



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DOUTORADO SOCIEDADE, NATUREZA E
DESENVOLVIMENTO**

JÉSSICA DA SILVA AZEVEDO

**DIVERSIDADE DE DIATOMÁCEAS (BACILLARIOPHYTA) PERIFÍTICAS NO
RESERVATÓRIO DE CURUÁ-UNA (SANTARÉM, AMAZÔNIA, BRASIL)**

**SANTARÉM-PA
2020**

JÉSSICA DA SILVA AZEVEDO

**DIVERSIDADE DE DIATOMÁCEAS (BACILLARIOPHYTA) PERIFÍTICAS NO
RESERVATÓRIO DE CURUÁ-UNA (SANTARÉM, AMAZÔNIA, BRASIL)**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Doutorado Sociedade Natureza e Desenvolvimento, como componente curricular obrigatório para a obtenção do título de Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Oeste do Pará.

Área de concentração: Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio de Melo

Co-Orientadora: Prof. Dra. Dávia Marciana Talgatti

**SANTARÉM-PA
2020**

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

- A994d Azevedo, Jéssica da Silva
Diversidade de diatomáceas (*Bacillariophyta*) perifíticas no reservatório de Curuá-Una (Santarém, Amazônia, Brasil)./ Jéssica da Silva Azevedo. – Santarém, 2020.
126 p. : il.
Inclui bibliografias.
- Orientador: Sérgio de Melo
Coorientadora: Dávia Marciana Talgatti
Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação Doutorado em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento.
1. Biodiversidade. 2. Flora ficológica. 3. Diatomáceas perifíticas. I. Melo, Sérgio de, *orient.*
II. Talgatti, Dávia Marciana, *coorient.* III. Título.

CDD: 23 ed. 579.85098115



Universidade Federal do Oeste do Pará

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DOUTORADO EM SOCIEDADE
NATUREZA E DESENVOLVIMENTO**

ATA Nº 43

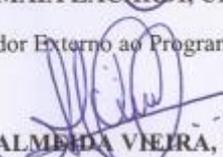
Ao vigésimo oitavo dia do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte, às oito horas e trinta minutos, na sala 107 da unidade Amazônia, da Universidade Federal do Oeste do Pará UFOPA, realizou-se a SESSÃO PÚBLICA de defesa da Tese de Doutorado em Ciências Ambientais área de concentração SOCIEDADE, NATUREZA E DESENVOLVIMENTO, linha de pesquisa RECURSOS NATURAIS, BIODIVERSIDADE E BIOPROSPECÇÃO NA AMAZÔNIA, intitulada BIODIVERSIDADE DE DIATOMÁCEAS (BACILLARIOPHYTA) PERIFÍTICAS E SEU USO COMO BIOINDICADORAS DA QUALIDADE DA ÁGUA NO RESERVATÓRIO DE CURUÁ-UNA (SANTARÉM, AMAZÔNIA, BRASIL), do discente JÉSSICA DA SILVA AZEVEDO. A Banca Examinadora e Julgadora, aprovada e homologada pelo Colegiado, constitui-se dos seguintes professores doutores: PRESIDENTE: SERGIO DE MELO (Orientador/PPGSND/UFOPA); TITULAR 1: THIAGO ALMEIDA VIEIRA (PPGSND/UFOPA); TITULAR 2: JOSE MAX BARBOSA DE OLIVEIRA JUNIOR (PPGSND/UFOPA); TITULAR 3: JOAO RICARDO VASCONCELLOS GAMA (PPGSND/UFOPA); TITULAR 4: MAXWELL BARBOSA DE SANTANA (PPGBIOCIÊNCIAS/UFOPA); TITULAR 5: DIEGO MAIA ZACARDI (PPGRACAM/UFOPA); SUPLENTE: KEID NOLAN SILVA SOUSA (PPGRNA/UFOPA). Em conformidade com o Regimento Interno do Programa, o Presidente da Banca, Prof. Dr. SERGIO DE MELO, abriu a sessão, passando a palavra à discente, que fez a exposição do trabalho, seguido da arguição de todos os membros da Banca. Finda a arguição, a Banca Examinadora e Julgadora se reuniu, sem a presença da doutoranda e do público, deliberando pelo seguinte parecer: aprovada; () sujeita à reformulação; () reprovada, seguindo o prazo definido no Regimento do Programa. Nada mais havendo por constar, lavrou-se e fez-se a leitura da presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora e Julgadora, Presidente da Banca e Doutoranda. Santarém (PA), vigésimo oitavo dia do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte, às doze horas.


Dr. MAXWELL BARBOSA DE SANTANA, UFOPA

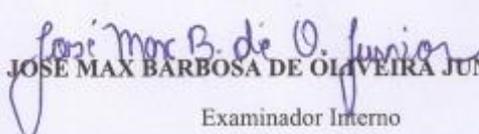
Examinador Externo ao Programa


Dr. DIEGO MAIA ZACARDI, UFOPA

Examinador Externo ao Programa


Dr. THIAGO ALMEIDA VIEIRA, UFOPA

Examinador Interno


Dr. JOSÉ MAX BARBOSA DE OLIVEIRA JUNIOR, UFOPA

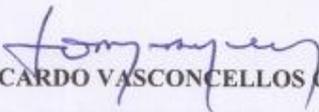
Examinador Interno



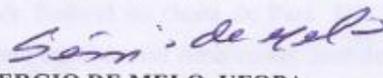
Universidade Federal do Oeste do Pará

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DOUTORADO EM SOCIEDADE
NATUREZA E DESENVOLVIMENTO**

ATA Nº 42


Dr. JOAO RICARDO VASCONCELLOS GAMA, UFOPA

Examinador Interno


Dr. SERGIO DE MELO, UFOPA

Presidente

JÉSSICA DA SILVA AZEVEDO

Doutorando


Dr. MAXWELL BARBOZA DE SANTANA, UFOPA


Dr. SERGIO DE MELO, UFOPA


Dr. JOAO RICARDO VASCONCELLOS GAMA, UFOPA

À minha família!

“Meu bem mais precioso”

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação Doutorado Sociedade Natureza e Desenvolvimento, e professores, pela oportunidade de avançar na formação acadêmica diferenciada e de qualidade.

À FAPESPA- Fundação Amazônia de Amparo a Estudo e Pesquisas pela concessão de bolsa de estudos de Pós-Graduação em nível de Doutorado.

À UFOPA, ao Laboratório Recepção de amostras e Laboratório Multidisciplinar de Biologia aplicada em especial pelo apoio dos técnicos pelo auxílio no uso de equipamentos laboratoriais e transportes cedidos para uso no campo, tornando este trabalho possível.

Aos meus pais, Maria do Socorro e Eliezer Azevedo que tornaram essa minha caminhada mais leve, e que todos os dias torceram para que eu pudesse concluir mais essa etapa da minha vida.

Ao meu padrasto Valdir Brandielli, que contribuiu financeiramente nas minhas idas à campo para que eu pudesse alcançar os meus objetivos com alegria e sucesso.

Ao meu esposo Benjamin Alves por ter sido tão maravilhoso comigo desde a construção da minha tese até a versão final, sou grata pelos abraços e palavras de incentivo quando eu pensei que não fosse conseguir concluir, pelos cafezinhos e orações que me sustentaram nos momentos mais difíceis. Obrigada meu amor, por ter me ajudado a ser uma mulher indesejável.

Aos meus irmãos e cunhadas que me presentearam com dois sobrinhos lindos “Maria Valentina e João Miguel” com certeza foi a maior alegria que eu tive durante essa caminhada de doutorado, são duas crianças tão doces e amorosas que animaram os meus dias mais cinzentos com uma simples ligação de vídeo chamada.

Ao meu orientador Sérgio Melo que me orienta desde o mestrado, foi o primeiro a me aconselhar sobre um possível doutorado, acreditou no meu potencial, e me conduziu para que eu pudesse chegar até aqui.

A minha co-orientadora, Dra. Dávia Talgatti que me recebeu de uma forma muito acolhedora em 2014 no seu laboratório em Porto Alegre, e que desde então eu não desgrudei dela. Dávia, te agradeço por ter investido tempo e paciência nas correções de todos os trabalhos. Você foi chave fundamental para todos eles!

Ao meu amigo Paulo Brasil por ter tornado as idas a campo mais divertidas, pelos conselhos fundamentais para a elaboração da tese, e por seus ensinamentos incansáveis nas análises de estatísticas multivariadas.

A todas as meninas do laboratório recepção de amostras: Gabi Vidal, Astrid, Thainá, Lívia, Carlinha, Jael, Keici, e especialmente, a coordenadora do laboratório Andreia Cavalcante Pereira que

contribuiu significativamente em seu laboratório, por ter esbanjado sabedoria quando o assunto era “diatomáceas”, e por ter sido tão preocupada com o conforto de todos no laboratório.

Agradeço a todos os familiares, parentes e amigos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a execução deste trabalho.

“... e conhecereis a verdade, e a verdade vos libertará. ”

Jesus Cristo. Evangelho segundo João 8:32.

RESUMO

As diatomáceas, são as principais algas encontradas na comunidade perifítica, além da fundamental contribuição na cadeia trófica podem também ser utilizadas com eficiência na avaliação de condições ambientais em rios, riachos, reservatórios e lagos. Visando averiguar a composição (inventário florístico) da comunidade de diatomáceas perifíticas do reservatório de Curuá- Una (Santarém- PA), bem como analisar a distribuição desta comunidade de algas perifíticas no rio e reservatório de Curuá-Una em relação aos dados abióticos. O presente estudo realizou coletas entre os meses de maio 2016 a abril 2017 em seis pontos de coletas diferenciados, distribuídos ao longo do reservatório de Curuá-Una (zona lacustre), e foz dos rios Moju e Mojuí em dois períodos (menos chuvoso e chuvoso) totalizando 24 amostras. A cada amostragem, foram realizadas medições *in situ* de variáveis físicas e química da águas. As diatomáceas perifíticas foram obtidas por meio de substratos artificiais (amostradores) tipo EDS (Epilithic Diatom Sampler). Durante toda a amostragem foram registrados 172 táxons, pertencentes a 34 gêneros e a 21 famílias. Os gêneros mais representativos foram *Eunotia* Ehrenberg, seguido de *Gomphonema* Ehrenberg, *Frustulia* Rabenhorst e *Encyonema* Kützing. A diversidade de Shannon variou no reservatório entre os períodos mais e menos chuvoso. Foi registrado a existência de um padrão espacial entre as amostras, e a comunidade de diatomáceas esteve estruturada em três grupos distintos, e a composição das diatomáceas perifíticas estiveram fortemente associadas pelas variáveis ambientais condutividade, pH, DBO, amônio, sílica, temperatura e transparência. A grande maioria das espécies registradas foram consideradas raras, algumas se destacaram como esporádicas e poucas foram consideradas frequentes ou constantes. Os resultados mostraram alta diversidade de táxons em toda a amostragem quando comparados com outros estudos realizados com amostradores tipo EDS no Brasil, além disso, propiciou melhor compreensão a respeito da composição florística do perifíton nos ambientes aquáticos amazônicos. O reservatório de Curuá-Una está relativamente preservado, no entanto apresenta indícios de leve a moderado grau de influência antrópica, os quais estão associados ao inadequado uso do solo no entorno deste ambiente aquático.

Palavras-chave: Biodiversidade. Flora ficológica. Diatomáceas perifíticas. Ambiente lacustre.

ABSTRACT

The diatoms are main algae in the periphytic communities. In addition to the fundamental contribution to the trofic chain, they can also be used efficiently in the assessment of environmental conditions in rivers, streams, reservoirs and lakes. Aiming to investigate the composition (floristic survey) of the periphytic diatom community of the Curuá-Una reservoir (Santarém-PA), as well as analyzing the distribution of this community of periphytic algae in the river and Curuá-Una reservoir in relation to abiotic data. This study carried out collections between the months of May 2016 and April 2017 in six different sites, distributed over of the Curuá-Una reservoir (lake zone), mouth of the Moju and Mojui rivers (transiotinal zone/ influence lotic environment) in two periods (less rainy and rainy) totaling 24 samples. Measurements were taken in each sampling *in situ* of physical and chemical varieties of water. Periphytic diatoms were obtained using artificial substrates (samplers) type EDS (Epilithic Diatom Sampler). In total, 172 taxa were recorded throughout the sample, belonging to 34 genus and 21 families. The most representatives' genus was *Eunotia* Ehrenberg, *Gomphonema* Ehrenberg, *Frustulia* Rabenhorst and *Encyonema* Kützing. The Shannon diversity ranged in the reservouir in the rainy season between from less rainy season. It was revealed the existence of a spatial pattern between the samplers, and that diatoms community is structured in three distinct groups. Canonical correspondence analysis showed that the composition of the periphytic diatoms is strongly associated by the environmental variables conductivity, pH, BOD, ammonium, silica, temperature and transparency. It was also possible to observe that most of the registered species were considered rare, some species stood out as sporadic and few were considered frequent or constant. The results observed in the present study showed a high diversity of taxa throughout the sample when compared with other studies carried out with EDS type samplers in Brazil, in addition, it provided a better understanding of the floristic composition of the periphery in Amazonian aquatic environments. The Curuá-Una reservoir is relatively preserved, however it shows signs of mild to moderate degree of anthropic influence, which are associated with the inadequate use of the soil around this aquatic environment.

Keywords: Biodiversity. Phycological flora. Periphytic diatoms. Environment lake.

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Localizado nas proximidades da comunidade Sempre Verde	26
Fotografia 2 - Localizado nas proximidades da comunidade Porto Novo	26
Fotografia 3 - Localizado à frente da Fazenda Casa Verde - Comunidade Porto Novo.	27
Fotografia 4 - Localizado nas proximidades da comunidade Novo Horizonte – Porto Alegre.	27
Fotografia 5 - Localizado à frente da Comunidade Castanheira.	28
Fotografia 6 - Localizado na Foz do Rio Mojú e Mojuí – Comunidade Vista Alegre.....	28
Fotografia 7 - Localizado nas proximidades da Comunidade Sempre Verde.	29
Fotografia 8 - Exemplo de um substrato artificial (amostrador com as lâminas de acrílico)...	30
Fotografia 9 - Amostrador submerso na sub-superfície da coluna d'água ao longo do reservatório de Curuá-Una.....	30
Fotografia 10 - a) Material perifítico (aderido ao substrato; b) Raspagem do substrato artificial para obtenção do material perifítico.	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variação espaço-temporal dos valores de profundidade medidos no reservatório de Curuá-una. (Período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).....	70
Gráfico 2 - Variação espaço-temporal dos valores de transparência da água medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).	71
Gráfico 3 - Variação espaço-temporal dos valores de temperatura medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).....	72
Gráfico 4 - Variação espaço-temporal dos valores de condutividade elétrica medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).	73
Gráfico 5 - Variação espaço-temporal dos valores de pH medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).....	74
Gráfico 6 – Variação espaço-temporal dos valores de Oxigênio Dissolvido medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).	75
Gráfico 7 - Variação espaço-temporal dos valores de DBO medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).	76
Gráfico 8 - Variação espaço-temporal dos valores de turbidez medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).....	77
Gráfico 9 - Variação espaço-temporal dos valores de nitrogênio amoniacal medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).	78
Gráfico 10 - Variação espaço-temporal dos valores de nitrato medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).	79

Gráfico 11 - Variação espaço-temporal dos valores de sílica medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).	80
Gráfico 12 - Variação espaço-temporal dos valores de concentração fósforo medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).	81
Gráfico 13 - Variação da riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) no ponto (1) dos quatro meses de coleta (maio/2016 a março/2017).....	95
Gráfico 14 - Variação da dominância e diversidade de Shannon no ponto (1) dos quatro meses de coleta. (maio/2016 a março/2017).	96
Gráfico 15 - Variação da riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) no ponto (2) dos quatro meses de coleta (setembro/2016 a abril/2017).....	96
Gráfico 16 - Variação da dominância e diversidade de Shannon no ponto (2) dos quatro meses de coleta (setembro/2016 a abril/2017).	97
Gráfico 17 - Variação da riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) no ponto (3) dos quatro meses de coleta (julho/2016 a abril/2017).	98
Gráfico 18 - Variação da dominância e diversidade de Shannon no ponto (3) dos quatro meses de coleta (julho/2016 a abril/2017).....	98
Gráfico 19 - Variação da riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) no ponto (4) dos quatro meses de coleta (agosto/2016 a abril/2017).	99
Gráfico 20 - Variação da dominância e diversidade de Shannon no ponto (4) dos quatro meses de coleta (agosto/2016 a abril/2017).	100
Gráfico 21 - Variação da riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) no ponto (5) dos quatro meses de coleta (maio/2016 a dezembro/2016).....	101
Gráfico 22 - Variação da dominância e diversidade de Shannon no ponto (5) dos quatro meses de coleta (maio/2016 a dezembro/2017).	101
Gráfico 23 - Variação da riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) no ponto (6) dos quatro meses de coleta (julho/2016 a abril/2017).	103
Gráfico 24 - Variação da dominância e diversidade de Shannon no ponto (6) dos quatro meses de coleta (julho/2016 a abril/2017).....	103
Gráfico 25 - Ordenação pela análise das componentes principais (PCO) dos pontos de coletas localizados no reservatório de Curuá-Una.	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados de referências das amostras coletadas no reservatório de Curuá-Una, indicando o número de registro no herbário, data de coleta, pontos. *Coletores (Azevedo, J.S & Talgatti, D.M).....	46
Tabela 2: Lista de espécies de <i>Encyonema</i> encontradas na região amazônica brasileira. 1: espécies encontradas no estado do Amazonas, 2: espécies encontradas no estado do Pará, 3: espécies encontradas no presente estudo (reservatório de Curuá-Una).....	46
Tabela 3 - Códigos dos dados químicos.	66
Tabela 4 - Dados de referências das amostras coletadas no reservatório de Curuá-Una, indicando o número de registro no herbário, data de coleta, pontos.*Coletores (Azevedo, J.S & Talgatti, D.M).....	66
Tabela 5 - Lista dos táxons registrados nas 24 amostras do reservatório de Curuá-una com os seus respectivos índices de constância.	82
Tabela 6 - Listas das espécies constantes e frequentes do índice de constância, acompanhadas dos valores mínimos e máximos das variáveis abióticas da água do reservatório de Curuá-UnaCond: condutividade; Temp: temperatura; O.D: oxigênio dissolvido; Turb: Turbidez; A: amônio; F.T: fósforo total.....	91
Tabela 7 - Resultado da análise da PERMANOVA two-way considerando Fator 1 (espaço-pontos de amostragem) e o Fator 2 (tempo- meses de coleta).....	105
Tabela 8 - Resumo estatístico dos resultados da análise de correspondência canônica CCA entre as variáveis ambientais e a comunidade perifítica, a seleção das variáveis ambientais a partir do método forward selection, utilizando o teste de Monte Carlo.	105

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Mapa 1 - Localização geográfica indicando os pontos de amostragem (pontos pretos) ao longo do reservatório de Curuá-una.	24
Mapa 2 - Imagem georreferenciada do reservatório de Curuá-Una, indicando os pontos de amostragem (círculos na cor: preta).	44
Figura 1 - Imagens de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. Figs.: 2-10: 2-4 <i>Encyomena incurvatum</i> em MO; 5-7: <i>E. incurvatum</i> em MEV. 5: Vista externa, aspecto geral da valva. 6: Região central mostrando as extremidades proximais da rafe que terminam em poro. 7: Morfologia das aréolas (seta) e extremidade distal da rafe em forma de gancho (seta). 8-10: <i>Encyonema jemtlandicum</i> . 8-9 vista geral em MO. 10: vista externa em MEV. Escala em MO = 10 µm.....	50
Figura 2 - Imagens de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. Figs 11-23: 11-14. <i>Encyomena neogracile</i> em MO. 15: vista externa e aspecto geral da valva de <i>E. neogracile</i> em MEV. 16-23. <i>Encyonema neogracile</i> var. <i>tenuipunctata</i> . 16-18 em MO e 19-23 em MEV. 19: Vista externa, aspecto geral da valva. 20: Vista interna, região central da valva e setas indicando a morfologia das aréolas e estigmóide em formato de fenda. 21: Região central mostrando as extremidades proximais da rafe e seta indicando o estigma. 22-23. Ápices mostrando extremidades distais em forma de gancho e ausência de campo de poros. Escala em MO = 10µm.	53
Figura 3 - Imagens de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. Figs.: 24-30: 24-26: <i>Encyomena neomesianum</i> 24-25 em MO e 26 em MEV. 27. <i>Encyonema perminutum</i> ; 28-30: <i>Encyonema</i> cf. <i>subelginense</i> . 28: vista geral da valva em MO. 29-30 Imagens em MEV. 29: vista externa, aspecto geral da valva. 30: Região central, seta indicando extremidades proximais da rafe que terminam em poro. Escala em MO =10µm.	57
Figura 4 - Imagens em M.O das 37 espécies abundantes acima de 10% Fig. 1: <i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki, Fig. 2: <i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen, Fig. 3: <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen, Fig. 4: <i>Brachysira brebissonii</i> R.Ross, Fig. 5: <i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) P. Compère, Fig. 6: <i>Brachysira rostrata</i> Lange Bertalot, Fig. 7: <i>Brachysira</i> sp, <i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee, Fig. 8: Fig. 9: <i>Discostella stelligera</i> var. <i>elliptica</i> (Frenguelli) Guerrero & Echenique, Fig. 10: <i>Encyonema incurvatum</i> Krammer, Fig. 11: <i>Encyonema neogracile</i> Krammer, Fig. 12: <i>Encyonema neogracile</i> var. <i>tenuipunctata</i> Krammer, Fig. 13: <i>Eunotia mucophila</i> ,Fig.14: <i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg)Schaarschmidt, Fig. 15: <i>Eunotia botuliformis</i> F.Wild, Nörpel & Lange-	

Bertalot, Fig. 16: <i>Eunotia flexuosa</i> (Brébisson ex Kützing) Kützing, Fig. 17: <i>Eunotia meridiana</i> Metzeltin & Lange-Bertalot, Fig. 18: <i>Eunotia naegelii</i> Migula, Fig. 19: <i>Eunotia</i> sp7, Fig. 20: <i>Eunotioforma</i> cf <i>curvula</i> (Hustedt) J.P. Kociolek & A.L. Burliga, Fig. 21: <i>Eunotioforma</i> sp1, Fig. 22: <i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton.	110
Figura 5 - Imagens em M.O das 37 espécies abundantes acima de 10% (continuação): Fig. 23: <i>Frustulia undosa</i> Metzeltin & Lange-Bertalot, Fig. 24: <i>Gomphonema archaevibrio</i> Lange-Bertalot & Reichardt, Fig. 25: <i>Gomphonema guaraniarum</i> Metzeltin & Lange-Bertalot, Fig. 26: <i>Gomphonema naviculoides</i> W. Smith, Fig. 27: <i>Navicula leptostriata</i> Jorgensen, Fig. 28: <i>Nupela</i> sp1, Fig. 29: <i>Nupela</i> sp2, Fig. 30: <i>Nupela rumrichorum</i> Lange-Bertalot, Fig. 31: <i>Ulnaria</i> cf <i>acus</i> (Kützing) M. Aboal, Fig. 32: Vista conectival de <i>Achnantheidium</i> , Fig. 33: Vista conectival de <i>Eunotia</i> 1, Fig. 34: Vista conectival de <i>Eunotia</i> 2, Fig. 35: Vista conectival de <i>Eunotia</i> 3, Fig. 36: Vista conectival de <i>Encyonema</i> , Fig. 37: Vista conectival sp8.....	111
Diagrama 1 - Ordenação baseada na Análise de Correspondência Canônica (CCA) com as variáveis abióticas selecionadas pelo método Forward, pontos amostrais e as 37 espécies de diatomáceas.	107

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	19
2 INTRODUÇÃO GERAL	20
3 OBJETIVOS.....	23
3.1 Objetivo Geral	23
3.2 Objetivos Específicos	23
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, AMOSTRAGEM E MÉTODO DE COLETA DO MATERIAL PERIFÍTICO NO CAMPO	24
4.1 Descrição dos Pontos de Amostragem.....	25
4.2 Amostragem.....	29
<i>4.2.1 Método de coleta do material perifítico.....</i>	<i>30</i>
5 ENCYONEMA KÜTZING (BACILLARIOPHYTA) NA COMUNIDADE PERIFÍTICA DE UM RESERVATÓRIO AMAZÔNICO (PARÁ, BRASIL)	43
5.1 Material e Métodos	44
<i>5.1.1 Amostragem</i>	<i>44</i>
<i>5.1.2 Preparação do material e identificação</i>	<i>45</i>
5.2 Resultados e Discussão.....	46
5.3 Conclusão.....	58
REFERÊNCIAS	58
6 DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-SAZONAL DA COMUNIDADE DE DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS DO RESERVATÓRIO DE CURUÁ-UNA (PARÁ, BRASIL).....	62
6.1 Introdução.....	63
6.2 Material e Métodos	63
<i>6.2.1 Preparação do material.....</i>	<i>66</i>
<i>6.2.2 Análises das amostras perifíticas.....</i>	<i>66</i>
<i>6.2.3 Análise dos dados físico-químicos</i>	<i>67</i>
<i>6.2.4 Análise dos dados bióticos.....</i>	<i>68</i>
6.3 Resultados	69
<i>6.3.1 Análise dos dados abióticos.....</i>	<i>69</i>

6.3.2 <i>Análise da comunidade de diatomáceas perifíticas</i>	82
6.3.3 <i>Atributos da Comunidade (riqueza, abundância, dominância e diversidade)</i>	95
6.4 Discussão	112
6.5 Conclusão	118
REFERÊNCIAS	120

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento está organizado em capítulos, os quais abordam aspectos florísticos e taxonômicos do grupo das diatomáceas, bem como a distribuição dos táxons em diferentes regiões do reservatório de Curuá-Una, descrevendo as variáveis ambientais de cada local, desta forma buscando as relações entre as comunidades de diatomáceas perifíticas e as informações ambientais, como valores de nutrientes, parâmetros físicos e químicos da água.

O capítulo 1 descreve a taxonomia do gênero *Encyonema* Kützing na comunidade perifíticas do reservatório de Curuá-Una. Neste capítulo são apresentadas imagens em microscopia óptica e eletrônica de táxons do gênero, o qual é um dos mais representativos na comunidade diatomológica do reservatório. O manuscrito foi elaborado buscando descrever as espécies de forma comparativa com a bibliografia que as descreveu originalmente. Além disso, foram adicionadas informações sobre a distribuição e dados ambientais dos locais onde os táxons ocorreram. Este capítulo foi desenvolvido em colaboração com a pesquisadora Andréia Pereira, especialista em taxonomia de diatomáceas amazônicas.

O capítulo 2 trata do levantamento da composição taxonômica das espécies das diatomáceas perifítica do reservatório de Curuá-Una e a relação dos táxons com as variáveis abióticas (profundidade, transparência da água, temperatura da água, oxigênio dissolvido, condutividade, pH, Turbidez, Amônio, Nitrato, Fósforo Total, Sílica e Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO⁵). Neste capítulo é apresentada a lista geral dos táxons, a fim de contribuir com o aumento do conhecimento da flora ficológica no estado do Pará, além disso são exploradas as variações espaciais e temporais das comunidades e a sua relação com as variáveis físicas e químicas do reservatório de Curuá-Una.

2 INTRODUÇÃO GERAL

Os sistemas hídricos são formados por ambientes lênticos lentos ou com ausência de fluxo (como lagos); lótico com vazão (como rios) e ambientes semilóticos, com águas calmas que preservam características de ambientes lóticos (como reservatórios). Os reservatórios são caracterizados como um ecossistema lacustre originado a partir do represamento de um curso de rio com a finalidade de abastecimento doméstico e industrial, bem como irrigação, navegação, geração de energia elétrica e, até mesmo lazer (ESTEVES, 2011).

A construção de reservatórios tem a função de armazenar a água que escoar em um curso pluviométrico, porém a finalidade deste armazenamento pode ter distintos objetivos para favorecer a sociedade, considerando as seguintes finalidades: abastecimento da população, irrigação, navegação, controle de cheias e geração de energia elétrica. Além disso, interfere substancialmente nas características físicas, químicas e biológicas do sistema aquático, afetando a qualidade da água (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008, MEES, 2016).

Nesse sentido, os ambientes de água doce representam recursos vitais para o ser humano, como também se constitui um habitat ideal para a manutenção da biota e das espécies endêmicas (JUNK *et al.*, 2014). Portanto, o conhecimento dos organismos aquáticos e da cadeia alimentar de um reservatório é de grande importância, pois a presença ou ausência de certas espécies e a composição das comunidades existentes servem como indicadores do "status" da qualidade da água (STRASKRABA; TUNDISI, 2000).

Os organismos mais estudados do perifíton são as algas, produtor primário que possui maior importância nos ecossistemas aquáticos, sendo constituído como fonte de alimento para vários grupos de insetos aquáticos e para a fauna bentônica (MOSCHINI-CARLOS, 1999). Além disso, são responsáveis pela fonte de matéria orgânica autóctone do ambiente (BICUDO *et al.*, 1995). O crescimento e a reprodução dessas algas perifíticas são determinadas por diferentes fatores físicos, químicos e biológicos, tais como: luz, nutrientes, correnteza, abrasão, temperatura, substratos e predadores (FELISBERTO; MURAKAMI, 2013).

As algas perifíticas, além de desempenharem um importante papel ecológico, também representam a análise do presente estado da diversidade destas algas na Amazônia, que constitui uma etapa fundamental para a o cumprimento da estratégia nacional da diversidade biológica. Deste modo, a perda de habitats leva à perda de espécies desconhecidas. Sendo, portanto, um desafio para a conservação, a efetivação de um banco de dados sólidos da diversidade dos organismos que compõem a mega diversidade brasileira (WETZEL, 2011).

Apesar da notável importância ecológica em ambientes lênticos e lóticos, as algas do perifíton são pouco estudadas. Schneck (2013) acrescenta que os primeiros estudos ecológicos sobre perifíton foram realizados na primeira década do século XX, sendo que tais trabalhos tinham por

objetivo avaliar a composição e colonização das algas e destaca os estudos realizados dos por Fritsch (1906) e Brown (1908). Além disso, destaca que o perifíton recebeu maior atenção a partir do 1º Workshop Internacional sobre Perifíton de Águas continentais, realizado na Suécia em 1982.

Lowe (1996) comparou as publicações durante cinco anos nos principais periódicos que divulgam pesquisas realizadas em ambientes aquáticos, e observou que, para cada 20 artigos com a base de dados sobre o fitoplâncton, apenas um tratava sobre perifíton.

Scheneck (2013) realizou uma análise bibliométrica sobre tendências e lacunas dos estudos sobre perifíton de ambientes aquáticos continentais, e desenvolveu o levantamento de estudos a esse respeito já realizados no Brasil em dez revistas nacionais que publicaram trabalhos nas áreas de biodiversidade, ecologia e limnologia, no qual constatou entre os anos de 1981 a 2011, um total de 187 artigos publicados sobre a comunidade perifítica, e deste total, 127 artigos foram publicados em revistas de circulação nacional e 60, em revistas indexadas na Web of Knowledge.

Para a Amazônia, estudos relacionados a algas perifíticas são de extrema importância, pois são responsáveis pela produção primária e manutenção das cadeias tróficas, contribuindo com 8% da produção primária total nas planícies de inundação amazônicas (MELACK; FOSBERG, 2001).

As pesquisas realizadas exclusivamente com algas perifíticas são bastante incipientes, no entanto, entre os estudos, destacam-se os trabalhos realizados por Putz e Junk (1997) que ampliaram o conhecimento sobre a estrutura das comunidades perifíticas, considerando a biomassa e produção primária como alvo primordial do estudo, além de destacar as diatomáceas como as principais algas do perifíton. Com base em material perifítico do rio Jaú, Castro (1999) realizou um estudo constatando que a classe Bacillariophyceae constituiu mais de 55% do componente ficoperifítico. Em um estudo da flora perifítica realizado por Díaz-Castro *et al.* (2003), foram identificados 60 táxons específicos e intraespecíficos, onde averiguaram que a família Eunotiaceae (Bacillariophyta) foi a melhor representada. No estado do Acre, França *et al.* (2011) verificaram a variabilidade estrutural e sucessional da comunidade de algas perifíticas durante a estação seca e chuvosa em um lago amazônico.

Com relação a estudos realizados em regiões tropicais da Amazônia brasileira com as algas diatomáceas, contribuições iniciaram na primeira metade século XIX por Ehrenberg (1843), Cleve (1894), Schmidt *et al.* (1874-1959), sendo o conhecimento taxonômico ampliado por Husted (1952 a b, 1955 a b e 1965), Patrick (1940 a,b), Uherkovich (1976, 1984) e Uherkovich e Franken (1980).

Além destes relevantes estudos, destacam-se os realizados por Fukushima e Xavier (1988), Metzeltin e Lange-Bertalot (1998, 2007), Kociolek *et al.* (2001), Ferrari *et al.* (2007), Raupp *et al.* (2009), Melo *et al.* (2010), Burliga *et al.* (2013), Pereira *et al.* (2012, 2013, 2014, 2015), Tremarin *et al.* (2013), Wetzel *et al.* (2010, 2011, 2012 a, b). Como vem sendo mostrado em publicações recentes, a região amazônica abriga ainda inúmeras espécies desconhecidas para a Ciência, sendo um hotspot de biodiversidade.

Nos ambientes aquáticos, as diatomáceas podem ser encontradas em todos os compartimentos, como livres flutuantes, constituindo as algas planctônicas sobre os sedimentos, as algas bentônicas e aderidas a substratos, constituindo o grupo de algas perifíticas (WETZEL, 2001). Além da fundamental contribuição na cadeia trófica, essas algas podem ser utilizadas com eficiência na avaliação de condições ambientais em rios, riachos, reservatórios e lagos (STEVENSON *et al.*, 2010, REAVIE; EDLUND, 2010, HALL; SMOL, 2010, WOLIN; STONE, 2010). Estes organismos são utilizados por serem, além de abundantes, na maioria dos ambientes aquáticos, sensíveis e responderem rapidamente às mudanças dos fatores físicos, químicos e biológicos devido ao seu ciclo de vida rápido (PRYGIEL; COSTE, 1993, WINTER; DUTHIE, 2000, POTAPOVA; CHARLES, 2007).

Estudos envolvendo diatomáceas perifíticas e, principalmente, os desenvolvidos na região amazônica ainda são escassos, contudo, há necessidade de elucidar relevantes trabalhos desenvolvidos em alguns sistemas aquáticos da região.

Wetzel *et al.* (2012a) descreveram uma nova espécie de diatomácea *Tursiocola podocnemicola* C.E. Wetzel, B. Van de Vijver & L. Ector encontrada em um material epizóico coletado na bacia do rio negro. Destaca-se ainda o estudo de Wetzel *et al.* (2012b), no qual descreveram a espécie *Bicudoa amazonica* Wetzel, Lange-Bertalot & Ector, e um novo gênero de diatomácea de água doce para a Amazônia. A espécie se caracteriza pela perda completa do sistema da rafe, e foi obtida por meio de amostras coletadas no plâncton, nos bentos e nos excrementos da tartaruga *Podocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemididae), encontrados na bacia amazônica.

No estado do Pará, há poucos estudos a respeito da diatomoflora perifítica. Contudo, entre eles, podem-se destacar os realizados por Burliga *et al.* (2007), no qual descreveram a espécie *Eunotia ariengae* Torgan & Burliga sp. nov. Em amostras perifíticas obtidas na Floresta Nacional de Carajás, quatro novas espécies do gênero *Eunotia* (BURLIGA; KOCIOLEK, 2012) e *Kobayasiella* (BURLIGA; KOCIOLEK, 2010) foram registradas. Nas corredeiras do médio rio Xingu, Bastos *et al.* (2011) realizaram um estudo com algas epilíticas e verificaram que o grupo Bacillariophyceae expressou maior contribuição em termos de riqueza e abundância. Em sedimentos fluviais, Tremarin *et al.* (2008, 2015) registraram pela primeira vez na América do Sul as espécies *Anorthoneis dulcis* Hein e *Capartogramma paradisiaca* Novelo, Tavera & Ibarra, as quais foram encontradas em amostras obtidas na praia do Paraíso, região norte da Ilha do Mosqueiro, Belém-PA. Já em sedimentos costeiros, podem-se destacar os estudos desenvolvidos por Ribeiro *et al.* 2005, Ribeiro *et al.* 2007, Ribeiro *et al.* 2008a, Ribeiro *et al.* 2008b e Costa *et al.* 2007.

Em reservatórios amazônicos, as pesquisas com algas são restritas aos estudos realizados por Bittencourt-Oliveira (1993a, b,c, 1994, 1995, 1997) no reservatório de Balbina, no estado do Amazonas e por Azevedo *et al.* (2018) que objetivou conhecer a composição e riqueza do gênero *Gomphonema* aderido a macrófitas aquáticas do rio e reservatório da Usina Hidrelétrica de Curuá-Una. É perceptível que estudos de cunho taxonômico e ecológico das espécies pertencentes ao grupo das

diatomáceas ainda são bastante escassos, embora se tenham em vista a rica biodiversidade e as imensas e complexas bacias de drenagem existentes na região Amazônica.

Nesse sentido, a ampliação das pesquisas diatomológicas na região Amazônica subsidiará futuros estudos que objetivam a preservação e recuperações de corpos d'água, bem como pretendem contribuir com trabalhos que visem apresentar a composição florística das algas perifíticas desses ambientes aquáticos, considerando que esta região abriga ainda inúmeras espécies desconhecidas para a Ciência.

Portanto, os problemas a serem abordados neste trabalho são: 1) a falta de conhecimento taxonômico de algas diatomáceas da região amazônica e do Pará e 2) a inexistência de um banco de dados efetivo por meio de um levantamento da composição taxonômica sobre a diversidade do grupo das diatomáceas nas águas do reservatório de Curuá-Una.

As abordagens destes problemas são de grande importância para o contexto social, acadêmico e científico, haja vista o avanço no conhecimento da diversidade amazônica, e principalmente, a falta de dados sólidos das algas perifíticas, em função da composição de espécies, distribuição dos espécimes ao longo do reservatório, sua relação com as características físico químicas da água, levando em consideração alguns atributos ecológicos.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Contribuir com o conhecimento acerca das diatomáceas perifíticas da região Amazônica, através do estudo da flora no reservatório de Curuá-Una, bem como registrar a diversidade de táxons, tendo em vista que este estudo é pioneiro e que o reservatório engloba as águas de rios e igarapés adjacentes, os quais representam parte considerável da bacia hidrográfica da região Amazônica. Buscou-se também identificar quais as preferências ecológicas das diatomáceas perifíticas através da relação com as variáveis físico-químicas.

