



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

CAÍQUE MATEUS DO NASCIMENTO DE FARIAS

**INFLUÊNCIA DAS MARÉS DE QUADRATURA E SIZÍGIA NA
CONCENTRAÇÃO DOS NUTRIENTES DISSOLVIDOS NA REGIÃO
ESTUARINA DE RAPOSA-MA**

SÃO LUÍS, MA
SETEMBRO, 2020

CAÍQUE MATEUS DO NASCIMENTO DE FARIAS

**INFLUÊNCIA DAS MARÉS DE QUADRATURA E SIZÍGIA NA
CONCENTRAÇÃO DOS NUTRIENTES DISSOLVIDOS NA REGIÃO
ESTUARINA DE RAPOSA-MA**

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Oceanografia da Universidade
Federal do Maranhão, como requisito para
obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia

Orientadora: Profa. Dra. Samara Aranha Eschrique

**SÃO LUÍS, MA
SETEMBRO, 2020**

BIBLIOTECA

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

FARIAS, Caique Mateus do Nascimento de.
INFLUÊNCIA DAS MARÉS DE QUADRATURA E SIZÍGIA NA
CONCENTRAÇÃO DOS NUTRIENTES DISSOLVIDOS NA REGIÃO
ESTUARINA DE RAPOSA-MA / Caique Mateus do Nascimento de
FARIAS. - 2020.

29 f.

Orientador(a): Samara Aranha ESCHRIQUE.
Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia,
Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2020.

1. Estuário. 2. Maré de Quadratura. 3. Maré de
Sizígia. 4. Nutrientes. 5. Zona Costeira. I. ESCHRIQUE,
Samara Aranha. II. Título.

CAÍQUE MATEUS DO NASCIMENTO DE FARIAS

**INFLUÊNCIA DAS MARÉS DE QUADRATURA E SIZÍGIA NA
CONCENTRAÇÃO DOS NUTRIENTES DISSOLVIDOS NA REGIÃO
ESTUARINA DE RAPOSA – MA**

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Oceanografia da Universidade
Federal do Maranhão como requisito para
obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia

Aprovada em _____ de _____ de _____.

Banca Examinadora

Dra. SAMARA ARANHA ESCHRIQUE
(Orientadora/Departamento de Oceanografia e Limnologia)

Dra. CLÁUDIA KLOSE PARISE
(Departamento de Oceanografia e Limnologia)

MSc. ADILSON MATHEUS BORGES MACHADO
(Departamento de Oceanografia e Limnologia)

DEDICATÓRIA

*Ao meu Pai Jaime, minha Mãe Cláudia e toda
minha família pelo esforço e dedicação perante
minha educação e ao longo de minha formação.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu pai, Jaime Santos de Farias por todo esforço e confiança colocado diante a minha formação, por sempre acreditar nos meus sonhos, por todos os incentivos e por ser o principal exemplo de toda maturidade profissional que conquisei. Agradeço também a minha mãe Cláudia Cristina do Nascimento e minhas irmãs, Joana Luiza do Nascimento e Jaiane Luiza do Nascimento de Farias, por sempre estarem ao meu lado.

A minha professora Samara Aranha Eschrique, orientadora e mãe científica, por todo o aprendizado, sabedoria e consolos nos momentos mais difíceis da minha trajetória, por sempre acreditar e incentivar o meu crescimento.

Aos meus amigos de profissão, Gustavo, Fernanda, José, Iara, Bianca e Jeferson, por toda a parceria, contribuições e paciência nos diversos momentos que estiveram presentes. Em especial agradeço a Juliana Franco Lima que considero uma irmã, por todos os consolos oferecidos nos momentos de ansiedade, por sempre esforçar-se a entender, acreditar em mim e principalmente por toda a reciprocidade. Agradeço em especial mais uma vez, ao Christiano Freitas, por ser uma peça essencial na execução desse trabalho, principalmente em relação as idas de campo, sem ele eu não teria conseguido, este trabalho é a prova de que todos os cortes por ostras nos pés que obtivemos, não foram em vão.

Agradeço também a família LABCICLOS, por serem uma equipe de pessoas dedicadas, por todas as horas fora do expediente que passaram me ajudando nas análises laboratoriais e por sempre acrescentaram no meu trabalho.

