



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DAS ÁGUAS
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ASTRID OLIVEIRA DOS SANTOS

**DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS INDICADORAS DE CONTAMINAÇÃO
ORGÂNICA NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE CURUÁ-
UNA, SANTARÉM, PARÁ, BRASIL**

**SANTARÉM – PA
2023**

ASTRID OLIVEIRA DOS SANTOS

**DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS INDICADORAS DE CONTAMINAÇÃO
ORGÂNICA NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE CURUÁ-
UNA, SANTARÉM, PARÁ, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, para obtenção de grau de Bacharel em Ciências Biológicas; Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas.

Orientadora: Profª Drª. Dávia M. Talgatti

**SANTARÉM – PA
2023**

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

S237d Santos, Astrid Oliveira dos
Diatomáceas perifíticas indicadoras de contaminação orgânica no re-
servatório da usina hidrelétrica de Curuá-Una, Santarém, Pará, Brasil /
Astrid Oliveira dos Santos – Santarém, 2023.
34 f.: il.

Orientadora: Dávia M. Talgatti
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do
Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Bacharelado em
Ciências Biológicas.

1. Algas. 2. Bioindicação. 3. Diatomáceas. 4. Perifíton. I. Talgatti, Dávia
M., *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 579.8098115

Bibliotecária - documentalista: Mary Caroline Santos Ribeiro – CRB-2/566

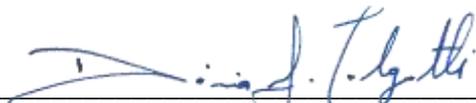
ASTRID OLIVEIRA DOS SANTOS

**DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS INDICADORAS DE CONTAMINAÇÃO
ORGÂNICA NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE CURUÁ-
UNA, SANTARÉM, PARÁ, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, para obtenção de grau de Bacharel em Ciências Biológicas; Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas.

Conceito:

Data de Aprovação: 18 de janeiro de 2023.



Prof. Dra. Dávia M. Talgatti – Orientador(a)
Universidade Federal do Oeste do Pará - Campus de Oriximiná (CORI)

 Documento assinado digitalmente
SHEILA REGINA MARQUES COUCEIRO
Data: 30/01/2023 11:55:51-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Membro Titular: Prof. Dra. Sheyla Regina Marques Couceiro
Universidade Federal do Oeste do Pará - Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA)

 Documento assinado digitalmente
ANA SOFIA SOUSA DE HOLANDA
Data: 30/01/2023 14:15:28-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Membro Titular: Prof. Dra. Ana Sofia Sousa de Holanda
Universidade Federal do Oeste do Pará - Campus de Oriximiná (CORI)

RESUMO

Algas são conhecidas como base da cadeia trófica nos sistemas aquáticos, também consideradas ótimas bioindicadoras das condições ambientais, respondendo imediatamente às alterações no meio, especialmente pelo grupo das diatomáceas (Bacillariophyta). O presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento de táxons de diatomáceas perifíticas e relacionar a ocorrência às variações das condições limnológicas em duas regiões do Reservatório da UHE de Curuá-Una, Santarém-PA. As amostras foram coletadas, durante os anos de 2016 e 2017, com a utilização de substratos artificiais (amostradores tipo EDS). Após a coleta, as amostras foram fixadas para posterior oxidação, confecção de lâminas permanentes e contagem de 400 valvas por amostra, com auxílio de microscópio óptico. As variáveis abióticas foram obtidas com auxílio da sonda multiparâmetro AKSO modelo AK88. Para a análise dos dados foi aplicado o teste de ANOVA One-way com a finalidade de se observar as diferenças entre os valores de Riqueza e de Diversidade de Shannon, assim como a análise de PCA (Análise de Componentes Principais) para verificar o gradiente das variáveis ambientais, enquanto a CCA (Análise de Correspondência Canônica) para entender as relações significativas das variáveis ambientais e espaciais sobre a comunidade diatomáceas. Os resultados mostraram que a análise dos dados abióticos indicou uma separação espacial marcante entre os pontos, contudo não foi observada diferença sazonal. O resultado das análises das variáveis abióticas mostrou que os maiores valores de turbidez foram registrados nas estações localizadas na região central do lago da hidrelétrica (Ponto P2), assim como o maior valor de DBO. A comunidade de diatomáceas perifíticas foi representada por 150 táxons, distribuídos em 19 gêneros. Os gêneros mais representativos em número de táxons foram *Eunotia*, *Gomphonema*, *Brachysira* e *Fragilaria*. A Riqueza durante a amostragem variou entre 34 e 60 táxons. O menor número de táxons foi registrado na amostra P1, localizada próxima a barragem e o maior número foi registrado na amostra P2, localizada na região central do lago. A Diversidade de Shannon variou entre 2,43 e 3,26. O menor valor de Diversidade foi observado na amostra P1 o maior valor foi observado na amostra P2. A análise de correspondência canônica mostrou que houve uma clara separação espacial das amostras. O presente estudo mostrou que no reservatório há uma forte tendência à existência de uma variação espacial das espécies, coordenada pelas variáveis abióticas, que por sua vez são influenciados pelos períodos hidrológicos.

Palavras-chave: Algas. Bioindicação. Diatomáceas. Perifíton.

ABSTRACT

Algae are known as the base of the trophic chain in aquatic systems, also considered great bioindicators of environmental conditions, responding immediately to changes in the environment, especially by the diatom group (Bacillariophyta). The present study aimed to carry out a survey of taxa of periphytic diatoms and relate their occurrence to variations in limnological conditions in two regions of the Reservoir of UHE de Curuá-Una, Santarém-PA. The samples were collected, during the years 2016 and 2017, using artificial substrates (EDS-type samplers). After collection, the samples were fixed for further oxidation, making permanent slides and counting 400 valves per sample, with the aid of an optical microscope. The abiotic variables were obtained with the aid of the multiparameter probe AKSO model AK88. For data analysis, the ANOVA One-way test was applied in order to observe the differences between the values of Shannon's Wealth and Diversity, as well as the PCA analysis (Principal Component Analysis) to verify the gradient of environmental variables, while CCA (Canonical Correspondence Analysis) to understand the significant relationships of environmental and spatial variables on the diatom community. The results showed that the analysis of the abiotic data indicated an accentuated spatial separation between the points, however no seasonal difference was observed. The result of the analysis of the abiotic variables showed that the highest turbidity values were recorded in the stations located in the central region of the hydroelectric lake (Point P2), as well as the highest BOD value. The periphytic diatom community was represented by 150 taxa, distributed in 19 genera. The most representative genera in number of taxa were Eunotia, Gomphonema, Brachysira and Fragilaria. Richness during sampling varied between 34 and 60 taxa. The lowest number of taxa was recorded in sample P1, located near the dam and the highest number was recorded in sample P2, located in the central region of the lake. Shannon's Diversity ranged between 2.43 and 3.26. The lowest Diversity value was observed in sample P1 and the highest value was observed in sample P2. The canonical correspondence analysis showed that there was a clear spatial separation of the samples. The present study showed that in the reservoir there is a strong tendency for the existence of a spatial variation of the species, coordinated by the abiotic variables, which in turn are influenced by the hydrological periods.

Keywords: Algae. Bioindication. Diatoms. Periphyton.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	9
2.1	Área de estudo.....	9
2.2	Amostragem e preparação do material	9
2.3	Dados abióticos.....	11
2.4	Análise dos dados	11
3	RESULTADOS.....	12
4	DISCUSSÃO	25
5	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

O aumento do impacto através de ações antropogênicas, com atividades agrícolas e industriais vem refletindo em alterações diretas e indiretas sobre os ambientes aquáticos, porque afetam processos naturais, que causam preocupação à comunidade científica (Silva & Souza, 2013). Fazendo-se necessária a busca de soluções que possam ser analisadas através de informações obtidas por monitoramento e avaliações de alterações destes ambientes (Miranda et al., 2009).

O biomonitoramento consiste em uma técnica dada a partir de avaliação ambiental que permite avaliar o risco ecológico e as consequências dos impactos conforme variações de organismos frente às mudanças de variáveis físico-químicas, de modo a fornecer informações de como a comunidade presente se comporta mediante os efeitos de contaminantes (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

Sendo a bioindicação principal ferramenta utilizada em programas de monitoramento biológico, com uso de organismos denominados bioindicadores, alguns exemplos de bioindicadores de ambientes aquáticos são: zooplâncton (Ismail & Adnan, 2016), macroinvertebrados e algas, estes por apresentarem um ciclo de vida curto e uma alta taxa de reprodução rápida, de maneira a possibilitar respostas imediatas perante variações que aquele ambiente está apresentando. Vale ressaltar que a utilização destes é de baixo custo e de fácil execução (Brazner et al., 2007; Malherbe et al., 2015).

