



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
CURSO DE OCEANOGRAFIA

**DINÂMICA DOS NUTRIENTES, CLOROFILA *a* E DENSIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM UMA LAGUNA COSTEIRA, NO NORTE DO
BRASIL**

**ALUNA: JORDANA ADORNO FURTADO
ORIENTADOR: MARCO VALÉRIO JANSEN CUTRIM**

São Luís

2017

JORDANA ADORNO FURTADO

**DINÂMICA DOS NUTRIENTES, CLOROFILA *a* E DENSIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM UMA LAGUNA COSTEIRA, NO NORTE DO
BRASIL**

**Monografia apresentada como requisito
para a obtenção do título de Bacharel no
Curso de Oceanografia da Universidade
Federal do Maranhão.**

**Orientador: Prof. Dr. Marco Valério
Jansen Cutrim.**

São Luís

2017

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Furtado, Jordana Adorno. Dinâmica dos nutrientes, clorofila a e densidade fitoplanctônica em uma laguna costeira, no norte do Brasil / Jordana Adorno Furtado. - 2017.
47 f.

Orientador(a): Marco Valério Jansen Cutrim.
Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Oceanografia e Limnologia-UFMA, 2017.

1. Cianobactérias. 2. Floração. 3. Nutrientes.
I.
Cutrim, Marco Valério Jansen. II. Título.

JORDANA ADORNO FURTADO

**DINÂMICA DOS NUTRIENTES, CLOROFILA *a* E DENSIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM UMA LAGUNA COSTEIRA, NO NORTE DO
BRASIL**

Monografia apresentada como requisito
para a obtenção do título de Bacharel no
Curso de Oceanografia da Universidade
Federal do Maranhão.

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marco Valério Jansen Cutrim (Orientador)
Departamento de Oceanografia e Limnologia da UFMA

Prof.ª Dra. Andrea Christina Gomes de Azevedo Cutrim
Departamento de Química e Biologia da UEMA

Prof. Msc. Francinara Santos Ferreira
Colégio Universitário COLUN- UFMA

Dedicatória

*A Deus, por ser meu refúgio e fortaleza, e
ao meu amor maior, meus pais Agnailda
e Ivaldo, pelo imenso amor e apoio em
todos os momentos da minha vida.*

Agradecimentos,

Antes de tudo, sou a grata a Deus, pelo seu imenso amor e misericórdia que me fizeram chegar até aqui. Por ser meu guia e o meu consolo, a ele toda honra e toda glória!

Aos meus pais Agnailda e Ivaldo, por serem minha base e meu alicerce, pelo amor incondicional, carinho, cuidado e confiança que sempre depositaram em mim. Por desde cedo me mostrarem o caminho a seguir, mas me dando a liberdade de fazer minhas próprias escolhas estando sempre ao meu lado, vocês serão sempre meus maiores exemplos, mamãe e papai. Ao meu irmão Caio, por ser tão presente em minha vida, por me ajudar sempre em tudo que precisei, por escutar meus blás blás e sempre me fazer sorrir, meu caçulinha. Amo vocês meus amores!

A toda a minha família, tias, tios, primos, primas e avós maternos (Francisca e José Adorno) e paterna (Maria José Furtado) que mesmo longe sempre estiveram perto, compartilhando de todos os momentos, alegrias, angústias, além da enorme saudade de quem já se foi (vovô Valdir Furtado in memória);

A todos os irmãos da igreja Batista do Calvário, pelas orações e palavras de encorajamento. Em especial ao tio Raimundo e tia Ilza por me adotarem como sua quinta filha, e por me amarem tanto, agradeço a Deus pela vida de vocês e dos meus primos/irmãos (Itla, Damires, Theyssa e Matheus);

Ao meu namorado, Vinicius, pelo carinho e companheirismo, por me ajudar quando precisei, e por me fazer sorrir nos momentos que me desesperei, obrigado por demonstrar ser a pessoa que quero ter sempre ao meu lado;

Ao meu orientador Marco Cutrim, pela oportunidade. Sou profundamente grata pelos valiosos conselhos, ensinamentos, paciência e principalmente por nos estimular aos estudos, mostrando que através de trabalho árduo se vêm os frutos e a recompensa, como ele costuma dizer: “Deus tá vendo”!

Sou imensamente grata a Deus, pelas amizades que construí durante minha graduação (Basílio, Rosana, Jéssica), todos os colegas de turma e em especial a Amandinha, amiga juntas nós choramos, sorrimos, nos estressamos, sonhamos e praticamente inseparáveis nos ajudamos sempre, tenho em você a figura de uma irmã;

As grandes mestras e amigas Karol Duarte e Fran Ferreira, que gentilmente mesmo com a correria do dia e com seus projetos pessoais sempre arranjavam um tempo para nos ensinar e aconselhar, agradeço a oportunidade que me deram de trabalhar junto a vocês cultivando um carinho, respeito e admiração mútua, exemplos para nós;

Aos amigos de laboratório, com os quais vivi muitas experiências e momentos de alegria que jamais esquecerei: Beth, Lis, JuJu, Deni, Naghela, Fê, Ronnessa, Débora, Cristiano, o estatístico James, Dona Silvinha pelas análises químicas, Júnior pelo grande auxílio nas coletas, Oscar, Walesca, e a todos integrantes dessa grande família científica, sem a ajuda e amizade de vocês este trabalho não seria possível;

A todo o corpo docente do Departamento de Oceanografia e Limnologia, da Universidade Federal do Maranhão, vocês sem dúvida foram fundamentais na minha formação, transferindo conhecimento e experiências únicas;

Por fim, agradeço a todos que direta e/ou indiretamente, contribuíram para minha formação e para realização deste trabalho, ele só foi possível graças à ajuda de cada um de vocês. Meus sinceros agradecimentos.

O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. “Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACP	-	Análise dos Componentes Principais
CCA	-	Análise de Correspondência Canônica
MPS	-	Material Particulado em Suspensão
NID	-	Nitrogênio Inorgânico Dissolvido
NT	-	Nitrogênio Total
NH ₄ ⁺	-	Amônio
NO ₂ ⁻	-	Nitrito
NO ₃ ⁻	-	Nitrato
OD	-	Oxigênio Dissolvido
PID	-	Fósforo Inorgânico Dissolvido
pH	-	Potencial Hidrogeniônico
Prof	-	Profundidade
PT	-	Fósforo Total
SiO ₂ -	-	Silicato
Sal	-	Salinidade
Sat.Od	-	Saturação de Oxigênio Dissolvido
Temp	-	Temperatura da Água
Turb	-	Turbidez

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa indicando os pontos de amostragem na Laguna da Jansen, São Luís – MA	19
Figura 2	Valores (média \pm desvio) das concentrações de clorofila <i>a</i> total e fracionada (mg.m^{-3}) na Laguna da Jansen, São Luís – MA.....	30
Figura 3	Valores (média \pm desvio) de diversidade (bits.cell^{-1}), equitabilidade e riqueza na Laguna da Jansen, São Luís –MA.....	31
Figura 4	Análise de Componentes Principais (ACP) na Laguna da Jansen, São Luís-MA.....	32
Figura 5	Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) na Laguna da Jansen, São Luís – MA.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores médios das variáveis físico-químicas na Laguna da Jansen, São Luís – MA.....	25
Tabela 2	Lista de táxons identificados na Laguna da Jansen, São Luís- MA, com valores em porcentagem (%) de Ocorrência Total (O.T), classificação pelo Índice de Constância (Í.C) e categorias: Constantes (C), Acessórias (AC) e Acidentais (A).....	27
Tabela 3	Densidade (cels. L ⁻¹) e Índice de Dominância (Y) das espécies mais dominantes na Laguna da Jansen, São Luís- MA.	29
Tabela 4	Análise dos componentes principais (ACP) das concentrações de clorofila <i>a</i> , densidade e variáveis ambientais na Laguna da Jansen, São Luís – MA.....	31

SUMÁRIO

ARTIGO NAS NORMAS DA REVISTA BRAZILIAN JOURNAL OCEANOGRAPHY	
DADOS DO ARTIGO.....	14
ABSTRACT.....	15
RESUMO.....	16
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 OBJETIVOS.....	18
2.1 Geral.....	18
2.2 Específicos.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Descrição da área.....	19
3.2 Características físico-químicas e nutrientes.....	19
3.3 Composição fitoplanctônica.....	20
3.4 Densidade fitoplanctônica.....	20
3.5 Clorofila <i>a</i>.....	21
3.6 Índices ecológicos.....	22
3.7 Análise estatística.....	24
4 RESULTADOS.....	25
4.1 Características físico-químicas e nutrientes.....	25
4.2 Composição fitoplanctônica.....	26
4.3 Densidade fitoplanctônica.....	29
4.4 Clorofila <i>a</i>.....	29
4.5 Índices ecológicos.....	30
4.6 Análise estatística.....	31
5 DISCUSSÃO.....	34
6 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS.....	38
ANEXOS.....	47
..	

ARTIGO A SER SUBMETIDO A REVISTA
BRAZILIAN JOURNAL OCEANOGRAPHY

**NUTRIENTS DYNAMIC, CHLOROPHYL A AND PHYTOPLANKTON
DENSITY IN A COASTAL LAGOON, NORTH OF BRAZIL.**

Jordana Adorno Furtado¹; Marco Valério Jansen Cutrim¹; Silvia Cristina Costa de
Santana Diniz¹; Lisana Cavalcanti Furtado¹.

¹Laboratório de Ficologia - LABFIC, Departamento de Oceanografia e Limnologia -
DEOLI, Universidade Federal do Maranhão - UFMA, Av. dos Portugueses, Nº 1966,
Bacanga - CEP. 65080-805, São Luís- MA, Brasil

Number of figures: 05

Number of Tables: 04

Keywords: nutrients, bloom, cyanobacterias.

Palavras-chave: nutrientes, floração, cianobactérias.