3.2 Objetivos Específicos

Realizar um inventário florístico da comunidade de diatomáceas perifíticas do reservatório de Curuá-Una (Santarém-PA), e investigar a estrutura da comunidade perifíticas por meio dos atributos ecológicos;

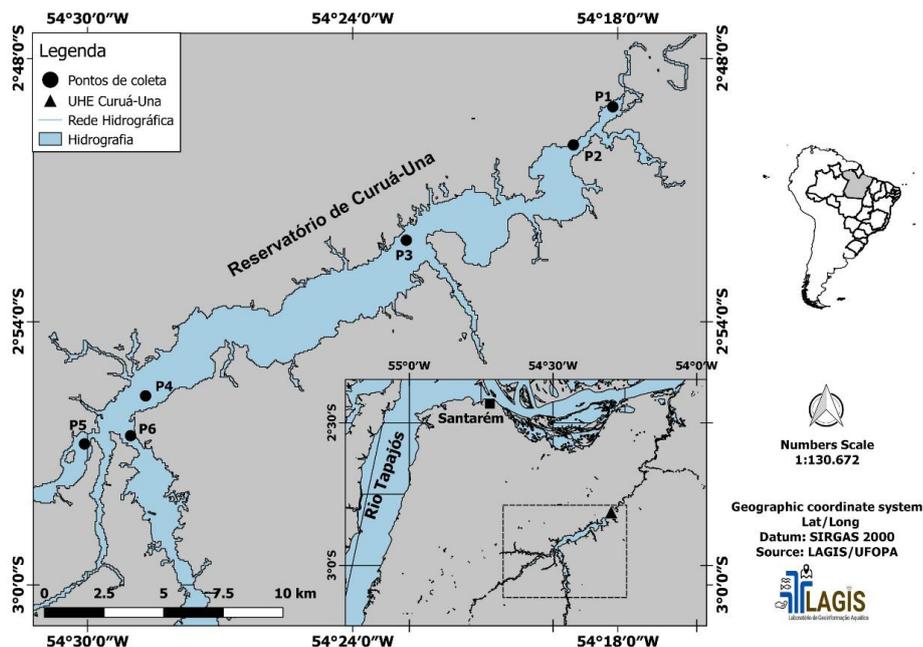
Identificar e descrever as espécies do gênero de *Encyonema* encontradas naquele ambiente, e identificar as preferências ecológicas através das características abióticas;

Investigar padrões de distribuição espaço-sazonal da comunidade de diatomáceas perifíticas do reservatório de Curuá-Una;

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, AMOSTRAGEM E MÉTODO DE COLETA DO MATERIAL PERIFÍTICO NO CAMPO

O reservatório de Curuá-Una está localizado no município de Santarém-PA ($2^{\circ}24'52''\text{S}$ - $54^{\circ}42'35''\text{W}$) possui área de 102 km^2 e volume de 400 hm^3 , sendo alongado e estreito, com uma largura máxima de cerca de 3 km, apresentando profundidade máxima de cerca de 20 metros próximos à barragem (JUNK *et al.*, 2014). Esta barragem possui cerca de 600 metros de largura e altura máxima de 26 metros. O município de Santarém localiza-se na porção central da bacia sedimentar do Amazonas, na seção superior da formação de Alter do chão, no período do Cretáceo e Terciário. A maior extensão da bacia do reservatório está na área sedimentar da formação Barreiras do Cretáceo-Terciário, o solo é ácido com baixo teor de nutrientes e a drenagem origina-se de forma dendrítica (RODRIGUES *et al.*, 2001). O reservatório de Curuá-Una (Figura 1) foi o primeiro a ser construído na região Amazônica na década de 70.

Mapa 1 - Localização geográfica indicando os pontos de amostragem (pontos pretos) ao longo do reservatório de Curuá-una.



Fonte: Laboratório de Geoinformação Áquatica- LAGIS

O reservatório é um ambiente que recebe águas pelo próprio rio Curuá-Una e seus afluentes, rios Moju, Mojuí e Poraquê que possuem nascentes dentro ou no entorno da Floresta Nacional do Tapajós. Embora a bacia de captura dos afluentes se encontre totalmente nas áreas formação de Barreiras que é geoquimicamente muito pobre em nutrientes, o curso superior do rio Curuá-Una possui áreas geoquimicamente mais ricas que percorrem as faixas do Carbonífero da série Itaituba (JUNK *et al.*, 1981).

O clima que abrange a bacia do reservatório classifica-se como tropical, chuvoso e com períodos de secas bastante acentuadas. Consideram-se os meses de dezembro a junho como o período chuvoso com pluviosidade média de 170 a 300 mm, e o período menos chuvoso compreende os meses de julho a novembro com pluviosidade média inferior a 60 mm, e a pluviosidade anual está em torno de 1.000 a 2.000 mm com irregularidade durante todo o ano (VIEIRA; DARWICH, 1999; VALE *et al.*, 2016).

O município de Santarém está inserido em um mosaico de diferentes formações vegetais, nas áreas relacionadas à extensão da represa e ao entorno do represamento são encontrados três diferentes agrupamentos de fisionomias vegetais: Floresta densa de terra firme, caracterizada pela elevada riqueza e diversidade de espécies, envolvendo a maior parte da UHE Curuá-Una representada por árvores de grande porte, a exemplo da castanheira *Bertholletia excelsa* Bonpl; Floresta aberta com palmeiras, a qual possuiu uma formação mista e representada por palmeiras do tipo inajá - *Maximiliana maripa* Aubl. Drude; e um Mosaico com fragmentos de vegetações diversas, a exemplo das gramíneas campim d'água - *Paspalum repens* P. J. Bergius (PEREIRA, 2017).

Com base em dados de uma avaliação socioambiental, as principais comunidades que habitam no entorno do reservatório são: Bananeira, São José do Aru, Santa Maria do Aru, Xavier, Tambor, Castanheira, Água Branca, Poraquê, Porto Alegre, Porto Novo e Corta Corda. A população total na área do entorno do rio Curuá-Una (118 Km² - calculada a partir da área de uso declarada pelos moradores no mapeamento) é estimada em 1.900 mil pessoas, com uma densidade populacional de 16,6 habitantes/Km². Antes da construção da barragem existiam poucos moradores, a maioria vivia basicamente de atividades extrativistas, caça de animais silvestres e poucos da pesca e agricultura.

4.1 Descrição dos Pontos de Amostragem

As descrições dos pontos de amostragens foram realizadas com base nos procedimentos em campo, que consistiu basicamente por meio de observação da flora localizada às margens do reservatório e pesquisa da literatura especializada com base nas áreas de extensão dos limites da represa do Curuá-Una, e os valores de profundidade, por exemplo, foram mensuradas *in situ* com o auxílio de eco sonda - GAMIM ECHO150.

Ponto 1: Neste ponto a profundidade variou de 3 a 13 metros; há troncos submersos; a vegetação às margens é formada por uma floresta ombrófila densa, estando representada por grandes

árvores, geralmente composta por uma ou mais espécies, a exemplo da “castanheira” (PEREIRA, 2017) (Fotografia 1). Obs: este ponto foi usado somente para a confecção do capítulo 2.

Fotografia 1 - Localizado nas proximidades da comunidade Sempre Verde



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Ponto 2: Neste ponto a profundidade variou de 2,7 a 12 metros; a vegetação às margens é formada por floresta ombrófila densa e há troncos de árvores submersos. Aos arredores predomina o desenvolvimento de agricultura familiar com plantio em pequena escala (Fotografia 2). Obs: este ponto foi usado para a confecção de ambos os capítulos.

Fotografia 2 - Localizado nas proximidades da comunidade Porto Novo



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Ponto 3: Neste ponto a profundidade varia de 5 a 14 metros; a vegetação às margens é campestre com predomínio de Poaceae e Cyperaceae (gramíneas), além de mata ciliar esparsa. Há árvores submersas e desenvolvimento de agricultura familiar. A principal característica desta estação de amostragem é a criação de gado (pecuária) às margens (Fotografia 3). Obs: este ponto foi usado somente para a confecção do capítulo 1.

Fotografia 3 - Localizado à frente da Fazenda Casa Verde - Comunidade Porto Novo.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Ponto 4: Neste ponto a profundidade varia de 5,4 a 19 metros; semelhante ao ponto 1 a vegetação às margens é formada por uma floresta ombrófila densa. Existem diversos troncos de árvores submersos e imersos em torno desta localização, e há iminência de águas poluídas nesta comunidade (COSTA *et al.*, 2014) (Fotografia 4). Obs: este ponto foi usado para a confecção de ambos os capítulos.

Fotografia 4 - Localizado nas proximidades da comunidade Novo Horizonte – Porto Alegre.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Ponto 5: Neste ponto a profundidade variou de 2,5 a 12 metros, semelhante ao ponto 2, a vegetação nas margens é campestre com predomínio de Poaceae e Cyperaceae (gramíneas), mais distante da margem a vegetação é composta por palmeiras e arbustos, além de uma mata ciliar esparsa. Pode-se também observar ausência de mata ciliar em alguns locais na frente da comunidade. Similar aos pontos anteriores, há troncos de árvores submersos em torno desta localização e conforme Costa *et al.*

(2014), a água deste ambiente está contaminada (Fotografia 5). Obs: este ponto foi usado para a confecção de ambos os capítulos.

Fotografia 5 - Localizado à frente da Comunidade Castanheira.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Ponto 6: Neste ponto a profundidade varia de 1,5 a 16 metros, semelhantes aos pontos 2, 3 e 4, a vegetação nas margens é campestre com predomínio de Poaceae (gramíneas) e Cyperaceae, além de mata ciliar esparsa, mas difere dos demais por também estar circundada por uma floresta ombrófila, densa, composta por árvores de grande porte, geralmente com uma ou duas espécies, a exemplo da “castanheira”, (*Bertholletia excelsa* Bonpl), que se sobressaem do estrato arbóreo uniforme, com alturas entre 25 a 40 metros (PEREIRA, 2017). Segundo Costa *et al.* (2014), existe um microsistema de água sem tratamento nesta comunidade Vista Alegre (Fotografia 6). Obs: Este ponto foi usado somente para a confecção do capítulo 2.

Fotografia 6 - Localizado na Foz do Rio Mojú e Mojuí – Comunidade Vista Alegre.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Ponto 7: Neste ponto a profundidade varia de 2 a 16 metros, nota-se que a vegetação às margens é formada semelhante aos pontos 1 e 2, a qual está circundada por uma floresta ombrófila densa. Neste ponto também há uma área com diversos troncos de árvores submersos e imersos. Semelhante aos pontos 3, 4, e 5 a água não está em boas condições (COSTA *et al.*, 2014). Além disso, observa-se a colonização de extensos bancos de macrófitas aquáticas principalmente dos gêneros *Utricularia* e *Eicchornia*, e destacam-se também os extensos “campos de várzea”, típica vegetação representada por gramíneas, como o capim d’água (*Paspalum repens* P. J. Bergius) (PEREIRA, 2017) (Fotografia 7). Obs: este ponto foi usado para a confecção de ambos os capítulos.

Fotografia 7 - Localizado nas proximidades da Comunidade Sempre Verde.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

4.2 Amostragem

As amostragens foram realizadas no período de maio de 2016 a abril de 2017. Para a obtenção das diatomáceas perifíticas foram utilizados substratos artificiais (amostradores) tipo EDS (Epilithic Diatom Sampler) adaptados de Salomoni *et al.* (2007). Os amostradores consistem em suportes de ferro (comp. 22cm x larg. 14,5cm) com três lâminas de acrílico (polimetil-metacrilato (PMMA) (comp. 14cm x larg. 5 cm) acoplados a um flutuador de espuma (Fotografia 8).

Fotografia 8 - Exemplo de um substrato artificial (amostrador com as lâminas de acrílico).



Fonte: Acervo da pesquisadora.

4.2.1 Método de coleta do material perifítico

Esses amostradores foram colocados nos seis pontos descritos acima levando em consideração as entradas dos igarapés e rios formadores do reservatório. Foram imersos a uma profundidade de 15 cm na sub superfície da coluna d'água, instalados nos troncos de árvores próximas à região litorânea e permaneceram submersos durante aproximadamente 30 dias para a colonização do perifíton (Fotografia 9). Durante o período do estudo, houve meses nos quais os amostradores não foram colonizados, ou não estavam no local onde haviam sido inseridos.

Fotografia 9 - Amostrador submerso na sub-superfície da coluna d'água ao longo do reservatório



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Para análise quantitativa, os substratos artificiais (Fotografia 10a) foram raspados com a utilização de escovas de dente e com o auxílio de 150 ml de água destilada, e em seguida a amostra foi fixada com Lugol a 4% (Fotografia 10b). A cada coleta, as lâminas foram substituídas por outras lâminas estéreis e, o material sujo, tais como: escovas de dente e lâminas de acrílico foram transportadas para o laboratório, lavadas com sabão neutro e água corrente para serem reutilizadas nas demais coletas.

Fotografia 10 - a) Material perifítico (aderido ao substrato); b) Raspagem do substrato artificial para obtenção do material perifítico.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

AZEVEDO, J. S.; TALGATTI, D. M.; TORGAN, L. C.; PEREIRA, A. C.; MELO, S. O gênero *Gomphonema* (Bacillariophyta) na comunidade perifítica do rio e reservatório de Curuá-Una (Santarém, Pará, Brasil). **Rodriguésia**, v. 69, n. 2, p. 765-776. 2018.

BASTOS, A. S. M; COSTA V. B; COSTA D. D; MARTINS R. C. V. S.; PAIVA R. S; CAMARGO-ZORRO. M. Abundância e frequência de ocorrência de algas epilíticas das das localidades da Boa Esperança e Arroz Cru do setor do médio Rio Xingu/ PA-Brasil. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, v. 11, n. 1, p. 59-70. 2011.

BICUDO, D. C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M.; LIMA, D. Ficoflórula do Pantanal de Poconé, Estado do Mato Grosso, Brasil: Centrales e Eunotiaceae (Bacillariophyceae). **Hoenea**, v.22, n.1, p.165-182. 1995.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. Ficoflórula do Reservatório de Balbina, Estado do Amazonas, III: Classe Zygnemaphyceae. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 53, n. 3, p. 477-488.1993a.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. Ficoflórula do Reservatório de Balbina, Estado do Amazonas, II: Ulothricales e Volvocales (Chlorophyceae) e Classe Oedogoniophyceae. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 53 n. 3 p.469-475.1993b

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Ficoflórula do Reservatório de Balbina, Estado do Amazonas, I: Chlorococcales (Chlorophyceae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.53, n.1 p.113-129.1993c.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Ficoflórula do Reservatório de Balbina, Estado do Amazonas, Brasil: Nostocophyceae, Cryptophyceae e Tribophyceae. **Hoehnea**, v. 21, n.1/2 p.163-173.1994.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Ficoflórula do Reservatório de Balbina, Estado do Amazonas, Brasil: Bacillariophyceae e Chrysophyceae. **Hoehnea**, v.22, n.1/2, p147-157.1995.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Euglenophyceae do Reservatório de Balbina, Estado do Amazonas. **Hoehnea**, v.24, n.1, p. 21-35, 1997.

BROWN, H. B. **Algal periodicity in certain ponds and streams**. B. Torrey Bot. Club. v. 35, n.5, p.223-248.1908.

BURLIGA, A. L., TORGAN, L. C. & BEAUMORD, A. C. *Eunotia ariengae* sp. nov., an epilithic diatom from brazilian mazon. **Diatom Research**, v.22, n.1 p.247-253, 2007.

BURLIGA, A. L.; KOCIOLEK, J. P. *Kobayasiella* species from Carajás National forest, Amazonia, Brazil. **Diatom Research**, v. 25, n. 2, p.235-250. 2010.

BURLIGA, A.L.; KOCIOLEK, J. P. Four new *Eunotia* Ehrenberg species (Bacillariophyceae) from pristine regions of Carajás National Forest, Amazonia, Brazil. **Nova Hedwigia**, v.141, p.53-70. 2012.

BURLIGA, A.L.; KOCIOLEK, J. P.; SALOMONI, S. E.; FIGUEIREDO, D. A new genus and species in the diatom family Eunotiaceae Kützing (Bacillariophyceae) from the Amazonian hydrographic region, Brazil. **Phytotaxa** (Online), v. 79, p. 47-57, 2013.

CASTRO, J.G.D. Composição da Comunidade de diatomáceas perifíticas do rio Jaú, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v.4, p. 583-606. 1999.

CLEVE P.T. **Synopsis of the naviculoid diatoms**. Part I. Kongliga Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar, v.26, p.1–194, 1894.

COSTA, B. O.; SENNA, C. S. F.; RIBEIRO, F. C. P. Análise da composição, Abundância e riqueza das diatomáceas em sedimentos da Praia de Itupanema, Barcarena, Pará. **Revista Brasileira de Biociências** (Porto Alegre), v.5, n.2, p.1149-1151. 2007.

COSTA, S M.G.; VIEIRA, J.C.; LIMA, M.V.C.; MILEO, B.P.; VIEIRA, J.C..Organização e resistência das comunidades rurais do lado e do entorno da hidrelétrica de Curuá-Una. **Boletim Informativo Hidrelétrica de Curuá-Una**. Projeto Mapeamento Social, v.1, n.3, p.1-15. 2014.

DIAZ-CASTRO, J.J.; SOUZA-MOSIMANN, R.M.; LAUDARES-SILVA, R.; FORSBERG, B.R. Composition of the periphytic diatom community of the Jaú river, Amazonas, Brazil. **Acta Amazonica**, v.33, n.4, p.583-606.2003.

EHRENBERG, C. G. Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd und Nordamerika. Durckerei der koniglichen, **Abh. K. Akad. Wiss.** Berlin, p. 291-415.1843.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3a ed. Rio de Janeiro: Interciência Ltda. 790 p. 2011.

FELISBERTO, S. A.; MURAKAMI, E. A. Papel do perifíton na ciclagem de nutrientes e na teia trófica. In. Schwarzbald, A., Burliga, A. L. & Torgan, L. C. (eds.). **Ecologia do Perifíton**. Rima, São Carlos, 7-22. 2013.

FERRARI, F.; PROCOPIAK, L. K.; ALENCAR, Y. B. & LUDWIG, T. A. Eunotiaceae (Bacillariophyceae) em igarapés da Amazônia Central, Manaus e Presidente Figueiredo, Brasil. **Acta Amazonica**, v.37, n.1 p. 1-16.2007.

FRANÇA, R. C. S; LOPES, M. R. M., FERRAGUT, C. Structural and successional variability of periphytic algal community in a Amazonian lake during the dry and rainy season (Rio Branco, Acre). **Acta Amazonica**, v. 41, n.2, p.257-266. 2011.

FRITSCH, F.A. Problems in aquatic biology, with special reference to the study of algal periodicity. **New Phytologist**, v.5, n.7, p. 149-169.1906.

FUKUSHIMA, H.; XAVIER, M. B. Attached Diatom from the Negro river, Amazonas, Brazil. **Diatom Research**, v. 4, n.1, p. 11-16.1988.

HALL, R.; SMOL, J. **Diatoms as indicators of lake eutrophication**. In. Smol, J. & Stoermer, E. (eds.). The diatoms: applications for the environmental and earth sciences, Cambridge University press, Cambridge, p.122-151. 2010.

HUSTEDT, F. **Neue und wenig bekannte Diatomeen**. III. Phylogenetische Variationen bei den raphidioiden Diatomeen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 65: 133–145. 1952a.

HUSTEDT F. **Neue und wenig bekannte Diatomeen**. IV. *Botaniska Notiser* 4: 366–410. Hustedt F. 1965. Neue und wenig. 1952b.

HUSTEDT, F. **Neue und wenig bekannte Diatomeen**. VII Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 68:121-132. 1955a.

HUSTEDT, F. **Neue und wenig bekannte Diatomeen**. VIII. *Abhandlungen Naturwissenschaftliche Verein zu Bremen*, 34: 47-68. 1955b.

HUSTEDT, F. Die Kieselalgen. In: Rabenhorst, L. (Ed.) *Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*, London: **Johnson Reprint Corp.** v.3. 1927-1965.

JUNK, W. J.; ROBERTSON, B. A.; DARWICH, A. J.; VIEIRA. I. Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidroelétrica na Amazônia Central. **Acta Amazonica**. v.11, n.4, p. 689-716.1981.

JUNK, W.J., PIEDADE, M.T.F., LOURIVAL, R., WITTMANN, F., KANDUS, P., LACERDA, L.D., BOZELLI, R.L., ESTEVES, F.A., CUNHA, C. N., MALTCHIK, L., SCHÖNGART, J., SCHAEFFERNOVELLI, Y. and AGOSTINHO, A. A. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation**, vol. 24, no. 1, pp. 5-22. 2014.

KOCIOLEK, J. P.; LYON, D.; SPAULDING, S. **Revision of the American species of Actinella**. In: Jahn, R.; Kociolek, J. P.; Witkowski, A.; Còmpere, P. (Eds). *Lange-Bertalot-Festschrifts. Studies on Diatoms*. A. R. G. Gartner Verlag K.G. p. 131-135. 2001.

LOWE, R. L. **Periphyton patterns in lakes**. In: Steevenson, R. J., Bothwell, M. L. & Lowe, R. L. (eds.) *Algal Ecology*. Academic Press, San Diego, 57-76. 1996.

MEES, A. *Qualidade de água em reservatórios. Unidade I*. Brasília: ANA, 2020.

MELO, S.; TORGAN, L. C.; RAUPP, S. V. Actinella species (Bacillariophyta) from an Amazon black water floodplain lake. **Acta Amazonica**, v. 40, p. 269-274, 2010.

METZELTIN, D & LANGE-BERTALOT H. **Tropical diatoms of South America II: about 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora.** In: Lange-Bertalot H (ed.) Iconographia diatomologica. Königstein: Koeltz Scientific Books. Vol.18. 877p. 1998.

METZELTIN, D & LANGE-BERTALOT H. **Tropical diatoms of South America II. Special remarks on biogeography disjunction.** In: Lange-Bertalot H (ed.) Iconographia diatomologica. Vol. 18. ARG Gantner Verlag KG, Ruggell. Vol. 18. 877p. 2007.

MOSCHINI-CARLOS, V. Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. In: Pompêo, M.L.M. (Ed.). **Perspectivas da limnologia no Brasil.** São Luís: União, p. 91-103. 1999.

PATRICK, R. Some new diatoms from Brazil. Notulae. **Naturae**, v.59, p.1-7. 1940a.

PATRICK, R. Diatoms of northeastern Brazil. Part. I. Coscinodiscaceae, Fragilariaceae and Eunotiaceae. **Proceedings Acad. Nact. Sci. Philadelphia**, v.92, p.191-226. 1940b.

PEREIRA, A.C. **Pinnulariaceae (Bacillariophyta) de um lago de inundação Amazônico (lago Tupé, Amazonas, Brasil):** Taxonomia e Distribuição espacial e sazonal. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 81p. 2009.

PEREIRA, A. C.; TORGAN, L. C.; MELO, S. Pinnularia Ehrenberg (Bacillariophyta) do curso inferior do rio Negro, Amazonas, Brasil): taxonomia e distribuição temporal. **Acta Amazonica**, v.42, n.1, p.305-314. 2012.

PEREIRA, A. C.; TORGAN, L. C.; MELO, S. Pinnularia Ehrenberg (Bacillariophyceae) de um lago de inundação amazônico (lago Tupé, Amazonas, Brasil). **Iheringia. Série Botânica**, v.68, p. 91-101. 2013.

PEREIRA, A. C.; TORGAN, L. C.; MELO, S. Four new *Pinnularia* Ehrenberg Bacillariophyta, Pinnulariaceae) species from Amazonian black water (Tupé Lake, Amazonas State, Brazil).

Phytotaxa: a rapid international journal for accelerating the publication of botanical taxonomy, v.158, p. 154-168. 2014.

PEREIRA, A. C.; TORGAN, L. C.; BURLIGA, A.L.; KOCIOLEK, J. P.; WETZEL, C. E.; ECTOR, L.; MELO, S. *Pinnularia caprichosa* sp. nov.: a diatom from a black water Brazilian Amazon system. **Phytotaxa**: a rapid international journal for accelerating the publication of botanical taxonomy, v. 239, p. 280-286, 2015.

PEREIRA, R.C.A. Florística na área de represamento e extensão da hidrelétrica Curuá-Una, município de Santarém – Pará. **Anais [...]** Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, vols. 13/14, p.200-222, 2017.

POTAPOVA, M.; CHARLES, D. Diatom metrics for monitoring eutrophication in rivers of the United States. **Ecological Indicators**, 7: 48-70. 2007.

PRYGIEL, J.; COSTE, M. The assessment of water quality in the Artois-Picardie water basin (France) by the use of diatom indices. **Hydrobiologia**, v.269/270: p.343-349. 1993.

PUTZ, R.; JUNK, W.J. Phytoplankton and Periphyton. In: Junk, W.J. (Ed). **The central Amazon floodplain: ecology of a pulsing system**. Ecological Studies 126. Springer. London. P.207-222. 1997.

RAUPP, S. V.; TORGAN, L. C.; MELO, S. Planktonic diatom composition and abundance in the amazonian floodplain lake cutiuá are driven by the flood pulse. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 21, p. 227-234, 2009.

REAVIE, E. D.; EDLUND, M. B. Diatoms as indicators of long-term environmental change in rivers, fluvial lakes, and impoundments. In. Smol, J. & Stoermer, E. (eds.). **The diatoms: applications for the environmental and earth sciences**, Cambridge University press, Cambridge, p.86-97. 2010.

Relatório do programa de P&D celpa. Mct/Museu paraense Emílio Goeldi, Belém, 2002 – 2004.

RIBEIRO, F. C. P.; SENNA, C. S. F.; PAIVA, R. S. Impactos ambientais na composição e riqueza de diatomáceas em sedimentos da baía de Marapanim-Pa nos últimos 7.000 anos. **Anais [...]** 1º Congresso Internacional de Piatam. 2005.

RIBEIRO, F. C. P.; SENNA, C. S. F.; COSTA, B. O. Análise diatomológica e paleoecológica da Praia de Itupanema, Barcarena, Pará. **Revista Brasileira de Biociências** (Porto Alegre), v.5, n.2, p.78-80.2007.

RIBEIRO, F. C. P.; SENNA, C. S. F.; TORGAN, L. C. Diatomáceas em sedimentos superficiais na Planície de Maré da praia de Itupanema, estado do Pará, Amazônia. **Rodriguésia**, v. 59, n.2, p. 309-324. 2008a.

RIBEIRO, F. C. P.; SENNA, C. S. F.; TORGAN, L. C. Diatomáceas em sedimentos superficiais em zona intermaré da Praia de Itupanema, Pará, Amazônia. Anais do III Congresso Brasileiro de Oceanografia, Fortaleza. **AOCEANO**. 2008b.

RODRIGUES, T. E.; SANTOS, P. L. dos; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; VALENTE, M. A.; SILVA, J. M. L. da; CARDOSO JÚNIOR, E. Q. **Caracterização dos solos da área do planalto de Belterra, município de Santarém, Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001.

SALOMONI, S. E., TORGAN, L. C.; ROCHA, O. Sampler collection gadget for epilithic diatoms. **Brasilian Journal of Biology**, v.67, n.4, p.631-637.2007.

SCHENECK, F. Tendências e Lacunas dos Estudos sobre Perifíton de ambientes aquáticos continentais no Brasil: Análise Cienciométrica. In. Schwarzbald, A., Burliga, A. L. & Torgan, L. C. (eds.). **Ecologia do Perifíton**. Rima, São Carlos, 7-22. 2013.

SCHMIDT A., SCHMIDT M., FRICKE F., HEIDEN H., MÜLLER, O.; HUSTEDT F. **Atlas der Diatomaceenkunde**. R. Reisland Ascherleben, Leipzig. 460 pl. 1874–1959.

STEVENSON, R. J.; YANGDONG, P.; VAN DAM, H. Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms. In: Smol, J. & Stoermer, E. (eds.). **The diatoms: applications for the environmental and earth sciences**, Cambridge University press, Cambridge, p. 57-85. 2010.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. Gerenciamento da qualidade da água de represas. In: TUNDISI, J. G. ed. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos**. São Carlos, ILEC/IEE. v.9, 280p. 2000.

TREMARIN, P.I.; LUDWIG, T.V. *Anorthoneis dulcis* Hein: First Record in South America. **Diatom Research**, v. 23, n.1, p.213-220.2008.

TREMARIN, P. I.; PAIVA, R. S.; LUDWIG, T. A. V.; TORGAN, L. C. sp. nov. (Coscinodiscophyceae) from an Amazonian lake, northern Brazil. **Phycological Research** (Print), v. 61, p. 292-298, 2013.

TREMARIN, P. I.; STRAUBE, A.; TIBIRIÇA, C. E.; CASTRO, E.; WOJCIECHOWSKI, J.; MOREIRA FILHO, H.; LUDWIG, T.A.V. First record of *Capartogramma paradisiaca* Novelo, Tavera & Ibarra (Diatomeae) in South America. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 38, p. 1-5. 2015.

TUNDISI, JG.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia. **Oficina de Textos**. 632 p. 2008.

UHERKOVICH, G. **Algen aus den Flüssen Rio Negro und Rio Tapajós**. Amazoniana, v.7, n.2, p.191-219. 1976.

UHERKOVICH, G.; FRANKEN, M. **Aufwuchsalgen aus zentralamazonischen Regenwaldbächen**. Amazoniana, v.7, n.1, p. 49-79. 1980.

UHERKOVICH, G. **Phytoplankton**. In: The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Might Tropical River and its Basin. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht. 1984.

VALE, R. S.; GOMES, A. C. S.; SANTANA, R. A. S.; TÓTA, J.; MILLER, S. D.; SOUSA, R. A. F. Hydroclimatic variables associated with El Niño and La Niña events at the Curuá-Una hydroelectric reservoir, Central Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 46, n.3, p. 303-308. 2016.

VIEIRA, I.; DARWICH, A. J. Sinecologia da ictiofauna de Curuá-Una, Amazônia: características hidroquímicas, climáticas, vegetação e peixes. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 11, n.2, p. 41-64. 1999.

WETZEL, R. G. 2001. Limnology: Lake and river ecosystems. San Diego: **Academic Press**, 3 eds. 1006 p.

WETZEL, C. E.; VIJVER, B. V.; ECTOR, L. *Luticola deniseae* sp. nov. A new epizoic diatom from the Rio Negro (Amazon hydrographic basin). **Vie et Milieu** (1980) v.60, p. 177-184. 2010.

WETZEL, C. E.; ECTOR, L.; HOFFMANN, L.; LANGE-BERTALOT, H.; BICUDO, D. C. Two new periphytic species from the neotropical Amazonian 'black waters', with a type analysis of. **Diatom Research**, v.26, n.2, p.135-146. 2011.

WETZEL, C. E.; VIJVER, B. V.; COX, E. J.; BICUDO, D. C.; ECTOR, L. *Tursiocola podocnemicola* sp. nov., a new epizoic freshwater diatom species from the Rio Negro in the Brazilian Amazon Basin. **Diatom Research**, v.27, p.1-8. 2012a.

WETZEL, C. E., LANGE-BERTALOT, H., MORALES, E. A., BICUDO, D. C., HOFFMANN, L.; ECTOR, L. *Bicudoa amazonica* gen. nov. et sp. nov. (Bacillariophyta) a new freshwater diatom from the Amazon basin with a complete raphe loss in the Eunotioid lineage. **Phytotaxa**, v.75, n.2, p. 1-18. 2012b

WINTER, J. G.; DUTHIE, H. C. Epilithic diatoms as indicators of stream total N and total P concentration. **Journal of the North American Benthological Society**, v.19, n.1, p. 32-49. 2000.

WOLIN, J. A.; STONE, J. R. Diatoms as indicators of water-level change in freshwater lakes. In. Smol, J. & Stoermer, E. (Eds.). **The diatoms: applications for the environmental and earth sciences**, Cambridge University press, Cambridge, 174-185. 2010.

ENCYONEMA KÜTZING (*BACILLARIOPHYTA*) NA COMUNIDADE PERIFÍTICA DE UM RESERVATÓRIO AMAZÔNICO (PARÁ, BRASIL). *Encyonema Kützing (Bacillariophyta) in the periphytic community of an Amazonian reservoir (Pará, Brazil).*¹

*Jéssica da Silva Azevedo;*²

*Dávia Marciana Talgatti;*³

*Andreia Cavalcante Pereira;*⁴

*Sérgio de Melo*⁵.

RESUMO

¹ Artigo submetido à Revista Biota Amazônia, capítulo redigido conforme as diretrizes desta Revista. As normas indicadas para a redação de artigos desse periódico estão disponíveis no link: <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota>

² Doutoranda do Programa de Pós-Graduação Doutorado Sociedade Natureza e Desenvolvimento, da Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA; Email: jbioazevedo@gmail.com.

³ Docente do Campus Universitário de Oriximiná da Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA, LAPAM- Laboratório de Algas e Plantas da Amazônia; Email: daviatalgatti@gmail.com.

⁴ Docente do Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas- ICTA, da Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA; Email: diatomaceas@gmail.com.

⁵ Docente do Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas- ICTA, da Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA; Email: melo.joaopedro@gmail.com.

O gênero *Encyonema* foi estudado com base em amostras de substratos artificiais da comunidade perifítica do reservatório de Curuá-Una. Este estudo teve como objetivo identificar e descrever as características morfológicas e morfométricas dos táxons analisados em microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. Além disso, uma lista das espécies de *Encyonema* encontradas na Amazônia brasileira foi adicionada. As amostragens foram realizadas em cinco pontos de coleta, no período de maio/ 2016 a abril/2017. Para análise das diatomáceas as amostras foram oxidadas e preparadas em lâminas permanentes. Como resultados foram registrados 7 táxons específicos e infraespecíficos. A espécie *E. neogracile* var. *tenuipunctata* foi registrada como uma das mais abundantes encontradas na comunidade perifítica. As espécies: *E. incurvatum* Krammer, *E. jemtlandicum* Krammer, *E. neogracile* Krammer e *E. perminutum* Krammer foram registradas pela primeira vez para a Amazônia Brasileira.

Palavras-chaves: Amazônia, reservatório, substrato artificial, diatomáceas, taxonomia.

ABSTRACT

The *Encyonema* genus was studied based on samples of artificial substrates from the periphytic community of the Curuá-Una reservoir. This study aimed to identify and describe the morphological and morphometric characteristics of the taxa analyzed by optical microscopy and scanning electron microscopy. In addition, a list of *Encyonema* species found in the Brazilian Amazon has been added. Samplings were performed at five collection points, from May / 2016 to April / 2017. For diatom analysis the samples were oxidized and prepared on permanent slides. As results were registered 7 specific and infraspecific taxa. The specie *E. neogracile* var. *tenuipunctata* was recorded as one of the most abundant found in the periphytic community. *E. incurvatum* Krammer, *E. jemtlandicum* Krammer, *E. neogracile* Krammer e *E. perminutum* Krammer were first time cited for Brazilian Amazon region.

Key-words: Amazon, reservoir, artificial substrates, diatoms, taxonomy.

5 ENCYONEMA KÜTZING (BACILLARIOPHYTA) NA COMUNIDADE PERIFÍTICA DE UM RESERVATÓRIO AMAZÔNICO (PARÁ, BRASIL)

Encyonema Kützing possui células birrafídeas, dorsiventrais, margem dorsal fortemente curvada e margem ventral pouco curvada mais ou menos reta. A rafe apresenta as extremidades distais voltadas para o lado ventral. O estigma geralmente é ausente, e se estiver presente, fica localizado na área central do lado dorsal da valva. *Encyonema* não apresenta campos de poros apicais. Os plastídeos são em forma de “H”, e apresentam um pirenóide na região central inversa do lado ventral. A maioria das espécies do gênero é bentônica, tanto de habitats ácidos, quanto alcalinos, de águas oligotróficas a mesotróficas e, apresentam células solitárias em tubos de mucilagem ou de vida livre e móveis. (TAYLOR; COCQUYT, 2016).

A taxonomia de *Encyonema* passou por muitas alterações, e sua principal referência à descrição original foi baseada nas características valvares através do termo “cimbelóide”, indicando o aspecto dorsiventral do único representante do gênero na época, *E. paradoxum* Kützing, atualmente tratado como sinônimo de *E. leibleinii* (C. Agardh) W.J. Silva et al. (DA SILVA; SOUZA, 2015).

Em virtude de o gênero apresentar amplas variações morfológicas, Krammer (1997 a,b) efetivou revisões com base na literatura mais antiga, e sugeriu novas espécies e descrições mais atuais. Atualmente, o gênero está inserido na ordem Cymbellales D.G. Mann, da família Gomphonemataceae apresentando cerca de 283 espécies (GUIRY; GUIRY, 2019).

No Brasil, estudos envolvendo a flora de *Encyonema* de amostras perifíticas são mais frequentes para as regiões Sul e Sudeste do Brasil. Dentre os mais relevantes, destacam-se trabalhos de Silva et al. (2010), Marquardt et al. (2011), Santos et al. (2011), Bes et al. (2012), Faria et al. (2013), Marra et al. (2016), Silva-Lehmkuhl et al. (2019), Fontana; Bicudo, (2012) e o de Tremarin et al. (2011), que registraram uma nova espécie de *Encyonema*, *E. exuberans* P.I. Tremarin, C.E. Wetzel & T.A. Veiga Ludwig, com ocorrência no epilítton de um ambiente lótico no Sul do Brasil.

Já para a região Norte do Brasil, desconhecem-se publicações exclusivas sobre os o gênero *Encyonema* de amostras perifíticas. Porém, podem ser listados alguns trabalhos que abordaram a taxonomia de diatomáceas presentes em amostras no perifiton, como os de Burliga et al. (2007), Burliga e Kociolek (2010), Bastos et al. (2011), Burliga e Kociolek (2012), Tremarin et al. (2008 e 2015) Wetzel et al. (2010, 2011, 2012 a, 2012b), Canani et al. (2018) e Azevedo et al. (2018), sendo este último desenvolvido no reservatório de Curuá-Una, abordando o gênero *Gomphonema* Ehrenberg da família Gomphonemataceae.

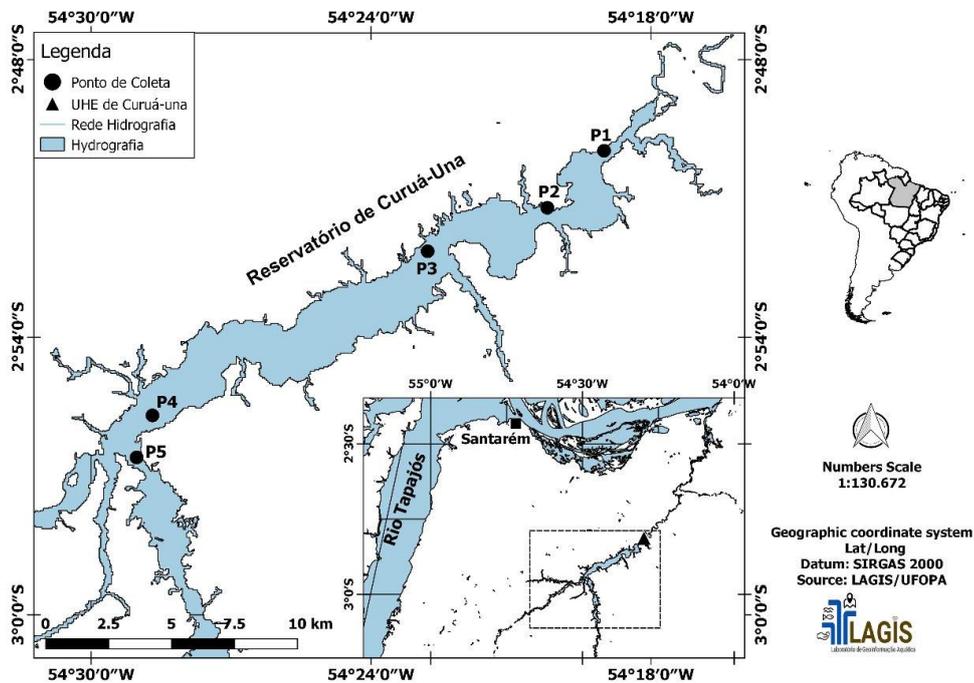
Visando expandir o conhecimento da flora Gomphon emataceae em regiões tropicais, especialmente na Amazônia, foi realizado o presente estudo que teve por objetivo realizar o inventário taxonômico do gênero *Encyonema* de amostras perifíticas do reservatório da Usina Hidrelétrica de Curuá-Una, bem como compreender as suas afinidades ecológicas com auxílio das variáveis

limnológicas do ambiente e conhecer as características morfológicas através da microscopia eletrônica de varredura.

