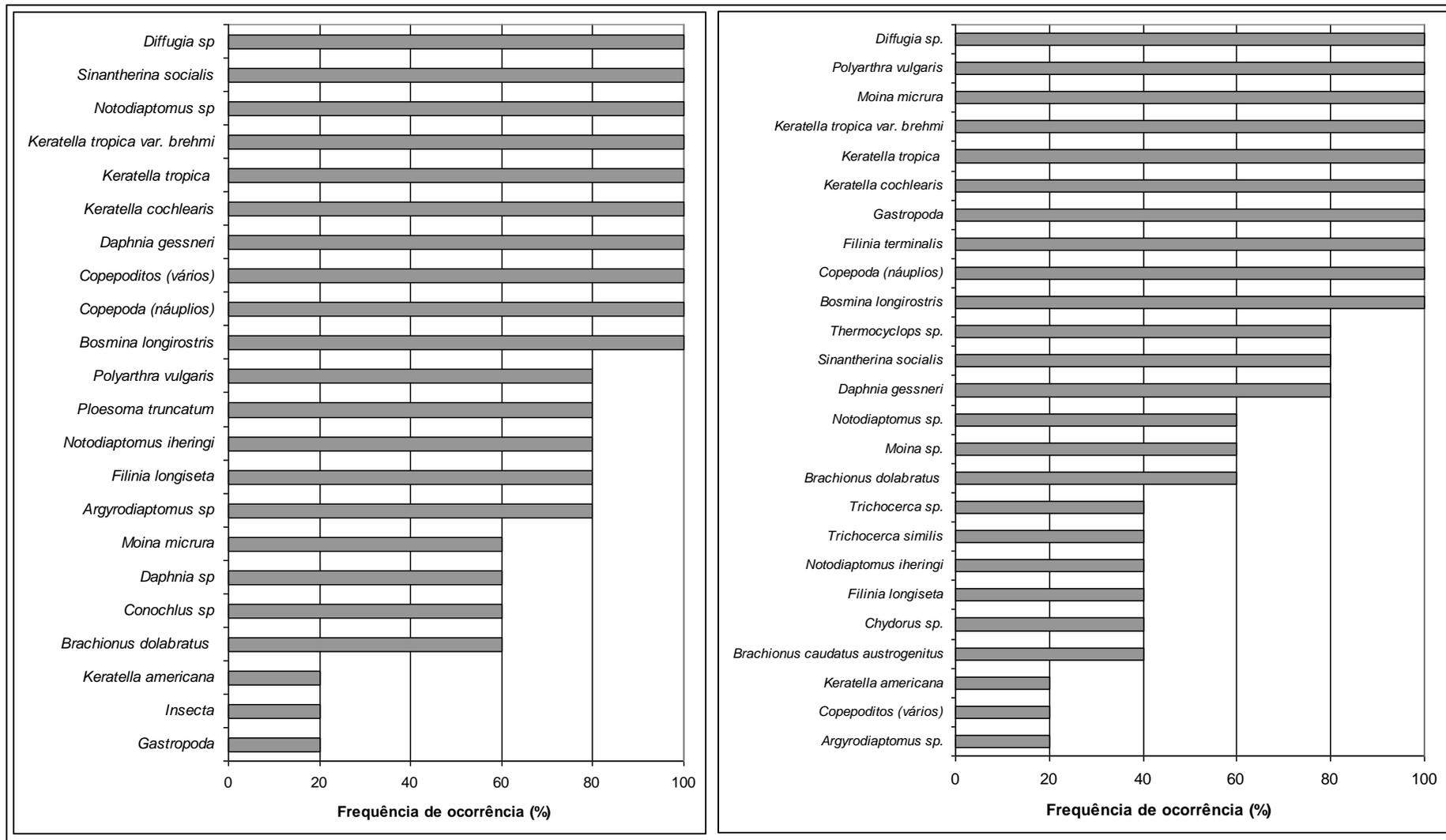


Figura 3.3.D.3-8 - Frequência de ocorrência (%) em PAIV, entre os meses de dezembro de 2008 (a esquerda) e março de 2009 (a direita).

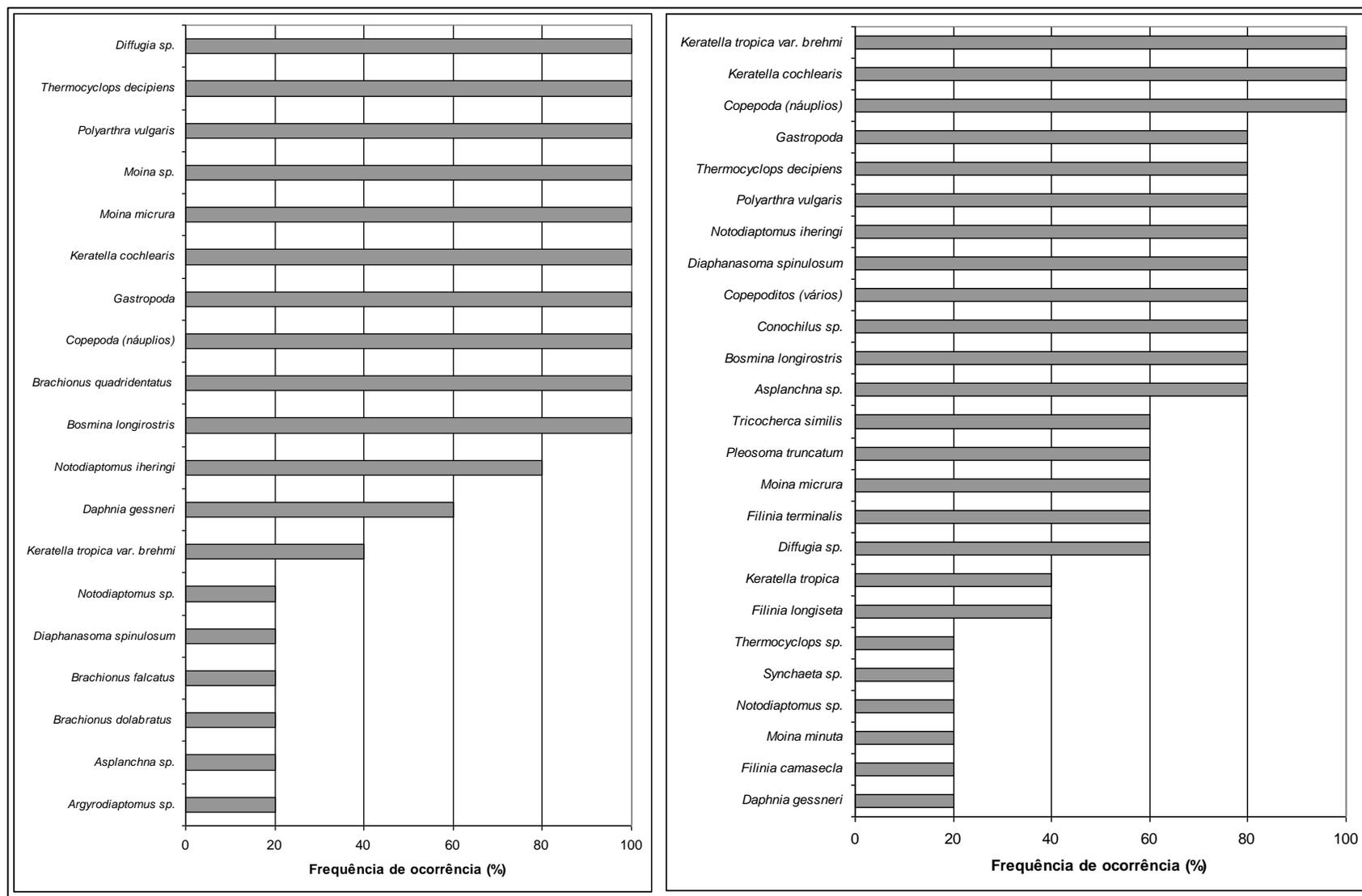


Figura 3.3.D.3-9 - Frequência de ocorrência (%) em PAIV, entre os meses de junho de 2009 (a esquerda) e setembro de 2009 (a direita).

Diversidade e Equitabilidade

Devido a grande quantidade de identificações ao nível de gênero, fica comprometida a qualidade dos resultados do cálculo, do ponto de vista de cálculo matemático da diversidade e equitabilidade. 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, porém Gastropoda foi mantido na matriz de dados, devido a alta representatividade e frequência de ocorrência.

Estes fatos podem 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/ 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 estas 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 uma lista de espécies pouco representativa (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 Itaparica, que apesar de ter uma lista de espécies não muito representativa, mostra certa semelhança numérica entre vários taxa, que ocorreram com baixas densidades.

Em Moxotó, nota-se um médio para diversidade no mês setembro de 2009, como mostrado na Tabela 3.3.D.3-5 e Figura 3.3.D.3-10. Em dezembro de 2008, 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.

No reservatório estudado, a diversidade pode ser considerada média, sendo equitativos. O maior valor registrado para diversidade foi de 3,389 bits.ind⁻¹ em MOX 05 (setembro de 2009). A estação MOX 08 obteve o menor valor geral deste trabalho para diversidade, em dezembro de 2008 (1,555 bits.ind⁻¹), sendo a estação MOX 08 a que obteve a menor equitabilidade para este reservatório (0,393), em dezembro de 2008. O maior valor para equitabilidade foi de 0,810, na estação MOX 05, em setembro de 2009, de acordo com a Figura 3.3.D.3-11 e Tabela 3.3.D.3-6.

Tabela 3.3.D.3-5 - Valores para diversidade específica (bits.ind⁻¹) entre as estações MOX 01 e MOX 08.

	MOX01	MOX02	MOX03	MOX04	MOX05	MOX06	MOX07	MOX08	Média
dez/08	1,974	2,199	1,577	1,750	2,195	2,293	1,852	1,555	1,924
mar/09	2,067	2,706	2,093	2,392	2,444	2,401	2,743	2,388	2,404
jun/09	1,720	1,885	2,131	1,986	2,073	2,193	1,981	1,877	1,981
set/09	2,642	3,097	3,303	3,170	3,389	3,092	3,025	2,748	3,058

Tabela 3.3.D.3-6 - Valores para equitabilidade entre as estações MOX 01 e MOX 08.

	MOX01	MOX02	MOX03	MOX04	MOX05	MOX06	MOX07	MOX08	Média
dez/08	0,549	0,587	0,493	0,451	0,585	0,615	0,482	0,393	0,519
mar/09	0,618	0,677	0,677	0,589	0,630	0,617	0,751	0,588	0,643
jun/09	0,744	0,724	0,693	0,679	0,697	0,726	0,804	0,698	0,721
set/09	0,760	0,758	0,765	0,753	0,810	0,784	0,766	0,718	0,764

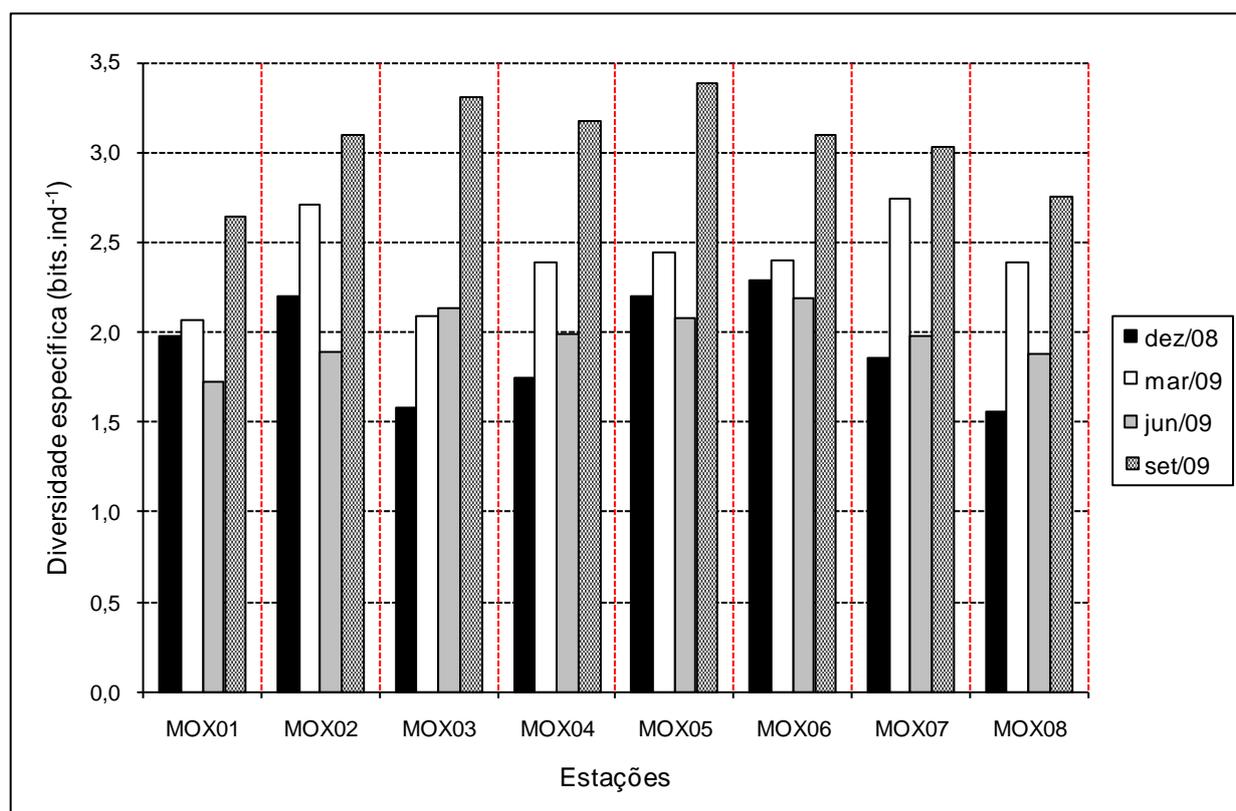


Figura 3.3.D.3-10 - Diversidade específica (bits.ind⁻¹) entre as estações MOX 01 e MOX 08.

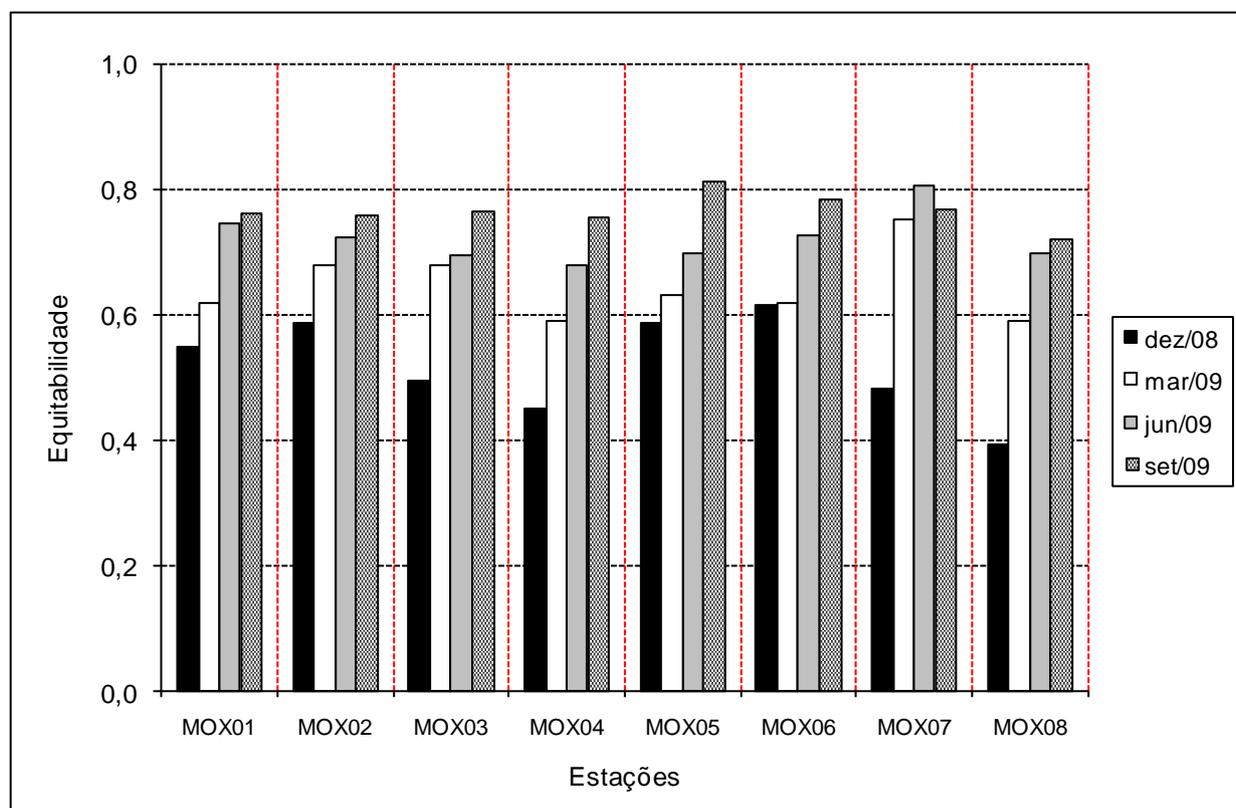


Figura 3.3.D.3-11 - Equitabilidade entre as estações MOX 01 e MOX 08.

Nos reservatórios estudados, para PA I, II, III, a diversidade pode ser considerada média (Figura 3.3.D.3-12 e Tabela 3.3.D.3-7), sendo eqüitativos. O maior valor registrado para diversidade entre PA 01 e PA 02 foi de 2,764 bits.ind⁻¹ em PA 02 (setembro de 2009). A estação PA 02 também obteve o menor valor geral deste trabalho para diversidade, em junho de 2009 (1,730 bits.ind⁻¹), sendo também a estação que obteve a menor eqüitabilidade para este reservatório (0,565), em junho de 2009. O maior valor para eqüitabilidade foi de 0,693, na estação PA 01, em setembro de 2009, de acordo com a Figura 3.3.D.3-13 e a Tabela 3.3.D.3-8.

Na área de PAIV, a diversidade pode ser considerada também como média (Tabela 3.3.D.3-9 e Figura 3.3.D.3-14), sendo eqüitativos. De modo geral, em PAIV, os maiores valores médios para eqüitabilidade ocorreram em setembro de 2009.

O maior valor registrado para diversidade em PAIV foi de 2,859 bits.ind⁻¹ em PAIV 02 (setembro de 2009). A estação PAIV 01 obteve o menor valor geral deste trabalho para diversidade em junho de 2009 (1,157 bits.ind⁻¹), sendo a estação PAIV 05 a que obteve a menor eqüitabilidade para este reservatório (0,533), em dezembro de 2008. O maior valor para eqüitabilidade foi de 0,866, na estação PAIV 05, em setembro de 2009, de acordo com a Tabela 3.3.D.3-10 e Figura 3.3.D.3-15.

Tabela 3.3.D.3-7 - Variação da diversidade específica (bits.ind⁻¹) nas estações PA01 e PA02.

	PA 01	PA 02	Média
dez/08	2,557	2,310	2,434
mar/09	2,492	2,545	2,519
jun/09	2,068	1,730	1,899
set/09	2,670	2,764	2,717

Tabela 3.3.D.3-8 - Variação da eqüitabilidade nas estações PA01 e PA02.

	PA 01	PA 02	Média
dez/08	0,624	0,678	0,651
mar/09	0,629	0,657	0,643
jun/09	0,589	0,565	0,577
set/09	0,693	0,681	0,687

Tabela 3.3.D.3-9 - Variação da diversidade específica (bits.ind⁻¹) entre as estações PAIV 01 e PAIV 05.

	PAIV 01	PAIV 02	PAIV 03	PAIV 04	PAIV 05	Média
dez/08	1,714	2,522	2,567	1,954	1,710	2,093
mar/09	1,968	2,743	2,652	2,075	2,627	2,413
jun/09	1,157	1,989	1,992	1,598	2,131	1,773
set/09	2,578	2,859	2,850	2,238	2,239	2,553

Tabela 3.3.D.3-10 - Variação da equitabilidade entre as estações PAIV 01 e PAIV 05.

	PAIV 01	PAIV 02	PAIV 03	PAIV 04	PAIV 05	Média
dez/08	0,578	0,755	0,674	0,664	0,533	0,641
mar/09	0,830	0,748	0,738	0,655	0,789	0,752
jun/09	0,608	0,626	0,639	0,709	0,773	0,671
set/09	0,648	0,750	0,796	0,799	0,866	0,772

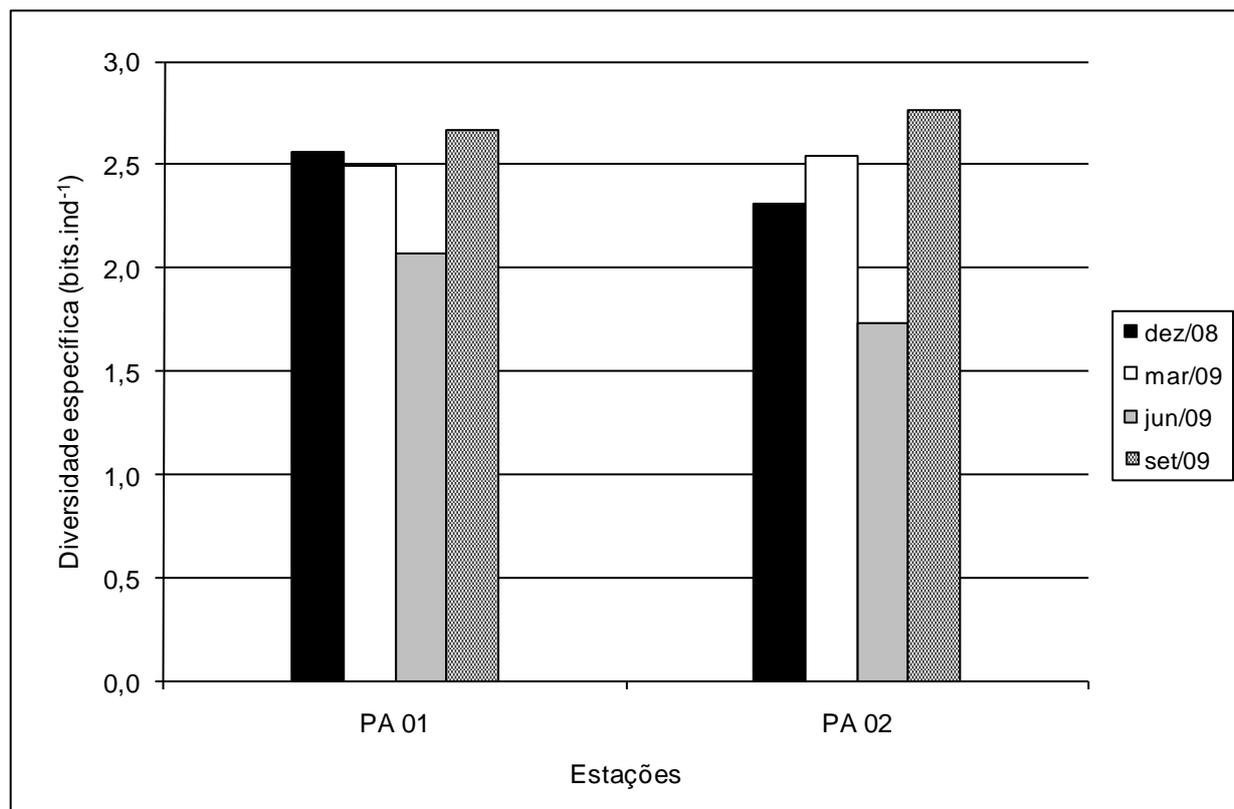


Figura 3.3.D.3-12 - Diversidade específica (bits.ind⁻¹) nas estações PA01 e PA02.

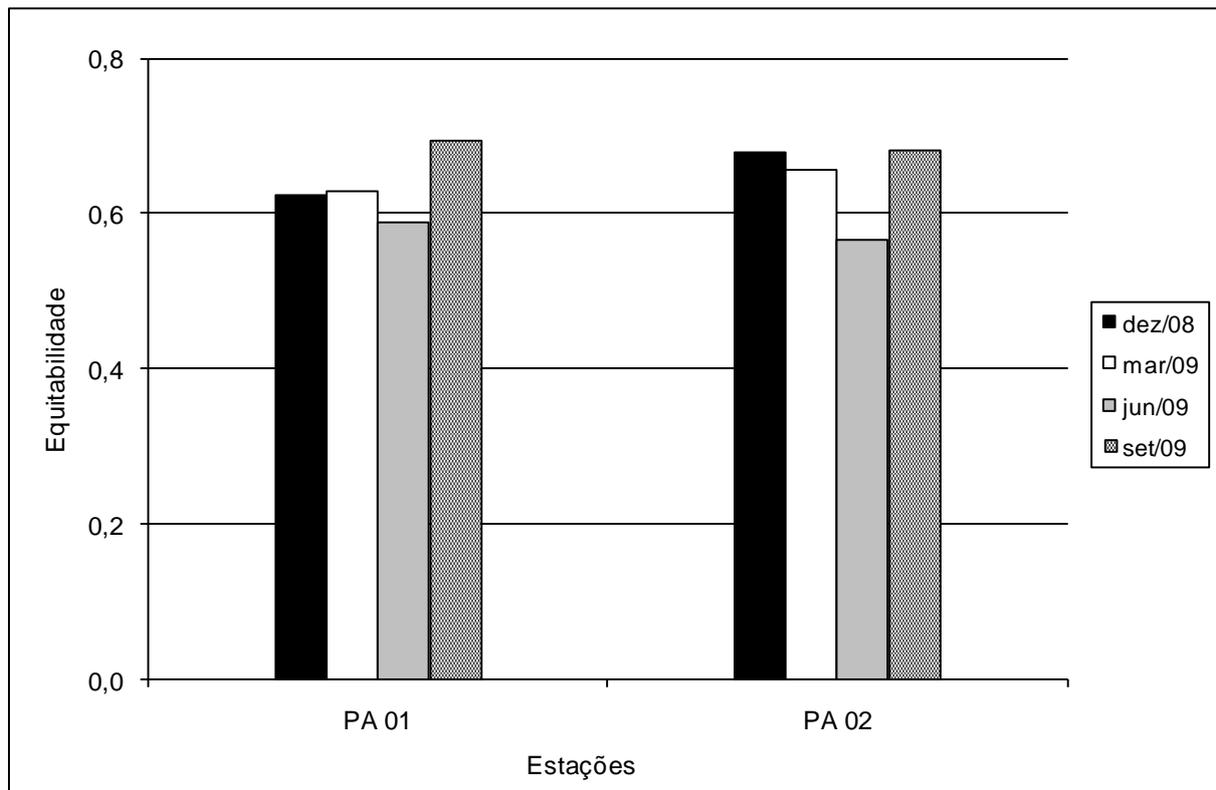


Figura 3.3.D.3-13 - Equitabilidade nas estações PA01 e PA02.

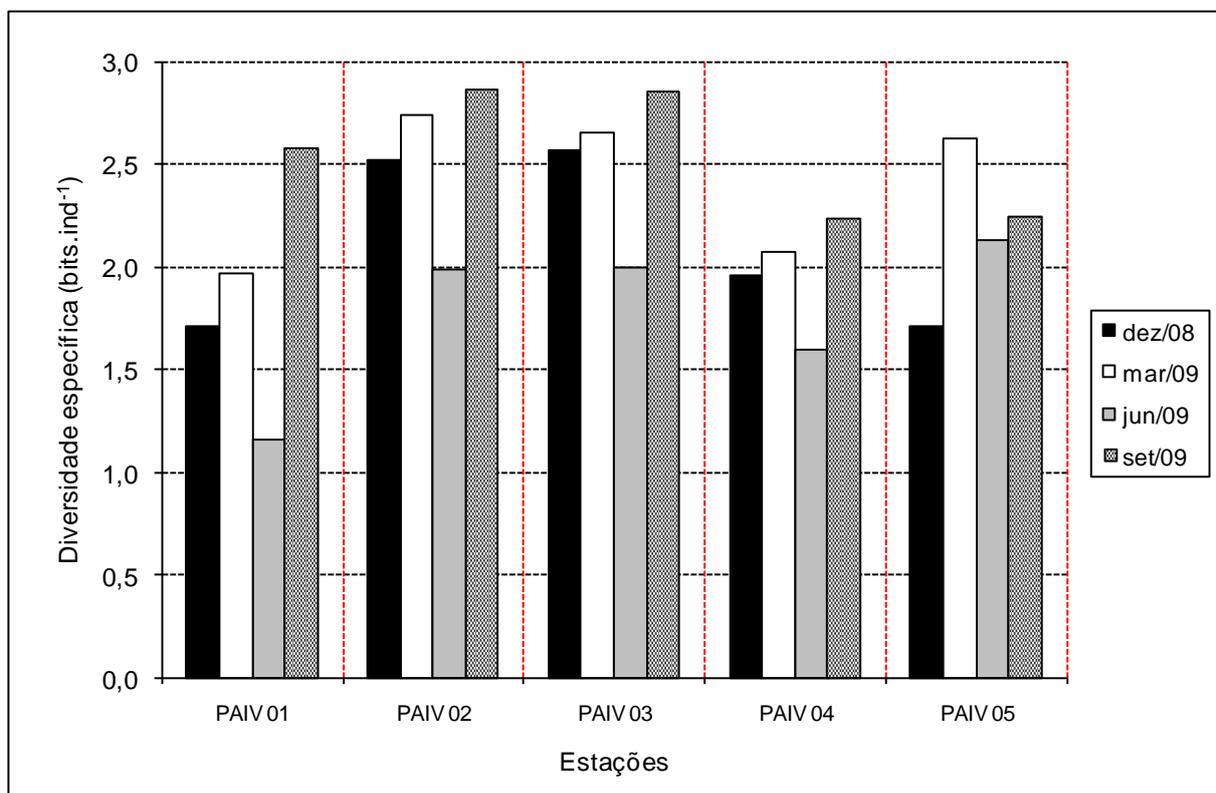


Figura 3.3.D.3-14 - Diversidade específica (bits.ind⁻¹) entre as estações PAIV 01 e PAIV 05.

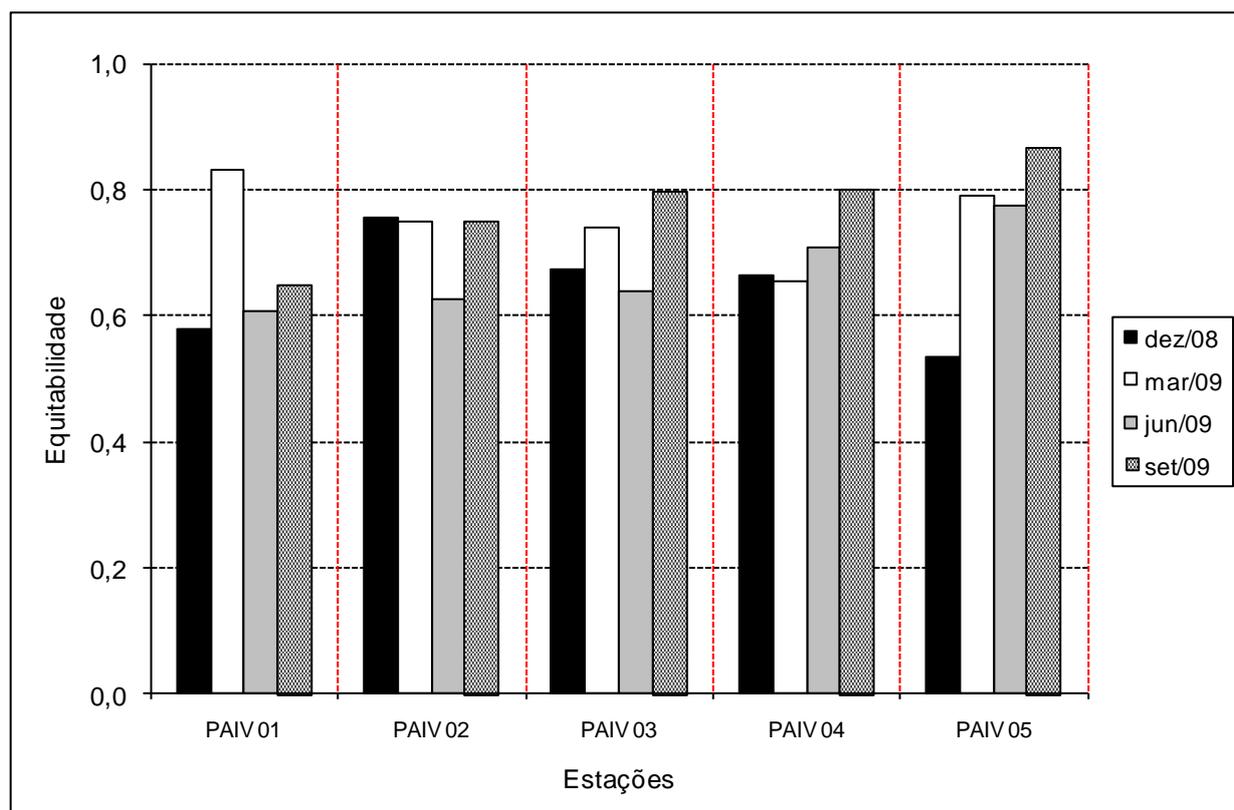


Figura 3.3.D.3-15 - Equitabilidade entre as estações PAIV 01 e PAIV 05.

Análises de similaridades

Moxotó

Para o reservatório de Moxotó, o dendograma de amostras apresenta quatro importantes grupos, sendo o primeiro composto por amostras do mês de junho de 2009; o segundo composto por amostras do mês de março de 2009 (sendo um subgrupamento com amostras do mês de setembro de 2009); o agrupamento 3 com amostras do mês de setembro e março de 2009 (em subgrupos); e o grupo 4, com apenas amostras do mês de dezembro de 2008 (Figura 3.3.D.3-16).

Fica também visível neste dendograma uma separação para a estação MOX 03, que ao longo dos trabalhos tem se destacado por apresentar níveis particulares para densidades de organismos (valores geralmente superiores as demais estações), além de ser uma estação em um braço de rio, fora da área do reservatório.

O dendograma de similaridade para espécies agrupou três principais grupos significativos (Figura 3.3.D.3-17), excluindo-se destes grupos os taxa Gastropoda, um Cladocera e um Rotifera.

O grupo 1 apresenta basicamente dois Cladocera e um Rotifera, sendo o grupo 2 representado por Copepoda (náuplios), também associado a *Keratella cochlearis*, indicando que estes dois taxa parecem ser os dominantes e/ou representativos durante o período diurno, padrão semelhante ao encontrado no ano anterior, quando estes dois taxa estiverem presentes no mesmo grupamento, próximos estatisticamente (Figura 3.3.D.3-18). Já o grupo 3 associa em dois subgrupamentos os demais organismos do macrozooplâncton (frequentes), com microzooplâncton (igualmente frequentes). Neste último grupamento, tal associação pode ser também um reflexo de teia trófica, e/ou estado trófico de reservatório, no caso um indicativo de eutrofização.

PA I, II, III e IV

Para a associação de amostras em PA I, II, III (Figura 3.3.D.3-19), o dendograma resultante mostrou o óbvio: a diferença entre duas situações distintas, PA 01 e PA 02. No gráfico, as estações estão bastante separadas ecologicamente, sendo apresentados dois grupamentos, sendo o primeiro composto basicamente amostras da estação PA 01, sendo o grupamento 2 associando basicamente amostras da estação PA 02. Como descrito em relatórios trimestrais, o mês de junho de 2009 foi bastante diferente ecologicamente das demais épocas de amostragem, devido talvez a uma abertura de comportas, e no grupo 2 deste dendograma, este mês ficou representado no mesmo subgrupamento (para PA 01 e PA 02).

Com relação ao dendograma de similaridade para espécies (Figura 3.3.D.3-20), dois grupos foram formados, sendo o grupo 1 formado pelas espécies mais frequentes, e encontradas com maiores densidades, no entanto separando Copepoda (náuplios) a *Keratella cochlearis*. Entre dezembro de 2007 e setembro de 2008 (ano anterior de amostragens), o dendograma de similaridades também separou esses dois taxa no mesmo ramo do gráfico (Figura 3.3.D.3-21). Já no grupamento 2, nota-se um subgrupamento “a” com duas espécies do macrozooplâncton, e o subgrupo “b”, composto pelos demais organismos do macrozooplâncton, associados com Rotifera também frequentes. Neste último subgrupamento, tal tipo de associação pode ser também um

reflexo de teia trófica, e/ou estado trófico de reservatório, no caso um indicativo de eutrofização.