Short running title: Nutrients dynamic, chlorophyl a and phytoplankton density in a
coastal lagoon

Corresponding author: *e-mail: jordana1adorno@gmail.com

ABSTRACT

This study assessed the nutrient and phytoplankton dynamic characterizing species as bioindicator in a coastal lagoon (MA, Brazil). The Jansen lagoon is defined as a water body of anthropogenic origin and is featured by a continuous domestic effluents contamination. Two surveys in September and October 2016 were carried out on nine sampling points. In order to characterize the study area, physical, chemical and biological (chlorophyll *a*, phytoplankton composition and density) parameters were collected followed by statistical analysis of the data. The phytoplankton community registered 58 taxa and the largest group was Cyanobacteria revealing the species *Synechococcus* sp. *Chroococcus* sp. and *Cyclotella* sp. (diatom) as dominant and responsible for high density. This phytoplankton density was related to high nutrient concentration, salinity and consequently to great chlorophyll *a*. Among the dominant species, *Synechococcus* sp. was also correlated to silicate concentration, high pH and salinity which was crucial to develop phytoplankton blooms. *Chroococcus* sp. showed positive correlation with turbidity and DIN concentration highlighting the ammonium ion as its principal contributor. The diatom *Cyclotella* sp. had strong correlation with total phosphorus and DIP. Though indicators species found in this lagoon presented low richness and diversity, they have shown adaptation to the high nutrient concentration and environmental conditions.

Keywords: nutrients, bloom, cyanobacterias.

RESUMO

Este trabalho avaliou a dinâmica de nutrientes e do fitoplâncton caracterizando espécies bioindicadoras, em uma laguna costeira (MA, Brasil). A laguna da Jansen caracteriza-se como corpo d'água de origem antrópica, marcada pela contínua contaminação de efluentes domésticos. Foram realizadas duas campanhas durante período de estiagem (setembro e outubro/2016), em nove pontos de amostragem. Afim de caracterizar a área de estudo, coletou-se parâmetros físico-químicos e biológicos (clorofila *a*, composição e densidade fitoplanctônica), para posterior análise estatística. A comunidade fitoplanctônica esteve representada por 58 táxons, com predominância de cianobactérias, sendo as espécies dominantes *Synechococcus* sp., *Chroococcus* sp. e *Cyclotella* sp., (diatomácea) responsáveis pela elevada densidade. A densidade fitoplanctônica esteve relacionada com elevados teores de nutrientes, salinidade e consequentemente com alta clorofila *a*. Dentre as espécies dominantes, *Synechococcus* sp. associou-se aos teores de silicato, elevado pH e salinidade sendo responsável por eventos de floração. *Chroococcus* sp. apresentou relação direta com a turbidez e concentrações de NID destacando-se o íon amônio como seu principal contribuinte. A diatomácea *Cyclotella* sp. apresentou forte relação com fósforo total e PID. As espécies bioindicadoras encontradas na laguna ainda que apresentem baixa riqueza e diversidade demonstraram estar adaptadas a elevada carga de nutrientes e as condições do ambiente.

Palavras-chave: nutrientes, floração, cianobactérias.

1 INTRODUÇÃO

Lagunas costeiras estão entre os ecossistemas mais produtivos e complexos do planeta (NASSAR; GHARIB, 2014; TURNER et al., 2015; ZAABOUB et al., 2015), definidos como ecossistemas rasos, localizados paralelamente à linha da costa, separados do oceano por barreiras, podendo estar conectados ou não a este, por um ou mais canais (KJERFVE, 1994).

Tais ambientes estão sujeitos a alterações provenientes de atividades antrópicas, descarga de efluentes domésticos, instalações industriais ou mudanças na hidrologia, (LETERME et al., 2015; DHIB et al., 2013) que podem estimular o crescimento excessivo de organismos fitoplanctônicos, promovendo a ocorrência de florações, modificando o seu funcionamento e estrutura (SIN et al., 2015; LU; GAN, 2015).

A eutrofização de ambientes aquáticos costeiros e a deterioração da qualidade da água resultante das elevadas cargas de nitrogênio (N) e fósforo (P) tem se tornado um dos principais problemas ambientais globais (CLOERN, 2001; COELHO et al., 2015; SNICKARS et al., 2015). A Laguna da Jansen é um ambiente de grande relevância ecológica e socioeconômica uma vez que garantem diversas utilidades como a pesca, área de lazer, abastecimento doméstico e irrigação por exemplo. Desde a década de 70 o desenvolvimento de eutrofização cultural, devido à urbanização da área, que modificou o sistema natural de drenagem do local, agravada pela ocupação desordenada das áreas de mangues e com as construções de grandes avenidas e dos conjuntos habitacionais (UFMA, 1993).

O fitoplâncton é considerado um sensível indicador biológico desse estado de eutrofização, pois responde rapidamente às variações das condições ambientais (AMENGUAL-MORRO et al., 2012; PEREIRA-COUTINHO et al., 2012). Embora existam vários estudos para investigar a utilidade de uma espécie indicadora de pressões

antropogênicas, nenhum é amplamente aceito, pois são necessárias mais pesquisas que envolvam o conhecimento da composição das espécies na avaliação da qualidade ecológica. Essa compreensão pode contribuir para a determinação das principais causas de florações de algas e, conseqüentemente, permitir tentativas de previsão de sua ocorrência e de seus efeitos na comunidade aquática (HALLEGRAEFF, 2010; PEREIRA-COUTINHO et al., 2012)

Diante disso, o entendimento da dinâmica de nutrientes e do fitoplâncton na Laguna da Jansen torna-se fundamental para caracterizar espécies bioindicadoras que compõem a estrutura local, permitindo assim avaliar os índices ecológicos das espécies mediante as condições ambientais nos quais os mesmos estão sujeitos.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

- Determinar a dinâmica de nutrientes e do fitoplâncton na Laguna da Jansen, caracterizando espécies bioindicadoras que compõem a estrutura local, permitindo assim avaliar os índices ecológicos das espécies mediante as condições ambientais.

2.2 Específicos

- Avaliar a influência dos parâmetros abióticos, sob as concentrações de clorofila *a* e densidade fitoplanctônica;
- Quantificar as concentrações de clorofila *a* total e fracionada, verificando a porção mais representativa;
- Identificar espécies bioindicadoras da qualidade ambiental da Laguna da Jansen.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Descrição da área

A Laguna da Jansen caracteriza-se como um corpo hídrico de origem antrópica, situada em perímetro urbano a noroeste da ilha de São Luís, sob as coordenadas ($02^{\circ}29'07''$ S e $44^{\circ}18'02''$ W) (VIEGAS, 1996) (Fig.1).

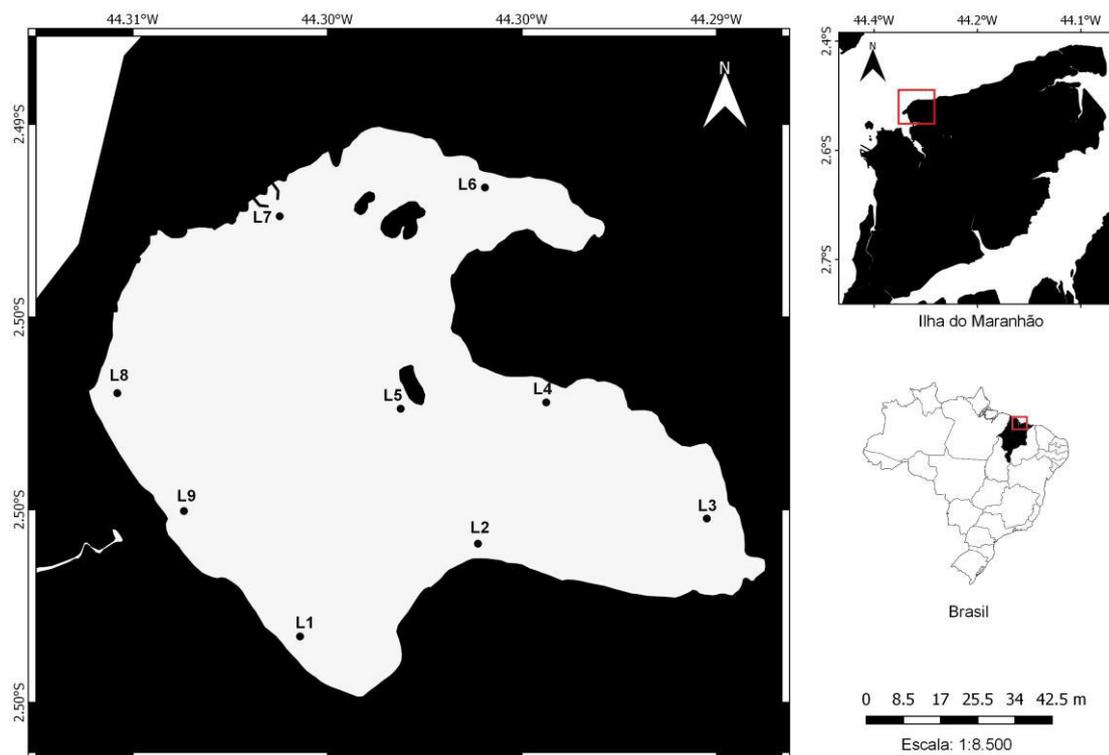


Figura 1. Mapa indicando os pontos de amostragem na Laguna da Jansen, São Luís – MA.

As amostragens foram realizadas em nove pontos fixos (Figura 1) na Laguna da Jansen, compreendendo os meses de setembro/16 (maré enchente) e outubro/16 (maré vazante).

3.2 Características físico-químicas e nutrientes

Os dados físico-químicos como temperatura da água, pH e salinidade foram obtidos com auxílio de um multiparâmetro (Hanna-9878); a transparência da água foi mensurada por meio do disco de Secchi e a turbidez medida através do turbidímetro

(Lamotte, 2020), sendo todos estes parâmetros analisados *in situ*. Para a análise de nutrientes e material particulado em suspensão (MPS) utilizou-se a metodologia descrita em APHA (2001) onde foram coletados 2 litros de água na camada sub-superficial com auxílio de uma garrafa de Von Dorn. A quantificação do NID ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$), PID (PO_4^{3-}), nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT) seguiu o padrão estabelecido pelo “Standard Methods for Water and Wastewater” (APHA, 2012), usando para fósforo total, nitrato e íon amônio a metodologia descrita por KOROLEFF (1983), para nitrito STRICKLAND & PARSONS (1972) e silicato e ortofosfato (GRASSHOFF et al., 1983). O oxigênio dissolvido foi determinado pelo método químico de Winkler modificado por GOLTERMAN et al. (1978). Sendo os nutrientes enquadrados segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

3.3 Composição fitoplanctônica

Para as análises qualitativas do microfitoplâncton foram realizados arrastos horizontais sub-superficiais na coluna d’água com duração de 3 minutos, utilizando rede de plâncton cônico-cilíndrica com malha de 45 μm , fixadas com formalina a 4%. Para a classificação e atualização dos táxons utilizou-se o AlgaeBase <http://www.algaebase.org>.