As algas são um grupo de organismos altamente diverso, sendo na maioria organismos clorofilados e, portanto, fotossintetizantes, podendo ser encontradas de modo unicelular ou em colônias. Amplamente distribuídas, ocorrem nos mais variados compartimentos aquáticos e até em superfícies terrestres associadas ao solo, fungos e plantas (Bicudo & Menezes, 2017). Contudo, são as Diatomáceas, dentro do grupo de microalgas, são as mais abundantes, sendo encontradas em quase todos os tipos de habitat como o plâncton, bentos e perifíton. Há estimativa que existam 12 mil espécies já descritas em estudos (Mann & Vanormelinger, 2013), que possuem uma relação direta com as variações ambientais, podendo ser quantificadas mediante alterações, determinando-as como bioindicadoras em potencial, principalmente em ambientes lóticos (Bere & Tundisi, 2010; Ruwer et al., 2020).

O perifíton é considerado um constituinte base da cadeia trófica por ser produtor primário, onde o crescimento de diatomáceas neste compartimento está diretamente relacionado a fatores biológicos, químicos e físicos como luminosidade, temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, sólidos suspensos e predadores, assim fornecendo informações sobre a ecologia dessa comunidade de organismo perante o ambiente analisado (Bennion et al., 2011; Agha et al., 2016).

A utilização de diatomáceas perifíticas como bioindicadoras de qualidade ambiental tem sido bastante evidenciada principalmente em países da Europa, que fazem uso do Índice Biológico de Diatomáceas (IBD). Esse índice consiste em uma métrica utilizando diatomáceas, primeiramente apresentado por Lenoir e Coste (1996), com revisão de Coste et al. (2009), para posterior padronização do método pela Associação Francesa de Normalização (AFNOR). Sendo este usado desde 2007 (AFNOR 2000) por vários países da Europa para indicar a qualidade e estado ecológico de Recursos hídricos (Lobo et al., 2020).

No Brasil, a utilização de diatomáceas na bioindicação ainda é incipiente com poucos estudos relacionados a esta temática, concentrados na maioria região Sul do país. Entre estes podemos citar os de Lobo et al. (1996), Hermany et al. (2006), Salomoni et al. (2006), Schneck et al. (2007) e Salomoni e Torgan (2008).

Na região amazônica os estudos de algas como bioindicadoras está iniciando, na região Oeste do Pará foi desenvolvida uma dissertação de mestrado (Vidal, 2019) e uma tese de doutorado (Azevedo, 2020), que resultaram em informações que ainda não foram efetivamente publicadas. Acredita-se que a dificuldade para o avanço dos estudos com diatomáceas bioindicadoras na região esteja relacionada à falta de conhecimento florístico e autoecologia das espécies de diatomáceas dos corpos d'água amazônicos. Na tentativa de diminuir esta lacuna de conhecimento alguns estudos relacionados à levantamentos florísticos e ecologia vem sendo realizados (Burliga et al., (2007), Ferrari et al., (2007), Burliga & Kociolek (2010), Melo et al., (2010), Graeff et al., (2012), Wetzel et al., (2011), Pereira et al., (2012, 2013, 2017), Canani et al., (2018), Azevedo et al., (2018), Liberal et al., (2021), Sousa et al., (2021), Vidal et al., (2022).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi realizar um levantamento de táxons de diatomáceas perifíticas e relacionar a ocorrência destes táxons às variações das condições limnológicas em duas regiões do Reservatório da UHE de Curuá-Una, Santarém-PA comunidade de diatomáceas foi avaliada no espaço e no tempo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O reservatório de Curuá-Una (Usina Hidrelétrica 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 . A barragem possui cerca de 600 metros de comprimento e altura máxima de 26 metros. O reservatório de Curuá-Una é 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. 1981). É um ambiente que recebe águas pelo rio Curuá-Una e seus afluentes como: rios Moju, Mojuí e Poraquê que possuem nascentes dentro ou no entorno da Floresta Nacional do Tapajós. O reservatório de Curuá-Una (Figura 1) foi o primeiro a ser construído na região Amazônica na década de 70.

2.2. Amostragem e preparação do material

As amostras foram coletadas durante os anos de 2016 e 2017. As diatomáceas foram amostradas com a utilização de substratos artificiais (amostradores tipo EDS) confeccionados com lâminas de plástico ($14\times 5\text{ cm}$) com superfície rugosa. O aparato utilizado para a fixação destas lâminas foi adaptado de Salomoni et al. (2007). Os amostradores foram mergulhados na superfície da água em dois pontos do reservatório, sendo utilizadas três lâminas por amostrador: Ponto 1. Próximo a barragem (Região lacustre do reservatório: $02^{\circ}49.074'\text{ S }54^{\circ}18.151'\text{ W}$); Ponto 2. Região mediana do lago do reservatório (influência de pequenos igarapés: $02^{\circ}53.330'\text{ S }54^{\circ}25.300'\text{ W}$) (Figura 1).

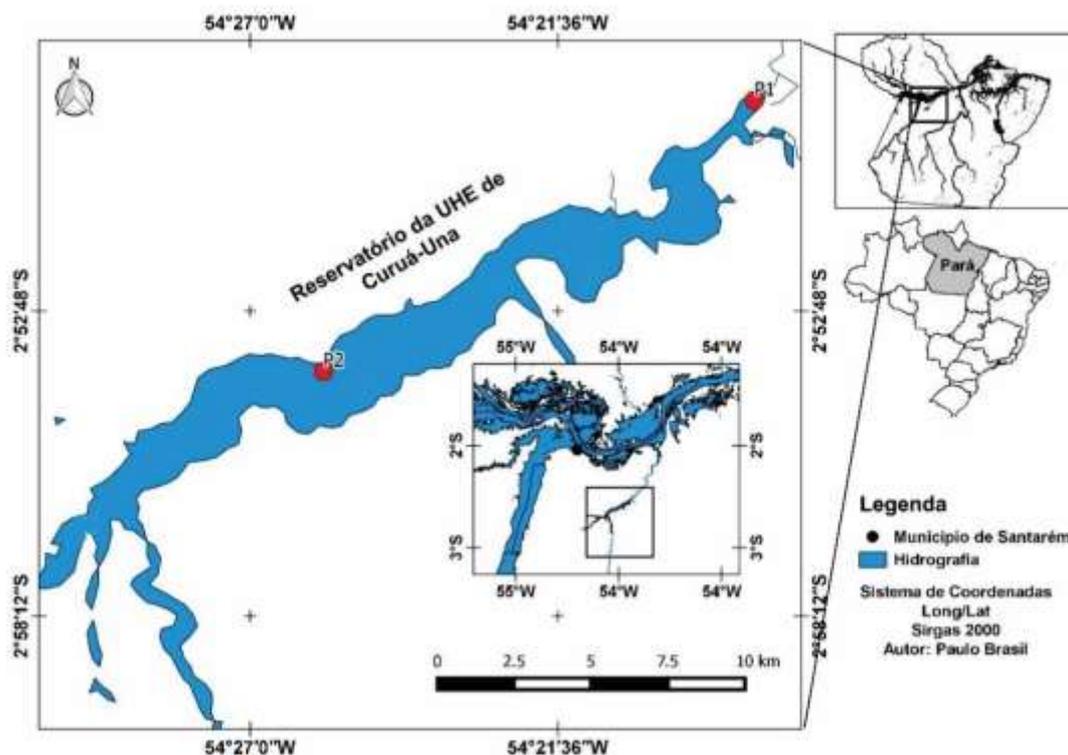


Figura 1. Mapa do Reservatório da UHE de Curuá-Una. P1 e P2 representam os locais amostrados.

As coletas foram realizadas em dois períodos hidrológicos águas altas que compreende os meses de maio, junho, julho de 2016 e abril de 2017, enquanto de águas baixas corresponde aos meses de novembro, setembro e dezembro de 2016. Os substratos artificiais foram imersos sempre um mês antes de cada amostragem.

Em campo, no dia da coleta as lâminas dos amostradores foram raspadas com escova de dente e o material foi diluído em 150 ml de água para cada três lâminas de plástico. Após a coleta e raspagem, as amostras foram fixadas com Lugol e posteriormente o material foi oxidado e preparado segundo a técnica do Ácido Nítrico (Talgatti et al., 2014).

A análise das diatomáceas em lâminas permanentes se deu na quantificação de 400 valvas por amostra (lâmina). A análise destas lâminas foi realizada em microscópio óptico Zeiss Axio Scope MP5 do Laboratório de Recepção de amostras e Microscopia da Ufopa. Adicionalmente, alíquotas do material oxidado 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. A

determinação das espécies dominantes e abundantes foi baseada no critério apresentando por Lobo e Leighton (1986).

A identificação das diatomáceas foi realizada com auxílio de obras básicas como: Hustedt (1927-66), Cleve-Euler (1953), Patrick e Reimer (1966), Krammer e Lange-Bertalot (1986, 1991), e através de várias coleções atuais (Iconografia Diatomologica, Biblioteca Diatomologia, **Diatom Research** entre outras).

2.3.Dados abióticos

As variáveis abióticas mensuradas foram: transparência, pH, oxigênio dissolvido (mg.L-1), condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm-1}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), turbidez (NTU), nitrato (mg.L-1), fósforo total (mg.L-1), e Demanda Química de Oxigênio – DBO (mg.L-1). O pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura foram mensuradas em campo com auxílio de sonda multiparâmetro AKSO modelo AK88. A Turbidez Nitrato, Fósforo Total, e Demanda Química de Oxigênio – DBO foram obtidas de amostras de água coletados utilizando frascos de polipropileno de 500 ml e 1000 ml, previamente esterilizados com solução de HNO_3 a 10%, colocados há uma profundidade de aproximadamente 30 cm, refrigeradas imediatamente, para posterior transporte ao Laboratório de Biologia ambiental do Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas – ICTA/Ufopa para análises segundo manual internacional Standard Methods for Examination of Water and (Rice et al., 2012). A transparência foi medida utilizando-se um Disco de Secchi.