Em PAIV, o gráfico de similaridade para associação de amostras (Figura 3.3.D.3-22), apresenta três grupos distintos, sendo o primeiro basicamente composto por amostras tomadas em junho de 2009. O grupo 2 é basicamente composto por amostras da estação PAIV 03, nos meses de dezembro e de março, período mais quente. O grupo 3 associa amostras de setembro e março, distintamente nos subgrupos “a” e “b”, sendo o último subgrupamento composto por amostras tomadas em dezembro, e de estações mais internas, distante de áreas mais lóxicas.

O gráfico de similaridade para espécies em PAIV (Figura 3.3.D.3-23), mostra 2 grupos principais, sendo o primeiro composto por espécies do macrozooplâncton associadas a *Sinantherina socialis*, que possuem sempre tendência de proporcionalidade entre suas densidades. Já o grupo 2 se divide em três subgrupamentos, onde estão associados micro e macrozooplâncton.

Neste último grupo, tal associação pode ser também um reflexo de teia trófica, e/ou estado trófico de reservatório, no caso um indicativo de eutrofização. Esta tendência também foi notada no ano anterior (entre dezembro de 2007 a setembro de 2009), onde percebe-se também, em comparação com o dendograma de espécies para aquele ano, mostrando que Copepoda (náuplios) também foi associado a *Keratella cochlearis*, indicando que estes dois taxa parecem ser os dominantes e/ou representativos durante o período diurno (Figura 3.3.D.3-24).

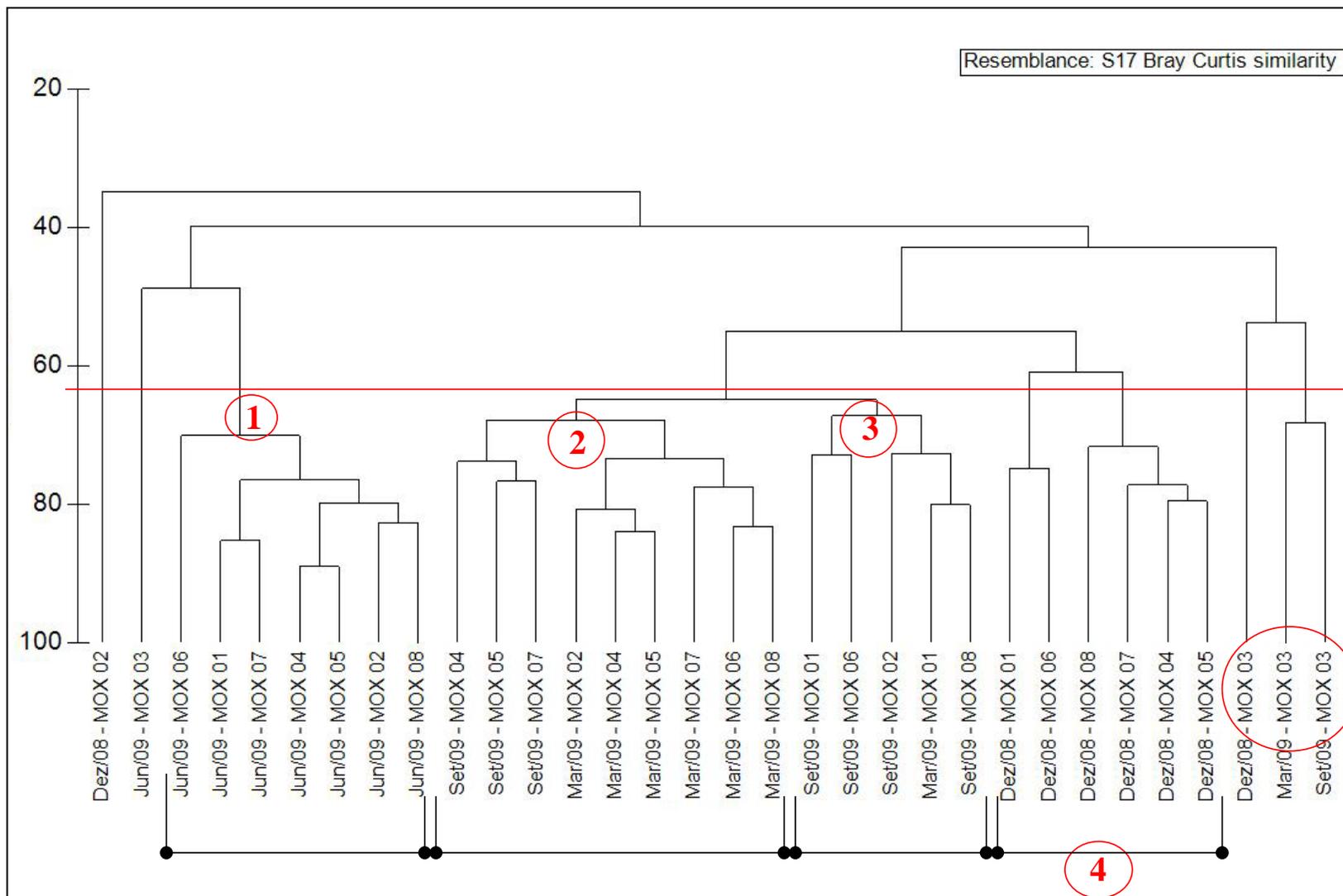


Figura 3.3.D.3-16 - Dendograma para associação de amostras em Moxotó (período entre dez 2008 - set 2009).

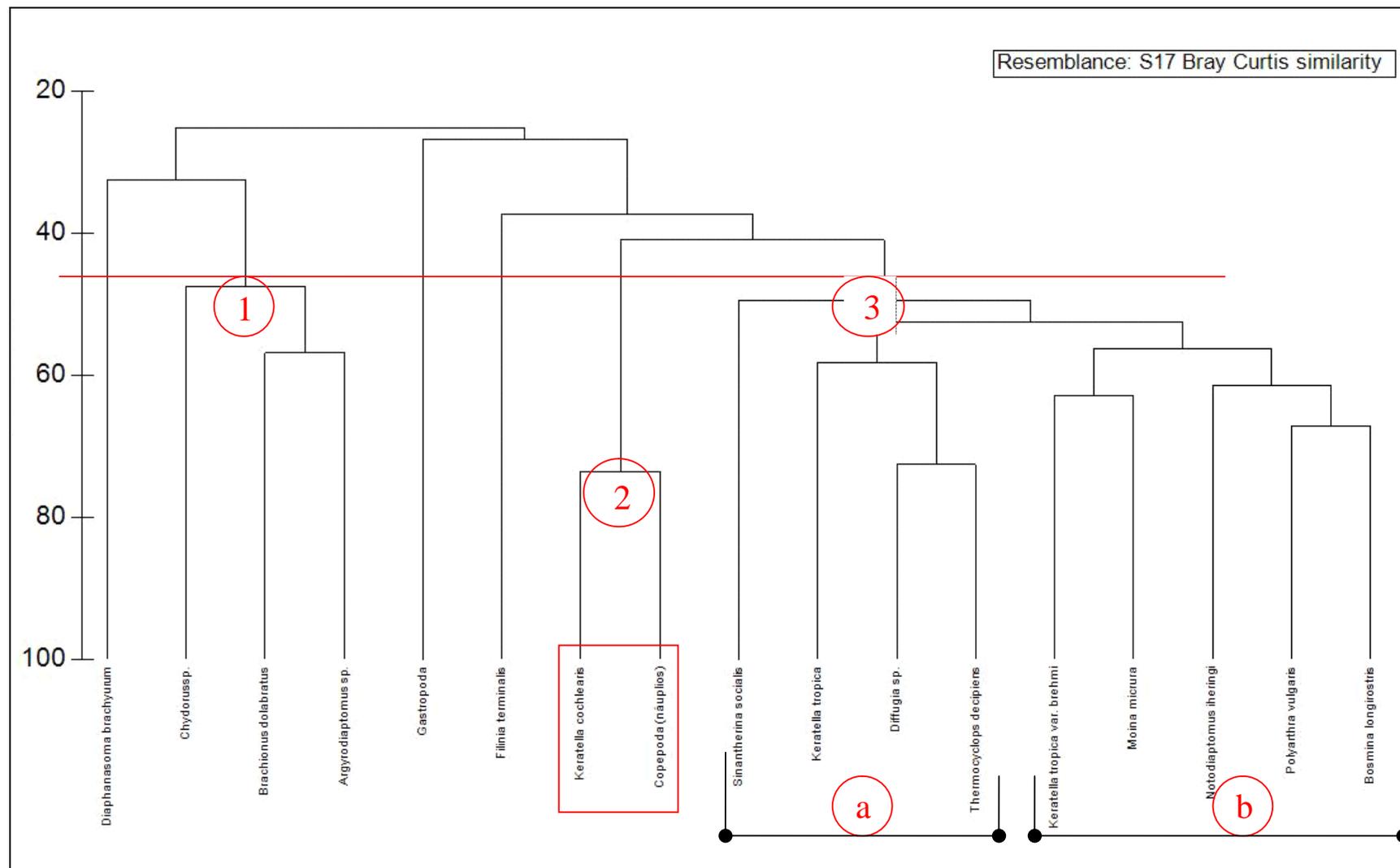


Figura 3.3.D.3-17 - Dendograma para associação de espécies em Moxotó (período entre dez 2008 - set 2009).

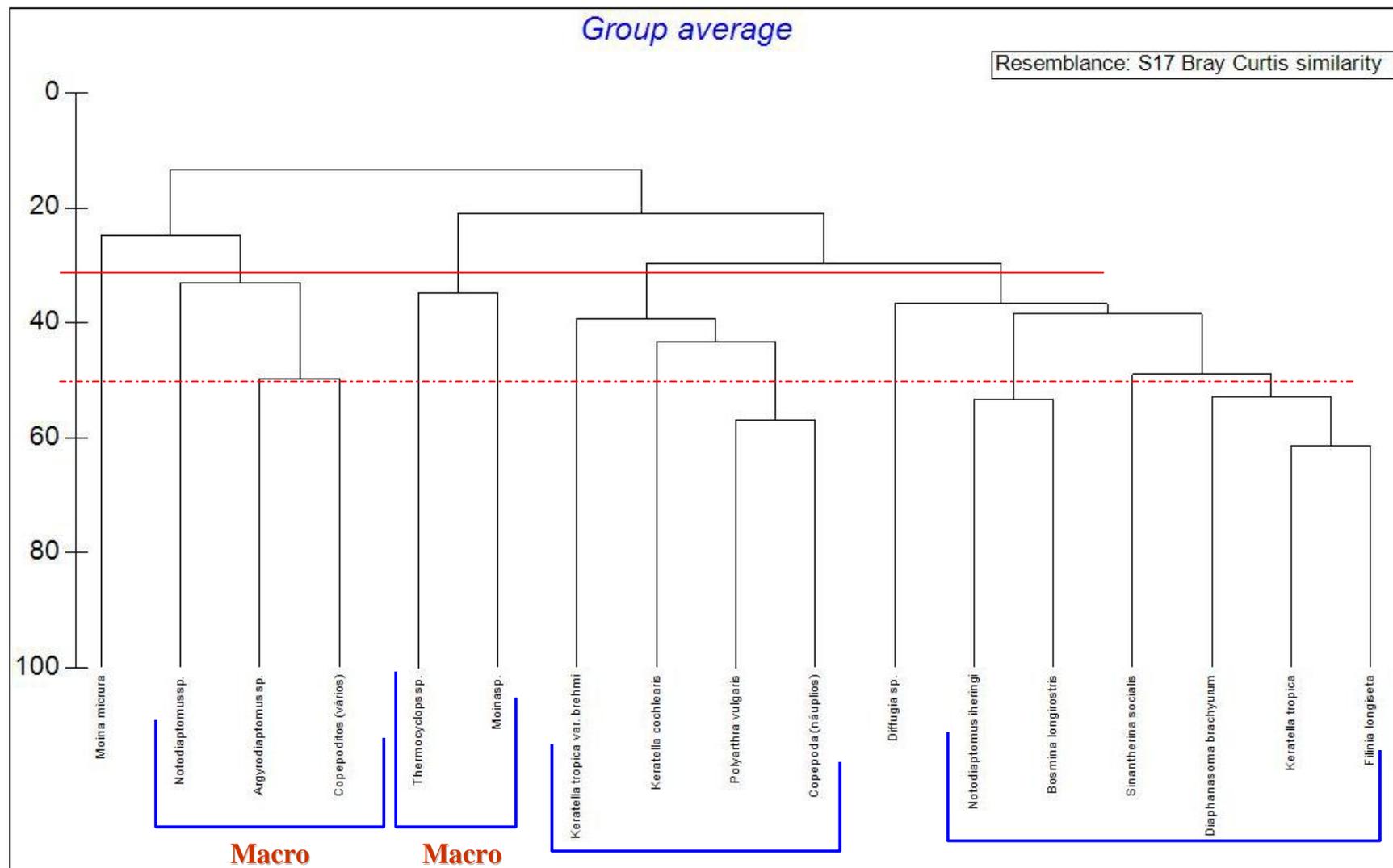


Figura 3.3.D.3-18 - Dendograma para associação de amostras em Moxotó (período entre dez 2008 - set 2009).

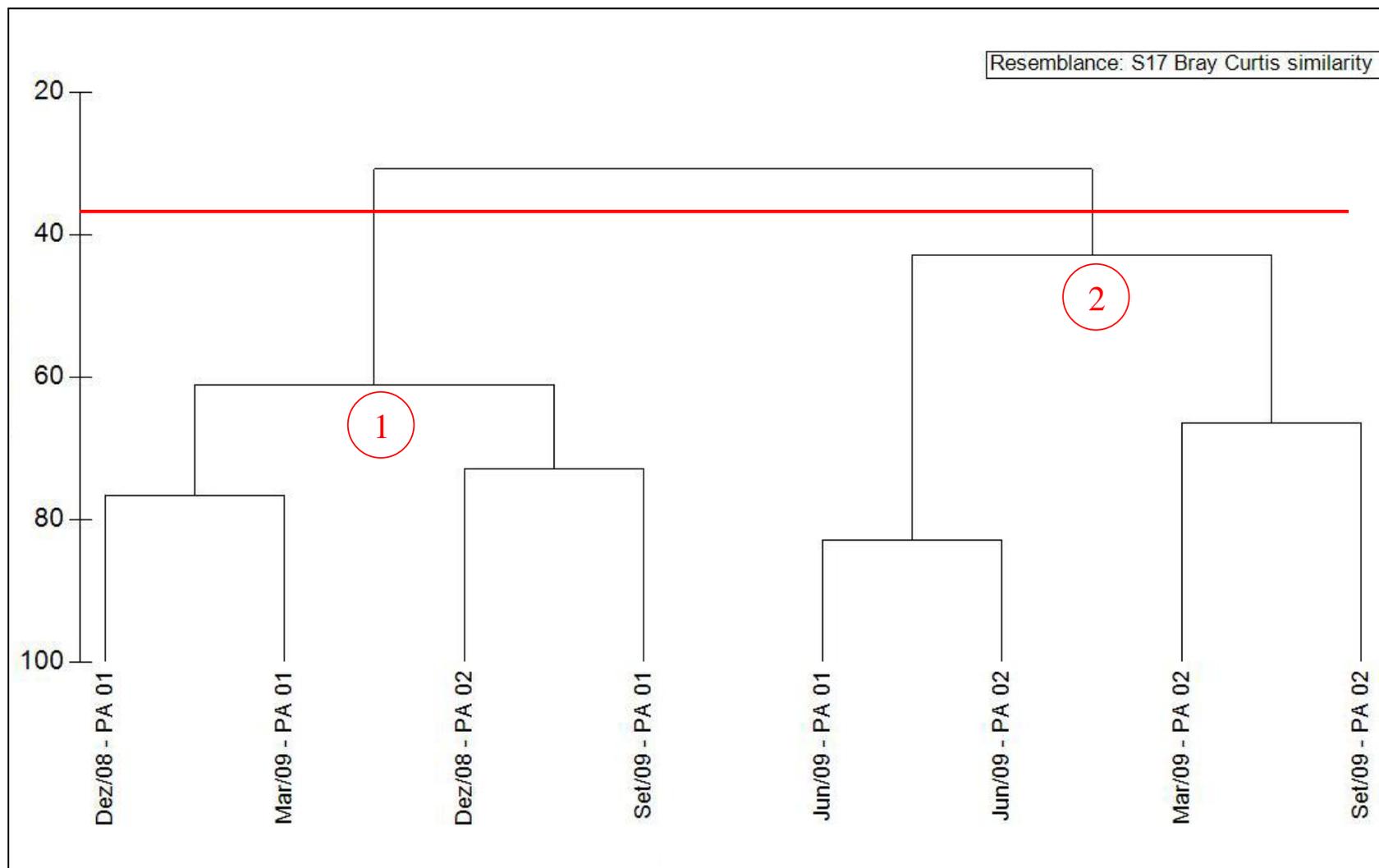


Figura 3.3.D.3-19 - Dendograma para associação de amostras em PA 01 e PA 02 (período entre dez 2008 - set 2009).

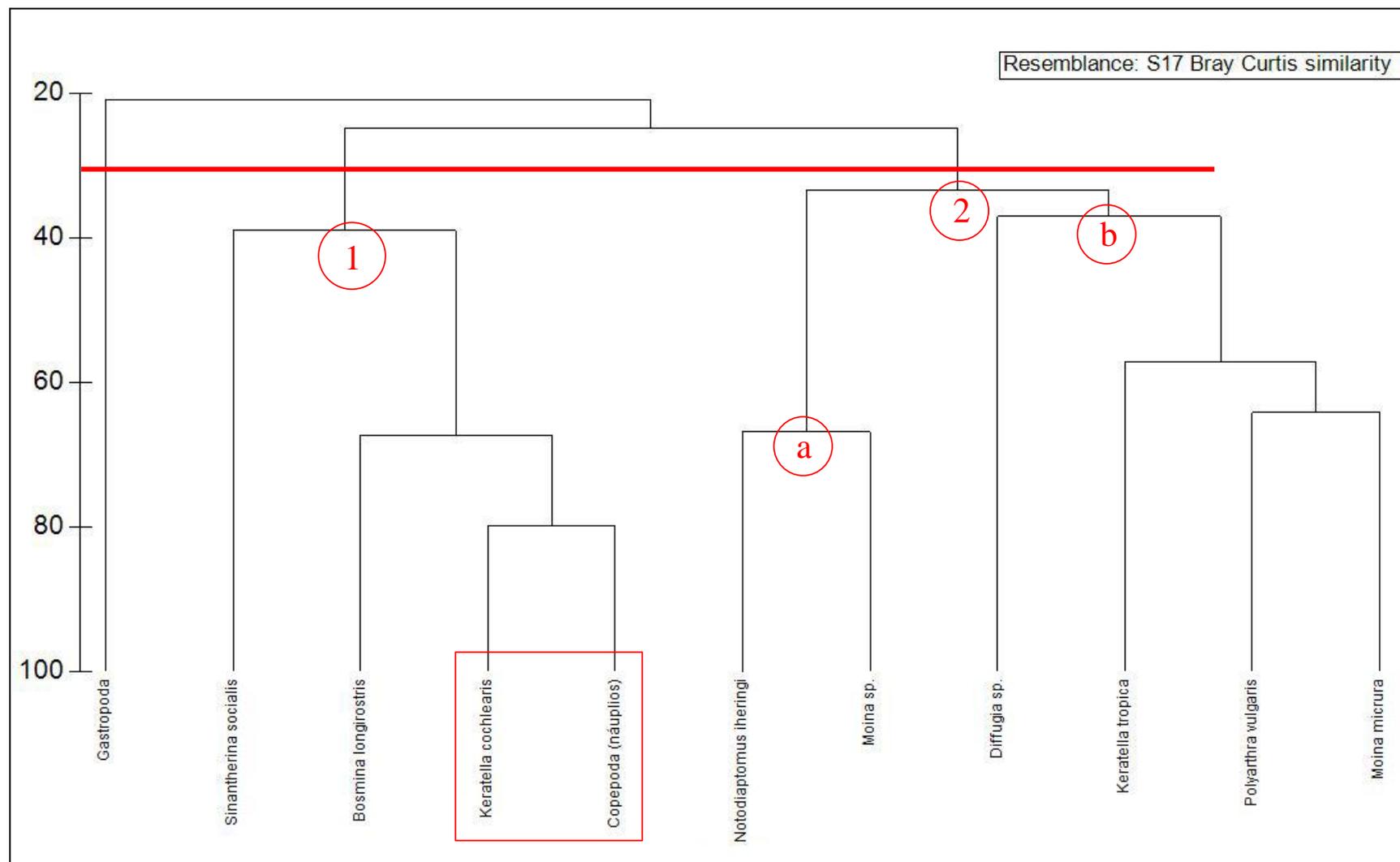


Figura 3.3.D.3-20 - Dendrograma para associação de espécies em PA 01 e PA 02 (período entre dez 2008 - set 2009).

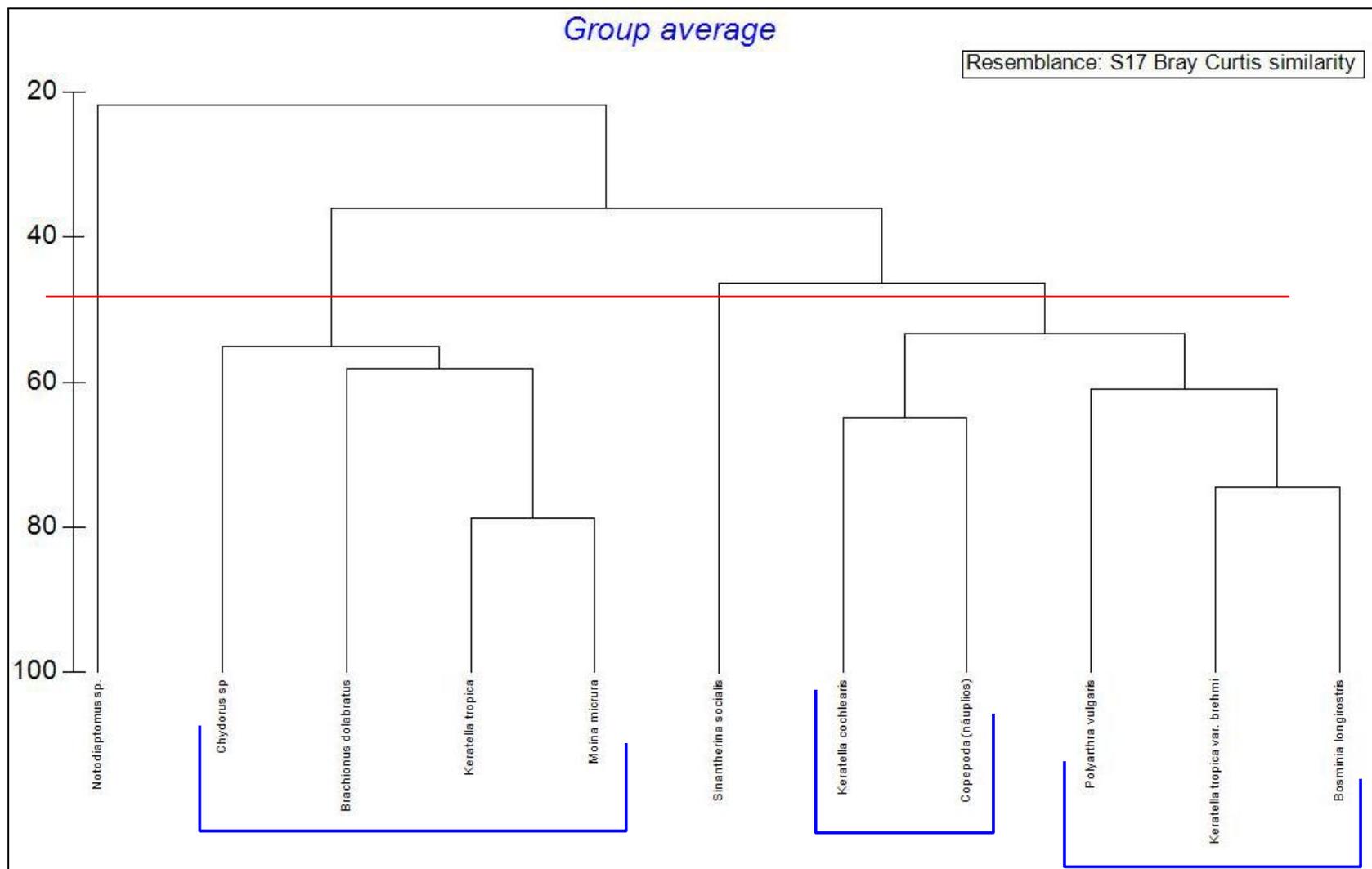


Figura 3.3.D.3-21 - Dendrograma para associação de espécies em PA01 e PA02 (período entre dez 2008 - set 2009).

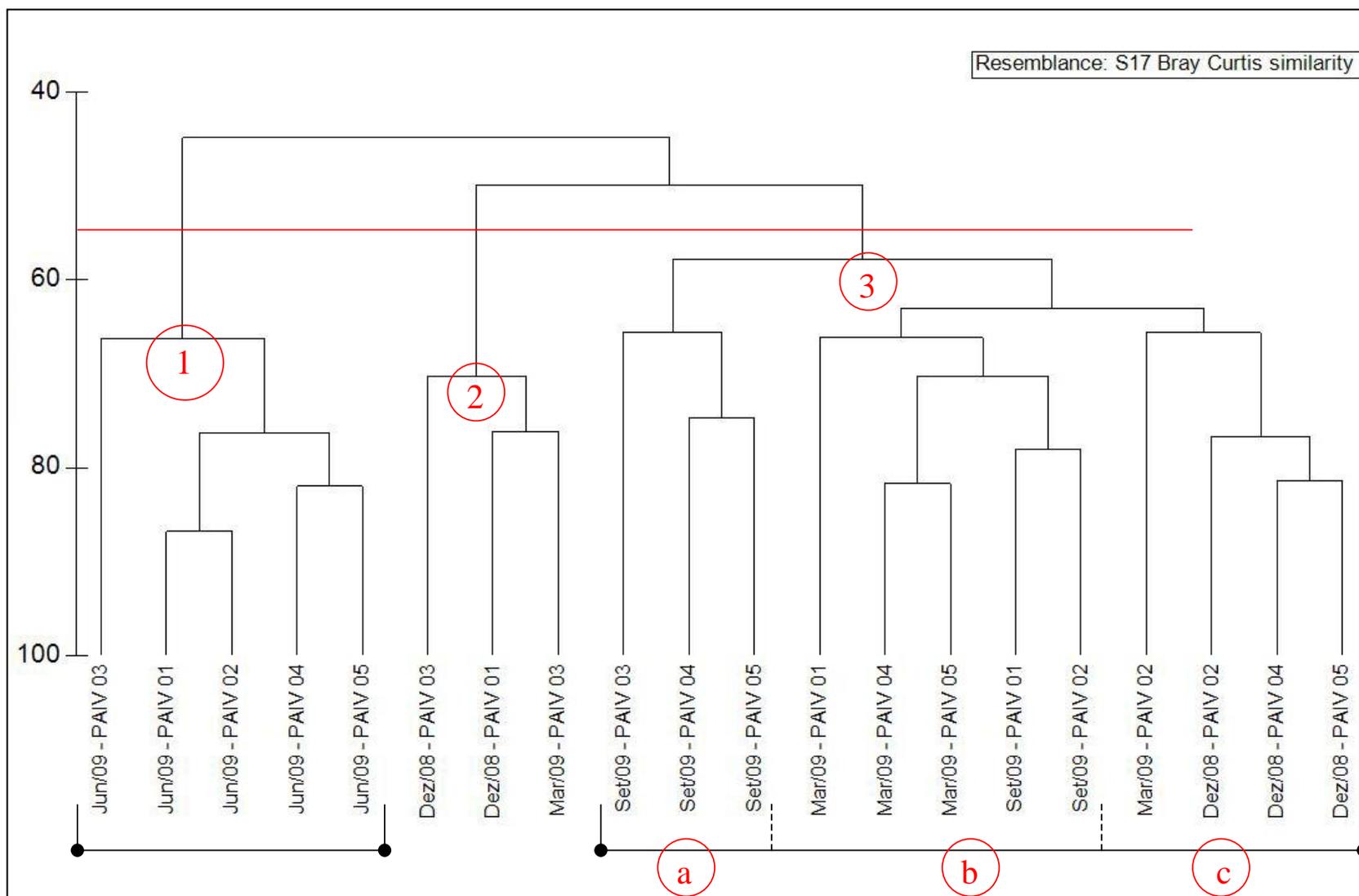


Figura 3.3.D.3-22 - Dendograma para associação de amostras em PAIV (período entre dez 2008 - set 2009).

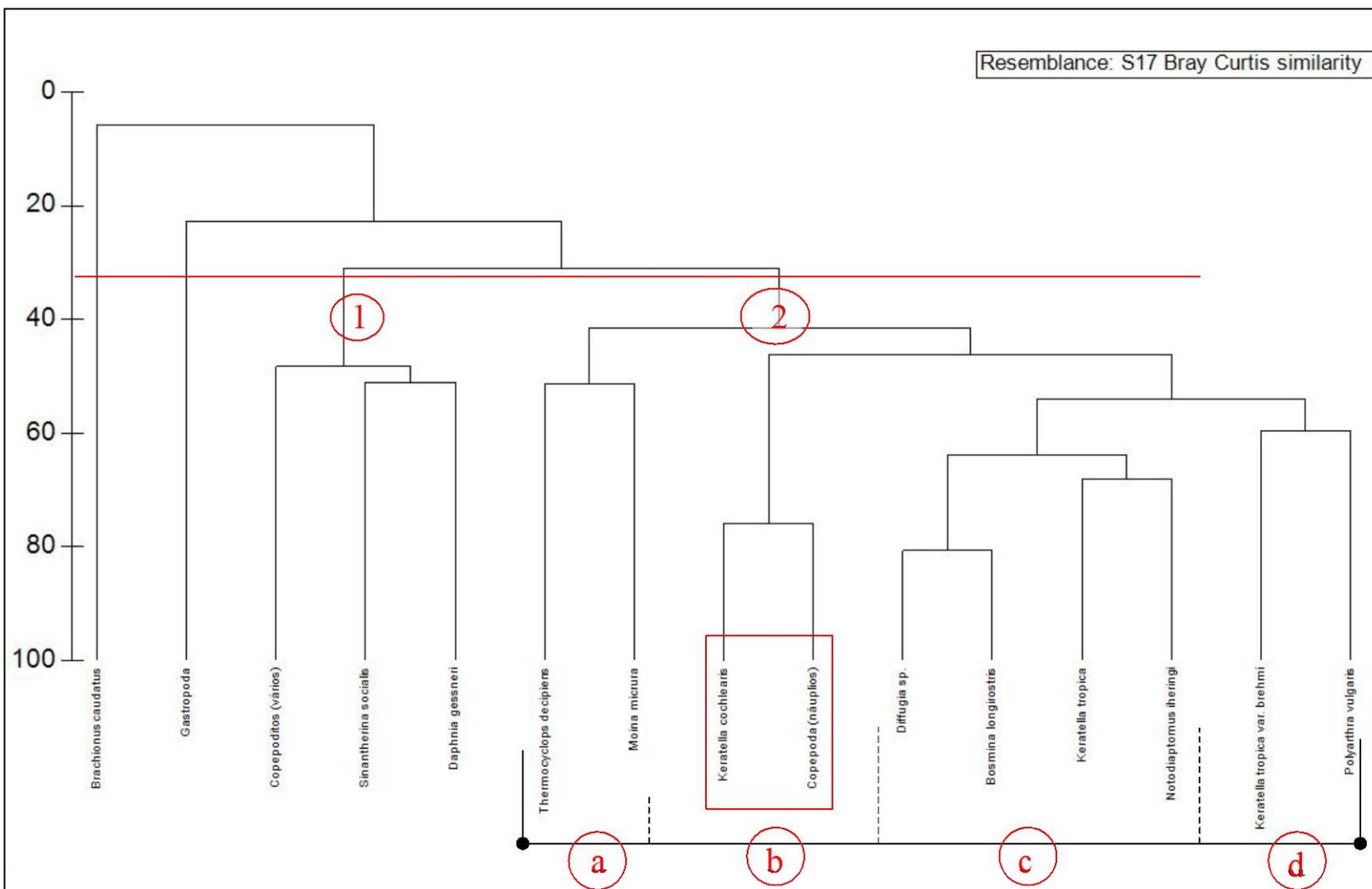


Figura 3.3.D.3-23 - Dendrograma para associação de espécies em PAIV (período entre dez 2008 - set 2009).

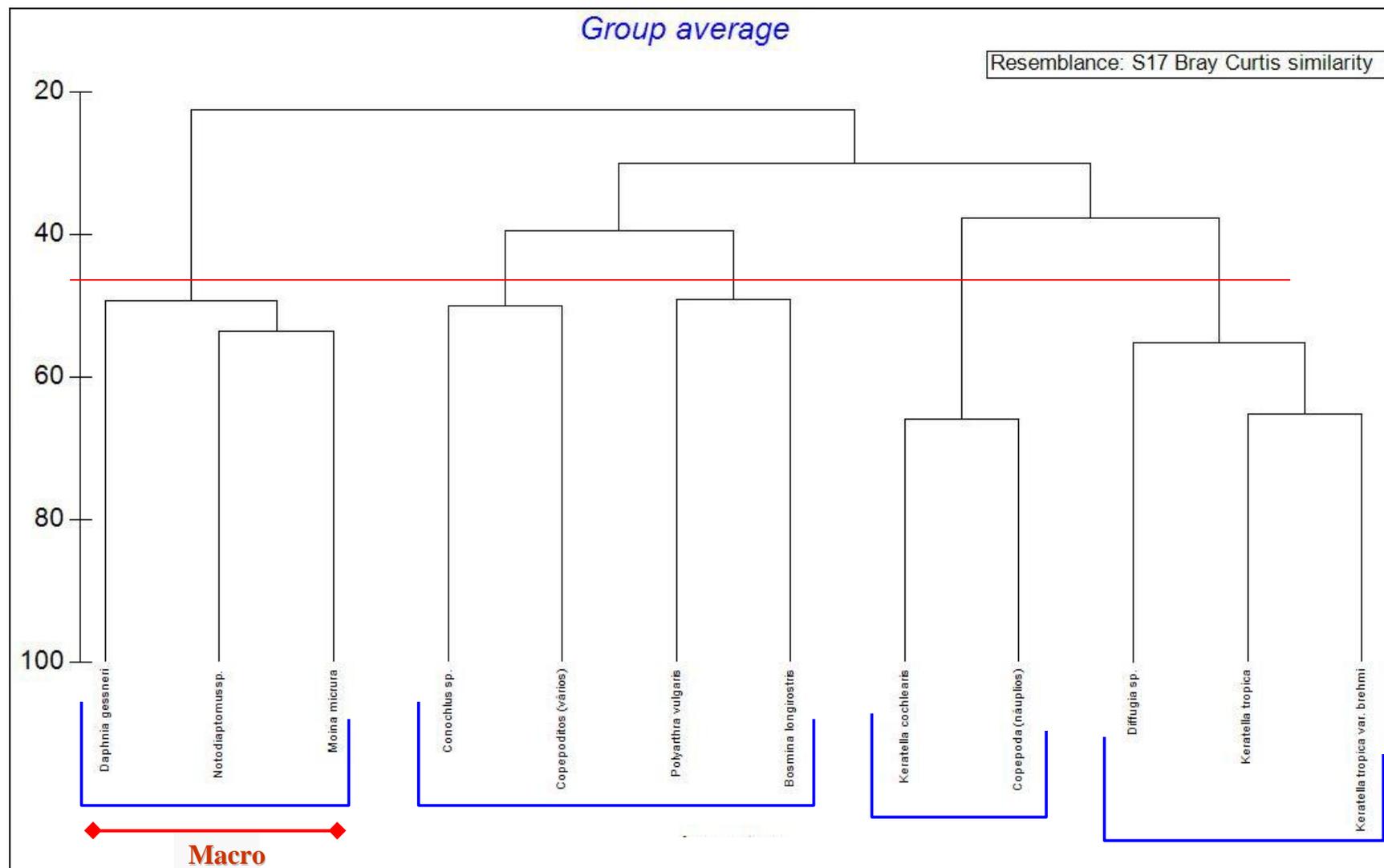


Figura 3.3.D.3-24 - Dendrograma para associação de espécies em PAIV (período entre dez 2008 - set 2009).