As microalgas foram identificadas ao menor nível taxonômico possível e as mais representativas fotografadas com auxílio do microscópio binocular (Zeiss AxionVision 400X/AxionCam ICc1) com uso da literatura especializada. Para caracterização da presença de florações de algas, foi utilizada a Resolução CONAMA 357/2005, que trata da qualidade das águas, devido à ausência de valores voltados para Águas Salobras (classe 2), foi adotado para o estudo valores de até 50.000 cel/mL ou 5 mm^3 /L descritos para águas continentais (classe 2).

3.4 Densidade fitoplanctônica

Para o estudo quantitativo as amostras foram coletadas na sub-superfície com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn, transferidos para frascos de polietileno de 250 mL e coradas com lugol (10%). Cada amostra foi colocada para sedimentar durante 24 horas e adicionado a ela o corante Rosa de Bengala, onde realizou-se a contagem das células através da técnica de Utermöhl (FERRARIO et al., 1995). Com a utilização do microscópio invertido (ZEISS Axiovert 100) e aumento de 400 vezes, empregou-se a contagem mínima de 100 campos sistematizados em cruz, referente a dois transectos. Cada célula, colônia, cenóbio ou filamento foi considerado como um indivíduo, ao final realizou-se o cálculo com base na fórmula de VILLAFANE & REID (1995):

$$D = \frac{N}{V}$$

Onde:

D= densidade celular (cel. L⁻¹);

N= número de células contadas nos dois transectos;

V= volume contado no transecto;

$$V = \frac{A_t \cdot V_c}{A_c}$$

Onde:

A_t= área de transecção da cubeta (mm²);

V_c= volume da câmara (mL);

A_c= área da câmara (mm²).

3.5 Clorofila *a*

Para obtenção da clorofila *a*, 2 L de água foram coletados na sub-superfície, através de garrafas de Van Dorn, sendo acondicionados em frascos foscos e filtrados posteriormente com o auxílio de uma bomba de sucção a vácuo, em filtros de fibra de

vidro Whatman GF/C, com 1,2 µm de porosidade e 47mm de diâmetro. Em laboratório foram realizadas duas filtrações totais e duas fracionadas, resultando na maior e menor fração do fitoplâncton, microfitoplâncton (>20µm) e nanopicofitoplâncton (< 20µm), respectivamente. Para o fracionamento das amostras, foi utilizada uma tela com abertura de malha de 20 µm. Após a secagem, os filtros foram mantidos em freezer (-18°C) até a extração dos pigmentos clorofilianos através do método espectrofotométrico (UNESCO, 1966), nos comprimentos de ondas de 630, 645, 665 e 750 nm. Para o cálculo da concentração de clorofila *a*, utilizou-se a equação conforme Strickland & Parsons (1972).

$$Cla = \frac{[11,6 \cdot \Delta_{665} - (1,31 \cdot \Delta_{645} + 0,14 \cdot \Delta_{630} + \Delta_{750})]}{V_2 \cdot L} \times V_1$$

Onde:

Δ = leitura das absorbâncias nos diferentes comprimentos de onda (630, 645, 665 e 750 nm);

V_1 = volume de acetona a 90% (10 mL);

V_2 = volume da amostra filtrada (L);

L = caminho óptico da cubeta (cm).

3.6 Índices ecológicos

Para análise da comunidade fitoplanctônica o índice de constância foi utilizado, segundo DAJOZ, 1983:

$$c = \frac{p \times 100}{P}$$

Onde:

>50% → *residentes*;

>25 ≤50% → *visitantes*;

≤25% → *acidentais*.

Espécies dominantes do fitoplâncton foram determinadas com base no índice de dominância (Y), utilizando fórmula descrita por SUN et al., 2004:

$$Y = \frac{Ni}{N} \times fi$$

Onde:

Ni = número individual de espécies;

N = número total de indivíduos;

fi = razão entre o número de amostras que a espécie ocorreu com o número total de amostras.

Com base na contagem de células por litro, realizou-se o cálculo dos índices ecológicos. Para o cálculo da diversidade (H'), aplicou-se o índice de SHANNON (1948).

$$H' = - \sum pi \times \log_2 \times pi \quad \therefore \quad p = \frac{Ni}{N}$$

Onde:

H' = índice de diversidade de Shannon;

pi = probabilidade de coleta da espécie "i" na população;

Ni = número de células de cada espécie;

N = número total de células, sendo os resultados expressos em bits.cel⁻¹.

Os resultados obtidos foram apresentados em bits.cel⁻¹, sendo que a diversidade específica varia de 1,0 a 3,0 bits.cel⁻¹. Esses valores podem ser enquadrados conforme VALENTIN et al. (2000) na seguinte classificação:

≥ 3,0 bits.cel⁻¹ → *alta diversidade*;

< 3,0 ≥ 2,0 bits.cel⁻¹ → *média diversidade*;

< 2,0 ≥ bits.cel⁻¹ → *baixa diversidade*;

< 1,0 bits.cel⁻¹ → *diversidade muito baixa*.

A equitabilidade (J) foi calculada a partir do H' de Shannon, expressa pela seguinte fórmula:

$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Onde:

J = equitabilidade;

H' = índice de Shannon;

S = número total de espécies em cada amostra.

Os resultados da equitabilidade variam de 0 a 1, sendo que valores acima de 0,5 indicam uma alta equitabilidade e aqueles abaixo de 0,5 representam uma baixa equitabilidade (VALENTIN et al., 1991).

Para o cálculo da riqueza de espécies utilizou-se a equação proposta por MARGALEF (1958), expresso por:

$$S = \frac{(s - 1)}{\ln \cdot N}$$

Onde:

S = Índice de riqueza;

s = Número total de espécies;

N = Número total de indivíduos.

Valores de riqueza maiores que 5,0 significam grande riqueza de espécies (VALENTIN et al., 1991) e menores que 5,0, baixa riqueza de espécies.

3.7 Análise estatística

Para o tratamento estatístico, foi utilizado análise de variância multivariada (PERMANOVA) para determinar diferenças significativas. A normalidade dos dados

ambientais foi testada utilizando o teste Shapiro Will-K, e, para dados não normais foi realizada a logaritimização, devido a heterogeneidade dos dados foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$), para determinação de diferenças significativas. A Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada com dados estandardizados afim de se obter a correlação das variáveis ambientais, e concentrações de clorofila *a* densidade fitoplanctônica. Para correlacionar as variáveis bióticas e as espécies dominantes em relação aos diferentes fatores físico-químicos analisados foi aplicada a Análise de Correspondência Canônica (CCA). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos programas STATISTIC 10.0 e Past 2.16.

4. RESULTADOS

4.1 Características físico-químicas e nutrientes

As características físico-químicas da Laguna da Jansen estão resumidas na Tabela 1, ocorrendo diferença significativa ($p < 0.05$) das variáveis ambientais entre as campanhas realizadas, conforme a análise de variância não paramétrica- Kruskal-Wallis ($p < 0.05$).

Tabela 1. Valores médios das variáveis físico-químicas na Laguna da Jansen, São Luís – MA.

	Unid.	Média e Desvio padrão	Mín.	Máx.
Temp.	°C	28,11 ± 1,68	26	30
Sal.	g kg ⁻¹	34,56 ± 3,03	30	39
pH	---	8,10 ± 0,46	7,46	8,61
Turb.	UNTs	13,94 ± 2,53	10	20
Secchi.	m	0,37 ± 0,11	0,19	0,52
Prof.	m	0,76 ± 0,30	0,40	1,50
MPS	mg L ⁻¹	0,143 ± 0,027	0,109	0,186
OD	mg L ⁻¹	2,59 ± 1,36	0,93	5,86
Sat. OD	%	33,27 ± 18,20	11,47	77,35
SiO ₂ -	μmol L ⁻¹	1,72 ± 1,45	0,21	4,43
NO ⁻³	μmol L ⁻¹	1,99 ± 0,82	0,85	3,54
NO ⁻²	μmol L ⁻¹	0,16 ± 0,17	0,02	0,70
NH ₄ ⁺	μmol L ⁻¹	177,38 ± 151,86	37,39	629,06
PT	μmol L ⁻¹	9,24 ± 7,45	3,00	29,09
NT	μmol L ⁻¹	8,75 ± 2,74	5,06	14,35
NID	μmol L ⁻¹	179,52 ± 102,41	0,16	177,38

PID	$\mu\text{mol L}^{-1}$	$3,35 \pm 3,26$	1,25	14,70
Vent	m/s	$2,9 \pm 0,25$	2,5	3,2

A temperatura da água ($28,11 \pm 1,68$ °C) e turbidez ($13,94 \pm 2,53$ UNTs) não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) durante as campanhas. Já a salinidade ($34,56 \pm 3,03$ g kg^{-1}) obteve valor significativo ($p < 0,05$), caracterizando na Laguna da Jansen, a presença de águas estuarinas resultantes da elevada taxa de evapotranspiração e ausência de chuvas no período de amostragem (Tabela 1).

O MPS ($0,143 \pm 0,027$ mg L^{-1}), transparência da água ($0,37 \pm 0,11$ m) e profundidade ($0,76 \pm 0,30$ m) obtiveram baixos valores ($p < 0,05$), caracterizando na laguna um ambiente de baixa transparência e profundidade. O oxigênio dissolvido ($2,59 \pm 1,36$ mg L^{-1}), saturação de oxigênio ($33,27 \pm 18,20$ %), valores de vento ($2,9 \pm 0,25$) e taxas de pH ($8,10 \pm 0,46$) ($p < 0,05$), demonstraram heterogeneidade ao longo do estudo.

As concentrações de NO^{-3} ($1,99 \pm 0,82$ $\mu\text{mol L}^{-1}$) não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), enquanto que NO^{-2} ($0,16 \pm 0,17$ $\mu\text{mol L}^{-1}$) foi significativo. O NID (NO^{-2} , NO^{-3} , NH_4^+), obteve média geral de $179,52 \pm 102,41$ $\mu\text{mol L}^{-1}$, tendo como componente de maior relevância o íon NH_4^+ ($177,38 \pm 151,86$ $\mu\text{mol L}^{-1}$) que excede em muito o valor recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005 ($< 22,18$ $\mu\text{mol L}^{-1}$), demonstrando no ambiente elevado estágio de poluição recente.