2.4.Análise dos dados

A fim de se observar se os valores de riqueza e diversidade de Shannon mostraram-se significativamente diferentes entre os períodos de águas altas e águas baixas foi aplicado o teste de ANOVA One-way. Para verificar o gradiente das variáveis ambientais foi utilizado a Análise de componentes principais (PCA). A PCA foi executada a partir de uma matriz de correlação, a fim de neutralizar o efeito das diferenças de escala entre as unidades de cada variável. Para verificar quais as relações significativas das variáveis ambientais e espaciais sobre a comunidade diatomáceas foi realizada através da CCA (Análise de Correspondência Canônica) e suas significâncias testadas através de 10.000 permutações de Monte Carlo (Legendre & Legendre, 2012), com isso foi possível selecionar as variáveis ambientais que mais contribuem para variabilidade dessa

comunidade no reservatório através do método “forward selection” a fim de avaliar somente as variáveis ambientais significativas (ordenação canônica composta).

As análises foram realizadas no ambiente computacional PAST, um software livre (Hammer et al., 2001) e disponível no endereço <http://folk.uio.no/ohammer/past/>

3 RESULTADOS

A análise dos dados abióticos mostrou uma separação espacial marcante entre os pontos, contudo não foi observada diferença sazonal entre estes dados (Fig. 2). As variáveis mais importantes e que estiveram relacionadas positivamente ao componente 1 foram temperatura e condutividade, enquanto as mais importantes relacionadas negativamente a este componente foram Fósforo total e DBO e Nitrato (Tabela 1) (Fig. 2).

O resultado das análises das variáveis abióticas mostrou que os maiores valores de Turbidez foram registrados na região central do lago da hidrelétrica (Ponto P2), o maior valor de DBO foi registrado também no P2, em abril de 2017, indicando que a região central recebe grande contribuição de águas carreadas, de fazendas localizadas às margens do lago (Tabela 2). Outro fator interessante a ser considerado é que neste local a mata ciliar está praticamente ausente, cedendo espaço às pastagens e criação de gado. Esses fatores podem ter contribuído para os valores observados destas variáveis citadas acima.

Tabela 1. Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) utilizando nove variáveis físico-químicas.

	Componente 1	Componente 2
Transparência_(m)	-16,134	0,434
Condutividade_(uS/cm)	25,903	-13,371
Temperatura_(°C)	59,771	6,196
Oxigênio_Dissolvido	-1,867	5,434
pH	-3,853	-0,219
Turbidez_(NTU)	-7,948	1,901
DBO_(mg/L)	-18,334	-0,821
Nitrato_(mg/L)	-17,431	0,494
Fosforo_Total_	-20,106	-0,049
% Variância	94,5	4,22

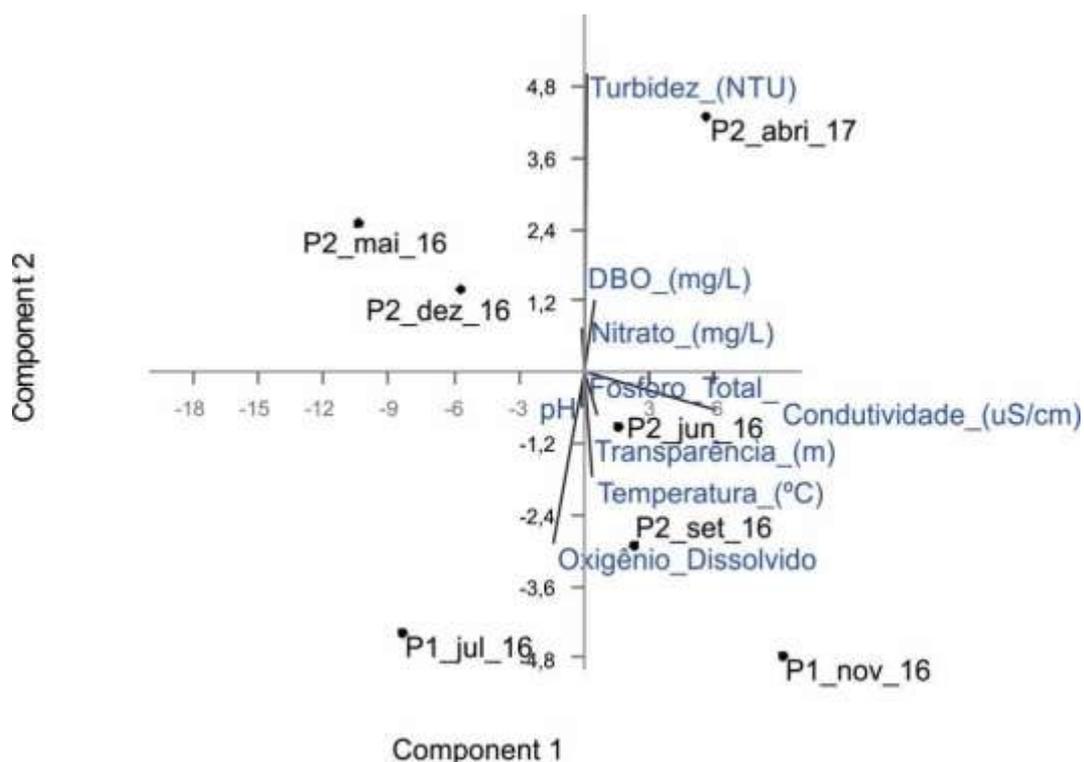


Figura 2. Análise de Componentes Principais (PCA) com nove variáveis físico-químicas medidas nas estações amostradas.

Tabela 2. Dados abióticos registrados nos pontos amostrados.

	P1_jul_16	P1_nov_16	P2_abri_17	P2_mai_16	P2_jun_16	P2_set_16	P2_dez_16
Transparência (m)	2,100	1,800	1,000	1,200	1,470	1,530	1,400
Condutividade (uS/cm)	9,800	26,846	22,500	7,390	19,200	20,300	11,800
Temperatura (°C)	30,800	31,700	29,200	29,080	30,600	31,500	29,000
Oxigênio Dissolvido	10,470	6,540	3,600	8,370	5,070	8,600	6,310
pH	6,230	7,949	6,270	4,850	5,670	6,130	5,660
Turbidez (NTU)	1,630	1,500	8,830	7,750	4,370	3,750	5,570
DBO (mg/L)	0,300	0,260	2,590	0,400	0,300	0,720	0,020
Nitrato (mg/L)	0,430	0,510	1,330	0,650	0,950	0,460	3,140
Fósforo Total	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000

A comunidade de diatomáceas perifíticas foi representada por 150 táxons (Tabela 3), distribuídos em 19 gêneros. Os mais representativos em número de táxons foram os gêneros *Eunotia* Ehrenberg, *Gomphonema* Ehrenberg, *Brachysira* Kützing e *Fragilaria* Lyngbye.

O táxon que apresentou o maior número valvas contadas, portanto o mais representativo em abundância relativa foi *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Schaarschmidt, seguido de *Aulocoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Eunotia mucophila* (Lange-Bertalot & Nopel -Schempp) Lange-Bertalot, *Discotella stelligera* (Cleve & Grunow) Holk & Klee e *Brachysira* sp. 1. A amostragem revelou 12 espécies abundantes (Fig. 3), que foram utilizadas para a análise de correspondência canônica.

A Riqueza durante a amostragem variou entre 34 e 60 táxons. O menor número de táxons foi registrado na amostra P1_nov_16 e o maior número foi registrado na amostra P2_mai_16. Em geral, os maiores valores de riqueza foram registrados no período de águas altas (maio, junho, julho de 2016 e abril de 2017), sendo significativamente comprovada esta diferença ($p=0,035$) (Fig. 4).

A Diversidade de Shannon variou entre 2,43 e 3,26. O menor valor de Diversidade foi observado na amostra P1_nov_16 e o maior valor foi observado na amostra P2_jun_16. Os maiores valores de diversidade foram observados nas águas altas, contudo esta diferença, apesar de marcante, não foi significativamente comprovada ($p=0,062$) (Fig. 4).

