



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DIRETORIA DE PESQUISA

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – PIBIC/UFPA, PIBIC/UFPA CAMPI DO INTERIOR, PIBIC/UFPA EBTT, PIBIC-AF/UFPA, PIBIC-UFPA/PcD, PIBIC/CNPq, PIBIC-AF/CNPq, PIBITI/CNPq, PIBIC-EM, PIVIC, PRODOUTOR e PRODOUTOR RENOVACÃO.
PROGRAMA VOLUNTÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PIVIC

RELATÓRIO TÉCNICO - CIENTÍFICO FINAL

Período: 02/2022 a 08/2022

Parcial
 Final

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Título do Projeto de Pesquisa (ao qual está vinculado o Plano de Trabalho): **Organismos Planctônicos e Hidrologia de Ambientes Costeiros Amazônicos – OPLANCHI-ACA**

Nome do Orientador: **Rauquীর André Albuquerque Marinho da Costa.**

Titulação do Orientador: **Doutor.**

Faculdade: **Engenharia de Pesca.**

Instituto/Núcleo: **Campus Universitário de Bragança. Instituto de Estudos Costeiros.**

Laboratório: **Laboratório de Plâncton e Cultivo de Microalgas – LPCM.**

Título do Plano de Trabalho: **Fitoplâncton da área de ostreicultura de Nova Olinda (Pará, Brasil).**

Nome do Bolsista: Igor Marcelo Chaves de Oliveira.

Tipo de Bolsa: PIBIC/CNPq

1. INTRODUÇÃO

Um estuário é um corpo costeiro semifechado de água com uma conexão livre para o mar aberto, e dentro do qual a água do mar é mensuravelmente diluída (Pritchard, 1967). Esses ecossistemas possuem elevada capacidade de renovação periódica de suas águas, onde ocorrem intensas transformações de matéria orgânica (Pereira-Filho *et al.*, 2003).

Nestes ecossistemas, a elevada disponibilidade de nutrientes dissolvidos na água (Dittmar e Lara, 2001) repercute diretamente nos elevados valores de densidade e biomassa fitoplanctônica (Santos *et al.*, 2008; Santos & Muniz, 2010; Matos *et al.*, 2011; Sodré *et al.*, 2011), promovendo uma elevada produtividade. Desta forma, a comunidade fitoplanctônica destaca-se por desempenhar uma importante atividade ecológica, compondo principalmente a base da rede trófica aquática, atuando como principal fornecedor de matéria orgânica para os demais níveis tróficos (Cermeño *et al.*, 2005; Matta & Flynn, 2008). Esta comunidade está sujeita a variações espaciais e temporais, condicionadas principalmente pela disponibilidade de luz, sais nutrientes, temperatura e salinidade (Costa; Macedo, 1987/1989; Philips; Badylark; Grosskopf, 2002). Além disso, esta comunidade aquática também está sujeita a outros processos característicos de regiões costeiras, tais como, os ventos, ressurgências e a pluviometria (Sassi, 1991; Reynolds, 1992), sendo este último, o principal fator controlador da dinâmica sazonal do fitoplâncton nos ambientes costeiros tropicais e subtropicais (Sousa *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2011; Matos *et al.*, 2012).

Apesar da extensão e da grande importância ecológica e sócio-econômica dos ecossistemas costeiros amazônicos, existe uma carência de estudos sobre a composição e a variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica e suas relações com os parâmetros hidrológicos nos estuários amazônicos e mais especificamente no estuário do rio Emboraí Velho. Para este ecossistema estuarino, por exemplo, não estão disponíveis dados sobre a estrutura do fitoplâncton local nem dos efeitos das variáveis ambientais sobre sua dinâmica espaço-temporal, muito embora, este seja um estuário de extrema importância para a população extrativista local, uma vez que nesta área se concentra grande parte da produção de ostras (*Crassostrea* sp.) do Nordeste do Pará (Sebrae-PA, 2007).

Portanto, com a escassez de trabalhos com enfoque na estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica do estuário do Emboraí Velho, o presente trabalho visou determinar a composição e a variação espacial e temporal destes organismos no estuário em questão e avaliar o efeito das variáveis físicas e químicas da água sobre os mesmos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos geral

Caracterizar a estrutura e variação espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica e analisar a influência das variáveis ambientais sobre a comunidade do estuário do rio Emboraí Velho (Augusto Corrêa, Pará, Brasil).

2.2 Objetivos específicos

- Analisar as oscilações das variáveis hidrológicas (temperatura, salinidade, turbidez, pH e nutrientes dissolvidos – nitrito, nitrato, fosfato e silicato) ao longo do período de estudo;
- Quantificar a biomassa fitoplanctônica (concentrações de clorofila-a) durante o período de estudo;
- Determinar a abundância relativa, frequência de ocorrência, densidade, diversidade e equitabilidade das espécies que compõem o microfitoplâncton local;
- Avaliar os efeitos das variáveis ambientais sobre as oscilações espaciais e temporais da composição, densidades e biomassa fitoplanctônica no estuário em estudo.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O município de Augusto Corrêa está inserido na mesorregião do Nordeste paraense e na microrregião bragantina, estando localizado a 228 km da capital do estado do Pará, apresentando aproximadamente 45.998 habitantes (IBGE, 2019). O rio Emboraí Velho está localizado em uma zona de estuário, fazendo parte da costa da Amazônia Oriental, e drena parte do sistema de manguezal da Costa de Urumajó - Área de Proteção Ambiental (APA Costa do Urumajó), que cobre uma área total de 30.506,4 ha, centrada nas coordenadas 0°52'54"S e 46°26'54"W (Sousa *et al.*, 2013). O Clima característico é o tropical úmido, com temperatura média anual em torno dos 28 °C (Moraes *et al.*, 2005; Inmet, 2011; Sousa *et al.*, 2013). O estuário do rio Emboraí Velho (Fig. 1), se encontra na comunidade de Nova Olinda,

que tem como principal fonte de subsistência a agricultura familiar, assim como a criação de ostras. A criação desses moluscos em estuários e zonas de manguezal caracteriza-se pelo baixo custo de implantação e manutenção, bem como pelo rápido retorno do capital, tornando-se uma ótima opção de trabalho e renda para populações ribeirinhas como a de Nova Olinda (Sampaio, 2007).

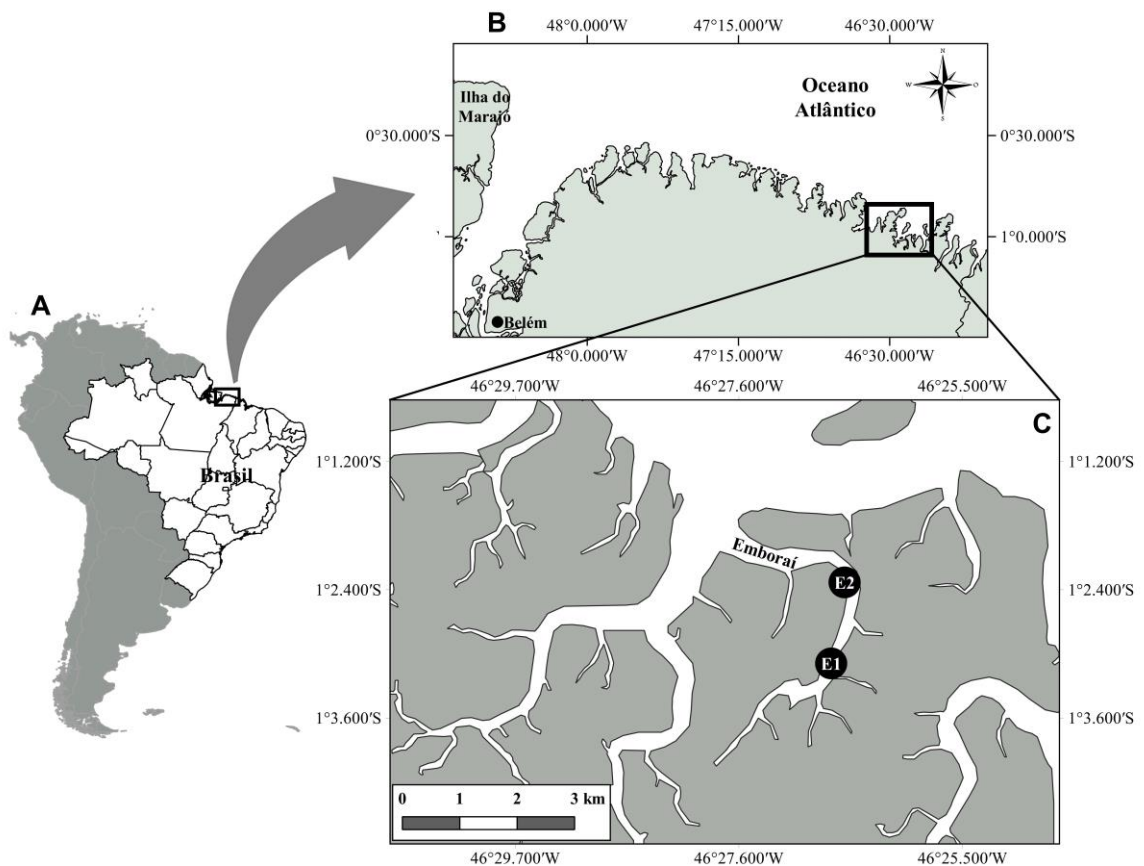


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo: A – América do Sul; B – Região costeira paraense, norte do Brasil; C – Estuário do rio Emboraí Velho, incluindo as duas estações de coleta localizadas: estação superior (E1) e inferior (E2) (Fonte: Barros, 2019).