Os valores de PT ($9,24 \pm 7,45$ $\mu\text{mol L}^{-1}$) foram significativos, e acima do recomendado pela CONAMA 357/2005 ($< 4,00$ $\mu\text{mol L}^{-1}$), e as taxas de PID (PO_4^{-3}) registraram média de $3,35 \pm 3,26$ $\mu\text{mol L}^{-1}$. O NT ($8,75 \pm 2,74$ $\mu\text{mol L}^{-1}$) foi significativo ($p < 0,05$). O SiO_2^- obteve média geral de $1,72 \pm 1,45$ $\mu\text{mol L}^{-1}$, havendo diferença significativa desta variável.

4.2 Composição fitoplanctônica

A composição fitoplanctônica da Laguna da Jansen esteve representada por 58 táxons, sendo 23 diatomáceas, 28 cianobactérias, 6 clorofíceas e 1 dinoflagelado. Com base no índice de constância, 74% dos táxons foram classificados como ACIDENTAIS (18 cianobactérias, 18 diatomáceas, 6 clorofíceas e 1 dinoflagelado), 21% como ACESSÓRIAS (7 cianobactérias e 5 diatomáceas) e apenas 5% como CONSTANTES (3 cianobactérias) (Tabela 2). Vale ressaltar que a identificação e enquadramento das espécies foi realizado com base nos dados quantitativos.

Tabela 2. Lista de táxons identificados na Laguna da Jansen, São Luís- MA, com valores em porcentagem (%) de Ocorrência Total (O.T), classificação pelo Índice de Constância (Í.C) e categorias: Constantes (C), Acessórias (AC) e Acidentais (A).

TÁXON	O.T %	Í. C	TÁXON	O.T %	Í. C
CYANOBACTERIA			<i>Navicula</i> sp ₃	11	A
<i>Aphanocapsa</i> sp.	83	C	<i>Navicula</i> sp ₄	5	A
<i>Merismopedia tenuissima</i>	5	A	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	11	A
<i>Merismopedia</i> sp.	16	A	<i>Thalassionema</i> sp.	22	A
<i>Synechococcus</i> sp.	44	AC	<i>Thalassiosira</i> sp.	11	A
<i>Pseudanabaena</i> sp.	11	A	<i>Cyclotella</i> sp ₁	5	A
<i>Chroococcus minor</i>	88	C	<i>Cyclotella</i> sp ₂	16	A
<i>Chroococcus turgidus</i>	55	C	<i>Chaetoceros</i> sp ₁	5	A
<i>Chroococcus</i> sp.	50	AC	<i>Chaetoceros</i> sp ₂	5	A
<i>Microcystis</i> sp ₁	50	AC	<i>Paralia sulcata</i>	22	A
<i>Microcystis</i> sp ₂	5	A	CHLOROPHYTA		
<i>Lyngbya</i> sp.	22	A	<i>Botryococcus</i> sp.	11	A
<i>Oscillatoria princeps</i>	5	A	<i>Golenkinia</i> sp.	5	A
<i>Oscillatoria limosa</i>	5	A	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	16	A
<i>Oscillatoria</i> sp ₁	38	AC	<i>Monoraphidium</i> sp.	1	A
<i>Oscillatoria</i> sp ₂	5	A	MIOZOA		
<i>Oscillatoria</i> sp ₃	11	A	<i>Protopteridinium</i> sp.	5	A
<i>Phormidium</i> sp	5	A	MORFÓTIPOS		
<i>Spirulina</i> sp ₁	27	AC	<i>Cêntrica 1</i>	22	A
<i>Spirulina</i> sp ₂	33	AC	<i>Cêntrica 2</i>	50	AC
BACILLARIOPHYTA			<i>Cêntrica 3</i>	33	AC
<i>Amphora</i> sp ₁	33	AC	<i>Cêntrica 4</i>	6	A
<i>Amphora</i> sp ₂	11	A	<i>Ciano 1</i>	17	A
<i>Entomoneis alata</i>	27	AC	<i>Ciano 2</i>	6	A
<i>Cylindrotheca closterium</i>	5	A	<i>Ciano 3</i>	6	A
<i>Navicula</i> sp ₁	22	A	<i>Ciano 4</i>	11	A
<i>Navicula</i> sp ₂	16	A	<i>Ciano 5</i>	17	A

<i>Ciano colonial 1</i>	22	A	<i>Cloro 2</i>	6	A
<i>Ciano colonial 2</i>	6	A	<i>Penada 1</i>	6	A
<i>Ciano colonial 3</i>	11	A	<i>Penada 2</i>	28	AC
<i>Ciano colonial 4</i>	39	AC	<i>Penada 3</i>	6	A
<i>Cloro 1</i>	11	A			

4.3 Densidade fitoplanctônica

A densidade fitoplanctônica variou de 72.181 cels. L⁻¹ a 31.124.275 cels. L⁻¹ e média geral de 6.944.308 ± 10.356.249 cels. L⁻¹, sendo significativa (Kruskal-Wallis p < 0,05) a heterogeneidade ao longo do estudo, a espécie *Synechococcus* sp. (13.820.780 cels. L⁻¹) foi a de maior representatividade, caracterizando eventos de floração com elevado número de células. Com base no índice de dominância, quatro espécies foram dominantes, incluindo 3 cianobactérias e 1 diatomácea, que apresentaram valor (Y) superior a 0,016 ao longo do estudo (Tabela 3).

Tabela 3. Densidade (cels. L⁻¹) e Índice de Dominância (Y) das espécies mais dominantes na Laguna da Jansen, São Luís- MA.

	Densidade (cels. L ⁻¹)	Dominância (Y)
CYANOPHYTA		
<i>Chroococcus minor</i>	108.812	0,016
<i>Chroococcus</i> sp	1.846.487	0,062
<i>Synechococcus</i> sp	13.820.780	0,330
BACILLARIOPHYTA		
<i>Cyclotella</i> spl.	344.595	0,347

4.4 Clorofila a

As concentrações de clorofila *a* total variaram de 10,02 mg.m⁻³ a 50,61 mg.m⁻³, com média geral de 31,63 ± 10,56 mg.m⁻³, sendo significativa (Kruskal-Wallis p < 0,05) (Figura 2).

O principal contribuinte no processo de fotossíntese em 50,44% das amostras foi o nano/picofitoplâncton (< 20µm), variando entre 0,12 mg.m⁻³ a 43,00 mg.m⁻³, com média geral de 17,72 ± 11,86 mg.m⁻³ demonstrando diferença significativa (p < 0,05) (Figura 2).

Embora tenha sido menos representativo (49,56%), o microfitoplâncton também se revelou significativo ($p < 0,05$) obtendo média geral de $13,90 \pm 6,30 \text{ mg.m}^3$, e variação de $5,71 \text{ mg.m}^3$ a $27,64 \text{ mg.m}^3$.

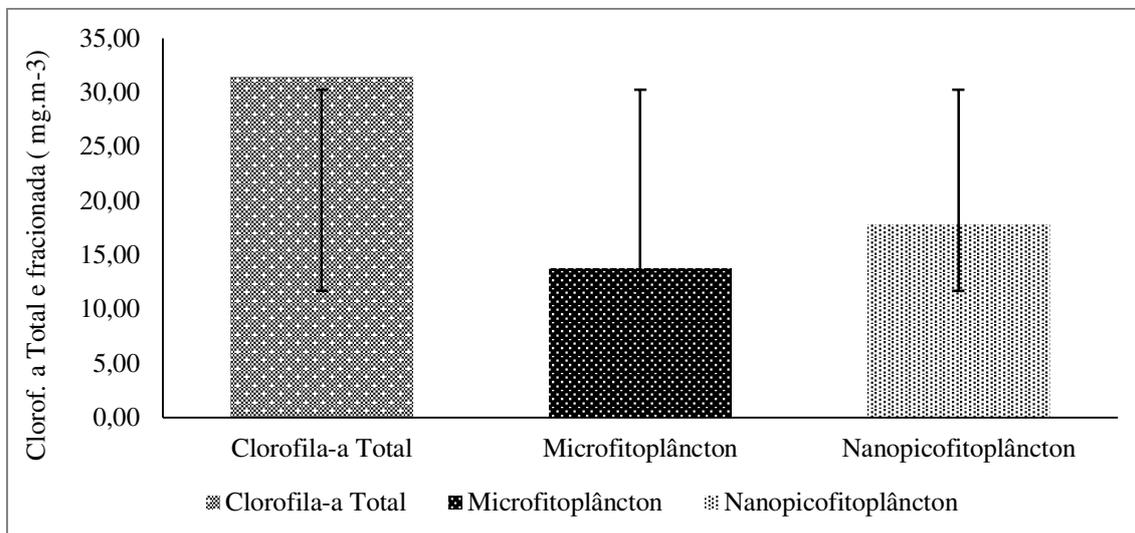


Figura 2. Valores (média \pm desvio) das concentrações de clorofila *a* total e fracionada (mg.m^{-3}) na Laguna da Jansen, São Luís- MA.

4.5 Índices ecológicos

Quanto a diversidade, a Laguna da Jansen apresentou baixa diversidade espécies (H'), com média geral de $1,29 \pm 0,66 \text{ bits.cell}^{-1}$ variando entre 0,23 a $3,30 \text{ bits.cell}^{-1}$. A riqueza (R') também se revelou baixa ($2,15 \pm 0,66$), com valores que variam de 1,29 a 3,30. A equitabilidade (J) obteve variação de 0,10 a 0,93 e média geral de $0,53 \pm 0,27$, revelando-se baixa durante todo o estudo (Figura 3).

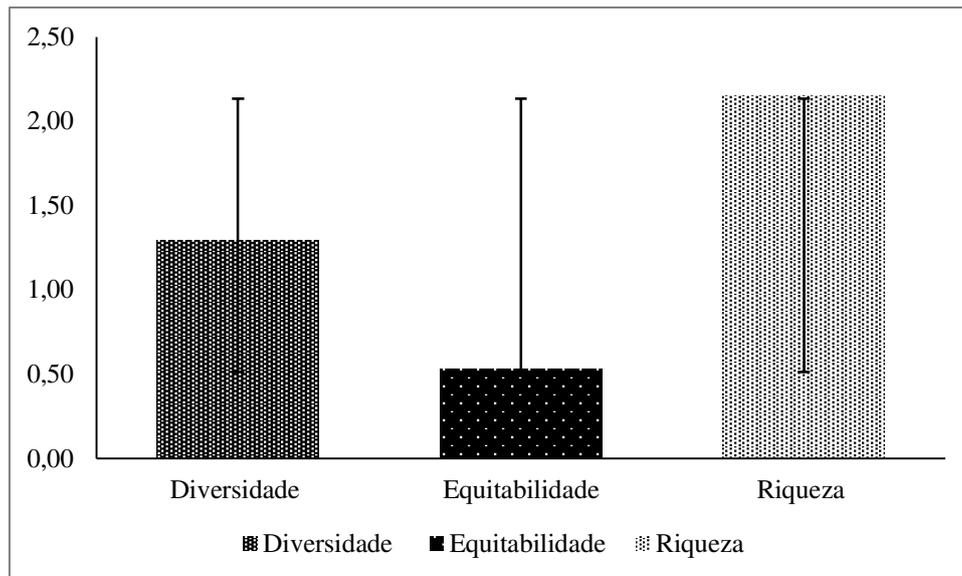


Figura 3. Valores (média \pm desvio) de diversidade (bits.cell⁻¹), equitabilidade e riqueza na Laguna da Jansen, São Luís- MA.