5.1 Material e Métodos

O estudo foi realizado no reservatório de Curuá-Una, localizado nos municípios de Santarém e Mojuí dos Campos nas coordenadas $2^{\circ}24'52''\text{S}$ - $54^{\circ}42'35''\text{W}$. Para o estudo foram demarcados cinco pontos de amostragem ao longo do reservatório (Mapa 2).

Mapa 2 - Imagem georreferenciada do reservatório de Curuá-Una, indicando os pontos de amostragem (círculos na cor: preta).



Fonte: Laboratório de Geoinformação Aquática- LAGIS

5.1.1 Amostragem

As coletas foram realizadas mensalmente entre maio de 2016 a abril de 2017. Para a obtenção das diatomáceas perifíticas foram utilizados substratos artificiais (amostradores) tipo EDS (Epilithic Diatom Sampler) adaptados de Salomoni et al. (2007). Os amostradores foram colocados nos cinco pontos de coleta a uma profundidade de 15 cm na subsuperfície da coluna d'água, instalados nos troncos de árvores próximas à região litorânea e permaneceram submersos durante 30 dias para a

colonização do perifíton. Para análise qualitativa e quantitativa, os substratos artificiais (lâminas de acrílico) foram raspados com escovas de dente com o auxílio de 150 ml de água destilada e em seguida a amostra foi fixada com Lugol a 4% como proposto por Bicudo e Menezes (2006).

No momento das coletas foram mensurados os valores de temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (OD: mg/L^{-1}), condutividade ($\mu\text{S/cm}^{-1}$) e pH com auxílio da sonda multiparâmetro AKSO modelo AK88. Foram, também, coletado 1000 ml de água utilizando frascos de polipropeno, previamente esterilizados com solução de HNO_3 a 10% para análise da turbidez (NTU), amônio (mg/L^{-1}), nitrato (mg/L^{-1}), fósforo total (mg/L^{-1}), silicato (mg/L^{-1}) e demanda bioquímica de oxigênio – DBO⁵ (mg/L^{-1}). As amostras foram imediatamente refrigeradas, para posterior análise em Laboratório utilizando métodos analíticos apresentados no manual internacional Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

5.1.2 Preparação do material e identificação

Para a análise taxonômica das diatomáceas as amostras foram oxidadas de acordo com a técnica do Ácido Nítrico descrita em detalhes por Talgatti et al. (2014) e, após a lavagem, alíquota de 0,25 ml do material foi incluída entre lâmina e lamínula usando a resina Naphrax® (índice de refração 1,7) para montagem das lâminas permanentes.

As análises foram realizadas no microscópio óptico trinocular (modelo Axiostarplus-Carl Zeiss®), as imagens de todos os táxons encontrados foram obtidas com a câmera de captura de imagens Zeiss (AxioCam ERc5s), e as medidas morfométricas com o auxílio do programa Zen. Para a observação do material em microscopia eletrônica, alíquotas do material oxidado (0,25ml) foram secas em suportes metálicos (stubs), metalizados com uma camada de ouro paládio, no equipamento BAL-TEC SCb005. Após metalização o material foi observado em microscópio eletrônico de varredura (MEV) JEOL 6060, operado com 10 mm de distância de trabalho e 15 kV. A identificação das diatomáceas foi realizada com auxílio de obras básicas como: Krammer (1997 a b), Metzeltin e Lange-Bertalot (1998, 2007), Metzeltin et al. (2005), e em revisões recentes publicadas em livros e periódicos. A classificação taxonômica adotada foi a de Round et al. (1990) e a terminologia utilizada nas descrições dos táxons foi baseada em Hendey (1964) e Barber e Haworth (1981).

As amostras analisadas foram depositadas no Herbário de Santarém (HSTM) da Universidade Federal do Oeste do Pará, contendo o número de registro, data da coleta, bem como estações de amostragens e nomes dos coletores (Tabela 1).

Tabela 1 - Dados de referências das amostras coletadas no reservatório de Curuá-Una, indicando o número de registro no herbário, data de coleta, pontos. *Coletores (Azevedo, J.S & Talgatti, D.M).

Material Examinado	Data	Pontos	Material Examinado	Data	Pontos
HSTM-algas 13499	21.05.2016	P1	HSTM-algas 13521	29.09.2016	P3
HSTM-algas 13501	22.07.2016	P1	HSTM-algas 13522	29.11.2016	P3
HSTM-algas 13502	29.09.2016	P1	HSTM-algas 13524	01.04.2017	P3
HSTM-algas 13503	27.10.2016	P1	HSTM-algas 13525	06.05.2017	P3
HSTM-algas 13504	29.11.2016	P1	HSTM-algas 13536	25.06.2016	P4
HSTM-algas 13507	01.04.2017	P1	HSTM-algas 13537	22.07.2016	P4
HSTM-algas 13508	06.05.2017	P1	HSTM-algas 13538	01.09.2016	P4
HSTM-algas 13510	30.06.2016	P2	HSTM-algas 13539	29.09.2016	P4
HSTM-algas 13512	29.09.2016	P2	HSTM-algas 13544	06.05.2017	P4
HSTM-algas 13513	27.10.2016	P2	HSTM-algas 13554	25.06.2016	P5
HSTM-algas 13514	29.11.2016	P2	HSTM-algas 13555	22.07.2016	P5
HSTM-algas 13515	21.12.2016	P2	HSTM-algas 13556	27.10.2016	P5
HSTM-algas 13519	30.06.2016	P3	HSTM-algas 13559	01.04.2017	P5
HSTM-algas 13520	22.07.2016	P3	HSTM-algas 13560	06.05.2017	P5

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores

5.2 Resultados e Discussão

Atualmente há cerca de 250 táxons específicos e infraespecíficos de *Encyonema* distribuídos em diferentes sistemas aquáticos de todo o mundo e, destes, apenas 43 táxons foram registrados para o Brasil, sendo 13 originalmente coletados neste país e 11 encontrados dentro de seus limites (DA SILVA et al., 2015). Em especial para a região da Amazônia brasileira, onde é encontrada uma grande riqueza de ambientes aquáticos, somente 18 táxons foram registrados até o momento, aos quais somam-se quatro outros documentados pela primeira vez neste estudo para a Amazônia brasileira (Tabela 2).

Tabela 2: Lista de espécies de *Encyonema* encontradas na região amazônica brasileira. 1: espécies encontradas no estado do Amazonas, 2: espécies encontradas no estado do Pará, 3: espécies encontradas no presente estudo (reservatório de Curuá-Una).

Espécies	a*	b	c	d
<i>E. angustecapitatum</i> Krammer	2			

<i>E. caronianum</i> Krammer	2	
<i>E. elginense</i> var. <i>stigmaoideum</i> Krammer & Metzeltin	2	
<i>E. incurvatum</i> Krammer		2,3
<i>E. jemtlandicum</i> Krammer		2,3
<i>E. metzeltinii</i> Krammer	2	
<i>E. neogracile</i> Krammer		2,3
<i>E. neogracile</i> var. <i>tenuipunctatum</i> Krammer	2	2,3
<i>E. neomesianum</i> Krammer	1	2,3
<i>E. obtusum</i> Krammer	2	
<i>E. paratropicum</i> Metzeltin & Lange- Bertalot		2
<i>E. perminutum</i> Krammer		2,3
<i>E. riotecense</i> Krammer	1	
<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann		2
<i>E. subelginense</i> Krammer	2	2,3
<i>E. subminutum</i> Krammer & Lange-Bertalot	2	
<i>E. subjavanicum</i> Krammer	2	
<i>E. sparsipunctatum</i> Krammer	2	
<i>E. subrostratum</i> Krammer	2	
<i>E. supergracile</i> Krammer & Lange-Bertalot	1	
<i>E. tapajoz</i> Krammer	2	
<i>E. truncatum</i> Krammer	2	

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores com base em: * a) Metzeltin e Lange-Bertalot (1998); b) Metzeltin e Lange-Bertalot (2007); c) Ribeiro et. al. (2010); d) reservatório de Curuá-Uma (neste estudo).

No corrente texto são descritos, ilustrados e discutidos sete táxons do gênero *Encyonema* Kützing, registrados no reservatório de Curuá-una, sendo seis identificados em nível específico, e um em nível de variedade. Adicionalmente, são apresentados os valores referentes às condições do ambiente no momento das coletas, como se segue.

***Encyonema incurvatum* Krammer in *Biblioteca Diatomologica*, v.36 p. 161 pl. 21, figs.17-23. 1997.**

Figuras: 2-7

Valvas dorsiventrals semi-lanceoladas, margem dorsal convexa e margem ventral reta intumescida na região mediana. Ápices atenuado-arredondadas. Área axial estreita e linear. Rafe filiforme com extremidades proximais da rafe expandida como poro em direção à margem dorsal e extremidades distais voltadas para o lado ventral da valva. Estigma ausente. Estrias de paralelas a levemente radiadas em ambos os lados e variam entre 9-12 estrias em 10 μ m. Comprimento 20,47-33,18 μ m, largura 5,01-8,41 μ m. Em MEV, vista externa, os ápices são atenuados-arredondadas. A rafe é fortemente ondulada com extremidades distais em forma de gancho voltadas para o lado ventral da valva e as extremidades proximais terminam em poro e são levemente defletidas para o lado dorsal da valva. A área axial acompanha as ondulações da rafe e é expandida na região central. As aréolas são lineoladas e alongadas apicalmente. Não foi possível constatar estigmóide em vista externa.

Material Examinado: HSTM-algas 13510, HSTM-algas 13513, HSTM-algas 13521, HSTM-algas 13525, HSTM-algas 13536, HSTM-algas 13538, HSTM-algas 13539, HSTM-algas 13555, HSTM-algas 13556, HSTM-algas 13559, HSTM-algas 13560.

Comentário: os indivíduos (n=285) assemelham-se em *Encyonema simile* Krammer morfológicamente e na distribuição de estrias, porém essa espécie abrange indivíduos mais estreitos (5,1-6 μ m) menores (18-25 μ m) e com os ápices mais arredondados. Com base nas demais populações estudadas, Pires (2013) e Marra et al. (2016) registraram indivíduos apresentando comprimento, largura e estrias semelhantes aos espécimes encontrados. *E. incurvatum* também demonstrou ser semelhante a *Encyonema accedens* Krammer na morfologia da valva, a diferença baseia-se somente no comprimento, pois *E. accedens* apresenta espécimes de menor comprimento. *Encyonema incurvatum* apareceu na metade das amostras estudadas apresentando valores de abundância relativa (3-94%). Esta espécie é a primeira citação para a Amazônia brasileira.

Dados abióticos: *Encyonema incurvatum* foi registrado em quatro pontos de coleta (P2, P3, P4 e P5). Temperatura (mín.: 28,80 - máx.: 33,60 °C), oxigênio dissolvido (mín.: 2,38 - máx.: 9,59 mg/L⁻¹), condutividade elétrica (mín.: 8,60 - máx.: 102,10 μ S/cm⁻¹), pH (mín.: 5,65 - máx.: 7,63), turbidez (mín.: 1,39 - máx.: 13,80 NTU), demanda bioquímica de oxigênio (mín.: 0,20 - máx.: 8,49 mg/L⁻¹), amônio (mín.: 0,03 - máx.: 0,53 mg/L⁻¹), nitrato (mín.: 0,50 - máx.: 1,73 mg/L⁻¹), silicato (mín.: 8,13 - máx.: 14,06 mg/L⁻¹), e fósforo total (mín.: 0,01 - máx.: 6,90 mg/L⁻¹).

Encyonema jemtlandicum Krammer in Krammer **Biblioteca Diatomologica**, v.36 p. 166 pl. 35, figs.1-9. 1997.

Figuras: 8-10

Valvas dorsiventrals semi-lanceoladas, margem dorsal amplamente convexa e margem ventral reta. Ápices arredondados a subrostrados. Área axial estreita e linear. Rafe filiforme com extremidades proximais da rafe expandida como poro em direção a margem dorsal e extremidades distais voltadas para o lado ventral da valva. Estigma ausente. Estrias radiadas no lado dorsal, levemente paralelas no lado ventral e variam entre 10-11 estrias em 10 μm . Comprimento 25,78 - 28,66 μm , largura 9,32 - 9,37 μm . Em Mev, vista externa, os ápices são arredondados a subrostrados. A rafe é levemente ondulada com extremidades distais em forma de gancho voltadas para o lado ventral da valva e as extremidades proximais terminam em poro e são levemente defletidas para o lado dorsal da valva. A área axial acompanha as ondulações da rafe. As áreolas são lineoladas e alongadas apicalmente.

Material Examinado: HSTM-algas 13555

Comentário: os indivíduos (n= 2) observados são semelhantes quanto ao contorno valvar de *E. procerum* apresentado por Krammer (1997, pl. 32 figs.18-19) e diferenciam-se por apresentar a margem ventral mais reta a convexa. Esta espécie também foi registrada por Aquino e Tavares (2006) em um levantamento das diatomáceas de um lago do reservatório de Itaipu. *Encyonema jemtlandicum* apareceu somente uma vez nas amostras estudadas com o (22%) de abundância relativa. Esta espécie é primeira citação para a Amazônia Brasileira.

Dados abióticos: *Encyonema jemtlandicum* foi registrado em um único ponto de coleta (P5). Temperatura (29,80°C), oxigênio dissolvido (9,59 mg/L^{-1}), condutividade elétrica (18,50 $\mu\text{S/cm}^{-1}$), pH (5,65), turbidez (2,67 NTU), demanda bioquímica de oxigênio (0,20 mg/L^{-1}), amônio (0,25 mg/L^{-1}), nitrato (0,50 mg/L^{-1}), silicato (12,53 mg/L^{-1}), e fósforo total (0,01 mg/L^{-1}).

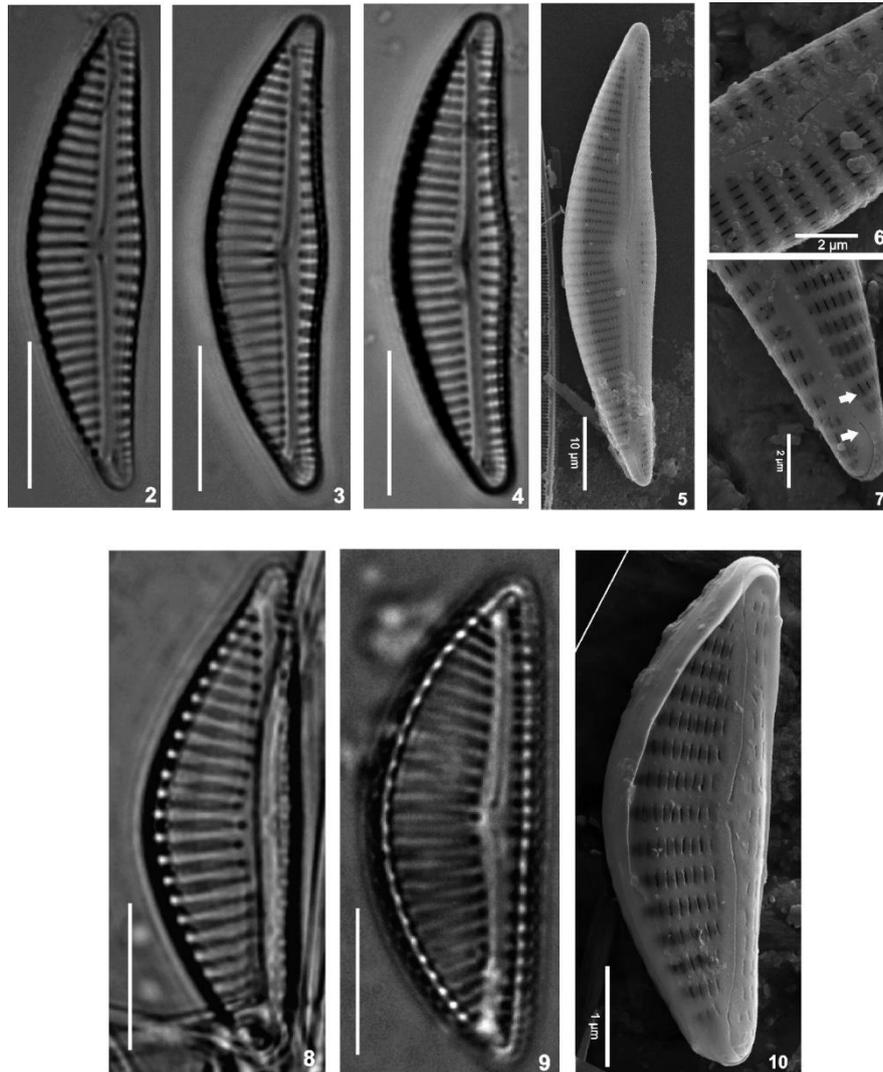


Figura 1 - Imagens de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. Figs.: 2-10: 2-4 *Encyonema incurvatum* em MO; 5-7: *E. incurvatum* em MEV. 5: Vista externa, aspecto geral da valva. 6: Região central mostrando as extremidades proximais da rafe que terminam em poro. 7: Morfologia das aréolas (seta) e extremidade distal da rafe em forma de gancho (seta). 8-10: *Encyonema jemtlandicum*. 8-9 vista geral em MO. 10: vista externa em MEV. Escala em MO = 10 μ m.

Encyonema neogracile Krammer in Krammer **Biblioteca Diatomologica**, v.36 p. 177-178 pl. 82, figs.1-13. 1997.

Figuras 11-15

Valvas dorsiventrals semi-lanceoladas, margem dorsal pouco convexa e margem ventral reta a levemente côncavas nas extremidades e pouco convexa na região mediana. Ápices subrostrados. Área axial estreita linear-lanceolada. Rafe filiforme levemente ondulada com extremidades proximais da rafe expandida como poro em direção à margem dorsal e extremidades distais voltadas para o lado ventral da valva. Estigma ausente. Estrias levemente

radiadas em ambos os lados e variam entre 13-14 estrias em 10 μm . Comprimento 14,75 - 43,39 μm , largura 5,77 - 8,74 μm . Em MEV, vista externa, os ápices são arredondados a subrostrados. A rafe é levemente ondulada a reta com extremidades distais em forma de gancho voltadas para o lado ventral da valva e as extremidades proximais terminam em poro fortemente defletidas para o lado dorsal da valva. A área axial acompanha a rafe e é expandida na região central. As aréolas são lineoladas e alongadas apicalmente.

Material Examinado: HSTM-algas 13499, HSTM-algas 13501, HSTM-algas 13502, HSTM-algas 13503, HSTM-algas 13504, HSTM-algas 13510, HSTM-algas 13520, HSTM-algas 13521, HSTM-algas 13524, HSTM-algas 13536, HSTM-algas 13538, HSTM-algas 13554

Comentário: os espécimes (n=77) observados de *E. neogracile* assemelham-se morfológicamente aos espécimes de *Encyonema pergracile* apresentados por Krammer (1997, plate 88, figs.1-9) conferem quanto ao contorno valvar, e comprimento, mas difere de *E. pergracile* por possuir medidas maiores quanto a largura. O táxon encontrado no presente estudo também foi registrado por Marquardt et al. (2011) em substratos naturais, porém, com maiores valores de comprimento e largura (comp.: 36-68,8 larg.: 7,4-13,2). Bes et al. (2012), Marquardt e Bicudo (2014) e Marra et al. (2016) encontraram espécimes que se enquadram com as medidas morfométricas apresentadas no estudo. Silva- Lehmkuhl et al. (2019) também apresentaram valores que divergiram com os dados fornecidos (comp.: 35,5-56,6 larg.: 6,5-7,5 estrias: 14-16), vale ressaltar que os indivíduos foram encontrados em um ambiente com condições oligotróficas, pH ligeiramente ácido e com valores de baixa condutividade. *E. neogracile* ocorreu na metade das amostras estudadas, apresentando elevados valores de abundância relativa (1-74%). Esta espécie é primeira citação para a Amazônia brasileira.

Dados abióticos: *E. neogracile* foi encontrado nos cinco pontos de coletas (P1, P2, P3, P4 e P5). Temperatura (mín.: 28,80 - máx.: 33,60 °C), oxigênio dissolvido (mín.: 2,38- máx.: 11,67 mg/ L⁻¹), condutividade elétrica (mín.: 8,60 - máx.: 126,30 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$), pH (mín.: 6,20 - máx.:7,16), turbidez (mín.:1,72 - máx.:14,20 NTU), demanda bioquímica de oxigênio (mín.:0,01- máx.:6,57 mg/L⁻¹), amônio (mín.: 0,01- máx.: 0,53 mg/L⁻¹), Nitrato (mín.: 0,40 - máx.:1,20 mg/L⁻¹), silicato (máx.:6,74 - máx.:11,88 mg/L⁻¹), e fósforo total (mín.:0,01- máx.:6,90 mg/L⁻¹).

Encyonema neogracile var. *tenuipunctata* Krammer in Krammer **Biblioteca Diatomologica**, v.36 p. 143 pl. 83, figs.4-7. 1997.

Figuras 16-23

Valvas dorsiventrals semi-lanceoladas, margem dorsal pouco convexa e margem ventral reta a levemente côncavas nas extremidades. Ápices subrostrados a rostrados. Área axial estreita linear-lanceolada. Rafe filiforme levemente ondulada com extremidades proximais da rafe expandida como poro em direção a margem dorsal e extremidades distais voltadas para o lado ventral da valva. Estigma ausente. Estrias levemente radiadas no lado ventral e paralelas no lado dorsal que variam entre 12-14 estrias em 10 μm . Comprimento 63,63 - 109,60 μm , largura 9,50 - 12,40 μm . Em MEV, vista externa, os ápices são atenuados-arredondadas. A rafe é fortemente ondulada com extremidades distais em forma de gancho voltadas para o lado ventral da valva e as extremidades proximais terminam em poro e são levemente defletidas para o lado dorsal da valva. A área axial acompanha as ondulações da rafe e é expandida na região central. Na estria mediana da valva, próximo a extremidade proximal da valva há um estigmóide, o qual em vista externa é arredondado. As aréolas são lineoladas e alongadas apicalmente. Em vista interna, as aréolas são arredondadas e o estigmóide apresenta-se em forma de fenda.

Material Examinado: HSTM-algas 13499, HSTM-algas 13501, HSTM-algas 13502, HSTM-algas 13503, HSTM-algas 13507, HSTM-algas 13508, HSTM-algas 13510, HSTM-algas 13512, HSTM-algas 13513, HSTM-algas 13514, HSTM-algas 13515, HSTM-algas 13519, HSTM-algas 13520, HSTM-algas 13521, HSTM-algas 13522, HSTM-algas 13525, HSTM-algas 13532, HSTM-algas 13537, HSTM-algas 13538, HSTM-algas 13539, HSTM-algas 13544, HSTM-algas 13554, HSTM-algas 13555, HSTM-algas 13556

HSTM-algas 13559, HSTM-algas 13560

Comentário: a população (n= 516) observada assemelha-se ao material tipo coletado na “laguna de Santarém” descrito por Krammer (1997, pág.178, pl.178 figs.4-7). Os indivíduos da população assemelham-se morfológicamente a *E. neogracile* descrito no presente estudo, mas é possível constatar que os indivíduos de *E. neogracile* var. *tenuipunctata* possuem maiores dimensões morfométricas. Espécimes desta ocorreram em todas as amostras estudadas, e apresentaram altos valores de abundância relativa (1-97%). Dentre os estudos que citam a ocorrência destes espécimes no estado do Goiás, São Paulo e Paraná, respectivamente, destacam-se os citados por Marquardt e Bicudo (2014) (comp.: 41,1-49,4 larg.: 6,5-6,7) e Santos et al. (2011) (comp.: 36-56,8 larg.: 4,8-9,2), todos os indivíduos apresentaram medidas de comprimento e largura menores ao descrito neste estudo.

Dados abióticos: *Encyonema neogracile* var. *tenuipunctata* foi registrado nos cinco pontos de coleta (P1, P2, P3, P4 e P5). Temperatura (mín.: 27,70 - máx.: 33,60 °C), oxigênio dissolvido (mín.: 1,60 - máx.: 11,67 mg/L⁻¹), condutividade elétrica (mín.: 10,50 -

máx.: 234,00 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$), pH (mín.:5,65 - máx.: 7,63), turbidez (mín.: 1,39 - máx.: 13,80 NTU), demanda bioquímica de oxigênio (mín.: 0,01- máx.: 8,49 mg/L^{-1}), amônio (mín.: 0,05 - máx.: 0,53 mg/L^{-1}), nitrato (mín.: 0,39 - máx.: 2,66 mg/L^{-1}), silicato (mín.: 5,04 - máx.: 14,06 mg/L^{-1}) e fósforo total (mín.: 0,01- máx.: 6,90 mg/L^{-1}).

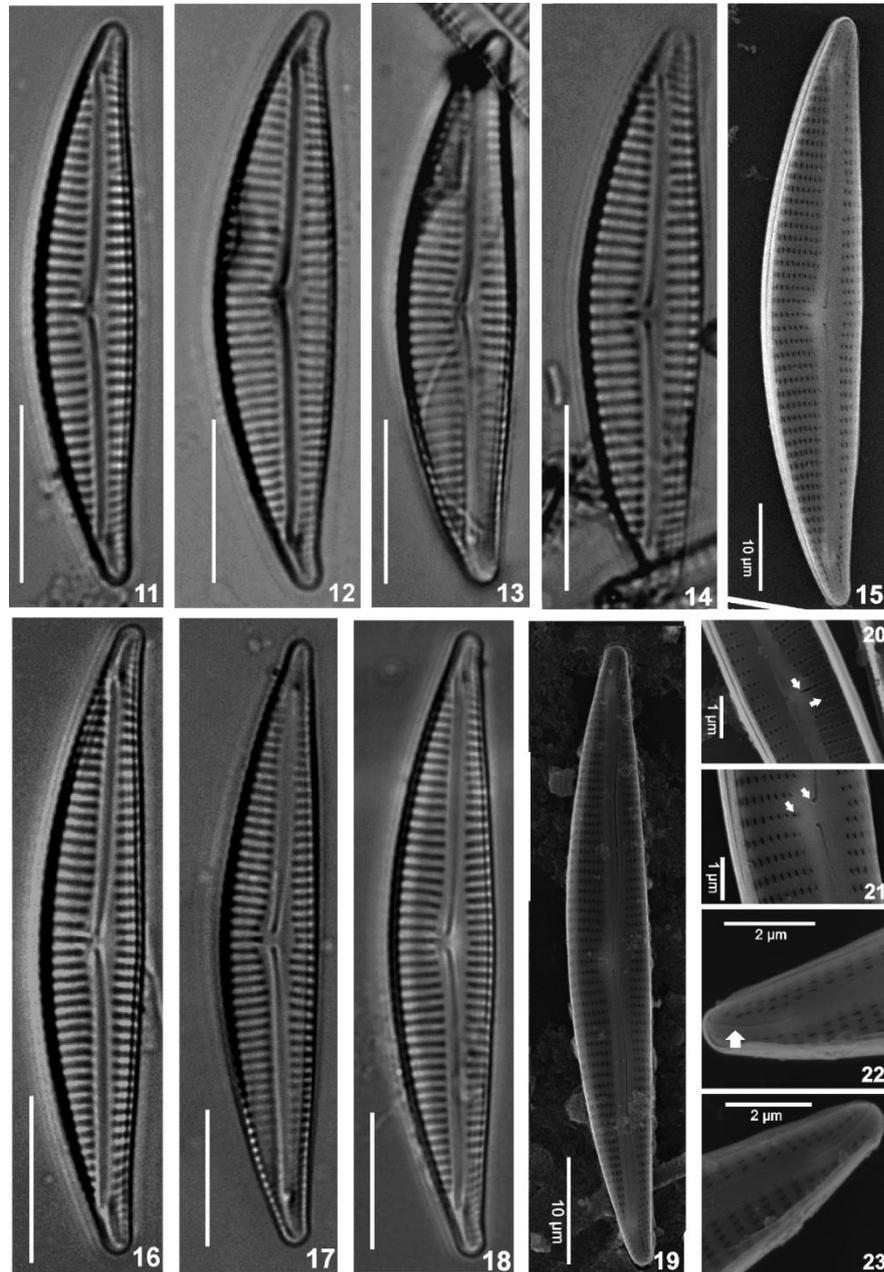


Figura 2 - Imagens de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. Figs 11-23: 11-14. *Encyonema neogracile* em MO. 15: vista externa e aspecto geral da valva de *E. neogracile* em MEV. 16-23. *Encyonema neogracile* var. *tenuipunctata*. 16-18 em MO e 19-23 em MEV. 19: Vista externa, aspecto geral da valva. 20: Vista interna, região central da valva e setas indicando a morfologia das aréolas e estigmóide em formato de fenda. 21: Região central mostrando as extremidades proximais da rafe e seta indicando o estigma. 22-23. Ápices mostrando extremidades distais em forma de gancho e ausência de campo de poros. Escala em MO = 10 μm .

Encyonema neomesianum Krammer in Krammer **Biblioteca Diatomologica**, v.36 p. 84-85 pl. 40, figs. 6-9; pl.54 figs. 6-7; pl. 99, figs. 4-7. 1997.

Figuras 24-26

Valvas dorsiventrals semi-lanceoladas, margem dorsal convexa e margem ventral reta levemente intumescida na região mediana. Ápices atenuado-arredondadas. Área axial estreita e linear. Rafe filiforme com extremidades proximais da rafe expandida como poro em direção a margem dorsal e extremidades distais voltadas para o lado ventral da valva. Estigma presente. Estrias paralelas a levemente radiadas em ambos os lados e possuem 9-11 estrias em 10 μm . Comprimento 27,50 - 35,31 μm , largura 8,50 - 10,43 μm . Em MEV, vista externa, os ápices são atenuados-arredondados. A rafe é pouco ondulada com extremidades distais em forma de gancho voltadas para o lado ventral da valva e as extremidades proximais terminam em poro e são levemente defletidas para o lado dorsal da valva. A área axial acompanha as ondulações da rafe e é expandida na região central. As aréolas são lineoladas e alongadas apicalmente. Não foi possível constatar estigmóide em vista externa.

Material Examinado: HSTM-algas 13424

Comentário: a identificação dos espécimes (n = 3) baseou-se no material descrito e ilustrado por Krammer (1997, pág. 112, figs. 6-9). *E. neomesianum* é semelhante a *E. vulgare* Krammer no contorno valvar, mas diferencia-se por apresentar valvas menores (35-66), menor largura (12-17) e menor número de estrias (10-13). A espécie também é semelhante morfológicamente aos apresentados por Silva et al. (2010) embora as dimensões morfométricas serem levemente maiores (comp.: 29,6-40,8 larg.: 8-11,2). Marquardt et al. (2011) (comp.: 30,6-63,5 larg.: 8,1-14,1 estrias: 10-12), Santos et al. (2011) (comp.: 33,6-48 larg.: 7,2-8,8), Bes et al. (2012) (comp.: 15-46 larg.: 7-14 estrias: 8-12), Marquardt e Bicudo (2014) (comp.: 20,6-47,5 larg.: 6,5-8,7 estrias: 10-15) e Marquardt et al. (2018) (comp.: 30-36,9 larg.: 7,9-8,4 estrias: 11-13) nos quais apresentaram os valores das medidas bastante diferenciadas. Destaca-se também os registrados por Bichoff et al. (2016). *E. neomesianum* ocorreu somente em um mês dos períodos estudados, e apresentou (15,15%) de abundância relativa.

Dados abióticos: *E. neomesianum* foi registrado em um ponto de coleta (P3). Temperatura (29,30 °C), oxigênio dissolvido (3,70 mg/L⁻¹), condutividade (126,30 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$), pH (6,46), turbidez (14,20 NTU), demanda bioquímica de oxigênio (6,57 mg/L⁻¹), nitrato (1,20mg/L⁻¹) e silicato (11,88 mg/L⁻¹), amônio (0,53 mg/L⁻¹) e fósforo total (0,50 mg/L⁻¹).

Encyonema perminutum Krammer in Krammer **Biblioteca Diatomologica**, v.36 p. 161 pl. 25, figs.20-27. 1997.

Figura 27

Valvas dorsiventrals semi-lanceoladas, margem dorsal convexa e margem ventral levemente reta. Ápices atenuado-arredondadas. Área axial estreita e linear. Rafe filiforme com extremidades proximais da rafe expandida como poro em direção a margem dorsal e extremidades distais voltadas para o lado ventral da valva. Estigma ausente. Estrias levemente radiadas em ambos os lados e variam entre 9-14 estrias em 10 μm . Comprimento 19,96 - 23,00 μm , largura 5,66 - 6,40 μm .

Material Examinado: HSTM-algas 13555

Comentário: os indivíduos (n=2) observados são semelhantes quanto ao contorno valvar, distribuição de estrias e largura de *Encyonema tapajoz*, os espécimes foram descritos por Krammer (1997, plate. 130, figs.1-7), e encontrados no rio Tapajós, Brasil. *E. perminutum* também foi descrito por Pires (2013) a partir do material fitoplanctônico e perifítico coletado em onze rios da bacia litorânea do Paraná, a espécie assemelha- quanto ao contorno valvar, mas difere nas características morfométricas apresentadas (comp.: 24,8-27,9 larg.: 5,9- 6,3 estrias: 11-13). *E. perminutum* ocorreu em uma única amostra, com baixo valor de abundância relativa (4,87%). Esta espécie é primeira citação para a Amazônia brasileira.

Dados abióticos: *E. perminutum* foi registrado em um único ponto de coleta (P5). Temperatura (29,80°C), oxigênio dissolvido (9,59 mg/L⁻¹), condutividade elétrica (18,50 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$), pH (5,65), turbidez (2,67 NTU), demanda bioquímica de oxigênio (0,20 mg/L⁻¹), silicato (12,53 mg/L⁻¹), amônio (0,25 mg/L⁻¹), nitrato (0,50 mg/L⁻¹), e fósforo total (0,01 mg/L⁻¹).

Encyonema cf. subelginense Krammer in Krammer in **Biblioteca Diatomologica**, v.36 p. 173 pl. 62, figs.2-8. 1997.

Figuras 28 -30

Valvas dorsiventrals semi-lanceoladas, margem dorsal amplamente convexa e margem ventral reta a levemente intumescida na região mediana. Ápices subrostrada-arredondadas. Área axial estreita e linear. Rafe filiforme com extremidades proximais da rafe expandida como poro em direção a margem dorsal e extremidades distas voltadas para o lado ventral da valva. Estigma presente. Estrias levemente radiadas em ambos os lados e variam entre 10-13 estrias em 10 μm . Comprimento 22,03 - 29,30 μm , largura 8,20 - 9,57 μm . Em MEV,

vista externa, os ápices são subrostradas-arredondadas. A rafe é pouco ondulada a reta com extremidades distais em forma de gancho voltadas para o lado ventral da valva e as extremidades proximais terminam em poro e são levemente defletidas para o lado dorsal da valva. A área axial acompanha as ondulações da rafe. As aréolas são lineoladas e alongadas apicalmente.

Material Examinado: HSTM-algas 1524

Comentário: a população (n=3) baseou-se no material tipo ilustrado por Krammer (1997, plate.62, figs.2-8). Esta espécie foi encontrada no rio Tapajós da região Amazônica. No entanto é delicado identificar corretamente a *E. subelginense* devido à ampla variação morfológica que esta espécie apresenta (Krammer, 1997a). Após a realização de análises em periódicos atuais com base em diatomáceas perifíticas que tivesse sido registrado a espécie, não foi possível constatar espécimes semelhantes ao descrito neste estudo. Isto pode estar relacionado ao fato de estudos com publicações exclusivas do gênero *Encyonema* serem bastante incomuns. Indivíduos desta espécie ocorreram somente em um único mês dos períodos estudados, além disso, notou-se um baixo valor de abundância relativa.

Dados abióticos: *Encyonema* cf. *subelginense* foi registrado em um único ponto de coleta (P3). Temperatura (29,30°C), oxigênio dissolvido (3,70 mg/L⁻¹), condutividade (126,30 µS/cm⁻¹), pH (6,46), turbidez (14,20 NTU), demanda bioquímica de oxigênio (6,57 mg/L⁻¹), amônio (0,53 mg/L⁻¹), nitrato (1,20 mg/L⁻¹) silicato (11,88 mg/L⁻¹) e fósforo total (0,50 mg/L⁻¹).

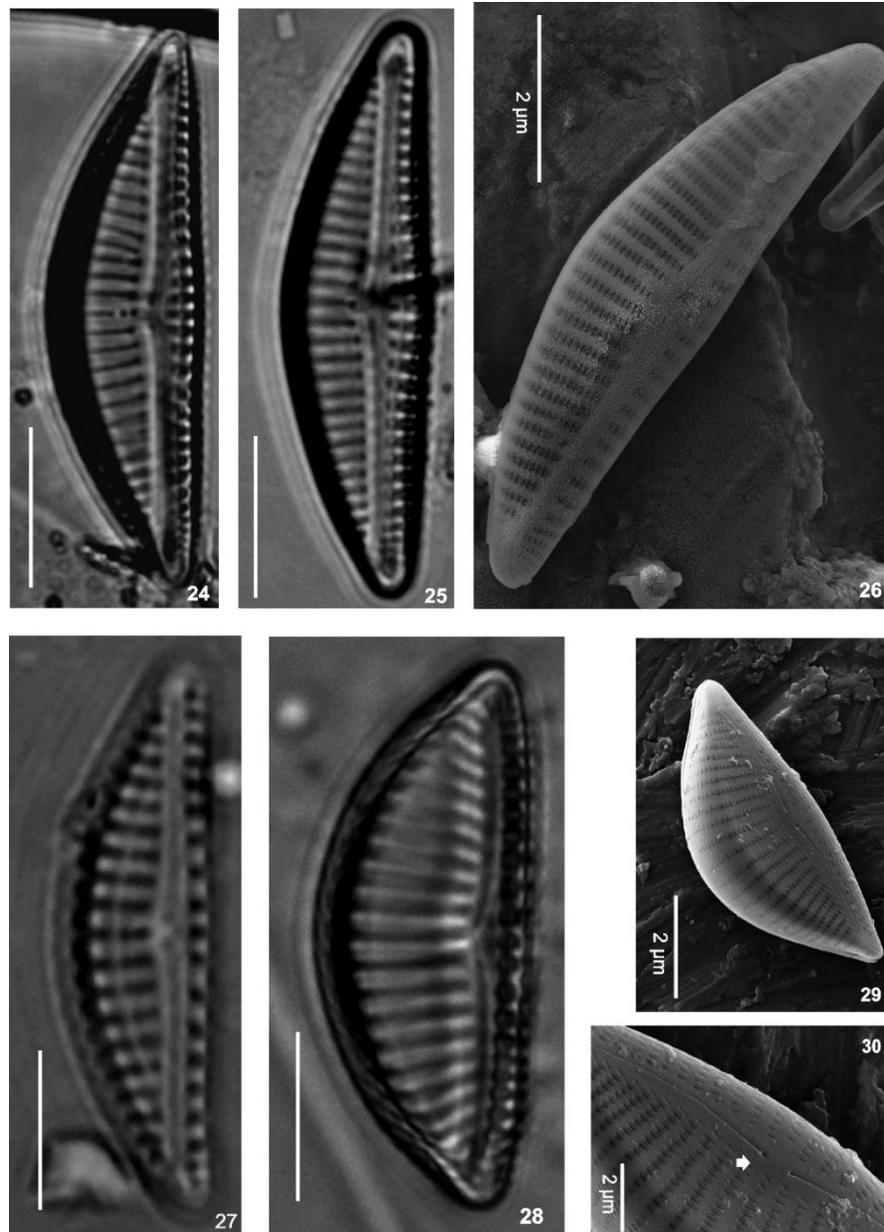


Figura 3 - Imagens de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. Figs.: 24-30: 24-26: *Encyonema neomesianum* 24-25 em MO e 26 em MEV. 27. *Encyonema perminutum*; 28-30: *Encyonema cf. subelginense*. 28: vista geral da valva em MO. 29-30 Imagens em MEV. 29: vista externa, aspecto geral da valva. 30: Região central, seta indicando extremidades proximais da rafe que terminam em poro. Escala em MO =10µm.