Os manguezais da costa nordeste do Pará e noroeste do Maranhão, apresentam o maior cinturão contínuo do mundo, ocupando a região desde a baía de Marajó (PA) até a Ponta de Tubarão, baía de São José (MA), perfazendo cerca de 650 Km de litoral em linha reta (Souza Filho, 2005). Nas margens do estuário, assim como em toda costa do norte do Brasil, a vegetação predominante é de floresta manguezais (Lara, 2003). A floresta é composta por árvores de mangue que ocupam 95% de toda a área costeira, sendo dominada pelas espécies *Rhizophora*

mangle (Linnaeus, 1753), *Avicennia germinans* (Linnaeus 1764) e *Laguncularia racemosa* (Linnaeus, 1807) (Krause *et al.*, 2001).

A área de estudo possui uma hidrografia com amplas baías, para onde converge toda a intensa rede de drenagem do município de Augusto Corrêa-PA. Esta região está caracterizada por regimes de macromarés semidiurnas com alturas que variam entre 5 e 6 m, durante a sizígia, com as correntes de maré atingindo em alguns de seus estuários e canais de maré, velocidades de até $1,5 \text{ m.s}^{-1}$ (Cohen *et al.*, 1999; DHN, 2003).

O total médio de precipitação da região é um dos maiores do mundo, atingindo valores de 3.300 mm, com mais de 250 dias de chuva em determinadas áreas (Pereira, 2007), apresenta ainda duas estações bem definidas: a estação chuvosa, que compreende os meses de janeiro a junho, e por uma estação menos chuvosa (estação seca) que corresponde geralmente ao período de julho a dezembro (Moraes, 2005). A temperatura é típica de ambiente equatorial, alcançando médias mensais entre 24 e 28 °C, entretanto, as temperaturas máximas e mínimas podem ser superiores a 30 °C e inferior a 22 °C, com relação à umidade relativa, a média anual varia entre 80 e 91% (Martorano *et al.*, 1993).

3.2 Procedimentos de campo e análises de laboratório

As coletas foram realizadas nos meses de janeiro, abril, agosto e novembro de 2018, em duas estações fixas ao longo do estuário do Emborai Velho: estação 1-E1 (1°3'15.37" S e 46°26'51.14" O) e estação 2-E2 (1°2'25.89" S e 46°26'33.13" O). Durante um período de 25 horas equipamentos foram fundeados e amostras de água coletadas simultaneamente nas duas estações, a cada intervalo de 3 horas em marés de sizígia.

Os valores de temperatura, salinidade e turbidez da água foram obtidos *in situ* com auxílio de CTDO's, enquanto para as demais variáveis hidrológicas (pH, concentrações de nutrientes dissolvidos e clorofila-a), foram coletadas amostras extras de água na subsuperfície (~1m) da coluna d'água, com auxílio de garrafas Niskin. As amostras coletadas foram devidamente armazenadas em recipientes plásticos de 600 mL, previamente acidificados, e em seguida acondicionadas em recipientes com gelo para posterior análises em laboratório.

No laboratório, os valores de pH foram determinados com auxílio de um pHmetro eletrônico de bancada Labmeter PH2 (PHS – 3B). A determinação das concentrações de clorofila-a foi realizada segundo o método descrito por Parsons & Strickland (1963). Os nutrientes dissolvidos (nitrito, nitrato, fosfato e silicato) foram analisados de acordo com os métodos descritos por Strickland & Parsons (1972) e Grasshoff *et al.*, (1983).

As amostras biológicas analisadas para o presente estudo incluíram 72 amostras para análise qualitativa e 72 amostras para a análise quantitativa. Para o estudo qualitativo do fitoplâncton foram realizados arrastos horizontais na camada subsuperficial da coluna de água (~1m) por aproximadamente 3 minutos, com o auxílio de redes cônicas de plâncton (porosidade de 64 μm). Após as coletas, o material foi fixado em solução de formol a 4%, neutralizada com tetraborato de sódio (bórax). As amostras destinadas ao estudo quantitativo foram coletadas na camada subsuperficial da coluna d'água (\approx 1m) através de garrafa Niskin. Após as coletas, as amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos (600 ml) e imediatamente preservadas com solução de lugol neutro (1%).

3.3 Análise qualitativa

O método de análise qualitativa foi utilizado para calcular a abundância relativa e a frequência de ocorrência. As análises do fitoplâncton foram realizadas com a preparação de lâmina-lamínulas temporárias, sendo as mesmas visualizadas em microscópio óptico binocular (Carl Zeiss), com um aumento de 400x. Para cada amostra, foram realizadas repetições de 5 lâminas. As espécies registradas foram identificadas com o auxílio das obras específicas, como: Round *et al.*, (1990), Bourrelly (1972), Desikachary (1959), Steindinger & Tangen (1997 *apud* Tomas, 1997).

3.4 Análise quantitativa

O método de análise quantitativa está sendo utilizado para determinar a densidade celular da comunidade microfitoplanctônica, bem como para calcular os índices de diversidade e equitabilidade dos táxons registrados. Para a determinação das densidades, medidas em termos de células por litro (número de cél.L^{-1}), foi aplicado o método de sedimentação de Utermöhl (1958), contando a área total da cubeta com volume de 7 a 10 ml. Todas as amostras contadas foram previamente coradas com Rosa de Bengala (Thronsen, 1978), e posteriormente ao processo de sedimentação realizou-se a contagem, utilizando-se um microscópio invertido binocular (Axio Observer A1 – Carl Zeiss) sob um aumento de 400x. Os fitoflagelados foram identificados a nível de grande grupo.

3.5 Análise estatística

A partir dos valores obtidos, foram testados a normalidade dos dados bióticos, utilizando o teste de *Lilliefors* e da homogeneidade das variâncias, através do teste de *Levene's*. Quando os dados não foram considerados normais e homogêneos, utilizou-se a transformação de $\log(x+1)$ para se obter distribuições próximas da normalidade. Confirmados estes pressupostos, quando os dados foram normais e homogêneos, utilizou-se a análise de variância (ANOVA – *One way*) para testar as possíveis diferenças nos parâmetros abióticos e biológicos entre as diferentes estações e meses de amostragens ($p < 0,05$). No entanto, quando os dados não foram homogêneos e não normais foram aplicados os testes não-paramétricos de Mann-Whitney (U) e Kruskal Wallis (H) (Zar, 1999) para verificar possíveis diferenças existentes entre os tratamentos testados. Estas análises foram realizadas com o auxílio do programa *Statistica* versão 8.0.

Os dados também foram submetidos a uma análise de Correspondência Canônica (ACC), com o objetivo de identificar quais variáveis ambientais estariam diretamente ligadas a distribuição das principais densidades encontrados nos táxons fitoplanctônicos durante o período de estudo. Uma matriz resposta foi construída, contendo os táxons fitoplanctônicos, estações de amostragem e uma matriz contendo as variáveis ambientais padronizadas (*ranging*). Foi aplicado o teste de Monte-Carlo à ACC para fim de determinar o nível de significância das variáveis explicativas e suas relações com os organismos identificados, sendo realizadas 9,999 permutações irrestritas. Esta análise foi realizada através do pacote CANOCO 4.5.

3.6 Processamento dos dados

De acordo com o andamento das análises, os dados estão sendo planilhados no programa *Excel* 2013, para realizações dos cálculos de abundância relativa, frequência de ocorrência, densidades celulares, diversidade e equitabilidade, bem como para organização das tabelas das espécies. As figuras estão sendo confeccionadas com auxílio do software *Grapher*, versão 9.2.

A abundância relativa dos organismos está sendo categorizada segundo critérios adotados por Koenig & Lira (2005), com distribuição nas seguintes categorias: Dominante ($> 50\%$), Abundante ($\leq 50\%$ e $> 30\%$), Pouco Abundante ($\leq 30\%$ e $> 10\%$) e Rara ($\leq 10\%$). Os cálculos de abundância relativa estão sendo realizados de acordo com a seguinte fórmula.

$$A = (n \times 100) / N,$$

onde:

n = número de espécimes na amostra;

N = número total de espécimes.

De acordo com os valores de frequência de ocorrência as espécies estão sendo distribuídas nas seguintes categorias: Muito Frequente ($> 70\%$), Frequente ($\leq 70\%$ e $> 40\%$), Pouco Frequente ($\leq 40\%$ e $> 10\%$) e Esporádica ($\leq 10\%$); segundo critérios estabelecidos por Matteucci & Colma (1982). Para os cálculos de frequência utilizou-se a seguinte equação:

$$F = (p \times 100) / P,$$

onde:

p = número de amostras contendo a espécie;

P = número total de amostras coletadas.

4. RESULTADOS

Os resultados das variáveis hidrológicas apresentados neste relatório são referentes a 4 meses de coleta. Para as análises qualitativas do fitoplâncton, serão apresentados os 4 meses de coleta (janeiro, abril, agosto e novembro de 2018). Para os resultados das análises quantitativas do fitoplâncton serão apresentados os 4 meses de coleta (janeiro, abril, agosto e novembro de 2018).

4.1 Variáveis ambientais

4.1.1 Precipitação pluviométrica

Durante o período de estudo (meses de coleta) os índices de precipitação apresentaram valores máximos no mês de abril (409,7 mm), enquanto os valores mínimos ocorreram em novembro (13,6 mm), com precipitação total anual de 2.516,9 mm (Fig. 2). Os dados utilizados foram extraídos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019).