Análise multivariada entre a comunidade zooplanctônica e variáveis físicas, químicas e biológicas

A análise de correlação (Tabela 3.3.D.3-11) possibilitou evidenciar uma correlação direta entre todos os organismos que compõem o zooplâncton: Cladocera, Copepoda, Rotifera e Protoctista. A partir da análise de componentes principais (ACP) para o zooplâncton, nota-se a formação de um aglomerado com Cladocera, Rotifera e Copepoda e o distanciamento de Protoctista, o que indica que esse grupo se distingue dos demais da comunidade zooplanctônica para o 2º. ano de amostragem no Complexo de Paulo Afonso. Na análise para todos os grupos do zooplâncton, percebe-se uma correlação maior entre Rotifera e Cladocera. O fator total de explicação da ACP foi elevado, de 83,22% (Figura 3.3.D.3-25), o que respalda as inferências de relacionamentos do grupos zooplanctônicos.

No tocante à relação do zooplâncton com variáveis químicas, físicas e biológicas, pode-se evidenciar uma relação distinta para os diferentes grupos. Cladocera somente apresentou correlação inversa com o pH, com um fator total de explicação da ACP de 100% (Figura 3.3.D.3-26), demonstrando uma boa correlação desses organismos com a variável.

Para os Copepoda, verifica-se uma correlação com diversas variáveis, sendo diretas com cálcio, magnésio, cloreto, feofitina e condutividade elétrica, e inversa com nitrato, oxigênio dissolvido e zona eufótica. A ACP para esse grupo (fator total de 66,99%), ressalta as correlações comentadas anteriormente, principalmente para as variáveis de com relação inversa (Figura 3.3.D.3-26).

Os Rotifera apresentaram correlação com três variáveis físico-químicas, sendo direta com o magnésio e inversa com o pH e o nitrato. A ACP (73,32) ressalta a correlação inversa mais evidente do nitrato com Rotifera (Figura 3.3.D.3-27).

Os Protoctista, que foram os mais distantes na análise para os diversos grupos do zooplâncton, tiveram correlação com outras variáveis, como fósforo total, nitrito e fração orgânica dos sólidos em suspensão, sendo diretas principalmente com cálcio, condutividade elétrica e magnésio, e inversas com a fração inorgânica. O fator total da ACP foi de 70,32% e destaca a relação inversa da fração inorgânica com o grupo em questão (Figura 3.3.D.3-27).

Tabela 3.3.D.3-11 – Valores de correlação entre grupos de comunidade zooplanctonica e variáveis físicas, químicas e biológicas no Complexo de Paulo Afonso. Em negrito os valores que apresentaram correlação significativa.

	Grupos taxonômicos			
	Cladocera (org./m ³)	Copepoda (org./m ³)	Rotifera (org./m ³)	Protoctista (org./m ³)
Nitrito (µg.L ⁻¹ N)	-0,05	-0,08	-0,25	-0,27
Nitrato (µg.L ⁻¹ N)	-0,23	-0,30	-0,61	-0,17
Fósforo total (µg.L ⁻¹ P)	0,07	0,19	0,19	-0,26
Cálcio (mg.L ⁻¹ Ca)	0,15	0,34	0,11	0,32
Magnésio (mg.L ⁻¹ Mg)	0,20	0,39	0,26	0,29
Cloreto (mg.L ⁻¹ Cl)	0,13	0,35	0,18	0,23
Feofitina (µg.L ⁻¹)	0,03	0,29	0,14	0,09
Fração orgânicos (%)	0,05	0,02	0,10	0,26
pH	-0,30	-0,23	-0,44	0,05
Condutividade elétrica (µS/cm)	0,15	0,39	0,17	0,32
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹ O ₂)	-0,22	-0,34	-0,26	-0,12
Zona Eufótica (m)	-0,17	-0,32	0,03	0,18
Cladocera (org./m ³)	1,00	0,67	0,57	0,28
Copepoda (org./m ³)	0,67	1,00	0,73	0,37
Rotifera (org./m ³)	0,57	0,73	1,00	0,26
Protoctista (org./m ³)	0,28	0,37	0,26	1,00

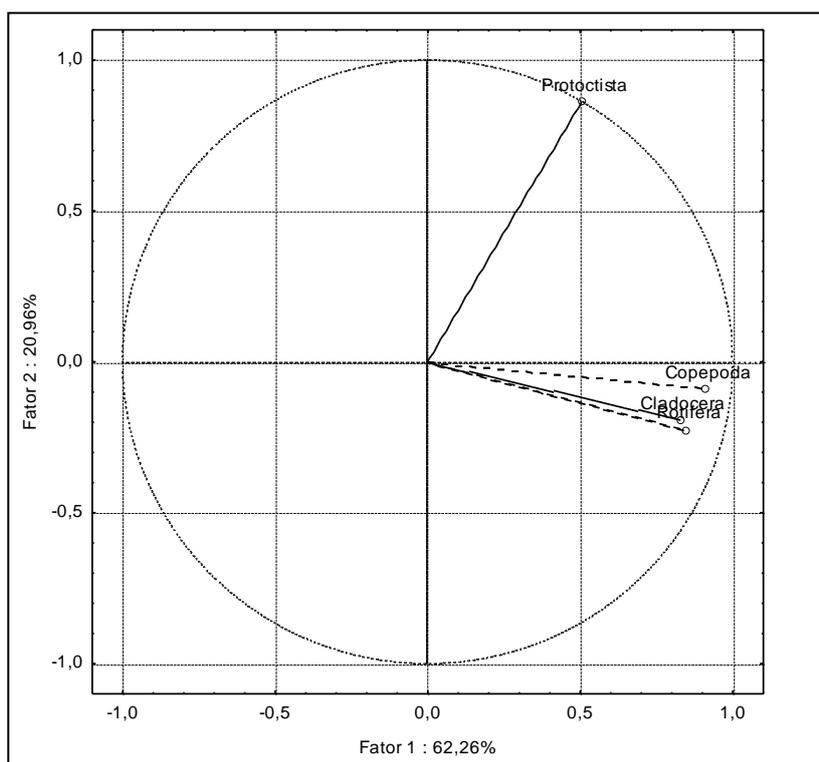
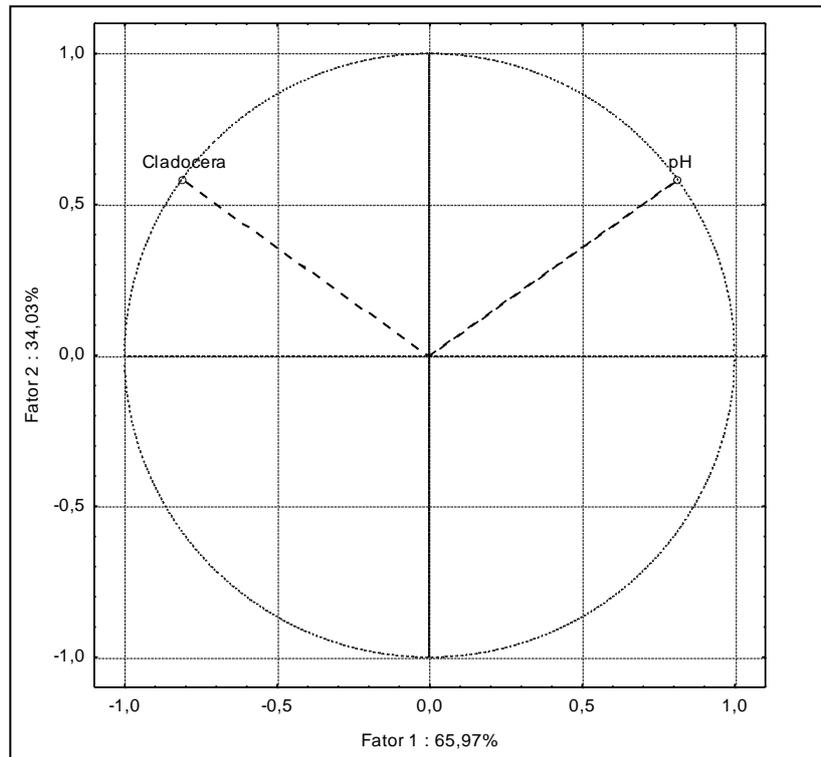


Figura 3.3.D.3-25 – Análise de componentes principais (ACP) para Cladocera, Copepoda, Rotifera e Protoctista que apresentaram correlação significativa entre os mesmos.

A



B

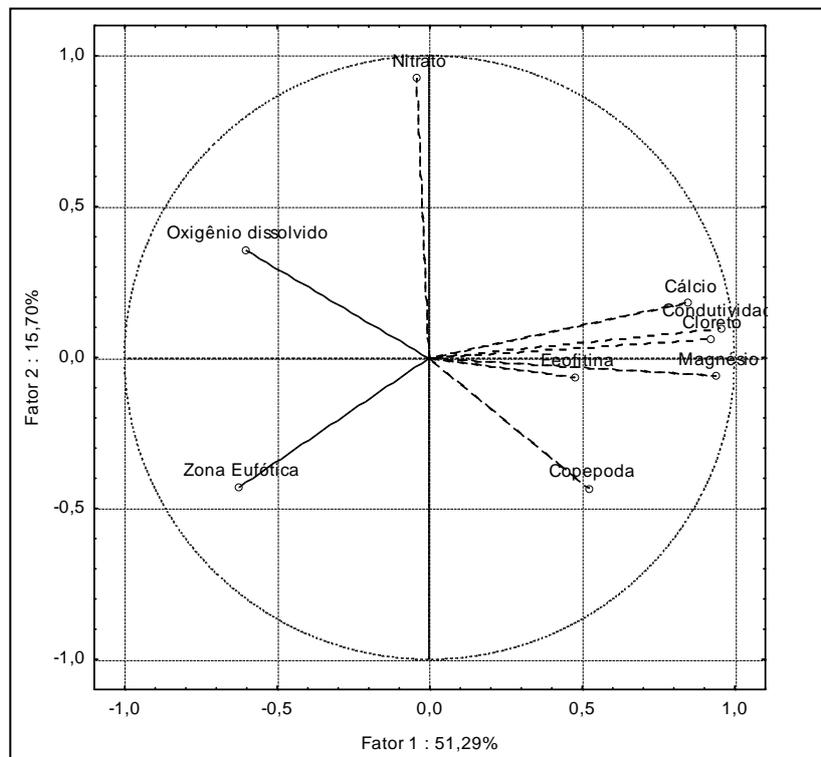
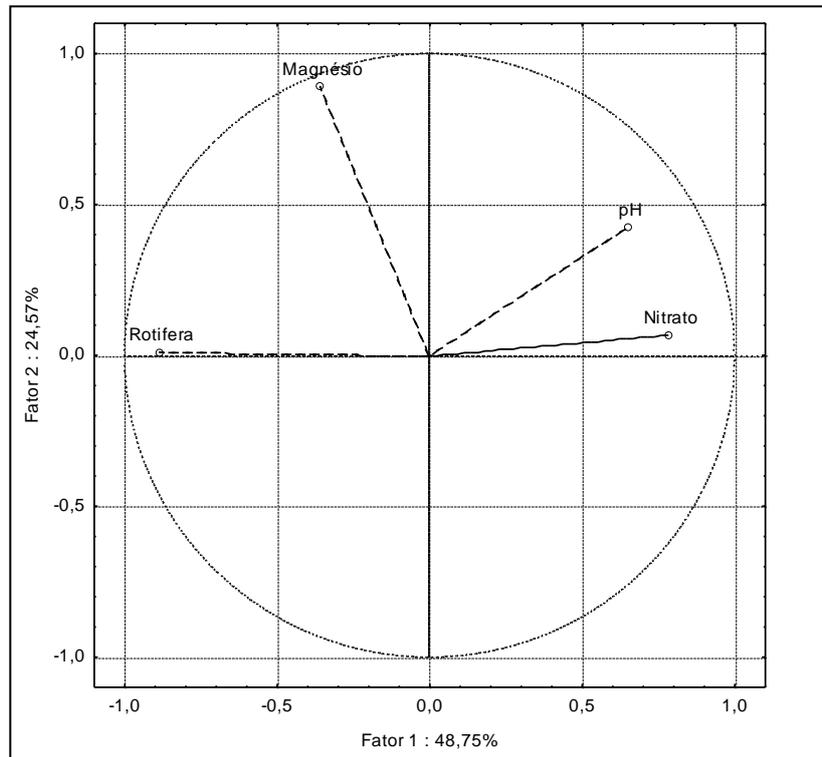


Figura 3.3.D.3-26 – Análise de componentes principais (ACP) para os grupos zooplancônicos que apresentaram correlação significativa com variáveis físicas, químicas e biológicas. A – Cladocera e B – Copepoda.

A



B

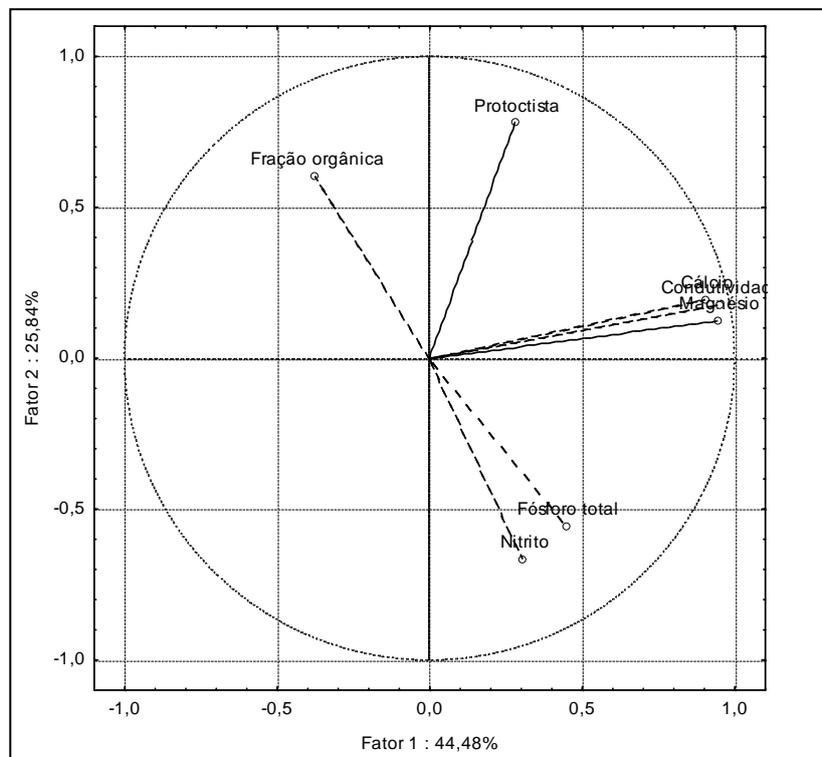


Figura 3.3.D.3-27 – Análise de componentes principais (ACP) para os grupos zooplanctônicos que apresentaram correlação significativa com variáveis físicas, químicas e biológicas. A – Rotifera e B – Protocista.

3.3.D.4. Análise multivariada entre fito e zooplâncton

A análise integrada das comunidades fito e zooplactônica evidenciou algumas correlações entre os grupos algais e do zooplâncton. Bacillariophyta, Chrysophyta e Dinophyta não apresentaram correlação significativa com nenhum grupo zooplanctônico no 2º. ano de monitoramento no Complexo de Paulo Afonso (Tabela 3.3.D.4-1). Isso pode demonstrar que os grupos fitoplanctônicos não foram afetados de forma evidente pela predação zooplanctônica, mas provavelmente por variáveis físicas e químicas e/ou por competição entre os grupos. As relações do fitoplâncton demonstraram também que Cyanophyta apresentou correção direta com Copepoda e Protoctista, tendo um fator de explicação para a análise de componentes principais de 79,21% (Figura 3.3.D.4-1).

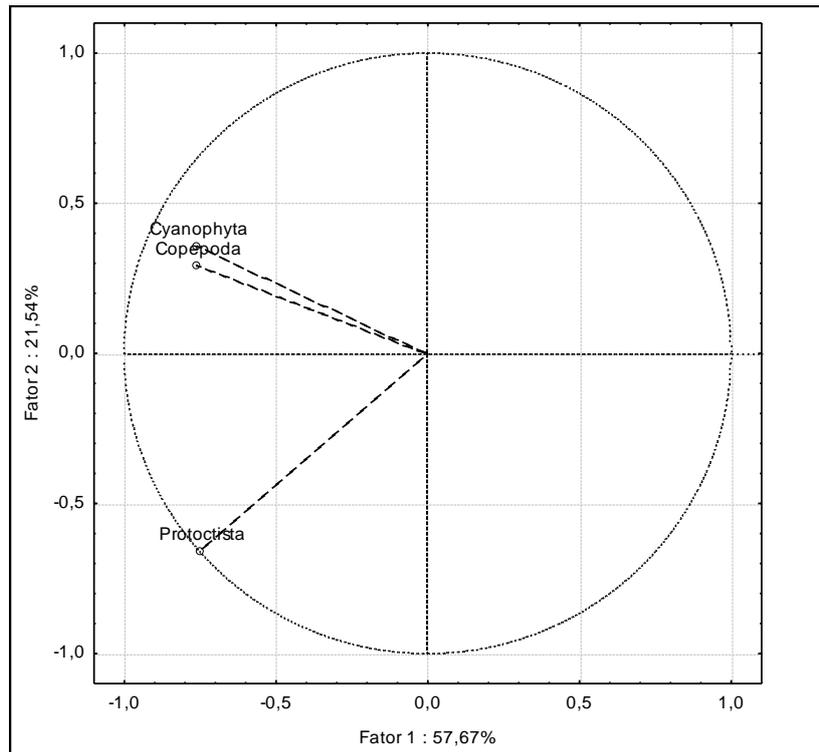
Já Chlorophyta apresentou correlação direta com Copepoda, com fator de ACP com explicação total de 100,00% (Figura 3.3.D.4-1). Cryptophyta também só apresentou correlação com o grupo zooplanctônico Protoctista, tendo também fator de 100,00% para a ACP (Figura 3.3.D.4-2). Euglenophyta apresentou correção positiva com três dos quatro grupos zooplanctônicos, sendo mais representativa aquela com Protoctista, tendo também apresentado ACP com fator de explicação elevado, de 77,30% (Figura 3.3.D.4-2).

Para o zooplâncton, a análise de correlação não mostrou-se significativa para Cladocera em relação aos grupos fitoplanctônicos (Tabela 3.3.D.4-1). Já Copepoda apresentou correlação direta com Chlorophyta, Cyanophyta e Euglenophyta, com fator total para a ACP de 78,85% (Figura 3.3.D.4-3). Os Rotifera só tiveram correlação com Euglenophyta e a ACP obteve fator de 100,00%. Para Protoctista, a ACP apresentou fator total de 80,78%, demonstrando a correlação desse grupo principalmente com Cyanophyta e Euglenophyta (Figura 3.3.D.4-4).

Tabela 3.3.D.4-1 – Valores de correlação entre grupos de comunidade fitoplanctônica no Complexo de Paulo Afonso. Em negrito os valores que apresentaram correlação significativa.

	Grupos taxonômicos			
	Cladocera (org./m ³)	Copepoda (org./m ³)	Rotifera (org./m ³)	Protoctista (org./m ³)
Cyanophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	0,20	0,39	0,19	0,35
Bacillariophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	0,14	0,11	-0,13	-0,01
Chlorophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	0,14	0,29	0,03	0,00
Cryptophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	0,06	0,06	0,06	-0,31
Chrysophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	0,09	0,25	0,19	-0,03
Dinophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	0,08	0,04	0,05	-0,10
Euglenophyta (10 ³ org.L ⁻¹)	0,11	0,48	0,32	0,32

A



B

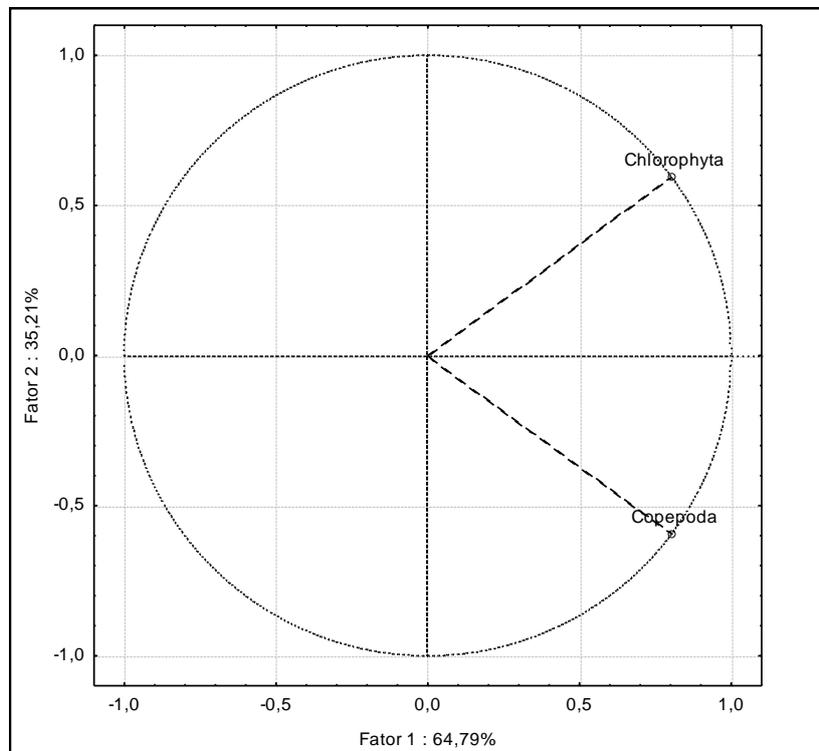
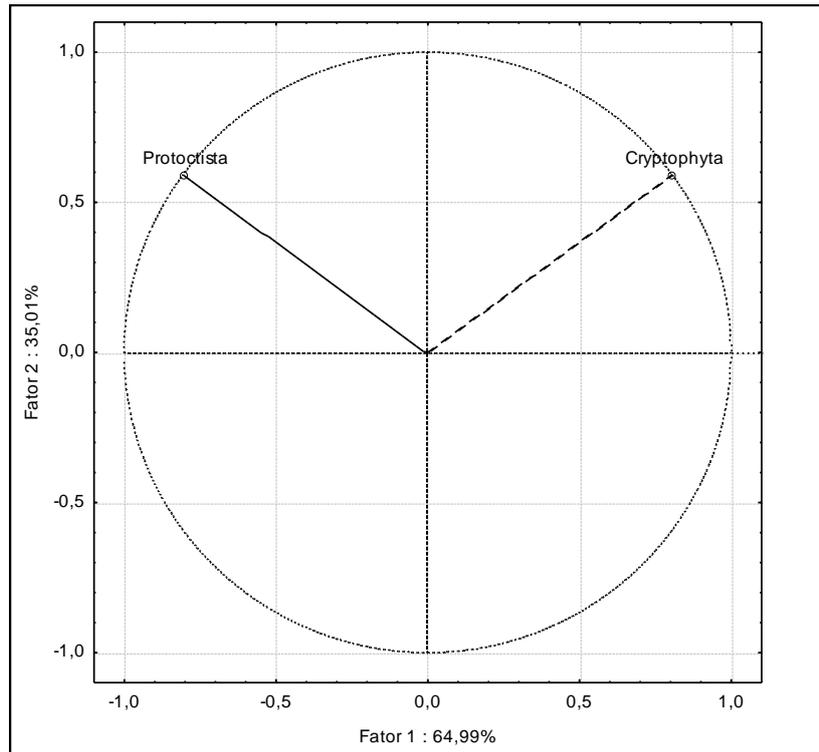


Figura 3.3.D.4-1 – Análise de componentes principais (ACP) para os grupos fitoplantônicos com relação aos zooplancônicos que apresentaram correlação significativa. A – Cyanophyta e B – Chlorophyta.

A



B

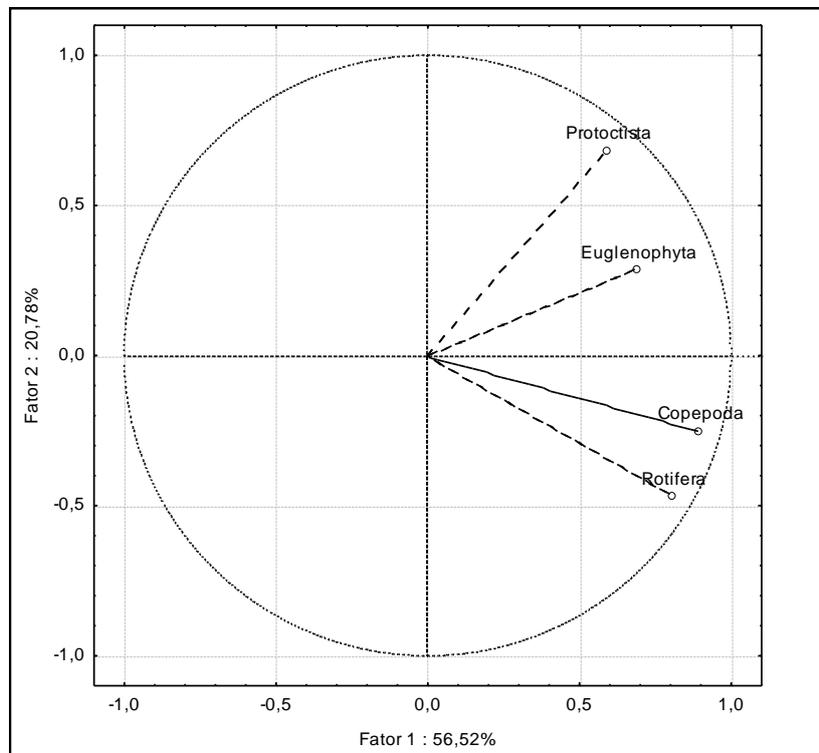
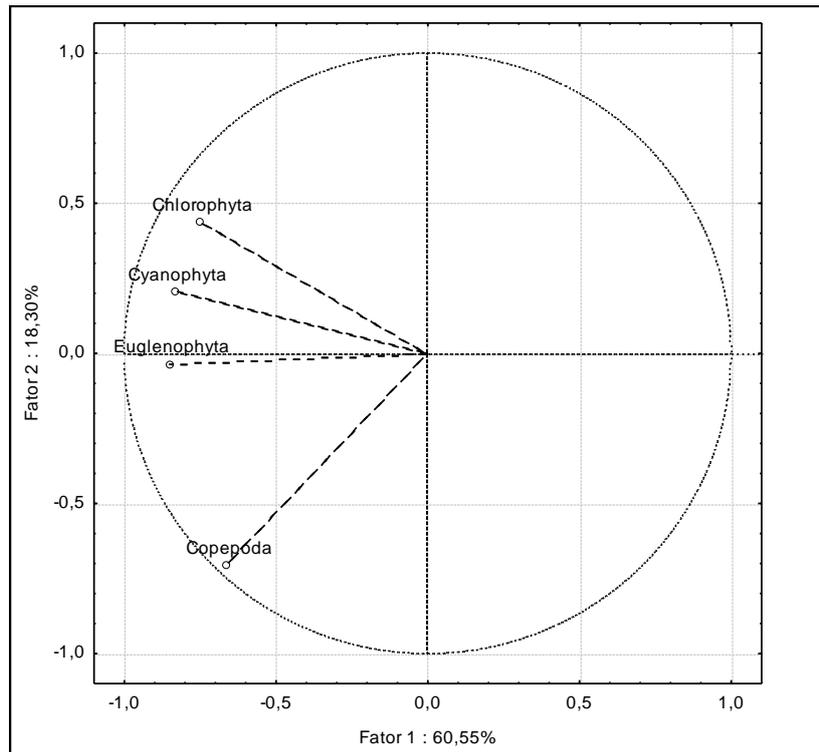


Figura 3.3.D.4-2 – Análise de componentes principais (ACP) para os grupos fitoplantônicos com relação aos zooplancônicos que apresentaram correlação significativa. A – Cryptophyta e B – Euglenophyta.

A



B

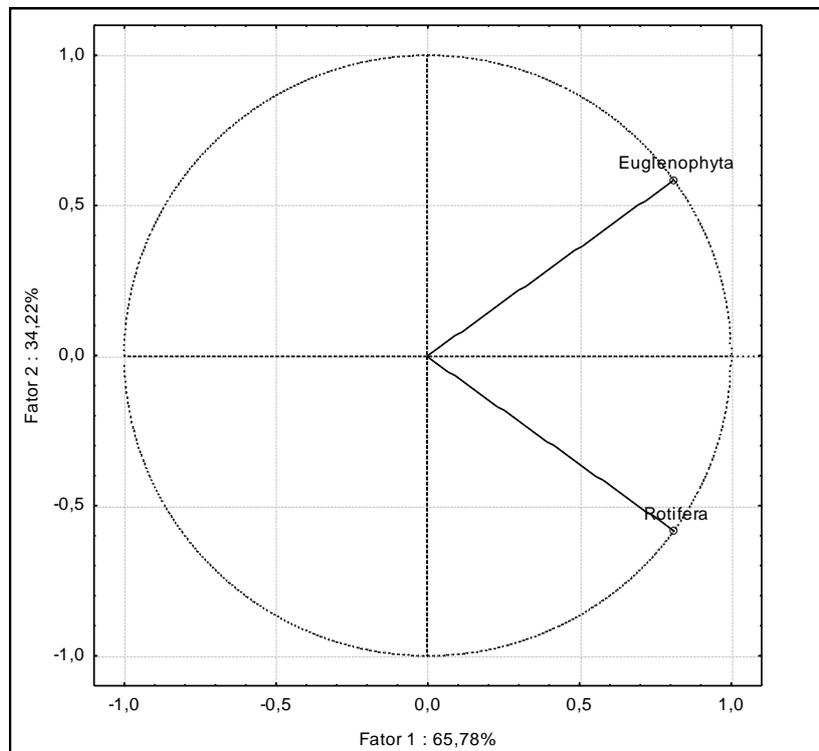


Figura 3.3.D.4-3 – Análise de componentes principais (ACP) para os grupos zooplancônicos com relação aos fitoplanctônicos que apresentaram correlação significativa. A – Copepoda e B – Rotifera.

A

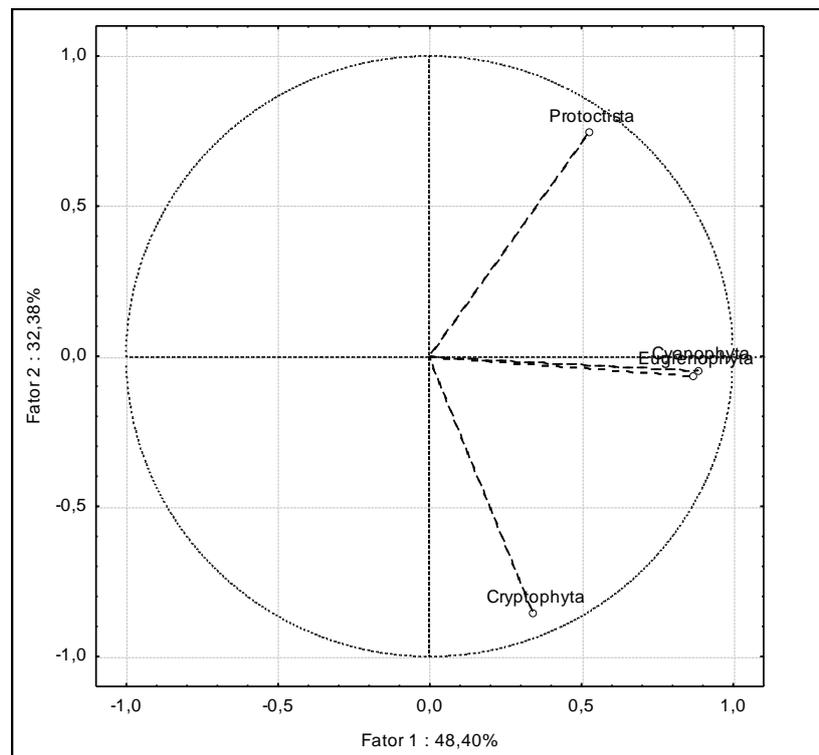


Figura 3.3.D.4-4 – Análise de componentes principais (ACP) para os grupos zooplanctônicos com relação aos fitoplanctônicos que apresentaram correlação significativa. A – Protoctista.

3.3.D.5. Macroinvertebrados bentônicos

Composição granulométrica

A Figura 3.3.D.5-1, Figura 3.3.D.5-2 e Figura 3.3.D.5-3 apresentam os dados relativos à composição granulométrica do sedimento, nos reservatórios Moxotó, PA I, II, III e IV amostrados nos meses de dezembro/08, março/09, junho/09 e setembro/09, considerando-se separadamente por região central e marginal.

No reservatório de Moxotó, a região central foi predominantemente constituída por sedimentos mais finos, argila e silte, enquanto que a região marginal foi predominantemente arenosa. A fração de cascalho não foi registrada em nenhum período estudado, enquanto que areia muito grossa teve maior contribuição média no mês de março/09 (região marginal) com 9,28%. O maior valor registrado para areia grossa foi 7,75% no mês de dezembro/08, região marginal. Já a areia média o maior valor médio registrado, também foi na região marginal, com 9,43% do peso seco do sedimento, no mês de dezembro/08. A areia fina contribuiu com valor máximo de 10,68% no mês de dezembro de 2008, região marginal. O maior valor médio registrado para areia muito fina foi 16,14% no mês de dezembro/08, na região central. O maior valor registrado para argila foi 70,00%, na região central, no mês junho/08. A maior contribuição média da fração Silte foi 38,96%, região central no mês de setembro/09.

No reservatório PA I, II, III, apenas foi coletado na região central e esta foi constituída predominantemente por sedimentos argilosos. Não foram registradas fração de cascalho nesse reservatório. Areia muito grossa contribuiu com 4,05% no mês de dezembro/08. O maior valor registrado para areia grossa foi 7,01% no mês de dezembro/08. Já a areia média o maior valor registrado foi 20,09% do peso seco do sedimento, no mês de dezembro/08. A areia fina contribuiu com 21,05% no mês de dezembro de 2008. O maior valor registrado para areia muito fina foi 19,05% no mês de dezembro/08. O maior valor registrado para argila foi 80,40%, no mês de setembro/09. A maior contribuição média da fração Silte foi 53,12% no mês de junho/09.

No reservatório PA IV, as regiões centrais e marginais foram constituídas por sedimentos argilosos e siltosos em todos os meses, com exceção do mês de dezembro/08 nas margens que predominaram a fração areia. Não foram registradas

frações de cascalho no reservatório de PA IV. Areia muito grossa contribuiu com 20,37% no mês de dezembro/08 na região marginal. O maior valor registrado para areia grossa foi 20,14% no mês de dezembro/08, região marginal. Já a areia média o maior valor registrado na região central, foi com 20,13% do peso seco do sedimento, no mês de dezembro/08. A areia fina contribuiu com 16,01% no mês de dezembro de 2008 na região marginal. O maior valor médio registrado para areia muito fina foi 12,87% no mês de dezembro/08, na região marginal. O maior valor registrado para argila foi 58,90% região central, no mês de dezembro/08. As maiores contribuições da fração Silte foram de 40,97% na região central, no mês de março/09.