5.3 Conclusão

Um total de sete táxons do gênero *Encyonema*, sendo seis espécies e uma variedade foi registrado, sendo quatro espécies, *E. incurvatum*, *E. jemtlandicum*, *E. neogracile* e *E. perminutum*, documentadas pela primeira vez para a Amazônia Brasileira. O fato de mais de 50% das espécies ainda não terem sido descritas nesta região é um indicativo de que ainda pouco se conhece sobre a real riqueza de espécies deste grupo nesta vasta região brasileira.

Por último, destaca que estas espécies ocorreram em um reservatório com valores elevados de temperatura da água, em torno de 29°C com valores de pH característico de ambientes no limite entre ácido e básico e baixa concentração de nutrientes.

REFERÊNCIAS

APHA - American Public Health Association. **Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater**. 22 ed. Washington: APHA, 2012.

AQUINO, N. F.; TAVARES, B. Levantamento das diatomáceas de um lago marginal do reservatório de Itaipu, rio São Francisco Falso, município de Santa Helena, Paraná, Brasil. *In: Encontro anual de Iniciação Científica, 15 e Encontro de Pesquisa da Uepg, 6.*, 2006, Ponta Grossa. Anais. 1 CD-ROM. 2006.

AZEVEDO, J. S.; TALGATTI, D. M.; TORGAN, L. C.; PEREIRA, A. C.; MELO, S. O gênero Gomphonema (Bacillariophyta) na comunidade perifítica do rio e reservatório de Curuá-Una (Santarém, Pará, Brasil). **Rodriguésia**, v. 69, n. 2, p. 765-776, 2018.

BARBER, H. G.; HAWORTH, E. Y. A guide to the morphology of the diatom *FIR*rustule. **The Freshwater Biological Association**, v. 44, p. 1-112, 1981.

BASTOS, A. S. M.; COSTA V. B.; COSTA D. D.; MARTINS, R.C.V S.; PAIVA, R. S.; CAMARGO-ZORRO, M. Abundância e frequência de ocorrência de algas epilíticas das localidades da Boa Esperança e Arroz Cru do setor do médio rio Xingu/ PA-Brasil. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, v. 11, n.1, p. 59-70, 2011.

BES, D.; ECTOR, L.; TORGAN, L. C.; LOBO, E. A. Composition of the epilithic diatom flora from a subtropical river, Southern Brazil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 67, n. 1, p. 93-125, 2012.

BICHOFF, A.; OSÓRIO, N. C.; DUNCK, B.; RODRIGUES, L. Periphytic algae in a floodplain lake and river under low water conditions. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 3, e20160159, 2016.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil**. 2ª edição. Rima, São Carlos, 2006.

BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C.; BEAUMORD, A. C. *Eunotia ariengae* sp. nov., an epilithic diatom from brazilian Amazon. **Diatom Research**, v. 22, n. 2, p. 247-253, 2007.

BURLIGA, A. L.; KOCIOLEK, J.P. *Kobayasiella* species from Carajás National forest, Amazonia, Brazil. **Diatom Research**, v. 25, n. 2, p. 235-250, 2010.

BURLIGA, A. L.; KOCIOLEK, J. P. Four new *Eunotia* Ehrenberg species (Bacillariophyceae) from pristine regions of Carajás National Forest, Amazonia, Brazil. **Nova Hedwigia**, n.141, p.53-70, 2012.

CANANI, L. G. C.; FRAIA, R. S.; MELO, S. Periphytic *Actinella* Lewis (Ochrophyta, Bacillariophyceae) species from an Environmental Protection Area in the Brazilian Amazon. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 30, e209, 2018.

DA SILVA, W. J.; SOUZA, M. G. M. New species of the genus *Encyonema* (Cymbellales, Bacillariophyta) from the Descoberto River Basin, Central-western Brazil. **Phytotaxa**, v. 195, n. 2, p. 154-162, 2015.

FARIA, D. M.; GUIMARÃES, A. T. B.; LUDWIG, T. A. V. Responses of periphytic diatoms to mechanical removal to *Pistia stratiotes* L. in a hypereutrophic subtropical reservoir: dynammic and tolerance. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 4, p. 681-689, 2013.

- FONTANA, L.; BICUDO, D. C. Biodiversidade e distribuição das diatomáceas (Bacillariophyceae) de sedimentos superficiais nos reservatórios em cascata do rio Paranapanema, SP/PR, Brasil. **Hoehnea**, v. 39, n. 4, p. 587-614, 2012.
- GUIRY, M.D.; GUIRY, G.M. **Algaebase. World-wide electronic publication**, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 02 October. 2019.n
- HENDEY, N. I. An introductory account of the smaller algae of British coastal Waters. V. Bacillariophyceae (Diatoms). **Fishery Investigations Series**, London: Her Majesty's Stationery Office. v.4, n.5, p.1-317.1964.
- KRAMMER, K. **Die cymbelloiden Diatomeen** - Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeines und Encyonema Part. *Bibliotheca Diatomologica*, v.36, p.382, 1997a.
- KRAMMER, K. **Die cymbelloiden diatomeen**: Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa, 2: Encyonema part, Encyonopsis and Cymbellopsis. *Bibliotheca Diatomologica*, v. 37, p. 469, 1997b.
- MARRA, R. C.; TREMARIN, P. I.; ALGARTE, V. M.; LUDWIG, T. A. Epiphytic diatoms (Diatomeae) from Piraquara II urban reservoir, Paraná state. **Biotaneotropica**, v. 16, n. 4, e20160200, 2016.
- MARQUARDT, G. C.; FURSTENBERGER, C. B.; CHAOUICHE, T. E.; CAPARICA, R. Diatomáceas (Bacillariophyceae) perifíticas em substratos naturais do rio das Pedras, município de Guarapuava, Paraná, Brasil. **TerraPlural**, v. 4, n. 2. p. 217-240, 2011.
- MARQUARDT, G. C.; BICUDO, C. E. D. M. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. *Algas 36: Bacillariophyceae (Cymbellales)*. **Hoehnea**, v. 4, n. 2, p. 2019-246, 2014.
- MARQUARDT, G. C.; BICUDO, C. E. D. M.; LUDWIG, T. A. V.; ECTOR, L.; WETZEL, C. E. Diatom assemblages (Bacillariophyta) in six tropical reservoirs from southeast Brazil: species composition and spatial and temporal variation patterns. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.30, e201, 2018.
- METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. **Tropical diatoms of South America II**: about 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora. In: Lange-Bertalot H (ed.) *Iconographia diatomologica*. Königstein: Koeltz Scientific Books. v.18, p.877, 1998.
- METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. Garcia-Rodríguez, F. **Diatoms of Uruguay**. *Iconographia Diatomologica*. Königstein: Koeltz Scientific Books. v.15, p. 736, 2005.
- METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. **Tropical diatoms of South America II. Special remarks on biogeography disjunction**. In: Lange-Bertalot H (ed.) *Iconographia diatomologica*. ARG Gantner Verlag KG, Ruggell. v. 18, p.877. 2007.

PIRES, E. C. C. **Gomphonemataceae E Cymbellaceae (Bacillariophyceae) da Bacia Hidrográfica Litorânea Do Paraná, Brasil**. 2013. 217 f Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Paraná. 2013.

RIBEIRO, F. C. P.; SENNA, C. S. F.; TORGAN, L. C. The use of diatoms for Paleohydrological and Paleoenvironmental reconstructions of Itupanema beach, Pará state, Amazon region, during the last millennium. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 13, n. 1, p. 21-32, 2010.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The diatoms: biology and morphology of the genera**. Cambridge University Press, United Kindow, 1990.

SALOMONI, S. E.; TORGAN, L. C.; ROCHA, O. Sampler collection gadget for epilithic diatoms. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 4, p. 631-637, 2007.

SANTOS, E. M.; TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. V. Periphytic diatoms on Potamogeton polygonus Cham. & Schltld.: first records from Paraná State. **Biota Neotropica**, v. 11, v. 3. p. 303-315, 2011.

SILVA, A. M.; LUDWIG, T. A. V.; TREMARIN, P. I.; VERCELLINO, I. S. Diatomáceas perifíticas em um sistema eutrófico brasileiro (Reservatório do Iraí, estado do Paraná). **Acta Botanica. Brasilica**. v. 24, n. 4, p. 997-1016, 2010.

SILVA-LEHMKUHL, A. M.; TREMARIN, P. I.; VERCELLINO, I. S.; LUDWIG, T. A. V. Periphytic diatoms from an oligotrophic lentic system, Piraquara I reservoir, Paraná state, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 2, e20180568, 2019.

TALGATTI, D.; WETZEL, C. E.; MORALES, E. A.; ECTOR, L.; TORGAN, L. C. Transfer of *Fragilaria atomus* Hust. to the genus *Stauroforma* (Bacillariophyta) based on observation of type and newly collected material. **Phytotaxa**, v. 158, n. 1, p. 43-56, 2014.

TAYLOR, J.C.; COCQUYT, C. **ABC Taxa Diatoms from the Congo and Zambezi Basins- Methodologies and identification of the genera**. v.16, p. 364, 2016.

TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. V. *Anorthoneis dulcis* Hein: First Record in South America. **Diatom Research**, v. 23, n. 1, p. 213-220, 2008.

TREMARIN, P. I.; WETZEL, C. E.; LUDWIG, T. A. V.; ECTOR, L. *Encyonema exuberans* sp. nov. (Bacillariophyceae) from Southern Brazilian lotic systems. **Nova Hedwigia**, v. 92, n. 1-2, p. 107-120, 2011.

TREMARIN, P. I.; STRAUBE, A.; TIBIRIÇA, C. E.; CASTRO, E.; WOJCIECHOWSKI, J.; MOREIRA FILHO, H.; LUDWIG, T. A. V. First record of *Capartogramma paradisiaca* Novelo, Tavera & Ibarra (Diatomeae) in South America. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 38, p. 1-5, 2015.

WETZEL, C. E.; VIJVER, B. V.; ECTOR, L. *Luticola deniseae* sp. nov. A new epizoic diatom from the Rio Negro (Amazon hydrographic basin). **Vie et Milieu- Life and environment**, v. 60, n. 3, p. 177-184, 2010.

WETZEL, C. E.; ECTOR, L.; HOFFMANN, L.; LANGE-BERTALOT, H.; BICUDO, D. C. Two new periphytic species from the neotropical Amazonian black waters, with a type analysis of. **Diatom Research**, v. 26, n. 1, p. 135-146, 2011.

WETZEL, C. E.; VIJVER, B. V.; COX, E. J.; BICUDO, D. C.; ECTOR, L. *Tursiocola podocnemicola* sp. nov., a new epizoic freshwater diatom species from the Rio Negro in the Brazilian Amazon Basin. **Diatom Research**, v. 27, n. 1, p. 1-8, 2012a.

WETZEL, C. E.; LANGE-BERTALOT, H.; MORALES, E. A.; BICUDO, D. C., HOFFMANN, L.; ECTOR, L. *Bicudoa amazonica* gen. nov. et sp. nov. (Bacillariophyta) a new freshwater diatom from the Amazon basin with a complete raphe loss in the Eunotioid lineage. **Phytotaxa**, v. 75, p. 1-18, 2012b.

6 DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-SAZONAL DA COMUNIDADE DE DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS DO RESERVATÓRIO DE CURUÁ-UNA (PARÁ, BRASIL)⁶

⁶ Capítulo construído em parceria com os Professores, Dávia Marciana Talgatti e Sérgio de Melo.

6.1 Introdução

As diatomáceas são conhecidas como um dos grupos mais ricos em espécies com cerca de 12.000 espécies conhecidas e 8.000 espécies ainda desconhecidas (MANN; VANORMELINGEN, 2013). Basicamente são algas unicelulares silicosas, envolvidas por uma caixa silícea composta por duas valvas e pelo cíngulo. Podem formar cadeias filamentosas, são desprovidas de flagelos na fase adulta e podem aderirem-se às superfícies por mucilagem secretada proveniente de estruturas como campo de poros apical, rafe e rimopórtula, situação esta que lhes proporcionam vantagens adaptativas para se aderirem a diferentes substratos, o que contribui para a representatividade das diatomáceas na comunidade perifítica (ROUND *et al.*, 1990).

Deste modo, estudos indicam que a comunidade de diatomáceas domina a composição taxonômica do perifíton (BERE; MANGADZE, 2014). Além disso, são extremamente importantes por serem responsáveis pela produtividade primária e por suportar uma ampla gama de organismos aquáticos (AZIM *et al.*, 2005). Nos ambientes aquáticos continentais são abundantes no fitoplâncton, mas as que não são planctônicas, por sua vez, incluem indivíduos que crescem sobre outras plantas (epifíton), rochas (epilíton), grãos de areia (epipsamon) ou no sedimento (epipelon) (LOBO, 2013).

De modo geral, as algas perifíticas, principalmente o grupo das diatomáceas são sensíveis às características ambientais e fornecem uma medida direta e holística da integridade dos sistemas lóticos (FAUSTINO *et al.*, 2016). Os fatores ambientais: pH, condutividade elétrica, concentração de nutrientes, substrato, velocidade da corrente, luz, (grau de sombreamento), pastagem e temperatura são as variáveis mais importantes que influenciam nos padrões de distribuição dessas diatomáceas (GILLET *et al.*, 2015). A composição e a estrutura da comunidade destes organismos sésseis ou localmente móveis são diretamente impactadas pelas características químicas e físicas da água (TAYLOR *et al.*, 2014).

Diante do referente contexto, este trabalho tem como objetivo identificar e registrar a composição das diatomáceas perifíticas, bem como verificar como a comunidade perifítica do reservatório de Curuá-Una está distribuída espacialmente e sazonalmente, e quais as relações com as variáveis limnológicas do ambiente.

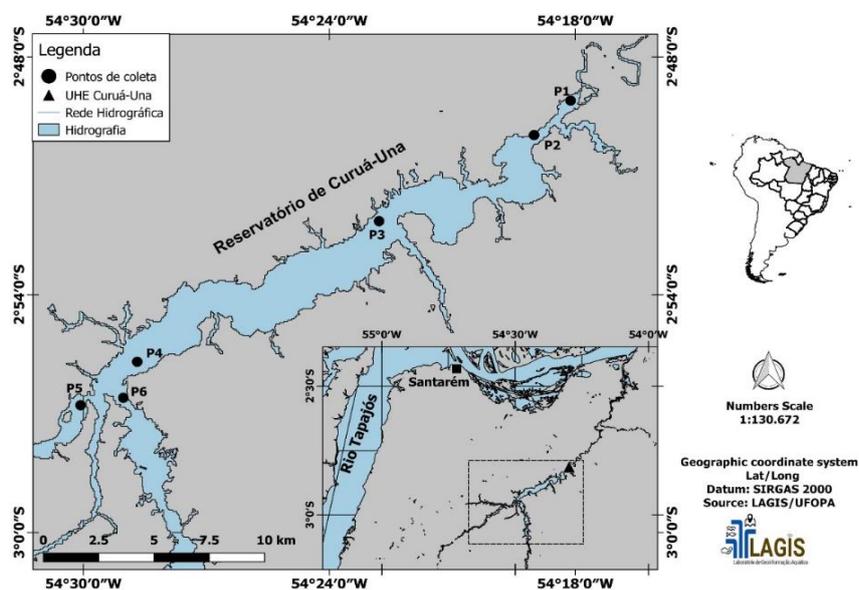
6.2 Material e Métodos

O reservatório de Curuá-Una está localizado no município de Santarém/PA (2°24'52"S-54°42'35" W) possui área de 102 km² e volume de 400 hm³, o reservatório é alongado e estreito, com uma largura máxima de cerca de 3 km, apresentando profundidade máxima de cerca de 20 metros próximos à barragem. A barragem possui cerca de 600 metros de largura e altura máxima de 26 metros (Junk *et al.*, 1981).

As coletas foram realizadas sazonalmente entre os meses de maio/2016 a abril/2017 em seis pontos de coleta diferenciados. Estes pontos foram distribuídos ao longo do reservatório de Curuá-Una (zona de transição/influência de ambiente lótico), e foz dos rios Moju e Mojuí (zona de transição/influência de ambiente lótico) e (zona lacustre) em dois períodos (menos chuvoso e chuvoso) totalizando 24 amostras (Figura 1).

As amostras foram agrupadas em dois períodos, o menos chuvoso compreendendo os meses de maio a setembro e o período chuvoso compreendendo os meses de dezembro a abril.

Mapa 3 - Imagem georreferenciada do reservatório de Curuá-umaUna, indicando os seis pontos de amostragem (círculos na cor preta).



Fonte: Labotório de Geoinformação Áquática- LAGIS

As diatomáceas perifíticas foram obtidas por meio de substratos artificiais (amostradores) tipo EDS (Epilithic Diatom Sampler) adaptados de Salomoni *et al.* (2007). Esses substratos serviram como “habitat” para as algas, nos quais consistiram em suportes de ferro (compr.: 22 cm x larg.:14,5 cm) com três lâminas de acrílico (polimetil-metacrilato (PMMA) compr.:14 cm x larg.:5 cm) acoplados a um flutuador de espuma. Esses amostradores foram colocados nos seis pontos de coleta levando em consideração as entradas dos igarapés e rios formadores do reservatório. Foram imersos a uma

profundidade de 15 cm na subsuperfície da coluna d'água, instalados nos troncos de árvores próximas à região litorânea e permaneceram submersos durante aproximadamente 30 dias para a colonização do perifíton.

Para análise qualitativa e quantitativa, os substratos artificiais foram raspados com a utilização de escovas de dente e auxílio de 150 ml de água destilada. Em seguida a amostra foi fixada com Lugol a 4% proposto por Bicudo e Menezes (2006). A cada coleta, as lâminas foram substituídas por outras lâminas estéreis e, o material sujo, tais como: escovas de dente e lâminas de acrílico foram transportadas para o laboratório, lavadas com sabão neutro e água corrente para serem reutilizadas nas demais coletas.

A cada amostragem, foram realizadas medições *in situ* de algumas variáveis físico-químicas, a saber: profundidade (m), mensurada com auxílio de eco sonda-GAMIM ECHO150, transparência da água (cm), mensurada com o auxílio de um disco de Secchi, temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (OD: mg/L⁻¹), condutividade (μS/cm⁻¹) e pH também foram mensurados com auxílio da sonda multiparâmetro AKSO modelo AK88. As variáveis, tais como: turbidez (NTU), amônio (mg/L⁻¹), nitrato (mg/L⁻¹), fósforo total (mg/L⁻¹), sílica (mg/L⁻¹) e demanda bioquímica de oxigênio – DBO₅ (mg/L⁻¹) foram coletadas utilizando frascos de polipropeno de 500 ml e 1000 ml, previamente esterilizados com solução de HNO₃ a 10%, colocados a uma profundidade de aproximadamente 30 cm, refrigerados imediatamente, para posterior transporte ao Laboratório de Biologia ambiental do Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas – ICTA/UFOPA.

Os métodos analíticos para a determinação de Demanda Bioquímica de Oxigênio -DBO, série nitrogenada, fósforo total e silicato seguiram os protocolos preconizados no manual internacional Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012), e estão indicados na (Tabela 3- Códigos dos dados químicos). A turbidez foi determinada através de um turbidímetro de bancada da marca Policontrol série AP 2000. Todos os métodos analíticos descritos acima foram realizados com o auxílio de um espectrofotômetro UV-Visível, modelo SP-220 – BIOSPECTRO.

Tabela 3- Códigos dos dados químicos

Variáveis	Método/Código Standard Methods (2012)
DBO ₅	Incubação a 20°C por 5 dias (Cód.:5210-B)
Fósforo Total	Redução c/Ác.Ascórbico 90% (Cód.:45000-BE)
Nitrato	N-(1-naftyl)-etilenodiamina (Cód.: 4500 NO ₃ -)
Amônio	N-(1-naftyl)-etilenodiamina (Cód.: 4500 NH ₃)
Sílica	Molibdosilicato (Cód.: 4500-Si D)

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

6.2.1 Preparação do material

Para o estudo da parede silicosa das diatomáceas, é necessária a retirada de matéria orgânica. Desta forma, as amostras de perifíton fixadas (1 ml) precisamente homogeneizadas foram submetidas à oxidação e preparadas segundo a técnica do Ácido Nítrico descrita em detalhes por Talgatti *et al.*, (2014) e, após a lavagem, alíquota de (0,25 ml) do material foi incluída entre lâmina e lamínula usando a resina Naphrax® (índice de refração 1,7) para a confecção das lâminas permanentes.

6.2.2 Análises das amostras perifíticas

As análises foram realizadas no microscópio óptico trinocular (modelo Axiostarplus-Carl Zeiss®), as imagens foram obtidas com a câmera de captura de imagens Zeiss (AxioCam ERc5s), e posteriormente realizadas as medidas morfométricas de todos os táxons encontrados com o auxílio do programa Zen.

Para a observação do material em microscopia eletrônica, alíquotas do material oxidado (0,25 ml) foram secas em suportes metálicos (stubs), metalizados com uma camada de ouro paládio, no equipamento BAL- TEC SCb005. Após esta metalização, o material foi observado em microscópio eletrônico de varredura (MEV) JEOL 6060, operado com 10 mm de distância de trabalho e 15 kV.

As amostras analisadas foram depositadas no Herbário de Santarém (HSTM) da Universidade Federal do Oeste do Pará, contendo o número de registro, data da coleta, estações de amostragens e nomes dos coletores (Tabela 4).

Tabela 4 - Dados de referências das amostras coletadas no reservatório de Curuá-Una, indicando o número de registro no herbário, data de coleta, pontos.*Coletores (Azevedo, J.S & Talgatti, D.M).

(Continua)

Material Examinado	Data	Pontos	Coletores
HSTM- algas 13489	21.05.2016	1	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13492	29.09.2016	1	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13495	21.12.2016	1	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13497	04.03.2017	1	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13497	04.03.2017	1	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13502	29.09.2016	2	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13503	27.10.2016	2	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13507	01.04.2017	2	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n

HSTM- algas 13508	06.05.2017	2	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13520	22.07.2016	3	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13521	29.09.2016	3	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13524	01.04.2017	3	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13525	06.05.2017	3	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13538	01.09.2016	4	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n

Tabela 4 - Dados de referências das amostras coletadas no reservatório de Curuá-Una, indicando o número de registro no herbário, data de coleta, pontos.*Coletores (Azevedo, J.S & Talgatti, D.M).

(Conclusão)

Material Examinado	Data	Pontos	Coletores
HSTM- algas 13539	29.09.2016	4	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13543	01.04.2017	4	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13544	06.05.2017	4	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13545	21.05.2016	5	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13546	25.06.2016	5	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13548	29.09.2016	5	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13551	21.12.2016	5	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13555	22.07.2016	6	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13556	27.10.2016	6	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13559	01.04.2017	6	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n
HSTM- algas 13560	06.05.2017	6	Azevedo, J.S & Talgatti, D. M s/n

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

6.2.3 Análise dos dados físico-químicos

Os dados físico-químicos foram analisados por meio de estatística descritiva. Para a verificação e classificação dos padrões de qualidade da água do reservatório foi utilizada como referência a classificação de corpos d'água da classe I e II pela resolução do CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

Para investigar gradientes ou padrões na estrutura da comunidade de diatomáceas perifíticas que ocorreram no reservatório, primeiramente os dados foram transformados na distância de Hellinger para remover os efeitos de abundância desproporcionais entre as espécies raras e as espécies abundantes. Logo em seguida, uma análise das principais componentes coordenadas (PCO) foi

realizada, e o índice de similaridade escolhido foi o de Bray-Curtis. (LEGENDRE; GALLAGHER, 2001).

Para verificar a ocorrência de diferenças significativas entre os pontos de coleta e os meses amostrados da comunidade de diatomáceas, foi aplicada uma PERMANOVA *two-way* sendo a matriz de similaridade de Bray-Curtis, permutada 9999 vezes. O PERMANOVA é um teste não paramétrico para provar a diferença significativa entre dois ou mais grupos, com base em qualquer medida de distância (ANDERSON, 2001). Essas análises foram realizadas no Software R. versão 2.13 (R-DEVELOPMENT-CORE-TEAM, 2011), associado ao pacote Vegan® (OKSANEN *et al.*, 2011).

Para verificar quais as relações significativas das variáveis ambientais sobre a comunidade de diatomáceas, uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi realizada, e suas significâncias foram determinadas pelo método de *forward selection*, utilizando teste Monte Carlo com 9999 permutações aleatórias (TER BRAK; SMILAUER, 2002, LEGENDRE; LEGENDRE, 2012). Dentre todas as espécies identificadas e contadas, foram utilizadas as espécies com abundância relativa $\geq 10\%$, totalizando 37 táxons. As análises foram realizadas no ambiente computacional CANOCO (Versão 4.5) e também no PAST 3.14 (HAMMER *et al.*, 2001).

6.2.4 Análise dos dados bióticos

A metodologia de contagem das diatomáceas seguiu o protocolo sugerido por Kobayasi e Mayama (1982) e Lobo (1995). Foram contadas e identificadas de 400 a 600 valvas por amostra, as valvas quebradas foram contadas quando existiu possibilidade de identificar o táxon, desde que os fragmentos estivessem com mais da metade de comprimento total da frústula.

A identificação das diatomáceas foi realizada com auxílio de obras básicas como: Hustedt (1965), Patrick e Reimer (1966), Metzeltin e Lange-Bertalot (1998, 2007), Metzeltin *et al.* (2005), em revisões recentes publicadas em livros e periódicos. A classificação taxonômica adotada foi a de Round *et al.* (1990) e a terminologia utilizada nas descrições dos táxons foi baseada em Hendeby (1964) e Barber e Haworth (1981).

O índice de constância foi calculado através da equação $C = (p \times 100) / P$, proposta por Dajoz, (1978) onde: p é o número de amostras contendo a espécie, P é o número total de amostras. As espécies com $C > 70\%$ são consideradas constantes; $30\% < C < 70\%$ representam espécies frequentes; $10\% < C < 30\%$ representam espécies esporádicas; $C < 10\%$ representam espécies raras.

As métricas ecológicas para descrever a estrutura da comunidade perifítica foram efetuadas, e para a análise, quatro atributos de estudos de comunidades foram escolhidos: riqueza, abundância, dominância e diversidade. Essas análises foram realizadas no software PAST 3.14 (HAMMER *et al.*, 2001).

Onde:

Riqueza: número de espécies

Abundância total: número de indivíduos amostrados

Dominância: 0 até 1 (um táxon muito dominante)

Diversidade de Shannon

$$H = -\sum_i \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}$$

H, índice de Shannon

n_i = número de indivíduos de cada espécie

n =número total de indivíduos em cada amostra

\ln =logaritmo de base neperiana.

$i=1$

Quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade florística da população em estudo (HARPER, 1999).

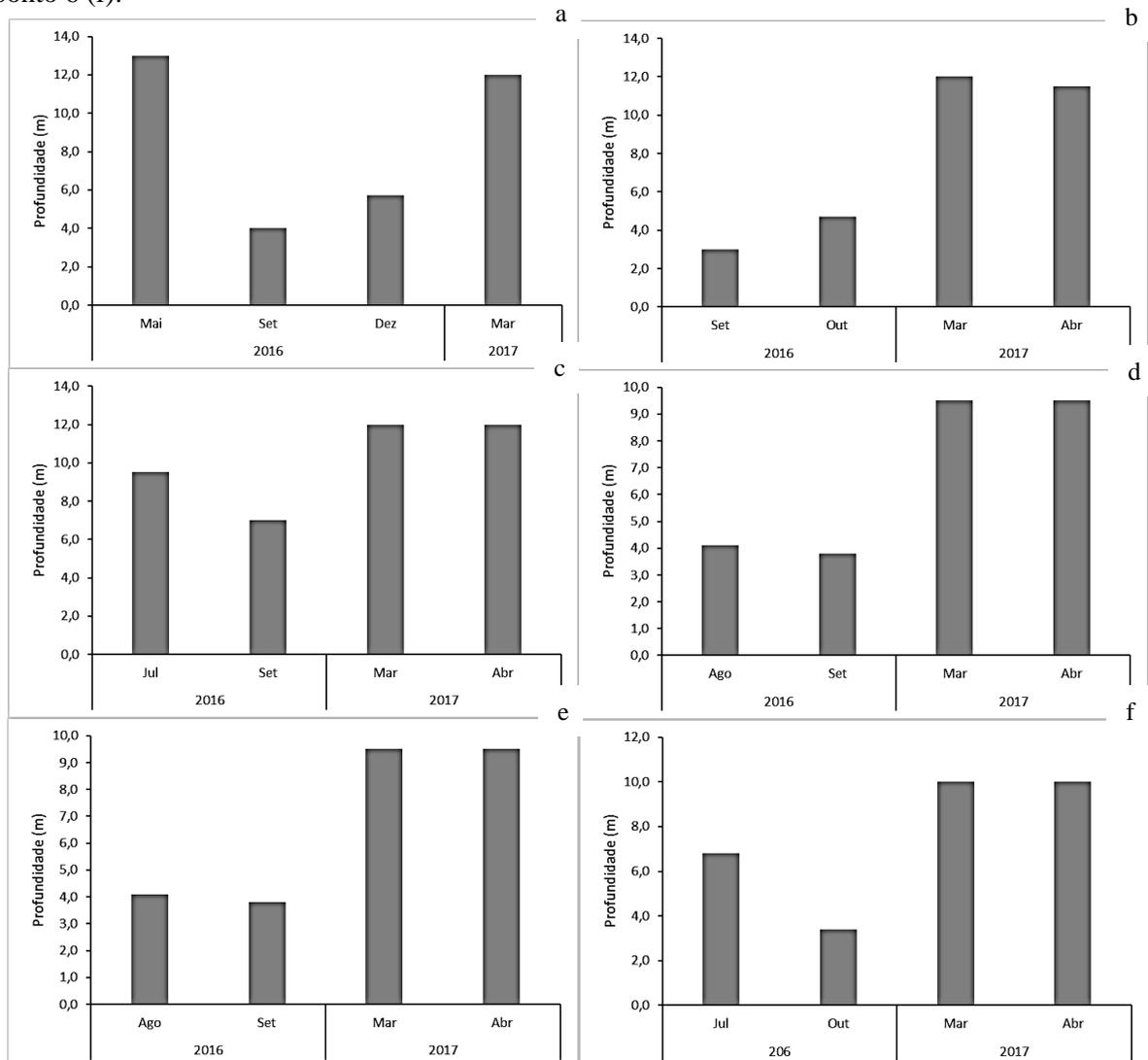
6.3 Resultados

6.3.1 Análise dos dados abióticos

A descrição das variáveis ambientais físico-químicas (valores máximos e mínimos) do reservatório estão demonstrados nos gráficos de 1 a 12 abaixo:

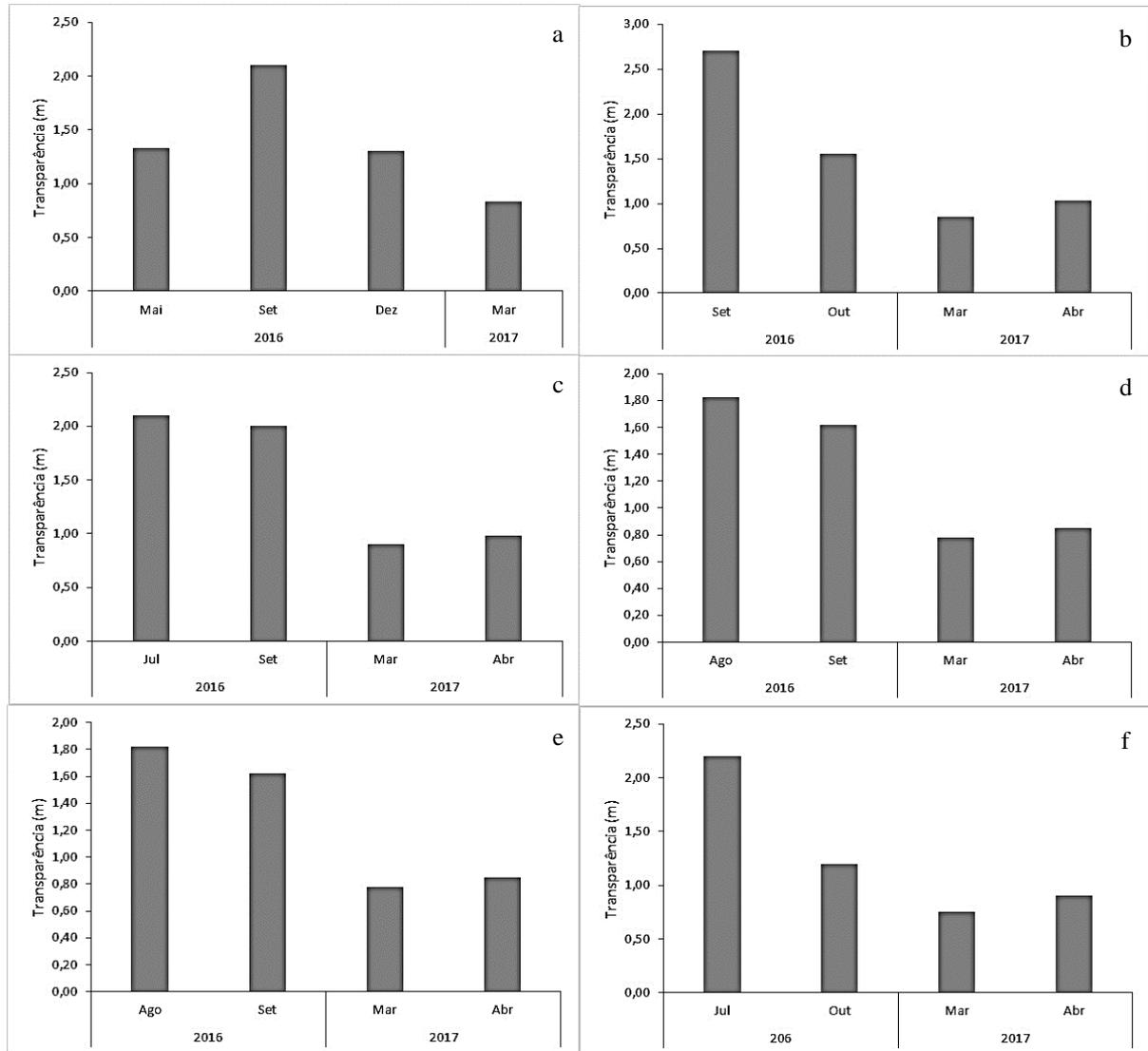
A profundidade do reservatório variou de 3,0 m no (P2) em setembro/2016 no período menos chuvoso do reservatório a 13,0 m (P1) em maio/2016 no período chuvoso (Gráfico 1). Já a transparência da água variou de 0,75 m no (P6) em março/2017 no período chuvoso a 2,70 m (P2) em setembro/2016 no período de poucas chuvas (Gráfico 2). Durante este período, a temperatura da água foi de 28,1 °C no (P4) em março/2017 a 33,00 °C (P2) em outubro/2016 (Gráfico 3).

Gráfico 1 - Variação espaço-temporal dos valores de profundidade medidos no reservatório de Curuá-Una. (Período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).