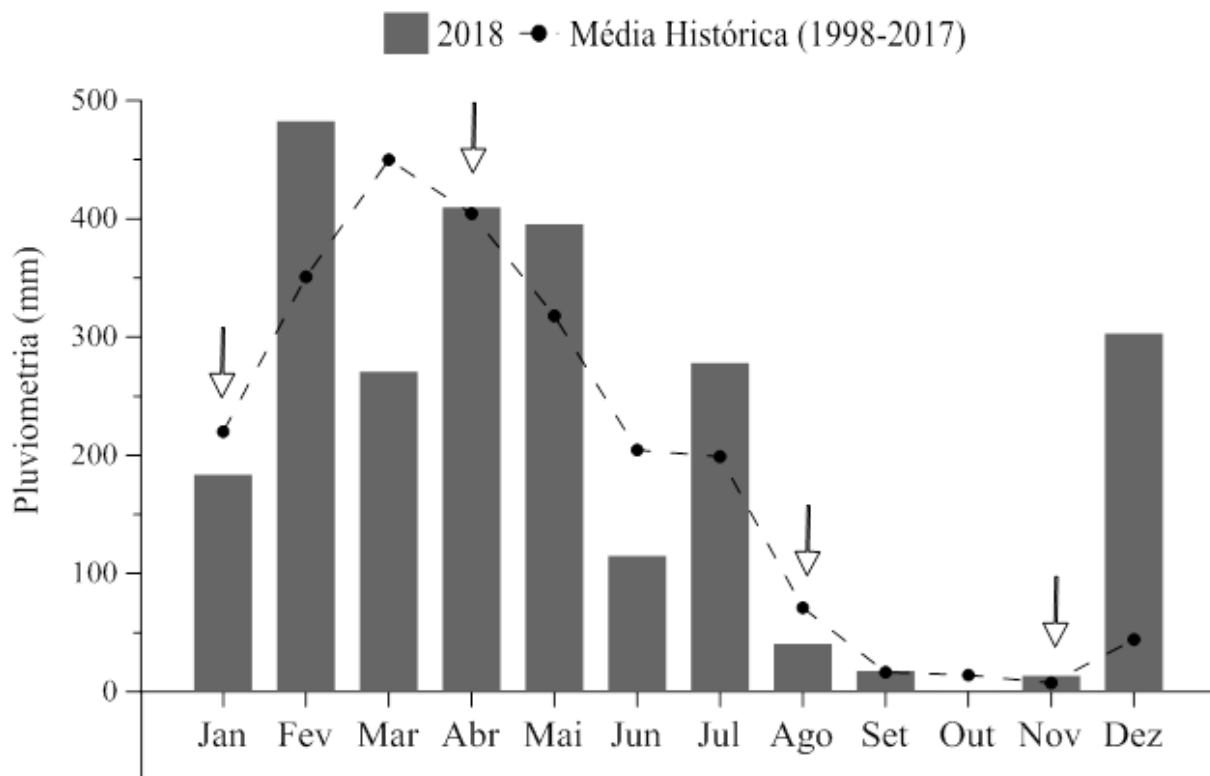


Figura 2: Precipitação pluviométrica média mensal dos últimos 20 anos (1998 – 2017) e do ano de coleta (2018). As setas indicam os meses do estudo (Fonte: INMET-PA).

4.1.2 Variáveis hidrológicas

As variações espaciais e temporais das variáveis hidrológicas observadas no estuário do Emboraí Velho, estão representadas na figura 3.

A temperatura da água manteve-se praticamente constante durante todo o período de estudo, oscilando entre $28,1 \pm 0,07^\circ\text{C}$ na E1 em abril e $28,9 \pm 0,33^\circ\text{C}$ na E1 em novembro, sendo possível observar variações mensais significativas ($H=50,95$; $p<0,05$). A salinidade apresentou valores mínimos na E2 em abril ($12,8 \pm 0,7$) e máximos na E1 em novembro ($32,5 \pm 3,4$), com oscilações mensais significativas ($H=55,01$; $p<0,05$). Por outro lado, a turbidez da água variou de $23,6 \pm 13,8$ UNT na E2 em agosto a $110,6 \pm 72,8$ UNT na E2 em novembro, com variações mensais significativas ($H=19,68$; $p<0,05$). O pH esteve predominantemente alcalino durante o período de estudo, variando entre $6,4 \pm 0,14$ na E1 em abril e $8,2 \pm 0,11$ na E2 em agosto, sendo observadas variações mensais significativas ($H=66,60$; $p<0,05$).

As variações espaciais e temporais dos nutrientes dissolvidos observados no estuário do Emboraí Velho, estão representadas na figura 4.

No que concerne aos nutrientes dissolvidos, as concentrações médias de nitrito variaram de $0,12 \pm 0,04 \mu\text{mol.L}^{-1}$ na E2 em agosto e $0,45 \pm 0,13 \mu\text{mol.L}^{-1}$ na E2 em janeiro, sendo possível observar variações significativas mensais ($H=45,24$; $p<0,05$). As concentrações de nitrato apresentaram valores médios mensais significativos ($H=59,09$; $p<0,05$), os quais oscilaram entre $3,37 \pm 0,82 \mu\text{mol.L}^{-1}$ na E1 (agosto) e $11,19 \pm 2,34 \mu\text{mol.L}^{-1}$ na E2 (abril). Por outro lado, as concentrações médias de fosfato variaram de $0,14 \pm 0,02 \mu\text{mol.L}^{-1}$ na E2 (abril) a $0,21 \pm 0,07 \mu\text{mol.L}^{-1}$ na E1 (agosto), com variações mensais significativas ($H=30,50$; $p<0,05$). As concentrações de silicato, apresentaram variações mensais significativas ($H=43,92$; $p<0,05$) com valores médios que oscilaram entre $2,70 \pm 1,46$ na E2 em novembro a $8,76 \pm 3,02 \mu\text{mol.L}^{-1}$ na E2 em janeiro.

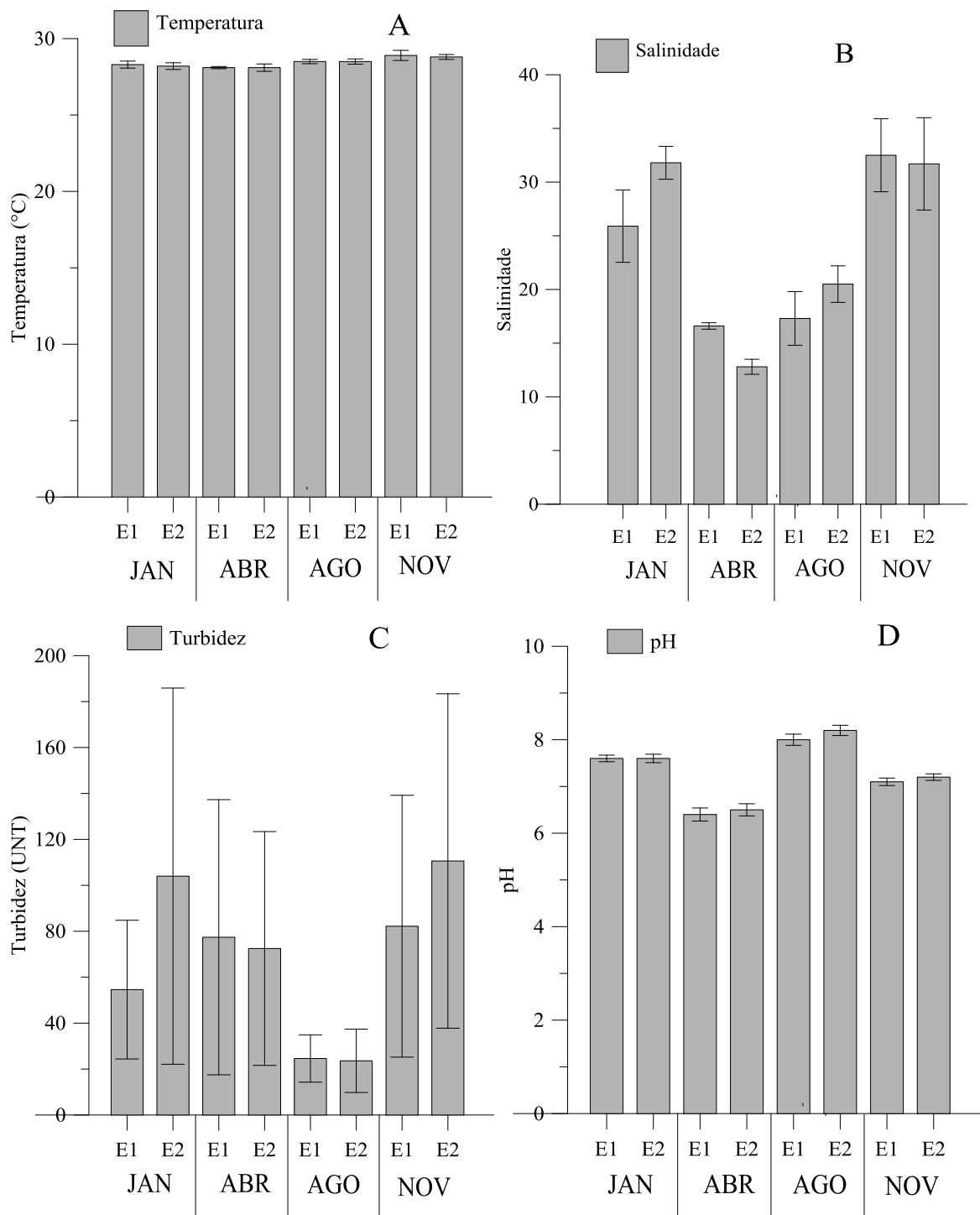


Figura 3: Variação espacial e mensal média (\pm D.P.) da temperatura (A), salinidade (B), turbidez (C) e pH (D) nos meses de janeiro, abril, agosto e novembro de 2018, no estuário do Emborai Velho (Notar diferenças de escalas).