4.6 Análise estatística

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi explicada nos dois primeiros eixos por 60,81% da variância total (Tabela 4). O fator 1 explicou 45,70% das variações, associando diretamente a densidade fitoplanctônica e clorofila *a*, aos teores de silicato, nitrato, nitrito, nitrogênio total, ventos, pH e salinidade, que por sua vez, obtiveram correlação inversa com temperatura, MPS, fósforo total, secchi e PID. O fator 2, explicou 15,11% das variações, havendo correlação direta entre a turbidez, e concentrações de amônio e NID (Tabela 4).

Tabela 4. Análise dos componentes principais (ACP) das concentrações de clorofila *a*, densidade e variáveis ambientais na Laguna da Jansen, São Luís – MA.

		Fator 1	Fator 2
Autovalores		7,76	2,56
% total		45,70	15,11
Abreviações na ACP		Fator 1	Fator 2
Secchi	Secchi	0,521368	-0,230749
Temperatura	T°C	0,896461	0,129633
Potencial hidrogeniônico	pH	-0,933937	-0,100082
Salinidade	Sal	-0,886302	-0,130748
Turbidez	Turb	-0,318810	-0,522213

Material Particulado em Suspensão	MPS	0,814498	0,036538
Nitrito	NO ⁻²	-0,722847	-0,000065
Nitrato	NO ⁻³	-0,813750	-0,015759
Amônio	NH ₄ ⁺	-0,064573	-0,928271
Fósforo Inorgânico Dissolvido	PID	0,476264	-0,356662
Silicato	SiO ₂	-0,947393	-0,032633
Nitrogênio Total	NT	-0,459601	-0,294876
Fósforo Total	PT	0,575345	-0,387518
Nitrogênio Inorgânico Dissolvido	NID	-0,069757	-0,928005
Ventos	Vent	-0,654978	-0,011162
Clorofila <i>a</i>	Chl- <i>a</i>	-0,667201	0,168104
Densidade	Dens	-0,731987	0,283918

Quanto à representação gráfica da análise de componentes principais a maioria das variáveis se encontra agrupada em dois grupos de dispersão. Ao lado direito do observador, temperatura, MPS, secchi, concentrações de fósforo inorgânico dissolvido e fósforo total encontram-se diretamente relacionados (Figura 4).

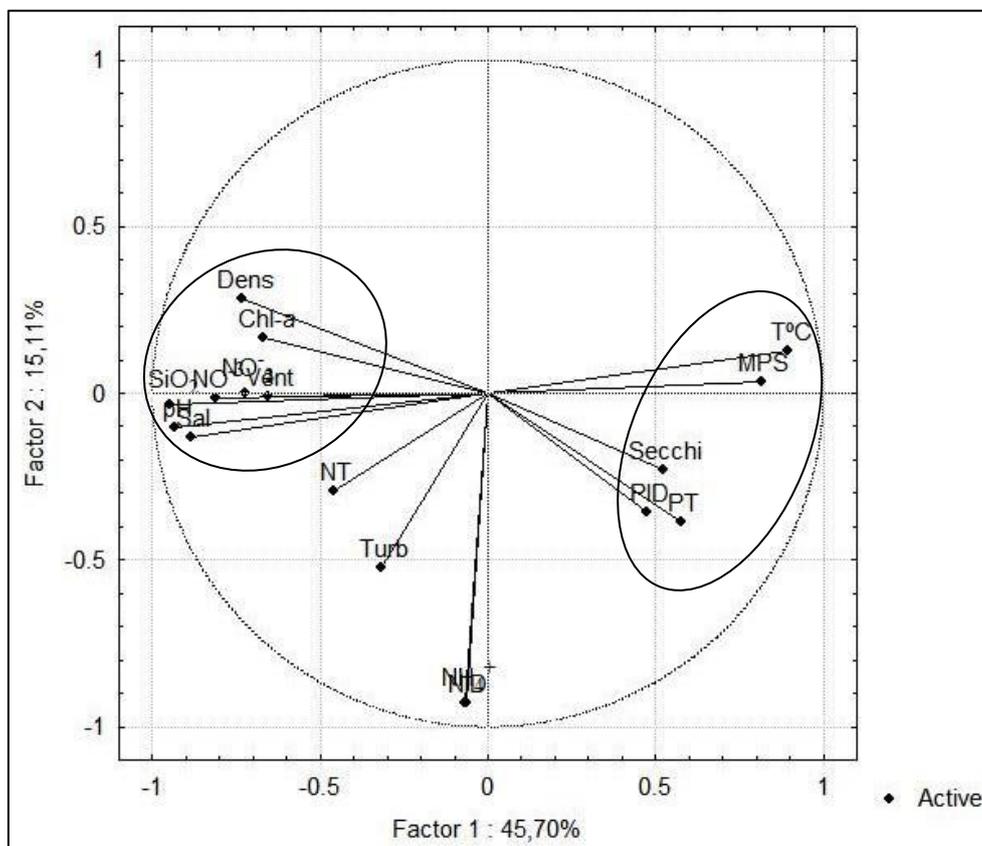


Figura 4. Análise de Componentes Principais na Laguna da Jansen, São Luís- MA.

Já para o grupo formado a esquerda do observador, a densidade fitoplanctônica e clorofila *a* são fortemente influenciadas por teores de silicato, nitrato e nitrito, além da possível deposição atmosférica que favorece o aporte de nutrientes para o interior da laguna, essa elevada produtividade e eventos de floração também estão correlacionados ao pH e salinidade, e em menor escala nitrogênio total, turbidez, amônio e nitrogênio inorgânico dissolvido.

A Análise de Correspondência Canônica (CCA) explicou 100% das relações entre as espécies e variáveis ambientais revelando forte correlação. O primeiro eixo (90,53%) revelou que os teores de silicato, nitrato, nitrito, pH, salinidade favoreceram a floração de *Synechococcus* sp. resultando no aumento de clorofila *a*.

O eixo 2 (9,47%) mostrou que *Chroococcus* sp, esteve associada a turbidez e ao NID que teve como principal contribuinte o íon NH_4^+ . Ainda nesse eixo *Cyclotella* sp. esteve correlacionada com temperatura, MPS e concentrações de fósforo total e PID (Figura 5).

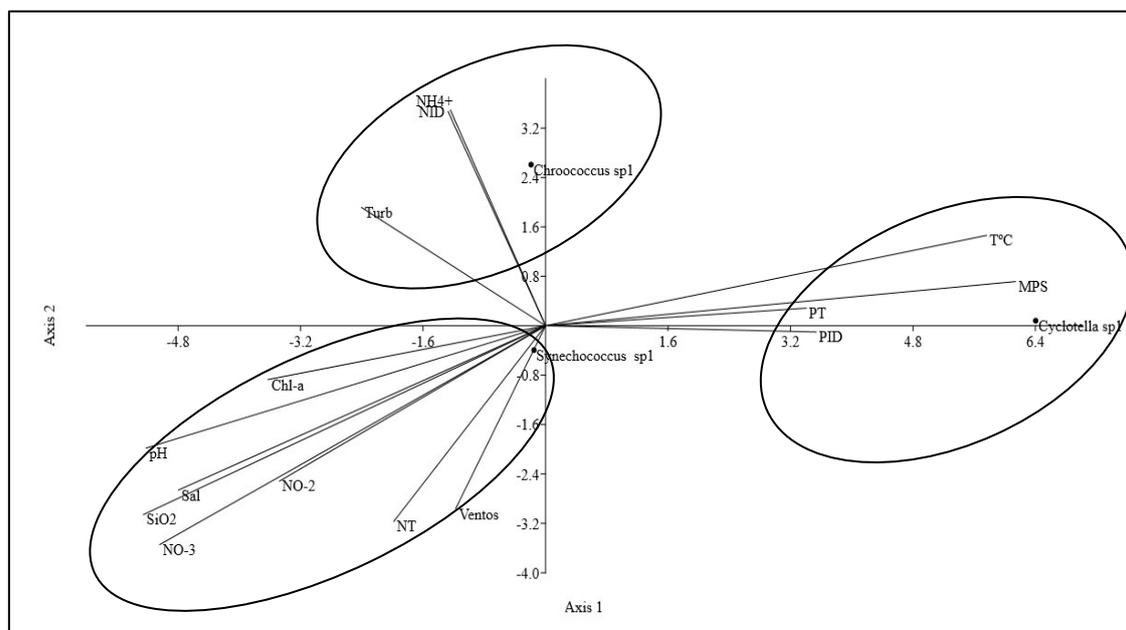


Figura 5. Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) na Laguna da Jansen, onde: T °C- temperatura da água; MPS- material particulado em suspensão;

PID- fósforo inorgânico dissolvido; PT- fósforo total; NID- nitrogênio inorgânico dissolvido; NT- nitrogênio total; NH_4^+ - amônio; NO^{2-} - nitrito; NO^{3-} - nitrato; Turb- turbidez; pH- potencial hidrogeniônico; Sal- salinidade; SiO_2 - Silicato; Chl-a – clorofila *a*; Ventos- *Synechococcus* sp- *Chroococcus* sp- *Cyclotella* sp.

5. DISCUSSÃO

Lagunas são ambientes que possuem suas funções e dinâmica fortemente influenciadas pelas suas características geomorfológicas (ROSELLI et al., 2009), esses ecossistemas funcionam como filtros e modulam o equilíbrio entre os fluxos de energia e matéria nos sistemas (ACQUAVITA et al., 2015).