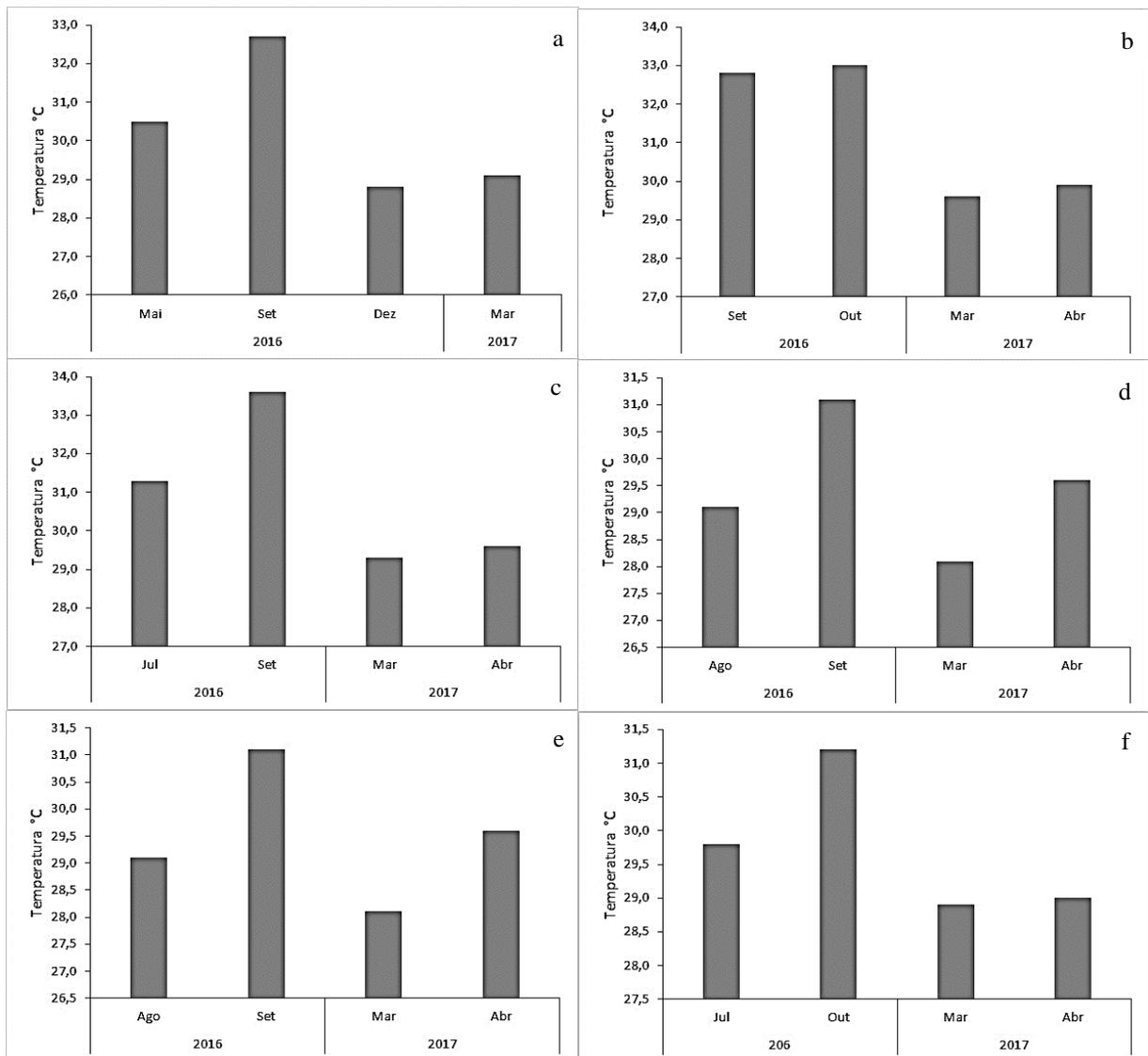
Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Gráfico 2 - Variação espaço-temporal dos valores de transparência da água medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f)



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

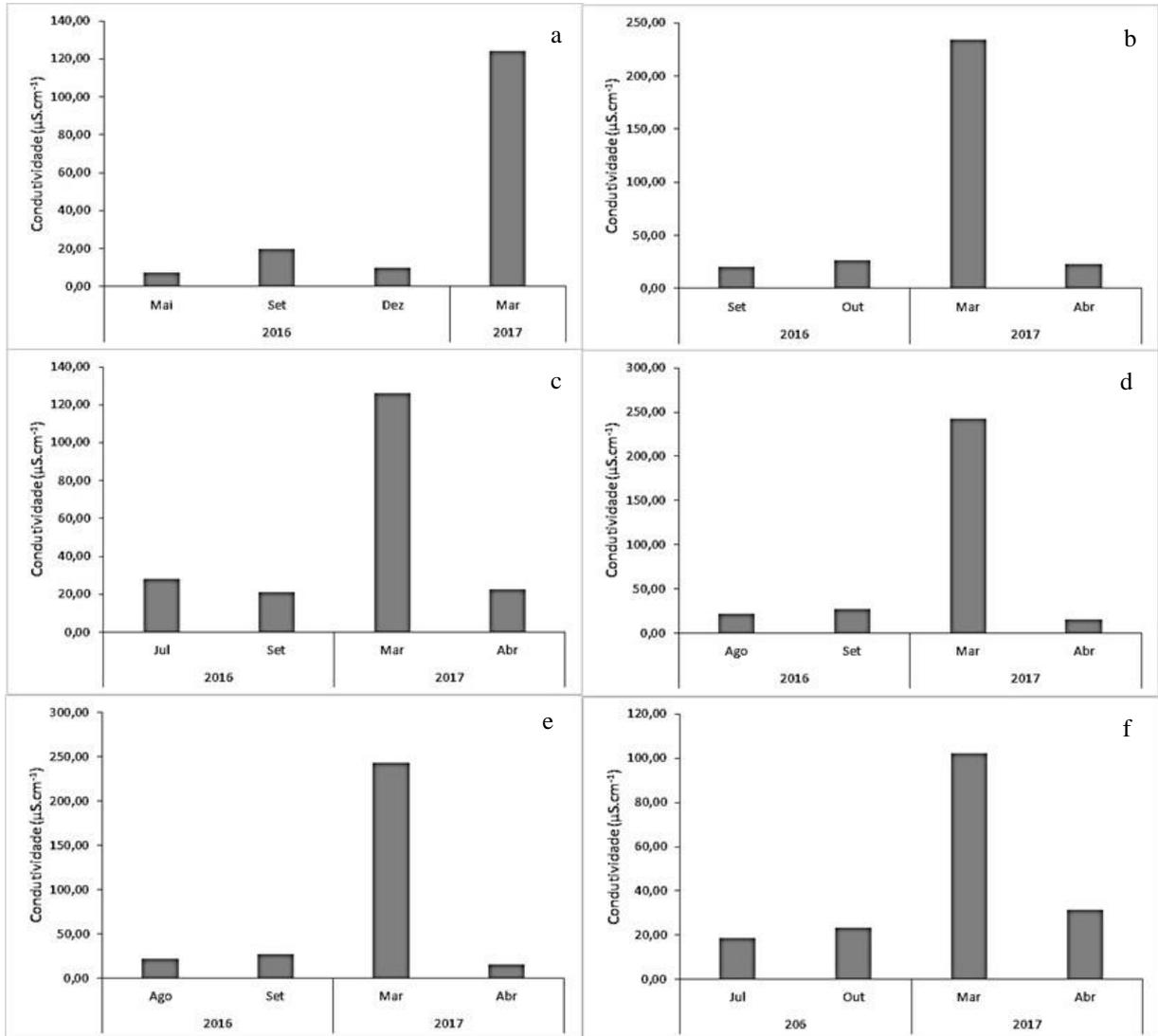
Gráfico 3 - Variação espaço-temporal dos valores de temperatura medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

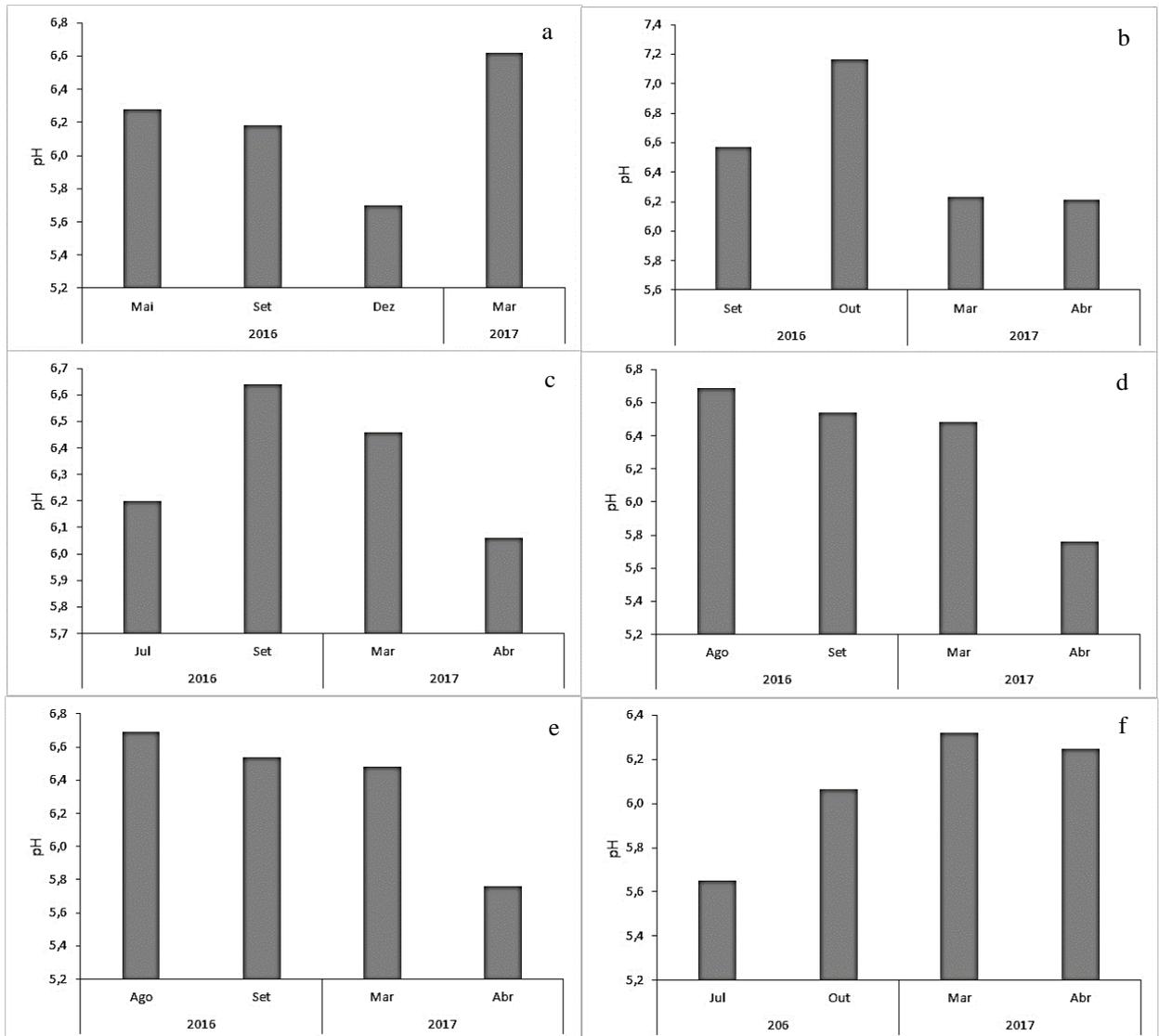
Nos meses amostrados, a condutividade oscilou de $4,06 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ no (P5) em maio/2016 e atingiu o seu valor máximo $243,00 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ (P4) em março/2017 no período chuvoso (Gráfico 4). Já os valores de pH oscilaram de 4,8 (ácido) no (P5) em dezembro/2016 a 7,5 (P5) em junho/2016 (Gráfico 5). Percebeu-se que as águas se mantiveram ácidas a neutras durante a maior parte do período estudado.

Gráfico 4 - Variação espaço-temporal dos valores de condutividade elétrica medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

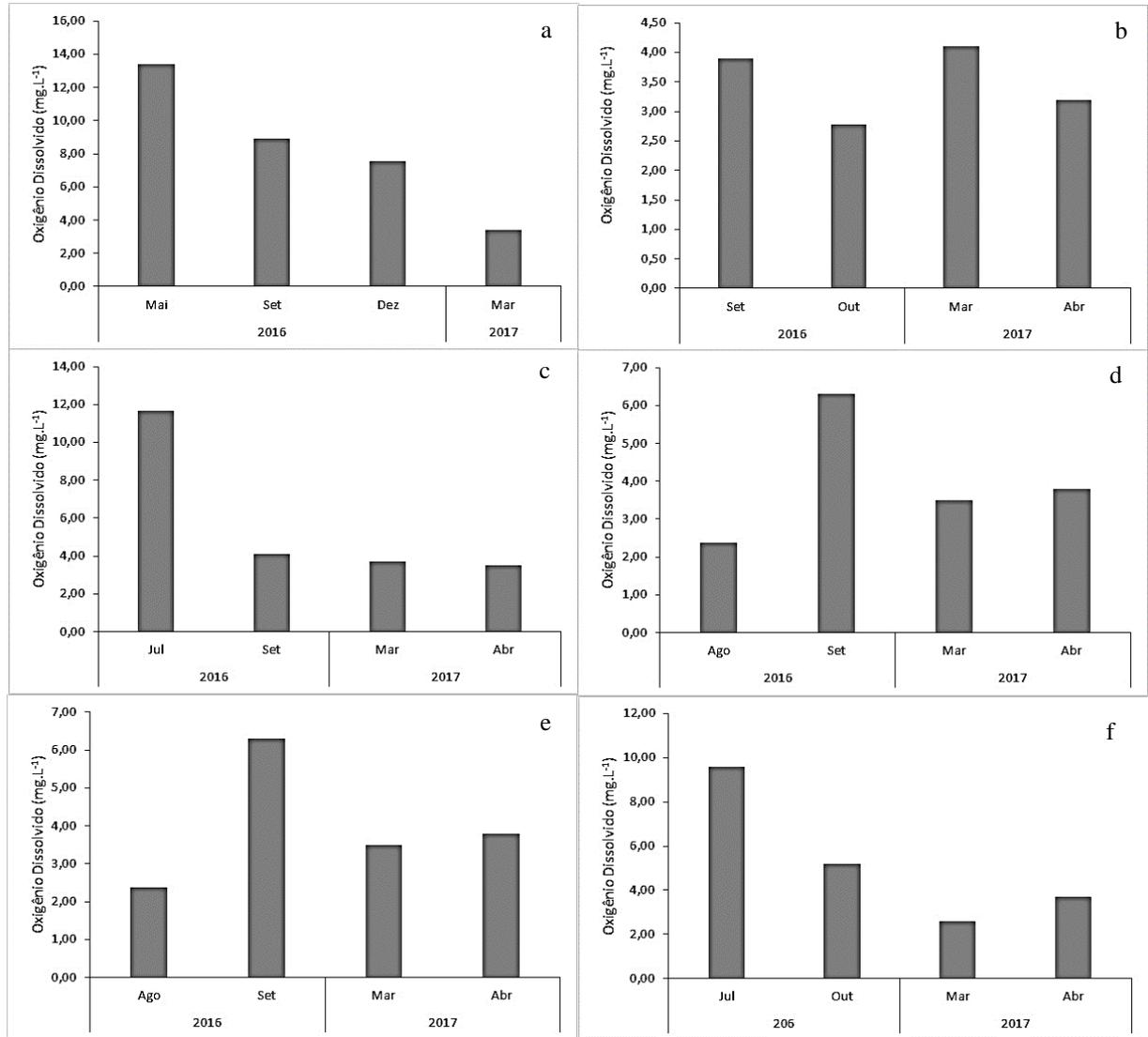
Gráfico 5 - Variação espaço-temporal dos valores de pH medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

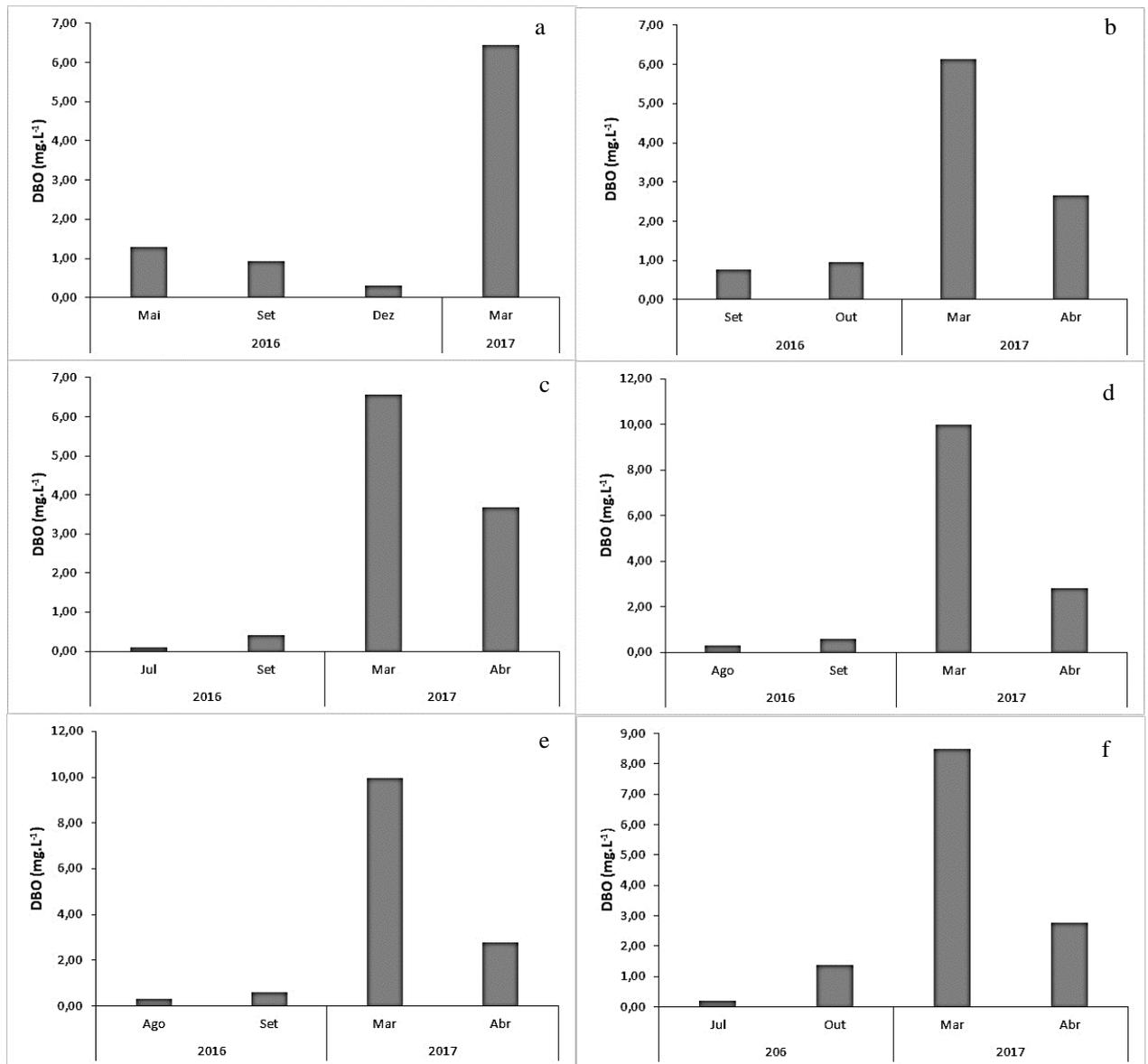
O oxigênio dissolvido variou de $2,60 \text{ mg/L}^{-1}$ no (P6) em março/2017 a $13,40 \text{ mg/L}^{-1}$ (P1) em maio/2016, como pode ser visualizado no (Gráfico 6). As concentrações de oxigênio dissolvidos elevaram-se também no (P3) em julho/2016 e no (P5) maio/2016, nos quais estão localizados os afluentes rio Moju e Mojuí. No período de estudo, os valores da demanda bioquímica de oxigênio variaram de $0,10 \text{ mg/L}^{-1}$ no (P5) em dezembro/2016 a $6,57 \text{ mg/L}^{-1}$ (P3) em março/2017 no período de chuva (Gráfico 7).

Gráfico 6 – Variação espaço-temporal dos valores de Oxigênio Dissolvido medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

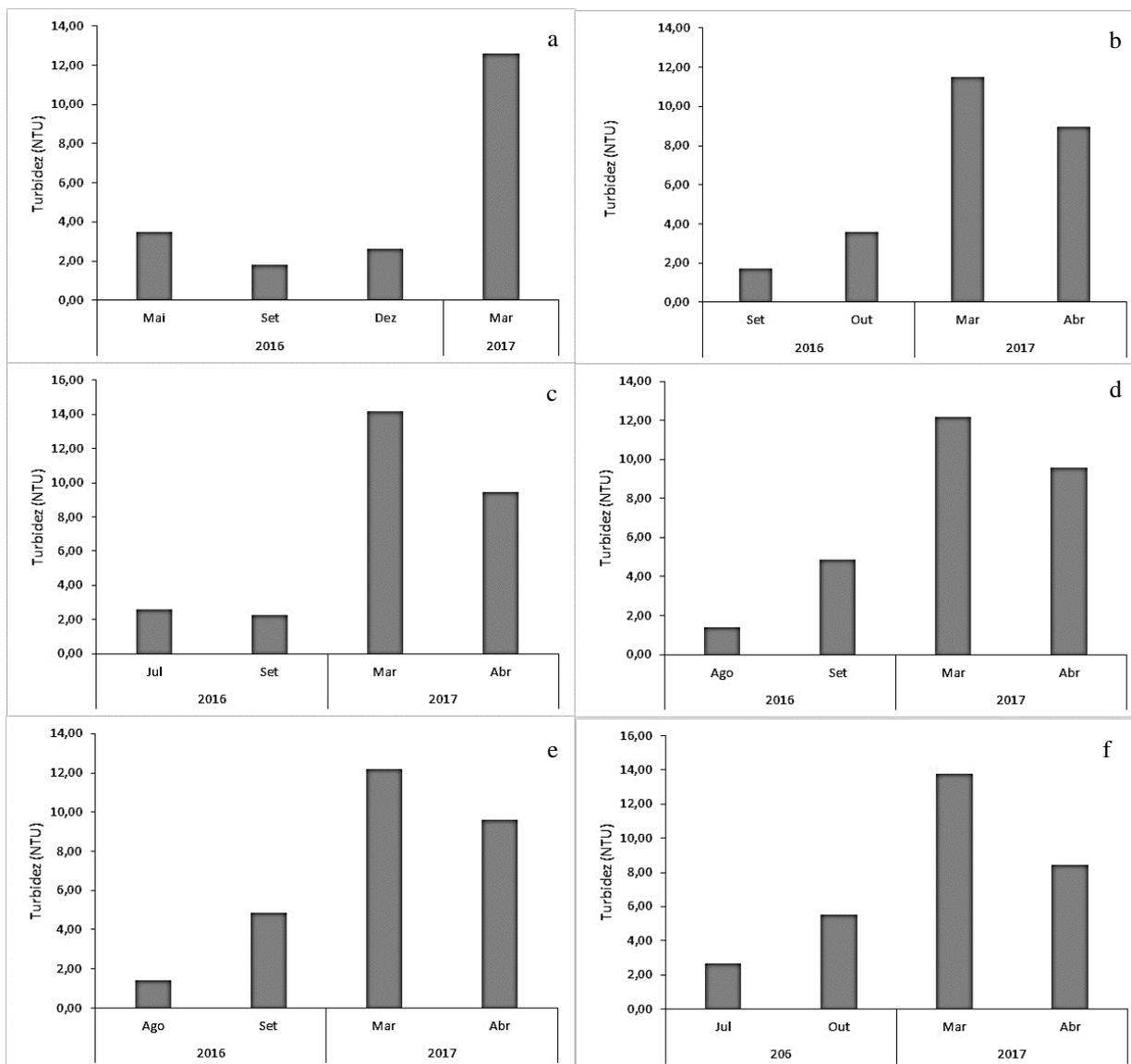
Gráfico 7 - Variação espaço-temporal dos valores de DBO medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

A turbidez da água alterou de 1,39 NTU no (P4) em agosto/2016 no período menos chuvoso a 15,20 °C (P5) em dezembro/2016, como pode ser visualizado no (Gráfico 8).

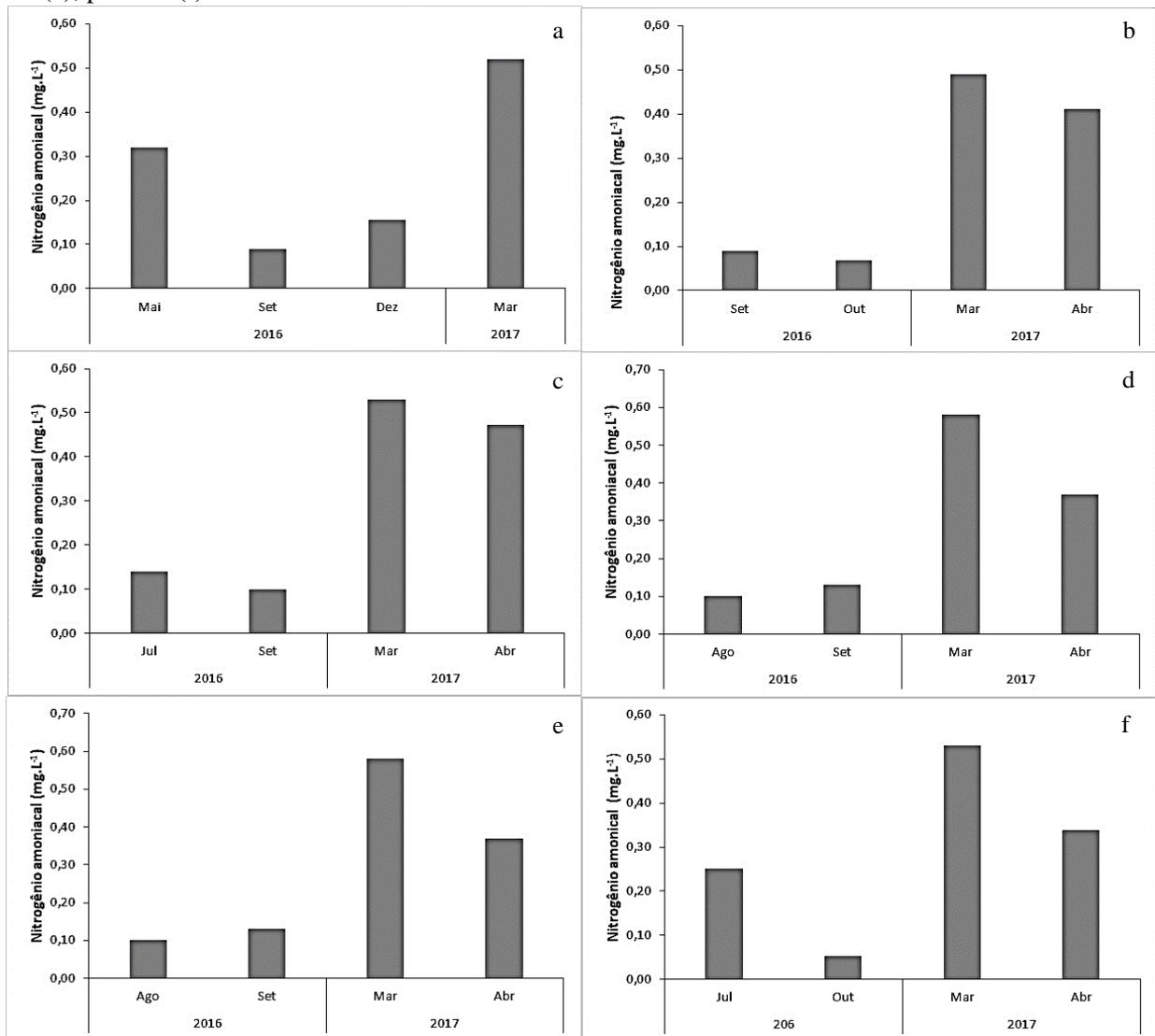
Gráfico 8 - Variação espaço-temporal dos valores de turbidez medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora

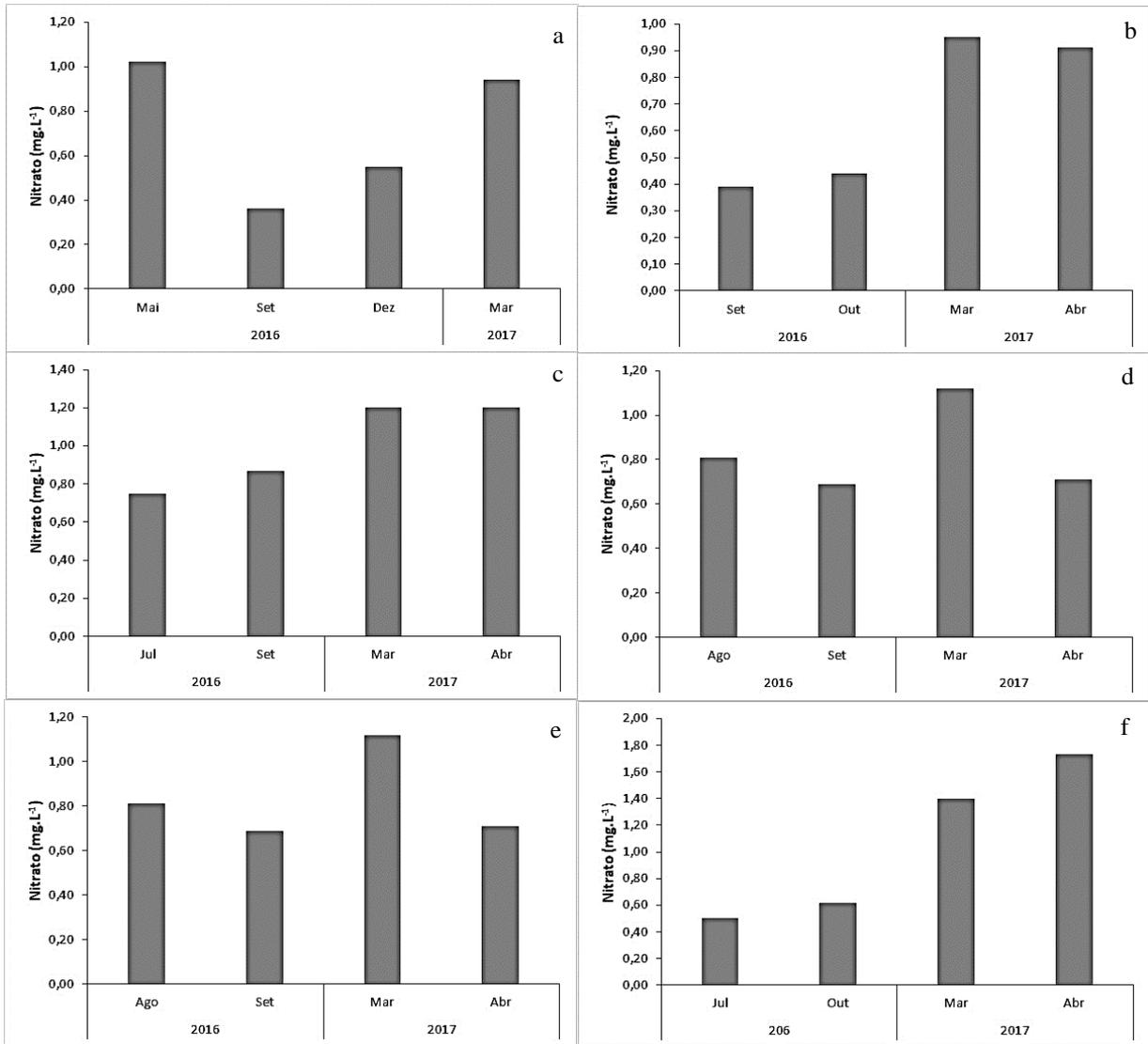
Em relação aos nutrientes nitrogenados, foram analisadas as concentrações de nitrogênio amoniacal e de nitrato. O nitrogênio amoniacal variou de $0,07 \text{ mg/L}^{-1}$ no (P2) em outubro/2016 a $6,57 \text{ mg/L}^{-1}$ (P4) em março/2017 do período chuvoso (Gráfico 9). Enquanto os valores de nitrato variaram entre $0,36 \text{ mg/L}^{-1}$ no (P1) em setembro/2016, o período menos chuvoso a $1,73 \text{ mg/L}^{-1}$ (P6) em abril/2017 (Gráfico 10).

Gráfico 9 - Variação espaço-temporal dos valores de nitrogênio amoniacal medidos no reservatório de Curuá-una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

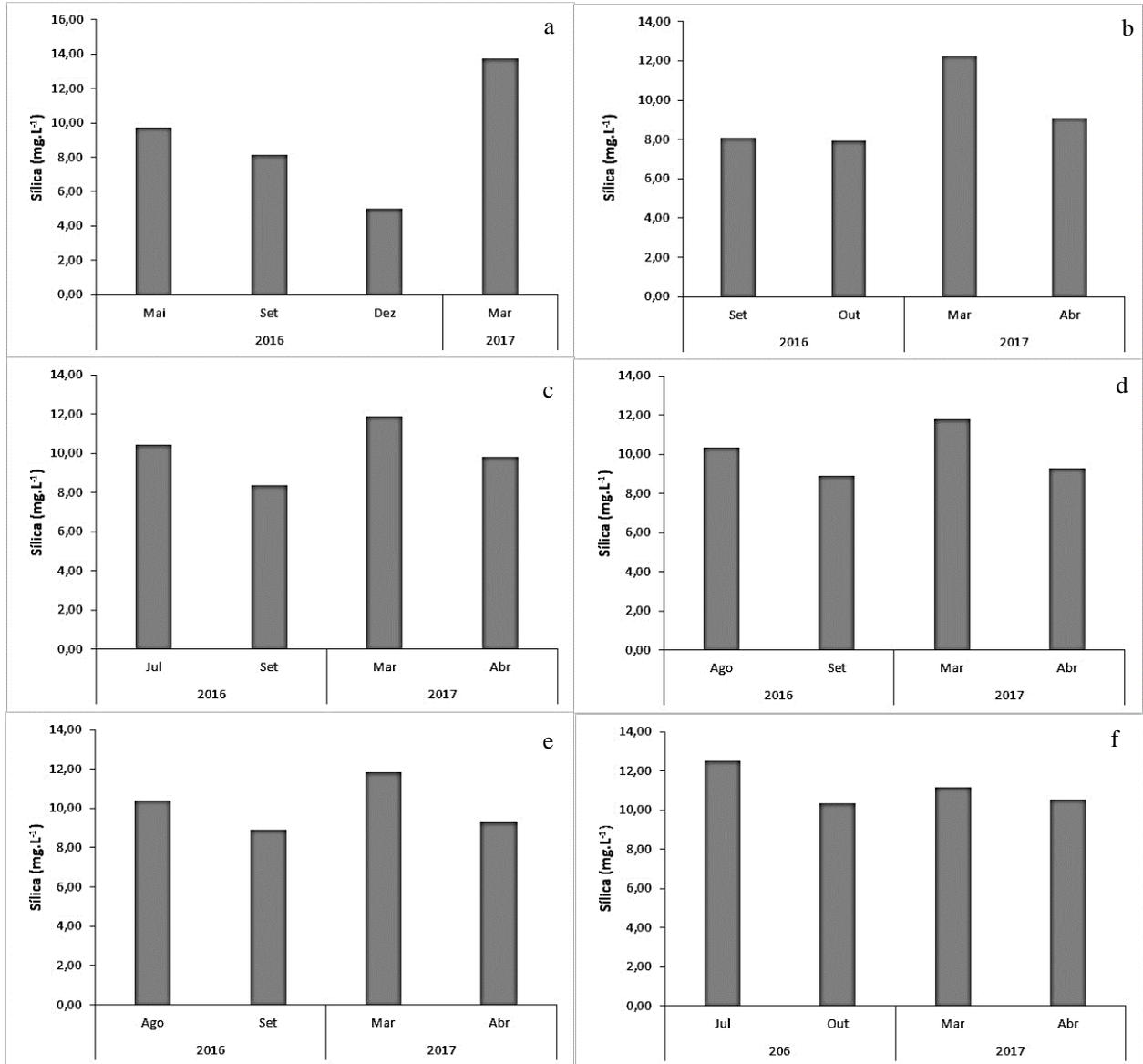
Gráfico 10 - Variação espaço-temporal dos valores de nitrato medidos no reservatório de Curuá-una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

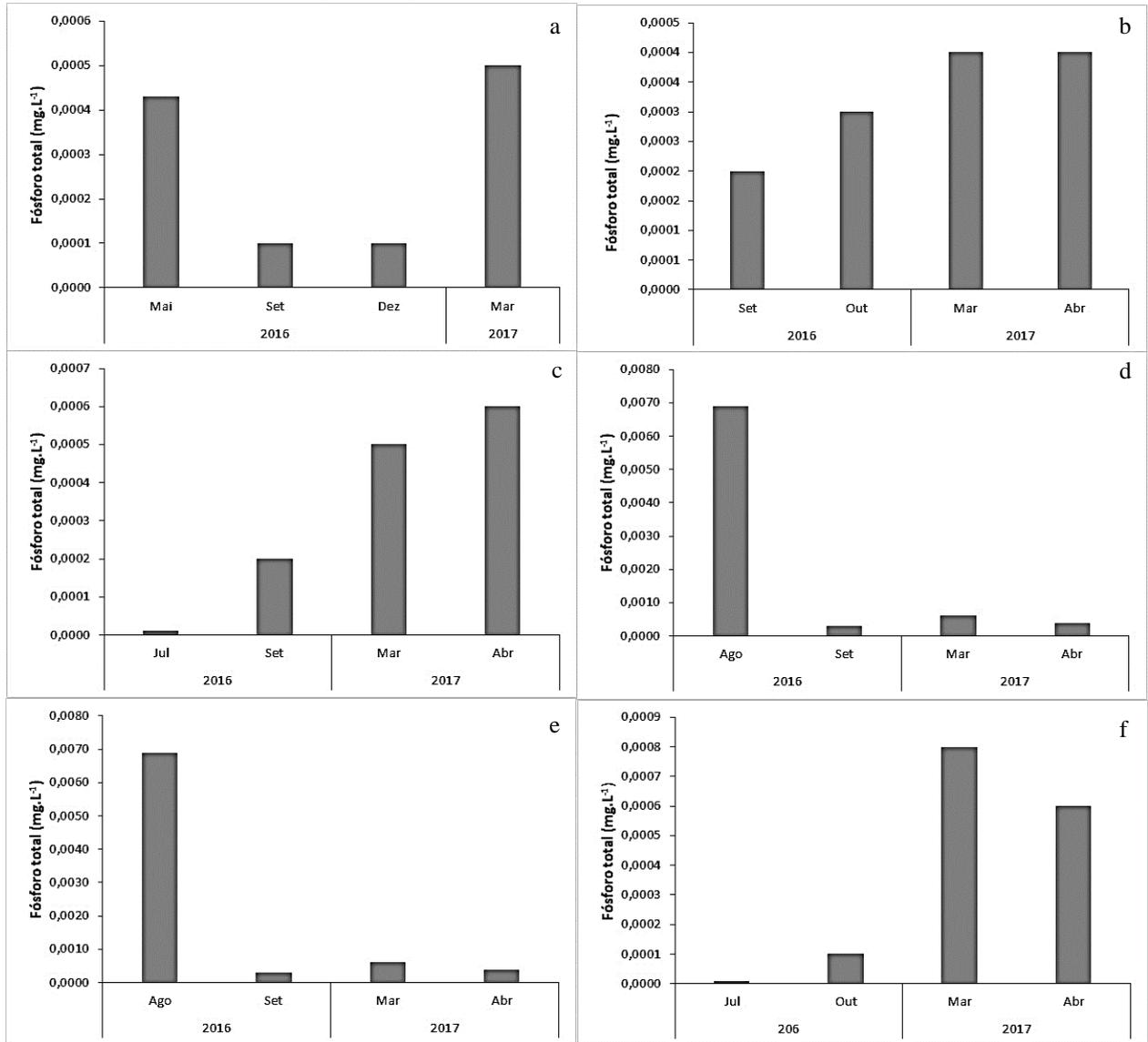
A concentração de sílica nas estações amostradas variou de 4,98 mg/L⁻¹ no (P1) em dezembro/2016 a 13,76 mg/L⁻¹ (P1) em março/2017 (Gráfico 11). E, os valores da concentração fósforo total variaram de 0,0000 mg/ L⁻¹ no (P3) em julho/2016 e no (P6) em julho/2016 a 0,0069 mg/L⁻¹ (P4) em agosto/2016 (Gráfico 12).

Gráfico 11 - Variação espaço-temporal dos valores de sílica medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f)



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Gráfico 12 - Variação espaço-temporal dos valores de concentração de fósforo medidos no reservatório de Curuá-Una (período de maio/2016 a abril/2017). Ponto 1(a), ponto 2 (b), pontos 3 (c), ponto 4 (d), ponto 5 (e), ponto 6 (f).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

6.3.2 Análise da comunidade de diatomáceas perifíticas

Composição das espécies

A análise das amostras perifíticas resultou na identificação de 172 táxons pertencentes a 34 gêneros e a 21 famílias. Os gêneros mais representativos foram *Eunotia* Ehrenberg (57%), *Gomphonema* Ehrenberg (15%), *Frustulia* Rabenhorst (15%) seguido de *Encyonema* Kützing (13%).

Frequência de Ocorrência

A frequência de ocorrência foi apresentada de acordo com o critério de Dajoz (1978 modificado). Nas amostras analisadas, cerca de 59% dos táxons foram considerados raros (101 táxons), 27% dos táxons foram considerados esporádicos (46 táxons), 12% frequentes (21 táxons), e 2% foram considerados constantes (4 táxons: *Eunotia mucophila* (Lange-Bertalot, Nörpel-Schempp & Alles) Lange-Bertalot, *Encyonema neogracile* var. *tenuipunctata* Krammer, *Frustulia undosa* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Gomphonema naviculoides* W. Smith) (tabelas 3 e 4).