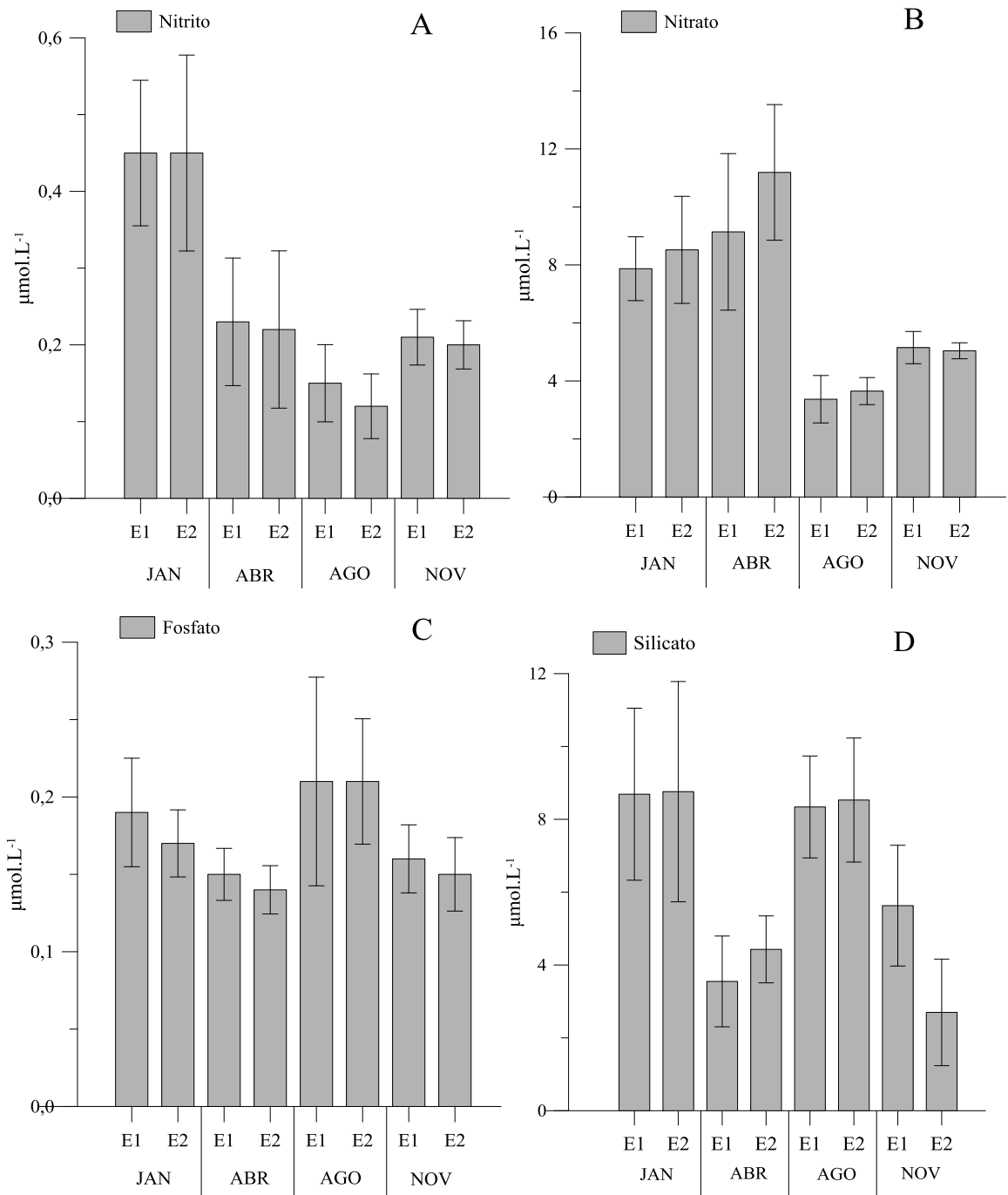


Figura 4: Variação média espacial e temporal (\pm D.P.) dos nutrientes dissolvidos, nitrito (A), nitrato (B), fosfato (C) e silicato (D), no estuário do Emboraí Velho durante o período de estudo. Notar diferenças entre escalas.

4.2 Variáveis biológicas

4.2.1 Composição do fitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica do estuário do Emboraí Velho mostrou-se bastante diversificada, sendo registrados 151 táxons (incluindo as morfo-espécies: a nível de gênero), distribuídos entre os filos Bacillariophyta, Dinophyta, Cyanobacteria e Charophyta (Tab. 1), com destaque para o grupo das diatomáceas, o qual representou 94% dos táxons registrados.

As Diatomáceas estiveram distribuídas em 4 classes, 11 subclasses, 24 ordens, 37 famílias, 57 gêneros, 111 espécies e 31 morfo-espécies. Os gêneros predominantes foram *Chaetoceros* (18 táxons), *Coscinodiscus* (12 táxons), seguidos por *Thalassiosira* (8 táxons) e *Nitzschia* (7 táxons). O segundo grupo em importância foi representado pelos Dinoflagelados (3,3%), com apenas 1 classe, 2 ordens, 2 famílias, 2 gêneros, 4 espécies e 1 morfo-espécie. O gênero *Ceratium* (3 táxons) foi o mais representativo, o gênero *Protoperdinium* foi representado por apenas 1 táxon. Os grupos representados pelas Cianobactérias (2%) e Carófitas (0,7%) foram os de menor destaque, apresentados apenas 1 táxon cada.

4.2.2 Abundância relativa

No estuário do Emboraí Velho a maioria das espécies foram consideradas raras, entretanto algumas espécies se destacaram como abundantes e pouco abundantes nos diferentes meses de estudo (Fig. 5).

A espécie *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve foi considerada pouco abundante, variando entre 8,8% (E1) em janeiro e 17,9% (E2) em abril. Além desta, *Skeletonema tropicum* Cleve apresentou 7,2% da abundância na E1 em agosto e 22,8% na E2 em novembro. Por outro lado, a espécie *Trieres chinensis* (Greville) Ashworth & E C Theriot foi considerada pouco abundante, variando entre 8,4% na E1 em novembro e 36,1% na E2 em abril. Abundâncias variando de 5,1% (E2) em janeiro a 7,9% (E1) em janeiro foram observadas para a espécie *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Rodada. A espécie *Ditylum brightwellii* (T. West) Grunow apresentou valores de abundância variando entre 9,2% na E2 e 10,3% na E1, no mês de janeiro. Para a espécie *Trieres mobiliensis* (Bailey) Ashworth & E C Theriot foram observadas abundâncias que variaram de 2,2% na E2 em abril e 6,3% na E1 em abril.

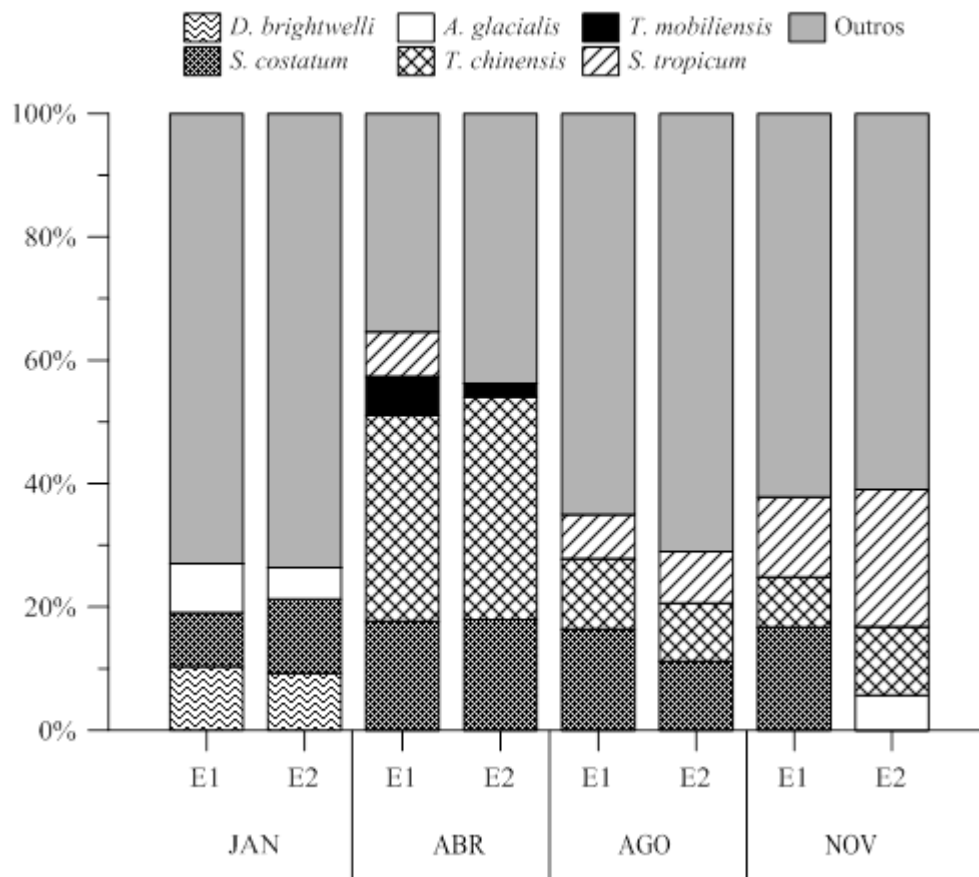


Figura 5: Abundância relativa dos principais táxons fitoplancctônicos no estuário do Emboraí Velho durante os meses de janeiro, abril, agosto e novembro de 2018.

Tabela 1. Composição florística do estuário do Emboraí Velho nos meses de janeiro, abril, agosto e novembro de 2018.

TÁXONS	Ecologia	TÁXONS	Ecologia
Divisão Bacillariophyta		Ordem Probosciales	
Classe Coscinodiscophyceae		Família Probosciaceae	
Ordem Melosirales		<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström 1986	M
Família Melosiraceae		Ordem Eupodiscales	
<i>Melosira moniliformis</i> (Link) C.Agardh 1824	M.L	Família Odontellaceae	
<i>Melosira nummuloides</i> C.Agardh 1824	M	<i>Hobaniella longicuris</i> (Greville) S&W 2018	M.P.N
Ordem Corethrales		<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) C.Agardh 1832	M.L
Família Corethraceae		Família Eupodiscaceae	
<i>Corethron</i> sp.		<i>Ralfsiella smithii</i> (Ralfs) PASims, DMWilliams & M. 2018	M.L
<i>Corethron hystrix</i> Hensen 1900	M.P.O	<i>Eupodiscus radiatus</i> Bailey 1851	M.L
Ordem Triceratiales		<i>Zygoceros rhombus</i> Ehrenberg 1839	M.L
Família Triceratiaceae		Ordem Hemiaulales	
<i>Triceratium fавus</i> Ehrenberg 1839	M.L	Família Hemiaulaceae	

Continuação.