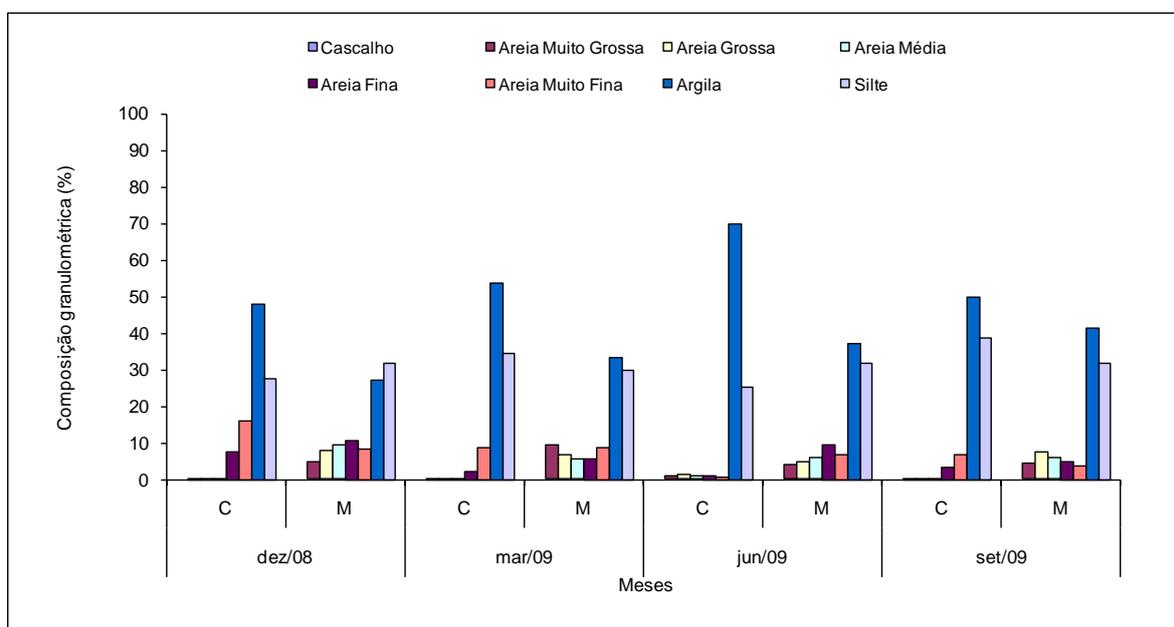


Figura 3.3.D.5-1 - Contribuição relativa média (média entre as estações MOX 02, MOX 04 e MOX 05) da composição granulométrica para o sedimento do reservatório Moxotó no período de dezembro/08 a setembro/09. C= região central, M= região marginal.

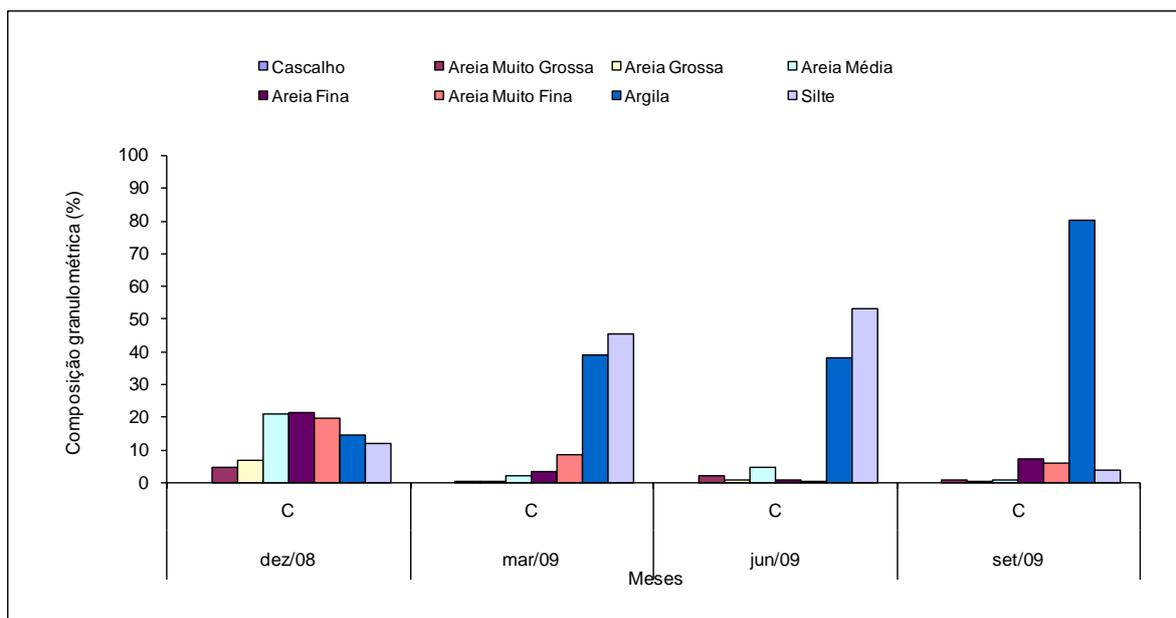


Figura 3.3.D.5-2 - Contribuição da composição granulométrica para o sedimento do reservatório PA I, II, III, no período de dezembro/08 a setembro/09. C= região central, M= região marginal.

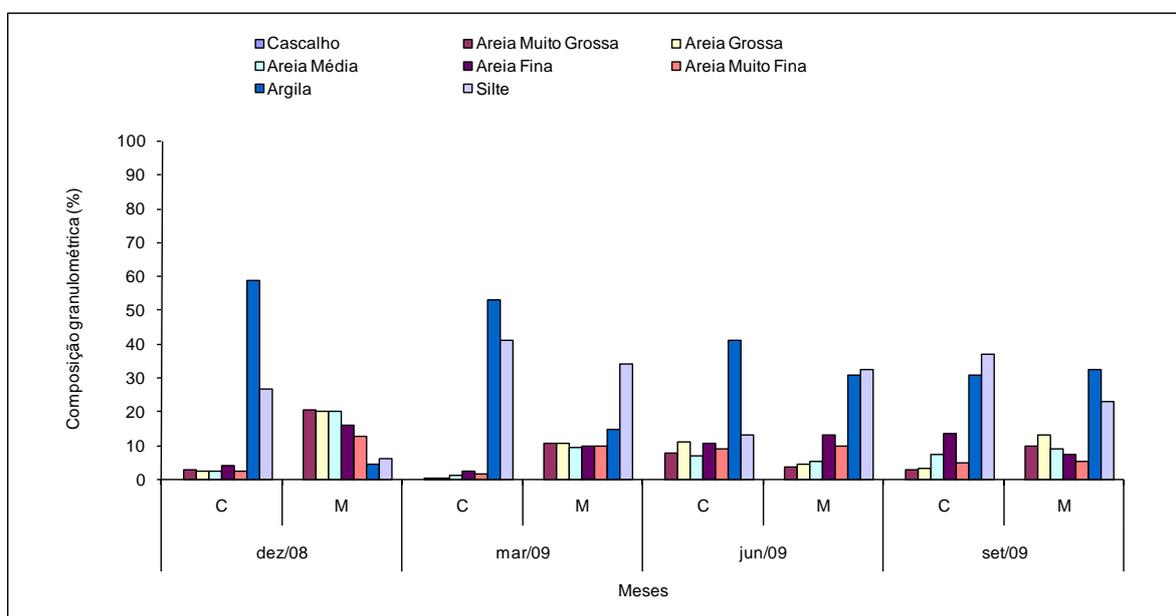


Figura 3.3.D.5-3 - Contribuição relativa média (média entre as estações PA IV 03 e PA IV 04) da composição granulométrica para o sedimento do reservatório PA IV, no período de dezembro/08 a setembro/09. C= região central, M= região marginal.

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 $p=0,0021$, e também entre regiões (marginal e central), com $p=0,0001$. As profundidades foram mais elevadas nas regiões centrais e nas estações PA IV 03 C e MOX 02 C (Figura 3.3.D.5-4 e Figura 3.3.D.5-5).

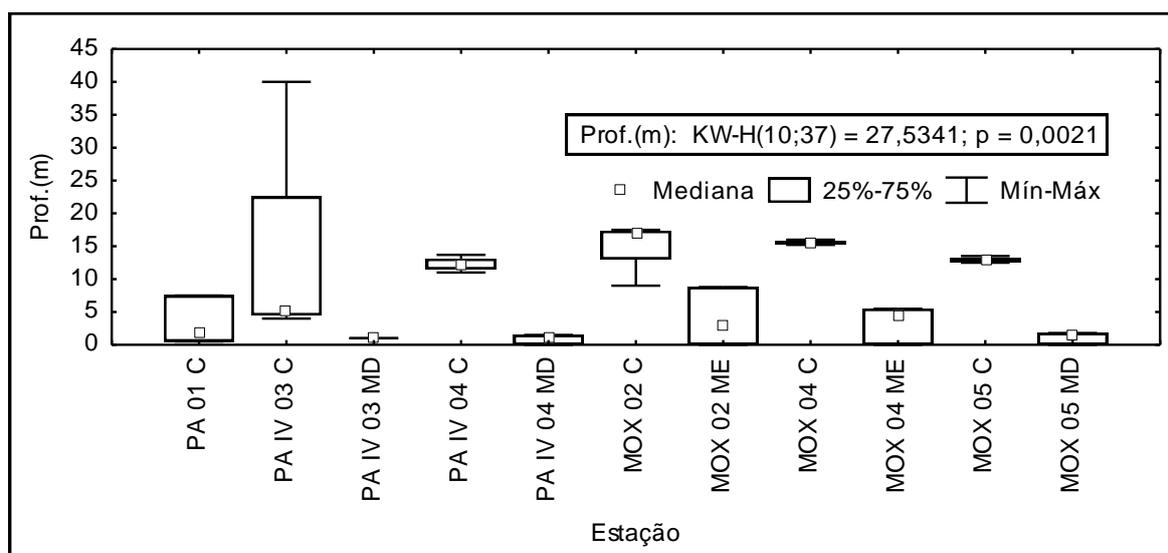


Figura 3.3.D.5-4 - Variação das profundidades (m) por estações nos reservatórios Moxotó, PA I, II, III e IV, no período de dezembro/08 a setembro/09.

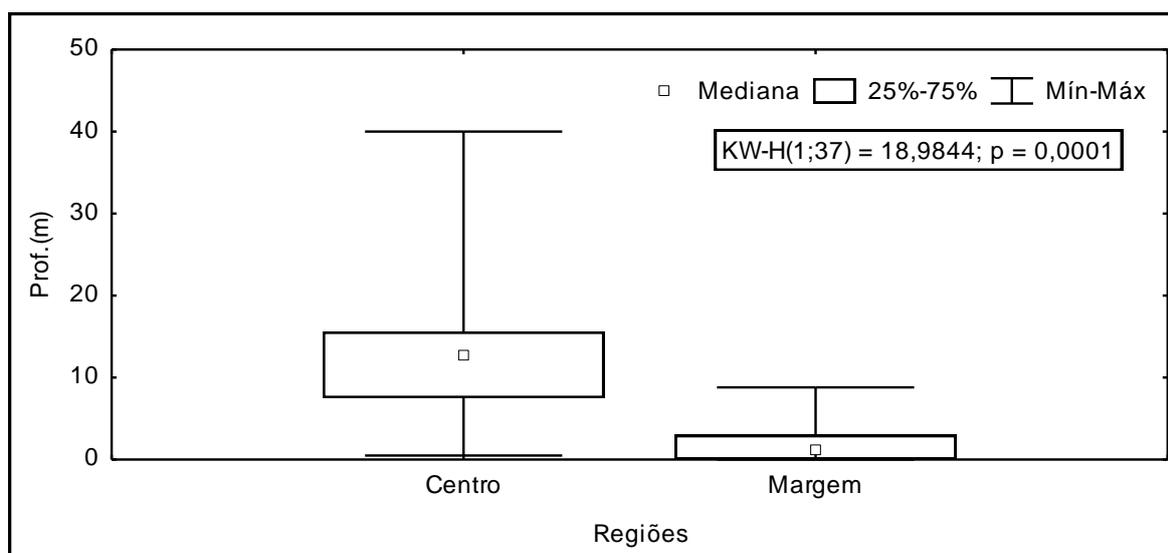


Figura 3.3.D.5-5 - Variação das profundidades (m) por regiões nos reservatórios Moxotó, PA I, II, III e IV, no período de dezembro/08 a setembro/09.

Conteúdo de matéria Orgânica e concentrações de Nitrogênio e Fósforo total do substrato

A Tabela 3.3.D.5-1, Tabela 3.3.D.5-2 e Tabela 3.3.D.5-3 apresentam os dados relativos médio de matéria orgânica e concentrações de Nitrogênio e Fósforo total no sedimento dos diferentes reservatórios Moxotó, PA I, II, III e IV nos meses de dezembro/08, março, junho e setembro/09. Para o reservatório PA não foram inferidas médias dos valores, uma vez que foram feitas coletas apenas em uma estação.

Não se observou diferenças significativas entre as concentrações de Fósforo, Nitrogênio total e matéria orgânica entre os reservatórios.

Os reservatórios Moxotó, PA I, II, III e IV apresentaram teores muito baixos de matéria orgânica, menos de 10% do peso seco do sedimento, sendo, portanto considerados como tipo inorgânico. 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).

Não houve diferenças significativas entre o teor de matéria orgânica e meses de coleta, regiões e textura do sedimento, porém entre as estações houve diferenças com $p=0,0093$, registrando valores máximos na estação MOX 04 ME no mês de setembro/09 (Figura 3.3.D.5-6).

Já no reservatório PA I, II, III, o maior valor registrado foi de 3,74% no mês de setembro/09 e o menor valor 0,96%, no mês de dezembro/08. No reservatório PA IV O maior valor médio registrado do teor de matéria orgânica no sedimento foi de 3,55%, no mês de setembro/09, região marginal e o menor valor 0,56% em dezembro/08, na região marginal (Tabela 3.3.D.5-2 e Tabela 3.3.D.5-3).

Com relação às concentrações de Fósforo total, não houve diferenças significativas entre as estações, regiões e textura, porém entre os meses houve diferenças com $p=0,0005$ (Figura 3.3.D.5-7). O reservatório Moxotó apresentou maiores valores médios no mês de dezembro/08, na região marginal, com $38,00 \text{ mg/dm}^3$ e a menor concentração no mês de março/09, região central, com $2,54 \text{ mg/dm}^3$. No reservatório PA, as maiores concentrações de Fósforo total (mg/dm^3) foram obtidos no mês de setembro/09 com $19,00 \text{ mg/dm}^3$ e a menor no mês de junho/09, com $9,00$

mg/dm³. As concentrações médias de Fósforos total (mg/dm³) no reservatório PA IV, ficaram compreendidas entre 1,04 mg/dm³ no mês de março/09 e 22,50 mg/dm³ no mês de dezembro/09, ambas na região marginal (Tabela 3.3.D.5-1, Tabela 3.3.D.5-2 e Tabela 3.3.D.5-3).

A variação das concentrações de Nitrogênio total ao longo dos meses, regiões e textura granulométrica não apresentaram diferenças significativas. Entretanto, houve diferença entre os meses com $p=0,0493$, cujos valores máximos ocorreram em MOX 02 ME (100,00 mg/dm³) (Figura 3.3.D.5-8). No reservatório Moxotó, os valores médios de Nitrogênio total (dag/Kg) ficaram compreendidos entre 0,04 dag/Kg no mês de março/09 nas regiões centrais e marginais e 0,16 dag/Kg no mês de junho/09, na região central. Enquanto que no reservatório PA, as concentrações médias de nitrogênio total (dag/kg) ficaram compreendidas entre 0,01 dag/Kg no mês de março/09 e 0,10 dag/kg no mês de junho/09. Já no reservatório PA IV ficaram compreendidos entre 0,01 dag/kg nos meses de dezembro/08, março/09 e junho/09 todas na região marginal e 0,10 dag/kg no mês de dezembro/08 na região central também (Tabela 3.3.D.5-1, Tabela 3.3.D.5-2 e Tabela 3.3.D.5-3).

Tabela 3.3.D.5-1 - 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/08, março, junho e setembro/09.

		Reservatório Moxotó							
		dez/08		mar/09		jun/09		set/09	
		C	M	C	M	C	M	C	M
P (mg/dm ³)	Máx.	35,00	100,00	3,00	37,89	30,00	27,00	19,00	29,00
	Min.	11,00	4,00	2,08	0,57	19,00	5,00	5,00	4,00
	Média	24,00	38,00	2,54	13,11	24,00	12,67	10,00	13,00
	DP	12,12	53,78	0,46	21,46	5,57	12,42	7,81	13,89
N (dag/Kg)	Máx.	0,14	0,11	0,05	0,04	0,46	0,24	0,10	0,11
	Min.	0,01	0,02	0,02	0,04	0,00	0,02	0,03	0,05
	Média	0,08	0,07	0,04	0,04	0,16	0,09	0,07	0,08
	DP	0,07	0,05	0,02	0,00	0,26	0,13	0,04	0,03
M.O. (%)	Máx.	3,43	2,21	2,74	6,74	1,89	3,61	2,55	6,98
	Min.	0,43	1,65	1,23	1,64	1,25	1,28	0,97	1,19
	Média	1,93	1,94	1,90	3,44	1,53	2,13	1,63	3,14
	DP	1,50	0,28	0,77	2,86	0,33	1,29	0,82	3,32

Tabela 3.3.D.5-2 - Concentrações de Fósforo total (P), Nitrogênio (N) e Matéria orgânica (M.O.) do reservatório de PA I, II, III, nas diferentes regiões (Central e Marginal) em dezembro/08, março, junho e setembro/09.

	Reservatório PA I, II, III			
	dez/08	mar/09	jun/09	set/09
	C	C	C	C
P (mg/dm ³)	14,00	1,41	9,00	19,00
N (dag/Kg)	0,06	0,01	0,10	0,08
M.O. (%)	0,96	1,43	3,09	3,74

Tabela 3.3.D.5-3 - 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/08, março, junho e setembro/09.

		Reservatório PA IV							
		dez/08		mar/09		jun/09		set/09	
		C	M	C	M	C	M	C	M
P (mg/dm ³)	Máx.	11,00	28,00	3,15	1,12	25,00	15,00	14,00	15,00
	Min.	5,00	17,00	1,02	0,95	12,00	10,00	5,00	8,00
	Média	8,00	22,50	2,09	1,04	18,50	12,50	9,50	11,50
	DP	4,24	7,78	1,51	0,12	9,19	3,54	6,36	4,95
N (dag/Kg)	Máx.	0,11	0,01	0,03	0,02	0,05	0,02	0,08	0,08
	Min.	0,09	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,03
	Média	0,10	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,06	0,06
	DP	0,01	0,00	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	0,04
M.O. (%)	Máx.	2,56	0,57	6,33	3,27	1,61	2,79	2,00	6,65
	Min.	2,36	0,56	1,14	1,43	0,70	0,96	1,48	0,45
	Média	2,46	0,56	3,74	2,35	1,15	1,87	1,74	3,55
	DP	0,14	0,01	3,67	1,30	0,64	1,30	0,37	4,38

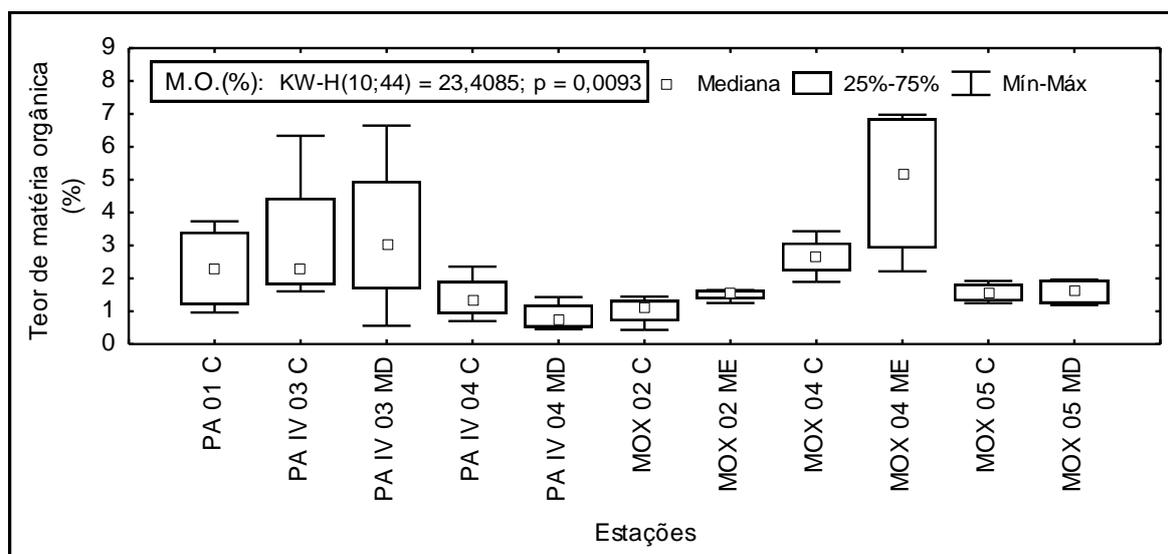


Figura 3.3.D.5-6 - Variação do teor de Matéria orgânica por estações nos reservatórios Moxotó, PA I, II, III e IV no período de dezembro/08 a setembro/09.

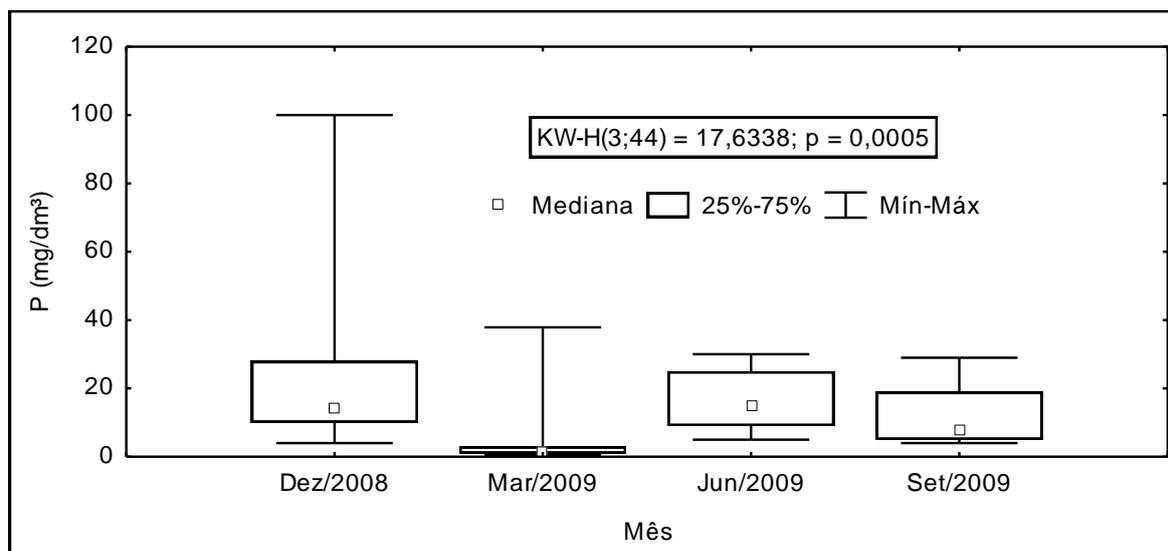


Figura 3.3.D.5-7 - Variação da concentração de fósforo total (mg/dm^3) por meses considerando todos os reservatórios (Moxotó e PA I, II, III e IV), no período de dezembro/08 a setembro/09.

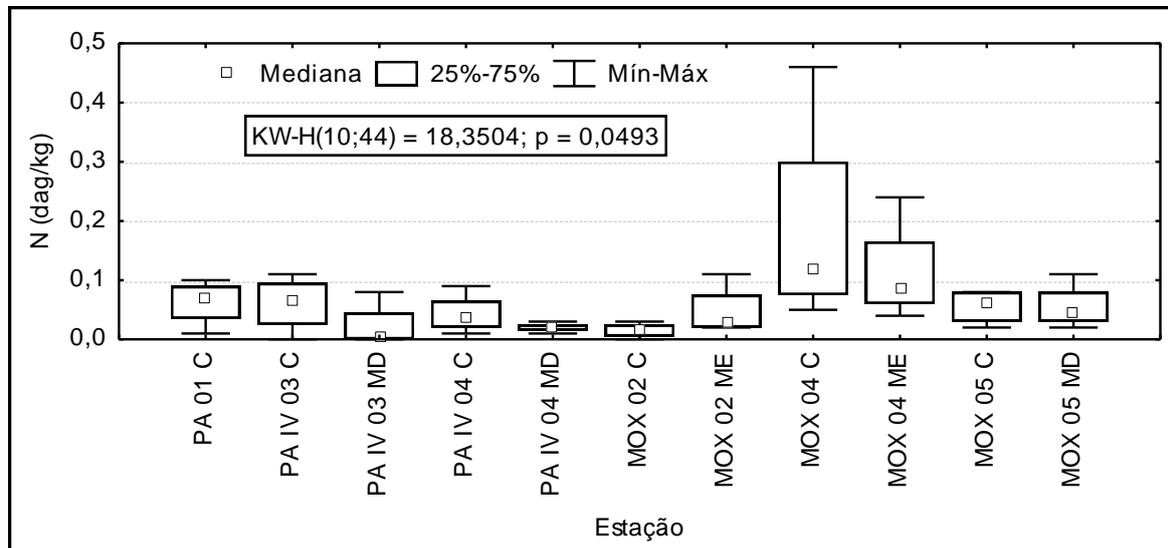


Figura 3.3.D.5-8 - Variação da concentração nitrogênio total (dag/Kg), por estações no período de dezembro/08 a setembro/09, nos reservatórios Moxotó e PA I, II, III e IV.

Análise da comunidade zoobentônica

A composição taxonômica da comunidade bentônica nos reservatórios Moxotó e PA I, II, III e IV no período de dezembro/08 a setembro/09 estão representadas na Tabela 3.3.D.5-4. Foram registrados 28 táxons, sendo 1 pertencente ao Filo Plathyhelminthes (Turbellaria), 1 ao Filo Nematoda, 3 ao Filo Annelida (Oligochaeta, Hirudinea e Polychaeta), 3 à classe Bivalvia, 5 à classe Gastropoda. Dentre os Insecta, ocorreram 5 táxons pertencentes à ordem Diptera, 1 a ordem Collembola, 1 à ordem Coleoptera, 1 à ordem Hemiptera, 3 à ordem Ephemeroptera e 1 não identificado, 1 à ordem Odonata e Arachnida, com a ordem Acari e dentre os Crustáceos, 1 da classe Ostracoda.

Reservatório Moxotó

No reservatório Moxotó, ao longo do período estudado foram coletados 2.674 indivíduos pertencentes a 18 táxons. Não houve diferenças significativas no número total de indivíduos entre os meses e as texturas granulométricas. Entretanto, houve diferença significativa entre o número total de indivíduos e estações, com $p = 0,0024$ e região, com $p=0,0042$ (Figura 3.3.D.5-9 e Figura 3.3.D.5-10).

Os resultados obtidos indicam que a densidade numérica variou ao longo de todo o período estudado, registrando um aumento de indivíduos no período de junho/09. Nesse período foram coletados 1.080 indivíduos, distribuídos em 13 táxons, com uma média total de 10.144,93 ind. m^{-2} na região marginal a 289,86 ind. m^{-2} na região central. No mês de dezembro/08, foram coletados 783 indivíduos distribuídos em 12 táxons com valores máximos de média total de 7.294,69 ind. m^{-2} na região marginal e 270,53 ind. m^{-2} na região central. No mês de março/09, foram coletados 471 indivíduos distribuídos em 7 táxons com valores máximos de média total de 2.086,96 ind. m^{-2} na região marginal e mínimo de 318,84 ind. m^{-2} na região central. Já no mês de setembro/09, 340 indivíduos foram coletados, distribuídos em 12 táxons 2.966,18 ind. m^{-2} na região marginal a 318,84 ind. m^{-2} na região central (Tabela 3.3.D.5-5).

Tabela 3.3.D.5-4 - Composição taxonômica da comunidade zoobentônica presente nos reservatórios Moxotó, PA I, II, III e IV, durante o período de dezembro de 2008 a setembro de 2009.

Platyhelminthes		
	Turbellaria	
Nematoda		
Annelida		
	Oligochaeta	
	Polychaeta	
	Hirudinea	
Mollusca		
	Bivalvia	
	Corbiculidae	<i>Corbicula fluminea</i>
	Hyriidae	<i>Diplodon rhuacoicos</i>
	Ancylidae	<i>Hebetancylus</i> sp.
	Gastropoda	
	Ampullaridae	<i>Marisa</i> sp.
	Thiaridae	<i>Asolene spixii</i> <i>Aylacostoma</i> sp. <i>Melanooides tuberculatus</i>
	Planorbidae	<i>Biomphalaria straminea</i>
Insecta		
	Diptera	
	Chironomidae	
	Chironominae	<i>Aedokritus</i> sp. <i>Dicrotendipes</i> sp3 <i>Goeldichironomus</i> sp2 <i>Tanytarsus</i> sp.
	Tanypodinae	<i>Coelotanypus</i> sp.
	Collembola	
	Coleoptera	
	Hydrophilidae	
	Hemiptera	
	Naucoridae	
	Ephemeroptera	
	Caenidae	
	Polycentropodidae	
	Ephemeroptera não identificado	
	Odonata	
	Gomphidae	
	Inseto não identificado	
Arachnida		
	Acari	
Crustacea		
	Ostracoda	

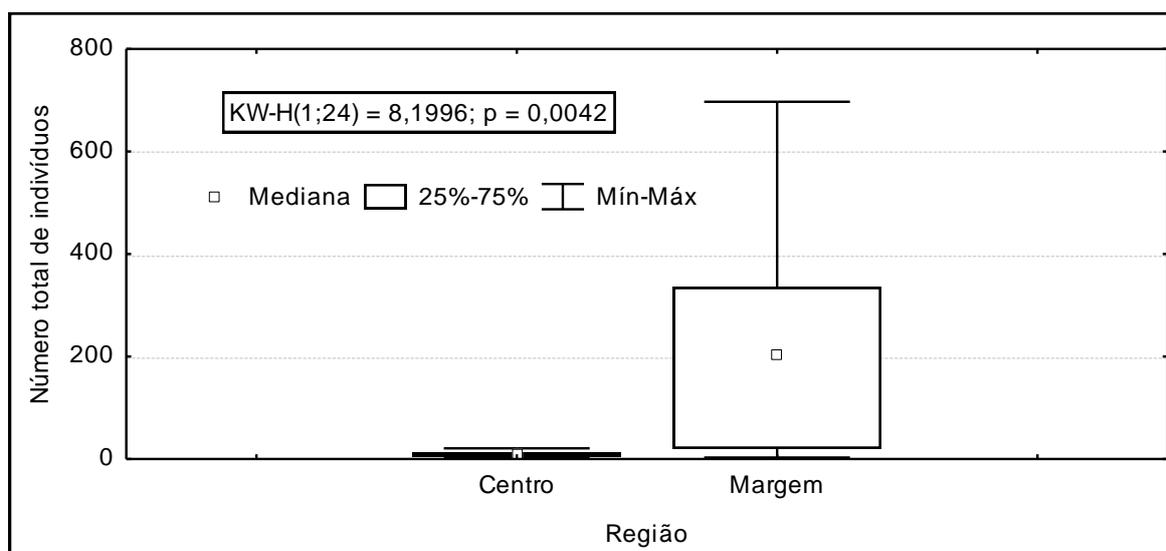


Figura 3.3.D.5-9 - Variação da contribuição numérica dos indivíduos por regiões no reservatório Moxotó, no período de dezembro/08 a setembro/09.

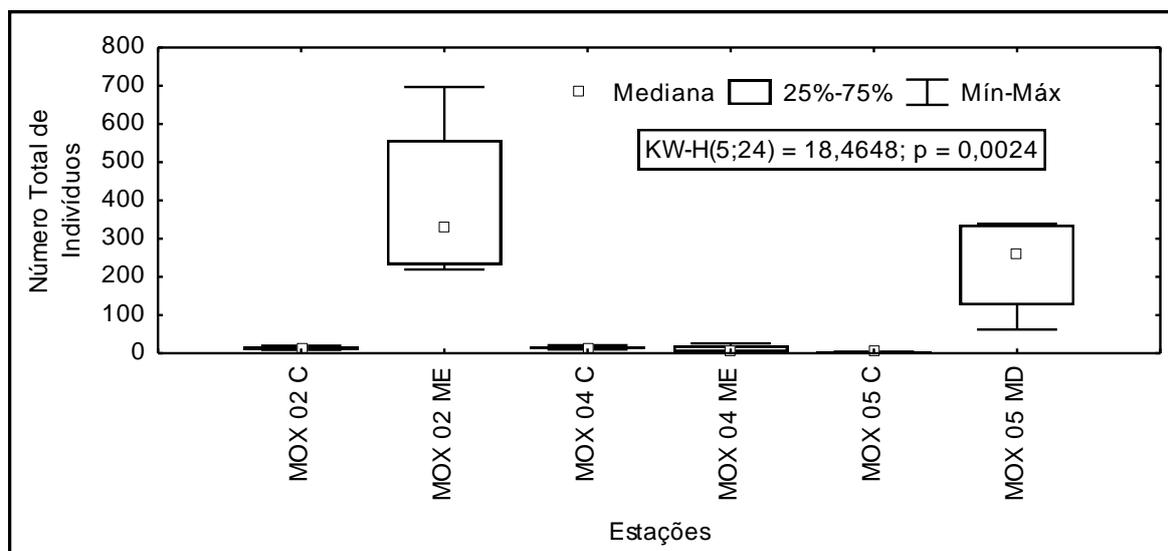


Figura 3.3.D.5-10 - Variação da contribuição numérica dos indivíduos por estações no reservatório Moxotó, no período de dezembro/08 a setembro/09.

Tabela 3.3.D.5-5 - Densidade total média (ind.m^{-2}) (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/08 a setembro/09.

Táxons	Reservatório Moxotó							
	dez/08		mar/09		jun/09		set/09	
	C	M	C	M	C	M	C	M
Turbellaria	0,00	0,00	222,22	0,00	0,00	0,00	0,00	28,99
Polychaeta	19,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oligochaeta	38,65	2840,58	0,00	1294,69	106,28	6077,29	38,65	1381,64
Hirudinea	0,00	106,28	0,00	444,44	0,00	0,00	9,66	115,94
<i>Corbicula fluminea</i>	57,97	3429,95	19,32	299,52	86,96	1826,09	106,28	231,88
Diplodon sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66
<i>Diplodon rhuacoicus</i>	0,00	9,66	28,99	0,00	19,32	0,00	48,31	0,00
<i>Aylacostoma</i> sp.	0,00	183,57	0,00	0,00	0,00	241,55	0,00	9,66
<i>Melanooides tuberculatus</i>	57,97	570,05	48,31	0,00	9,66	1681,16	115,94	879,23
<i>Biomphalaria straminea</i>	0,00	57,97	0,00	0,00	9,66	183,57	0,00	202,90
<i>Asolene spixii</i>	0,00	48,31	0,00	38,65	9,66	106,28	0,00	38,65
<i>Coelotanypus</i> sp.	9,66	0,00	0,00	9,66	9,66	0,00	0,00	0,00
<i>Dicrotendipes</i> sp3	0,00	9,66	0,00	0,00	19,32	9,66	0,00	57,97
<i>Goeldichironomus</i> sp2	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66	0,00	0,00	0,00
Caenidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66
Polycentropodidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66	0,00	0,00
Insecta NI*	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66	0,00	0,00	0,00
Ostracoda	86,96	38,65	0,00	0,00	0,00	9,66	0,00	0,00
Total (ind.m^{-2})	270,53	7294,69	318,84	2086,96	289,86	10144,93	318,84	2966,18
Média (ind.m^{-2})	15,03	405,26	17,71	115,94	16,10	563,61	17,71	164,79
Desvio padrão	26,76	1007,46	52,74	318,37	30,19	1484,83	36,79	368,43
Riqueza de táxons	6	10	4	5	10	9	6	11

* não identificado

Reservatório PA I, II, III

No reservatório PA I, II, III, ao longo do período estudado foram coletados 1.188 indivíduos pertencentes a 11 táxons. Não houve diferenças significativas no número total de indivíduos entre os meses. Vale ressaltar que 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 dezembro/08. Nesse período foram coletados 748 indivíduos, com densidade total de 21.681,16 ind. m⁻². No mês de março/09, foram coletados 234 indivíduos com densidade total de 550,72 ind. m⁻². Já no mês junho/09, 19 indivíduos foram coletados, com densidade total de 6.782,61 ind. m⁻² e no mês de setembro/09 foram coletados 187 indivíduos, com densidade total de 5.420,29 ind. m⁻². A maior riqueza taxonômica foi registrada no mês de setembro/09 (8 táxons) e a menor no mês de março/09 (3 táxons) (Tabela 3.3.D.5-6 e Figura 3.3.D.5-16).