Agradeço ao Prof, Leonardo Gonçalves e sua família LEOG e a Prof. Cláudia Klose Parise e a sua família LACLIMA, por todo o suporte e contribuição através de conselhos, críticas construtivas, ideias científicas, por me incentivarem e me inspirarem.

Queria agradecer também a família do seu Hélio e Shirley, que fazem parte da comunidade pesqueira e de turismo do Município da Raposa, por cederem equipamentos que foram essenciais para a execução do trabalho e por toda hospitalidade oferecida durante os dias de campo. De forma geral, agradeço a todo o corpo docente presente no DEOLI, e todos os funcionários que doaram um pouco de si durante a trajetória desse trabalho.

RESUMO

Os estuários são considerados os principais fornecedores de nutrientes para a zona costeira, recebendo e concentrando o material originado tanto pela bacia de drenagem, quanto pela ação antrópica. A hidrodinâmica desse ambiente é determinante para a distribuição de nutrientes dissolvidos e particulados. Este estudo tem como objetivo determinar a concentração dos nutrientes dissolvidos no sistema estuarino do município de Raposa, nas condições de maré de quadratura e sizígia. A área de estudo abrange um canal de maré localizado no município de Raposa-MA, que apresenta uma sazonalidade bem definida (período chuvoso vs período de estiagem) e um regime de macromaré semidiurna. As coletas foram realizadas em um ponto fixo, durante treze meses consecutivos, abrangendo uma maré de sizígia e uma maré de quadratura por mês, totalizando 26 campanhas de coletas. Foram determinados os seguintes parâmetros ambientais: profundidade local, temperatura da água, salinidade da água, pH, totais sólidos suspensos, oxigênio dissolvido, clorofila-a e concentração dos nutrientes principais (PO_4^{3-} , NO_2^- e SiO_3^{2-}). O fosfato apresentou maiores valores durante a maré de sizígia, independentemente do clima sazonal, indicando que a amplitude de maré tem grande influência sobre sua concentração. O nitrito apresentou maiores valores durante o período chuvoso, independentemente da amplitude de maré, em decorrência da maior descarga fluvial e lixiviação do solo. O silicato apresentou maiores valores durante a maré de quadratura, sendo este mais expressivo durante o período chuvoso, em decorrência do maior aporte terrestre e da ressuspensão do material de fundo. Os parâmetros físicos e químicos do canal estuarino de Raposa mostraram-se sensíveis à sazonalidade das chuvas, cuja variabilidade esteve relacionada principalmente ao período de maior aporte de água doce, embora a variação da amplitude das marés tenha um efeito secundário na variação das concentrações de nutrientes na região.

Palavras-chave: Estuário, Nutrientes, Maré de Sizígia, Maré de Quadratura, Zona Costeira

ABSTRACT

Estuaries are considered the main nutrient suppliers for the coastal zone, receiving and concentrating the material originated both by the drainage basin and by the anthropic action. The hydrodynamics of this environment is crucial for the distribution of dissolved and particulate nutrients. This study aims to determine the concentration of dissolved nutrients in the estuarine system of the municipality of Raposa, under the conditions of quadrature and syzygy tide. The study area includes a tidal channel located in the municipality of Raposa-MA, which has a well-defined seasonality (rainy season versus dry season) and a semi-daytime macromarine regime. The collections were carried out at a fixed point, for thirteen consecutive months, covering a spring tide and a square tide per month, totaling 26 collection campaigns. The following environmental parameters were determined: local depth, water temperature, water salinity, pH, total suspended solids, dissolved oxygen, chlorophyll-a and concentration of the main nutrients (PO_4^{3-} , NO_2^- e SiO_3^{2-}). Phosphate showed higher values during spring tide, regardless of seasonal climate, indicating that the tidal range has a great influence on its concentration. Nitrite showed higher values during the rainy season, regardless of the tidal range, due to the greater river discharge and leaching of the soil. The silicate showed higher values during the quadrature tide, which was more expressive during the rainy season, due to the greater terrestrial contribution and the resuspension of the bottom material. The physical and chemical parameters of the Raposa estuarine channel proved to be sensitive to the seasonality of the rains, the variability of which was mainly related to the period of greatest freshwater supply, although the variation in tidal amplitude has a secondary effect on the variation in nutrient concentrations in the region.