Quanto à temperatura, observou-se que esteve dentro do padrão esperado para regiões tropicais, apresentando baixa amplitude, visto que, no período de estiagem as temperaturas ficam em torno de 28 °C a 30 °C (AZEVEDO-CUTRIM et al., 2008; RODRIGUES; CUTRIM, 2010; MONTEIRO et al., 2016). Com base nos resultados obtidos, a laguna é caracterizada como um sistema raso, de baixa transparência e elevada turbidez o que já foi observado por FERREIRA (2013) e ARAÚJO (2014). O aumento da biomassa de fitoplanctônica contribui para a diminuição da transparência da água e redução da disponibilidade de energia da luz (CLOERN, 2001).

A salinidade foi um parâmetro fundamental para densidade fitoplanctônica, sendo um fator condicionante para o desenvolvimento e estabelecimento das espécies (MELO-MAGALHÃES et al., 2009), durante todo o estudo esteve alta devido à ausência de chuvas, maior taxa de evapotranspiração e a restrição física próximo ao canal de entrada da água do mar que impede a renovação das águas no sistema. Quanto ao pH, valores alcalinos (> 7), evidenciaram a grande influência marinha, corroborando com valores encontrados por FERREIRA (2013) e ARAÚJO (2014).

De acordo com a classificação de MACEDO & COSTA (1978), a laguna apresenta-se como semi-poluída para a taxa de saturação de oxigênio, apresentando baixos valores de OD, o mesmo registrado por ARAÚJO (2014), ROJAS et al. (2013) e COARACY (1995). O oxigênio dissolvido desempenha um papel fundamental sobre a vida dos organismos aquáticos, além de servir como indicador das condições ambientais, uma vez que baixas concentrações deste gás poderão indicar uma poluição química, física ou biológica, e valores muito elevados estão associados ao processo de eutrofização (FLORES-MONTES, 1996).

De acordo com MACÊDO et al. (2004), os sais nutrientes possuem elevada importância no meio aquático, pois suas concentrações, juntamente com a luz, são os principais fatores limitantes da produção dos organismos clorofilados, interferindo assim em toda teia trófica.

A obstrução dos canais de renovação e o aumento das concentrações de nutrientes favorecem o crescimento do fitoplâncton (MACEDO et al., 2001 ; DUARTE et al., 2006) esse padrão pode ser observado na laguna da Jansen, onde a entrada desses elementos pode ocorrer de forma natural, através do escoamento superficial ou pelas descargas de efluentes domésticos (FERREIRA, 2013).

Nutrientes inorgânicos possuem um importante papel no crescimento do fitoplâncton, contribuindo para o aumento da comunidade que pode ser limitado tanto pelo nitrogênio (N) quanto pelo fósforo (P) (LOMAS et al., 2001; BRONK et al., 2007), este crescimento pode ser afetado ainda, por ciclos biogeoquímicos no ambiente (REDFIELD et al., 1963). Neste estudo, o NID demonstrou ser o fator limitante no crescimento de espécies, sendo o íon amônio sua principal forma inorgânica, semelhante aos dados de PAMPLONA et al., 2013; SILVA et al., 2015.

Segundo VON SPERLING (1995) a identificação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio de poluição. Assim quando a poluição for recente, os riscos ao ambiente e a saúde humana serão maiores, pois nesse caso o nitrogênio se apresenta na forma orgânica e amoniacal, forma mais tóxica e principal produto de excreção de organismos aquáticos (CAMPBELL, 1973). Com base nas altas taxas de fósforo total, a laguna da Jansen pode ser caracterizada com hipereutrófica, segundo VOLLENWEIDER (1968). Esses resultados corroboram com os valores encontrados por FERREIRA (2013) e ARAÚJO (2014), que detectaram $5,50 \mu\text{mol L}^{-1}$ e $0,530 \text{ mg.L}^{-1}$ respectivamente.

De acordo com WELCH (1992) a reciclagem interna de ortofosfato a partir do sedimento no interior da laguna também pode constituir uma importante fonte de fósforo à água, além disso, a matéria orgânica acumulada no sedimento, lançamento de efluentes domésticos e a decomposição e das folhas do mangue também contribuem para a elevada concentração de fósforo total (BERNINI et al., 2006; COARACY, 1995). Os níveis de NH_4^+ podem ser influenciados por vários processos bioquímicos (por exemplo, absorção de fitoplâncton, excreção de zooplâncton e remineralização bacteriana) estimulados por elevadas temperaturas (ROSELLI et al., 2009).

A clorofila *a*, apresentou altas concentrações relacionadas principalmente com as taxas de nutrientes e salinidade, onde esses parâmetros tornam-se fundamentais para o crescimento e variação do fitoplâncton (AZHIKODAN; YOKOYAMA, 2016; LIVINGSTON et al., 2002), incluídas como um dos componentes de estados tróficos para avaliações de ecossistemas aquáticos (SMITH, 2007). Verificou-se também que as maiores concentrações de clorofila foram determinadas pelo nano/picofitoplâncton. Conforme SUN et al. (2006) o tamanho do fitoplâncton é um parâmetro essencial, que muda a função ecológica do fitoplâncton conforme as condições do ambiente.

Quanto a densidade, a laguna apresentou elevado número de células se comparados a outros ambientes lagunares que contabilizaram 992×10^4 cell/L (MELO-MAGALHÃES, 2009), 10^4 a 10^6 cel.mL⁻¹ (GOMES et al., 2009). Ao longo do estudo foram registradas florações da espécie de cianobactéria *Synechococcus* sp. Segundo BEARDALL (2008), temperaturas elevadas entre 28-30°C constituem um importante fator no crescimento do gênero *Synechococcus*, que resultam em um aumento na biomassa e intensificam sua dominância associado aos elevados teores de nutrientes.

Diversos são os estudos que mostram como a formação de florações de algas pode ser nociva ao desenvolvimento de outras espécies, devido ao grande acúmulo de biomassa ou de compostos tóxicos, capazes de causar efeitos deletérios em competidores ou atuar como mecanismos de defesa contra predadores (FLYN, 2008).

O íon amônio é o maior contribuinte do NID que por sua vez esteve associado a turbidez contribuindo na densidade fitoplanctônica da espécie *Chroococcus* sp., conforme (NASSAR; GHARIB, 2014) a ocorrência e dominância desse gênero ocorre quando há um aumento na oferta de nutrientes em especial nitrogênio dissolvido. Em termos de densidade fitoplanctônica a espécie *Cyclotella* sp., relacionou-se diretamente com fósforo total e PID, diatomáceas, são altamente adaptadas às oportunidades de crescimento populacional rápido em águas rasas, turva e enriquecidas por nutrientes (CARSTENSEN et al., 2015).

As florações são bem comuns e estão ligadas às interações físicas, químicas e biológicas particulares de cada local (SOLÉ et al., 2006). Além disso, o tempo de residência da água tem sido considerado um fator que influencia a toxicidade, funcionando como uma zona de retenção para espécies de fitoplâncton tóxicos (PITCHER et al., 2010).

CONCLUSÃO

A distribuição e dinâmica do fitoplâncton na Laguna da Jansen é fortemente influenciada pelas concentrações de nutrientes inorgânicos e pela elevada salinidade, promovendo condições favoráveis para a dominância de *Synechococcus* sp., *Chroococcus* sp. e *Cyclotella* sp. Essas espécies podem ser consideradas bioindicadoras da qualidade desse ecossistema, construindo cenários de baixa diversidade, riqueza e uniformidade. A floração da espécie *Synechococcus* sp. foi regida por um grupo de compostos nitrogenados que indicam uma poluição remota desse ambiente, enquanto que *Chroococcus* sp. ocorre na presença do íon amônio, indicador de uma poluição mais recente. As concentrações de clorofila *a* foram altas ao longo do estudo, sendo o nano/picofitoplâncton a porção mais representativa. Com base nisto, essa configuração revela que a dinâmica de nutrientes influencia diretamente a estrutura do fitoplâncton, promovendo florações de algas e o aumento das concentrações de clorofila *a*.

AGRADECIMENTOS

Ao laboratório de Ficologia, inserido no Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão (DEOLI-UFMA) por disponibilizar a infraestrutura para a realização das campanhas e análise do material, em especial ao professor Dr. Marco Valério Jansen Cutrim pela orientação deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACQUAVITA, A.; ALEFFI, I.F.; BENCI, C.; BETTOSO, N.; CREVATIN, E.; MILANI, L.; TAMBERLICH, F.; TONIATTI, L.; BARBIERI, P.; LICEN, S.; MATTASSI, G. Annual characterization of the nutrients and trophic state in a Mediterranean coastal lagoon: The marano and Grado Lagoon (northern Adriatic Sea). *Regional Studies in Marine Science*, v. 2, 132-144, 2015.

AMENGUAL-MORRO, C.; NIELL, G. M.; MARTÍNEZ-TABERNER, A. Phytoplankton as bioindicator for waste stabilization ponds. *Journal of Environmental Management*, v. 95, p.71-76, 2012.

APHA. Compendium of methods for the microbiological examination of foods, 4th ed. American Public Health Association, Washington: APHA. 676 p, 2001.

APHA. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 22nd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC. 2012.

ARAÚJO, B.O. Variáveis físico-químicas e biológicas da Laguna da Jansen, São Luís- Maranhão. Monografia (Graduação em Biologia-Licenciatura/Bacharelado) - Universidade Federal do Maranhão. 2014.

AZEVEDO, DE A. C. G.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M.L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, v.22, n. 3, p. 870-877, 2008.

AZHIKODAN, G.; YOKOYAMA, K. Spatio-temporal variability of phytoplankton (Chlorophyll-a) in relation to salinity, suspended sediment concentration, and light intensity in a macrotidal estuary. *Continental Shelf Research*, v. 126, p. 15-26, 2016.

BEARDALL, J. Blooms of *Synechococcus* An analysis of the problem worldwide and possible causative factors in relation to nuisance blooms in the Gippsland Lakes. Monash University, VIC 3800, 2008.

BERNINI, E.; SILVA, M. A. B. da.; CARMO, T. M. S. do.; CUZZUOL, G. R. F. Composição química do sedimento e de folhas das espécies de manguezal do estuário do rio São Mateus, Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, v. 29, n. 4, p. 689-699, out.-dez, 2006.

BRONK, D. A.; SEE, J. H.; BRADLEY, P.; KILLBERG, L. DON as a source of bioavailable nitrogen for phytoplankton. *Biogeosciences*, v. 4, p. 283-296, 2007.

CAMPBELL, J. Nitrogen excretion. IN: PROSSER, C. L. Comparative animal physiology. Philadelphia: W.B. Saunders, 1973. p. 279-316.