<i>Triceratium favus vari. quadrata</i> Grunow 1930	M.L	<i>Hemiaulus indicus</i> Karsten 1907	M
Ordem Rhizosoleniales		<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve 1873	M
Família Rhizosoleniaceae		<i>Hemiaulus chinensis</i> Greville 1865	M.P.N
<i>Guinardia delicatula</i> (Cleve) Hasle 1997	M	<i>Cerataulina</i> sp.	
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) P. 1892	M.P.N.O	<i>Cerataulina dentata</i> Hasle 1980	M
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle 1996	M.P.N.O	Ordem Lithodesmiales	
<i>Neocalyptrella robusta</i> (G.Norman ex Ralfs) H.-B. & M. 1997	M	Família Lithodesmiaceae	
<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell 1858	M.P.N.O	<i>Ditylum brightwellii</i> (West) Grunow 1885	M.P.N
<i>Rhizosolenia robusta</i> G. Norman ex Ralfs 1861	M	<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehrenberg 1839	M
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell 1858	M.P.N.O	Classe Bacillariophyceae	
<i>Sundstroemia pungens</i> (Cl.-Euler) M. L. B. M. 2021	M	Ordem Cocconeiles	
Ordem Coscinodiscales		Família Cocconeidaceae	
Família Coscinodisceae		<i>Cocconeis</i> sp.	
<i>Coscinodiscopsis jonesiana</i> (Greville) O. 1915	M.P.N	Ordem Thalassiophysales	
<i>Coscinodiscus</i> sp.		Família Catenulaceae	
<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg 1839	M.P.N.O	<i>Amphora</i> sp.	
<i>Coscinodiscus concinnus</i> Smith 1856	M.P.N.O	Ordem Fragilariales	
<i>Coscinodiscus excentricus</i> Ehrenberg 1840	M	Família Fragilariaceae	
<i>Coscinodiscus gigas</i> Ehrenberg 1841	M	<i>Synedra</i> sp.	
<i>Coscinodiscus jonesianus</i> (Greville) Ostenfeld 1915	M	<i>Synedra</i> sp. 2	
<i>Coscinodiscus lineatus</i> Ehrenberg 1839	M	Ordem Thalassionematales	
<i>Coscinodiscus obscurus</i> Schmidt 1878	M.P	Família Thalassionemataceae	
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> (Ehrenberg) E. 1840	M.P.N.O	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) T. & P. 1910	M.P.N.O
<i>Coscinodiscus perforatus</i> Ehrenberg 1844	M.P.N.O	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) M. 1902	M.P.N.O
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg 1840	M.P.N	<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve & Grunow 1880	M.P.N.O
<i>Coscinodiscus rothii</i> (Ehrenberg) Grunow 1878	M	Ordem Plagiogramas	
<i>Cymatodiscus</i> sp.		Família Plagiogramaceae	
Família Heliopeltaceae		<i>Dimeregramma menos</i> (W. Gregory) Ralfs 1861	M
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) E. 1843	M.L	<i>Plagiogramma</i> sp.	
<i>Actinoptychus splendens</i> (Shadbolt) R 1861	M.L	Família Parodontellaceae	
Família Hemidiscaceae		<i>Trieres chinensis</i> (Greville) Grunow 2013	M.P
<i>Actinocyclus</i> sp.		<i>Trieres mobiliensis</i> (Bailey) Grunow 2013	M.P
<i>Actinocyclus curvatulus</i> Janisch Janisch 1878	M.L	<i>Trieres regia</i> (Schultze) A. & T. 2013	M.P.N
<i>Actinocyclus octonarius</i> Ehrenberg 1837	M	Ordem Naviculales	
Classe Mediophyceae		Família Naviculaceae	
Ordem Thalassiosirales		<i>Gyrosigma</i> sp.	
Família Thalassiosiraceae		<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst 1853	M.L
<i>Thalassiosira</i> sp.		<i>Gyrosigma fasciola</i> (Ehrenberg) G. & H. 1856	M.L
<i>Thalassiosira bulbosa</i> E.E.Syvertsen 1984	M	<i>Navicula</i> sp.	
<i>Thalassiosira excentrica</i> (Ehrenberg) Cleve 1904	M.L	<i>Navicula</i> sp. 2	
<i>Thalassiosira gravida</i> Cleve 1896	M	<i>Navicula delicatula</i> Cleve 1894	M
<i>Thalassiosira leptopus</i> (Grunow) Hasle & G.Fryxell 1977	M	Família Amphipleuraceae	
<i>Thalassiosira punctifera</i> (Grunow) F., S. & H. 1974	M	<i>Frickea</i> sp.	
<i>Thalassiosira rotula</i> Meunier 1910	M	Família Diploneidaceae	
<i>Thalassiosira subtilis</i> (Ostenfeld) Gran 1900	M.P.O	<i>Diploneis bombus</i> Ehrenberg 1853	M.L

Continuação.

Família Lauderiaceae		<i>Diploneis crabro</i> Ehrenberg 1854	M.L
<i>Lauderia annulata</i> Cleve 1873	M		
Família Skeletonemataceae		Família Pleurosigmataceae	
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve 1873	M	<i>Pleurosigma</i> sp.	
<i>Skeletonema tropicum</i> Cleve 1900	M	<i>Pleurosigma</i> sp. 2	
Ordem Anaulales		<i>Pleurosigma</i> sp. 3	
Família Anaulaceae		<i>Pleurosigma formosum</i> W. Smith 1852	M.L
<i>Terpsinoe musica</i> Ehrenberg 1843	D	Ordem Bacillariales	
Ordem Cymatosirales		Família Bacillariaceae	
Família Cymatosiraceae		<i>Bacillaria paxillifera</i> (OFMüller) T.Marsson 1901	M.L
<i>Campylozira</i> sp.		<i>Cylindrotheca closterium</i> Reimann & Lewin 1961	M.L
<i>Campylosira cymbelliformis</i> Grunow 1885	M.L	<i>Fragilariopsis</i> sp.	
Ordem Stephanodiscales		<i>Nitzschia longa</i> Grunow 1880	M.L
Família Stephanodiscaceae		<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs 1861	M.P
<i>Cyclotella</i> sp.		<i>Nitzschia obtusa</i> Smith 1853	M.L
<i>Cyclotella litoralis</i> Lange & Syvertsen 1989	M.D	<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) Smith 1853	M.L
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing 1844	D.L	<i>Nitzschia vidovichii</i> Grunow 1881	M
Ordem Biddulphiales		<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.	
Família Biddulphiaceae		<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Grunow ex Cleve) Hasle 1993	M
<i>Biddulphia</i> sp.		Ordem Surirellales	
<i>Biddulphia pulchella</i> SFGGray 1821	M	Família Surirellaceae	
Família Bellerocheaceae		<i>Surirella</i> sp.	
<i>Bellerochea horologicalis</i> Stosch 1977	M.P.N	<i>Surirella fastuosa</i> Ehrenberg 1843	M.L
<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) V. H. 1885	M.P.N	<i>Surirella febigerii</i> F.W.Lewis 1861	M.L
Ordem Briggerales		<i>Tryblioptychus cocconeiformis</i> (Grunow) H. 1958	M
Família Streptothecaceae		Família Entomoneidaceae	
<i>Helicotheca tamesis</i> (Shrubsole) Ricard 1987	M.P.N	<i>Entomoneis</i> sp.	
Ordem Cymatosirales		<i>Entomoneis alata</i> Ehrenberg 1845	M
Família Cymatosiraceae		Ordem Rhaphoneidales	
<i>Cymatosira</i> sp.		Família Asterionellopsidaceae	
<i>Cymatosira belgica</i> Grunow 1881	M.L	<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) R. 1990	M.P.N.O
<i>Cymatosira lorenziana</i> Grunow 1862	M.L	<i>Bleakeleya</i> sp.	
Ordem Chaetocerotales		<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve 1889	M.P.N.O
Família Chaetocerotaceae		<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran 1915	M.P.N.O
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve 1897	M.P.O	Divisão Myozoa	
<i>Bacteriastrum furcatum</i> Shadbolt 1854	M.P	Classe Dinophyceae	
<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder 1864	M	Ordem Dinophysiales	
<i>Chaetoceros</i> sp.		Família Ceratiaceae	
<i>Chaetoceros</i> sp. 2		<i>Ceratium horridum</i> (Cleve) Gran 1902	M
<i>Chaetoceros</i> sp. 3		<i>Triplos furca</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	M.L
<i>Chaetoceros aequatorialis</i> Cleve 1901	M.L	<i>Triplos fusus</i> (Ehrenberg) F. Gómez 2013	M.L
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder 1864	M	Ordem Peridiniales	
<i>Chaetoceros brevis</i> F. Schütt 1895	M	Família Protoperidiniaceae	
<i>Chaetoceros constrictus</i> Gran 1897	M.L	<i>Protoperidinium</i> sp.	
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder 1864	M	Divisão Cyanobacteria	
		Classe Cyanophyceae	

Continuação.