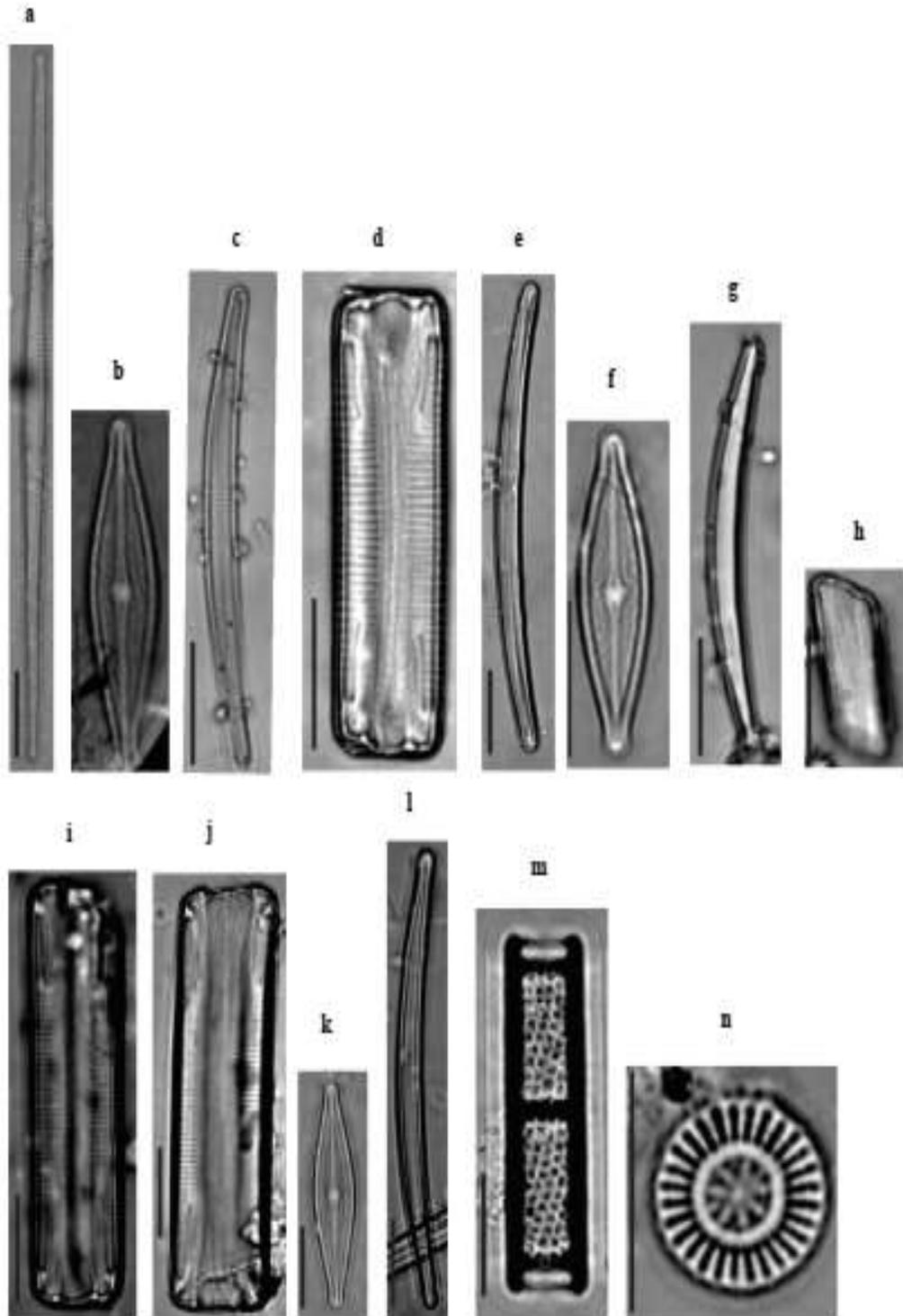


Fig. 3. Imagens de microscopia óptica das espécies mais abundantes registrados nos pontos analisados. a: *Fragillaria sp. 3*; b: *Brachysira brebissonii*; c: *Eunotia bilunaris*; d: *Eunotia vista conectival sp.*; e: *Eunotia mucophila*; f: *Brachysira brebissonii*; g: *Eunotia bilunaris*; h: *Vista conectival sp.1*; i: *Vista conectival sp. 14*; j: *Vista conectival sp. 15*; k: *Brachysira sp. 1*; l: *Eunotia sp. 31*; m: *Aulocoseira granulata*; n: *Discotella stelligera*.

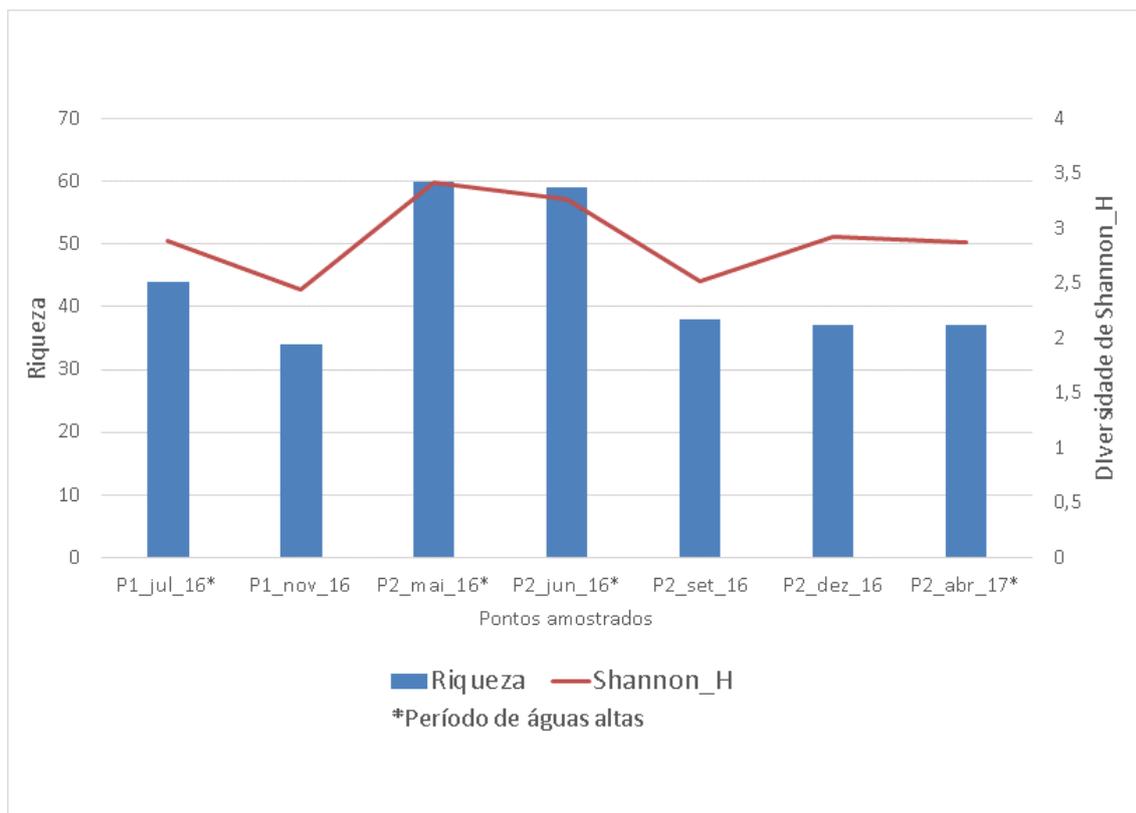


Fig. 4. Riqueza e Diversidade de Shannon registradas durante a amostragem.

Tabela 3. Táxons registrados durante a amostragem e o número de valvas contadas em cada amostra.

	P1jul16	P1nov1	P2mai16	P2jun16	P2se_16	P2dez16	P2abr17
		6					
<i>Actinella</i> sp.	0	0	0	0	2	0	0
<i>Actinella</i> sp. 1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Actinella</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Actinella</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aulocoseira granulata</i> (Enrenberg) Simonsen	2	142	0	4	5	26	0
<i>Aulocoseira</i> sp.	1	0	1	0	0	11	0
<i>Aulocoseira</i> sp. 1	18	0	0	0	4	14	0
<i>Aulocoseira</i> sp. 2	0	12	0	0	1	5	0
<i>Aulocoseira</i> sp. 3	0	0	0	0	1	5	1
<i>Aulocoseira</i> sp. 4	0	0	0	0	0	12	0
<i>Aulocoseira</i> sp. 5	0	1	0	0	0	2	0
<i>Brachysira brebissonii</i> R. Ross	0	0	34	17	47	2	3
<i>Brachysira</i> sp.	0	0	0	8	1	0	0
<i>Brachysira</i> sp. 3	1	0	0	0	0	0	0
<i>Brachysiras</i> p. 1	96	7	11	1	11	1	0
<i>Brachysira</i> sp. 2	2	0	0	0	22	7	3
<i>Brachysira</i> sp. 4	1	0	0	0	0	0	0
<i>Brachysira</i> sp. 5	21	0	0	0	0	0	0
<i>Cymbopleura brasiliana</i>	0	0	0	0	0	1	0
Diatomácea desconhecida	14	0	0	6	3	0	0
Diatomácea desconhecida	0	0	0	1	0	0	0
Diatomácea desconhecida	0	0	2	0	1	0	0
Diatomácea desconhecida	0	0	1	0	0	0	0