Keywords: Estuary, Nutrients, Syzygy Tide, Quadrature Tide, Coastal Zone.

EPÍGRAFE

*“E os braços do oceano estão me carregando,
Nos braços do oceano, tão frio, mas tão doce,
Mas os braços do oceano, me libertaram.”*

Florence and The Machine

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ponto fixo de amostragem no sistema estuarino do município de Raposa-MA.	19
Figura 2 - Média anual da curva de maré de sizígia e quadratura durante este estudo, Raposa-MA.....	21
Figura 3 - Concentrações de cl-a e dos nutrientes dissolvidos no ponto fixo da região estuarina de Raposa (SC=Sizígia/Chuvoso; SE=Sizígia/Estiagem; QC=Quadratura/Chuvoso; QE=Quadratura/ Estiagem).	22
Figura 4 - ACP para os parâmetros físicos e químicos neste estudo: a) Maré de sizígia; b) Maré de quadratura.	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores dos parâmetros físicos e químicos no ponto fixo do estuário do município de Raposa-MA.....	24
--	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACP - Análise dos Componentes Principais.

APHA - *American Public Health Association*.

chl-*a* – Clorofila-*a*.

CTD - *Conductivity, Temperature and Depth*.

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

LABCICLOS - Laboratório de Biogeoquímica dos Constituintes Químicos da Água.

NO₂⁻ - Nitrito.

OD - Oxigênio Dissolvido.

P - Fósforo.

pH - Potencial Hidrogeniônico.

PO₄³⁻ - Fosfato.

QC – Quadratura/Chuvoso.

QE – Quadratura/Estiagem.

QD - Maré de Quadratura.

Si - Silício.

SiO₃²⁻ - Silicato.

SC – Sizígia/Chuvoso.

SE – Sizígia/Estiagem.

SZ - Maré Sizígia.

TSS - Totais de Sólidos em Suspensão.

SUMÁRIO

RESUMO	13
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO.....	14
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	16
Área de Estudo.....	16
Coleta e Tratamento de Dados.....	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
ANEXOS	24

INFLUÊNCIA DAS MARÉS DE QUADRATURA E SIZÍGIA NA
CONCENTRAÇÃO DOS NUTRIENTES DISSOLVIDOS NA REGIÃO
ESTUARINA DE RAPOSA-MA

Caique Mateus do Nascimento de FARIAS

Graduando do Curso de Oceanografia, LABCICLOS - UFMA

caique_matteus@hotmail.com

Samara Aranha ESCHRIQUE

Prof^a. Dr^a. do Depto de Oceanografia e Limnologia, LABCICLOS - UFMA

samara.eschrique@ufma.br

Antonio Jeferson Muniz ALMEIDA

Discente do Curso de Oceanografia, LABCICLOS - UFMA

jefersonmuniz@icloud.com

Catarina de Maria Gomes de MORAIS

Discente do Curso de Oceanografia, LABCICLOS - UFMA

catarinagomess.19@gmail.com

RESUMO

Os estuários são considerados os principais fornecedores de nutrientes para a zona costeira, recebendo e concentrando o material originado tanto pela bacia de drenagem, quanto pela ação antrópica. A hidrodinâmica desse ambiente é determinante para a distribuição de nutrientes dissolvidos e particulados. Este estudo tem como objetivo determinar a concentração dos nutrientes dissolvidos no sistema estuarino do município de Raposa, nas condições de maré de quadratura e sizígia. A área de estudo abrange um canal de maré localizado no município de Raposa-MA, que apresenta dois períodos sazonais bem definidos (chuva e estiagem), e maré do tipo macromaré semidiurna. As coletas foram realizadas em um ponto fixo, durante treze meses, abrangendo uma maré de sizígia e uma maré de quadratura por mês, totalizando 26 campanhas de coletas. Foram determinados os seguintes parâmetros: profundidade local, temperatura, salinidade, pH, totais sólidos suspensos, oxigênio dissolvido, clorofila-*a* e concentração dos nutrientes principais (PO_4^{3-} , NO_2^- e SiO_3^{2-}). O fosfato apresentou maiores valores durante a maré de sizígia, independente do período sazonal, indicando contribuição da maré em sua concentração. O nitrito apresentou maiores valores

durante o período chuvoso, independente da condição de maré, em decorrência da descarga fluvial e lixiviação do solo. O silicato apresentou maiores valores durante a maré de quadratura, sendo este mais expressivo durante o período chuvoso, em decorrência do aporte terrestre e da ressuspensão do material de fundo. Os parâmetros físicos e químicos do canal estuarino se mostraram influenciados pela sazonalidade da região, com variabilidade relacionada ao aporte de água doce, mesmo quando sob efeito dos ciclos de maré, demonstrando uma leve variação nas concentrações de nutrientes.