Tabela 5 - Lista dos táxons registrados nas 24 amostras do reservatório de Curuá-una com os seus respectivos índices de constância.

(Continua)

Táxons	Índice de Constância	
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	37,5	Frequentes
<i>Actinella brasiliensis</i> Grunow	16,7	Esporádicas
<i>Actinella guianensis</i> Grunow	4,2	Raras
<i>Actinella lange-bertalotii</i> Kociolek	20,8	Esporádicas
<i>Actinella</i> sp	20,8	Esporádicas
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	41,7	Frequentes
<i>Aulacoseira gessneri</i> (Hustedt) Simonsen	4,2	Raras
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	29,2	Esporádicas
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Otto Muller) Simonsen	8,3	Raras
<i>Brachysira brebissonii</i> R.Ross	62,5	Frequentes

Tabela 5 - Lista dos táxons registrados nas 24 amostras do reservatório de Curuá-una com os seus respectivos índices de constância.

(Continua)

Táxons	Índice de Constância	
<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) P. Compère	54,2	Frequentes
<i>Brachysira neoxilis</i> Lange-Bertalot	25,0	Esporádicas
<i>Brachysira procera</i> Lange-Bertalot & Moser	50,0	Frequentes
<i>Brachysira rostrata</i> Lange Bertalot	25,0	Esporádicas
<i>Brachysira</i> sp	16,7	Esporádicas
<i>Chamaepinnularia abdita</i> (Manguin)	4,2	Raras
<i>Chamaepinnularia brasilianopsis</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	8,3	Raras
<i>Chamaepinnularia schaupiana</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	8,3	Raras
<i>Chamaepinullaria</i> sp1	25,0	Esporádicas
<i>Chamaepinullaria</i> sp2	4,2	Raras
<i>Craticula</i> cf <i>ripara</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Cymbellopsis metzeltinii</i> Krammer	8,3	Raras
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee	62,5	Frequentes
<i>Discostella stelligera</i> var. <i>elliptica</i> (Frenguelli) Guerrero & Echenique	8,3	Raras
<i>Encyonema incurvatum</i> Krammer	33,3	Frequentes
<i>Encyonema jemtlandicum</i> Krammer	4,2	Raras
<i>Encyonema neogracile</i> Krammer	25,0	Esporádicas
<i>Encyonema neogracile</i> var. <i>tenuipunctata</i> Krammer	83,3	Constantes
<i>Encyonema neomesianum</i> Krammer	20,8	Esporádicas
<i>Encyonema perminutum</i> Krammer	4,2	Raras
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann	4,2	Raras
<i>Encyonema</i> sp	4,2	Raras
<i>Encyonema subelginense</i> Krammer	4,2	Raras
<i>Encyonema vulgare</i> Krammer	8,3	Raras
<i>Encyonopsis frequentiformis</i> Metzeltin & Krammer	16,7	Esporádicas
<i>Encyonopsis frequentis</i> Krammer	8,3	Raras
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	8,3	Raras
<i>Eolimna</i> sp	4,2	Raras

Tabela 5 - Lista dos táxons registrados nas 24 amostras do reservatório de Curuá-una com os seus respectivos índices de constância.

(Continuação)

Táxons	Índice de Constância	
<i>Eunotia acus</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	8,3	Raras
<i>Eunotia acutinasuta</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Eunotia ambivalens</i> Lange-Bertalot & Tagliaventi	4,2	Raras
<i>Eunotia asterionelloides</i> Hustedt	20,8	Esporadicas
<i>Eunotia bicornigera</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	37,5	Frequentes
<i>Eunotia boreotenuis</i> Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Eunotia botuliformis</i> F.Wild, Nörpel & Lange-Bertalot	62,5	Frequentes
<i>Eunotia cf pseudofragilaria</i> P.A. Siver, P.B. Hamilton & E.A. Morales	29,2	Esporadicas
<i>Eunotia conversa</i> Hustedt	4,2	Raras
<i>Eunotia flexuosa</i> (Brébisson ex Kützing) Kützing	41,7	Frequentes
<i>Eunotia inspectabilis</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Eunotia intermedia</i> (Krasske ex Hustedt) Nörpel & Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Eunotia meridiana</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	16,7	Esporadicas
<i>Eunotia mucophila</i> (Lange-Bertalot, Nörpel-Schempp & Alles) Lange-Bertalot	87,5	Constantes
<i>Eunotia naegelii</i> Migula	4,2	Raras
<i>Eunotia parasiolii</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Eunotia patrickae</i> Hustedt	4,2	Raras
<i>Eunotia pileus</i> (Ehrenberg) Reichardt	8,3	Raras
<i>Eunotia pseudoserra</i> P.E.De Oliveira & M.Steinitz-Kannan	8,3	Raras
<i>Eunotia pseudosudetica</i> Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez	12,5	Esporadicas
<i>Eunotia rabenhorstiana</i> (Grunow) Hustedt	8,3	Raras
<i>Eunotia rabenhorstiana</i> var. <i>elongata</i> (Patrick) Metzeltin et Lange-Bertalot	16,7	Esporadicas
<i>Eunotia rhomboidea</i> Hustedt	8,3	Raras
<i>Eunotia</i> sp1	12,5	Esporadicas

Tabela 5 - Lista dos táxons registrados nas 24 amostras do reservatório de Curuá-una com os seus respectivos índices de constância.

(Continuação)

Táxons	Índice de Constância	
<i>Eunotia</i> sp2	12,5	Esporádicas
<i>Eunotia</i> sp3	4,2	Raras
<i>Eunotia</i> sp4	4,2	Raras
<i>Eunotia</i> sp7	4,2	Raras
<i>Eunotia subarcuatooides</i> Alles, Nörpel & Lange-Bertalot	25,0	Esporádicas
<i>Eunotia sudetica</i> O.Müller	8,3	Raras
<i>Eunotia veneris</i> (Kützing) De Toni	8,3	Raras
<i>Eunotia veneroides</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Eunotia ventriosa</i> R.M. Patrick	8,3	Raras
<i>Eunotia weisingii</i> Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Eunotia winsboroughae</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	8,3	Raras
<i>Eunotioforma</i> cf <i>curvula</i> (Hustedt) J.P. Kociolek & A.L. Burliga	20,8	Esporádicas
<i>Eunotioforma</i> sp1	8,3	Raras
<i>Eunotioforma</i> sp2	12,5	Esporádicas
<i>Eunotioforma</i> sp3	4,2	Raras
<i>Eunotioforma</i> sp4	4,2	Raras
<i>Falacia</i> sp	8,3	Raras
<i>Fragilaria bidens</i> Heiberg	4,2	Raras
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	33,3	Frequentes
<i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	33,3	Frequentes
<i>Fragilariforma brasiliensis</i> (Grunow) P.D.Almeida, C.E.Wetzel, E.Morales & D.C.Bicudo	8,3	Raras
<i>Fragilariforma</i> cf <i>lata</i> (Cleve-Euler) D. Williams & Round	4,2	Raras
<i>Frustulia acidophilissima</i> Wydrzycka & Lange- Bertalot	8,3	Raras
<i>Frustulia crassinervia</i> (Brébisson) Lange-Bertalot & Krammer	50,0	Frequentes
<i>Frustulia crassipunctatoides</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Frustulia magna</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Frustulia mediocris</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	4,2	Raras

Tabela 5 - Lista dos táxons registrados nas 24 amostras do reservatório de Curuá-una com os seus respectivos índices de constância.

(Continuação)

Táxons	Índice de Constância	
<i>Frustulia pangaea</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	8,3	Raras
<i>Frustulia pararhomboides</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	20,8	Esporádicas
<i>Frustulia sanctaerosae</i> Lange-Bertalot & Sterrenburg	8,3	Raras
<i>Frustulia saxoneotropica</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	20,8	Esporádicas
<i>Frustulia saxonica</i> Rabenhorst	54,2	Frequentes
<i>Frustulia</i> sp	4,2	Raras
<i>Frustulia undosa</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	87,5	Constantes
<i>Gomphonema grunowii</i> R.M.Patrick & Reimer	4,2	Raras
<i>Gomphonema archaeovibrio</i> Lange-Bertalot & Reichardt	45,8	Frequentes
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>turris</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Gomphonema graciloides</i> Hustedt	8,3	Raras
<i>Gomphonema guaraniarum</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	58,3	Frequentes
<i>Gomphonema naviculoides</i> W. Smith	70,8	Constantes
<i>Gomphonema neoapiculatum</i> Lange-Bertalot, Reichardt & Metzeltin	20,8	Esporádicas
<i>Gomphonema pantropicum</i> Reichardt	41,7	Frequentes
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>lagenula</i> (Kützing) Frenguelli	54,2	Frequentes
<i>Gomphonema perapicatum</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	16,7	Esporádicas
<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bertalot	16,7	Esporádicas
<i>Gomphonema</i> sp2	4,2	Raras
<i>Hantzschia</i> cf <i>amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	4,2	Raras
<i>Kobayasiella</i> cf <i>micropunctata</i> (H. Germain) Lange-Bertalot	25,0	Esporádicas
<i>Kurtkammeria</i> cf <i>aequalis</i> (W. Smith) L. Bahls	16,7	Esporádicas
<i>Kurtkammeria</i> sp	4,2	Raras
<i>Luticola permuticoides</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	16,7	Esporádicas
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	29,2	Esporádicas
<i>Navicula erifuga</i> Lange-Bertalot	16,7	Esporádicas

Tabela 5 - Lista dos táxons registrados nas 24 amostras do reservatório de Curuá-una com os seus respectivos índices de constância.

(Continuação)

Táxons	Índice de Constância	
<i>Navicula heimansioides</i> Lange-Bertalot	20,8	Esporádicas
<i>Navicula leptostriata</i> Jorgensen	45,8	Frequentes
<i>Nitzschia acicularioides</i> Husted	4,2	Raras
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	20,8	Esporádicas
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow	12,5	Esporádicas
<i>Nitzschia</i> sp	8,3	Raras
<i>Nupela neotropica</i> Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Nupela rumrichorum</i> Lange-Bertalot	12,5	Esporádicas
<i>Nupela</i> sp1	37,5	Frequentes
<i>Nupela</i> sp2	8,3	Raras
<i>Nupela</i> sp3	20,8	Esporádicas
<i>Nupela</i> sp4	8,3	Raras
<i>Nupela</i> sp7	4,2	Raras
<i>Nupela zizkae</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	20,8	Esporádicas
<i>Penales</i> sp1	4,2	Raras
<i>Penales</i> sp2	25,0	Esporádicas
<i>Pinnularia</i> cf <i>interruptiformis</i> Krammer	8,3	Raras
<i>Pinnularia nobilefasciata</i> Krammer & Metzeltin	4,2	Raras
<i>Pinnularia pisciculus</i> var. <i>angusta</i> Metzeltin & Krammer	4,2	Raras
<i>Placoneis conveniens</i> (Hustedt) Metzeltin & Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Sellaphora fusticulus</i> (Østrup) H. Lange-Bertalot	4,2	Raras
<i>Sellaphora pupulavar.rostrata</i> (Husted) Aboal	12,5	Esporádicas
<i>Sellaphora wallacei</i> (Reimer) Potapova & Ponader	4,2	Raras
<i>Staurosira</i> cf. <i>acutirostrata</i> (Metzeltin & Lange-Bertalot) Metzeltin & Lange-Bertalot	25,0	Esporádicas
<i>Staurosira</i> sp1	4,2	Raras
<i>Staurosira</i> sp2	4,2	Raras
<i>Staurosira</i> sp3	4,2	Raras
<i>Staurosirella</i> cf <i>subcapitata</i> (Frenguelli) E.A. Morales	20,8	Esporádicas

Tabela 5 - Lista dos táxons registrados nas 24 amostras do reservatório de Curuá-una com os seus respectivos índices de constância.

(Conclusão)

Táxons	Índice de Constância	
<i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lewis) Brébisson ex Van Heurck	16,7	Esporádicas
<i>Surirella</i> sp1	4,2	Raras
<i>Ulnaria</i> cf <i>acus</i> (Kützing) M. Aboal	41,7	Frequentes
<i>Urosolenia</i> sp	4,2	Raras
<i>Vista conectival de Achnantheidium</i>	8,3	Raras
<i>Vista conectival de Actinella</i>	8,3	Raras
<i>Vista conectival de Encyonema</i>	16,7	Esporádicas
<i>Vista conectival de Eunotia 1</i>	8,3	Raras
<i>Vista conectival de Eunotia 10</i>	4,2	Raras
<i>Vista conectival de Eunotia 11</i>	4,2	Raras
<i>Vista conectival de Eunotia 12</i>	4,2	Raras
<i>Vista conectival de Eunotia 13</i>	4,2	Raras
<i>Vista conectival de Eunotia 14</i>	4,2	Raras
<i>Vista conectival de Eunotia 2</i>	4,2	Raras
<i>Vista conectival de Eunotia 3</i>	8,3	Raras
<i>Vista conectival de Eunotia 4</i>	4,2	Raras
<i>Vista conectival de Eunotia 6</i>	4,2	Raras
<i>Vista conectival de Eunotia 8</i>	4,2	Raras
<i>Vista conectival de Fragilaria</i>	29,2	Esporádicas
<i>Vista conectival de Pinnularia</i>	8,3	Raras
<i>Vista conectival</i> sp1	8,3	Raras
<i>Vista conectival</i> sp2	20,8	Esporádicas
<i>Vista conectival</i> sp10	4,2	Raras
<i>Vista conectival</i> sp11	8,3	Raras
<i>Vista conectival</i> sp5	12,5	Esporádicas
<i>Vista conectival</i> sp8	8,3	Raras
<i>Vista conectival</i> sp9	4,2	Raras

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Tabela 6 - Listas das espécies constantes e frequentes do índice de constância, acompanhadas dos valores mínimos e máximos das variáveis abióticas da água do reservatório de Curuá-una. Cond: condutividade; Temp: temperatura; O.D: oxigênio dissolvido; Turb: Turbidez; A: amônio; F.T: fósforo total.

(Continua)

Espécies	Cond	Temp	O.D	pH	Turb
	($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	($^{\circ}\text{C}$)	(mg/L^{-1})		(NTU)
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	18,50-102,10	28,90-32,80	2,38-9,59	5,65-6,69	1,39-13,80
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	7,50-124,00	28,10-33,60	2,78-13,40	5,70-7,16	1,80-14,20
<i>Brachysira brebissonii</i> R.Ross	7,50-126,30	28,10-33,60	13,40-2,60	4,69-7,50	1,80-15,20
<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) P. Compère	15,40-234,00	28,90-33,60	2,60-11,67	5,65-6,64	1,72-11,50
<i>Brachysira procera</i> Lange-Bertalot & Moser	4,06-234,00	28,90-32,80	3,20-11,67	4,69-6,98	1,72-15,20
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee	7,50-243,00	28,10-33,00	2,38-13,40	5,65-7,16	1,39-12,60
<i>Encyonema incurvatum</i> Krammer	18,50-102,10	28,90-33,60	2,38-9,59	5,65-6,69	1,39-13,80
<i>Encyonema neogracile</i> var. <i>tenuipunctata</i> Krammer	7,50-243,00	28,10-33,60	2,38-13,40	5,65-7,16	1,80-14,20
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	4,06-243,00	28,10-33,60	2,60-10,84	5,65-6,64	2,25-14,20
<i>Eunotia botuliformis</i> F.Wild, Nörpel & Lange-Bertalot	7,50-243,00	28,10-33,60	2,78-13,40	4,80-7,16	1,80-15,20
<i>Eunotia flexuosa</i> (Brébisson ex Kützing) Kützing	7,50-243,00	29,30-33,00	2,78-13,40	5,65-7,16	1,80-14,20
<i>Eunotia mucophila</i> (Lange-Bertalot, Nörpel-Schempp & Alles) Lange-Bertalot	4,06-243,00	28,10-33,60	2,38-13,40	4,69-7,16	1,80-15,20

Tabela 6 - Listas das espécies constantes e frequentes do índice de constância, acompanhadas dos valores mínimos e máximos das variáveis abióticas da água do reservatório de Curuá-una. Cond: condutividade; Temp: temperatura; O.D: oxigênio dissolvido; Turb: Turbidez; A: amônio; F.T: fósforo total.

(Continuação)

Espécies	Cond	Temp	O.D	pH	Turb
	($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	($^{\circ}\text{C}$)	(mg/L^{-1})		(NTU)
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	18,50-126,30	28,90-33,00	2,60-11,67	5,65-7,16	1,72-14,20
<i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	21,20-234,00	29,30-33,60	3,20-11,67	6,06-6,64	2,25-11,50
<i>Frustulia crassinervia</i> (Brébisson) Lange-Bertalot & Krammer	4,06-243,00	28,10-32,80	3,40-13,40	4,69-7,50	1,80-15,20
<i>Frustulia saxonica</i> Rabenhorst	7,50-243,00	28,10-33,60	2,78-13,40	4,69-7,16	1,80-15,20
<i>Frustulia undosa</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	4,06-243,00	28,10-33,00	2,60-13,40	4,69-7,50	1,80-15,20
<i>Gomphonema archaeovibrio</i> Lange-Bertalot & Reichardt	4,06-126,30	29,10-33,60	2,78-13,40	4,69-7,50	1,80-15,20
<i>Gomphonema guaraniarum</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	6,00-126,30	29,10-33,60	2,38-11,67	4,69-7,50	1,80-14,20
<i>Gomphonema naviculoides</i> W. Smith	6,00-243,00	28,10-33,60	2,38-11,67	6,06-7,50	1,39-14,20
<i>Gomphonema pantropicum</i> Reichardt	18,50-243,00	28,10-31,10	2,38-9,59	5,65-6,69	1,39-14,20
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>lagenula</i> (Kützing) Frenguelli	15,40-243,00	28,10-33,00	2,60-11,67	5,65-7,16	1,72-14,20
<i>Navicula leptostriata</i> Jorgensen	7,50-243,00	28,10-33,60	3,40-13,40	4,69-7,50	1,80-15,20

Tabela 6 - Listas das espécies constantes e frequentes do índice de constância, acompanhadas dos valores mínimos e máximos das variáveis abióticas da água do reservatório de Curuá-una. Cond: condutividade; Temp: temperatura; O.D: oxigênio dissolvido; Turb: Turbidez; A: amônio; F.T: fósforo total.

(Conclusão)

Espécies	Cond	Temp	O.D	pH	Turb
	($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	($^{\circ}\text{C}$)	(mg/L^{-1})		(NTU)
<i>Nupela</i> sp1	4,06-243,00	28,10-33,60	3,50-13,40	4,69-6,98	1,80-15,20
<i>Ulnaria cf acus</i> (Kützing) M. Aboal	4,06-243,00	28,10-33,60	3,40-13,40	4,69-6,98	1,80-15,20

Espécies	DBO	A	Nitrato	Sílica	F.T
	(mg/L^{-1})				
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	0,20-8,49	0,05-0,53	0,39-1,73	8,07-12,53	0,0001-0,0008
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	0,30-9,97	0,09-0,58	0,36-1,20	5,00-11,88	0,0001-0,0006
<i>Brachysira brebissonii</i> R.Ross	0,10-8,49	0,09-0,58	0,36-1,73	5,00-13,76	0,0001-0,0008
<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) P. Compère	0,10-8,49	0,05-0,53	0,39-1,73	8,07-12,53	0,00001-0,0008
<i>Brachysira procera</i> Lange-Bertalot & Moser	0,10-6,13	0,09-0,53	0,39-1,73	5,00-12,53	0,00001-0,0006
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee	0,10-9,97	0,05-0,58	0,39-1,20	5,00-12,53	0,0001-0,0006
<i>Encyonema incurvatum</i> Krammer	0,20-8,49	0,05-0,53	0,50-1,73	8,37-12,53	0,00001-0,0008

Tabela 6 - Listas das espécies constantes e frequentes do índice de constância, acompanhadas dos valores mínimos e máximos das variáveis abióticas da água do reservatório de Curuá-una. Cond: condutividade; Temp: temperatura; O.D: oxigênio dissolvido; Turb: Turbidez; A: amônio; F.T: fósforo total.

(Continuação)

Espécies	DBO (mg./L ⁻¹)	A (mg./L ⁻¹)	Nitrato (mg./L ⁻¹)	Sílica (mg./L ⁻¹)	F.T (mg./L ⁻¹)
<i>Encyonema neogracile</i> var. <i>tenuipunctata</i> Krammer	0,10-8,49	0,05-0,58	0,36-1,73	5,00-12,53	0,00001-0,0008
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	0,20-9,97	0,10-0,58	0,50-1,40	5,00-12,53	0,0001-0,0008
<i>Eunotia botuliformis</i> F.Wild, Nörpel & Lange-Bertalot	0,10-9,97	0,05-0,58	0,36-1,73	5,00-12,53	0,0001-0,0006
<i>Eunotia flexuosa</i> (Brébisson ex Kützing) Kützing	0,20-6,57	0,07-0,53	0,36-1,20	7,95-12,53	0,00001-0,0006
<i>Eunotia mucophila</i> (Lange-Bertalot, Nörpel-Schempp & Alles) Lange-Bertalot	0,10-9,97	0,05-0,58	0,36-1,73	5,00-12,53	0,00001-0,0008
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	0,10-8,49	0,05-0,53	0,39-1,40	7,95-12,53	0,00001-0,0008
<i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	0,10-6,57	0,05-0,53	0,62-1,20	8,37-12,25	0,00001-0,0006
<i>Frustulia crassinervia</i> (Brébisson) Lange-Bertalot & Krammer	0,10-9,97	0,09-0,58	0,36-1,20	5,00-13,80	0,0001-0,0007
<i>Frustulia saxonica</i> Rabenhorst	0,10-9,97	0,09-0,58	0,36-1,73	7,71-13,80	0,00001-0,0006
<i>Frustulia undosa</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	0,10-9,97	0,05-0,58	0,36-1,40	5,0-12,53	0,00001-0,0008
<i>Gomphonema archaeovibrio</i> Lange-Bertalot & Reichardt	0,10-6,57	0,09-0,53	0,36-1,20	7,06-13,80	0,0001-0,0007

Tabela 6 - Listas das espécies constantes e frequentes do índice de constância, acompanhadas dos valores mínimos e máximos das variáveis abióticas da água do reservatório de Curuá-una. Cond: condutividade; Temp: temperatura; O.D: oxigênio dissolvido; Turb: Turbidez; A: amônio; F.T: fósforo total.

(Conclusão)

Espécies	DBO (mg./L ⁻¹)	A (mg./L ⁻¹)	Nitrato (mg./L ⁻¹)	Sílica (mg./L ⁻¹)	F.T (mg./L ⁻¹)
<i>Gomphonema guaraniarum</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	0,10-6,57	0,05-0,53	0,36-1,73	7,71-13,80	0,00001-0,0006
<i>Gomphonema naviculoides</i> W. Smith	0,10-9,97	0,05-0,58	0,39-1,73	7,95-12,25	0,0001-0,0008
<i>Gomphonema pantropicum</i> Reichardt	0,20-9,97	0,05-0,58	0,50-1,73	9,10-12,53	0,00001-0,0006
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>lagenula</i> (Kützing) Frenguelli	0,10-9,97	0,05-0,58	0,39- 1,73	7,95-12,58	0,00001-0,0008
<i>Navicula leptostriata</i> Jorgensen	0,10-9,97	0,09-0,58	0,36-1,20	5,00-13,80	0,0001-0,0007
<i>Nupela</i> sp1	0,10-9,97	0,09-0,58	0,36-1,20	5,00-11,88	0,0001-0,0007
<i>Ulnaria</i> cf <i>acus</i> (Kützing) M. Aboal	0,10-9,97	0,09-0,58	0,36-1,20	5,00-13,80	0,0001-0,0007

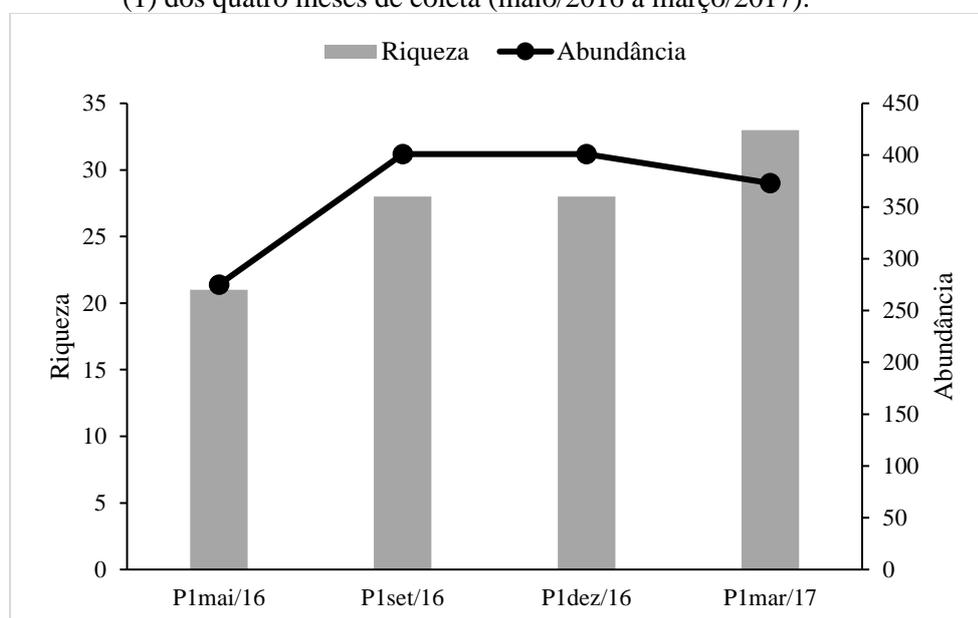
Fonte: Elaboradora pelos pesquisadores.

6.3.3 Atributos da Comunidade (riqueza, abundância, dominância e diversidade)

Os valores referentes aos atributos da comunidade de diatomáceas perifíticas do reservatório de Curuá-Una variaram entre as estações amostrais durante e os meses estudados como pode ser visto a seguir.

A maior riqueza de diatomáceas perifíticas no ponto 1 ocorreu no mês de março/17 (33 espécies), enquanto que a menor riqueza foi no P1 maio/16 (21 espécies). Os meses em que houve maior abundância de táxons foram os meses de setembro/16 e dezembro 16 e a menor abundância ocorreu no mês de maio semelhante ao mês na qual a riqueza foi menor (Gráfico 13).

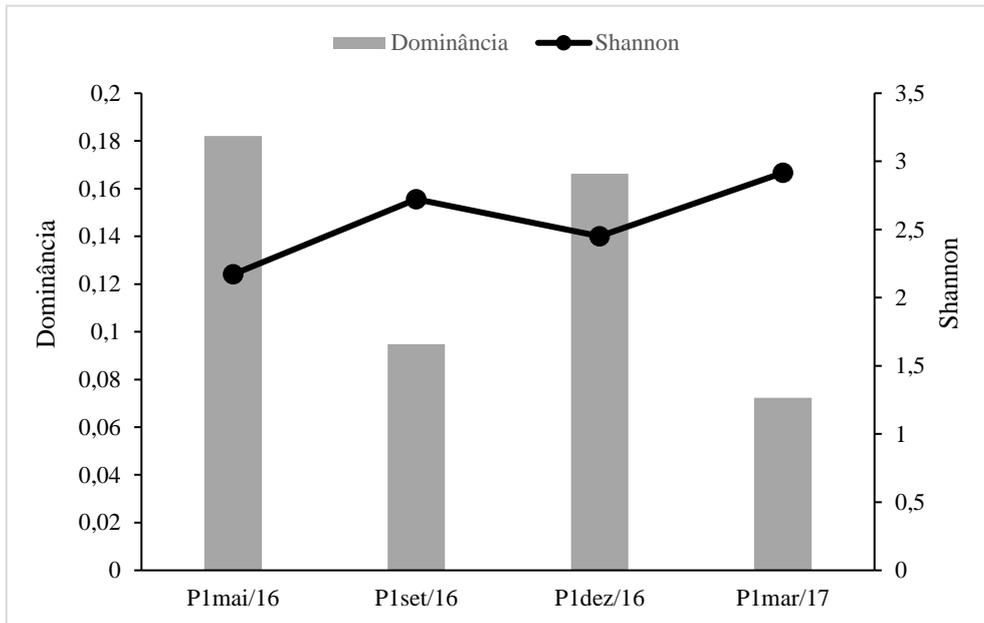
Gráfico 13 - Variação da riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) no ponto (1) dos quatro meses de coleta (maio/2016 a março/2017).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Já em relação à dominância do ponto 1, o mês de maio/16 foi o que apresentou maior valor ($D=0,1821$), enquanto que março/17 foi o mês que registrou o menor valor ($D=0,0723$). Com relação à diversidade de Shannon o mês que apresentou maior diversidade ($H'=2,9$) foi inversamente proporcional ao mês que apresentou menor valor de dominância, sendo a diversidade ($H'=2,1$) (março/17) (Gráfico 14).

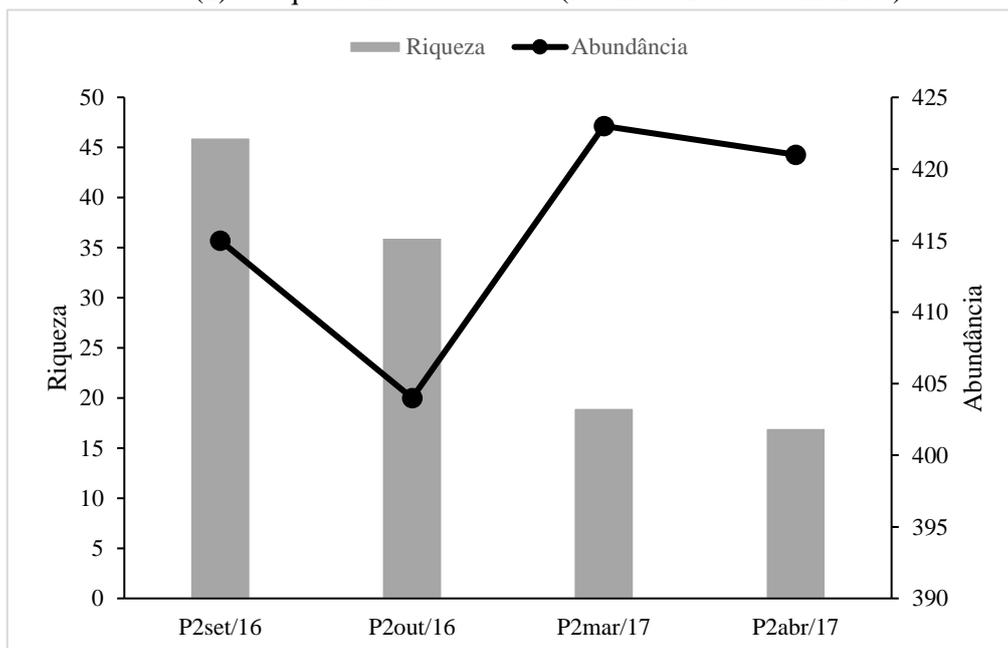
Gráfico 14 - Variação da dominância e diversidade de Shannon no ponto (1) dos quatro meses de coleta. (maio/2016 a março/2017).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

No ponto 2, o mês em que houve maior riqueza de diatomáceas foi setembro/2016 (46 espécies), enquanto que a menor riqueza aconteceu no mês de abril/2017 com (17 espécies). Com relação à abundância, o mês de março/2017 obteve maior abundância de táxons, enquanto outubro/2016 foi o mês de menor abundância (Gráfico 15).

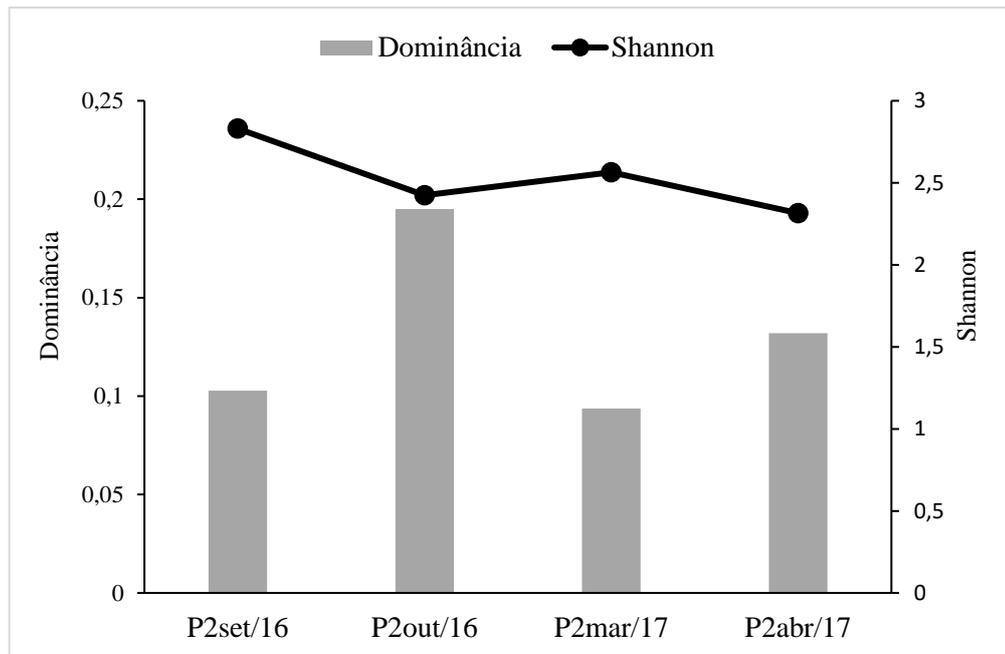
Gráfico 15 - Variação da riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) no ponto (2) dos quatro meses de coleta (setembro/2016 a abril/2017).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

O mês de maior registro de dominância ($D=0,1951$) no ponto 2 foi outubro/2016 e o de menor valor de dominância foi março/2017 ($D=0,0966$). A diversidade de Shannon variou de ($H'=2,8$) no mês setembro/2016 a ($H'=2,3$) no mês de abril/17 (Gráfico 16).

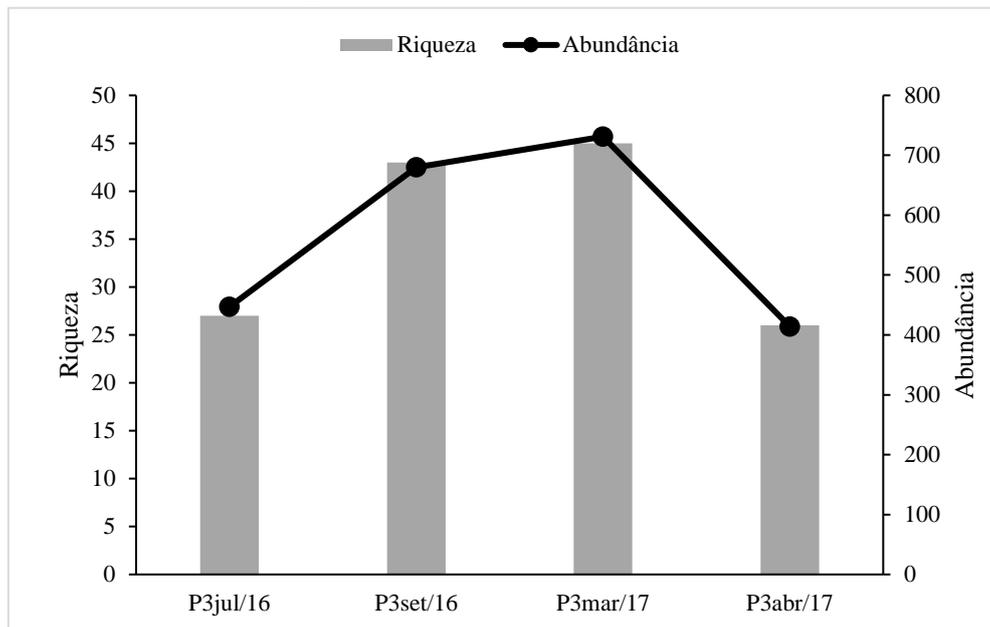
Gráfico 16 - Variação da dominância e diversidade de Shannon no ponto (2) dos quatro meses de coleta (setembro/2016 a abril/2017).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

O mês do ponto 3 que obteve maior riqueza de espécies foi março/17 (45 espécies), em contrapartida o mês que teve menor riqueza taxonômica de diatomáceas perifíticas foi abril/17 (26 espécies). Com relação à abundância, o mês que teve maior abundância foi março/17 e o de menor abundância foi abril/17 (Gráfico 17).

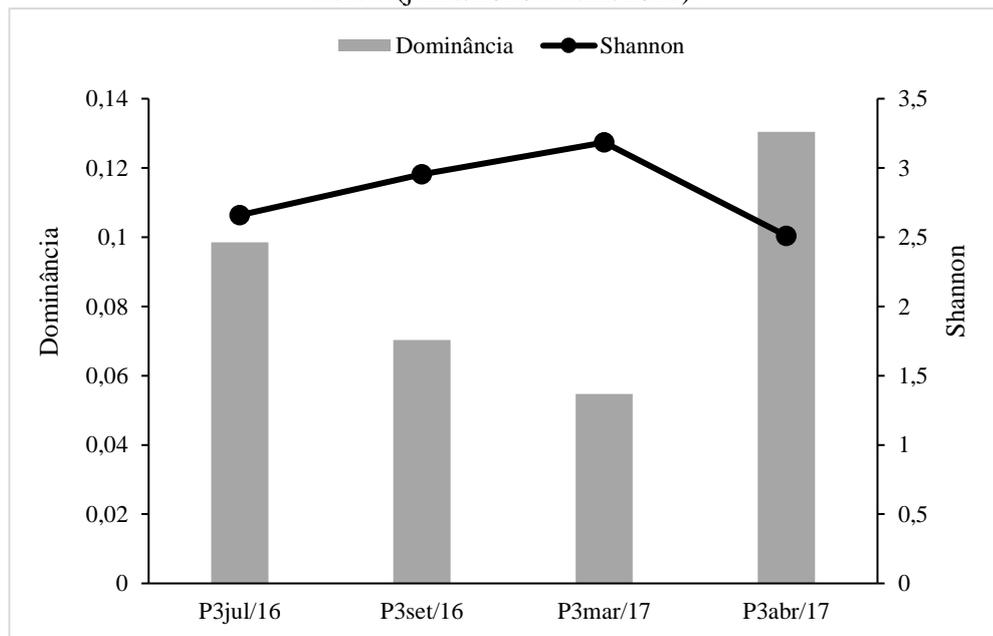
Gráfico 17 - Variação da riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) no ponto (3) dos quatro meses de coleta (julho/2016 a abril/2017).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

O maior registro de dominância ($D=0,1304$) ocorreu no mês de abril/17 e o menor registro de dominância ($D=0,0547$) foi no mês anterior, março/17. A diversidade de Shannon oscilou de ($H'=3,1$) no mês de março/2017 a ($H'=2,5$) que ocorreu no mesmo mês de registro de maior dominância (Gráfico 18).