<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve 1889	M.L	Ordem Oscillatoriales	
<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve 1889	M.L	Família Oscillatoriaceae	
<i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg 1845	M.P.N.O	<i>Oscillatoria</i> sp.	
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve 1873	M	<i>Oscillatoria</i> sp. 2	
<i>Chaetoceros lacinosus</i> F.Schütt 1895	M	<i>Oscillatoria margaritifera</i> Kützing ex Gomont 1892	M
<i>Chaetoceros mitra</i> (Bailey) Cleve 1896	M	Divisão Charophyta	
<i>Chaetoceros subtilis</i> Cleve 1896	M	Classe Zygnematophyceae	
<i>Chaetoceros tortissimus</i> Gran 1900	M	Ordem Desmidiatales	
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow 1863	M.P.N	Família Desmidiaceae	
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell 1856	M.P.O	<i>Staurostrum</i> sp.	

4.2.3 Frequência de ocorrência

Durante o mês de janeiro foram registrados 69 táxons (incluindo as morfo-espécies) sendo destes 22% esporádicos, 32% pouco frequentes, 16% frequentes e 30% muito frequentes. No mês de abril foram observados 75 táxons (incluindo as morfo-espécies) sendo destes 30% esporádicos, 37% pouco frequentes, 19% frequentes e 14% muito frequentes. Já no mês de agosto foram observados 84 táxons (incluindo as morfo-espécies) sendo destes 37% esporádicos, 35% pouco frequentes, 14% frequentes e 14% muito frequentes. No mês de novembro foram observados 114 táxons (incluindo as morfo-espécies) dentre estas, sendo 46% esporádicos, 32% pouco frequentes, 12% frequentes e 11% muito frequentes.

As diatomáceas *Skeletonema costatum* Cleve e *Trieres mobiliensis* Bailey foram muito frequentes nos meses de janeiro e abril, sendo que no mês de agosto e novembro, as espécies *Trieres chinensis* Greville, *S. costatum* Cleve e *Ditylum brightwellii* Gronow foram muito frequentes. As espécies *Asterionellopsis glacialis* Round, *D. brightwellii* Gronow, *Pseudonitzschia* sp., *Rhizosolenia setigera* Brightwell e *Thalassionema frauenfeldii* Hallegraeff foram muito frequentes apenas no mês de janeiro. Por outro lado, *T. chinensis* Greville e *Skeletonema tropicum* Cleve foram muito frequentes no mês de abril.

4.2.4 Biomassa fitoplanctônica (clorofila-a)

As concentrações médias de clorofila-a oscilaram entre $11,5 \pm 5,3 \text{ mg.m}^{-3}$ na E1 em novembro a $14,6 \pm 6,0 \text{ mg.m}^{-3}$ na E1 em janeiro, sendo possível observar variações significativas espaciais ($U= 445,00$; $p<0,05$) e mensais ($H= 12,54$; $p<0,05$) (Fig. 6).

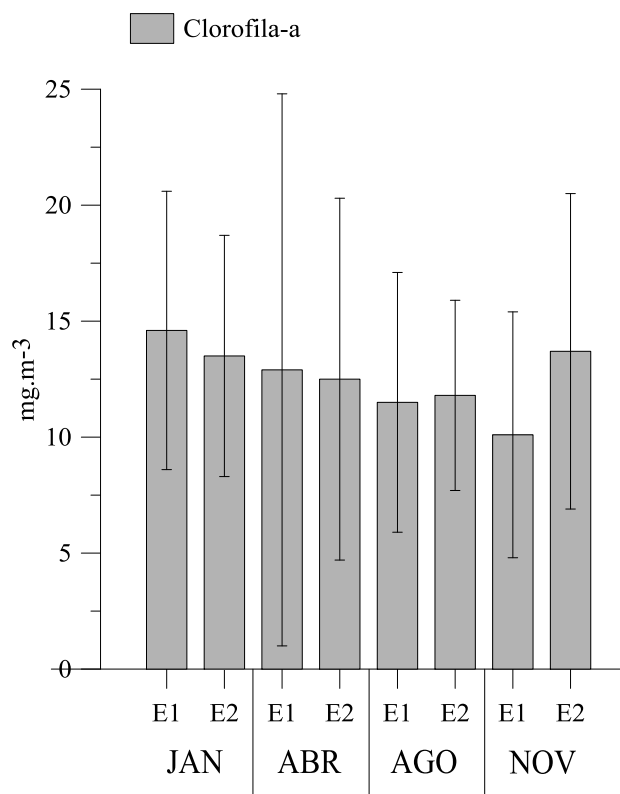


Figura 6: Variação espacial e mensal média (\pm D.P.) das concentrações de clorofila-a ao longo do estuário do Emboraí Velho nos meses de janeiro, abril, agosto e novembro de 2018.

4.2.5 Densidade fitoplanctônica

A densidade total do fitoplâncton apresentou valores médios variando entre $375,0 \pm 60,6 \times 10^{-3}$ céls.L⁻¹ na E2 em janeiro e $1.003,8 \pm 383,2 \times 10^{-3}$ céls.L⁻¹ na E2 em novembro. Por outro lado, no que concerne ao microfitoplâncton, as densidades oscilaram entre $187,6 \pm 11,9 \times 10^{-3}$ céls.L⁻¹ na E1 em janeiro e $742,3 \pm 356,2 \times 10^{-3}$ céls.L⁻¹ na E2 em novembro, com valores mensais significativos ($H=24,21$; $p<0,05$). As densidades médias dos fitoflagelados variaram de $158,1 \pm 36,8 \times 10^{-3}$ céls.L⁻¹ na E1 em agosto a $261,5 \pm 27,0 \times 10^{-3}$ céls.L⁻¹ na E2 em novembro, com valores mensais significativos ($H=32,50$; $p<0,05$) (Fig.7).

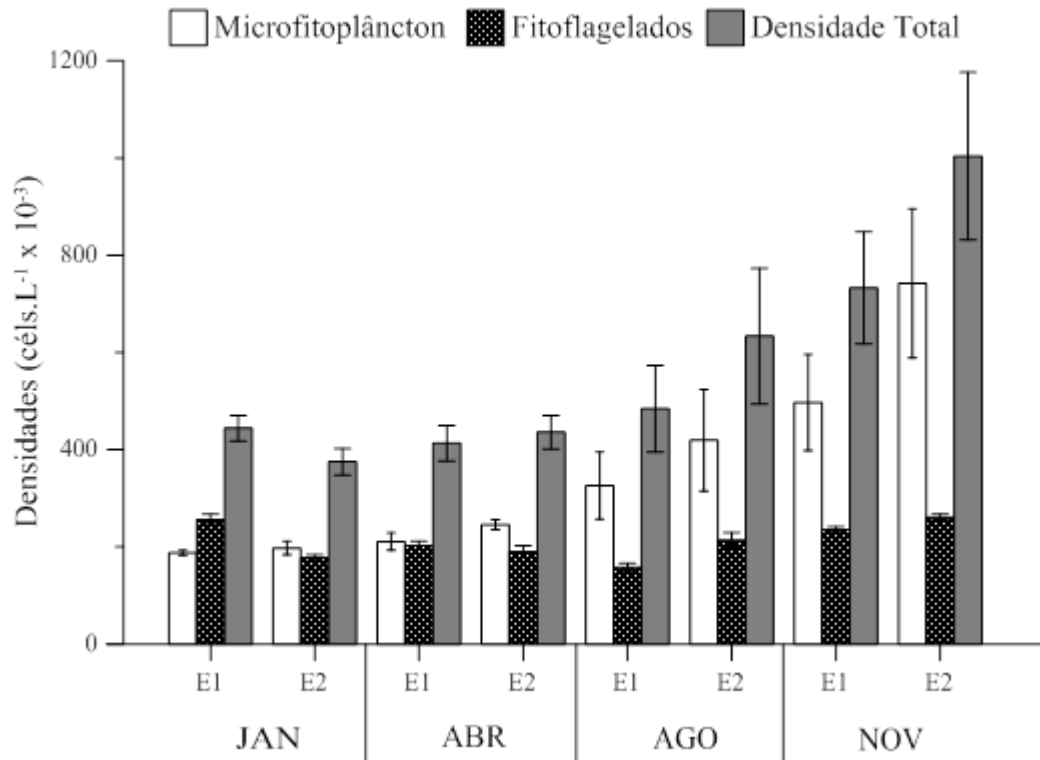


Figura 7: Variação espacial e mensal das concentrações médias (\pm D.P) de densidade do microfitoplâncton no estuário de Emborai Velho.

4.2.6 Diversidade e equitabilidade

A diversidade específica (H') apresentou valores médios que oscilaram entre $1,05 \pm 0,24$ bits cél.L^{-1} na E2 (novembro) e $2,24 \pm 0,34$ bits cél.L^{-1} na E1 (agosto) (Fig. 8).

A equitabilidade (J'), por sua vez, apresentou valores médios que variaram de $0,30 \pm 0,07$ na E2 em novembro a $0,64 \pm 0,08$ na E1 em janeiro (Fig. 9).

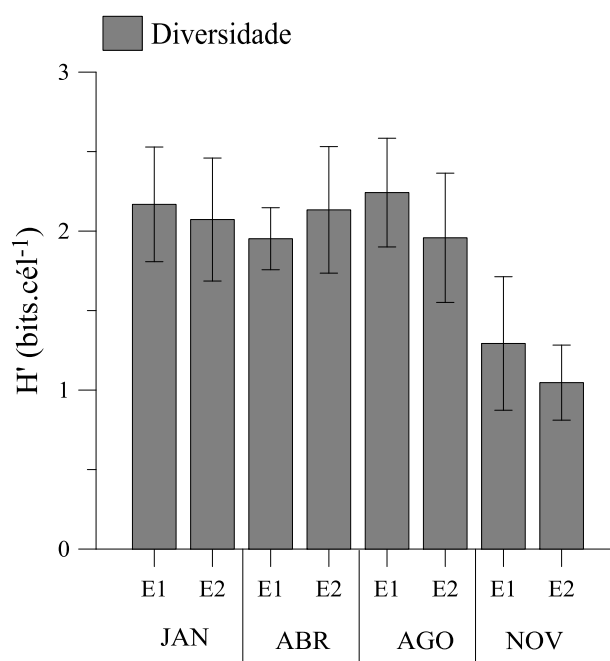


Figura 8: Variação média (\pm D.P) espacial e mensal da diversidade da comunidade fitoplanctônica do estuário de Emboraí Velho nos meses de janeiro, abril, agosto e novembro de 2018. (Notar diferenças entre escalas).