Tabela 3.3.D.5-6 - Densidade total (ind.m⁻²), média e desvio padrão e Riqueza dos táxons da comunidade zoobentônica do reservatório PA I, II, III na região central, durante o período de dezembro/08 a setembro/09.

Táxons	Reservatório PA I, II, III			
	dez/08	mar/09	jun/09	set/09
	C	C	C	C
Nematoda	0,00	0,00	86,96	0,00
Oligochaeta	173,91	0,00	898,55	0,00
<i>Corbicula fluminea</i>	19246,38	0,00	4173,91	2260,87
<i>Diplodon rhuacoicus</i>	0,00	0,00	0,00	86,96
<i>Aylacostoma</i> sp.	0,00	0,00	0,00	57,97
<i>Melanoides tuberculatus</i>	1130,43	492,75	1420,29	2289,86
<i>Biomphalaria straminea</i>	927,54	0,00	115,94	57,97
<i>Marisa</i> sp.	0,0	28,99	0,00	202,90
<i>Asolene spixii</i>	202,90	28,99	0,00	434,78
<i>Coelotanypus</i> sp.	0,00	0,00	28,99	28,99
Ostracoda	0,00	0,00	57,97	0,00
Total (ind.m ⁻²)	21681,16	550,72	6782,61	5420,29
Média(ind.m ⁻²)	1971,01	50,07	616,60	492,75
Desvio padrão	5743,68	147,28	1268,43	890,47
Riqueza de táxons	5	3	7	8

Reservatório PA IV

No reservatório PA IV, ao longo do período estudado foram coletados 2.434 indivíduos pertencentes a 24 táxons. Não houve diferenças significativas no número total de indivíduos entre os meses e a textura granulométrica do sedimento. Entretanto, houve diferença significativa entre estações, com $p = 0,0230$ e regiões, com $p=0,0033$ (Figura 3.3.D.5-11 e Figura 3.3.D.5-12).

Registrou-se um aumento de indivíduos no período de dezembro/08. Nesse período foram coletados 1.467 indivíduos, distribuídos em 12 táxons, com uma média total de 20.753,62 ind. m^{-2} na região marginal a 507,25 ind. m^{-2} na região central. No mês de março/09, foram coletados 468 indivíduos distribuídos em 12 táxons, com valores máximos de média total de 5.811,59 ind. m^{-2} na região marginal e 971,01 ind. m^{-2} na região central. No mês de junho/09, foram coletados 202 indivíduos, distribuídos em 12 táxons com valores máximos de média total de 2.391,30 ind. m^{-2} na região marginal e mínimo de 666,67 ind. m^{-2} na região central. Já no mês setembro/09, 300 indivíduos foram coletados, distribuídos em 13 táxons com 3.985,51 ind. m^{-2} na região marginal a 362,32 ind. m^{-2} na região central. As maiores riquezas taxonômicas, portanto foram registradas nos meses de setembro/09 (12 táxons) e a menor no mês de junho/09 (7 táxons). Nota-se também que valores máximos da densidade ocorreram em regiões marginais (Tabela 3.3.D.5-7 e Figura 3.3.D.5-17).

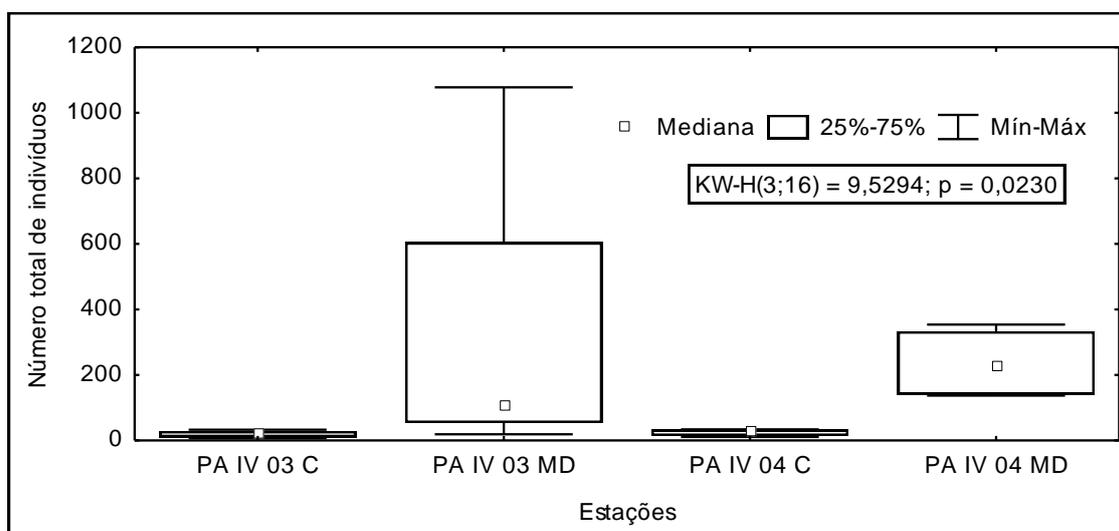


Figura 3.3.D.5-11 - Variação da contribuição numérica da comunidade zoobentônica por estações no reservatório PAIV durante o período de dezembro/08 a setembro/09.

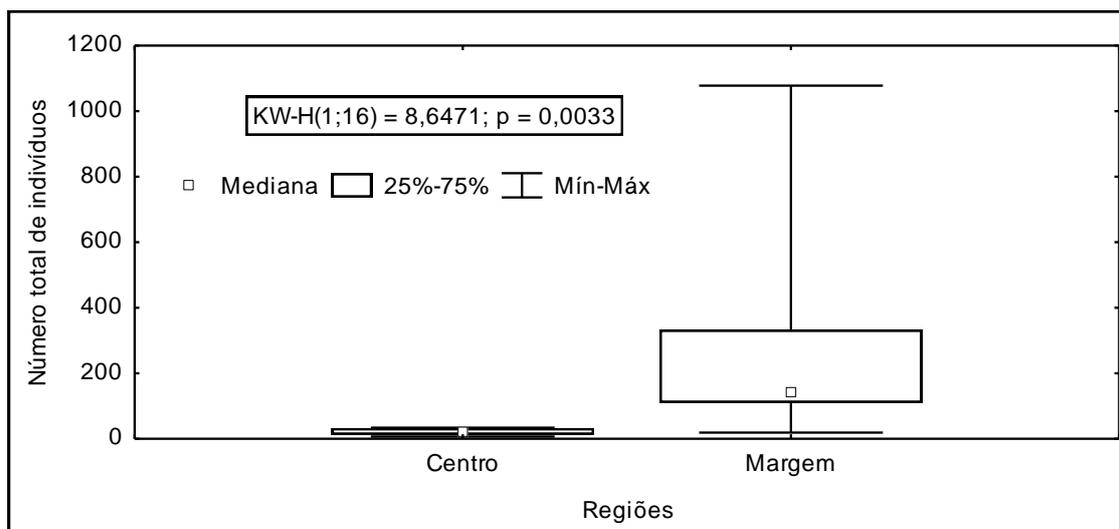


Figura 3.3.D.5-12 - Variação da contribuição numérica da comunidade zoobentônica por regiões no reservatório PAIV durante o período de dezembro/08 a setembro/09.

Tabela 3.3.D.5-7 - Densidade média total (ind.m^{-2}) (média entre as densidades das estações PAIV03 e PAIV04), média, desvio padrão da densidade (ind.m^{-2}) e riqueza de táxons da comunidade zoobentônica do reservatório PA IV nas regiões centrais e marginais, durante o período de dezembro/08 a setembro/09.

Táxons	Reservatório PA IV							
	dez/08		mar/09		jun/09		set/09	
	C	M	C	M	C	M	C	M
<i>Turbellaria</i>	14,49	43,48	28,99	14,49	0,00	0,00	0,00	57,97
<i>Temnocephalida</i>	0,00	565,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oligochaeta</i>	188,41	9434,78	260,87	1246,38	0,00	275,36	14,49	811,59
<i>Hirudinea</i>	0,00	231,88	14,49	0,00	0,00	0,00	0,00	144,93
<i>Corbicula fluminea</i>	188,41	4550,72	434,78	289,86	391,30	391,30	202,90	1173,91
<i>Diplodon rhuacoicus</i>	0,00	0,00	28,99	0,00	43,48	14,49	14,49	0,00
<i>Ancylidae</i>	0,00	0,00	0,00	28,99	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Aylacostoma sp.</i>	0,00	14,49	0,00	144,93	0,00	0,00	0,00	101,45
<i>Asolene spixii</i>	0,00	0,00	14,49	159,42	14,49	14,49	14,49	130,43
<i>Melanoides tuberculatus</i>	43,48	3434,78	130,43	3898,55	159,42	1565,22	101,45	1260,87
<i>Biomphalaria straminea</i>	0,00	57,97	43,48	0,00	14,49	86,96	14,49	43,48
<i>Hebetancylus sp.</i>	28,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Asolene spixii</i>	28,99	217,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Aedokritus sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	14,49	0,00	0,00	0,00
<i>Coelotanypus sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	28,99	0,00	0,00	0,00
<i>Dicrotendipes sp3</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,99
<i>Tanytarsus sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,49	0,00	0,00
Gomphidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,49
Ephemeroptera NI *	0,00	0,00	0,00	14,49	0,00	14,49	0,00	0,00
Polycentropodidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Collembola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,49	0,00	0,00
Hidrophilidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,49
Acari	0,00	144,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ostracoda	14,49	2057,97	14,49	14,49	0,00	0,00	0,00	202,90
Total (ind.m^{-2})	507,25	20753,62	971,01	5811,59	666,67	2391,30	362,32	3985,51
Média (ind.m^{-2})	21,14	864,73	40,46	242,15	27,78	99,64	15,10	166,06
Desvio padrão	52,86	2169,53	101,94	820,31	84,28	326,32	45,12	364,79
Riqueza de táxons	7	11	10	9	7	9	6	12

*não identificado

Participação relativa dos indivíduos e Frequência de ocorrência

Reservatório Moxotó

Considerando o conjunto dos meses de amostragem no reservatório de Moxotó, foram registrados a ocorrência de 4 táxons principais: Oligochaeta, *Corbicula fluminea*, *Melanoides tuberculatus* e Ostracoda.

Ostracoda, *Corbicula fluminea* e Oligochaeta foram os táxons mais abundantes no mês de dezembro/08, com valores médios de 24,48%, 33,83% e 40,30%, respectivamente. Enquanto que no mês de março/09, *M. tuberculatus*, *C. fluminea* e Oligochaeta foram os mais abundantes com 32,45%, 38,13 e 56,11%, respectivamente. No mês de junho/09 Oligochaeta e *Corbicula fluminea* foram os táxons mais abundantes com 33,47% e 39,29%, respectivamente. No mês de setembro/09, *Melanoides tuberculatus* apresentou maior abundância relativa média, com 37,95% e Oligochaeta com 25,93%, ambos na região marginal (Figura 3.3.D.5-13).

Não se observou diferenças significativas entre o número total de Oligochaeta, *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculatus* ao longo dos meses estudados. A densidade total de *C. fluminea* também não foi significativa entre as regiões centrais e marginais, estações e frações granulométricas. Entretanto, a densidade dos Oligochaeta e *M. tuberculatus* variou significativamente entre as regiões, com $p=0,02$; e $p = 0,001$, respectivamente e as estações com $p= 0,0145$ e $p = 0,0019$, respectivamente. O gastropoda *Melanoides tuberculatus* também apresentou diferenças significativas entre as frações granulométricas com $p=0,038$. Os táxons *M. tuberculatus* e Oligochaeta ocorreram com maiores densidades na estação MOX 02 ME (Figura 3.3.D.5-14 e Figura 3.3.D.5-15).

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.5-8.

Ao longo do período amostrado no reservatório de Moxotó foram observados 09 táxons considerados euconstantes: Oligochaeta, Hirudinea, *Corbicula fluminea*, *Diplodon rhuacoicus*, *Aylacostoma* sp., *Melanoides tuberculatus*, *Biomphalaria straminea*, *Asole spixii*, larva de Chironomidae *Dicrotendipes* sp3 e o Crustacea Ostracoda com ocorrência superior a 61% das amostras analisadas.

Foram considerados euconstantes, no mês de dezembro/08, nas regiões centrais Oligochaeta, *C. fluminea*, *M. tuberculatus* e Ostracoda. No mês de março/09, Oligochaeta, *C. fluminea* e *Diplodon rhuacoicus*. No mês de junho/09, apenas *Corbicula fluminea* foi considerado euconstante. Já no mês de setembro/09, Oligochaeta, *C. fluminea* e *M. tuberculatus* novamente foram os mais representativos nas amostras da região central. Nas regiões marginais, no mês de dezembro/08, foram considerados euconstantes: Oligochaeta, Hirudinea, *C. fluminea*, *Aylacostoma* sp. e *M. tuberculatus*. No mês de março/09: Oligochaeta, Hirudinea e *C. fluminea*. No mês de junho/09: Oligochaeta, *C. fluminea*, *Aylacostoma* sp., *M. tuberculatus*, *Biomphalaria straminea* e *Asolene spixii*. No mês de setembro/09: Oligochaeta, *M. tuberculatus*, *Biomphalaria straminea* e *Dicrotendipes* sp3 (Tabela 3.3.D.5-8).

Tabela 3.3.D.5-8 - Frequência de ocorrência da comunidade zoobentônica no reservatório Moxotó, nas regiões centrais e marginais, durante o período de dezembro/08 a setembro/09. C= região central (N=3); M= região marginal (N=3). EUCONSTANTES: >61%; CONSTANTES; 41-60%; ACESSÓRIAS: 21-40%; ACIDENTAIS<20%.

Táxons	Reservatório Moxotó							
	dez/08		mar/09		jun/2009		set/2009	
	C	M	C	M	C	M	C	M
Turbellaria	–	–	–	–	–	–	–	33,33
Polychaeta	33,33	–	–	–	–	–	–	–
Oligochaeta	66,66	100,00	100,00	66,66	33,33	66,66	66,66	100,00
Hirudinea	–	66,66	–	66,66	–	–	33,33	33,33
<i>Corbicula fluminea</i>	100,00	66,66	66,66	100,00	66,66	66,66	66,66	33,33
<i>Diplodon rhuacoicus</i>	–	–	66,66	–	33,33	–	33,33	33,33
<i>Aylacostoma</i> sp.	–	66,66	–	–	–	100,00	–	33,33
<i>Melanooides tuberculatus</i>	100,00	100,00	33,33	33,33	33,33	100,00	66,66	100,00
<i>Biomphalaria straminea</i>	–	33,33	–	–	33,33	100,00	–	100,00
<i>Asolene spixii</i>	–	33,33	–	33,33	33,33	66,66	–	66,66
<i>Coelotanypus</i> sp.	33,33	33,33	–	33,33	33,33	–	–	–
<i>Dicrotendipes</i> sp3	–	33,33	–	–	33,33	33,33	–	66,66
<i>Goeldichironomus</i> sp2	–	–	–	–	33,33	–	–	–
Caenidae	–	–	–	–	–	–	–	33,33
Polycentropodidae	–	–	–	–	–	33,33	–	–
Insecta NI*	–	–	–	–	33,33	–	–	–
Ostracoda	66,66	33,33	–	–	–	33,33	–	–

* não identificado

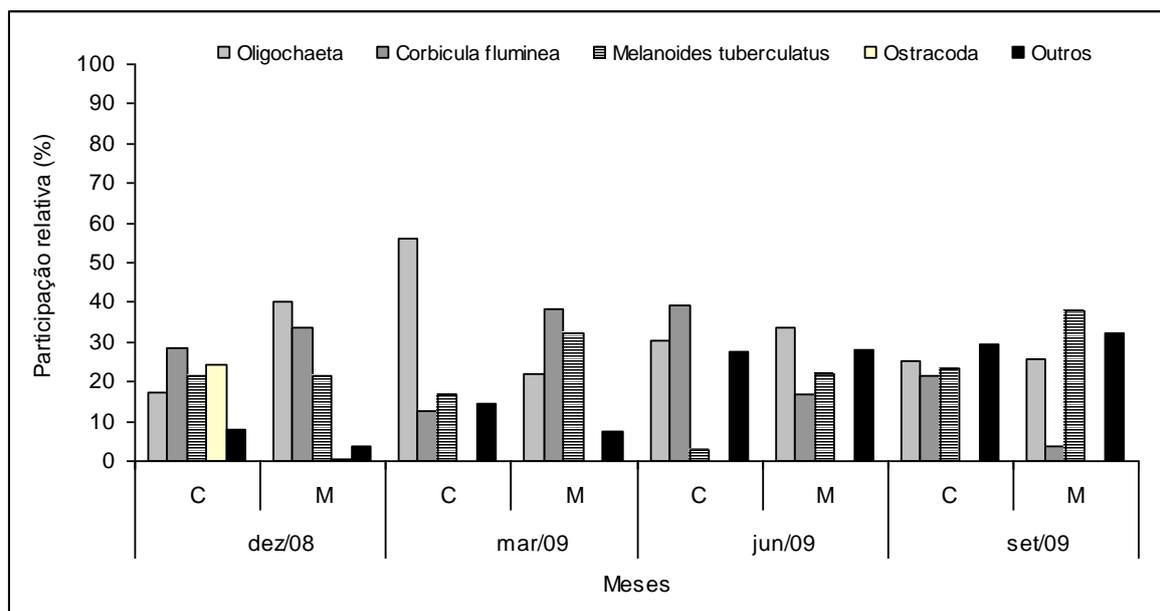


Figura 3.3.D.5-13 - Participação relativa média (%) (média entre as abundâncias nas estações MOX 02, MOX 04 e MOX 05) dos principais táxons do reservatório Moxotó nas regiões central e marginal, durante o período dezembro de 2008 a setembro de 2009.

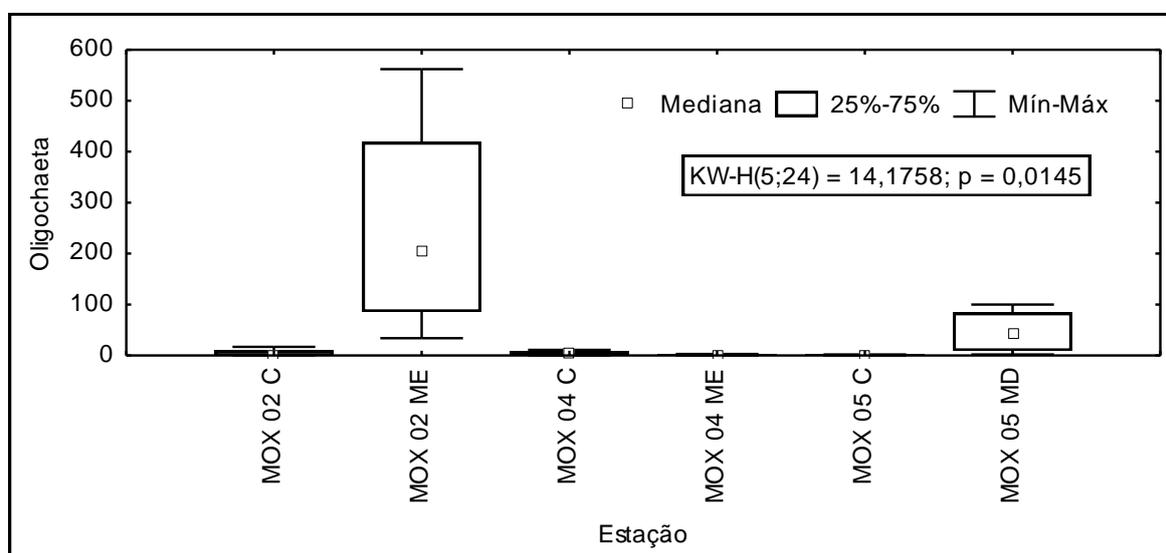


Figura 3.3.D.5-14 - Variação da contribuição numérica de Oligochaeta por estações no reservatório Moxotó, no período de dezembro/08 a setembro/09.

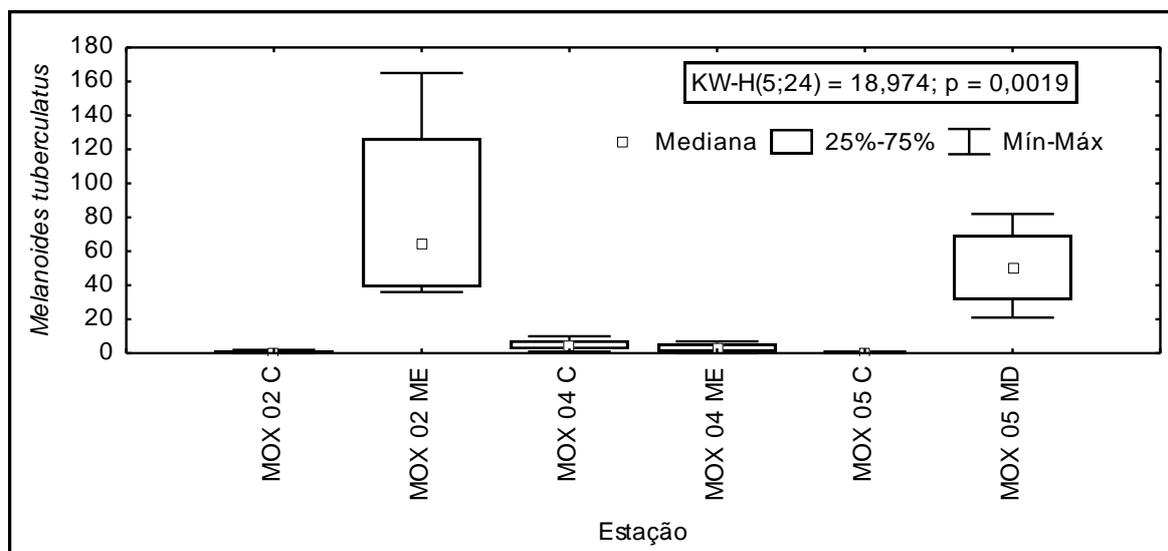


Figura 3.3.D.5-15 - Variação da contribuição numérica de *Melanoides tuberculatus* por estações no reservatório Moxotó, no período de dezembro/08 a setembro/09.

Reservatório PA I, II, III

Considerando o conjunto dos meses de amostragem no reservatório de PA I, II, III, foram registrados a ocorrência de apenas 3 táxons principais: *Oligochaeta*, *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculatus*. Dentre esses, *M. tuberculatus* foi o táxon mais abundante no mês de junho com 89,47% da fauna total. O segundo grupo mais abundante foi *Oligochaeta*, no mês de março/08, com abundância relativa de 55,17%. *M. tuberculatus* também foi representativo nos meses de dezembro/08 e março/09 com 88,77% e 61,54% respectivamente (Figura 3.3.D.5-16).

Não se observou diferenças significativas entre o número total de *C. fluminea*, *M. tuberculatus* e *Oligochaeta* ao longo dos meses estudados no reservatório PA I, II, III.

Os dados de frequência de ocorrência para os táxons de invertebrados bentônicos registrados no reservatório PA I, II, III nos quatro períodos de amostragem estão expressos na Tabela 3.3.D.5-9. Os mais frequentes foram *C. fluminea*, *M. tuberculatus*, *Biomphalaria straminea* e *Asolene spixii*.

Tabela 3.3.D.5-9 - Frequência de ocorrência da comunidade zoobentônica do reservatório PA I, II, III, na região central (N=1), durante o período de dezembro/08 a setembro/09.

Táxons	Reservatório PA I, II, III			
	dez/08	mar/09	jun/09	set/09
Nematoda	–	100,00	–	–
Oligochaeta	100,00	100,00	–	–
<i>Corbicula fluminea</i>	100,00	100,00	–	100,00
<i>Diplodon rhuacoicus</i>	–	–	–	100,00
<i>Aylacostoma</i> sp.	–	–	–	100,00
<i>Melanoides tuberculatus</i>	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Biomphalaria straminea</i>	100,00	100,00	–	100,00
<i>Marisa</i> sp.	–	–	100,00	100,00
<i>Asolene spixii</i>	100,00	–	100,00	100,00
<i>Coelotanypus</i> sp.	–	100,00	–	100,00
Ostracoda	–	100,00	–	–

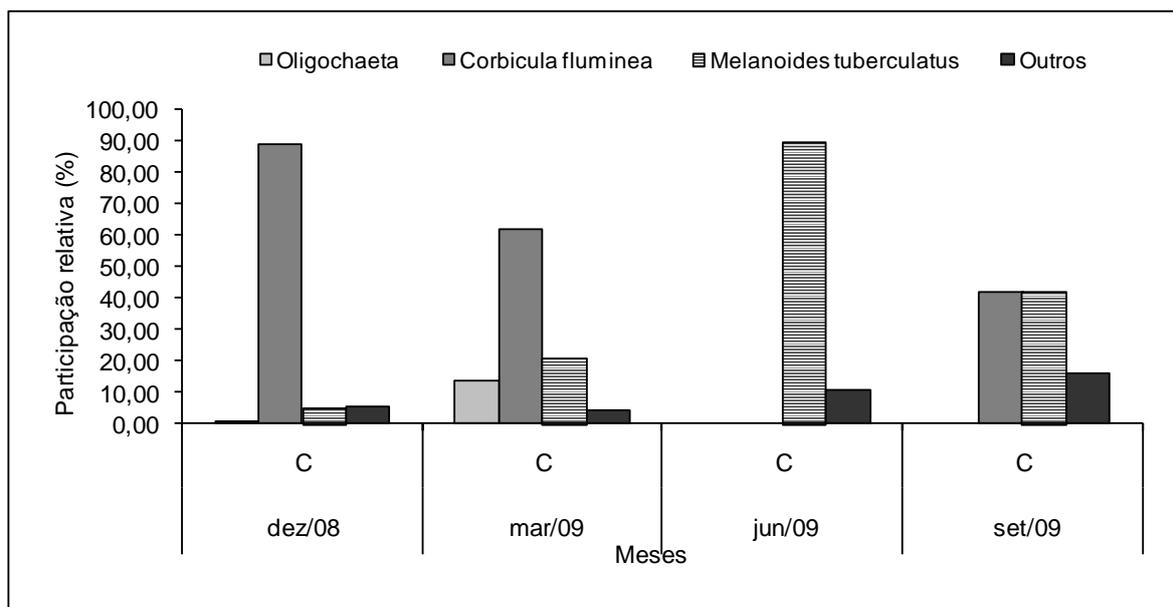


Figura 3.3.D.5-16 - Participação relativa (%) dos principais táxons do reservatório PA I, II, III, na região central, durante o período dezembro/08 a setembro/09.

Reservatório PAIV

Os principais representantes da fauna bentônica do reservatório PAIV constituíram-se basicamente em Oligochaeta, Moluscos (*Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculatus*) e crustacea (ostracoda). Na região central, nos meses de dezembro/08, março/09, junho/09 e setembro/09 *C. fluminea* dominou com 51,70%, 44,16%, 46,21% e

43,25%, de abundância relativa média respectivamente. Enquanto que na região marginal, no mês de dezembro/08, Oligochaeta dominou com 36,93% e nos meses de março/09, junho/09 e setembro/09, *M. tuberculatus* dominou com 60,78%, 62,08% e 31,10% respectivamente (Figura 3.3.D.5-17).

Estes táxons não apresentaram diferenças significativas entre os meses analisados e a textura granulométrica. Oligochaeta e *M. tuberculatus* apresentaram diferenças significativas entre as regiões, com $p=0,005$ e $p=0,000$, respectivamente. A densidade dos Oligochaeta, e *M. tuberculatus* também variaram significativamente entre as estações, com $p=0,0393$ e $p = 0,0053$ respectivamente. Estes táxons ocorreram com maiores densidades nas estações PAIV03 MD e PAIV04 MD, ambas regiões marginais (Figura 3.3.D.5-18 e Figura 3.3.D.5-19).

Ao longo do período amostrado no reservatório de PA IV foram observados 10 táxons considerados euconstantes: Turbellaria, Oligochaeta, Hirudinea, *Corbicula fluminea*, *Diplodon rhuacoicus*, *Aylacostoma* sp., *Melanoides tuberculatus*, *Asolene spixii*, *Dicrotendipes* sp.3, Acari e Ostracoda com ocorrência superior a 61% das amostras analisadas.

Nas regiões centrais, nos meses de dezembro de 2008 e março de 2009, Oligochaeta e *Corbicula fluminea* estiveram presentes em mais de 61% das amostras analisadas nas estações do reservatório PAIV. Nos meses de junho/09 e setembro/09 *Corbicula fluminea* e *M. tuberculatus* e *Diplodon rhuacoicus* apenas no mês de junho/09. Organismos considerados constantes (41-60%) no mês de dezembro/08 foram Turbellaria, *M. tuberculatus*, *Hebetancylus* sp., *Asolene spixii* e Ostracoda. No mês de março/09 Turbellaria, Hirudinea, *Diplodon rhuacoicus*, *Asolene spixii*, *Melanoides tuberculatus*, *Biomphalaria straminea* e Ostracoda. No mês de junho/09 *Biomphalaria straminea*, *Asolene spixii* e *Coelotanypus* sp. foram os mais frequentes (Tabela 3.3.D.5-10).

Enquanto que nas regiões marginais, no mês de dezembro/08, foram considerados euconstantes: Oligochaeta, Hirudinea, *C. fluminea*, *M. tuberculatus*, Acari e Ostracoda. No mês de março/09: Oligochaeta, *Asolene spixii* e *M. tuberculatus*. No mês de junho/09: Oligochaeta, *C. fluminea* e *M. tuberculatus*. No mês de setembro/09: Turbellaria, Oligochaeta, Hirudinea, *C. fluminea*, *Aylacostoma* sp., *Asolene spixii*, *M. tuberculatus* e larvas de Chironomidae *Dicrotendipes* sp3. Foram considerados constantes (41-60%) no mês de dezembro/08: Turbellaria, Temnocephalida, *Aylacostoma* sp., *Asolene spixii*, *Biomphalaria straminea*. No mês de março/09:

Turbellaria, *C. fluminea*, *Aylacostoma* sp., Ephemeroptera não identificado e Ostracoda. No mês de junho/09: *Diplodon rhuacoicus*, *Aylacostoma* sp., *Biomphalaria straminea*, *Asolene spixii*, *Tanytarsus* sp., Ephemeroptera não identificado e Collembola. No mês de setembro/09: *Biomphalaria straminea*, Gomphidae, Hydrophilidae e Ostracoda (Tabela 3.3.D.5-10).

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 perífittos 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 & Wijegoonawardana, 1987). O tipo de substrato também é um importante fator que altera a composição, a estrutura e o funcionamento das comunidades zoobentônicas (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). A fauna bentônica dos reservatórios 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), macrófitas 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 aumento do seu número indicaram uma situação de anóxia (Piedras et al, 2006).

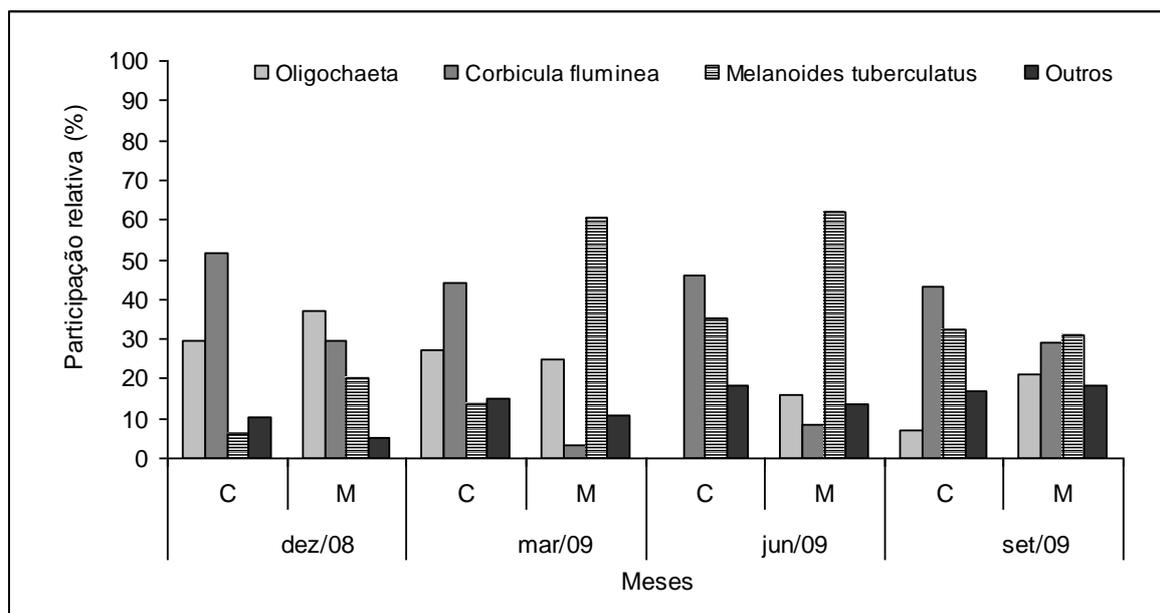


Figura 3.3.D.5-17 - Participação relativa média (%) (média entre as estações PAIV03 e PAIV04) dos principais táxons do reservatório PA IV nos diferentes meses amostrados (região marginal e central), durante o período de dezembro/08 a setembro/09.

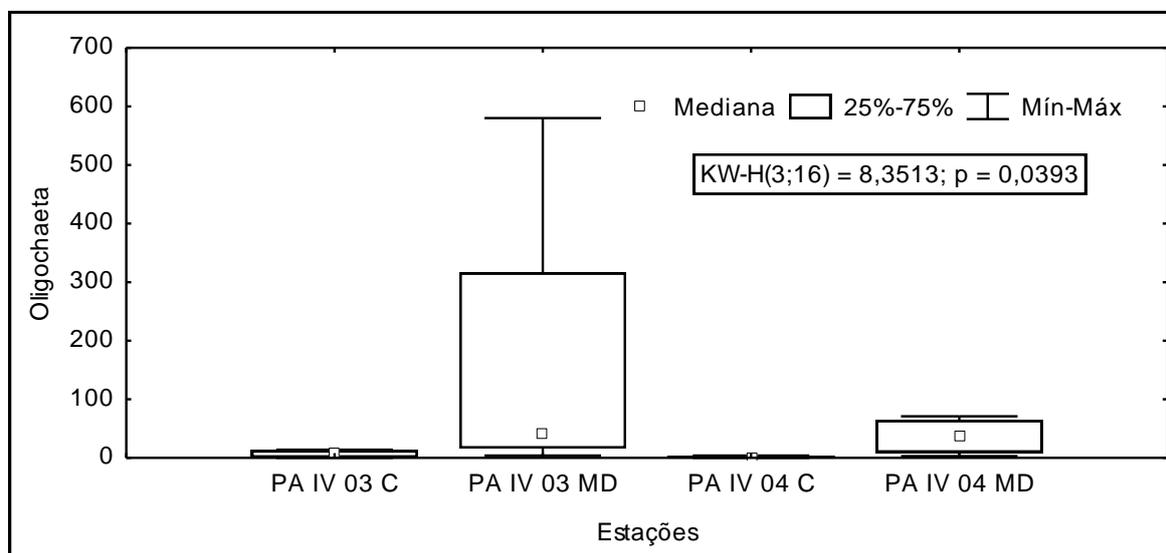


Figura 3.3.D.5-18 - Variação da contribuição numérica de Oligochaeta por estações no reservatório PAIV, no período de dezembro/08 a setembro/09.