Diatomácea desconhecida	0	0	1	0	0	0	0
Diatomácea desconhecida	0	0	2	0	0	0	0
Diatomácea desconhecida	0	0	0	0	0	0	2
Diatomácea desconhecida	0	1	0	0	0	0	0
<i>Discostela</i> sp.	0	0	0	0	1	6	0
<i>Discotella stelligera</i> (Cleve e Grunow) Holk e Klee	24	53	1	5	14	30	0
<i>Encyonema</i> sp.	6	0	2	8	9	10	0
<i>Encyonema</i> sp. 1	1	6	26	2	0	0	0
<i>Encyonema</i> sp. 2	0	0	1	0	0	0	0
<i>Encyonema</i> sp. 3	0	0	1	0	0	0	0
<i>Encyonopsis</i> sp. 3	0	0	4	0	0	0	0
<i>Encyonopsis frequentis</i> Krammer	0	0	1	0	0	2	2
<i>Encyonopsis</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 12	0	0	0	1	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 5	0	0	1	1	0	0	0
<i>Eunotia asterioneliode</i> Hustedt	0	0	0	0	0	12	0
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehenberg) Schaarschmidt	10	0	19	97	0	58	27
<i>Eunotia bilunaris</i> sp.	0	2	0	2	1	0	0
<i>Eunotia botuliformis</i> F. Wild, M. Nörpel, & Lange-Bertalot in Lange-Bertalot	5	2	6	7	3	8	26
<i>Eunotia mucophila</i> (Lange-Bertalot e Nopel -Schempp) Lange-Bertalot	0	0	1	3	162	0	0

<i>Eunotia</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 10	0	0	0	1	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 11	0	2	0	1	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 13	0	0	0	1	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 14	0	0	2	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 15	0	0	1	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 16	0	0	1	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 17	0	0	2	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 18	0	0	1	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 19	0	0	1	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 2	0	2	1	3	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 20	0	0	1	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 21	0	0	1	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 22	0	0	0	0	1	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 23	0	0	0	0	1	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 24	0	0	0	0	1	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 25	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eunotia</i> sp. 26	1	0	0	0	0	0	1
<i>Eunotia</i> sp. 27	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eunotia</i> sp. 3	0	0	2	4	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 31	62	33	0	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 32	2	0	0	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 33	2	0	0	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 34	1	0	0	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 35	1	0	0	0	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 36	0	1	0	0	0	0	0

<i>Eunotia</i> sp. 4	0	0	2	1	0	0	3
<i>Eunotia</i> sp. 7	0	1	0	1	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 8	0	0	0	1	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp. 9	0	0	0	1	0	0	0
<i>Eunotia</i> sp.1	1	0	3	8	0	0	22
<i>Eunotia</i> sp.6	0	0	0	1	0	0	0
<i>Eunotia</i> vista conectival sp.	0	0	28	34	6	0	31
<i>Eunotia</i> vista conectival sp. 1	0	0	0	0	0	0	4
<i>Eunotia</i> vista conectival sp1.	7	0	1	1	0	0	0
<i>Eunotiforma</i> sp.	0	0	2	2	0	1	3
<i>Eunotioforma</i> sp. 1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Fallacia</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0
<i>Fragilariofice</i> sp.	0	0	0	6	0	0	0
<i>Fragillaria</i> sp.	3	0	0	3	1	0	0
<i>Fragillaria</i> sp. 6	8	0	4	0	0	0	1
<i>Fragillaria</i> sp. 10	0	4	0	0	0	5	0
<i>Fragillaria</i> sp. 11	2	0	0	0	0	0	2
<i>Fragillaria</i> sp. 2	0	0	2	2	0	0	0
<i>Fragillaria</i> sp. 3	0	0	44	6	1	0	9
<i>Fragillaria</i> sp. 4	0	0	2	0	0	0	0
<i>Fragillaria</i> sp. 5	1	5	5	0	0	0	0
<i>Fragillaria</i> sp. 7	0	0	3	0	3	0	0
<i>Fragillaria</i> sp. 8	7	2	12	0	0	0	0
<i>Fragillaria</i> sp. 9	6	0	0	0	5	0	0
<i>Fragillaria</i> sp.1	1	2	13	20	5	0	7
<i>Fragillaria</i> vista conectival	8	0	0	5	0	0	0

<i>Frustulia</i> sp.	2	5	7	10	8	7	3
<i>Frustulia</i> sp. 1	0	0	3	1	0	0	0
<i>Frustulia</i> sp. 2	2	1	4	0	7	5	7
<i>Frustulia</i> sp. 2	0	0	0	0	0	1	0
<i>Frustulia</i> sp. 3	0	0	0	0	0	1	0
<i>Frustulia</i> sp. 5	0	0	0	0	0	0	3
<i>Gomphonema parvulum</i> v. <i>lagenula</i> (Kützing) Frenguelli	3	0	13	20	7	3	18
<i>Gomphonema</i> sp. 3	15	8	4	14	11	1	14
<i>Gomphonema</i> sp. 5	0	0	5	11	0	0	0
<i>Gomphonema</i> sp. 6	9	0	1	9	5	6	0
<i>Gomphonema</i> sp.1	0	0	0	2	0	0	0
<i>Gomphonema</i> sp.2	0	5	0	4	0	0	0
<i>Gomphonema</i> sp.4	0	0	0	5	7	0	0
<i>Navicula</i> sp.	3	5	3	4	0	7	2
<i>Navicula</i> sp. 1	1	3	0	1	0	0	0
<i>Navicula</i> sp. 2	0	0	1	3	0	2	0
<i>Navicula</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	2
<i>Nupela</i> sp.	0	0	0	3	0	0	0
<i>Nupela</i> sp. 1	1	5	0	0	0	1	0
<i>Nupela</i> sp. 2	1	0	0	0	0	1	0
<i>Nupela</i> sp3.	0	6	0	0	0	0	0
<i>Sellaphora</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0
<i>Staurosira</i> cf. <i>acutirostrata</i>	0	0	0	0	0	20	0
Metzeltin & Lange-Bert							
<i>Staurosira</i> sp.	3	1	0	1	0	0	0

<i>Stepnoterobia</i> sp.	4	3	0	0	0	0	0
<i>Surirella</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0
<i>Vista conectiva</i> sp.	0	0	22	9	6	0	12
<i>Vista conectiva</i> sp. 10	0	0	20	0	20	25	8
<i>Vista conectiva</i> sp. 11	0	0	2	0	0	0	0
<i>Vista conectiva</i> sp. 12	0	0	4	0	0	0	0
<i>Vista conectiva</i> sp. 13	0	0	0	0	7	0	0
<i>Vista conectiva</i> sp. 14	0	32	0	0	0	50	20
<i>Vista conectiva</i> sp. 15	6	0	0	0	0	0	84
<i>Vista conectiva</i> sp. 16	0	0	0	0	2	0	10
<i>Vista conectiva</i> sp. 17	0	0	0	0	0	0	10
<i>Vista conectiva</i> sp. 18	0	0	0	0	0	0	4
<i>Vista conectiva</i> sp. 19	10	6	0	0	0	0	0
<i>Vista conectiva</i> sp. 20	0	38	0	0	0	0	0
<i>Vista conectiva</i> sp. 2	0	0	0	4	0	0	0
<i>Vista conectiva</i> sp. 21	0	2	0	0	0	0	0
<i>Vista conectiva</i> sp. 3	0	0	0	4	0	0	0
<i>Vista conectiva</i> sp. 4	0	0	0	4	0	0	0
<i>Vista conectiva</i> sp. 5	0	0	0	2	0	0	0
<i>Vista conectiva</i> sp. 6	0	0	10	8	0	0	2
<i>Vista conectiva</i> sp. 7	0	0	12	2	0	0	0
<i>Vista conectiva</i> sp. 8	0	0	16	0	0	0	0
<i>Vista conectiva</i> sp. 9	0	0	2	0	0	0	0
<i>Vista conectiva</i> sp.1	28	6	22	26	14	58	58
n° de valvas contadas	403	405	401	414	407	408	409

A análise de correspondência canônica mostrou que houve uma clara separação espacial das amostras, onde no Ponto 1 as espécies mais relevantes e que estiveram relacionadas com a transparência e maiores valores de Oxigênio Dissolvido foram *Aulacoseira granulata*, *Discotella stelligera* e *Brachysira* sp. 1. As amostras do Ponto 2, coletadas no período de águas altas, estiveram relacionadas com maiores valores de DBO, Fósforo Total e Turbidez e marcadas pelas presenças em altas abundâncias de *Eunotia botuliformis*, *Eunotia bilunaris* e *Fragilaria* (Fig. 5). A Tabela 4 mostra os valores (mínimo e máximo) das variáveis ambientais nas quais os táxons abundantes ocorreram durante toda a amostragem.