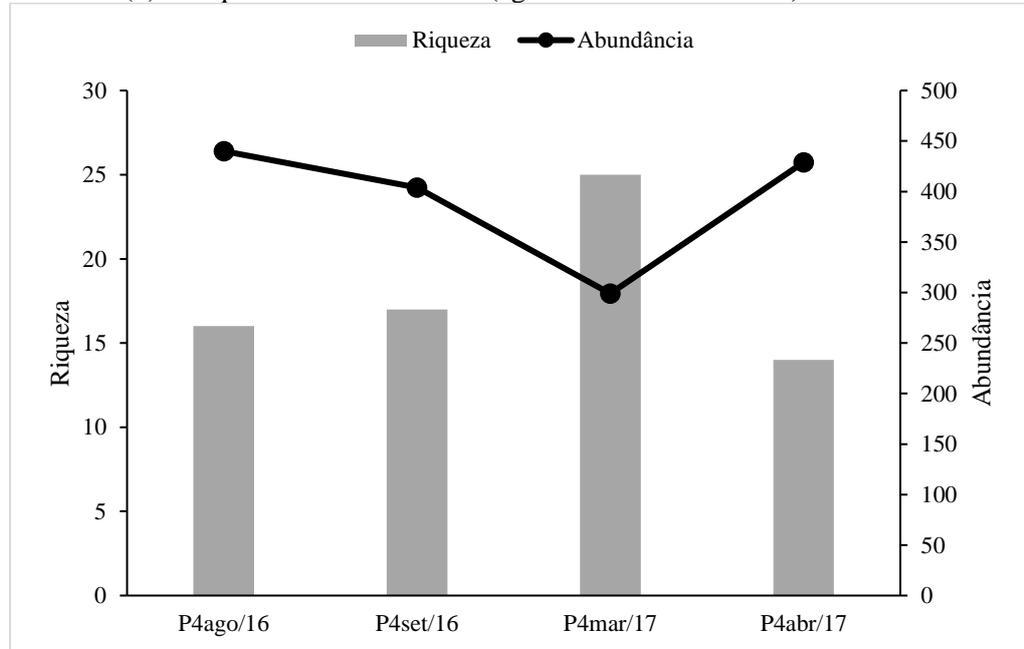
Gráfico 18 - Variação da dominância e diversidade de Shannon no ponto (3) dos quatro meses de coleta (julho/2016 a abril/2017).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

No ponto 4 o mês de maior riqueza de diatomáceas perifíticas foi março/17 (25 espécies), enquanto que a menor riqueza foi no mês de abril/17 (14 espécies). A maior abundância ocorreu no mês de agosto/16 seguido de menor abundância no mês de março/17 (Gráfico 19).

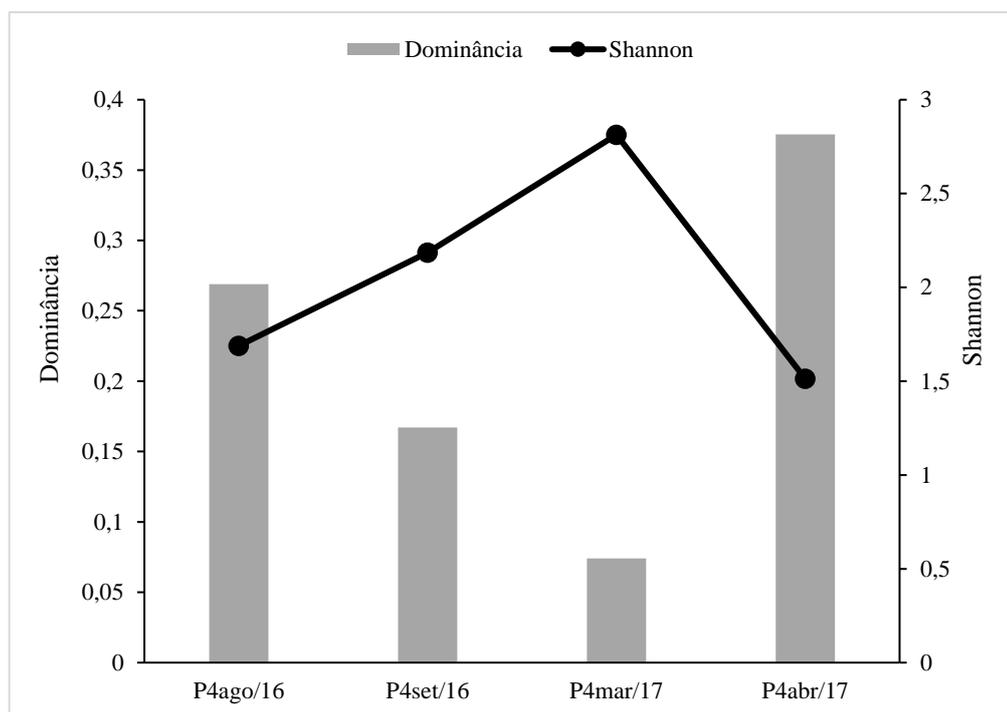
Gráfico 19 - Variação da riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) no ponto (4) dos quatro meses de coleta (agosto/2016 a abril/2017).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

No ponto 4 o maior valor de dominância foi no mês de abril/17 ($D=0,3753$) e o menor valor ocorreu no mês de março/17 ($D=0,0740$). Os maiores e menores valores da diversidade de Shannon foram inversamente proporcionais aos de dominância, na qual o maior ($H'=2,8$) valor de diversidade ocorreu no mês de março e o menor ($H'=1,5$) foi registrado no mês de abril/17 (Gráfico 20).

Gráfico 20 - Variação da dominância e diversidade de Shannon no ponto (4) dos quatro meses de

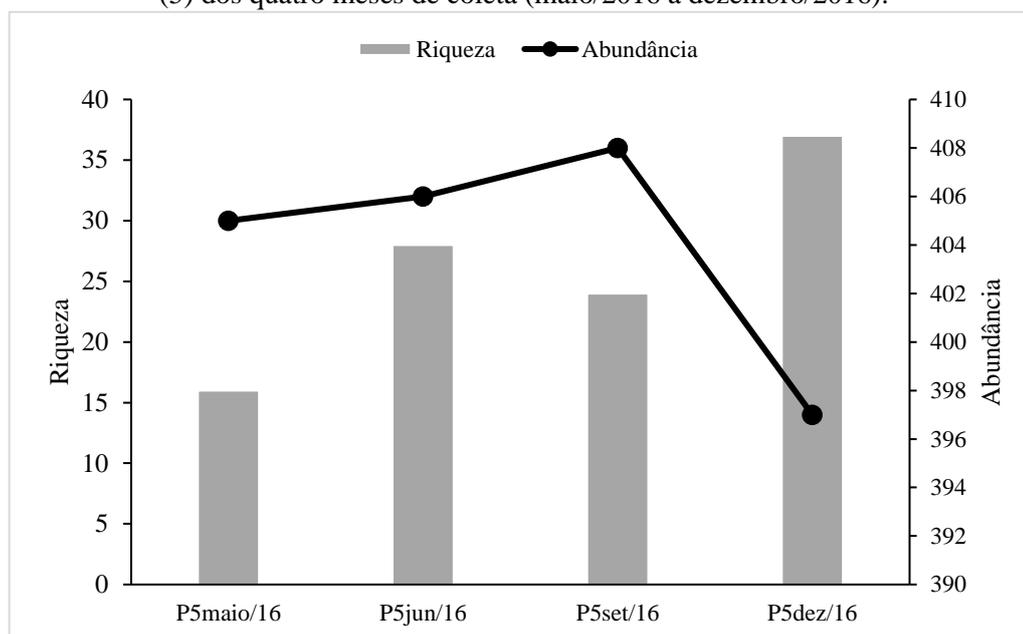


coleta (agosto/2016 a abril/2017).

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

O mês de maior riqueza de diatomáceas perifíticas no ponto 5 aconteceu no mês de dezembro/16 (37 espécies) e o mês de menor riqueza foi registrado no mês de maio/16 (16 espécies). Considerando a abundância, o mês de maior abundância foi no mês de setembro/16 e de menor abundância foi o mês semelhante ao mês de maior riqueza (Gráfico 21).

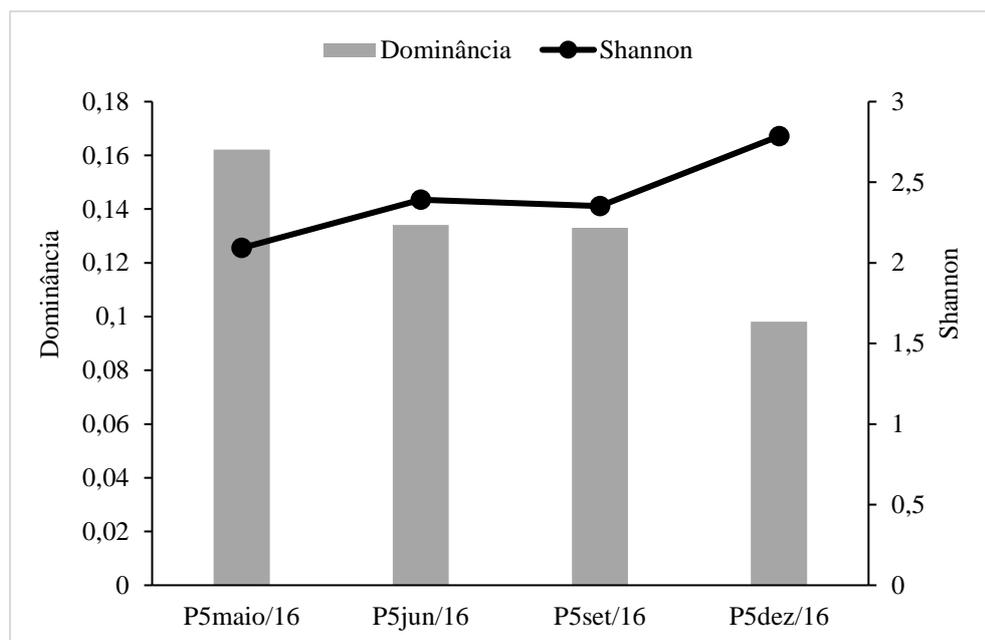
Gráfico 21 - Variação da riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) no ponto (5) dos quatro meses de coleta (maio/2016 a dezembro/2016).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Considerando o maior valor de dominância ($D=0,1622$) este foi registrado no mês de maio/16, e o menor valor de dominância ($D=0,0980$) foi apresentado no mês de dezembro/16. Neste ponto os valores da diversidade de Shannon também foram inversamente proporcionais aos maiores e menores valores de dominância. A diversidade foi maior ($H'=2,7$) no mês de dezembro e menor ($H'=2,0$) no mês de maio/16 (Gráfico 22).

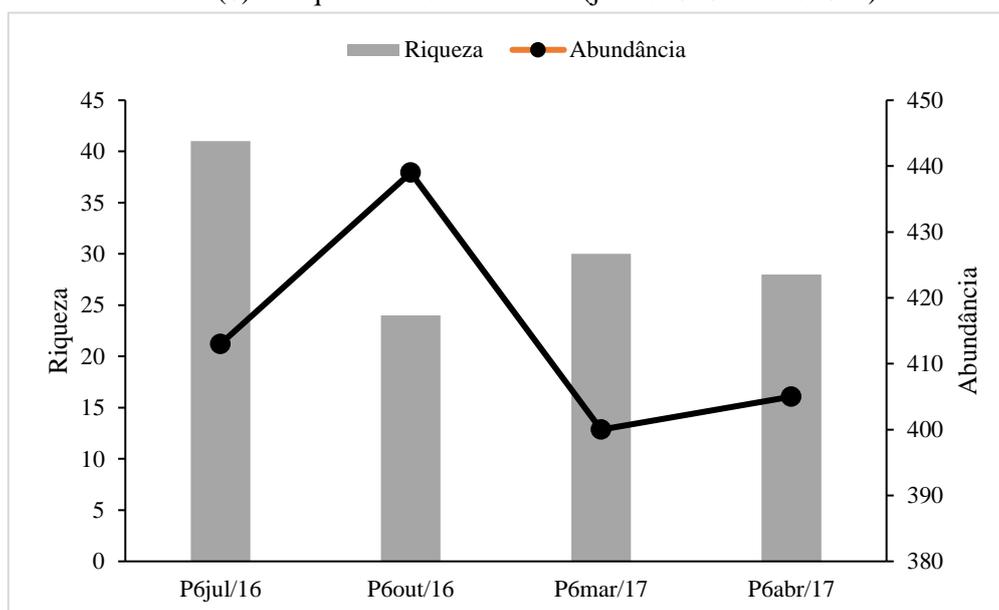
Gráfico 22 - Variação da dominância e diversidade de Shannon no ponto (5) dos quatro meses de coleta (maio/2016 a dezembro/2017).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

No ponto 6 o mês que teve maior riqueza de diatomáceas registrada foi o mês de julho/2016 (41 espécies), enquanto que o mês de outubro/2016 foi o mês de menor riqueza (24 espécies). Em contrapartida o mês de outubro/2016 foi o mês de maior abundância e o mês de março foi o de menor abundância (Gráfico 23).

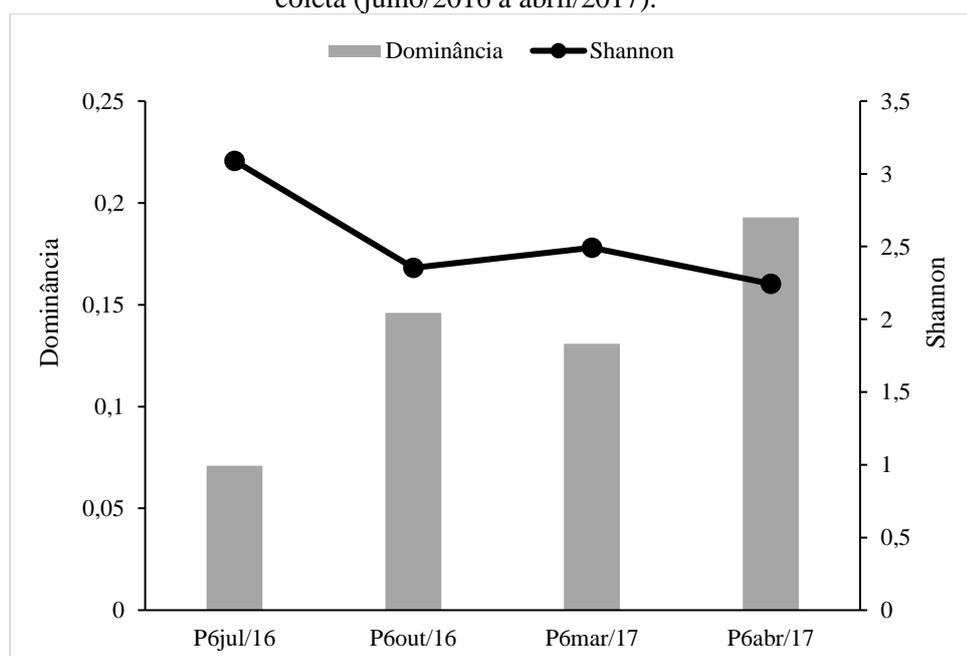
Gráfico 23 - Variação da riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) no ponto (6) dos quatro meses de coleta (julho/2016 a abril/2017).



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

O maior registro de dominância ($D=0,1929$) no ponto 6 foi no mês de abril/2016 e o menor ($D=0,07$) ocorreu no mês de julho/2016. Assim como nos dois pontos anteriores, a diversidade de Shannon também foi inversamente proporcional aos altos e baixos valores de dominância. A maior diversidade ($H'=3,09$) foi no mês de julho/2016 e a menor ($H'=2,2$) ocorreu no mês de abril (Gráfico 24).

Gráfico 24 - Variação da dominância e diversidade de Shannon no ponto (6) dos quatro meses de coleta (julho/2016 a abril/2017).

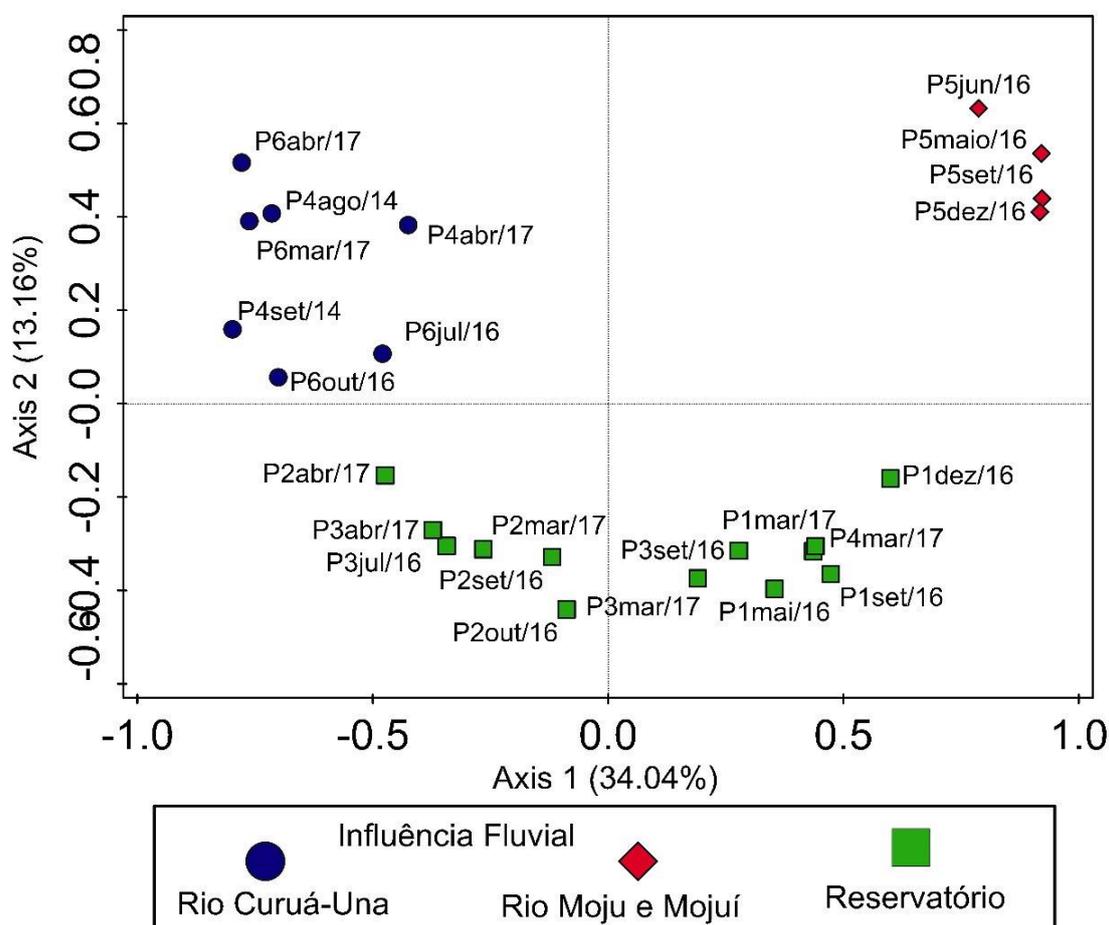


Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Distribuição da comunidade de diatomáceas relacionadas aos seis pontos do reservatório de Curuá-Una (Principais Componentes Coordenada-PCO, PERMANOVA *two way*, Análise de Correspondência Canônica).

O resultado da PCO realizada revelou a existência de um padrão espacial entre as amostras, ou seja, a comunidade de diatomáceas está estruturada em três grupos distintos, sendo dois que sofrem influência fluvial dos rios Curuá-Una, Moju e Mojuí e um grupo que apresenta características de reservatório (Gráfico 25). A PCO sugeriu que os dois primeiros eixos são significativos e que a quantidade de explicação e sua variância acumulada é de 47,2%.

Gráfico 25 - Ordenação pela análise das componentes principais (PCO) dos pontos de coletas localizados no reservatório de Curuá-Una.



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

No teste de PERMANOVA, pôde-se observar que a distribuição espacial evidenciada na PCO foi significativa (Espaço: $F=2,8207$ $p=0,0037$;). Enquanto que a variação temporal não ficou bem clara, ou seja, o efeito temporal não foi determinante para estruturar a comunidade de diatomáceas perifíticas, no entanto sua significância apresentou-se de forma

marginal ($F=1,5701$; $p=0,0796$). Não foi observada uma interação significativa entre os dois fatores. Os resultados obtidos no teste da PERMANOVA *two way* estão listados na Tabela 7.

Tabela 7 - Resultado da análise da PERMANOVA two-way considerando Fator 1 (espaço- pontos de amostragem) e o Fator 2 (tempo- meses de coleta).

Fatores	Soma dos Quadrados	L	Média das somas dos quadrados	F	p
Espaço	1,7038	1	1,7038	2,8207	0,0037
Tempo	0,94843	1	0,94843	1,5701	0,0796
Interação	0,82147	1	0,82147	1,36	0,1566
Resíduo	12,081	20	0,60404		
Total	15,554	23			

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

A seleção de *Forward* identificou sete variáveis ambientais (Condutividade, pH, DBO, amônio, Sílica, temperatura e transparência) que foram estatisticamente significativas para as análises da CCA.

Tabela 8 - Resumo estatístico dos resultados da análise de correspondência canônica CCA entre as variáveis ambientais e a comunidade periférica, a seleção das variáveis ambientais a partir do método forward selection, utilizando o teste de Monte Carlo⁷.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
Autovalores	0,4825	0,3077	0,2408	0,1618
Porcentagem cumulativa da variância	13,14	21,52	28,08	32,48
Correlação Espécies-Ambiente	0,9259	0,9209	0,8313	0,7881
R ² ajustado	39,4			

(Continua)

	Quantidade de explicação por variável %
Forward Selection Results	
Condutividade	8,5

⁷ Com 9999 permutações aleatórias.

Tabela 9 - Resumo estatístico dos resultados da análise de correspondência canônica CCA entre as variáveis ambientais e a comunidade perifítica, a seleção das variáveis ambientais a partir do método forward selection, utilizando o teste de Monte Carlo

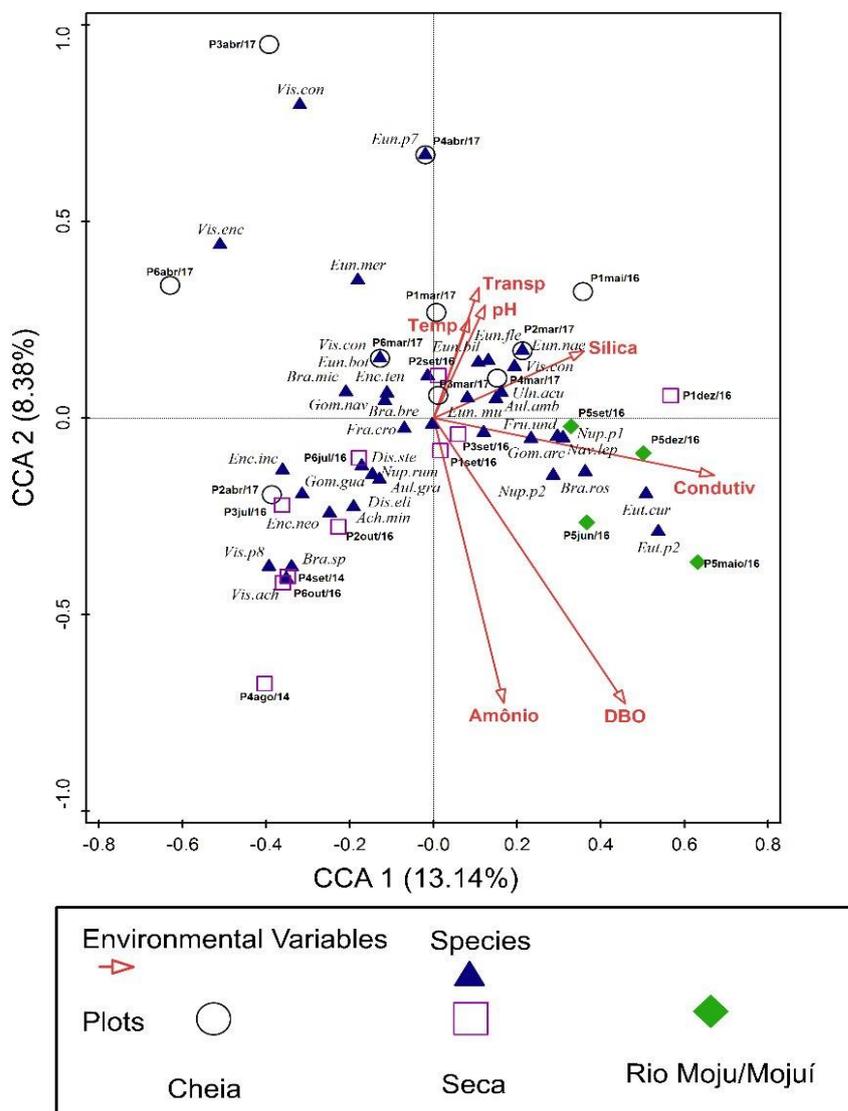
(Conclusão)

Forward Selection Results	Quantidade de explicação
	por variável %
pH	8,6
DBO	7,3
amônio	3,5
Sílica	4,9
Temperatura	4,1
Transparência	2,5
Total de explicação	39,4

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

A análise de correspondência canônica mostrou que a composição das diatomáceas perifíticas estão fortemente associadas pelas variáveis ambientais: condutividade, pH, DBO, amônio, sílica, temperatura e transparência. Essas variáveis foram selecionadas a partir do *Forward Selection*, e juntas explicam 39,4%. O r^2 ajustado e suas quantidades de explicação por variável estão descritas na (tabela 8). O primeiro eixo é um gradiente de sílica, condutividade e DBO, e este gradiente explica 13,14%, o segundo eixo é um gradiente de temperatura, pH, transparência e amônio que explica 8,38% (Diagrama 1).

Diagrama 1 - Ordenação baseada na Análise de Correspondência Canônica (CCA) com as variáveis abióticas selecionadas pelo método Forward, pontos amostrais e as 37 espécies de diatomáceas.



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

As espécies *Eunotioforma curvula* (Hustedt) J.P. Kociolek & A.L. Burliga e *Eunotioforma* sp2 apresentaram uma forte associação com os altos valores de condutividade nos pontos 5, os quais representam os rios Moju e Mojuí e que são caracterizados como a zona de transição do reservatório e que possui influência de ambientes lóticos. No que se refere à abundância relativa, a espécie *Eunotioforma curvula* atingiu 77,2% no ponto 5 do período menos chuvoso, e *Eunotioforma* sp2 chegou a 61,8% de abundância no mesmo ponto.

Enquanto que as espécies *Brachysira brebissonii* R. Ross, *Brachysira microcephala* (Grunow) P. Compère, *Encyonema neogracile* var. *tenuipunctata* Krammer, *Eunotia botuliformis* F. Wild, Nörpel & Lange-Bertalot e *Gomphonema naviculoides* W. Smith, apresentaram alta similaridade

em baixos valores de condutividade. Dentre os pontos coletados amostrados, *Brachysira brebissonii* teve a abundância relativa de 26,8% no ponto 1, a espécie *Brachysira microcephala* 24,98% no ponto 4, *Encyonema neogracile* var. *tenuipunctata* 11,6% no ponto 3, *Eunotia botuliformis* 29,9% no ponto 2 e *Gomphonema naviculoides* 13,8% no ponto 4 do período menos chuvoso.

Os altos valores de sílica estiveram fortemente associados às espécies: *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen, *Eunotia mucophila* (Lange-Bertalot, Nörpel-Schempp & Alles) Lange-Bertalot, *Eunotia naegelii* Migula e *Ulnaria* cf *acus* (Kützing) M. Aboal, em decorrência do período chuvoso do reservatório, o qual é caracterizado por ser um ambiente lêntico (zona lacustre). *Eunotia mucophila* foi amplamente distribuída em quase todas as estações de coleta, e registrou abundância relativa de 14,25% nos pontos 3 e 6. *Ulnaria* cf *acus* apresentou abundância relativa de 46% no ponto 1.

Em contrapartida, as espécies: *Achnanthyidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Discostella stelligera* (Cleve & Grunow) Houk & Klee, *Discostella stelligera* var. *elliptica* (Frenguelli) Guerrero & Echenique, *Encyonema incurvatum* Krammer, *Gomphonema guaraniarum* Metzeltin & Lange-Bertalot e *Nupela rumrichorum* Lange-Bertalot estiveram associadas quando o ambiente apresentou baixos valores de sílica no período menos chuvoso.

Com relação à abundância relativa de *Achnanthyidium minutissimum*, esta chegou a atingir 47,3% da abundância P6 do período menos chuvoso, a espécie *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen representou 59,4 de abundância relativa no ponto 2, *Discostella stelligera* chegou a 25,9% de abundância no ponto 2, *Discostella stelligera* var. *elliptica* 97,2 % no ponto 2, *Encyonema incurvatum* 28,09% no ponto 6, seguido de *Gomphonema guaraniarum* com 38,4% no ponto 6 e *Nupela rumrichorum* que alcançou 60% de abundância relativa no ponto 3 do período menos chuvoso.

No entanto, quando o ambiente apresentou baixos valores de amônio e DBO, as espécies que tiveram alta similaridade no período chuvoso foram as seguintes: *Brachysira brebissonii* R. Ross, *Brachysira microcephala* (Grunow) P. Compère, *Encyonema neogracile* var. *tenuipunctata* Krammer, *Eunotia botuliformis* F. Wild, Nörpel & Lange-Bertalot e *Gomphonema naviculoides* W. Smith.

Quanto às espécies que estiveram fortemente associadas às variáveis pH, transparência e temperatura no período chuvoso do reservatório (zona lacustre), foram as seguintes: *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Schaarschmidt, *Eunotia flexuosa* (Brébisson ex Kützing) Kützing, *Eunotia meridiana* Metzeltin & Lange-Bertalot e *Eunotia naegelii* Migula.

A espécie *Eunotia bilunaris* apresentou a abundância relativa no valor de 40,0% no ponto 1 das amostras estudadas, a *Eunotia flexuosa* 47,2% de abundância relativa no mesmo ponto, enquanto que a *Eunotia meridiana* atingiu 63,1% no ponto 4 do período chuvoso, e por último a espécie *Eunotia naegelii* atingiu 100% de abundância relativa em um único ponto de coleta de todas as amostras estudadas.

Os dados bióticos da CCA foram compostos pelas espécies de diatomáceas (37 espécies) que estiveram com abundância relativa acima de 10% identificados nos seis pontos de amostragens (Diagrama 1 e Figuras 4 e 5).

Variáveis ambientais

Espécies

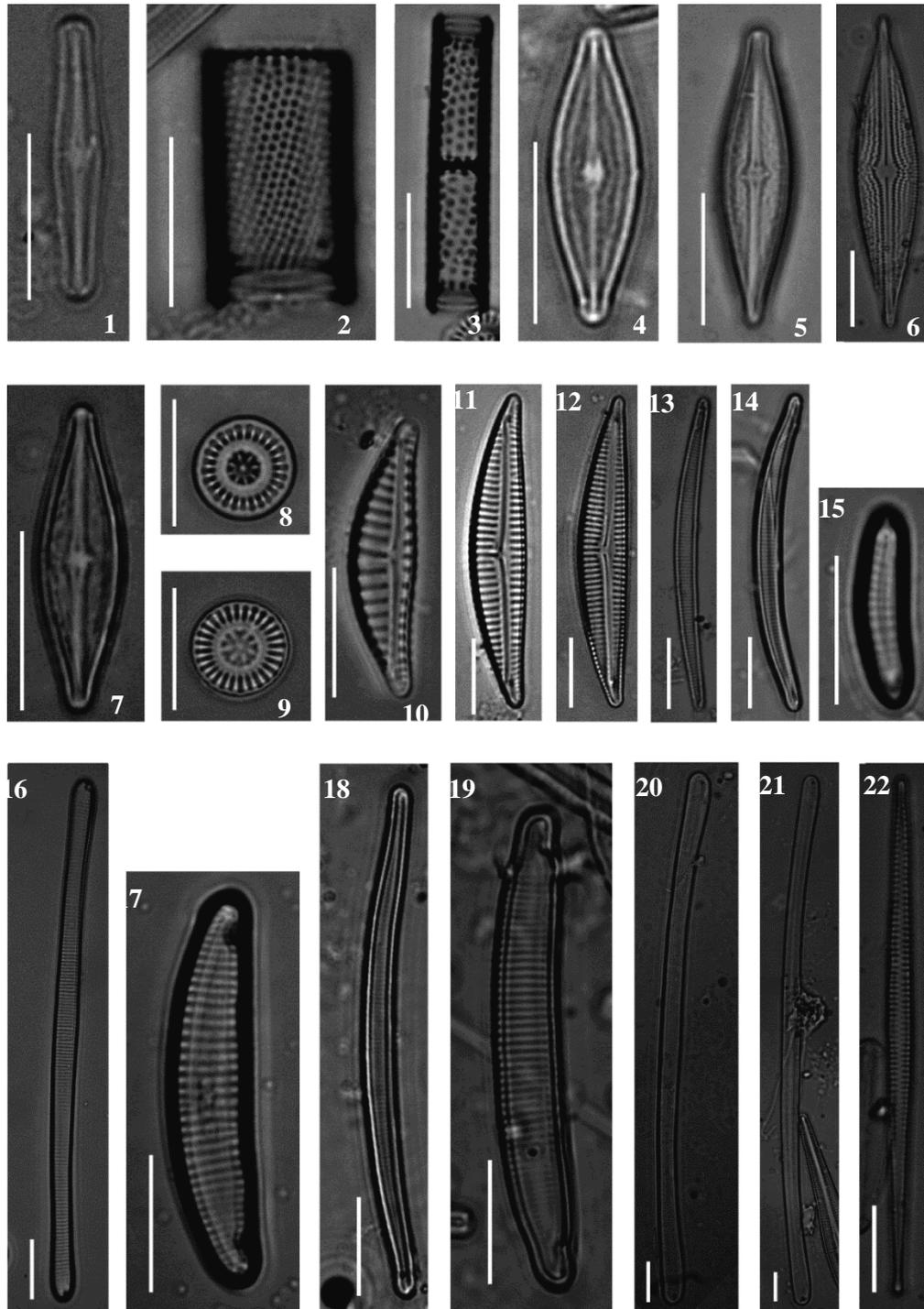


Figura 4 - Imagens em M.O das 37 espécies abundantes acima de 10% Fig. 1: *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, Fig. 2: *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen, Fig. 3: *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, Fig. 4: *Brachysira brebissonii* R.Ross, Fig. 5: *Brachysira microcephala* (Grunow) P. Compère, Fig. 6: *Brachysira rostrata* Lange Bertalot, Fig. 7: *Brachysira* sp, *Discostella stelligera* (Cleve & Grunow) Houk & Klee, Fig. 8: Fig. 9: *Discostella stelligera* var. *elliptica* (Frenguelli) Guerrero & Echenique, Fig. 10: *Encyonema incurvatum* Krammer, Fig. 11: *Encyonema neogratile* Krammer, Fig. 12: *Encyonema neogratile* var. *tenuipunctata* Krammer, Fig. 13: *Eunotia mucophila*, Fig. 14: *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Schaarschmidt, Fig. 15: *Eunotia botuliformis* F.Wild, Nörpel & Lange-Bertalot, Fig. 16: *Eunotia flexuosa* (Brébisson ex Kützing) Kützing, Fig. 17: *Eunotia meridiana* Metzeltin & Lange-Bertalot, Fig. 18: *Eunotia naegelii* Migula, Fig. 19: *Eunotia* sp7, Fig. 20: *Eunotioforma* cf *curvula* (Hustedt) J.P. Kociolek & A.L. Burliga, Fig. 21: *Eunotioforma* sp1, Fig. 22: *Fragilaria crotonensis* Kitton.

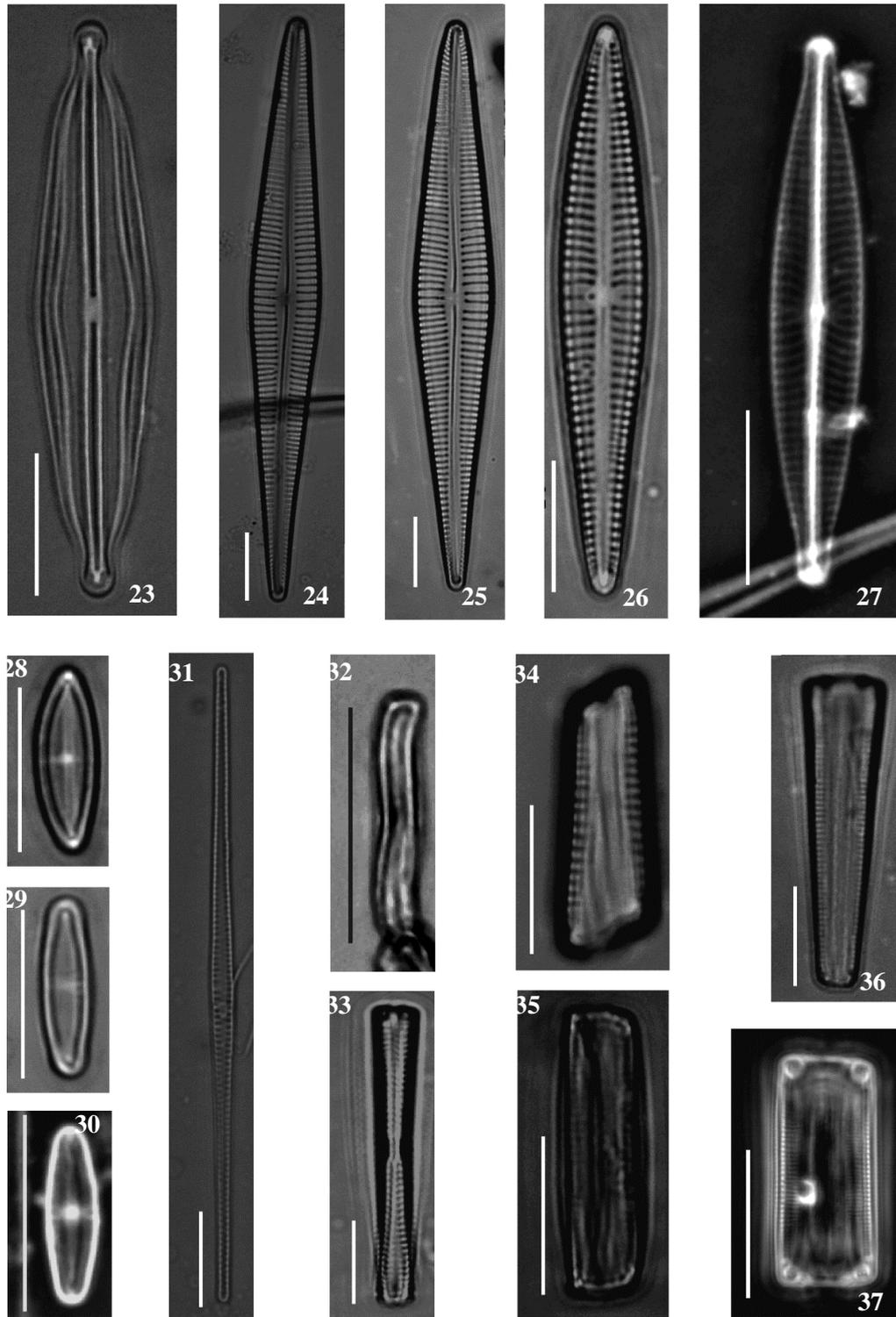


Figura 5 - Imagens em M.O das 37 espécies abundantes acima de 10% (continuação): Fig. 23: *Frustulia undosa* Metzeltin & Lange-Bertalot, Fig. 24: *Gomphonema archaevibrio* Lange-Bertalot & Reichardt, Fig. 25: *Gomphonema guaraniarum* Metzeltin & Lange-Bertalot, Fig. 26: *Gomphonema naviculoides* W. Smith, Fig. 27: *Navicula leptostriata* Jorgensen, Fig. 28: *Nupela* sp1, Fig. 29: *Nupela* sp2, Fig. 30: *Nupela rumrichorum* Lange-Bertalot, Fig. 31: *Ulnaria cf acus* (Kützing) M. Aboal, Fig. 32: Vista conectival de *Achnanthydium*, Fig. 33: Vista conectival de *Eunotia* 1, Fig. 34: Vista conectival de *Eunotia* 2, Fig. 35: Vista conectival de *Eunotia* 3, Fig. 36: Vista conectival de *Encyonema*, Fig. 37: Vista conectival sp8.