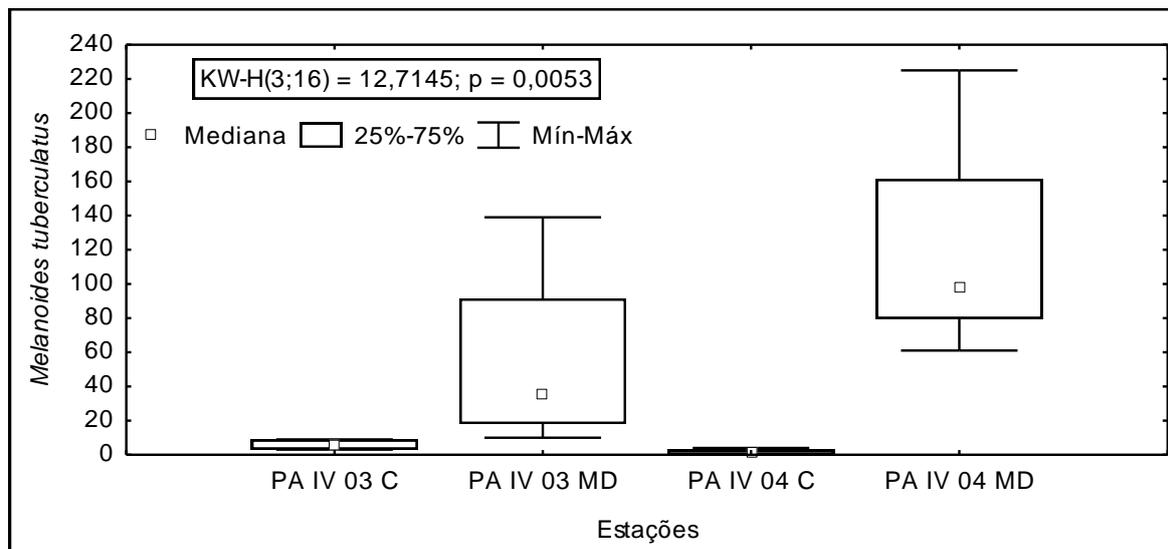


Figura 3.3.D.5-19 - Variação da contribuição numérica de *Melanoïdes tuberculatus* por estações no reservatório PAIV, no período de dezembro/08 a setembro/09.

Tabela 3.3.D.5-10 - Frequência de ocorrência dos táxons da comunidade zoobentônica do reservatório PA IV nas diferentes regiões (central e marginal), durante os meses de dezembro/08 a setembro/09. C= região central (N=2); M= região marginal (N=2). EUCONSTANTES: >61%; CONSTANTES; 41-60%.

Táxons	Reservatório PA IV							
	dez/08		mar/09		jun/2009		set/2009	
	C	M	C	M	C	M	C	M
Turbellaria	50,00	50,00	50,00	50,00	-	-	-	100,00
Temnocephalida	-	50,00	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta	100,00	100,00	100,00	100,00	-	100,00	50,00	100,00
Hirudinea	-	100,00	50,00	-	-	-	-	100,00
<i>Corbicula fluminea</i>	100,00	100,00	100,00	50,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Diplodon rhuacoicus</i>	-	-	50,00	-	100,00	50,00	50,00	-
Ancylidae	-	-	-	50,00	-	-	-	-
<i>Aylacostoma</i> sp.	-	50,00	-	50,00	-	50,00	-	100,00
<i>Asolene spixii</i>	-	50,00	50,00	100,00	-	-	50,00	100,00
<i>Melanoïdes tuberculatus</i>	50,00	100,00	50,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Biomphalaria straminea</i>	-	50,00	50,00	-	50,00	50,00	50,00	50,00
<i>Hebetancylus</i> sp.	50,00	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asolene spixii</i>	50,00	-	-	-	50,00	50,00	-	-
<i>Aedokritus</i> sp.	-	-	-	-	50,00	-	-	-
<i>Coelotanypus</i> sp.	-	-	-	-	50,00	-	-	-
<i>Dicrotendipes</i> sp3	-	-	-	-	-	-	-	100,00
<i>Tanytarsus</i> sp.	-	-	-	-	-	50,00	-	-
Gomphidae	-	-	-	-	-	-	-	50,00
Ephemeroptera NI *	-	-	-	50,00	-	50,00	-	-
Polycentropodidae	-	-	-	-	-	-	-	-
Collembola	-	-	-	-	-	50,00	-	-
Hidrophilidae	-	-	-	-	-	-	-	50,00
Acari	-	100,00	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	50,00	100,00	50,00	50,00	-	-	-	50,00

* não identificado

Similaridade

Os agrupamentos formados com respectivas similaridades foram obtidos através da análise da densidade média dos táxons entre as estações do Complexo de Paulo Afonso, durante o período de dezembro/08 a setembro/09.

Observou-se uma similaridade entre as estações PAIV 03 MD e MOX 02 ME, devido aos valores próximos de densidade de *Oligochaeta*, *Aylacostoma* sp., *Melanoides tuberculatus*, *Corbicula fluminea* e *Diplodon rhuacoicus* nessas estações. O mesmo ocorrendo também para as estações PA IV 03 C e MOX 04 C, apresentando valores próximos para *Oligochaeta*, *Melanoides tuberculatus*, *Corbicula fluminea* e Ostracoda (Figura 3.3.D.5-20).

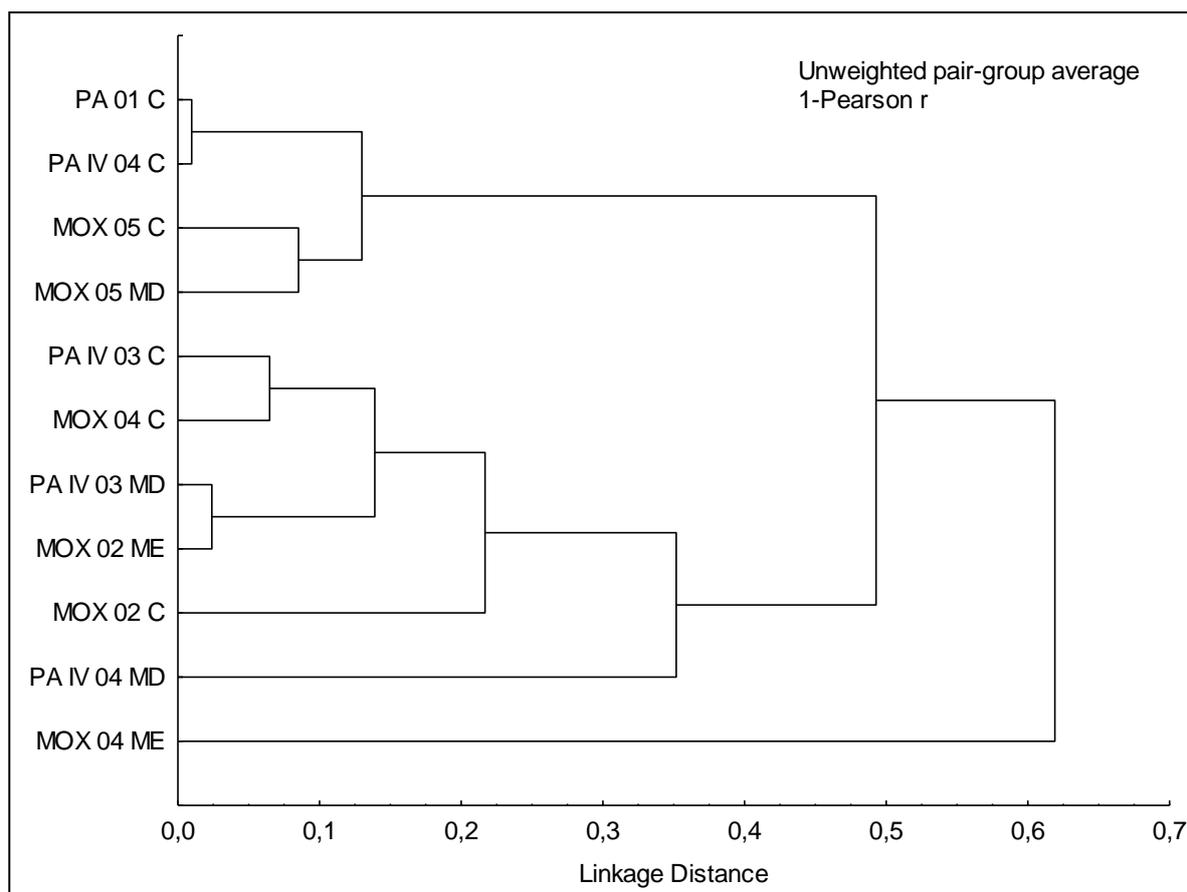


Figura 3.3.D.5-20 - Agrupamentos formados com respectivas similaridades, obtidas através da análise da densidade média dos grupos entre as estações do Complexo de Paulo Afonso, durante o período de dezembro/08 a setembro/09.

Diversidade e Equitabilidade

A diversidade no Complexo de Paulo Afonso variou, de muito baixa a média, tendo variações entre 0,30 bits.ind⁻¹ na estação MOX 04 C em junho/09 e 1,94 bits.ind⁻¹ na estação PA IV 03 C, em dezembro/08. As estações MOX 04 M em março/09 e PA 01 C em junho/09, por apresentarem apenas um táxon não obteve diversidade e equitabilidade. Em geral, os reservatórios comportam uma fauna bentônica com diversidade reduzida, quando comparada à de outros sistemas hídricos (Lindergaard, 1995). A equitabilidade apresentou valores que variaram de 0,31 na estação PA IV 04 MD no mês de setembro/09 a 1,00 na estação MOX 04 ME no mês de dezembro/08 (Figura 3.3.D.5-21, Figura 3.3.D.5-22, Figura 3.3.D.5-23 e Figura 3.3.D.5-24).

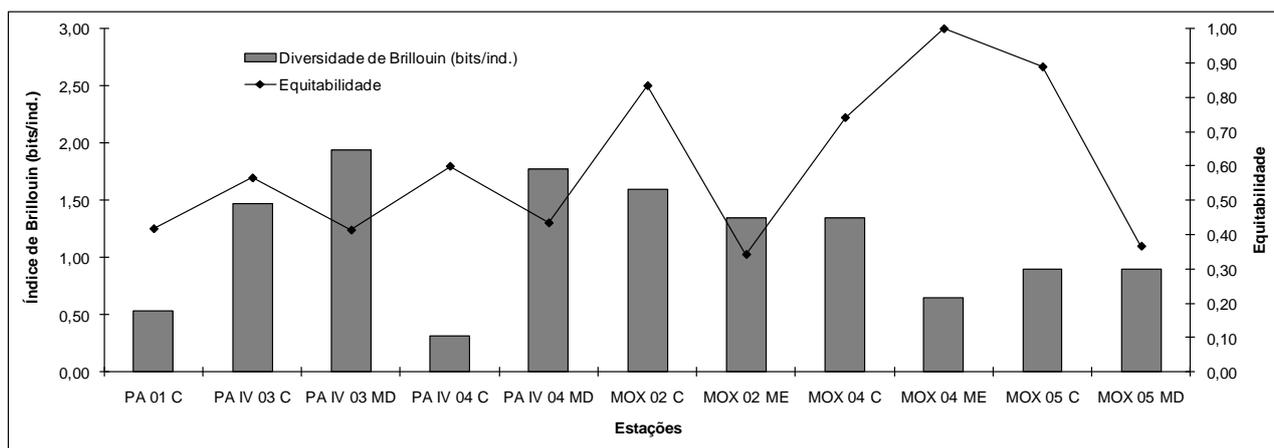


Figura 3.3.D.5-21 - Diversidade e equitabilidade entre as estações do Complexo de Paulo Afonso no mês de dezembro/08.

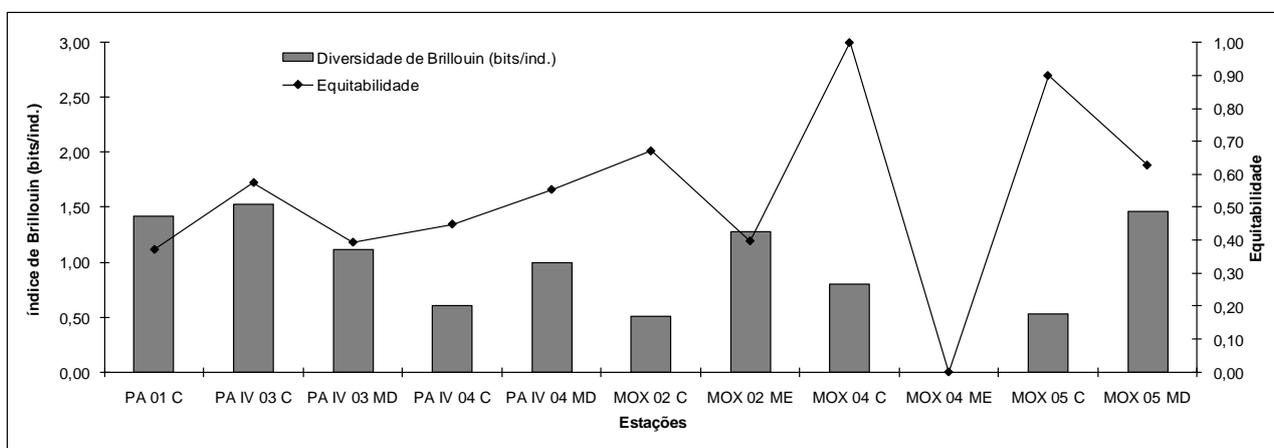


Figura 3.3.D.5-22 - Diversidade e equitabilidade entre as estações do Complexo de Paulo Afonso no mês de março/09.

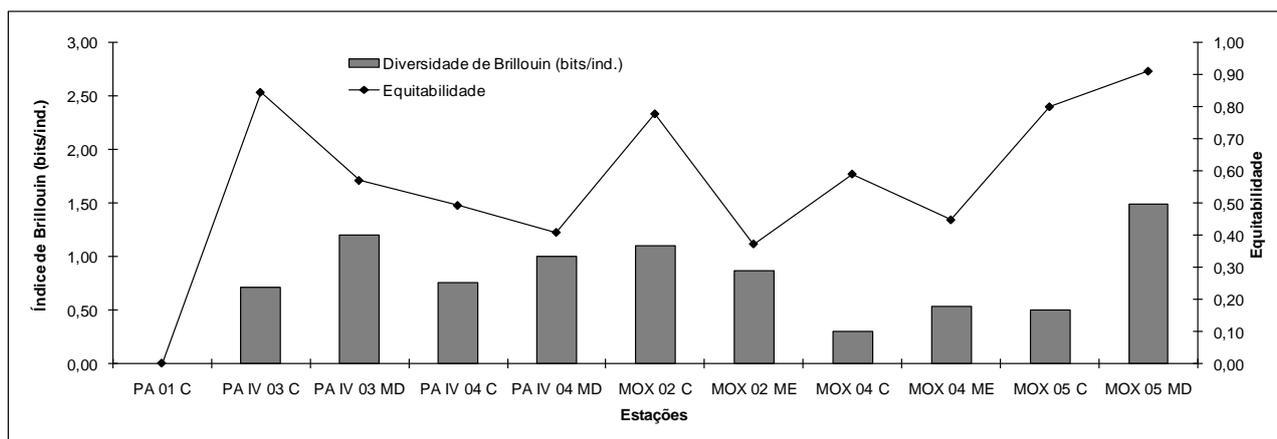


Figura 3.3.D.5-23 - Diversidade e equitabilidade entre as estações do Complexo de Paulo Afonso no mês de junho/09.

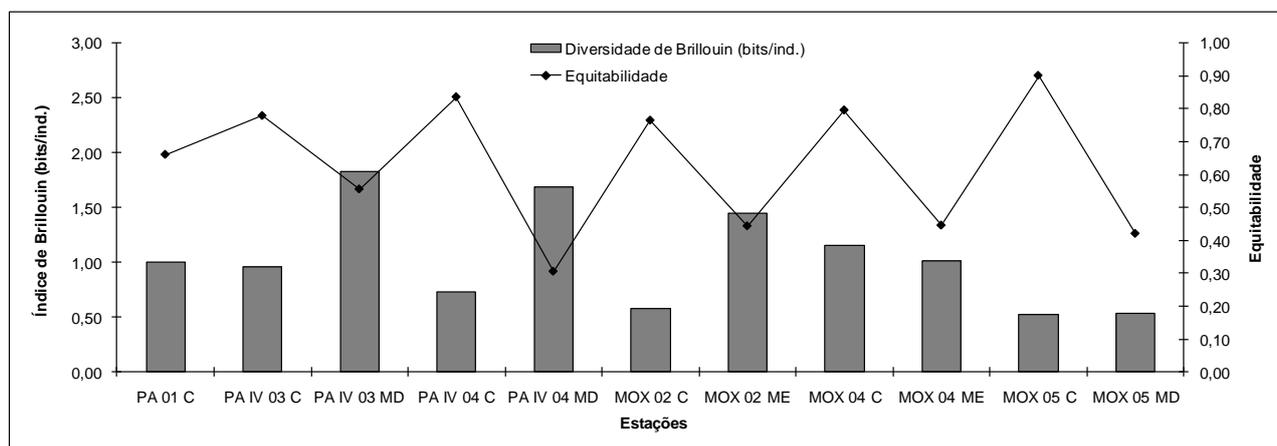


Figura 3.3.D.5-24 - Diversidade e equitabilidade entre as estações do Complexo de Paulo Afonso no mês de setembro/09.

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 nº. 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 OD e STD.
- Os valores registrados em MOX 03 e 04 de OD no reservatório de Moxotó, foram inferiores ao limite de 5 mg.L^{-1} , para o STD MOX 03 apresentou valor acima $0,5 \text{ g.L}^{-1}$ estabelecido na Resolução nº. 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 nº. 357/CONAMA, à exceção dos valores de fósforo total.
- Todas as estações do Complexo de Paulo Afonso apresentaram valores de fósforo total mais elevados

- 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 o segundo ano de monitoramento.
- 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 Moxotó, 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, mas virtualmente ausente.
- 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.
- O estudo da comunidade zooplancônica, 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 porcentagem relativamente pequena é dominante, e uma porcentagem grande é de espécies raras (ODUM, 1986). Os resultados aqui apresentados, para este estudo, reforçam tal afirmativa.
- 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 pontos, indicando possíveis condições de eutrofização do sistema aquático.
- Em Moxotó, 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 setembro 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 de determinadas espécies no ambiente. Para PA I, II, III e IV, possivelmente o aporte de matéria orgânica (por esgotos domésticos) influencia a comunidade planctônica, de forma a diminuir a diversidade de espécies, no entanto, o mês de setembro de 2009 pareceu ser um mais diverso em termos de riqueza de espécies (após a queda na diversidade registrada em junho de 2009), mas com florações de microalgas detectadas, podendo isso comprometer a concentração em grande número de espécimes de determinadas espécies no ambiente.

- Em Moxotó, fica também claro que a “montagem” da comunidade zooplânctônica é feita, primeiramente, em uma separação entre micro e macrozooplâncton, com densidades de espécies do microzooplâncton afetando as densidades do macrozooplâncton, indicando teia trófica. Porém, as amostras foram tomadas durante o período diurno, e sinais de migração vertical estão evidente, através de amostras tomadas no período noturno, onde são visíveis mais organismos do macrozooplâncton. Outro fator importante é a sazonalidade, onde nos dendogramas anuais de similaridade para amostras fica notada uma separação entre os meses de coleta. Já os dendogramas de similaridade para cada mês, em separado (ver relatórios trimestrais), mostra uma tendência de zonação espacial horizontal entre estações ao longo do reservatório, separando principalmente zona lótica de lêntica.
- Em PA, não é recomendável em abordagens futuras o uso de análises de similaridade, devido a uma baixa diversidade em apenas duas estações, este tipo de análise estatística para PA 01 e PA 02. Como recomendação, seria então sugerido a inclusão de novas estações em PA, visando uma grade de dados mais consistentes. Também não seria recomendável que os dados de PA 01 e PA 02 fossem introduzidos na mesma matriz, para análise de similaridade, referente ao

reservatório de PAIV. Ali, os resultados deste tipo de abordagem já apontam, geralmente, para uma composição, zonação, e dinâmica específicas para a área.

- Outras possibilidades para a “separação ecológica” entre PA I, II, III seriam: profundidades, correntes ou ação de ventos, largura do reservatório, ou ainda proximidade de sangradouros. Desta forma, e de modo geral, os resultados desta abordagem estatística se encaixam na discussão referente aos dados de densidades e abundâncias relativas, nos relatórios quadrimentrais.
- Fica também claro que a “montagem” da comunidade zooplânctônica, tanto em PA I, II, III quanto para PAIV, é feita, primeiramente, em uma separação entre micro e macrozooplâncton, com densidades de espécies do microzooplâncton afetando as densidades do macrozooplâncton, indicando teia trófica. Porém, as amostras foram tomadas durante o período diurno, e sinais de migração vertical estão evidente, através de amostras tomadas no período noturno, onde são visíveis mais organismos do macrozooplâncton.
- Outro fator importante é a sazonalidade, tanto em PA I, II, III quanto em PAIV, onde nos dendogramas anuais de similaridade para amostras fica notada uma separação entre os meses de coleta. Já os dendogramas de similaridade para cada mês, em separado (ver relatórios trimestrais), mostra uma tendência de zonação espacial horizontal entre estações ao longo do reservatório, separando principalmente zona lótica de lêntica.
- Os reservatórios Moxotó, PA I, II, III e PA IV apresentaram teores muito baixos de matéria orgânica, sendo classificados como sedimentos inorgânicos. Em geral os maiores valores da contribuição da fração orgânica no sedimento foram registrados nos meses de dezembro/08 e setembro/09, no reservatório PAIV.
- Observa-se nítida diferenciação na estrutura da comunidade bentônica 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 perífítos e macrófitas aquáticas, que proliferam em menor profundidade. Nesta região (marginal) as condições ambientais foram mais favoráveis para os organismos bentônicos.

- A fauna bentônica dos reservatórios Moxotó, PA I, II, III e IV constituíram-se basicamente em Oligochaeta, *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculatus*, geralmente organismos resistentes a condições adversas.
- *Melanoides tuberculatus* e *Corbicula fluminea* são moluscos exóticos e invasores, estes ocorreram em abundância mais elevada do que os nativos, em todos os meses estudados, evidenciando o alto poder de invasão desses moluscos.

4. Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas

As macrófitas aquáticas são entendidas como as plantas macroscópicas visíveis a olho nu, que possuem suas partes fotossinteticamente ativas permanente ou temporariamente a cada ano, submersas ou flutuantes, habitando desde brejos a ambientes verdadeiramente aquáticos. Esta comunidade constitui um importante componente do ecossistema aquático, sendo responsável pela síntese da matéria orgânica, juntamente com o fitoplâncton, e sua disponibilização para a cadeia trófica neste tipo de meio (Esteves, 1998; Pott & Pott, 2000).

De acordo com seu hábito ou forma de vida em relação ao meio aquático, sobretudo à superfície da água, as plantas aquáticas podem ser classificadas, conforme o esquema a seguir (Pott & Pott, 2000), 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.

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.

Os reservatórios, como ambientes transitórios entre sistemas lóticos (de água corrente), representados por rios, e lênticos (águas paradas), representados pelos lagos,

apresentam condições ecológicas diversificadas. Estas variam conforme: a) a diversidade de biótopos, que inclui desde zonas com correnteza a áreas alagadas com águas permanentemente paradas; b) a variação de nível da água, que depende das características hidrológicas da bacia de captação; c) as características climáticas e operacionais do uso do reservatório, como geração de energia, irrigação e abastecimento humano; e d) a disponibilidade de nutrientes, que depende da fertilidade natural da bacia ou da contribuição antrópica, através do lançamento de resíduos orgânicos (lixo, esgotos), industriais ou agrícolas (fertilizantes).

Deve-se ressaltar, a exemplo de outros reservatórios em diferentes regiões do Brasil, como aqueles do sudeste e sul – rios Tietê, Paranapanema e Paraná - ou aqueles localizados em zonas urbanas, e.g. Pampulha em Belo Horizonte (MG) e Billings em São Paulo (SP), a preocupação com a ocorrência e proliferação de macrófitas flutuantes livres, como *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* ou até mesmo *Salvinia* spp., usualmente ocorrentes em ambientes com elevada disponibilidade de nutrientes (eutrofizados) e que provocam sérios danos aos equipamentos de geração de energia e comprometimento da qualidade da água, além de servirem como substrato para organismos vetores de doenças (Thomaz, 2005).

Nos reservatórios analisados no submédio São Francisco, foram registradas as espécies citadas acima, inclusive com a formação de extensos estandes. Entretanto, estes se encontram predominantemente localizados nas porções mais internas das reentrâncias e meandros da margem direita dos reservatórios (Moxotó e PA IV), sendo aí mantidos a maior parte do tempo, pela ação dos ventos com direção leste-oeste e sudeste-noroeste, que predominam na região. Sua retirada destes locais e transporte para o corpo central em direção às barragens está usualmente ligada à ação conjunta da elevação do nível da água do reservatório e modificação do sentido dos ventos. Eventos desta natureza não ocorrem com tanta frequência, nem os bancos flutuantes destas espécies chegam a constituir uma preocupação para os reservatórios do submédio São Francisco, até o presente momento.

Por outro lado, espécies submersas enraizadas, que usualmente constituem problemas para a navegação, recreação e aproveitamento da água para suprimento humano, podem representar uma séria ameaça às turbinas de geração, como ocorre com a espécie *Egeria densa* nos reservatórios do submédio São Francisco. Algumas condições particulares parecem ter favorecido o desenvolvimento da mesma nos reservatórios da bacia, de modo que ela é encontrada em todos eles, entre Sobradinho e

Xingó, com menor incidência no último, em decorrência do perfil íngreme de suas margens, o que dificulta o enraizamento e a sua proliferação. Nos demais, entretanto, com declives mais suaves em suas margens e uma alta transparência das águas – chegando a atingir mais de oito (8) metros de visibilidade do disco de Secchi em certas épocas do ano (FADURPE, 2000a,b,c), a espécie prolifera com grande vigor, cobrindo extensas áreas, aparentemente sendo limitada pela profundidade e/ou penetração de luz. Constituem estandes praticamente monoespecíficos, com alguma ocorrência conjunta com *Chara* sp. e *Nitella* sp. nos limites externos de seus bancos. Estudos visando caracterizar a biomassa de *E. densa*, as características ecológicas da espécie, suas características organolépticas e o potencial de aproveitamento na alimentação animal foram efetuados nos reservatórios do submédio São Francisco a partir de 1996. Informações relativas aos mesmos constam de Nascimento (1999, 2002) e UFRPE/CHESF/FADURPE (1996; 1998a,b; 1999a,b,c; 2000a,b; 2001a,b; 2002a,b; 2003a,b).

Outro aspecto relevante é a recente, mas intensa proliferação de espécies flutuantes no reservatório de PA I, II e III, próximo ao local do escoamento de empreendimento de cultivo de peixes em sistema de alto fluxo, na cidade de Paulo Afonso (BA). Uma associação de *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata*, *Lemna minuta*, *Azolla filiculoides* e *Wolffia brasiliensis*, desenvolvendo-se sobre estandes submersos de *Egeria densa*, vem proliferando ao redor do ponto de deságüe do efluente do empreendimento, formando uma ilha em forma semi-circular que já ocupava alguns milhares de metros quadrados na ocasião de um levantamento efetuado em abril/2003 (UFRPE/CHESF/FADURPE, 2003). Estas formações não eram encontradas no local antes do ano 2000, tendo seu aparecimento sido certamente favorecido pelo aporte de nutrientes decorrentes dos dejetos e resíduos de alimento do cultivo de peixes no empreendimento citado.

Além das espécies mencionadas anteriormente que, quando ocorrem, usualmente constituem extensas formações, com reduzida diversidade de espécies, uma comunidade de macrófitas aquáticas rica em espécies pode ser encontrada ao longo das margens, alagados e zonas úmidas dos reservatórios estudados. Pelo menos 39 delas foram registradas (UFRPE/CHESF/FADURPE, 2003), com variado papel e importância não apenas ecológicos, mas com potencial de aproveitamento pelo homem, seja com a finalidade de uso alimentar, medicinal, têxtil, ornamental ou, até mesmo, industrial. As espécies registradas são: **Adiantaceae**: *Pityrogramma calomelanos*, **Alismataceae**:

Echinodorus spp., *Sagittaria guayanensis*; **Amaranthaceae**: *Alternanthera aquatica*; **Apiaceae**: *Hydrocotyle ranunculoides*; **Araceae**: *Pistia stratiotes*; **Asteraceae**: *Eclipta prostrata*; **Azollaceae**: *Azolla filiculoides*; **Characeae**: *Chara* sp., *Nitella* sp.; **Convolvulaceae**: *Ipomea carnea*; **Cyperaceae**: *Cyperus* spp., *Eleocharis interstincta*, *Eleocharis acutangula*, *Eleocharis* spp., *Oxycarium cubense*, *Rhynchospora corymbosa*; **Hydrocharitaceae**: *Egeria densa*; **Leguminosae** – **Fabaceae**: *Aeschynomene* spp.; **Lemnaceae**: *Lemna minuta*, *Wolffia brasiliensis*; **Lentibulariaceae**: *Utricularia* spp.; **Limncharitaceae**: *Hydrocleis nymphoides*; **Maranthaceae**: *Thalia geniculata*; **Marsileaceae**: *Marsilea* sp.; **Menyanthaceae**: *Nymphoides indica*; **Nymphaeaceae**: *Nymphaea* sp.; **Onagraceae**: *Ludwigia elegans*, *Ludwigia helminorrhiza*, *Ludwigia leptocarpa*; **Parkeriaceae**: *Ceratopteris* sp.; **Poaceae (Gramineae)**: *Panicum* spp., *Paspalum* spp.; **Polygonaceae**: *Polygonum ferrugineum*, *Polygonum hispidum*; **Pontederiaceae**: *Eichhornia crassipes*, *Pontederia parviflora*; **Salviniaceae**: *Salvinia auriculata*; **Thelypteridaceae**: *Thelypteris interrupta*; e **Thyphaceae**: *Typha domingensis*. Deste modo, seu levantamento, caracterização e dimensionamento devem representar um objetivo em estudos futuros na região, sobretudo nos levantamentos e monitoramentos ambientais a serem efetuados.

4.1. Objetivos

4.1.A. Objetivo geral

Inventariar e caracterizar as macrófitas aquáticas do ecossistema aquático da área de abrangência do estudo, realizando o monitoramento de bancos, prados e comunidades de macrófitas, bem como possíveis contaminações por metais pesado, procurando propor ações de recuperação dos ecossistemas e suas comunidades.

4.1.B. Objetivos específicos

- Identificação, levantamento florístico, e caracterização dos prados e comunidades de macrófitas aquáticas entre Belém do São Francisco e a barragem de Xingó;
- Monitoramento dos prados e comunidades de macrófitas quanto à diversidade de espécies e variação da biomassa de cada espécie;
- Monitorar nos bancos de macrófitas identificados e nos sedimentos associados as concentrações de cádmio e mercúrio;
- Experimentar e propor plano de manejo, controle ambiental, contenção e retirada de nutrientes (N e P) do ambiente aquático através dos prados e comunidades de macrófitas aquáticas na área de abrangência do programa;
- Estabelecer parâmetros bioindicadores para o monitoramento ambiental dos ecossistemas aquáticos, com respectivas justificativas e metodologia; e
- Elaborar um prognóstico de cenário futuro para as comunidades de macrófitas aquáticas na área de abrangência do programa

4.2. Metodologia

As atividades de campo foram realizadas entre os meses de dezembro de 2008 e novembro de 2009 com o objetivo de dar continuidade ao inventário florístico, ao monitoramento da biomassa e verificar a possível contaminação por metais pesados das macrófitas aquáticas nos reservatórios do complexo hidroelétrico de Paulo Afonso: PA I, II, III e IV e Moxotó.

4.2.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 exsiccatas segundo as técnicas propostas por Mori et al (1989). O material botânico processado e identificado será incorporado ao acervo do Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (UFRPE) e ao acervo particular da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. O sistema de classificação utilizado é o Cronquist (1981).

4.2.B. Determinação da biomassa das macrófitas

Foram realizadas coletas de material para cálculos de biomassa distribuídos aleatoriamente em estações de coleta pré-determinadas. Nestas estações de coleta, 3 quadrados de 50 x 50 cm eram lançados em vários pontos do reservatório para coleta das plantas (Tabela 4.2.B-1), de onde todo material biológico era retirado manualmente incluindo a parte exposta das macrófitas (parte visível) e seu sistema radicular para posterior cálculo da biomassa.

Em alguns pontos, para determinar uma possível zonação na distribuição de macrófitas nas margens dos reservatórios, foram plotadas 3 (três) transecções de 15 metros cada, por reservatório 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 5 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 3 amostras por transecto.

Para os dois tipos de amostragem, as plantas coletadas eram ensacadas, etiquetadas e refrigeradas ainda em campo para transporte ao laboratório de Ecossistemas Aquáticos (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.

Através do levantamento florístico das espécies encontradas próximas as estações, foi possível fazer a frequência de ocorrência (F.O.) calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$F.O. = (B \times 100) / N$$

Onde, B corresponde ao número de presenças por quadrimestre da espécie; N corresponde ao total de quadrimestre. Sendo:

$$\begin{aligned} F.O. \geq 50\% & \dots\dots\dots \text{sp constante} \\ 10\% < F.O. \leq 49\% & \dots\dots\dots \text{sp comum} \\ F.O. \leq 10\% & \dots\dots\dots \text{sp rara} \end{aligned}$$

A diversidade específica foi calculada pelo índice de SHANNON (1948):

$$H = \sum p_i \times \log_2 p_i, \text{ onde}$$

$$p_i = N_i / N$$

N_i = biomassa seca média de cada espécie

N = biomassa seca média total

Os valores da diversidade específica, expressos em bits.biomassa seca média⁻¹, variam de 1 a 5, onde, os valores acima de 3,0 foram considerados altos; entre 3,0 e 2,0, médios; entre 2,0 e 1,0 baixo e menor que 1,0 muito baixo.

O cálculo da Equitabilidade tomou como base o índice de Shannon, de acordo com a seguinte fórmula:

$$E = H / \log_2 S, \text{ onde}$$

H = índice de Shannon

S = número total de espécies

A equitabilidade varia de 0 a 1, onde perto de 0 a equitabilidade é baixa e próximo de 1 representa a distribuição uniforme de todas as espécies na amostra e alta equitabilidade.

O índice de diversidade específica nos permite fazer uma avaliação da variedade de espécies em uma determinada área, comunidade ou habitat e esse índice é tido como um fator importante para comunidades naturais, já a equitabilidade se relaciona com o padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies.

Tabela 4.2.B-1 - Coordenadas planas das estações de amostragens de monitoramento de macrófitas aquáticas no Complexo de Paulo Afonso. Datum SAD 69, Zona 24.

Estações	Coordenadas	Ponto de referência
MOX 03	24 L 591617 8975102	Rio Moxotó
MOMF08	24 L 585681 8969691	Rio Moxotó
MOMF09	24 L 584243 8963127	Rio Moxotó
P1MF01	24 L 587731 8964697	PA I, II, III
P1MF09	24 L 586801 8961855	PA I, II, III
P4MF01	24 L 584799 8957427	PA IV, margem direita
P4MF05	24 L 583422 8956484	PA IV, margem direita
P4MF09	24 L 583026 8959744	PA IV, margem direita

4.2.C. Contaminação por metais pesados

Exemplares das espécies *Egeria densa* e *Eichhornia crassipes* foram coletadas em três ocasiões, entre os meses de dezembro de 2008 e novembro de 2009, nos reservatórios PA IV; PA I, II e III; e Moxotó 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 nos tecidos de planta; 0,00007 mg/L para Mercúrio e 0,0005 mg/L para Cádmio nas análises de água, e; 0,075 mg/L para Mercúrio e 0,25 mg/L para Cádmio nas análises de sedimento.

4.3. Resultados

4.3.A. Levantamento florístico

39 espécies de macrófitas foram identificadas para a área de estudo. As plantas encontradas estão representadas pelas Divisões Chlorophyta, Charophyta, Pteridophyta e Magnoliophyta.

DIVISÃO: CHLOROPHYTA

Classe: Chlorophyceae

Ordem: Cladopholares

Família: Cladophoraceae

Gênero: *Cladophora*

Cladophora sp. Kützing

DIVISÃO: CHAROPHYTA

Classe: Charophyceae

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 danaeifolium 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

Eleocharis nudipes

Gênero: *Oxycaryum*

Oxycaryum cubense (Peopp. & Kunth)Lye

Oxycaryum sp.

Gênero: *Cyperus*

Cyperus articulatus L.

Cyperus digitatus Roxb

Cyperus esculentus L.
Cyperus virens Michx.

Família: Poaceae

Gênero: *Paspalidium*

Paspalidium geminatum (Forssk) Stapf

Gênero: *Panicum*

Panicum sp. L.

Gênero: *Paspalum*

Paspalum repens

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 helminthorriza (Mart) Hara

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

Família: Convolvulaceae

Gênero: *Ipomoea*

Ipomoea carnea L.

Ipomoea sp. L.

Subclasse: Magnoliidae

Ordem: Nymphaeales

Família: Ceratophyllaceae

Gênero: *Ceratophyllum*

Ceratophyllum demersum L.