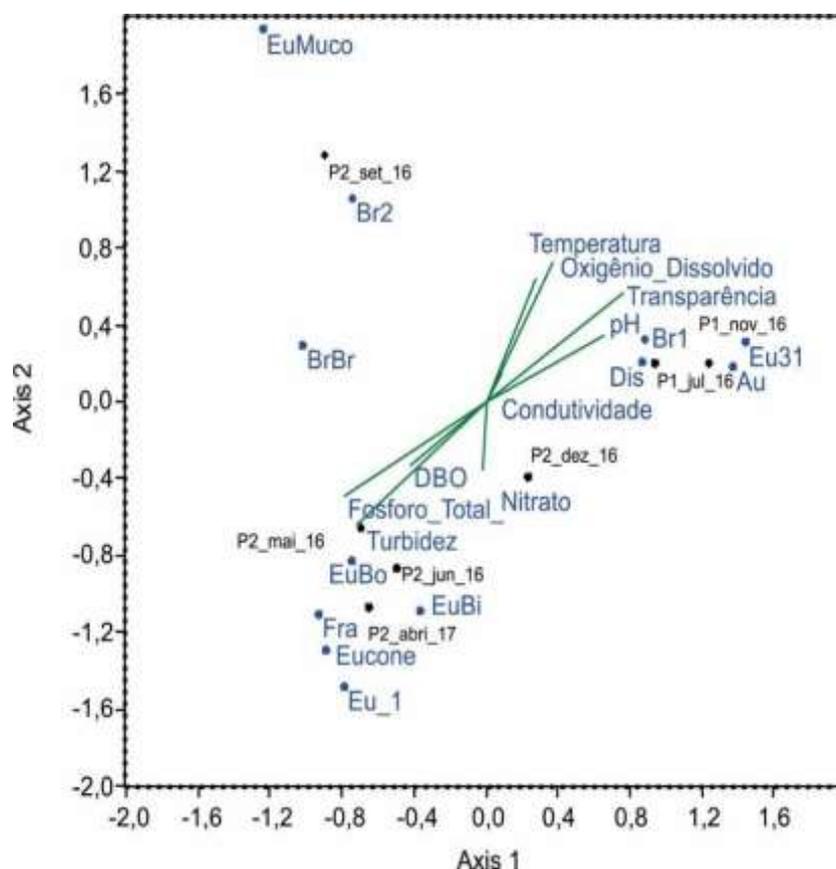


Fig. 5. Análise de correspondência canônica (CCA) executada com as espécies abundantes registradas durante toda a amostragem. Códigos de cada espécie: Au. *Aulacoseira granulata*; BrBr. *Brachysira brebissonii*; Br1. *Brachysira* sp. 1; Br2 *Brachysira* sp. 2; Dis. *Discotella stelligera*; EuBi. *Eunotia bilunaris*; EuBo. *Eunotia botuliformis*; EuMuco. *Eunotia mucophila*; Eu31. *Eunotia* sp. 31; Eu 1. *Eunotia* sp.1; Eucone. *Eunotia* vista conectival sp.; Fra. *Fragillaria* sp. 3

Tabela 4. Lista das espécies mais abundantes registradas nos pontos de sua ocorrência, acompanhados dos valores mínimos e máximos da variáveis abióticas do reservatório de Curuá-Uma. Trans: transparência; Cond: condutividade elétrica; Temp: temperatura; O.D.: oxigênio dissolvido; Turb: turbidez; Nit: nitrato e F.T: fósforo total.

Espécies	Trans (m)	Cond (uS/cm)	Temp (°C)	O.D (mg/L)	pH	Turb (NTU)	DBO (mg/L)	Nit (mg/L)	F.T (mg/L)	Espaço/Período
<i>Aulocoseira granulata</i>	1,4-2,1	9,8-26,8	29-31	5,0-10,4	5,6-7,9	1,5-5,5	0,02-0,7	0,4-3,1	0,000-0,000	P1jul16/ P1nov16/ P2jun16/ P2set16/ P2dez16
<i>Brachysira brebissonii</i>	1,0-1,5	7,3-22,5	29-31	3,6-8,6	4,8-6,2	3,7-8,8	0,02-2,5	0,4-3,1	0,00-0,001	P2mai16/ P2jun16/ P2set16/ P2dez16/ P2abr17
<i>Brachysiras</i> sp. 1	1,2-2,1	9,8-26,8	29-31	5,0-10,4	4,8-7,9	1,5-7,7	0,02-0,7	0,4-3,1	0,00-0,001	P1jul16/ P1nov16/ P2mai 16/ P2jun16/ P2set16/ P2dez16
<i>Discotella stelligera</i>	1,2-2,1	9,8-26,8	29-31	5,0-10,4	4,8-7,9	1,5-7,7	0,02-0,7	0,4-3,1	0,00-0,001	P1jul16/ P1nov16/ P2mai 16/ P2jun16/ P2set16/ P2dez16
<i>Eunotia bilunaris</i>	1,0-2,1	7,3-22,5	29-30	3,6-10,4	4,8-6,2	1,6-8,8	0,02-2,5	0,4-3,1	0,00-0,001	P1jul16/ P2mai 16/ P2jun16/ P2dez16/ P2abr17
<i>Eunotia mucophila</i>	1,4-1,5	7,3-20,3	29-31	5,0-8,6	4,8-6,1	3,7-7,7	0,3-0,4	0,4-0,9	0,00-0,001	P2mai 16/ P2jun16/ P2set16
<i>Eunotia vista conectival</i> sp.	1,0-1,5	7,3-22,5	29-31	3,6-8,6	4,8-6,2	3,7-8,8	0,3-2,5	0,4-1,3	0,00-0,001	P2mai 16/ P2jun16/ P2set16/ P2abr17
<i>Fragillaria</i> sp. 3	1,0-1,5	7,3-22,5	29-31	3,6-8,6	4,8-6,2	3,7-8,8	0,3-2,5	0,4-1,3	0,00-0,001	P2mai 16/ P2jun16/ P2set16/ P2abr17
<i>Vista conectival</i> sp.1	1,0-2,1	7,3-26,8	29-31	3,6-10,4	4,8-7,9	1,5-8,8	0,002-2,5	0,4-3,1	0,00-0,001	P1jul16/ P1nov16/ P2mai 16/ P2jun16/P2set16/ P2dez16/ P2abr17
<i>Vista conectival</i> sp. 14	1,0-1,8	11,8-26,8	29-31	3,6-6,5	5,6-7,9	1,5-8,8	0,002-2,5	0,5-3,1	0,00-0,001	P1nov16/ P2dez16/ P2abr17
<i>Vista conectival</i> sp. 15	1,0-2,1	9,8-22,5	29-30	3,6-10,4	6,2-6,2	1,6-8,8	0,3-2,5	0,4-1,3	0,00-0,001	P1jul16/ P2abr17

4 DISCUSSÃO

A variável transparência da água mostrou resultados semelhantes quando comparada aos trabalhos de Junk et al (1981), Vieira & Darwich (1999), Santos et al (2018) e Santos et al (2020), na qual foi observado uma variação deste fator de 0,6 metros na represa (montante), de modo a manter uma média sem grandes alterações nos anos de estudos de 1,6 m a 2,3 m na represa, enquanto nas entradas dos afluentes rio Moju e Mojuí dos Campos de 2,6 metros.

A condutividade elétrica por sua vez, assemelhou-se também a esses estudos realizados com variáveis físicos/químicos, Junk et al. (1981) com média de (11 a 28,4 $\mu\text{S}/\text{cm}^1$) e Vieira & Darwich (1999) com média de (10,9 a 25,7 $\mu\text{S}/\text{cm}^1$), para o rio Curuá-Una, onde o solo é mais rico em sais minerais, enquanto os rio Moju e Mojuí drenam de áreas mais ácidas e pobres em sais minerais. Segundo Gunkel et al. (2003) que enfatiza valores médios de (9,7 a 29,5 $\mu\text{S}/\text{cm}^1$), que quando apresentam valores altos estão relacionados à ação antrópica e processos naturais. O fator temperatura mensurado também por Santos et al (2018), Gunkel et al. (2003) e Vieira & Darwich (1999) com médias de 26,5°C como mínima e 32,4° C como máxima, se assemelharam.

Os valores de oxigênio dissolvido apresentaram semelhantes às médias descritas por Santos et al. (2019) com números que variaram entre 3,4 e 7,4 mg/L. Vale ressaltar que o presente estudo mostrou um valor alto de oxigênio dissolvido (10,4 mg/L), encontrado em P1_jul_16 próximo a barragem, indicando alta produtividade primária no local. O pH variou com mínima de 4,8 e máxima de 7,9, com médias semelhantes às descritos por Junk et al. (1981) (pH: 4,1- 5,4), Vieira & Darwich (1999) (pH: 4,6- 6,5), Gunkel et al. (2003) (pH: 5,2- 6,8), e por Santos et al. (2019) (pH: 5,0- 8,7), demonstrando uma variação entre pH ácido e alcalino, variação devido às características do rio Curuá-Una e seus tributários, que é dado como ácido na entrada do rio no reservatório, mas que ao longo do tempo e próximo a represa sofreu uma alcalinização (Santos et al., 2019).

A turbidez apresentou-se, seu maior valor de 8,8 em P2-_abri_17, no período de transição de sazonalidade, em um ponto considerado passagem de ambiente corrente para lântico (Rio Moju e Mojuí), valor esse pode ser explicado pela maior quantidade de material orgânico no período chuvoso, com processos de lixiviação e intemperismo, se assemelhando ao estudo de Vieira & Darwich (1999) e Santos et al. (2020).

Parâmetros físicos e químicos ajudam a interpretar que o ambiente está passando por alterações, quando comparado a outros estudos, demonstrando aumento em valores antes considerados toleráveis. Atualmente o reservatório é classificado como ultraoligotrófico a mesotrófico (principalmente na estação seca), resultante principalmente de ação antrópica

vivida em seu entorno, relacionado à expansão da agropecuária, que leva ao assoreamento de corpos d'água e perda de nutrientes para a biota do reservatório (Santos et al., 2018).