CARSTENSEN, J.; KLAIS R.; CLOERN, J. E. Phytoplankton blooms in estuarine and coastal waters: Seasonal patterns and key species. *Estuar, Coast Shelf Sci.*, v. 162, p. 98-109, 2015.

CLOERN, J. E. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, v. 210, p. 223-253, 2001.

COARACY, E. M. V. Variação dos teores de nitrito, nitrato e amônia, na Lagoa da Jansen, nos períodos chuvoso e seco. 1995. Monografia (Especialização Química do Meio Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão. São Luís. 1995. 75p.

COELHO, S.; PEREZ-RUZAFÁ, A.; GAMITO, S. Phytoplankton community dynamics in an intermittently open hypereutrophic coastal lagoon in southern Portugal. *Estuar, Coast Shelf Sci.*, v. 167, p. 102-112, 2015.

COUTINHO, M. T. P.; BRITO, A. C.; PEREIRA, P.; GONÇALVES, A. S.; MOITA, M. T. A phytoplankton tool for water quality assessment in semi-enclosed coastal lagoons: Open vs closed regimes. *Estuar, Coast Shelf Sci.*, v. 110, p. 134-146, 2012

DAJOZ, R. *Ecologia geral*. Petrópolis: Vozes, 1983. 472 p.

DHIB, A., BRAHIM, M.B., ZIADI, B., AKROUT, F., TURKI, S. AND ALEYA, L. Factors driving the seasonal distribution of planktonic and epiphytic ciliates in a eutrophicated Mediterranean Lagoon. *Marine pollution bulletin*, v.74, n.1, p. 383-395, 2013.

DOMITROVIC, Y. Z.; NEIFF, J. J.; VALLEJOS, S. V. Factores que Regulan la Distribucion y Abundancia del Perifiton em Ambientes Lenticos. In: SCHWARZBOLD, A.; BURLIGA, A. L.; TORGAN, L. C. *Ecologia do Perifiton*. São Carlos: RiMa Editora, 2013. p. 103-130.

DUARTE, P.; MACEDO, L.C. F. Fonseca The relationship between phytoplankton diversity and community function in a Coastal lagoon. *Hydrobiology*, v. 555, p. 3-18, 2006.

FERRARIO, M.; SARS, E.; SALA, S. Metodología básica para el estudio de fitoplancton con especial referencia a las diatomáceas. In: AIVEAR, K.; FERARIO, M.E.;

OLIVEIRA, FILHO, E. C.; SARS, E. (Eds.). Manual de métodos ficológicos. Chile: Universidad de Concepción, 1995. p. 1-24.

FERREIRA, F. S. Uso de índices de qualidade da água como subsídios na sustentabilidade da laguna da Jansen, São Luís- MA. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas) – Universidade Federal do Maranhão. 2013. 169f.

FLORES MONTES, M. J. Variação nictimeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE. Recife, PE. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. 1996. 197f.

FLYNN, K. J. Attack is not the best form of defense: lessons from harmful algal bloom dynamics. *Harmful Algae*, v. 8, p. 129-139, 2008.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. Methods for physical and chemical analysis of freshwater. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1978. 213 p.

GOMES, A. M. A.; SAMPAIO, P.L.; FERRÃO-FILHO, A.S.; MAGALHÃES, V. F.; MARINHO, M. M.; OLIVEIRA, A. C. P.; SANTOS, V.B.; DOMINGOS, P.; AZEVEDO, S. M. F. O. Florações de cianobactérias tóxicas em uma lagoa costeira hipereutrófica do Rio de Janeiro/Rj (Brasil) e suas consequências para saúde humana. *Oecologia brasiliensis*, v. 13, p. 329-345, 2009.

GRANÉLI, E.; WEBERG, M. & SALOMON, P.S. 2008. Harmful algal blooms of allelopathic microalgal species: the role of eutrophication. *Harmful Algae*, v. 8, p. 94-102, 2008.

GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M.; KREMLING, K. Methods of seawater analysis. 2. ed. Verlag Chemie, New York, 1983. v. 16, n. 3, p.581-614, 419 p.

GREGO, C. K. S. Distribuição espacial e sazonal da composição e biomassa fitoplanctônica correlacionadas com a hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista, Pernambuco). Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife: 2004. 117f.

HALLEGRAEFF, G. M. Ocean climate change, phytoplankton community responses, and harmful algal blooms: a formidable predictive challenge. *J. Phycol.*, v. 46, p. 220-235, 2010.

KITSIOU D.; KARYDIS M. Coastal marine eutrophication assessment: A review on data analysis. *Environmental International*, v. 37, p. 778-801, 2001.

KJERFVE, B. Coastal lagoon processes. In: KJERFVE, B. (Ed.) Amsterdam: Elsevier Oceanography Series, n. 60, 1994. 577 p.

KORALEFF, K. Determination of phosphorus. In GRASSHOFF, K., EHRHARDT, M.; KREMLING, K. (Eds). *Methods of sea water analysis*. 2ed. Verlag Chemie, Weinheim, 1983, v. 9, n. 1, p. 125-39.

LETERME, S.C.; ALLAIS, L.; JENDYK, J.; HEMRAJ, D.A.; NEWTON, K.; MITCHELL, J.; SHANAFIELD, M. Drought conditions and recovery in the Coorong wetland, south Australia in 1997–2013. *Estuar, Coast Shelf Sci.*, v. 163, p. 175-184, 2015.

LIVINGSTON, R. J.; PRASADA, A. K.; NIU, X.; MCGLYNNA, S. E. Effects of ammonia in pulp mill effluents on estuarine phytoplankton assemblages: field descriptive and experimental results. *Aquatic Botany*, v.74, p. 343–367, 2002.

LOMAS, M. W.; GLIBERT, P. M.; CLOUGHERTY, D. A.; HUBER, D. R.; JONES, J. ALEXANDER, J. Elevated organic nutrient ratios associated with brown tide algal blooms of *Aureococcus anophagefferens* (Pelagophyceae). *Journal of Plankton Research*, v. 23, p. 1339-1344, 2001.

LU, Z.; GAN, J. Controls of seasonal variability of phytoplankton blooms in the Pearl River Estuary. *Deep-Sea Res. pt. II*, v.117, p. 86-96, 2015.

MACEDO, M. F.; DUARTE, P.; MENDES, J. G. P. Ferreira Annual variation of environmental variables, phytoplankton species composition and photosynthetic parameters in a coastal lagoon. *Journal of Plankton Research*, v. 23, p. 719-732, 2001.

MACÊDO, S. J.; MUNIZ, K.; FLORES-MONTES, M. J. Hidrologia da região costeira e plataforma continental do Estado de Pernambuco. In: Eskinazi-Leça E.; Neumann-Leitão,

S.; Costa, M. F. (Ed.). Oceanografia: Um cenário tropical. Recife: Bagaço. 2004, p. 255-286.

MACÊDO, S. J.; COSTA, K.M.P. Estudos ecológicos da região de Itamaracá. Pernambuco - Brasil. Condições Hidrológicas do Estuário do Rio Botafogo. Ciência e Cultura., v. 30, p. 346- 368,1978.

MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. La metodologia para El estudio de La vegetacion. Collection de Monografias cientificas, [s.i].,1982. n. 22. 168 p.

MELLO-MAGALHÃES, E. M.; KOENING, M.L.; SANT'ANNA, C.L. Fitoplâncton e variáveis ambientais nos canais do sistema estuarino lagunar Mandaú/Manguaba, Alagoas, Brasil. Hoehnea, v. 31, p. 73-89, 2004.

MELO-MAGALHÃES, E. M.; MEDEIROS, P R. P.; LIRA, M. C. A.; KOENING, ML.; MOURA, A. N. Determination of eutrophic areas in Mundaú/Manguaba lagoons, Alagoas-Brazil, through studies of the phytoplanktonic community. Braz. J. Biol., v. 69, n. 2, p. 271-280, 2009.

MONTEIRO, M. C.; JIMÉNEZ, J. A.; PEREIRA, L. C. C. Natural and human controls of water quality of an Amazon estuary (Caeté-PA, Brazil). Ocean & Coastal Management., v. 124, p. 42-52, 2016.

MULLER-MELCHERS, F. C.; FERRANDO, H. J. Técnicas para el estudio de las diatomáceas. Boletim de Instituto Oceanográfico Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 7, n. 1/2, p. 151-160, 1956.

NASSAR, M. Z. A.; GHARIB, S. M. Spatial and temporal patterns of phytoplankton composition in Burullus Lagoon, Southern mediterranean coast, Egypt. Egypt. J. Aquat. Res., v. 40, n. 2, p. 133-142, 2014.

NOGUEIRA, M. G. Phytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. Hydrobiologia, v. 431, p. 115-128, 2000.

PAMPLONA, F. C.; PAES E. T. Nepomuceno A. Nutrient fluctuations in the Quatipuru river: A macrotidal estuarine mangrove system in the Brazilian Amazonian basin. *Estuar, Coast Shelf Sci.*, v. 133, p. 273-284, 2013.

PIELOU, E.C. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.*, 1966. v. 10, p. 370-383.

PITCHER, G.C.; FIGUEIRAS, F.G.; HICKEY, B.M.; MOITA, M.T. A oceanografia física dos sistemas de ressurgência e o desenvolvimento de proliferação de algas nocivas. *Progress in Oceanography*, v. 85, p. 5-32, 2010.

REDFIELD, A.C.; KETCHUM, B.H.; RICHARDS, F.A. The influence of organisms on the composition of seawater. In *The Sea* (M.N. Hill, editor). Interscience, v. 2, p. 26-77, 1963.

RODRIGUES, E. I.; CUTRIM, M. V. J. Relações entre as variáveis físicas, químicas e fitoplanctônicas de três áreas estuarinas da costa Norte do Brasil - São José de Ribamar, Cedral e Cajapió, Estado do Maranhão. *Arq. Ciênc. Mar. Fortaleza.*, v. 43, n. 2, p. 45-54, 2010.

ROJAS, M. O. A. I.; NETO, J. de J. G. da C.; BARBIRE, R.; SIQUEIRAOS, L. S. F. Avaliação físico-química da Laguna da Jansen, São Luís. MA. *Actatecnológica*, v. 8, n. 2, p. 19-24, 2013.

ROSELLI, L.; FABBROCINI, A.; MANZO, C.; D'ADAMO, R. Hydrological heterogeneity, nutrient dynamics and water quality of a non-tidal lentic ecosystem (Lesina Lagoon, Italy). *Estuar, Coast Shelf Sci.*, v. 84, p. 539-552, 2009.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. *Bulletin of System Technology Journal*, 1948. v. 27, p. 379-423.