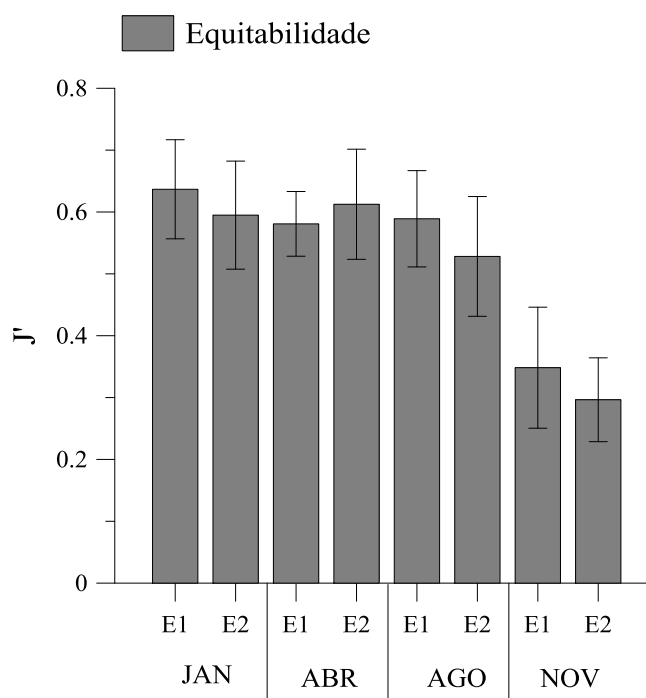


Figura 9: Variação média (\pm D.P) espacial e mensal da equitabilidade da comunidade fitoplanctônica do estuário de Emboraí Velho nos meses de janeiro, abril, agosto e novembro de 2018. (Notar diferenças entre escalas).

4.2.7 Análise de Correspondência Canônica (ACC)

A análise de correspondência canônica evidenciou padrões de distribuição das variáveis ambientais ao longo do período de estudo, bem como a sua relação com os táxons fitoplanctônicos de maior densidade. Os dois primeiros eixos da correlação explicaram 58,70% da variância dos dados (Fig. 10), sendo o primeiro eixo responsável por 56,6% e o segundo por 73,9%. Foi aplicado o teste de Monte-Carlo ($F\text{-ratio} = 3,54$; $p = 0,01$), dessa maneira, constatou-se que das 9 variáveis testadas, 6 foram consideradas significativas ($p < 0,05$).

A partir dessa análise foi possível observar a diferença existente entre os meses do estudo, evidenciando também os períodos sazonais (chuvoso e seco), sendo possível, observar maiores contribuições de concentração de salinidade e turbidez no eixo 1 e do nitrito e pH para o eixo 2, quando o grupamento das amostras estudadas (Fig. 10).

As amostras referentes ao período chuvoso, estiveram distribuídas em sua maioria no quadrante direito do diagrama, evidenciando maiores concentrações de nitrito e turbidez durante este período sazonal, além dessas concentrações, foi observado as maiores densidades dos táxons identificados, indicando relação direta dos mesmos com a pluviosidade e as concentrações das variáveis observadas. O período seco foi evidenciado no quadrante esquerdo do diagrama, apresentando relação direta da salinidade com o período seco, bem como da temperatura e pH, além das espécies que foram mais representativas nesse período sazonal (Fig. 10).

As espécies mais representativas durante o período de estudo foram avaliadas na AAC, onde as mesmas tiveram sua dinâmica (densidade e ocorrência) diretamente influenciada pelas variáveis ambientais, mostrando que a comunidade fitoplanctônica local se constitui de maneira bem adaptada às condições abióticas observadas no estuário. A espécie *Skeletonema costatum* apresentou uma correlação positiva com as concentrações das variáveis analisadas, sendo a espécie mais evidente durante o período de estudo. *Asterionellopsis glacialis* apresentou correlação positiva com o pH, enquanto que *Skeletonema tropicum* mostrou ser bem adaptada as condições ambientais do estuário, correlacionando-se positivamente com a temperatura (Fig. 10).

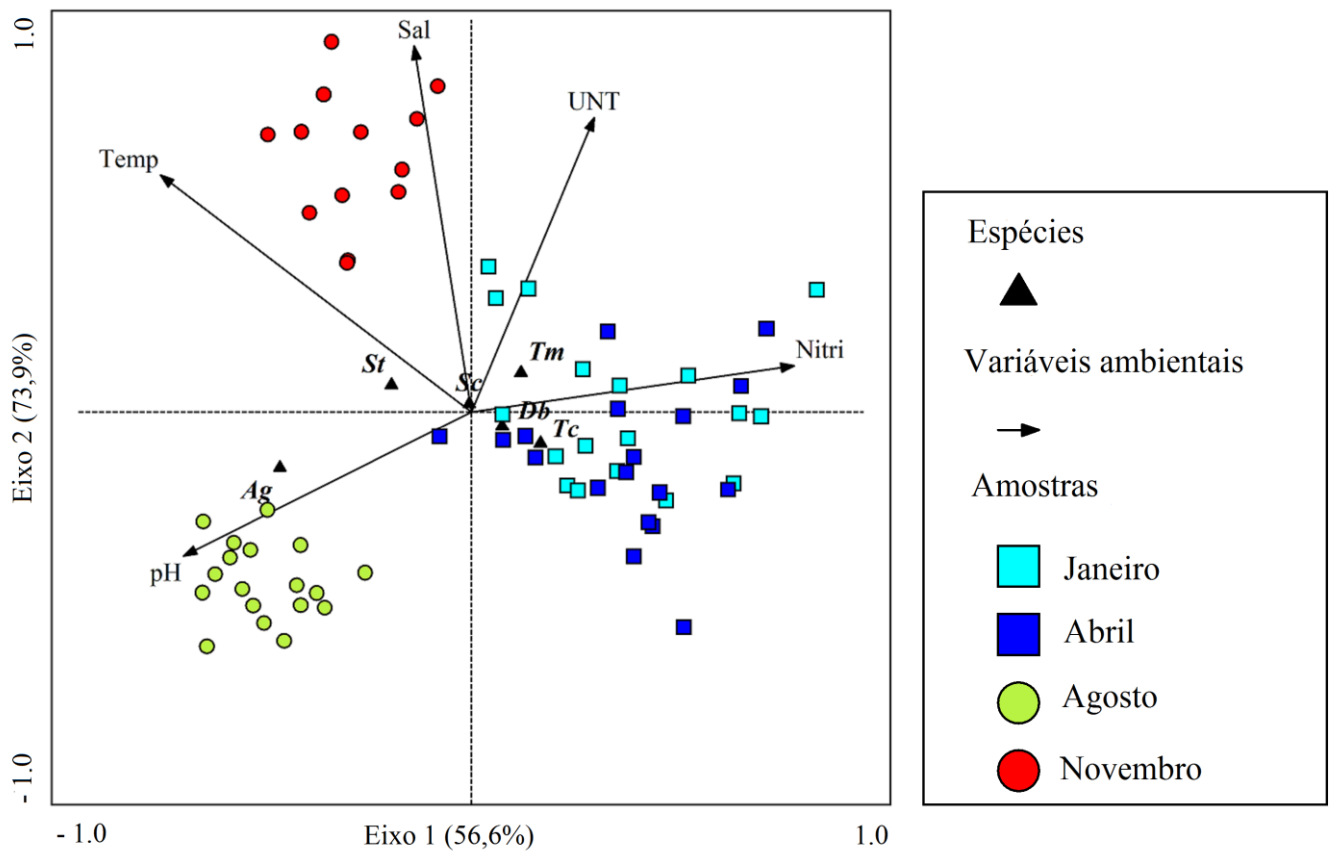


Figura 10: Diagrama da análise de correspondência canônica, destacando os padrões de distribuição e suas correlações existentes entre as variáveis ambientais e biológicas. Ambientais = Nitrito, Turbidez, Salinidade, Temperatura e pH. Espécies = *Sc*: *Skeletonema costatum*; *St*: *Skeletonema tropicum*; *Db*: *Ditylum Brightwellii*; *Tc*: *Trieres chinensis*; *Tm*: *Trieres mobiliensis*; *Ag*: *Asterionellopsis glacialis*.

5. PERSPECTIVAS

O estudo foi finalizado, sendo realizadas todas as análises propostas.

6. DIFICULDADES

Não foram encontradas dificuldades para a realização deste estudo.

7. CONCLUSÕES

A comunidade do estuário do Emboraí Velho foi dominada pelo grupo das diatomáceas (94% dos táxons identificados), responsável pela maior abundância taxonômica. Os dinoflagelados, cianobactérias e carófitas desempenharam um papel secundário, não apresentando destaque em termos qualitativos. A diversidade e dominância das espécies observadas durante o período de estudo esteve fortemente ligada as variações climáticas (pluviosidade), bem como à disponibilidade de nutrientes dissolvidos na água, já que estes são fundamentais para a reprodução e crescimento dos organismos fitoplanctônicos. A forte hidrodinâmica estuarina, promoveu a homogeneização da coluna da água, aumentando ressuspensão de espécies bentônicas, o que contribuiu para o aumento da biomassa fitoplanctônica.