Família: Nymphaeaceae

Gênero: *Nymphaea*

Nymphaea amazonum

39 espécies de macrófitas aquáticas foram registradas nos reservatórios PA I, II, III e IV e Moxotó. Houve um aumento no número de espécies do primeiro ano para o segundo ano de atividades, 27 para 39 (Figura 4.3.A-1). Este aumento é resultado dos esforços de coleta de inventário deste 2º ano, que amostra, também, corpos d'água na área de influência indireta do reservatório (cerca de 2km ao redor do rio) e do reservatório, contudo, ainda há plantas em processo de identificação, sendo esperado para o 3º ano de atividades, um aumento da curva, apesar da aparência de estabilização da curva.

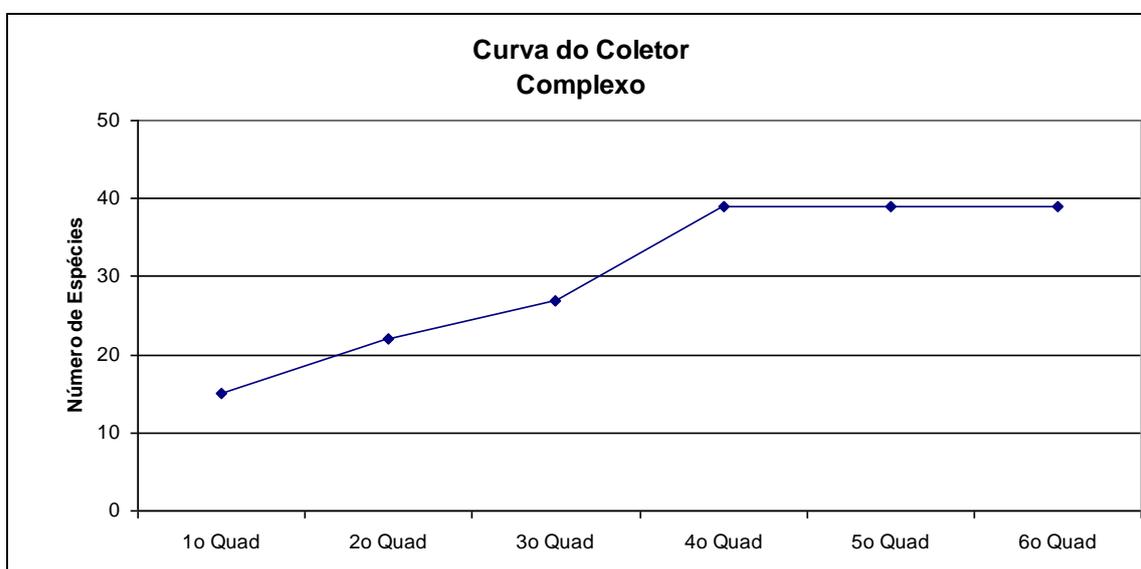


Figura 4.3.A-1 - Curva do coletor para as espécies de macrófitas aquáticas encontradas nos reservatórios do complexo de Paulo Afonso entre os meses de dezembro de 2008 e agosto de 2009.

As plantas encontradas estão representadas pelas Divisões Chlorophyta, Charophyta, Pteridophyta e Magnoliophyta, esta última com maior número de representantes e duas classes incluídas: Liliopsida (Monocotyledoneae) com oito famílias

e Magnoliopsida (Dicotyledoneae) com oito famílias. As Divisões Chlorophyta e Charophyta estão compostas por uma família cada, enquanto que Pteridophyta está representada por cinco famílias contidas na Classe Filicopsida (Figura 4.3.A-2).

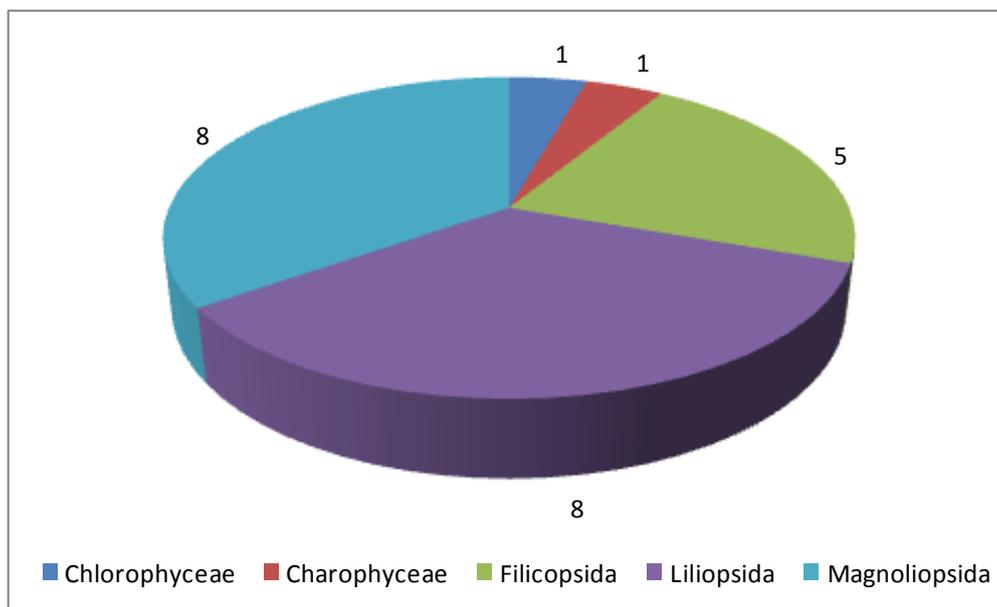


Figura 4.3.A-2 - Número de famílias das classes de macrófitas encontradas nos reservatórios de PA I, II, III e IV e Moxotó entre dezembro de 2008 e novembro de 2009.

Das espécies identificadas, trinta pertencem a Divisão Magnoliophyta, distribuídas nas suas duas classes: 19 em Liliopsida: *Cyperus articulatus*, *Cyperus digitatus*, *Cyperus esculentus*, *Cyperus virens*, *Egeria densa*, *Eichhornia crassipes*, *Eleocharis acutangula*, *Eleocharis minima*, *Eleocharis nudipes*, *Najas guadalupensis*, *Najas sp*, *Oxycaryum cubense*, *Oxycaryum sp.*, *Panicum sp.*, *Paspalidium geminatum*, *Paspalum repens*, *Pistia stratiotes*, *Polygonum ferrugineum* e *Typha domingensis*; 11 espécies em Magnoliopsida: *Aeschynomene sp*, *Bacopa sp.*, *Ceratophyllum demersum*, *Hydrocotyle verticillata*, *Ipomoea carnea*, *Ipomoea sp.*, *Ludwigia helminthorriza*, *Ludwigia leptocarpa*, *Ludwigia sp.*, *Nymphaea amazonum* e *Nymphoides indica*.

Uma espécie representara a Divisão Chlorophyta: *Cladophora sp.* na classe Chlorophyceae; uma espécie representa a Divisão Charophyta: *Chara fragilis* dentro da classe Charophyceae e sete espécies na Divisão Pteridophyta: *Acrostichum danaeifolium*, *Azolla filiculoides*, *Azolla sp.*, *Ceratopteris pteridoides*, *Salvinia auriculata*, *Salvinia minima* e *Thelypteis interrupta*, todas na classe Filicopsida. Como resultado do

levantamento florístico realizado a partir do mapeamento dos prados verificou-se a presença das seguintes espécies por estação:

Reservatório Moxotó: *Acrostichum danaeifolium*, *Aeschynomene* sp., *Azolla* sp., *Bacopa* sp., *Ceratophyllum demersum*, *Ceratopteris pteridoides*, *Chara fragilis*, *Cladophora* sp., *Cyperus articulatus*, *Cyperus digitatus*, *Cyperus virens*, *Egeria densa*, *Eichhornia crassipes*, *Eleocharis minima*, *Hydrocotyle verticillata*, *Ipomoea carnea*, *Ipomoea* sp., *Ludwigia leptocarpa*, *Ludwigia* sp, *Najas guadalupensis*, *Oxycaryum cubense*, *Panicum* sp., *Paspalidium geminatum*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata*, *Salvinia minima*, *Thelypteris interrupta* e *Typha domingensis* (Figura 4.3.A-3).

Reservatório de PA IV: *Acrostichum danaeifolium*, *Aeschynomene* sp., *Bacopa* sp., *Chara fragilis*, *Egeria densa*, *Eichhornia crassipes*, *Eleocharis acutangula*, *Eleocharis minima*, *Hydrocotyle verticillata*, *Ludwigia leptocarpa*, *Najas guadalupensis*, *Oxycaryum cubense*, *Paspalidium geminatum*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata*, *Thelypteris interrupta* e *Typha domingensis* (Figura 4.3.A-3).

Reservatório de PA I, II, III: *Acrostichum danaeifolium*, *Aeschynomene* sp., *Azolla* sp., *Ceratophyllum demersum*, *Chara fragilis*, *Cladophora* sp., *Cyperus articulatus*, *Cyperus esculentus*, *Cyperus virens*, *Egeria densa*, *Eichhornia crassipes*, *Eleocharis nudipes*, *Ipomoea* sp., *Ludwigia helmithoriza*, *Ludwigia leptocarpa*, *Najas guadalupensis*, *Nymphaea amazonum*, *Oxycaryum cubense*, *Oxycaryum* sp., *Panicum* sp., *Paspalidium geminatum*, *Pistia stratiotes*, *Polygonum ferrugineum*, *Salvinia auriculata*, *Thelypteris interrupta* e *Typha domingensis* (Figura 4.3.A-3).

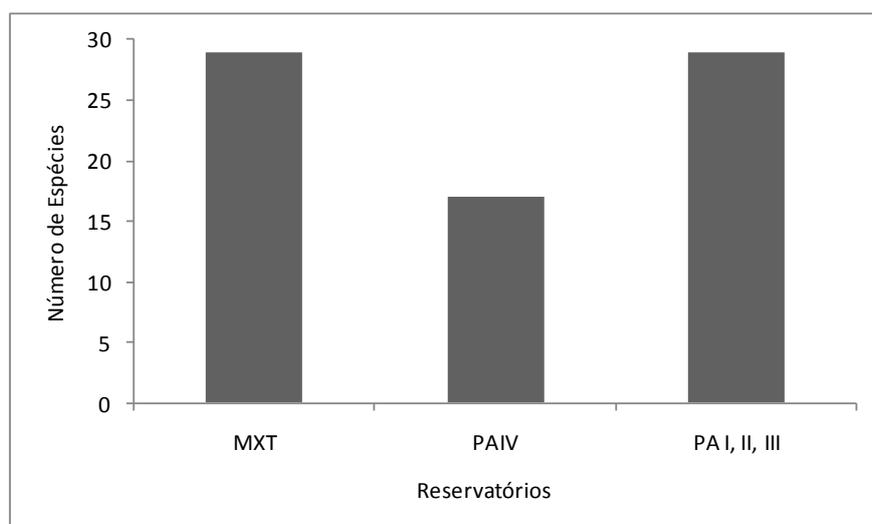


Figura 4.3.A-3 - Número de espécies por estação das macrófitas no complexo hidroelétrico de Paulo Afonso: Moxotó, PA I, II, III e IV entre os meses de dezembro de 2008 e novembro de 2009. MXT –Moxotó.

4.3.B. Determinação da biomassa das macrófitas

Em todo o 2º ano de trabalho no reservatório de Moxotó, a espécie *Egeria densa* foi encontrada em todos os quadrimestres, e dentro dos quadrimestres sempre esteve presente em todas as estações de coleta, apresentando valores totais de biomassa média seca entre $0,28 \pm 0,47$ g.ps/m² na estação MOX 03 e $106,03 \pm 183,38$ g.ps/m² na estação MOMF09. A espécie *Eichhornia crassipes* foi encontrada em todas as estações no 1º e 2º quadrimestre, enquanto, que no 3º foi coletada apenas em MOX 03. A variação total de biomassa média seca de *E. crassipes* variou entre $0,19 \pm 0,29$ g.ps/m² em MOMF08 e $257,53 \pm 443,23$ g.ps/m² em MOX 03.

A presença destas duas espécies demonstra que há uma grande variação de produção de biomassa no reservatório de Moxotó, onde na estação MOX 03 a maior presença de *E. crassipes* se dá provavelmente por ser um trecho lótico próximo do rio Moxotó, enquanto que as outras duas estações se localizam nas margens, o que favorece a presença de *E. densa*, já que não tem a espécie anterior para inibir seu crescimento.

Outras espécies foram coletadas nas mesmas estações, merecendo destaque a *L. leptocarpa* com biomassa média seca total de $8,23 \pm 13,66$ g.ps/m² e *S. auriculata* com $5,6 \pm 9,69$ g.ps/m², ambas em MOX 03. Em MOMF08 temos a *Bacopa* sp. com biomassa média seca de $5,63 \pm 9,75$ g.ps/m² e *C. fragilis* com $2,39 \pm 4,09$ g.ps/m², em MOMF09 temos a *Cladophora* sp. com $0,44 \pm 0,77$ g.ps/m² de biomassa média seca total (Figura 4.3.B-1 e Tabela 4.3.B-1).

No reservatório de PA I, II, III foi possível observar que nas duas estações a espécie *E. densa* esteve presente, aparecendo em quase todos os quadrimestres, *Ceratophyllum demersum* também foi encontrada nas duas estações, porém em menor quantidade. Apesar de estarem presentes apenas em P1MF09, *E. crassipes* e *Oxycaryum cubense* tiveram uma alta produção de biomassa.

A biomassa média seca total de *E. densa* variou entre $5,96 \pm 10,26$ g.ps/m² em P1MF09 e $19,28 \pm 33,15$ g.ps/m² em P1MF01, enquanto que *C. demersum* teve uma variação de biomassa média seca total de $0,0001 \pm 0,00012$ g.ps/m² em P1MF09 e $5,48 \pm 9,50$ g.ps/m² em P1MF01. A espécie *E. crassipes* que esteve presente em todos os quadrimestres na estação P1MF09, obteve uma biomassa média seca total de

126,95±223,48 g.ps/m², já *O. cubense* teve uma produção de biomassa média seca total de 285,38±494,17 g.ps/m² (Figura 4.3.B-1 e Tabela 4.3.B-1).

O reservatório de PA I, II, III recebe influência de Moxotó devido à passagem de água e é um ambiente lântico. A estação P1MF01 por se encontrar em uma das margens favorece o desenvolvimento de espécies submersas fixas, como por exemplo, a *E. densa*, *C. demersum*, *C. fragilis* e *N. guadalupensis*, devido a baixa profundidade, enquanto que P1MF09 apresenta grandes bancos de *E. crassipes*, o que vem a inibir o crescimento das submersas fixas. No entanto, estes bancos favorecem o desenvolvimento de espécies flutuantes livres, tais como, *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata*.

O reservatório de PAIV possui três estações de coleta, onde em todas em quase todos os quadrimestres houve sempre a presença das espécies, *C. fragillis*, *Eleocharis minima* e *E. densa*. No entanto, as maiores produtividades de biomassa foram de *E. crassipes* e *P. stratiotes*, ambas na estação P4MF09. Vale ressaltar que este reservatório possui um canal de ligação com o de Moxotó fazendo com que eles tenham influência, um sobre o outro, na dispersão de espécies como *E. crassipes* e *P. stratiotes*.

A espécie *C. fragillis* apresentou biomassa média seca total variando entre 0,81±1,39 g.ps/m² em P4MF09 e 1,88±3,24 g.ps/m² em P4MF01, já *E. minima* variou entre 0,01±0,01 g.ps/m² e 4,21±7,12 g.ps/m², nas estações P4MF01 e P4MF05, respectivamente. Mesmo aparecendo em todas as estações, *E. densa* não teve uma biomassa tão expressiva, variando entre 2,51±4,35 g.ps/m² em P4MF05 e 3,58±5,74 g.ps/m² em P4MF01.

A biomassa apresentada por cada espécie foi de 32,6±56,44 g.ps/m² para *P. stratiotes* na estação P4MF09, enquanto que *E. crassipes* teve uma variação na sua biomassa entre 0,0027±0,0046 g.ps/m² em P4MF01 e 31,1±53,5 g.ps/m² em P4MF09.

A espécie *P. stratiotes*, apesar de ter sido encontrada apenas na estação P4MF09 (reservatório de PAIV), apresentou a maior biomassa média seca total desta estação. O esperado seria que houvesse uma maior produção de *E. crassipes*, como no comprovado por Henry Silva (2005) quando comparou a produção de biomassa em 8 semanas em diversos tratamentos de interação entre *P. stratiotes* e *E. crassipes*. O observado em PAIV se deu, provavelmente, devido ao fechamento de um canal próximo a área e a retirada mecânica de macrófitas realizadas pela Chesf. No próximo ano, o acompanhamento da biomassa confirmará ou não esta tendência.

Em relação ao índice de diversidade e a equitabilidade podemos observar que no Complexo Paulo Afonso, os maiores valores foram encontrados no reservatório de PAIV e os menores em Moxotó. Dentro destes reservatórios, as estações de maior destaque foram P4MF05 em PAIV e MOMF08 em Moxotó. O reservatório de PA I, II, III também obteve uma alta diversidade acompanhada pela equitabilidade.

Os valores do índice de diversidade e equitabilidade se baseiam em cálculos referentes à biomassa de cada espécie, por isso mesmo estando com um maior número de espécies em duas estações (MOX 03 e MOMF08), o reservatório de Moxotó apresentou menores valores, pois, a biomassa média seca total amostrada foi inferior a encontrada nos outros dois reservatórios. Portanto, apesar de PA I, II, III e IV apresentarem os maiores valores, estes reservatório não alcançaram o maior número de espécies. Isto é comprovado pela estação MOMF09, a qual apresentou os menores valores de biomassa média seca total (Figura 4.3.B-2 e Tabela 4.3.B-2).

Nas estações amostradas pode ser visto que a espécie *E. densa* foi a mais representativa, estando presente em todas as estações de coleta e quando comparadas as estações é possível ver que duas estações em Moxotó (MOX 03 e MOMF08) são constituídas por oito espécies, enquanto que em PAIV apenas a estação P4MF05 obteve oito espécies, todas as outras estações apresentaram seis espécies (Tabela 4.3.B-3. e Figura 4.3.B-3).

Através da análise da Figura 4.3.B-3, podemos constatar que o número de espécies por estação de coleta obteve uma maior representatividade no reservatório de Moxotó, o que vem a contradizer os índices de diversidade e equitabilidade, pois, estes índices evidenciam os reservatórios de PA I, II, III e IV como os mais diversos.

Tabela 4.3.B-1 - Biomassa média seca total (g.ps/m²) das principais macrófitas no Complexo Paulo Afonso, entre dezembro de 2008 e novembro de 2009. Médias e Desvios-padrões, respectivamente.

ESPÉCIES	ESTAÇÕES							
	MOX 03	MOMF08	MOMF09	P1MF01	P1MF09	P4MF01	P4MF05	P4MF09
	g.ps/m ²							
<i>Bacopa</i> sp.		5,63±9,75		1,7767±3,07728			0,0025±0,0022	
<i>C. demersum</i>				5,481±9,49078	0,0001±0,00012	0,0067±0,0061		
<i>C. fragilis</i>		2,39±4,09	0,0002±0,0004	2,2633±3,92021		1,8794±3,2481	3,3024±5,6467	0,8063±1,3922
<i>Cladophora</i> sp.		0,019±0,029	0,44±0,77					
Commelinaceae	0,58±1,00						0,0084±0,0146	
<i>E. crassipes</i>	257,53±443,23	0,19±0,29	0,8±0,7		126,95±223,48	0,0027±0,0046		31,106±53,506
<i>E. densa</i>	0,28±0,47	95,09±164,38	106,03±183,38	19,2881±33,15324	5,96±10,26	3,5884±5,7473	2,5165±4,3543	3,3446±5,5045
<i>E. minima</i>		0,31±0,5		0,00602±0,01043		0,0107±0,0185	4,2121±7,1296	0,4466±0,7679
<i>H. vericillata</i>							0,0213±0,037	
<i>L. leptocarpa</i>	8,23±13,66							
<i>N. guadalupensis</i>				0,000123±0,00021			0,1936±0,3354	0,1936±0,3354
<i>O. cubense</i>					285,38±494,17			
<i>P. geminatum</i>	0,07±0,11	0,008±0,014				9,041±15,6491		
<i>P. stratiotes</i>	0,001±0,002		0,11±0,181		0,4535±0,79			32,6006±56,4451
<i>Panicum</i> sp							0,5298±0,9176	
Poaceae		6,37±11,03						
<i>S. auriculata</i>	5,6±9,69		0,0007±0,0012		0,4434±0,77			
<i>T. domingensis</i>	1,00±1,74							

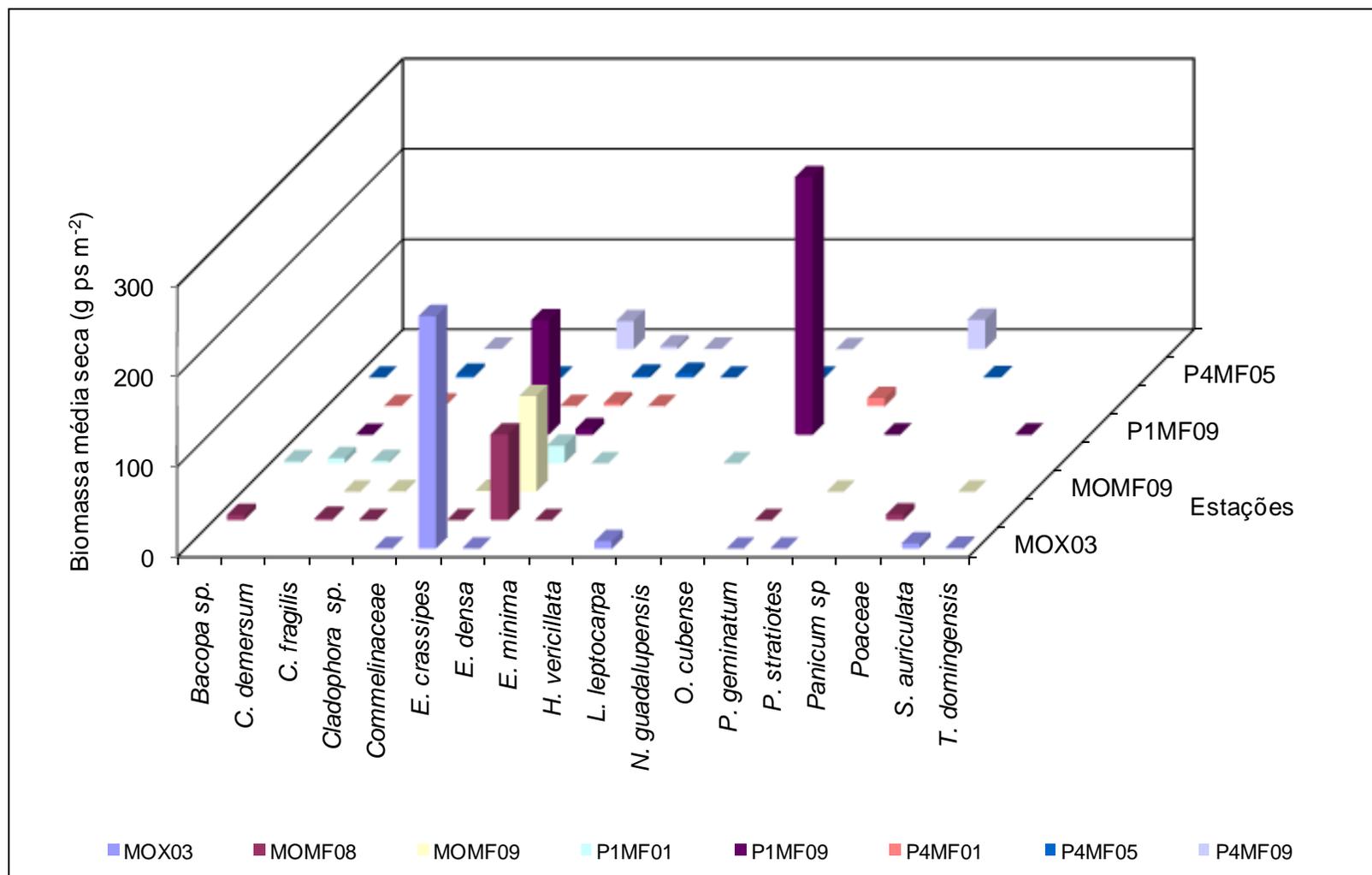


Figura 4.3.B-1 - Biomassa média seca total (g.ps/m²) das principais macrófitas no Complexo Paulo Afonso, entre dezembro de 2008 e novembro de 2009.

Tabela 4.3.B-2 - Índice de diversidade e equitabilidade por estação de coleta no Complexo Paulo Afonso entre dezembro de 2008 e novembro de 2009. H – Índice de diversidade; J – Equitabilidade.

ESTAÇÕES	ÍNDICES	
	H	J
MOX 03	0,41	0,14
MOMF08	0,8	0,27
MOMF09	0,11	0,04
P1MF01	1,38	0,53
P1MF09	1,01	0,39
P4MF01	1,32	0,51
P4MF05	1,89	0,63
P4MF09	1,39	0,54

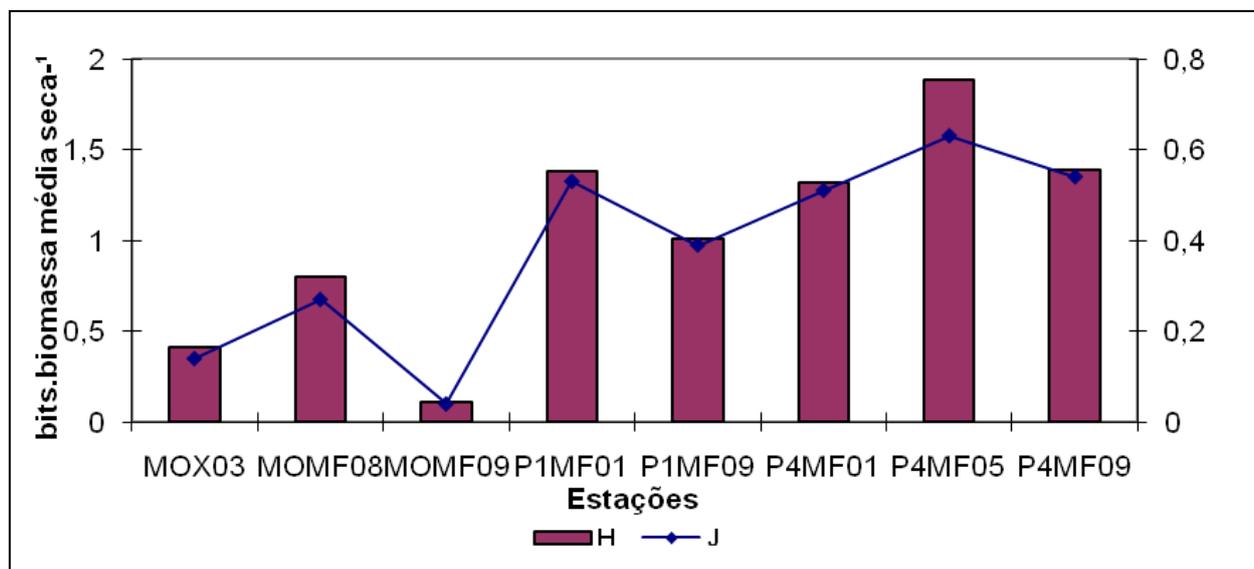


Figura 4.3.B-2 - Índice de diversidade e equitabilidade por estação de coleta no Complexo Paulo Afonso entre dezembro de 2008 e novembro de 2009. H – Índice de diversidade; J – Equitabilidade.

Tabela 4.3.B-3 - Distribuição das macrófitas, por ponto de coleta e município, nas amostras de biomassa entre dezembro de 2008 e novembro de 2009 no Complexo Paulo Afonso.

ESPÉCIES	ESTAÇÕES							
	MOX03	MOMF08	MOMF09	P1MF01	P1MF09	P4MF01	P4MF05	P4MF09
	Moxotó			PA I, II, III		PAIV		
<i>Bacopa</i> sp.		X		X			X	
<i>C. demersum</i>				X	X	X		
<i>C. fragilis</i>		X	X	X		X	X	X
<i>Cladophora</i> sp.		X	X					
Commelinaceae	X						X	
<i>E. crassipes</i>	X	X	X		X	X		X
<i>E. densa</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>E. minima</i>		X		X		X	X	X
<i>H. vericillata</i>							X	
<i>L. leptocarpa</i>	X							
<i>N. guadalupensis</i>				X			X	X
<i>O. cubense</i>					X			
<i>P. geminatum</i>	X	X				X		
<i>P. stratiotes</i>	X		X		X			X
<i>Panicum</i> sp							X	
Poaceae		X						
<i>S. auriculata</i>	X		X		X			
<i>T. domingensis</i>	X							

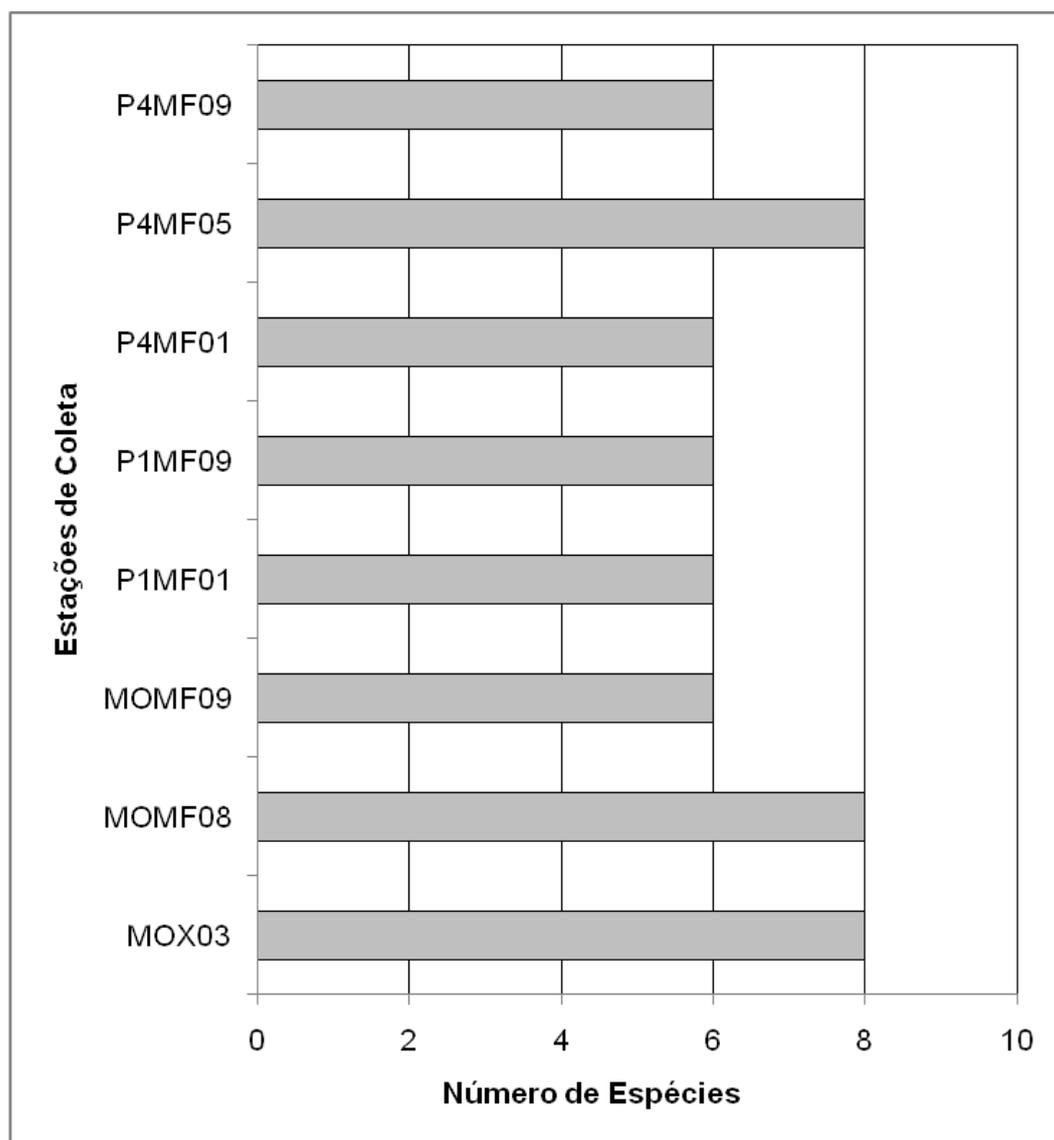


Figura 4.3.B-3 - Número de espécies por estação de coleta de biomassa entre os meses dezembro de 2008 e novembro de 2009 no Complexo Paulo Afonso.

4.3.C. Contaminação por metais pesados

As amostras de água e sedimento, coletada junto às amostras das espécies *Egeria densa* e *Eichornia crassipiens* no reservatório PA I, II e III durante o segundo anos de atividades do projeto, não apresentaram nenhuma presença de metais pesados por Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg) pelo método MESP 134 (Tabela 4.3.C-1).

Nos tecidos das plantas apenas foram encontrados traços de metais em 2 das amostras coletadas durante o segundo ano de atividades. No mês de dezembro de 2008 e maio de 2009 para as espécies *Eichornia crassipiens* e *Egeria densa* (pontos P1-MP-01 e P1-MP-02, respectivamente) para mercúrio e maio de 2009 para a mesma amostra de *Egeria densa* foi detectada a presença de cádmio (P1-MP-02) (Tabela 4.3.C-1).

Já para o reservatório de PA IV, apenas as amostras de sedimento estiveram completamente livres da presença de metais pesados em todas as coletas. A amostra de água e *Eichornia crassipens* do ponto P4MP2 no reservatório PA IV indicaram a presença de Mercúrio (Hg) (Tabela 4.3.C-2).

Em Moxotó, todas as amostras de água estiveram completamente livres da presença de metais pesados em todas as coletas. Apenas uma amostra de sedimento em maio de 2009 (ponto MO MP3) apresentou vestígios de cádmio assim como duas das quatro espécies de plantas amostradas para análise de *Egeria densa* (ponto MO MP-01) e *Pistia stratiotes* (ponto MO MP-02) indicaram a presença de Cádmio (Cd) (Tabela 4.3.C-3). Não houve correlação direta entre a amostra com a presença de cádmio no sedimento (ponto MOMP-03) e as das amostras de tecido de planta, já que os pontos de coleta não coincidiram.

Deve-se ressaltar que todos os valores encontrados apresentam-se abaixo do limite de quantificação do método, ou seja, indicam a presença mas não, necessariamente contaminação. Contudo, apesar dos valores não serem alarmantes, o mercúrio é um dos metais pesados mais tóxicos e prejudiciais em organismos quando ocorrem acima dos valores normais. A mais importante via de entrada de MeHg (forma mais tóxica do metal que é um composto neurotóxico e biomagnificado na cadeia trófica), no corpo humano é a ingestão de alimentos contaminados, em especial peixes, nos quais o composto se acumula ao longo da cadeia alimentar (Mauro et al., 1999). (Mauro et al., 1999; Coelho-Souza, et al. 2007).

Um dos microambientes atualmente estudados na ciclagem do mercúrio é justamente o formado pelas raízes de macrófitas aquáticas flutuantes, como a *Eichornia crassipiens*. O interesse reside no fato do ambiente formado nesta área das plantas serem de intensa atividade microbiana uma vez que suas raízes retiram partículas em suspensão e retém outros detritos colonizados por micoralgas e bactérias. É justamente

esta atividade microbiana intensa e a produção de compostos húmicos e fúlvicos que favorecem a metilação do mercúrio (Mauro et al., 1999).

O cádmio também vem sendo descrito como um dos elementos traços mais perigosos entre os metais contaminantes presentes no ambiente. Este fato se dá não apenas pelos altos níveis de toxicidade, mas também devido sua ampla distribuição e aplicação industrial (Reilly, 1991). Assim como os demais contaminantes, o risco é o destes metais entrarem na cadeia alimentar e se acumularem nos tecidos humanos. Ele é considerado elemento carcinogênico ou altamente inductor de carcinogênese em humanos, além de causar efeitos característicos como lesão dos tubos proximais dos rins, degradação do DNA, hipertensão entre outros (Adamis et al., 2001).