Os gêneros *Eunotia*, *Gomphonema*, *Brachysira* e *Fragilaria* foram os mais representativos, o que pode estar relacionado às particularidades desses gêneros supracitados. O gênero *Eunotia* é descrito como um gênero perifítico, de ampla distribuição mundial, principalmente em ambientes aquáticos como dulcícolas tropicais e subtropicais, de caráter oligotrófico e ácido (Round et al., 1990; Krammer; Lange-bertalot, 1991), (Canani et al., 2018). Quanto ao gênero *Gomphonema* são descritas como comuns em comunidades hapbentônicas dulcícolas, predominando no perifíton, apresentam características que ajudam a aderir no substrato com facilidade, como seus poros com localização no polo da base valvar, os permite criar mucilagem que se aderem a substratos (Azevedo, 2018). O gênero *Brachysira*, considerado comum em águas doces e também marinha, ocorre predominantemente em ambientes oligotróficos, de modo a indicar a qualidade da água onde estão inseridas, por manifestarem com eficiência sua tolerância a variações ambientais (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998, 2007) e (Silva-Lehmkuhl et al., 2020). Por fim o gênero *Fragillaria*, que está relacionado ao epifíton ou até mesmo à comunidade epipélica, espécies deste gênero estão presentes principalmente em águas doces e águas salgadas (levemente), quando em águas doces, em pH mais ácido (Round et al., 1990).

Ao comparar os valores de Shannon registrados no Reservatório a outros estudos em comunidades perifíticas, como de Felisberto e Rodrigues (2012), realizado com a comunidade perifítica no estado do Paraná (2,2 a 3,1 bits/indivíduo) pode-se observar que os valores registrados no reservatório de Curuá-Una são elevados. Os altos valores podem estar relacionados ao ambiente tropical, que normalmente apresenta maior diversidade que ambientes subtropicais, como o local estudado pelos autores citados acima. No estado do Pará não há registro publicado em periódicos sobre a diversidade de algas perifíticas em reservatórios.

A análise de correspondência canônica demonstrou separação espacial entre as amostras. Podemos observar que no ponto 1 (próximo a barragem), as espécies mais representativas foram *Aulocoseira granulata*, *Discotella stelligera* e *Brachysira sp.*, associadas aos maiores valores de transparência, oxigênio dissolvido, pH e temperatura, nos períodos P1_jul_16 e P1_nov_16, período esses considerados de transição e seca.

A espécie *Aulocoseira granulata* apresenta uma morfologia cêntrica e filamentosa, considerada uma estratégia adaptativa que possibilita a flutuação, e maior contato superfície/volume, de maneira a proporcionar maior área de captação de energia solar (Siver & Kling, 1997; Nardelli et al., 2016), o que pode estar diretamente relacionado a altos

valores de oxigênio dissolvido, pois existe um consumo de oxigênio para sustentar essas funções, são também relacionadas a alterações físicas como turbulência (Dong et al., 2008), bastante comum em ambientes mesotróficos (Siver & Kling, 1997; Nardelli et al., 2016). Enquanto a espécie *Discotella stelligera* é comum em águas doces, descrita como espécie de vida livre encontradas entrelaçadas ao biofilme de diatomáceas (Spaulding & Edlund, 2009; Marra et al., 2016), apresenta uma flutuabilidade totalmente dependente de turbulência, para se manter em camadas superiores da coluna de água, isso pode explicar porque são encontradas em reservatórios de ambientes tropicais, principalmente próximo a montante, assim podendo ser encontrada em superfícies (perifíton) (Zorzal-Almeida et al., 2017; Loaiza-Restano et al., 2020).

Ponto 2, foram registrados os maiores valores de DBO, Fósforo Total e Turbidez, no qual as espécies mais representativas foram *Eunotia butoliformes*, *Eunotia bilunaris* e *Fragilaria*, no então período de águas altas. As espécies *Eunotia butoliformes* e *Eunotia bilunaris*, pertencente ao gênero *Eunotia* são descritas como comuns em ambientes ácidos (Round, 1990), de modo a observar que nesse período foram os menores valores de pH, fazendo assim prevalecer a preferência desse gênero por esta faixa de pH. Os números elevados de DBO, Fósforo Total e turbidez pode estar relacionado a ação antrópica no entorno do reservatório, já que no período de águas altas ocorre um carreamento de material através de processos como lixiviação e intemperismo (Santos, 2018; Santos, 2020). Na tabela 4 observamos que apesar destas informações serem de extrema relevância para futuros estudos relacionados a bioindicação, ainda é necessário maior número de amostragem e em um maior intervalo de tempo.

5 CONCLUSÃO

O reservatório de Curuá-una possui uma alta diversidade de táxons de diatomáceas, os quais persistem durante os períodos hidrológicos da região e respondem às mudanças do ambiente. A partir deste conhecimento é possível utilizar a dinâmica das populações de diatomáceas perifíticas para a indicação das condições limnológicas do reservatório.

O presente estudo contribuiu com importantes informações relacionadas a autoecologia de espécies abundantes no reservatório, contendo o intervalo de ocorrência e os valores de variáveis físico-químicas e de trofia. Estes dados poderão ser utilizados em programas de monitoramento não somente no reservatório estudado, mas em corpos d'água da região Oeste do Pará.

REFERÊNCIAS

- Agha, R., Saebelfeld, M., Manthey, C., Rohrlack, T., & Wolinska, J. (2016). Chytrid parasitism facilitates trophic transfer between bloom-forming cyanobacteria and zooplankton (*Daphnia*). *Scientific Reports*, 6(1), 1-9.
- Azevedo, J. D. S. (2020). Diversidade de diatomáceas (Bacillariophyta) perifíticas no reservatório de Curuá-Una (Santarém, Amazônia, Brasil) (Doctoral dissertation, Universidade Federal do Oeste do Pará).
- Azevedo, J. D. S., Talgatti, D. M., Torgan, L. C., Pereira, A. C., & Melo, S. D. (2018). O genero *Gomphonema* (Bacillariophyta) na comunidade perifítica do rio e reservatório de Curuá-Una (Santarém, Pará, Brasil). *Rodriguésia*, 69, 765-776.
- Bennion, H., & Simpson, G. L. (2011). The use of diatom records to establish reference conditions for UK lakes subject to eutrophication. *Journal of paleolimnology*, 45(4), 469-488.
- Bere, T., & Tundisi, J. G. (2010). Biological monitoring of lotic ecosystems: the role of diatoms. *Brazilian Journal of Biology*, 70, 493-502.
- Bicudo, C. E. D. M., & Menezes, M. (2017). Gêneros de algas de águas continentais: chave para identificação e descrições. Livraria RiMa Editora.
- Brazner, J. C., Danz, N. P., Niemi, G. J., Regal, R. R., Trebitz, A. S., Howe, R. W., ... & Sgro, G. V. (2007). Evaluation of geographic, geomorphic and human influences on Great Lakes wetland indicators: a multi-assembly approach. *Ecological Indicators*, 7(3), 610-635.
- Burliga, A. L., & Kociolek, J. P. (2010). *Kobayasiella* species from Carajas national forest, Amazonia, Brazil. *Diatom Research*, 25(2), 235-250.
- Burliga, A. L., Torgan, L. C., & Beaumord, A. C. (2007). *Eunotia ariengae* sp. nov., an epilithic diatom from Brazilian Amazon. *Diatom Research*, 22(2), 247-253.

Canani, L. G. D. C., Fraia, R. D. S., & Melo, S. D. (2018). Periphytic Actinella Lewis (Ochrophyta, Bacillariophyceae) species from an environmental protection area in the Brazilian Amazon. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 30.

Cleve-Euler, A. (1953). Die diatomeen von Schweden und Finland. *Kungliga Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar Ser. 4*, 4(5), 1-255.

Coste, M., Boutry, S., Tison-Rosebery, J., & Delmas, F. (2009). Improvements of the Biological Diatom Index (BDI): Description and efficiency of the new version (BDI-2006). *Ecological indicators*, 9(4), 621-650.

da Silva-Lehmkuhl, A. M., Lehmkuhl, E. A., de Oliveira, S. A., de Moraes, K. S., Bicudo, D. C., & de Mattos Bicudo, C. E. (2020). Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. *Algae 45: Bacillariophyceae (Naviculales: Brachysira)*.

Dong, X., Bennion, H., Battarbee, R., Yang, X., Yang, H., & Liu, E. (2008). Tracking eutrophication in Taihu Lake using the diatom record: potential and problems. *Journal of Paleolimnology*, 40(1), 413-429.

Felisberto, S. A., & Rodrigues, L. (2012). Dinâmica sucessional de comunidade de algas perifíticas em um ecossistema lótico subtropical. *Rodriguésia*, 63, 463-473.

Ferrari, F., Procopiak, L. K., Alencar, Y. B., & Ludwig, T. A. V. (2007). Eunotiaceae (Bacillariophyceae) em igarapés da Amazônia Central, Manaus e Presidente Figueiredo, Brasil. *Acta Amazonica*, 37, 1-16.