6.4 Discussão

Reservatórios são lagos construídos e que diferem significativamente dos lagos naturais, em função disto, a morfologia, condições físicas e químicas da água e seus impactos significativos no ecossistema aquático são anunciados (GUNKEL, 2003).

A construção da barragem de Curuá-Una alterou os parâmetros hidroquímicos como transparência, temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido das águas de seu rio formador (VIEIRA; DARWICH, 1999). Os rios da bacia do Curuá-Una percorrem solos ácidos, pobres em nutrientes e apresentam em si pequenas variações por agentes locais e geológicos. Além disso, refletem em suas águas o quimismo da paisagem regional, comportando-se como outros da bacia Amazônica, com o pH ácido, baixo teor de nutrientes e grande flutuação sazonal.

Os valores da profundidade foram semelhantes aos trabalhos realizados por Santos *et al.* (2018) no período de seca, e os valores de transparência da água foram semelhantes aos trabalhos apresentados de Junk *et al.* (1981), no qual a transparência variou de (Estação V: 0,6 metros) na represa e a (Estação VI e VII: 2,6 m) nas entradas dos afluentes Moju e Mojuí dos Campos. No entanto, Vieira e Darwich (1999) apresentaram valores máximo (3,9 m) e mínimos (0,6 m) de transparência da água. O estudo realizado por Santos *et al.* (2019) foi caracterizado por valores baixos, variando de 11,0 cm a 185,0 cm.

Deste modo, pode-se notar que apesar das diferenças dos períodos de estudos, os valores de transparência não sofreram grandes alterações.

Os valores de condutividade elétrica assemelharam-se aos encontrados pelos demais pesquisadores que também realizaram estudos das variáveis físico-químicas no reservatório de Curuá-Una. Os pontos P1/dezembro-2016 do período (chuvoso) e P3/ julho/2016 (menos chuvoso) demonstraram ser análogos aos publicados por Junk *et al.* (1981) (Estação VII: 10,9-Estação IV: 28,4 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$). De acordo com os dados de condutividade elétrica demonstrados por Junk *et al.* (1981), o rio Curuá-Una apresentou valores de quase duas e meia vezes mais alta que a dos seus afluentes, o mesmo foi observado no presente estudo, onde foi observado que os valores acima de ($102,10 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) foram constatados nos pontos (P1, P2, P3, P4 e P6), o P5 não apresentou altos valores de condutividade elétrica, sendo que neste ponto está localizada a foz dos rios Moju e Mojuí. Segundo Gunkel *et al.* (2003), o rio Curuá-Una apresenta um enriquecimento iônico elevado ($40 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) enquanto que os afluentes Moju e Mojuí possuem níveis baixos de íons dissolvidos e outros nutrientes ($12 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$).

Os altos valores de condutividade elétrica da água registrados podem estar sendo reflexos de atividades humanas realizadas às margens do reservatório, dentre as quais se destacam: a retirada de grande parte da mata ciliar da margem; a utilização do reservatório como bebedouro de gado; e o assoreamento do canal principal em função do plantio de soja. Houve ainda os estudos realizados por Vieira e Darwich (1999) e de Gunkel *et al.* (2003) que apresentaram valores médios numa faixa de (9,7 a $29,5 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$), os referidos autores enfatizaram que os altos valores de condutividade são causados por erosão de origem antrópica e pelo processo natural do ambiente.

O fator abiótico de temperatura também foi mensurado nos estudos de Gunkel *et al.* (2003), de Vieira e Darwich (1999), e por Santos *et al.* (2019), nos quais o menor valor observado foi de 26,5°C e o maior foi de 32,4 °C. Quando comparados a este estudo, os valores de temperatura que mais se aproximam são os valores obtidos por Gunkel *et al.* (2003).

Com relação aos valores de oxigênio dissolvido, Vieira e Darwich (1999) apresentaram o menor valor (0,2 mg/L⁻¹) na estação de coleta V localizada no reservatório, e o maior valor (6,9 mg/L⁻¹) na estação VI no rio Curuá-Una. Ainda neste estudo, foi possível constatar que os elevados níveis na concentração de oxigênio dissolvido dos rios que afluem no reservatório e no rio Curuá-Uma, com uma saturação de 63,7% de saturação de oxigênio contribuíam com a fonte de oxigênio para a represa. Junk *et al.* (1981) também observaram essa diminuição nas concentrações de oxigênio na medida em que as estações de coleta se aproximavam do reservatório (4 mg/L⁻¹ - 0,5 mg/L⁻¹).

Há indícios de que as baixas concentrações de oxigênio observadas ocorreram devido ao consumo de tal elemento químico nos processos de degradação da matéria orgânica presentes no reservatório, as quais foram provenientes do excesso de macrófitas aquáticas existentes na época do estudo. Vale ressaltar que Gunkel *et al.* (2003) observaram valores que variaram entre (0,23 mg/L⁻¹ no epilimínio - 5,6 mg/L⁻¹ no hipolimínio). De acordo com Santos *et al.* (2019), os valores de oxigênio dissolvido variaram entre 3,4 e 7,4 mg/L, obtendo uma média de 5,6 mg/L \pm 1,1 mg/L, com um coeficiente de variação de 19,64%, portanto considerado baixo. No presente estudo, o maior valor de oxigênio (13,40 mg/L⁻¹) foi encontrado no ponto (1) do reservatório que fica mais próximo à barragem e que é um ambiente lântico. Ferrari *et al.* (2007) destacaram que a maioria das águas da Amazônia é pobre em nutrientes dissolvidos que, conseqüentemente, são pouco produtivos e com potencial hidrogeniônico (pH) da água ácido. O rio Curuá-Una, acima da represa, e Curuá do Sul apresentam níveis mais elevados em minerais totais que o Moju e o Mojuí (VIEIRA; DARWICH, 1999). Os valores de pH observados neste estudo apresentam valores similares aos apresentados por Junk *et al.* (1981), Vieira e Darwich (1999), Gunkel *et al.* (2003) e por Santos *et al.* (2019), nos quais os resultados de pH variaram entre ácido a alcalino (5,0) e (8,7).

Considerando os valores de turbidez, notou-se que estes apresentaram maiores valores nos pontos mais próximos à barragem (P1/março-2017, P2-março-2017/ e P3/março-2017) e o maior valor (15,20 mg/L⁻¹) foi encontrado no P5/dezembro-2016 do período chuvoso na foz do rio Moju e Mojuí (zona de transição/ influência de ambiente lótico). É possível observar que todos os valores elevados foram encontrados no período de chuvas. Este fato pode estar relacionado a um acúmulo de matéria orgânica em decomposição devido à entrada de folhas, galhos e material particulado no rio, enquanto a redução dos valores de turbidez é comumente encontrada nos meses do período menos chuvoso. Fato semelhante ocorreu no estudo realizado por Darwich e Vieira (1999), nos quais altos valores de minerais totais também foram encontrados no reservatório nas estações (II e V).

Quanto aos valores de amônio, nitrato, nitrito e sílica, o estudo constatou valores mais baixos do que os valores destacados por Junk *et al.* (1981) que, por exemplo, apresentaram altos valores

de sílica (4,43-4,52mg. L⁻¹) nas estações IV e V, ou seja, no próprio rio Curuá-Una. Neste caso, os autores afirmam que o rio Curuá-Una, no seu curso superior, atravessa as faixas carboníferas que são geoquimicamente mais ricas em cátions do que os seus afluentes que são geoquimicamente mais pobres.

O maior nível de fósforo total encontrado no presente estudo foi o valor de 0,0069 mg/ L⁻¹ no P4/agosto-2016 do período menos chuvoso da zona lacustre. É provável que devido ao baixo nível da água, este número possa estar associado à própria geologia do rio Curuá-Una. As concentrações de fósforo alteraram consideravelmente quando comparado aos destacados por Junk *et al.* (1981) que realizaram estudos há quase 40 anos. Os valores registrados por eles variaram de (32 µg/L⁻¹ na estação III no rio Curuá-Una a 43,4 µg/L⁻¹ na estação II localizada acima da barragem). Em contrapartida, Gunkel *et al.* (2003) registraram valores médios de fósforo total no epilímnio (0,021 mg/L⁻¹) e no hipolímnio (0,033 mg/L⁻¹). Esses valores se aproximam mais dos valores registrados neste estudo, podendo observar uma diminuição dos valores do fósforo total ao longo dos anos.

Com relação aos valores da demanda bioquímica de oxigênio, o valor máximo foi encontrado no P3/março-17 na zona lacustre do período chuvoso, e pode ter associação com as contribuições dos materiais alóctones descarregados no rio. Este ponto encontra-se próximo à comunidade Porto Alegre e está próximo às áreas de pastagens e de agricultura.

A Resolução do CONAMA nº 375, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para seu enquadramento. No Capítulo I, Artigo 2º, Inciso I define como água doce, águas com salinidade igual ou inferior a 5%. Já o Capítulo II, que trata da classificação das águas superficiais do Território Nacional, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, destaca em sua Seção I a qualidade das águas doces, distribuindo-as em cinco classes, a saber: Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3, Classe 4 e Classe 5 (BRASIL, 2005).

Considerando os pressupostos estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 375/2005, de acordo com seus usos preponderantes, as cinco sub bacias hidrográficas estudadas podem ser classificadas como corpos de água doce (salinidade ≤ 0,5 ‰), conforme descrição abaixo:

As de classe 1 apresentam águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

Já as de Classe 2 dispõem de águas que podem ser destinadas à (ao): abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução do CONAMA nº 274/2000); irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; aquicultura e atividade de pesca.

As águas doces de Classe 1 e 2, segundo a Resolução do CONAMA nº 375/2005, devem apresentar as seguintes condições padrões de qualidade da água: 1) pH de 6,0 a 9,0; 2) turbidez até 100 NTU; 3) concentrações de oxigênio dissolvido $\geq 5\text{mg/l O}_2$.

Segundo Silva *et al.* (2016), o método de abordagem da resolução do CONAMA nº 375/2005 tem um caráter muito peculiar, pois a região Amazônica possui características diferenciadas dos ambientes que serviram de base para elaborar a legislação vigente. No que diz respeito à aplicação da legislação atual à realidade amazônica, verificou-se que há divergências entre as classes de água estabelecidas na legislação e alguns ambientes naturais da Amazônia, divergências estas que não podem ser conciliadas por ajustes que a própria legislação permite (prevalece a condição natural), já que, o enquadramento visa gestão e, portanto, é necessária a tomada de decisão diante de impactos por ações antrópicas, considerando que são maiores as dificuldades em rios da Amazônia.

De um modo geral, o reservatório de Curuá-Una pode ser enquadrado na Classe 1 e 2 em função de seus usos preponderantes, do ponto de vista da qualidade de água encontra-se dentro das condições-padrão exigidas para os corpos de água doce de Classe 1 e 2, porém fornece indícios de leve a moderado grau de influência antrópica.

Para Aguiar *et al.* (2014), as microbacias da região Amazônica vêm sofrendo alterações em virtude da expansão agropecuária e ocupação do solo (mais precisamente plantio de soja). Estes fatores podem estar contribuindo com o assoreamento e aporte de nutrientes para essas microbacias, e com base nisso, os valores de turbidez e condutividade elétrica estão aumentando nos períodos de chuva.

Quanto ao gênero mais representativo durante a pesquisa, pode-se apontar o *Eunotia* Ehrenberg como o melhor representado, e alguns estudos realizados na Amazônia descrevem a predominância de espécies da família Eunotiaceae.

As espécies de Eunotiaceae podem ocorrer em uma estreita faixa de condições ambientais, componentes típicos da flora de diatomáceas de áreas tropicais e subtropicais, frequentemente associadas a águas ácidas e habitats oligotróficos ou distróficos (METZELTIN; LANGE-BERTALOT 1998, KOCIOLEK; SPAULDING 2003, BURLIGA *et al.*, 2013). Dentre os estudos que citam o gênero ou comentam sobre a predominância de espécies de *Eunotia* na Amazônia, salientam-se os trabalhos realizados por: Patrick (1940), Uherkovich (1976, 1981), Uherkovich e Rai (1979), Uherkovich e Franken (1980), Souza-Mosimann *et al.* (1997), Alencar *et al.* (2001), Díaz-Castro *et al.* (2003), Raupp *et al.* (2009), Burliga *et al.* (2007), Burliga e Kociolek (2012) e Burliga *et al.* (2013).

Eunotia é um gênero predominantemente perifítico, exclusivo de águas continentais de ampla distribuição mundial, que ocorre preferencialmente em ambientes oligotróficos e ácidos (ROUND *et al.*, 1990; KRAMMER; LANGE-BERTALOT, 1991).

O segundo gênero melhor representado no estudo foi o *Gomphonema* Ehrenberg. De acordo com Azevedo *et al.* (2018), *Gomphonema* é bastante comum em comunidades haptobentônicas de água doce, principalmente no perifíton, por formar pedúnculo de mucilagem através do campo de poros localizados no polo basal da valva, facilitando a adesão a substratos sólidos. Um total de 13 táxons

específicos e infra específicos foram registrados por Azevedo *et al.* (2018), que realizaram um estudo com as algas epifíticas da região litorânea do reservatório de Curuá-Una. Ainda com relação aos gêneros mais representativos, *Frustulia* Rabenhorst e *Encyonema* Kützing também foram bem representados em termos de riqueza. As espécies do gênero *Frustulia* são comuns em água doce a levemente salobra, algumas estão associadas ao epifíton e/ou à comunidade epipélica, e também presentes em águas ácidas (ROUND *et al.*, 1990).

Com relação ao *Encyonema*, compreende-se que este gênero é bastante comum em água doce, podendo ser encontrado EH nas comunidades epifíticas e epilíticas (ROUND *et al.*, 1990). No Brasil, dentre os principais trabalhos que abordaram a taxonomia específica do gênero, destacam-se os de Tremarin *et al.* (2011), Da Silva e Souza (2015) e de Marquardt *et al.* (2016 e 2017).

A riqueza oscilou de 14 espécies no ponto 4 do reservatório (zona lacustre) no período chuvoso para 46 espécies no ponto 2 no reservatório (zona lacustre) do período menos chuvoso. Foi possível verificar um alto número de espécies de diatomáceas. Este fato pode estar associado à pouca profundidade do reservatório, o que proporciona completa mistura da coluna d'água, fazendo com que diatomáceas bentônicas sejam frequentemente encontradas nas amostras do substrato, e também ao fato de as diatomáceas representarem um grupo padrão dos ambientes oligotróficos de águas claras (APRILE; MERA, 2007).

A diversidade de Shannon variou de $H' = 1,51$ no ponto 4 do reservatório (mais próximo dos tributários) do período chuvoso para $H' = 3,18$ do ponto 3 no (reservatório) no período chuvoso. O maior valor da diversidade de Shannon pode ter sido ocasionado devido ao aumento na contribuição dos afluentes carreando material alóctones em função das chuvas. Além disso, o aumento pode estar associado à disponibilidade de nutrientes nesse ambiente, tendo em vista que este ponto se encontra em frente da comunidade Castanheira, onde foi possível observar a ausência de mata ciliar em alguns locais. No período menos chuvoso a diversidade de Shannon oscilou de $H' = 1,68$ no ponto 4 do reservatório (zona lacustre) a $H' = 3,09$ no ponto 6 (zona de transição/influência de ambiente lótico).

Se compararmos as estações de amostragem e os respectivos meses de coleta, é possível notar que não houve tanta diferença, e que esses resultados indicam mais uma ocorrência de diferenciação no espaço do que no tempo. É provável que isso esteja associado à baixa circulação da coluna d'água e à reduzida iluminação causada por material em suspensão mais considerável em reservatórios.

Também foi possível perceber que a grande maioria das espécies registradas foram consideradas raras. Assim, algumas espécies se destacaram como esporádicas e poucas foram consideradas frequentes ou constantes.

O resultado da PERMANOVA observada mostra que a estrutura da assembleia de diatomáceas perifíticas foi bastante significativa no espaço, e isso pode estar associado ao fato de que o nível da água do reservatório de Curuá-Una é controlado por operações da barragem da Usina Hidrelétrica de Curuá-Una.

Em contrapartida, os ambientes nos quais os amostradores foram inseridos possuem paisagens distintas, e de modo geral o entorno do ambiente (reservatório do Curuá-Una) está sofrendo ação antrópica com base na ocupação do solo, pastagem e assoreamento (AGUIAR *et al.*, 2014).

Nas análises da CCA, espécies do gênero *Eunotioforma* Kociolek & Burliga estiveram associadas com altos valores de condutividade elétrica no ponto 5, que representa os rios Moju e Mojuí.

O gênero *Eunotioforma* Kociolek & Burliga é descrito a partir de amostras obtidas do rio situado no Estado do Mato Grosso e com as condições químicas e físicas de baixa condutividade elétrica, altas temperaturas, baixa turbidez, baixas concentrações de nutrientes e água levemente ácida a quase neutra (BURLIGA *et al.*, 2013).

Os altos índices de condutividade elétrica no ponto 5 podem ter sido ocasionados por escoamento superficial de áreas agrícolas no entorno do reservatório. Esses altos valores foram observados na época do ano em que há chuvas, e que possivelmente houve um aumento na contribuição dos afluentes Moju e Mojuí carreando material alóctones para o reservatório.

As espécies *Brachysira brebissonii* R. Ross, *Brachysira microcephala* (Grunow) P. Compère, *Encyonema neogratile* var. *tenuipunctata* Krammer, *Eunotia botuliformis* F. Wild, Nörpel & Lange-Bertalot e *Gomphonema naviculoides* W. Smith apresentaram alta similaridade em baixos valores de condutividade. O gênero *Brachysira* Kützing é restrito a águas ácidas com baixa condutividade (ROUND *et al.*, 1990). Estas informações ecológicas justificam o fato de este gênero apresentar alta similaridade em ambiente com baixos valores de condutividade registrados no presente estudo.

Quanto ao padrão observado das espécies *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Schaarschmidt, *Eunotia flexuosa* (Brébisson ex Kützing) Kützing, *Eunotia meridiana* Metzeltin & Lange-Bertalot e *Eunotia naegelii* Migula fortemente associadas às variáveis de temperatura, transparência e ao pH, reflete as mesmas informações destacadas no trabalho de Moro e Furstenberger (1997), reafirmando que as espécies deste gênero são comuns em ecossistemas aquáticos ácidos. Tal gênero apresenta ampla distribuição em ambientes aquáticos dulcícolas tropicais e subtropicais, possuindo preferência por águas oligotróficas e com baixos valores de condutividade elétrica (ROUND *et al.*, 1990).

Com base em De Nicola (2000), a variável pH está entre as mais seletivas para as diatomáceas de água doce, as quais se desenvolvem preferencialmente em estreitos intervalos de variação de pH. Portanto, apesar de selecionar, o pH ácido pode permitir o estabelecimento de uma flora rica em espécies. Dentro do grupo das espécies de Eunotiaceae, elas ocorrem de formas diversas em águas distróficas ou ácidas (KOCIOLEK, 2000).

Em um estudo taxonômico realizado por Burliga *et al.* (2012) com representantes do gênero *Eunotia* observados na floresta nacional dos Carajás, as condições físicas e químicas observadas foram de altas temperaturas da água, água levemente ácida, baixos valores de condutividade elétrica, baixa turbidez e baixa concentrações de nutrientes.

Já em relação às espécies que apresentaram baixa similaridade com a transparência, podemos destacar as seguintes: *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Discostella stelligera* (Cleve & Grunow) Houk & Klee, *Discostella stelligera* var. *elliptica* (Frenguelli) Guerrero & Echenique e *Nupela rumrichorum* Lange-Bertalot. O gênero *Achnanthydium* Kützing é conhecido por se desenvolver em águas de ambientes lóticos e bem oxigenados, apresenta ampla tolerância às mudanças ambientais podendo ser encontrado em ambientes com baixo teor em nutrientes, assim como em ambientes eutrofizados (DIATOMS OF NORTH AMERICA, 2019; ROUND *et al.*, 1990).

Ao associar as espécies que mais revelaram similaridade com a sílica, as espécies apresentadas foram: *Eunotia naegelii* Mígula, *Ulnaria cf acus* (Kützing) M. Aboal e *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen. É interessante destacar que a estrutura e espessura da valva do gênero *Aulacoseira* Thwaites reflete a concentração de sílica nas águas circundantes, o que afeta a taxa de crescimento celular.

No presente estudo, foi possível perceber que a composição e estrutura da assembleia de diatomáceas estivesse mais associada ao espaço do que no tempo, e isto pode ser reflexo de alterações antrópicas na região com base na expansão da agricultura mecanizada recente em torno do reservatório de Curuá-Una.

6.5 Conclusão

O reservatório de Curuá-Una pode ser enquadrado como um corpo de água doce de Classe 1 e 2, em função de seus usos preponderantes e de acordo com os critérios estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 375, de 17 de março de 2005. No entanto, a Resolução Conama nº 357/05 necessita de adequações para a região Amazônica, já que alguns parâmetros estão com os valores em desconformidade com a Resolução e refletem condições naturais, principalmente o reservatório de Curuá-Una, que apresenta o solo geoquimicamente mais rico no seu curso superior, diferenciando-se dos demais rios de águas claras da região Amazônica.

Os dados abióticos e bióticos mostraram que o reservatório de Curuá-Una não está sofrendo alterações drásticas na qualidade da água, que poderiam levar a um processo de eutrofização, no entanto apresenta indícios de leve a moderado grau de influência antrópica, os quais estão associados ao uso inadequado do solo no entorno do Curuá-Una; despejos de efluentes resultantes de atividades domésticas e agropecuárias em alguns ambientes; extensas áreas desmatadas para plantio de soja ao longo do Curuá-Una (PA-431); substituição da mata primária adjacente ao reservatório para introdução de extensas áreas de pastagem (amostragem: P2), assim como a retirada da mata ciliar em locais próximos ao reservatório.

Dentre as variáveis avaliadas neste estudo, a condutividade elétrica foi a variável ambiental mais alterada no período de chuvas pelas condições de degradação encontradas ao longo do reservatório, as quais poderiam ser amenizadas futuramente através da adoção de medidas mitigadoras como: uso do

solo de maneira adequada, como a substituição de agricultura mecanizada por áreas de cultivo familiar tradicional ao longo do reservatório; recuperação das áreas de pastagem; assim como a recuperação da mata ciliar através de espécies nativas da região, entre outras medidas.

Os resultados observados no presente estudo mostraram alta diversidade de táxons em toda a amostragem quando comparados com outros estudos realizados com amostradores tipo EDS no Brasil. Além disso, o estudo propiciou melhor compreensão a respeito da composição florística do perifíton nos ambientes aquáticos amazônicos.

As análises realizadas mostraram que a comunidade de diatomáceas perifíticas apresentou maior variação espacial do que no tempo. Foi verificado que no ponto 5 a condutividade elétrica apresentou valores muito diferentes dos demais, e isso pode ter sido referente a diversos impactos, pois não há uma fonte de degradação pontual próxima a este cenário.

A metodologia integrada dos dados abióticos com os biológicos permitiu avaliar que algumas espécies de diatomáceas possuem preferência por determinados ambientes ao longo do reservatório. Essa observação foi possível ser avaliada, devido ao fato de a composição e a estrutura da comunidade de diatomáceas perifíticas terem sido diferenciadas quando estavam sujeitas a diferentes graus de impacto com base nas alterações das características da água, o que permitiu a seleção de espécies bioindicadoras com um potencial uso no diagnóstico e monitoramento da qualidade da água em reservatórios amazônicos.

Mais estudos deverão ser realizados, considerando a necessidade de um monitoramento maior que um período hidrológico completo, haja vista que está incidindo um aumento da ação antrópica ao longo do reservatório.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. P. O.; PELEJA, J. R. P.; SOUSA, K. N. S. Qualidade da água em microbacias hidrográficas com agricultura nos municípios de Santarém e Belterra, Pará. **Revista Árvore**, v.38, n.6, p. 983-992, 2014.

ALENCAR, Y. B.; LUDWIG, T. A. V.; SOARES, C. C.; HAMADA, N. Stomach content analyses of *Simulium perflavum* Roubaud 1906 (Diptera: Simuliidae) larvae from streams in central Amazonia, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.96, n.4, p. 561-576, 2001.

ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v.26, p.32-46, 2001.

APHA- American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters**. 22. ed. Washington: APHA, 2012.

APRILE, F.M & MERA, P.A.S. Fitoplâncton e Fitoperifíton de um Rio de águas pretas da Amazônia periférica do Norte, Brasil. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol**, v. 11, n.2, p. 1-14, 2007.

AZEVEDO, J.S.; TALGATTI, D.M.; TORGAN, L.C.; PEREIRA, A.C.; MELO, S. O gênero *Gomphonema* (Bacillariophyta) na comunidade perifítica do Rio e reservatório de Curuá-Una (Santarém, Pará, Brasil). **Rodriguésia**, v.69, n.2, p.765-776, 2018.

AZIM M. E. & ASAEDA, T. Periphyton structure, diversity and colonization. *In*: Azim M.E., Beveridge M.C.M., Van Dam A.A., Verdegem M.C.J. (Eds.) *Periphyton: ecology, Exploitation and management*. CABI Publishing, **Cambridge**. v.1 n.1 p. 15-34, 2005.

BARBER, H.G.; HAWORTH, E.Y. A guide to the morphology of the diatom frustule. **The Freshwater Biological Association**. v. 44, p.1-112, 1981.

BERE, T., & MANGADZE, T. Diatom communities in streams draining urban areas: community structure in relation to environmental variables. **Tropical Ecology**, v.55, p. 271-281, 2014.

BICUDO, C. E. M; MENEZES, M. (Org.). **Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil**. 2. ed. São Carlos: Rima. 502p. 2006.

BURLIGA, A. L., TORGAN, L. C. & BEAUMORD, A. C. *Eunotia ariengae* sp. nov., an epilithic diatom from brazilian mazon. **Diatom Research**, v.22, n.1 p.247-253, 2007.

BURLIGA, A.L.; KOCIOLEK, J. P. Four new *Eunotia* Ehrenberg species (Bacillariophyceae) from pristine regions of Carajás National Forest, Amazonia, Brazil. **Nova Hedwigia**. v.141, p. 53-70. 2012.

BURLIGA, A. L.; SCHWARZBOLD, A. Perifíton: Diversidade taxonômica e morfologia. In. Schwarzbald, A., Burliga, A. L. & Torgan, L. C. (Eds.). **Ecologia do Perifíton**. Rima, São Carlos, 1-6. 2013.

BURLIGA, A.L.; KOCIOLEK, J. P.; SALOMONI, S. E.; FIGUEIREDO, D. A new genus and species in the diatom family Eunotiaceae Kützing (Bacillariophyceae) from the Amazonian hydrographic region, Brazil. **Phytotaxa**, v. 79, p. 47-57, 2013.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N °357 de 17 de março de 2005**. 2020.

DA SILVA, W.J.; SOUZA, M.G.M. New species of the genus *Encyonema* (Cymbellales, Bacillariophyta) from the Descoberto River Basin, Central-western Brazil. **Phytotaxa**, v.195, n.2, p. 154-162, 2015.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Editora Vozes: Petrópolis, Rio de Janeiro, 1978.

DE NICOLA, D. M. A review of diatoms found in highly acidic environments. **Hydrobiologia**, v. 433, p.111-112, 2000.

DIAZ-CASTRO, J.J.; SOUZA-MOSIMANN, R.M.; LAUDARES-SILVA, R.; FORSBERG, B.R. Composition of the periphytic diatom community of the Jaú river, Amazonas, Brazil. **Acta Amazonica**, v.33, n. 4, p.583-606, 2003.

FAUSTINO, S. B., FONTANA, L., BARTOZEK, E. C. R., BICUDO, C. E. D. M., & BICUDO, D. D. C. Composition and distribution of diatom assemblages from core and surface sediments of a water supply reservoir in Southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v.16, n. 2., 2016.

FERRARI, F., PROCOPIAK, L.K., ALENCAR, Y.B., LUDWIG, T.A.V. Eunotiaceae (Bacillariophyceae) em igarapés da Amazônia Central, Manaus e Presidente Figueiredo, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 37, n.1, p.1-16, 2007.

GILLETT, N. D., PAN, Y., ASARIAN, J. E., & KANN, J. Spatial and temporal variability of river periphyton below a hypereutrophic lake and a series of dams. **Science of the Total Environment**, 541, 1382-1392, 2015.

GUNKEL, G.; LANGE, U.; WALDE, D.; ROSA, J. W. C. The environmental and operational impacts of. Curuá-Una, a reservoir in the Amazon region of Pará, Brazil. **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, v.8, p. 201-216, 2003.

HAMMER, O.; HAPER, D. A. T.; RYAN, P. D; PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analisys. **Paleontologia Electronica**, v.4, p.1-9, 2001.

HARPER, D. A. T. (Ed.) Numerical Palaeobiology. Computer-Based Modelling and Analysis of Fossils and their Distributions. 468 pp. Chichester, New York, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto: **John Wiley & Sons**. Price £65.00 (hard covers). ISBN 0 471 974056. – v.137 Issue 4, 1999.

HENDEY, N.I. An introductory account of the smaller algae of British coastal Waters. V. Bacillariophyceae (Diatoms). Fishery Investigations Series, London: **Her Majesty's Stationery Office**, v. 4, n.5, p. 1–317.1964.

HUSTEDT, F. Die Kieselalgen. In: Rabenhorst, L. (Ed.) Kryptogamen Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz, London: **Johnson Reprint Corp**. 3 vols. 1927-1965.

JUNK, W. J.; ROBERTSON, B. A.; DARWICH, A. J.; VIEIRA, I. Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidroelétrica da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v.11, n.4, p.689-716, 1981.

KOCIOLEK, J. P. Valve ultrastructure of some Eunotiaceae (Bacillariophyceae), with comments on the evolution of the raphe system. **Proc. Calif. Acad. Sci.** v. 52, p. 11– 21. 2000.

KOCIOLEK, J.P. & SPAULDING, S.A. Eunotioid and asymmetrical naviculoid diatoms. In: J. Wehr & R. Sheath (Eds) *Freshwater Algae of North America*. **Academic Press**, NY, pp. 655–668, 2003.

KRAMMER, K. e LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart & Jena: **G. Fischer**, v. 2, parte 3. p.576, 1991.

KOBAYASI, H.; MAYAMA, S. Evaluation of river water quality by diatoms. **Korean Journal of Phycology**, v.4, n.2, p.121-133, 1982.

LEGENDRE, P; GALLAGHER, E. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. **Oecologia**, v.129, p.271-280, 2001.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**, 3rd English edition. Elsevier, p.853. 2012.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructurascomunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Revista Biologia mar.**, v.22, n.1, p.1-29, 1986.

LOBO, E. A. **Comparative study of the approaches for evaluation of river water quality using epilithic diatom assemblages**. Thesis of Doctor – Tokyo University of Fisheries. Tokyo: Tokyo University of Fisheries. Japão. 237p, 1995.

LOBO, E. O perifíton como indicador da qualidade da água. *In*. Schwarzbold, A., Burliga, A. L. & Torgan, L. C. (Eds.). **Ecologia do Perifíton**. Rima: São Carlos, 2013.

MANN D.G. & VANORMELINGEN P. An inordinate fondness? the number, distributions, and origins of diatom species. **J Eukaryot Microbiol** **60**: p. 414–420, 2013.

MARQUARDT, G.C., DA ROCHA, A.C.R., WETZEL, C.E., ECTOR, L. & BICUDO, C.E.D.M. *Encyonema aquasedis* sp. nov. and *Kurtkammeria salesopolensis* sp. nov.: two new freshwater diatom species (Cymbellales, Bacillariophyceae) from an oligotrophic reservoir in southeastern Brazil. **Phytotaxa**, v. 247, n.1, p. 62–74. 2016.

MARQUARDT, G. C., WENGRAT, S. BICUDO, D. C., WETZEL, C. E., ECTOR, L. & BICUDO, C.E.D.M. Morphology and distribution of *Encyonema angustecapitatum* Krammer species complex (Bacillariophyceae) with description of four new species from São Paulo, southeast Brazil *Fottea*, **Olomouc**, v.17, n.2, p.164-177, 2017.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. **Tropical diatoms of South America II: about 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora.** *In*: Lange-Bertalot H (Ed.) *Iconographia diatomologica*. Königstein: Koeltz Scientific Books. v.18. 877p. ,1998.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H.; GARCIA-RODRÍGUES, F. **Diatoms of Uruguay.** *Iconographia Diatomologica*. Königstein: Koeltz Scientific Books. v.15. 736p. 2005.

METZELTIN D & LANGE-BERTALOT H. **Tropical diatoms of South America II. Special remarks on biogeography disjunction.** *In*: Lange-Bertalot H (Ed.) *Iconographia Diatomologica*. v. 18. ARG Gantner Verlag KG, Ruggell. 877 p. 2007.

MORO, R. S.; FURSTENBERGER, C. B. **Catálogo dos principais parâmetros ecológicos de diatomáceas não-marinhas.** Editora UEPG: Ponta Grossa, Paraná, 1997.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; O'HARA R. B.; SIMPSON, G. L. **Vegan: Community Ecology Package.** (R package version 1.17-6). Disponível em: <http://cran.r-project.org/package=vegan>. Acesso em: 01. 11. 2020.

PATRICK, R. Diatoms of northeastern Brazil. Part I. Coscinodiscaceae, Fragilariaceae and Eunotiaceae. **Proceedings of Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, v.92, p.191-226,1940.

PATRICK, R; REIMER, C.W. **The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii**. Philadelphia: Livingston Company, 1966.

RAUPP, S. V.; TORGAN, L. C.; MELO, S. Planktonic diatom composition and abundance in the amazonian floodplain lake cutiuauá are driven by the flood pulse. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 21, p. 227-234, 2009.

ROUND, F.E., CRAWFORD, R.M. & MANN, D.G. **The Diatoms**. Biology and Morphology of the Genera. Cambridge University Press: Cambridg, 1990.

SALOMONI, S. E., TORGAN, L. C.; ROCHA, O. Sampler collection gadget for epilithic diatoms. **Brasilian Journal of Biology**, v.67, n.4, p. 631-637, 2007.

SANTOS, P.R.B., ZARZAR, C.A. SOUSA, K.N.S. Avaliação do estado trófico atual do reservatório da Usina Hidrelétrica de Curuá-Una, a mais antiga represa construída na Amazônia Central. **Biota Amazônia**, v.8, n. 4, p.45-48, 2018.

SANTOS, J.A., SOUSA, K.N.S., SANTOS, P.R.B., LIMA, J.L.; BACELAR, R.J. Habitat, limnological signatures and spatial modeling: a zoning proposal for the Curuá-Una hydroelectric reservoir, Pará, Brazil. **Acta limnologica Brasiliensia**, v.31, n.22. p.1-16, 2019.

SCHNECK, F, TORGAN, L.C & SCHWARZBOLD. A. Diatomáceas epilíticas em riachos de altitude no sul do Brasil. **Rodriguésia**, v.59, p.325-338. 2008.

SHANNON, C.E. & WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana Illinois: Univ. Press, 1963.

SILVA, M.; MIRANDA, S. A. F.; SANTANA, G. Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas: Condições de suas águas versus Resolução N 357/CONAMA/20051. **Scientia Amazonia**, v.6, n. 2, p. 83-90, 2016.

SOUZA-MOSIMANN, R. M.; TAVARES, A. S.; FREITAS, V. P. 1997. Contribuição ao conhecimento da diatomoflórula do conteúdo estomacal de algumas espécies de peixes da Amazônia. I. *Myleus* sp. (pacú) do lago do Prato, AM, Brasil. **Acta Amazonica**, v.27, n.1, p.9-26, 1997.

TALGATTI, D.; WETZEL, C. E.; MORALES, E. A.; ECTOR, L.; TORGAN, L. C. Transfer of *Fragilaria atomus* Hust. to the genus *Stauroforma* (Bacillariophyta) based on observation of type and newly collected material. **Phytotaxa**: a rapid international journal for accelerating the publication of botanical taxonomy, v.158, p. 43-56, 2014.

TAYLOR, J.C., KARTHICK, B., KOCIOLEK, J.P., WETZEL, C.E. & COCQUYT, C. *Actinellopsis murphyi* gen. et spec. nov.: A new small celled freshwater diatom (Bacillariophyta, Eunotiales) from Zambia. **Phytotaxa**, 178: 128–137.2014.

TEAM, R. A language and environment for statistical computing. Computing. 1, Vienna, 2006. Disponível em: <http://www.r-project.org>. Acesso em: 01 nov. 2020.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: *a language and environment for statistical computing* [online]. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2015 [viewed 10 Mar. 2017]. Available from: <https://www.R-project.org>.

TER BRAK, C.J.F.; SMILAUER, P. CANOCO. **Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide, Software for Canonical Community Ordination** (version 4.5), Biometris, Wageningen and Česke Budějovice, Netherlands, 2002.

TREMARIN, P.I, LUDWIG T.A.V, BERTOLLI, LM, FARIA, D.M. & COSTIN J.C. *Gomphonema* Ehrenberg e *Gomphosphenia* Lange-Bertalot (Bacillariophyceae) do Rio Maurício, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, v.9, p.111-130, 2009.

TREMARIN, P.I., WETZEL, C.E., LUDWIG, T.A.V. & ECTOR, L. *Encyonema exuberans* sp. nov. (Bacillariophyceae) from Southern Brazilian lotic systems. **Nova Hedwigia**, v.92, p. 107–120, 2011.

VALE, R. S.; GOMES, A. C. S.; SANTANA, R. A. S.; TÓTA, J.; MILLER, S. D.; SOUSA, R. A. F. Hydroclimatic variables associated with El Nino and La Nina events at the Curuá-Una hydroelectric reservoir, Central Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 46, n.3, p. 303-308, 2016.

VIEIRA, I.; DARWICH, A. J. Sinecologia da ictiofauna de Curuá-Una, Amazônia: características hidroquímicas, climáticas, vegetação e peixes. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.11, n.2, p. 41-64, 1999.

UHERKOVICH, G. **Algen aus den Flüssen Rio Negro und Tapajós**. Amazoniana, v.5, p. 475-515, 1976.

UHERKOVICH, G.; Rai, H. **Algen aus dem Rio Negro und seinen Nebenflüssen**. Amazoniana, v.6, n.4, p. 611-638. 1979.

UHERKOVICH, G.; Franken, M. **Aufwuchsalgen aus zentral amazonischen Regenwaldbächen**. Amazoniana, v.7, n.1, p. 49-79. 1980.

UHERKOVICH, G. **Algen aus einigen Gewässern Amazoniens**. Amazoniana, v.7, n.2, p.191-219.1981.