SILVA, M. A. M.; SOUZA, M. F. L.; ABREU P. C. Spatial and temporal variation of dissolved inorganic nutrients, and chlorophyll-a in a tropical estuary in northeastern Brazil: Dynamics of nutrient removal. *Braz. Journ. Oceanogr.*, v. 63, n. 1, p. 1-15, 2015.

SIN, Y.; LEE, E.; LEE, Y.; SHIN, K. H. The river-estuarine continuum of nutrients and phytoplankton communities in an estuary physically divided by a sea dike. *Estuar, Coast Shelf Sci.*, v. 163, p. 279-289, 2015.

SMITH, V. H. Using primary productivity as an index of coastal eutrophication: the units of measurement matter. *J. Plankton Res.*, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2007.

SNICKARS, M.; WEIGEL, B.; BONSDORFF, E. Impact of eutrophication and climate change on fish and zoobenthos in coastal waters of the Baltic Sea. *Mar Biol.*, v. 162, p. 141-151, 2015.

SOARES, M. F.; DOMINGOS, P.; SOARES, F. de F.L.; TELLES, L.F.R. 10 anos de monitoriamento de qualidade ambiental da água na Lagoa Rodrigo de Freitas. *Oecologia Australis*. v. 16, n. 3, p. 581-614, 2012.

SOLÉ, J.; GARCÍA-LADONA, E.; ESTRADA, M. The role of selective predation in harmful algal blooms. *Journal of Marine Systems*, v. 62, p. 46-54, 2006.

STRICKLAND, J. D. H.; T. S. PARSONS. A practical handbook of seawater analysis. *Bulletin Fisheries Research Board of Canada*, Ottawa, v. 167, n. 2, p. 1-205, 1972.

SUN J.; LIU D.; BAI J.; GAO H.; HAN X. Phytoplankton community of the Bohai Sea in winter 2001. *Periodical of Ocean University of China*, v. 34, p. 413-422, 2004.

SUN, C.; WANG, Y.; SUN, S.; ZHANG, F. Dynamic analysis of phytoplankton community characteristics in Daya Bay, China. *Acta Ecologica Sinica*, v. 26, n. 12, p. 3948-3958, 2006.

TURNER, E. L.; PAUDEL, B.; MONTAGNA, A. P. Baseline nutrient dynamics in shallow well mixed coastal lagoon with seasonal harmful algal blooms and hypoxia formation. *Marine Pollution Bulletin.*, v. 96, p. 456-462, 2015.

UFMA. Lagoa da Jansen: recuperação ambiental, São Luís- MA. Relatório Preliminar. São Luís. 1993, 58 p.

UNESCO. Determination of photosynthetic pigments in sea water. Paris (Monographs on Oceanology Methodology), 1966. 66 p.

VALENTIN, J. L. Ecologia numérica. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 117 p.

VALENTIN, J. L.; MACÊDO-SAIDAH, F. E.; TENENBAUM, D. R.; SEIVA, N. L. A. Diversidade específica para análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicações ao ecossistema de ressurgência de Cabo Frio (RJ). Nerítica. Pontal do Sul: v. 6, n. 1/2, p. 7-26, 1991.

VIÉGAS, M. C. P. Políticas públicas e o ecossistema manguezal: o caso da Lagoa da Jansen. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas) - Universidade Federal do Maranhão. São Luís. 1996. 156 p.

VILAFANE, V. E; REID, F. M. H. Métodos de microscopia para la cuantificación del fitoplancton. In: ALVEAR, K.; FERRARIO, M.E.; OLIVEIRA FILHO, E. C.; SARS, E. (Eds.). Manual de métodos ficológicos. Chile: Universidad de Concepción, 1995. p. 169-185.

VOLLENWEIDER, R. A. Möglichkeiten und grezen elementare modele der toffbitanz Von seen. Arch Hydro boil, v. 66, p. 1-36, 1968.

VON SPERLING, M. V. Princípio do tratamento biológico de águas residuárias. IN: Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 1995. p.

WELCH, E. B. Ecological Effects of Wastewater: Applied Limnology and Pollutant Effects, second ed. Chapman & Hall, London, 1992. 423 p.

ZAABOUB, N.; ALVES MARTINS, M.V.; DHIB, A.; BÉJAOU, B.; GALGANI, F.; EL BAOUR, M.; ALEYA, L. Accumulation of trace metals in sediments in mediterranean Lagoon: usefulness of metals sediment fractionation and elutriate toxicity assessment. Environ Sci Pollut Res, v. 207, p. 226-237, 2015.

ANEXOS



ISSN 1679-8759 versão impressa
ISSN 1982-436X versão online

[Escopo e política](#)

[Forma e preparação de manuscritos](#)

[Envio de manuscritos](#)

-
-
-

Escopo e política

O Brazilian Journal of Oceanography cobre todo o espectro de disciplinas dentro da ciência da oceanografia, publicando artigos em oceanografia biológica, oceanografia física, química marinha, sedimentologia e geologia, desde ambientes costeiros e estuarinos até águas oceânicas da margem continental. Ênfase é dada a trabalhos interdisciplinares e voltados para estudo de processos.

O Brazilian Journal of Oceanography também publica volumes dedicados a resultados de reuniões científicas, amplos estudos interdisciplinares ou tópicos específicos.

O público alvo é formado por oceanógrafos físicos, químicos, biólogos e geólogos, geoquímicos, biólogos e ecólogos marinhos. Os trabalhos encaminhados para publicação devem ser inéditos, destinarem-se exclusivamente ao Brazilian Journal of Oceanography e estarem obrigatoriamente redigidos em língua inglesa. O manuscrito deverá ser encaminhado ao editor, que verificará a pertinência do trabalho ao escopo da revista.

A avaliação é feita criticamente por dois revisores especialistas no assunto. O Editor decide sobre a aceitação ou rejeição do trabalho enviado. Os manuscritos aceitos são devolvidos ao autor para sua consideração em relação aos comentários e sugestões dos revisores. O Brazilian Journal of Oceanography publica trabalhos em três formatos, conforme se segue, sendo ocasionais os artigos de revisão. a) Trabalho original: até 30 páginas, incluindo tabelas e ilustrações; b) Nota: até 07 páginas, incluindo tabelas e ilustrações; c) Revisão de conjunto ou atualização de conhecimento: até 50 páginas, incluindo tabelas e ilustrações. Não há taxa para submissão de artigos.

Não há taxa para submissão e avaliação de artigos.

Forma e preparação de manuscritos

Estrutura do trabalho original

No preparo do trabalho original deverá ser observada, sempre que possível, a estrutura convencional dos artigos científicos na seguinte ordem: título, autor(es), "abstract", resumo em português, descritores, introdução, material e métodos, resultados, discussão, agradecimentos e referências bibliográficas.

Título - Deve ser breve e indicativo da exata finalidade do trabalho; no caso de ser necessário título longo, recorrer a subtítulo; versão do

título para o inglês. Deve ser indicado o título corrente (running head).

Autores - Nome(s) do(s) autor(es), com a respectiva filiação científica (entidade à qual estão vinculados e endereço para correspondência).

Abstract - Em inglês, localizado entre o título e o texto, com no máximo 200 palavras, sem o emprego de parágrafos. Consiste em resumo breve do conteúdo do artigo; deve ser conciso e claro ressaltando os resultados mais importantes.

Resumo - Em português, localizado após o Abstract, com no máximo 200 palavras, sem o emprego de parágrafos. Deve ser breve, conciso e claro, ressaltando os resultados mais importantes.

Descritores - O número de Descritores deve ser no máximo 8, em português e inglês.

Introdução - Deve estabelecer com clareza o objetivo do trabalho, relacionando-o com outros do mesmo campo e apresentando de forma sucinta a situação em que se encontra o problema investigado. Extensas revisões de literatura devem ser substituídas por referências aos trabalhos mais recentes, onde tais revisões tenham sido apresentadas.

Material e métodos - A descrição dos métodos usados deve limitar-se ao suficiente, para possibilitar sua perfeita compreensão; processos e técnicas já descritos em outros trabalhos devem ser referidos somente por citação, a menos que tenham sido consideravelmente modificados.

Resultados - Devem ser apresentados com clareza e, sempre que necessário, acompanhados de tabelas e material ilustrativo adequados. Os dados numéricos devem ser apresentados em tabelas ou figuras.

Discussão - Deve restringir-se à avaliação dos resultados obtidos e de suas possíveis causas e conseqüências, relacionando as novas contribuições aos conhecimentos anteriores. Evitar hipóteses ou generalizações não baseadas nos resultados dos trabalhos.

Agradecimentos - Quando necessários devem ser mencionados antes das referências bibliográficas.

Referências bibliográficas - Devem ser ordenadas alfabeticamente por sobrenome do autor, sendo consideradas apenas as referências mencionadas no texto. As referências devem seguir a Norma ABNT Padrão NBR 6023.

Obs.: Não serão aceitas referências bibliográficas de trabalhos não publicados, teses, dissertações e resumos de eventos.

Fórmulas, Gráficos, Tabelas e Figuras devem apresentar números com pontuação inglesa referente a pontos e vírgulas. Siga as instruções do sistema de submissão online: <http://www.sgponline.com.br/bjo/sgp/>

Importante: Os autores devem enviar seis (06) nomes de revisores potenciais para o manuscrito, entre os especialistas de reconhecida competência na área

NOTAS

Os trabalhos destinados à categoria b devem seguir estruturas: Título e nome dos autores

Texto - Poderá incluir ilustrações e tabelas.

Agradecimentos

Referências bibliográficas

REVISÃO DE CONJUNTO OU ATUALIZAÇÃO

Os trabalhos destinados à categoria c devem seguir a seguinte estrutura:

Título e nome dos autores

Abstract

Resumo

Texto - poderá incluir ilustrações e tabelas

Agradecimentos

Referências bibliográficas

Envio de manuscritos

Os originais deverão ser encaminhados para:

<http://www.sgponline.com.br/bjo/sgp/>

[[Home](#)] [[Sobre a revista](#)] [[Corpo editorial](#)] [[Assinaturas](#)]



Todos os conteúdos do periódico, exceto onde está identificado, está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](#)

Praça do Oceanográfico, 191 - Cidade Universitária
05508-120 - São Paulo - SP - Brasil

Tel.:

(+55)

11-3091-6

501 Fax:

(+55)

11-3032-3

092



io@usp.br