Palavras-chave: Estuário, Nutrientes, Maré de Sizígia, Maré de Quadratura.

ABSTRACT

The estuaries are considered the principal providers of nutrients to the coastal zone, receiving and concentrating the originated material as by drainage basin, as by anthropic action. The hydrodynamic of these environments is determined by the distribution of dissolved and particulate nutrients. The objective of this work was to determine the concentration of dissolved nutrients in the estuarine system from the municipality of Raposa-MA, under conditions of quadrature tides and syzygy tides. The study area covers a tidal channel located at Raposa, which presents two well-defined seasonal periods (rainy and drought) and tide type, semi-daytime macro-tidal. Collections were performed in a fixed point by thirteen months, covering one syzygy tide and one quadrature tide per month, totalizing 26 campaigns of collection. The following parameters were determined: local depth, temperature, salinity, pH, total suspended solids, dissolved oxygen, chlorophyll-*a* and concentration of principal dissolved nutrients (PO_4^{3-} , NO_2^- and SiO_3^{2-}). The phosphate presented higher values during syzygy tide, independent of seasonality, indicating tide's contribution in your concentration. The nitrite showed higher values during the rainy season, independent of tidal cycle, due to fluvial discharge and soil leaching. The silicate presented higher values during quadrature tide, being more expressive in the rainy season, because of terrestrial input and resuspension of background material. The physical and chemical parameters of the estuarine channel were shown to be influenced by seasonality of the region, with variability related to the input of fresh water, even when under effect of tidal cycles, demonstrating a slight variation in nutrients concentrations.

Keywords: Estuary, Nutrients, Syzygy Tide, Quadrature Tide.

INTRODUÇÃO

Estuários são corpos de água caracterizados por mudanças físicas e biogeoquímicas, que ocorrem sobre um espectro de escalas horárias, sazonais e interanuais, sendo impulsionados

principalmente por correntes e altura de marés, por descargas fluviais, e pelas taxas de precipitação e evaporação (Aneeshkumar & Sujatha, 2012). Normalmente, são ambientes costeiros, semifechados, de pequenas profundidades, que apresentam uma livre conexão com o mar aberto, por onde a água do mar é gradativamente diluída pela água doce, proveniente da drenagem terrestre (Pritchard, 1967).

De acordo com Silva & Koenig (1993), os ambientes estuarinos possuem “características ambientais únicas e fundamentais para o ciclo de vida de diversas espécies, tornando-se áreas preferenciais de formação de núcleos urbanos, por conta de sua natureza facilmente explorável, em razão dos vários recursos que oferecem”, tais como a pesca e o extrativismo de moluscos, entre outros. Os sistemas estuarinos também se destacam por sua alta produtividade biológica, economicamente viável. Porém, a intensa atividade humana pode alterar suas funções e propriedades, como influenciar nos tipos de materiais em suspensão e substâncias dissolvidas que chegam nesses corpos d’água (Berner & Berner, 2012).

Esses ecossistemas são considerados os principais fornecedores de nutrientes para a região costeira, recebendo e concentrando o material originado de sua bacia de drenagem, bem como, aportes significativos por ação antrópica. Através de fontes naturais como rios, chuva, vento e deposição atmosférica, os nutrientes entram nas águas estuarinas. Entretanto, as atividades antrópicas têm aumentado consideravelmente as concentrações desses elementos nos estuários, podendo causar desequilíbrio em ecossistemas aquáticos e terrestres, principalmente pelos processos de eutrofização (Greenwood *et al.* 2019).