A toxicidade do cádmio pode também afetar o crescimento de plantas, redução da taxa de fotossíntese e provocar alterações nas atividades enzimáticas e metabólicas (Cobbet, 2000). A *Egeria densa*, por exemplo, é apontada como uma das espécies de maior potencial na remoção de íons de cádmio em soluções aquosas, quando comparadas a outras plantas aquáticas (Pietrobelli, 2007).

Nas espécies vegetais, em geral, as raízes, constituem o principal órgão da planta envolvido na absorção e, portanto, quase sempre, as maiores concentrações de metais pesados são, também, encontradas nesta parte da planta, daí a importância da avaliação da contaminação no sedimento. Contudo, nas plantas aquáticas as folhas estabelecem contato direto com a solução de absorção que contem o metal pesado e, portanto, teoricamente podem absorver tanto quanto as raízes (Oliveira et al., 2001). Este fato deve explicar por que tanto espécies flutuantes como *Pistia stratiotes* e *Egeria densa* fixa, podem apresentar traços de metais.

É sugerido um levantamento das possíveis fontes de cádmio e mercúrio para o sistema na área. Estas informações devem levar para a confirmação, ou não, de uma contaminação na área.

Tabela 4.3.C-1 - Resultados das análises dos níveis de metais pesados Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg) em macrófitas aquáticas, água e sedimento no reservatório PA I, II e III no 2º ano de atividades do projeto.

Ponto de coleta	Espécies amostradas	Data de coleta	Data do ensaio	Parâmetro	
				Cádmio (Cd) Planta - (µg/g) Água - (mg/L) Sedimento - (mg/kg)	Mercúrio (Hg) Planta - (µg/g) Água - (mg/L) Sedimento - (mg/kg)
PA I, II, III Ponto: P1-MP-01	<i>Eichhornia crassipes</i>	12/05/09	03/06/09 - Cádmio (Cd) 18/06/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND	Planta - 0,3 J Água - ND Sedimento - ND
PA I, II, III Ponto: P1MP1	<i>Egeria densa</i>	09/09/2009	29/09/09 - Cádmio (Cd) 28/09/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND
PA I, II, III Ponto: P1MP1	<i>Eichhornia crassipes</i>	09/09/2009	29/09/09 - Cádmio (Cd) 28/09/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND
PA I, II, III Ponto: P1MP2	<i>Egeria densa</i>	05/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Sedimento - ND	Planta - ND Sedimento - ND
PA I, II, III Ponto: P1MP2	<i>Eichhornia crassipes</i>	05/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Sedimento - ND	Planta - ND Sedimento - ND
PA I, II, III Ponto: P1-MP-02	<i>Egeria densa</i>	12/05/09	03/06/09 - Cádmio (Cd) 18/06/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - 1 J Água - ND Sedimento - ND	Planta - 0,1 J Água - ND Sedimento - ND
PA I, II, III Ponto: P1MP2	<i>Eichhornia crassipes</i>	09/09/2009	29/09/09 - Cádmio (Cd) 28/09/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND

Tabela 4.3.C-2 - Resultados das análises dos níveis de metais pesados Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg) em macrófitas aquáticas, água e sedimento no reservatório PA IV no 2º ano de atividades do projeto.

Ponto de coleta	Espécies amostradas	Data de coleta	Data do ensaio	Parâmetro	
				Cádmio (Cd) Planta - (µg/g) Água - (mg/L) Sedimento - (mg/kg)	Mercúrio (Hg) Planta - (µg/g) Água - (mg/L) Sedimento - (mg/kg)
PA IV Ponto: P4MP1	<i>Egeria densa</i>	11/09/2009	29/09/09 - Cádmio (Cd) 28/09/09 - Mercúrio (Hg)	Planta – ND Água – ND	Planta – ND Água – ND
PA 4 Ponto: P4MP2	<i>Egeria densa</i>	05/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Sedimento - ND Planta - ND Sedimento - ND	Sedimento - ND Planta - ND Sedimento - ND
PA IV Ponto: P4MP2	<i>Eichhornia crassipes</i>	05/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Sedimento - ND	Planta - ND Sedimento - ND
PA IV Ponto: P4MP2	<i>Eichhornia crassipes</i>	12/05/09	03/06/09 - Cádmio (Cd) 18/06/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND	Planta - 0,2 J Água - ND Sedimento - ND
PA IV Ponto: P4MP2	<i>Eichhornia crassipes</i>	11/09/2009	29/09/09 - Cádmio (Cd) 28/09/09 - Mercúrio (Hg)	Planta – ND Água – ND Sedimento – ND	Planta – ND Água – 0,00008J Sedimento – ND
PA IV Ponto: P4MP2	<i>Egeria densa</i>	11/09/2009	29/09/09 - Cádmio (Cd) 28/09/09 - Mercúrio (Hg)	Planta – ND Água – ND Sedimento – ND	Planta – ND Água – 0,00008J Sedimento – ND
PA IV Ponto: P4MP2	<i>Pistia stratiotes</i>	11/09/2009	29/09/09 - Cádmio (Cd) 28/09/09 - Mercúrio (Hg)	Planta – ND Água – ND Sedimento - ND	Planta – ND Água – 0,00008J Sedimento - ND

Tabela 4.3.C 2 – Cont. - Resultados das análises dos níveis de metais pesados Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg) em macrófitas aquáticas, água e sedimento no reservatório PA IV no 2º ano de atividades do projeto.

Ponto de coleta	Espécies amostradas	Data de coleta	Data do ensaio	Parâmetro	
				Cádmio (Cd) Planta - (µg/g) Água - (mg/L) Sedimento - (mg/kg)	Mercúrio (Hg) Planta - (µg/g) Água - (mg/L) Sedimento - (mg/kg)
PA IV Ponto: P4MP3	<i>Egeria densa</i>	11/09/2009	29/09/09 - Cádmio (Cd) 28/09/09 - Mercúrio (Hg)	Planta – ND Água – ND Sedimento – ND	Planta – ND Água – ND Sedimento – ND
PA IV Ponto: PA4MP5	<i>Egeria densa</i>	05/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Sedimento - ND	Planta - ND Sedimento - ND
PA IV Ponto: PA4MP5	<i>Eichhornia crassipes</i>	05/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Sedimento - ND	Planta - ND Sedimento - ND
PA IV Ponto: PA4MP6	<i>Egeria densa</i>	05/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Sedimento - ND	Planta - ND Sedimento - ND
PA IV Ponto: PA4MP6	<i>Eichhornia crassipes</i>	05/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Sedimento - ND	Planta - ND Sedimento - ND
PA IV Ponto: PA4MP6	<i>Eichhornia crassipes</i>	12/05/09	03/06/09 - Cádmio (Cd) 18/06/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND

Tabela 4.3.C-3 - Resultados das análises dos níveis de metais pesados Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg) em macrófitas aquáticas, água e sedimento no reservatório de Moxotó no 2º ano de atividades do projeto.

Ponto de coleta	Espécies amostradas	Data de coleta	Data do ensaio	Parâmetro	
				Cádmio (Cd) Planta - (µg/g) Água - (mg/L) Sedimento - (mg/kg)	Mercúrio (Hg) Planta - (µg/g) Água - (mg/L) Sedimento - (mg/kg)
Moxotó Ponto: MO PM1	<i>Egeria densa</i>	12/05/09	03/06/09 - Cádmio (Cd) 18/06/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - 2 J Água - ND Sedimento - ND	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND
Moxotó Ponto: MO PM1	<i>Ludwigia leptocarpa</i>	12/05/09	03/06/09 - Cádmio (Cd) 18/06/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND
Moxotó Ponto: MOMP1	<i>Egeria densa</i>	11/09/2009	29/09/09 - Cádmio (Cd) 28/09/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND
Moxotó Ponto: MOMP1	<i>Eichhornia crassipes</i>	11/09/2009	29/09/09 - Cádmio (Cd) 28/09/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND
Moxotó Ponto: MO PM2	<i>Egeria densa</i>	04/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Sedimento - ND	Planta - ND Sedimento - ND
Moxotó Ponto: MO PM2	<i>Eichhornia crassipes</i>	04/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Sedimento - ND	Planta - ND Sedimento - ND
Moxotó Ponto: MO PM2	<i>Pistia stratiotes</i>	12/05/09	03/06/09 - Cádmio (Cd) 18/06/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - 2 J Água - ND Sedimento - ND	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND

Tabela 4.3.C 3 – Cont. - Resultados das análises dos níveis de metais pesados Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg) em macrófitas aquáticas, água e sedimento no reservatório de Moxotó no 2º ano de atividades do projeto.

Ponto de coleta	Espécies amostradas	Data de coleta	Data do ensaio	Parâmetro	
				Cádmio (Cd) Planta - (µg/g) Água - (mg/L) Sedimento - (mg/kg)	Mercúrio (Hg) Planta - (µg/g) Água - (mg/L) Sedimento - (mg/kg)
Moxotó Ponto: MO PM2	<i>Eichhornia crassipes</i>	12/05/09	03/06/09 - Cádmio (Cd) 18/06/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND
Moxotó Ponto: MOMP2	<i>Eichhornia crassipes</i>	11/09/2009	29/09/09 - Cádmio (Cd) 28/09/09 - Mercúrio (Hg)	Planta – ND Água – ND Sedimento – ND	Planta – ND Água – ND Sedimento – ND
Moxotó Ponto: MO PM3	<i>Egeria densa</i>	04/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Sedimento - ND	Planta - ND Sedimento - ND
Moxotó Ponto: MO PM3	<i>Eichhornia crassipes</i>	04/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Sedimento - ND	Planta - ND Sedimento - ND
Moxotó Ponto: MO PM3	<i>Eichhornia crassipes</i>	12/05/09	03/06/09 - Cádmio (Cd) 18/06/09 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Água - ND Sedimento – 0,31J	Planta - ND Água - ND Sedimento - ND
Moxotó Ponto: MO PM3	<i>Egeria densa</i>	11/09/2009	29/09/09 - Cádmio (Cd) 28/09/09 - Mercúrio (Hg)	Planta – ND Água – ND Sedimento – ND	Planta – ND Água – ND Sedimento – ND
Moxotó Ponto: MO PM3	<i>Eichhornia crassipes</i>	11/09/2009	29/09/09 - Cádmio (Cd) 28/09/09 - Mercúrio (Hg)	Planta – ND Água – ND Sedimento – ND	Planta – ND Água – ND Sedimento – ND

Tabela 4.3.C 3 – Cont. - Resultados das análises dos níveis de metais pesados Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg) em macrófitas aquáticas, água e sedimento no reservatório de Moxotó no 2º ano de atividades do projeto.

Ponto de coleta	Espécies amostradas	Data de coleta	Data do ensaio	Parâmetro	
				Cádmio (Cd) Planta - (µg/g) Água - (mg/L) Sedimento - (mg/kg)	Mercúrio (Hg) Planta - (µg/g) Água - (mg/L) Sedimento - (mg/kg)
Moxotó Ponto: MO PM4	<i>Egeria densa</i>	04/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Sedimento - ND	Planta - ND Sedimento - ND
Moxotó Ponto: MO PM4	<i>Eichhornia crassipes</i>	04/12/08	29/12/08 - Cádmio (Cd) 30/12/08 - Mercúrio (Hg)	Planta - ND Sedimento - ND	Planta - ND Sedimento - ND
		05/12/08	16/12/08 - Cádmio (Cd) 23/12/08 - Mercúrio (Hg)	Água - ND	Água - ND

4.4. Considerações finais

Neste segundo ano de projeto o esforço de levantamento florístico resultou no incremento do número de espécies registradas para a área do Complexo de Paulo Afonso e Moxotó, sendo registradas 39 espécies para a área, um aumento de 31%. As espécies de macrófitas estão distribuídas em quatro divisões – Chlorophyta, Charophyta, Pteridophyta e Magnoliophyta, sendo esta última a mais representativa.

As famílias predominantes foram Onagraceae, Cyperaceae e Poaceae. Contudo, podemos destacar também 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*.

Em relação a biomassa produzida, os valores encontrados são considerados altos. O rio Moxotó destaca-se pelo problema gerado pela cobertura de *E. densa* e *E. crassipes* nas margens do rio, chegando a cobrir toda sua extensão em algumas áreas, conforme observado nos pontos MOX 03 e MOMF09 onde as biomassas alcançaram valores de até $1,24 \pm 0,56$ kg/m²;

Estes valores corroboram com os encontrados por Nascimento (2002) também nos mesmos reservatórios, com valores da ordem de 0,57 kg/m². Já Oliveira et al. (2002) estudando a capacidade de regeneração de *E. densa* também nos reservatórios de Paulo Afonso encontraram valores que variaram de 0,48 a 0,51 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.

Em todo o 2º ano de trabalho no reservatório de Moxotó, a espécie *Egeria densa* dominante na área tendo sido encontrada em todos os quadrimestres, e dentro dos quadrimestres sempre esteve presente em todas as estações de coleta. *E. densa* é uma macrófita submersa, fixa ao substrato 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.

Já a espécie *Eichhornia crassipes* foi encontrada em todas as estações no 1º e 2º quadrimestre, enquanto, que no 3º foi coletada apenas em MOX 03. A presença destas duas espécies demonstra que há uma grande variação de produção de biomassa no reservatório de Moxotó, onde na estação MOX 03 a maior presença de *E. crassipes* se dá provavelmente por ser um trecho lótico próximo do rio Moxotó, enquanto que as outras duas estações se localizam nas margens, o que favorece a presença de *E. densa*, já que não tem a espécie anterior para inibir seu crescimento.

Eichhornia crassipes é uma macrófita flutuante, os seus prados são provisórios, o que vem dificultando a sua localização e determinação de seus tamanhos, o que pode explicar a variação de biomassa no último quadrimestre. Fatores como ventos e circulação das águas é que propiciam estes deslocamentos (Esteves, 1988). No caso do Complexo de Paulo Afonso, outro fator que pode estar influenciando é a retirada de macrófitas que vem sendo realizada na área pela empresa Chesf, devido ao impedimento de uso da água pela população devido ao volume de *E. crassipes* na área.

Vários trabalhos têm demonstrado os efeitos negativos dessas duas espécies em rios e reservatórios por todo o mundo (Junk et al., 1981; Piedade et al., 1991; Pompêo & Henry, 1996, entre outros) o que também é o caso no São Francisco. Várias opções de controle têm sido apresentados nos meios técnicos e científicos, destacando-se a retirada mecânica, o controle químico e controle biológico (Pedralli, 1990). Devido às complicações e contaminações que podem ocorrer pelos processos químicos e biológicos, o controle mecânico é o método mais utilizado pelas empresas do ramo de energia elétrica e tem se mostrado o mais eficiente. Os resultados são imediatos proporcionando rápida resposta ao público em geral.

Uma espécie de Characeae também merece destaque pela frequência de ocorrência entre as espécies amostradas para biomassa, a *Chara fragilis*. Esta espécie é encontrada, em geral, associadas a *E. densa* em todas as coletas. Este tipo de associação é comum para as macrófitas submersas, conforme observado também com *E. densa* e *Cladophora* sp.

Foram encontrados traços de metais em três das espécies amostradas. Em Moxotó, foram encontrados traços de cádmio em duas amostras de *E. densa* e uma *P. stratiotes*, além de uma de sedimento. Em PA IV, traços de mercúrio em uma amostra de *E. crassipes* e em 3 amostras de água. Para PA I, II e III, foram encontrados traços de cádmio em uma amostra de *E. densa* e de mercúrio em *E. crassipes* e *E. densa*. Apesar

da leitura dos traços nas amostras, nenhuma das amostras apresentava valores quantificáveis, ou seja, não indicam necessariamente a contaminação da área. É sugerido o levantamento das fontes destes metais no sistema, para que se possa fazer controlar estas entradas.

Portanto, neste terceiro ano, serão continuadas as coletas de levantamento taxonômico e será dada ênfase ao monitoramento dos prados de *Egeria densa* e *Eichhornia crassipes* no trecho estudado, além da tentativa de adaptar uma metodologia visual para cálculo de diversidade e equitabilidade entre os pontos de coleta.

5. Bibliografia

A.P.H.A./A.W.W.A./W.E.F. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19^a ed., Washington: A . P.H. A ., 1995.

ABUJANRA, F.; RUSSO, M. R.; HAHN, N. S. Variações espaço-temporais na alimentação de *Pimelodus ortmanni* (Siluriformes, Pimelodidae) no reservatório de Segredo e áreas adjacentes (PR). **Acta Scientiarum**, v. 21 n. 2, p. 283-289, 1999.

AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. 2007. **Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil**. Maringá, EDUEM.

ALVARENGA, E.R.; BAZZOLI, N.; SANTOS, G.B.; RIZZO, E. 2006. Reproductive biology and feeding of *Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann) (Pisces, Curimatidae) in Juramento reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 2. p. 314-322.

ALVIM, M. C. C. 1999. Composição e alimentação da ictiofauna em um trecho do alto rio São Francisco, Município de Três Marias – MG. **Dissertação** - UFSCar, São Carlos.

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.

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.

BARROS, L.N.V.; SANTOS, G.B. 1996. Fecundity and spawning aspects of dog-fish *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 (Teleostei: Characidae). **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 48, Supl. 1, p. 93-100.

BAYS, J.S.; CRISMAN, T.L. Zooplankton and trophic state relationships in Florida lakes. **Can. J. Fish Aquat. Sci.**, v. 140: 1813-1819, 1983.

BËRZINŠ, B.; PEJLER, B. Rotifer occurrence in relation to oxygen content. **Hydrobiologia**, v. 183: 165-172, 1989.

BENNEMANN, S. T.; SHIBATA, O. A.; GARAVELLO, J. C. 2000. **Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica**. LONDRINA, EDUEL. 62P.

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. **Biotecnologia: Ciência 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.

CALLISTO, M., GOULART, M.; BARBOSA, F. A. R.; ROCHA, O. 2005. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco river (Northeastern Brazil). **Braz. J. Biol.**, v. 65, n. 2, p.229-240.

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. 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^a ed. Rio de Janeiro, Interciência. 1998. 602p.

FADURPE; UFRPE; CHESF. **Programa de inventário dos ecossistemas aquáticos do reservatório de Sobradinho.** 1º. 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.

FÉLIX, R.T.S. 2008. Atividade reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Actinopterygii, Perciformes), no reservatório de Pedra, rio de Contas, Bahia. Recife. 92p. (**Dissertação** em Recursos pesqueiros e Aqüicultura. Deptº de Pesca e Aqüicultura, UFRPE).

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.

FERNANDEZ, M. A.; THIENGO, S.C.; SIMONE, L. R. Distribution of the introduced freshwater snail *Melanoides tuberculata* (Gastropoda: Thiaridae) in Brazil. **The Naut.** v. 117, n. 3, p. 78-82, 2003.

FERREIRA, E. J. G. A ictiofauna da represa hidrelétrica de Curuá-Una, Santarém, Pará. II – Alimentação e hábitos alimentares das principais espécies. **Amazoniana**, v. 9, n. 1, p. 1-16, 1984.

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. Population dynamics of aquatic snails in Pampulha Reservoir. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 82 (supl). p. 299-305. 1987.

GALINA, A. B., HAHN, N. S. Atividade de forrageamento de *Triportheus* spp. (Characidae, Triportheinae) utilizada como ferramenta de amostragem da entomofauna, a área do reservatório de Manso, MT. **Rev. bras. Zociências**, Juiz de Fora, v. 6, n. 1, p. 81-92, 2004.

GAMA, C. S.; CARAMSCHI, E. P. Alimentação de *Triportheus albus* (Cope, 1971) (Osteichthyes, Characiformes) face à implantação do AHE Serra da Mesa no rio Tocantins. **Rev. bras. Zociências**, Juiz de Fora, v. 6, n. 2, p. 159-170, 2001.

GEITLER, L. **Cyanophyceae**. Akademische Verlagsgesellschaft. m.b.h., Leipzig, 1196p. 1932.

GERKING, S.D. *Feeding ecology of fish*. Califórnia: Academic Press, 1994.

GODINHO, A. L.; H. P. GODINHO. 2003. Breve visão do São Francisco, p. 15-24. In: H. P. GODINHO; A. L. GODINHO (org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 468p.

GODINHO, A.L. 1994. Biologia reprodutiva da piaba-facão, *Triportheus guenterii* (Characiformes, Characidae) e o manejo hidrológico da represa de Três Marias. **Rev. Brasil. Biol.**, 54 (3): 515-524.

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 E SOUZA, M. B.; VON SPERLING, E. Uso do Zooplâncton como Indicador de Qualidade de Água – Estudo de Caso da Bacia do Rio Araguari – MG. **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Campo Grande - MS. 2005

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.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista FAPAM*, v. 2, n. 1. p.153-164, 2003.

GOULDING, M. **The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history**. Berkeley: University of California Press, 1980. 280p.

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.

HAHN, N. S., FUGI, R. Alimentação de peixes em reservatórios brasileiros: alterações e conseqüências nos estágios iniciais do represamento. **Oecol. Bras.** 11 (4): 469-480, 2007.

HAHN, N. S.; AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., BINI, L. M. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. **Interiencia**. v. 23, n. 5, p. 304. 1998.

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.

HENRY SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M.; 2005. Interações ecológicas entre as macrófitas aquáticas flutuantes *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes*. **Hoehnea**, v.32, p.445-452.

HERMES-SILVA, S.; MEURER, S.; ZANIBONI FILHO, E. 2004. Biologia alimentar e reprodutiva do peixe-cachorro (*Oligosarcus jenynsii* Günther, 1864) na região do alto rio Uruguai. **Brasil Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, 26(2): 175-179.

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**. Vols. 1 & 2. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 1978. 1583 p. : ill.

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.

LEPS, J.; STRASKRABA, M.; DESORTOVA, B.; PROCHÁZKOVÁ, L. Annual cycles of plankton species composition and physical chemical conditions in Slapy Reservoir detected by multivariate statistics. **Asch. Hydrob. Beih. Ergebn. Limol.**, 33:933-945. 1990.

LIMA, A. E. Qualidade da água do sistema de reservatórios em cascata do médio e baixo rio São Francisco. **Monografia** (Curso de Engenharia de Pesca) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009. 39p.

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.

LUCCA, J. V. Caracterização limnológica e análise da comunidade bentônica sujeita à invasão por espécies exóticas, em lagos do Vale do Rio Doce, MG, Brasil. **Tese de Doutorado**, São Paulo, Universidade de São Paulo, 235p. 2006.

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.

MARQUES, D.K.S.; GURGEL, H.C.B.; LUCENA, I. 2001. Época de reprodução de *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794 (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil. **Rev. Bras. Zociências**, v. 3, n. 1. p. 61-67.

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.

MEDEIROS, A.P.T.; N.T. CHELAPPA; S. CHELAPPA. 2003. Aspectos Reprodutivos do Cangati, *Parauchenipterus galeatus* Linneus (Osteichthyes, Auchenipteridae) Lagoa de Extremoz, Rio Grande di Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4. p. 647-650.

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).

NIKOLSKY, G. V. **Theory of Fish Population Dynamics as the Biological Background for Rational Exploitation and Management of Fishery Resources**. Edinburgh: Oliver & Boyd, 1969. 323p.

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.

OGDEN, C.G.; HEDLEY, R.H. **An Atlas of freshwater testate amoebae**. London: Oxford University Press, 1980.

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.

PADISÁK, J., SORÓCZKI-PINTÉR, É, REZNER, Z. Sinking properties of some phytoplankton shapes and the relation of form resistance to morphological diversity of plankton – an experimental study. **Hydrobiologia**, v. 500, p. 243-257.

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.

PEDRALLI, G. 1990. Macrófitos aquáticos: Técnicas e métodos de estudo. **Estudos de Biologia**, v. 26, p.5-24.

PEJLER, B. Zooplanktic indicators of trophic and their food. **Hydrobiologia**, v. 101: 111-114, 1983.

PERET, A. Mr. Dinâmica da alimentação de peixes piscívoros da Represa de Três Marias, MG. 2004. **Dissertação** – UFSCar, São Carlos.

PIEADADE, 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**, v. 7, p.173-185.

PIEDRAS, S. R. N.; BAGER, A.; MORAES, P. R. R.; ISOLDI, L. A.; FERREIRA, O, G. L.; HEEMANN, C. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v.35, n.2, p.494-500. 2006.

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. **Variação 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.

POMPÊO, M.L.M., MOSCHINI-CARLOS, V., COSTA NETO, J.P., CAVALCANTE, P.R.S., IBAÑEZ, M.S.R., FERREIRA-CORREIA, M.M., BARBIERI, R. Heterogeneidade espacial do fitoplâncton no reservatório de Boa Esperança (Maranhão - Piauí, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n. 2, p. 101-113, 1998.

QUEIROZ, J. F.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; NASCIMENTO, V. M. C. **Organismos Bentônicos Bioindicadores da Qualidade das Águas da Bacia do Médio São Francisco**. EMBRAPA, 2000.

RADWAN, S.; POPIOLEK, B. Percentage of rotifers in spring zooplankton in lakes of different trophy. **Hydrobiologia**, v. 186/187, p. 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.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall. 488p. 1993.

RUPERT, E.E.; BARNES, R. **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo: Roca. 1125p. 1996.

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.

SANTOS, N. C. L. Alimentação natural da pescada branca *Plagioscion saquamosissimus* (Heckel, 1840), (Actinopterygii, Sciaenidae), no reservatório de sobradinho, rio São Francisco – Ba. 2008. **Monografia** (Bacharelado em Ciência Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2008

SANTOS, S. B. A. F., SILVA, A. C.; VIANA, M. S. R. 2003. Aspectos reprodutivos da pescada-do-piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), capturada no açude Pereira de Miranda (Petencoste-Ceará). **Rev. Ciência Agronômica**, v.34, n.1, p.5-10.

SAUL, W. G. An ecological study of fishes at a site in upper Amazonian Ecuador. **Proc. Acad. Nat. Sci. Phi.** 127(12):93-134, 1975.

SCHINDLER, D.W. Eutrophication and recovery in experimental lakes – Implications for lake management. **Science**, **184**: 897-899. 1974.

SHANNON, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. **Bell system technical journal**, v.27, p.379-423, 623-656.

SILVA, P. D. Alimentação e distribuição espacial de algumas espécies de peixes do Igarapé do Candirú, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica** 23(2/3):271-285, 1993.

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.

TAKEDA, A. M.; SHIMIZU, G.Y.; HIGUTI, J. Variações espaço-temporais da comunidade zoobêntica. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, químicos, biológicos e sócio-econômicos**. Maringá: EDUEM. p. 157-177. 1997.

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.

TELES, M. E. O.; GODINHO, H. P. 1997. Ciclo reprodutivo da pirambeba *Serrasalmus brandtii* (Teleostei, Characidae) na represa de Três Marias, rio São Francisco. **Rev. Brasil. Biol.** v. 57, n. 2. p. 177-184.

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.

TUNDISI, J.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de textos. 631p. 2008.

UTERMOHL, H. Zur vervollkommer der quantitativen phytoplankton methodik. **Mitt it Verein. Theor. Angew. Limnol.**, v. 10, p. 109-122. 1958.

VALENTIN, J. L. **L’Ecologie du plancton dans la remontée de Cabo frio (Brésil)**. These, L’Université D’Aix-Marseille II, França, 1983, 258 p.

VALENTIN, J. L.; MACEDO-SAIDAH, F. E.; TENENBAUM, D. R.; SILVA, N. L. A. Diversidade específica para análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicação ao ecossistema da ressurgência de Cabo frio (RJ). **Nerítica**, 6(1/2):7-26. 1991.

VAZ, J. F.; TELES, H. M. S.; CORREA, M. A.; LEITE, S. P. S. Ocorrência no Brasil de *Thiara (Melanoides) tuberculata* (O.F. Muler, 1774) (Gastropoda, Prosobranchia) primeiro hospedeiro intermediário de *Clonorchis sinensis* (Corbold, 1875) (Trematoda, Platyhelminthes). **Revista de Saúde Pública**, v. 20, n.4, p.318-322. 1986.

VAZZOLER, A.E.A. de M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM, 169p.

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 2008 a setembro de 2009.

Variável	Unidade	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude	Variância	Desvio padrão
Nitrogênio amoniacal total	µg.L ⁻¹ N	21,08	14,48	0,00	119,73	119,73	481,24	21,94
Nitrito	µg.L ⁻¹ N	1,61	1,39	0,00	6,10	6,10	1,39	1,18
Nitrato	µg.L ⁻¹ N	50,50	27,61	0,24	259,57	259,34	2814,05	53,05
Fosfato inorgânico	µg.L ⁻¹ P	11,63	8,43	0,00	130,74	130,74	367,05	19,16
Fosfato total	µg.L ⁻¹ P	24,38	16,58	3,01	195,95	192,93	709,81	26,64
Fósforo total	µg.L ⁻¹ P	59,61	44,61	4,96	366,80	361,85	3475,69	58,95
Alcalinidade total	mg.L ⁻¹ CaCO ₃	34,87	29,75	11,50	142,50	131,00	577,95	24,04
Dureza total	mg.L ⁻¹ CaCO ₃	31,66	24,22	11,21	241,83	230,62	1205,42	34,72
Cálcio	mg.L ⁻¹ Ca	7,35	6,25	2,00	35,03	33,03	27,24	5,22
Magnésio	mg.L ⁻¹ Mg	3,23	2,14	0,73	39,54	38,81	29,39	5,42
Cloretos	mg.L ⁻¹ Cl	29,32	20,00	10,00	292,50	282,50	1774,90	42,13
Clorofila-a	µg.L ⁻¹	3,11	2,40	0,00	19,88	19,88	8,77	2,96
Feofitina	µg.L ⁻¹	1,95	1,42	0,00	8,34	8,34	2,70	1,64
Sílica	mg.L ⁻¹ SiO ₂	3,23	3,26	0,38	17,78	17,41	3,36	1,83
DQO	mg.L ⁻¹ O ₂	39,52	36,22	0,00	119,69	119,69	544,97	23,34
Turbidez	UNT	4,67	4,00	0,80	30,90	30,10	14,10	3,76
Sólidos sedimentáveis	mL.L ⁻¹	0,003	0,000	0,000	0,100	0,100	0,000	0,018
Sólidos suspensos totais	g.L ⁻¹	0,0023	0,0012	0,0002	0,0220	0,0218	0,0000	0,0037
Sólidos suspensos orgânicos	g.L ⁻¹	0,0008	0,0007	0,0000	0,0033	0,0033	0,0000	0,0007
Sólidos suspensos inorgânicos	g.L ⁻¹	0,0015	0,0007	0,0000	0,0198	0,0198	0,0000	0,0032
Frações Inorgânicos	%	50,36	55,40	0,00	90,91	90,91	576,96	24,02
Frações Orgânicos	%	49,64	44,60	9,09	100,00	90,91	576,96	24,02
Temperatura	°C	27,01	27,09	24,78	31,47	6,69	2,40	1,55
Oxigênio dissolvido	mg.L ⁻¹ O ₂	6,85	7,04	2,53	8,08	5,55	0,80	0,90
pH	-	7,55	7,69	2,55	9,18	6,63	0,59	0,77
Condutividade elétrica	µS/cm	127,64	72,00	66,00	1572,00	1506,00	51381,54	226,67
Salinidade	-	0,06	0,03	0,03	0,79	0,76	0,01	0,11
Sólidos dissolvidos totais	g.L ⁻¹	0,083	0,047	0,043	1,022	0,979	0,022	0,147
Transparência da água	m	3,12	2,50	0,30	7,00	6,70	2,19	1,48
Zona eufótica	m	8,90	8,01	2,45	18,52	16,07	13,86	3,72
K	m ⁻¹	0,19	0,18	0,02	0,63	0,61	0,02	0,13

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 2008 a setembro de 2009. 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	0,0482	0,0093	0,0733
Nitrito	0,8244	0,0001	0,0383
Nitrato	0,8908	0,0001	0,8811
Fosfato inorgânico	0,2906	0,0001	0,1769
Fosfato total	0,0151	0,0001	0,8229
Fósforo total	0,1177	0,0001	0,5529
Alcalinidade total	0,4319	0,0001	0,5407
Dureza total	0,0015	0,0001	0,3434
Cálcio	0,3741	0,0001	0,2019
Magnésio	0,0001	0,0375	0,9163
Cloretos	0,0037	0,0001	0,7224
Clorofila-a	0,0005	0,2499	0,9895
Feofitina	0,2304	0,1851	0,8213
Sílica	0,0392	0,0001	0,5708
DQO	0,0008	0,2283	0,9352
Turbidez	0,4176	0,0001	0,7808
Sólidos sedimentáveis	0,0018	0,5617	0,0428
Sólidos suspensos totais	0,1815	0,0131	-
Sólidos suspensos orgânicos	0,2632	0,5149	-
Sólidos suspensos inorgânicos	0,1354	0,0027	-
Frações Inorgânicos	0,3406	0,0034	-
Frações Orgânicos	0,3406	0,0034	-
Temperatura	0,4881	0,0001	0,0112
Oxigênio dissolvido	0,0012	0,0001	0,0001
pH	0,0165	0,0001	0,0001
Condutividade elétrica	0,0003	0,0001	0,5938
Salinidade	0,0007	0,0001	0,9611
Sólidos dissolvidos totais	0,0003	0,0001	0,7602
Transparência da água	0,2563	0,0001	-
Zona eufótica	0,5435	0,0001	-
K	0,5821	0,0001	-

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 2008 a setembro de 2009.

Variável	Unidade	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude	Variância	Desvio padrão
IETM (DS)	-	36,11	37,55	22,69	68,14	45,44	59,32	7,70
IETM (CHL)	-	38,68	39,30	0,00	60,55	60,55	101,47	10,07
IETM (PT)	-	52,11	51,52	35,67	81,91	46,24	101,90	10,09
IETM (PSR)	-	43,31	43,76	0,00	85,93	85,93	151,28	12,30
IET Médio	-	43,47	43,76	14,13	71,78	57,66	51,85	7,20

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 2008 a setembro de 2009. Valores em negrito correspondem àqueles considerados significativos ($p \leq 0,05$).

Variável	Valores de "P" para estações	Valores de "P" para meses
IETM (DS)	0,2563	0,0001
IETM (CHL)	0,0595	0,4872
IETM (PT)	0,4626	0,0001
IETM (PSR)	0,8481	0,0001
IET Médio	0,3960	0,0001

Tabela 5 - Dados descritivos dos parâmetros de gases totais dissolvidos dos reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (Moxotó, PA I, II, III e IV), para o período entre dezembro de 2008 a setembro de 2009.

Variável	Unidade	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude	Variância	Desvio padrão
PTG 0m(%)	%	100,82	100,63	99,18	103,65	4,46	1,08	1,04
PTG 5m(%)	%	101,62	101,21	98,37	109,19	10,82	4,36	2,09
PTG 10m(%)	%	101,57	101,14	97,15	112,30	15,14	6,64	2,58
PTG 15m(%)	%	100,87	100,35	94,68	110,81	16,13	6,70	2,59

Tabela 6 - 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 gases totais dissolvidos, no período entre dezembro de 2008 a setembro de 2009. Valores em negrito correspondem àqueles considerados significativos ($p \leq 0,05$).

Variável	Valores de "P" para estações	Valores de "P" para meses
PTG 0m(%)	0,2472	0,0001
PTG 5m(%)	0,6334	0,0001
PTG 10m(%)	0,9576	0,0001
PTG 15m(%)	0,6606	0,0002

Tabela 7 - Limites estabelecidos para algumas variáveis de qualidade da água, pela Resolução nº. 357 do CONAMA de 17 de março de 2005, para águas da Classe II.

Variáveis	Limites
Sólidos dissolvidos totais	500 mg.L ⁻¹
Fósforo total	até 0,030 mg.L ⁻¹ , em ambientes lênticos; até 0,050 mg.L ⁻¹ , em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico
Cloreto	250 mg.L ⁻¹
Clorofila-a	30 µg.L ⁻¹
Nitrito	1,0 mg.L ⁻¹
Nitrato	10 mg.L ⁻¹
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg.L ⁻¹ N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg.L ⁻¹ N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg.L ⁻¹ N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg.L ⁻¹ N, para pH > 8,5
Oxigênio dissolvido	não inferior a 5 mg.L ⁻¹
pH	6,0 a 9,0
Turbidez	100 UNT
Óleo e graxas	virtualmente ausentes