Poucas espécies apresentaram elevados valores de abundância, estando a comunidade fitoplanctônica com alta representatividade da espécie *S. costatum*, fazendo-se presente nos quatro meses de estudo. A espécie *S. tropicum* mostrou-se muito presente no período seco, enquanto a espécie *T. chinensis* ocorreu nos dois períodos sazonais, tendo maior expressividade no período seco.

As concentrações de clorofila-a foram mais expressivas no mês de janeiro (início da estação chuvosa), esse fato pode ser associado com as maiores concentrações de nutrientes observadas nesse período, sendo estes oriundos principalmente do processo de lixiviação do solo do mangue em decorrência dos elevados índices de precipitação na região.

De forma geral, o estuário do rio Emboraí Velho se apresenta bem preservado, apresentando concentrações de nutrientes dissolvidos que são similares a outros estuários amazônicos que não sofrem influência direta de ações antrópicas, tornando o ecossistema um ambiente favorável para a criação de diversas espécies de valor econômico, como ostras e mexilhões.

8. BIBLIOGRAFIA

Bambi, P.; Silva, V. P. **Produção Primária do Fitoplâncton e as Relações com as Principais Variáveis Limnológicas da Baía das Pedras, Pirizal, Pantanal, MT.** III Simpósio sobre recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, os desafios do Novo Milênio. Corumbá-MS. 2000.

Barros, F. A. L. **Composição e variação espaço e temporal do mesozooplâncton no estuário do rio Emboraí, Pará (litoral amazônico)**. Universidade Federal do Pará. 31 p. 2019.

Bochdansky A. B.; Bollens S. M. Relevant scales in zooplankton ecology: Distribution, feeding, and reproduction of the copepod *Acartia hudsonica* in response to thin layers of the diatom *Skeletonema costatum*. **Limnology and Oceanography**, 49: 625-636. 2004.

Cermeño, P.; Marañón, E.; Rodríguez, J.; Fernández, E. Size dependence of coastal phytoplankton photosynthesis under vertical mixing conditions. **Journal of Plankton Research**, 27: 473-483. 2005.

Cohen, M. C. L.; Lara, R. J.; Ramos, J. D. F.; Dittmar, T. Factors influencing the variability of Mg, Ca and K in waters of a mangrove creek in Bragança, North Brazil. **Mangroves and Salt Marshes**, 3: 9-15. 1999.

Dittmar, T; Lara, R. J. Driving Forces Behind Nutrient and Organic Matter Dynamics in a Mangrove Tidal Creek in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 52: 249-259. 2001.

Eskinazi-Leça, E.; Passavante, J. Z. O.; França, L. M. B. Composição do microfitoplâncton do estuário do Rio Igarassu (Pernambuco). **Boletim do Instituto Oceanográfico**, 29: 163-167. 1980.

Eskinazi-Leça, E.; Koenig, M. L.; Silva-Cunha, M. G. G. **Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica**. 353-373. In: E. Eskinazi-Leça; S. Newmann-Leitão & M. F. Costa (org.). Oceanografia um cenário tropical. Edições Bagaço, 2004.

Eskinazi-Leça, E.; Moura, A. N. M.; Silva-Cunha, M. G. G.; Koenig, M. L. **Microalgas marinhas do Estado de Pernambuco**. In: Tabarelli, M.; Silva, J.M.C. (Eds.) Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco. SECTMA e Ed. Massangana, Recife. 79-96p. 2002.

Falco, S.; Niencheski, L.F.; Rodilla, M.; Romero, I.; Del Río, J.G.; Sierra, J.P.; Möso, C. Nutrient flux and budget in the Ebro estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 87: 92-102. 2010.

Guiry, M. D. & Guiry, G. M. AlgaeBase. **World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway**. <http://www.algaebase.org>; acessado em 03 setembro de 2018.

INMET. **Normais Climatológicas do Brasil** 1961- 1990. INMET Brasil, 465 p. 2011.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/augusto-correa/panorama>. Acessado em 16 de julho de 2020.

Koenig, M. L.; Lira, C. G. O. Gênero *Ceratium* Schrank (Dinophyta) na plataforma continental e águas oceânicas do Estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 19: 391-397. 2005.

Krause, G.; Schories, D.; Glaser, M.; Diele, K. Spatial patterns of mangrove ecosystems: the Bragantian mangroves of northern Brazil (Bragança, Pará). **Ecotropica**, 93–107, 2001.

Lara, R.J. Amazonian mangroves - a multidisciplinary case study in Pará State, North Brazil: introduction. **Wetlands Ecology and Management**, 11: 217-221. 2003.

Li, M.; Gargett, A.; Denman, K. What Determines Seasonal and Interannual Variability of Phytoplankton and Zooplankton in Strongly Estuarine Systems? Application to the semi-enclosed estuary of Strait of Georgia and Juan de Fuca Strait. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 50: 467–488. 2000.

Li, K. Z.; Yin, J. Q.; Huang, L. M.; Tan, Y. H. Spatial and temporal variations of mesozooplankton in the Pearl River estuary, China. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 67: 543–552. 2006.

Martorano, L. G.; Pereira, L. C.; Cezar, E. G. M.; Pereira, I. C. B. **Estudos Climáticos do estado do Pará, classificação climática (KOPPEL) e deficiência hídrica (Thornhtwhite, Mather)**. SUDAM/EMBRAPA/SNLCS, 53, 1993.

Matta, M. E. M.; Flynn, M. N. Estrutura da comunidade fitoplanctônica no gradiente de salinidade do estuário de Cananéia – SP. **Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, 1: 59-69. 2008.

Matos, J. B.; Silva, N. I. S.; Pereira, L. C. C.; Costa, R. M. Caracterização quali-quantitativa do fitoplâncton da zona de arrebentação de uma praia amazônica. **Acta Botanica Brasilica**, 26: 979-990. 2012.

Matteucci, S. D.; Colma, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos**. (Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington), 168p. 1982.

Miranda, B. M.; Castro, B. M.; Kjerfeve, B. **Princípios da oceanografia física de estuários**. EDUSP, São Paulo, 441p. 2002.

Moraes, B. C.; Costa, J. M. N.; Costa, A. C. L.; Costa, M. H. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazônica**, 35: 207-214. 2005.

Paiva, R. S.; Eskinazi Leça, E.; Passavante, J. Z. O.; Silva Cunha, M. G. G.; Melo, N. F. A. C. Considerações ecológicas sobre a fitoplâncton da Baía do Guajará e Foz do Rio Guamá (Pará, Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais**, 1: 133-146. 2006.

Pereira, L. C. C. **A zona costeira amazônica brasileira: limite e características**. Simpósio zona costeira amazônica, Belém/PA. Anais da 59ª Reunião Anual da SBPC, 2007.

Pereira-Filho, J.; Spillere, L.C.; Schettini, C.A.F. Dinâmica de nutrientes na região portuária do estuário do Rio Itajaí-Açu, SC. **Atlântica**, 25: 11-20. 2003.

Perkins, E. J. Inorganic Wastes. In: Lenihan, J., Fletcher, W. W. (eds.) **The marine environment Glasgow: Blackie & Son limited**, 70-101p. 1977.

Pritchard, D.W. **What is an estuary: physical standpoint**. In: Estuaries, ed. G.H. Lauff, pp. 3–5. Washington, DC, USA: American Association for the Advancement of Science, Publication 83. (1967)

Ricklefs, R. E. A. **A economia da natureza. Rio de Janeiro**. Guanabara Koogan. 6 ed. 472p. 2010.

Reynolds, C.S. **Ecology of phytoplankton**. Cambridge, Cambridge University Press, 2006.

Santos, M. L. S. & Muniz, K. Variação nictemeral de parâmetros abióticos e clorofila-a em uma estação oceanográfica na Plataforma Continental do Amazonas. **Atlântica, Rio Grande**, 32: 237-246. 2010.

Schmiegelow, J. M. M. **O planeta azul: uma introdução às ciências marinhas**. Interciência, Rio de Janeiro, 202 p. 2004.

Sampaio, D. S.; Hoshino, P.; Duarte, N. L. **Plano de negócio em ostreicultura. Sebrae/PA**, 08, 2007.

SEBRAE-PA. Casos de sucesso. Energia que vem da ostra: Do extrativismo para o cultivo. 20 p. 2007.

Silva, M. J. C. **Composição e influência dos parâmetros físicos e químicos sobre a distribuição do microfitoplâncton no estuário do rio Emboraí velho (nordeste do Pará)**. Universidade Federal do Pará. 33 p. 2018.

Santana, D. S.; Paiva, R. S.; Pereira, L. C. C.; Costa, R. M. Microphytoplankton of the Marapanim Estuary (Pará, Northern, Brazil). **Tropical Oceanography**, 38:161-172. 2010.

Souza, B. D. de; D. O. F., Valéria. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica e sua relação com as variáveis ambientais na lagoa Mãe-Bá, Estado do Espírito Santo, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, 31: 245-253. 2009.

Sousa, J. A.; Cunha, K. N.; Nunes, Z. M. P. Influence of seasonal factors on the quality of a tidal creek on the Amazon coast of Brazil. In: Conley, D.C., Masselink, G., Russell, P.E. and O'Hare, T.J. (eds.), Proceedings 12th International Coastal Symposium (Plymouth, England), **Journal of Coastal Research**, Special Issue. n. 65, p. 129 - 134, 2013.

Souza Filho, P. W. M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, 23: 427–435. 2005.

PARECER DO ORIENTADOR: Manifestação do orientador sobre o desenvolvimento das atividades do aluno (o parecer deve ser cadastrado no SIGAA).

O aluno desenvolveu suas atividades de forma satisfatória durante todo o período de bolsa, demonstrando interesse e responsabilidade.

DATA: ____/____/____

(Dispensado em caso de envio via SIGAA)

ASSINATURA DO ORIENTADOR

(Dispensado em caso de envio via SIGAA)

ASSINATURA DO ALUNO