Graeff, C., Kociolek, J. P., & Burliga, A. L. (2012). Valve morphology of four species of *Frustulia* (Bacillariophyta), including two described as new. *Phytotaxa*, 42, 62-76.

Gunkel, G., Lange, U., Walde, D., & Rosa, J. W. (2003). The environmental and operational impacts of Curuá-Una, a reservoir in the Amazon region of Pará, Brazil. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 8(3-4), 201-216.

Hermany, G., Schwarzbald, A., Lobo, E. A., & Oliveira, M. A. (2006). Ecology of the epilithic diatom community in a low-order stream system of the Guafba hydrographical

region: subsidies to the environmental monitoring of southern Brazilian aquatic systems. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 18(1), 9-27.

Hustedt, F. (1927-1966). *Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas: sowie der angrenzenden Meeresgebiete (Vol. 7)*. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G..

Ismail, A. H., & Adnan, A. A. M. (2016). Zooplankton composition and abundance as indicators of eutrophication in two small man-made lakes. *Tropical life sciences research*, 27(supp1), 31.

Junk, W. J., Robertson, B. A., Darwich, A. J., & Vieira, I. (1981). Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidrelétrica na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 11, 689-717.

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991). Bacillariophyceae: Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula (Lineolatae)* und *Gomphonema*. In (H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer, eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 437 p. (v. 2)

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986). Bacillariophyceae: Naviculaceae. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/1 (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer, eds.). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Lenoir, A., Coste, M. (1996). Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French National Water Board network, [in:] Whitton B.A., Rott E. (Eds.), *Use of Algae for Monitoring Rivers II*, Universität Innsbruck, Innsbruck.

Liberal, R. C. R., Torgan, L. C., Melo, S., & Pereira, A. C. (2021). O gênero *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) em um lago de inundação do rio Tapajós (Lago Verde, Santarém, Pará, Brasil). *Iheringia, Série Botânica*, 76.

Loaiza-Restano, A. M., Marquardt, G. C., Ferragut, C., & Bicudo, C. E. D. M. (2020). Spatial and temporal variation of the phytoplankton structure in cascading oligotrophic reservoirs of southeast Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32.

Lobo, E. A. (1996). Pollution tolerant diatoms from lotic systems in the Jacuí Basin, RioGrande do Sul, Brazil. *Iherin Sér Bot*, 47, 45-72.

Lobo, M. T. M. P. S., Scalize, P. S., Kraus, C. N., da Silva, W. J., Garnier, J., da Motta Marques, D., ... & de Souza Nogueira, I. (2020). Biological index based on epiphytic diatom assemblages is more restrictive than the physicochemical index in water assessment on an Amazon floodplain, Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(10), 10642-10657.

Malherbe, W., Mahlangu, S., Ferreira, M., & Wepener, V. (2015). Fish and macroinvertebrate community composition of a floodplain wetland associated with the Harts River, South Africa, in relation to water quality and habitat parameters. *African Journal of Aquatic Science*, 40(3), 311-317.

Mann, D. G., & Vanormelingen, P. (2013). An inordinate fondness? The number, distributions, and origins of diatom species. *Journal of eukaryotic microbiology*, 60(4), 414-420.

Marra, R. C., Tremarin, P. I., Algarte, V. M., & Ludwig, T. V. (2016). Epiphytic diatoms (Diatomeae) from Piraquara II urban reservoir, Paraná state. *Biota Neotropica*, 16.

Melo, S., Torgan, L. C., & Raupp, S. V. (2010). Actinella species (Bacillariophyta) from an Amazon black water floodplain lake (Amazonas-Brazil). *Acta Amazonica*, 40, 269-274.

Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H (2007). Tropical Diatoms of South America II. Special remarks on biogeographic disjunction. *Iconogr. Diatomol.*, 18, 1-877.

Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H. (1998). Tropical Diatoms of South America. I. *Iconogr. Diatomol.*, 5, 1-695.

Miranda, R. G., Pereira, S. D. F. P., Alves, D. T. V., & Oliveira, G. R. F. (2009). Qualidade dos recursos hídricos da Amazônia-Rio Tapajós: avaliação de caso em relação aos elementos químicos e parâmetros físico-químicos. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 4(2), 75-92.

Nardelli, M. S., Bueno, N. C., Ludwig, T. A. V., & Guimarães, A. T. B. (2016). Structure and dynamics of the planktonic diatom community in the Iguassu River, Paraná State, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 76, 374-386.

Patrick, R. (1966). Reimer Ch. W. The diatoms of the United States exclusive Alaska and Hawaii, 1.

Pereira, A. C., Torgan, L. C., & Melo, S. (2012). *Pinnularia* (Bacillariophyta) do curso inferior do rio Negro, Amazonas, Brasil: taxonomia e distribuição temporal. *Acta Amazonica*, 42, 305-314.

Pereira, A. C., Torgan, L. C., & Melo, S. (2013). *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) de um lago de inundação amazônico (lago Tupé, Amazonas, Brasil). *Iheringia, Série Botânica.*, 68(1), 91-101.

Pereira, A. C., Torgan, L. C., & MELO, S. (2017). Variação da riqueza de *Pinnularia* (Bacillariophyta) no lago Tupé (Bacia Amazônica) e sua relação com o ciclo hidrológico. *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 7(2), 8-11.

Rice, E. W., Bridgewater, L., & American Public Health Association (Eds.). (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (Vol. 10). Washington, DC: American public health association.

Round, F. E., Crawford, R. M., & Mann, D. G. (1990). *Diatoms: biology and morphology of the genera*. Cambridge university press.

Ruwer, D. T. (2020). *Diatomáceas na bioindicação de mudanças paleoambientais em planície de inundação*. [Tese de doutorado, Universidade Estadual de Maringá, PR.

Salomoni, S. E., Rocha, O., Callegaro, V. L., & Lobo, E. A. (2006). Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. *Hydrobiologia*, 559(1), 233-246.

Salomoni, S. E., & Torgan, L. C. (2008). Epilithic diatoms as organic contamination degree indicators in Guaíba Lake, Southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 20(4), 313-324.

Santos, J. D. A., Sousa, K. N. S., Santos, P. R. B., Lima, J. L. D., & Bacelar, R. D. J. (2019). Habitat, limnological signatures and spatial modeling: a zoning proposal for the Curuá-Una hydroelectric reservoir, Pará, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 31.

Santos, P. R. B., Zarzar, C. A., & Sousa, K. N. S. (2018). Avaliação do estado trófico atual do reservatório da Usina Hidrelétrica de Curuá-Una, a mais antiga represa construída na Amazônia Central. *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 8(4), 45-48.

Santos, P. R. B., de Sousa, J. S. C., Sousa, K. N. S., de Melo, S., & Pereira, A. C. (2020). Variabilidade espacial-temporal da comunidade fitoplanctônica no reservatório da usina hidrelétrica de Curuá-Una. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 42632-42649.

Silva, A. G., & Souza, L. D. (2013). Efeitos antrópicos e sazonais na qualidade da água do rio do Carmo. *HOLOS*, 5, 122-136.

Siver, P.A. & Kling, H., (1997). Morphological observations of *Aulacoseira* using scanning electron microscopy. *Canadian Journal of Botany*, vol. 75, no. 11, pp. 1807-1835. <http://dx.doi.org/10.1139/b97-894>.

Sousa, J. S. C., Ludwig, T. A. V., Melo, S., & Pereira, A. C. (2021). Taxonomia do gênero *Pinnularia* Ehrenberg (Bacillariophyceae) no Lago Jurucuí, Belterra, Amazônia, Brasil. *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 11(1), 41-51.

Schneck, F., Torgan, L. C., & Schwarzbald, A. (2007). Epilithic diatom community in a high altitude stream impacted by fish farming in southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 19(3), 341-355.

Spaulding S, Edlund M (2009) *Asterionella*. In: *Diatoms of the United States*. Retrieved October 16, 2013, from <http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/genus/Asterionella>

Talgatti, D., Wetzel, C. E., Morales, E. A., Ector, L. & Torgan, L. C. (2014). 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*, 158: 43-56. 2014.

Tundisi, J., & Tundisi, T. (2008). *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos. 631 p. *Soils and Sediments*, 2(4), 216-222.

Wetzel, C. E., Bicudo, D. D. C., Ector, L., Lobo, E. A., Soininen, J., Landeiro, V. L., & Bini, L. M. (2012). Distance decay of similarity in neotropical diatom communities.

Vidal, R. G. R. (2019). *Diatomáceas perifíticas como bioindicadoras de qualidade de água na microbacia do Urumari Santarém (Pará, Brasil)* (Doctoral dissertation, Universidade Federal do Oeste do Pará).

Vidal, R. G. R., Pereira, A. C., Melo, S., & Torgan, L. C. (2022). *Neidium* Pfitzer (Bacillariophyceae) em dois lagos de inundação do rio Tapajós (Amazônia-Brasil). *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 12(1), 28-32.

Zorzal-Almeida, S., Bicudo, D. C., Lamparelli, M. C., Faustino, S. B., Ferragut, C., & Bicudo, C. E. M. (2017). Avaliação do Índice de Estado Trófico e sua aplicação na represa Guarapiranga em longa série temporal. CEM Bicudo & DC Bicudo (eds.), 100, 401-428.