Os nutrientes são fundamentais para a formação de matéria orgânica. Apresentam inúmeras funções nos organismos, ainda podendo ser assimiláveis e limitantes da produção primária (Riley & Chester, 1989). Em casos de perdas de nutrientes nos fluxos fluviais, há alteração na disponibilidade do elemento, em suas diferentes formas, bem como, também pode afetar a produtividade biológica do ambiente estuarino (Esteves, 1998). Os sistemas estuarinos podem ser considerados ao mesmo tempo como um “filtro e um reator” biogeoquímico, uma vez que, podem transformar a matéria orgânica e inorgânica, e regular a liberação de carbono, funcionando como retentores de materiais e partículas de origem continental para o meio marinho (Liu *et al.*, 2015).

A hidrodinâmica estuarina resulta da interação entre a morfologia da bacia, o aporte fluvial e o regime de maré. Dessa forma, os processos hidrodinâmicos são considerados determinantes para a distribuição de materiais ao longo do estuário e da caracterização de um sistema, como retentor ou exportador para a zona costeira (Dyer, 1995). A maré, por exemplo, pode promover modificações nos componentes de um estuário, induzindo a circulação de massas d’água, a erosão e a deposição de materiais (Miranda *et al.*, 2012).

Nesse contexto, encontra-se o sistema estuarino do município de Raposa, um ambiente considerado altamente dinâmico, onde as variáveis químicas e físicas sofrem constantes

modificações, a partir de fatores naturais e antrópicos, uma vez que, a caracterização de um estuário é essencial para o entendimento dos processos que venham a ocorrer na região, fornecendo bases para a conservação e usos sustentáveis do ambiente (D'Aquino *et al.*, 2011). Portanto, este estudo objetiva determinar a concentração dos nutrientes dissolvidos na região estuarina do município de Raposa, sob as condições de maré de quadratura e sizígia durante o período de um ano.

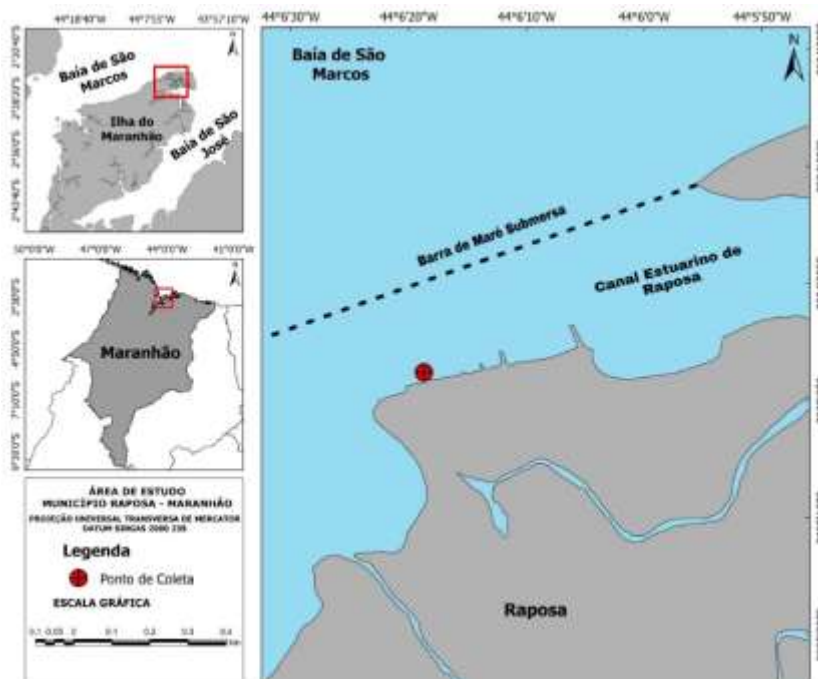
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Área de Estudo

O presente estudo foi realizado em um ponto fixo do Sistema Estuarino do Rio Paciência no município de Raposa, região metropolitana de São Luís - MA, localizado no quadrante nordeste da Ilha do Maranhão, na coordenada $02^{\circ}41'59''\text{S}$ e $44^{\circ}10'52''\text{W}$ (Figura 1), em um canal de maré que recebe influência das baías de São Marcos e São José.

O município de Raposa está regido pelo apresenta clima tropical úmido, com temperatura média anual de 26°C e precipitação média anual de 2.100 mm (Santos *et al.*, 2011). Apresenta uma sazonalidade definida em dois períodos, um chuvoso (entre os meses de dezembro a junho) e um de estiagem (de julho a novembro) (INMET, 2019). A região é influenciada por um regime de macromaré de período semidiurno, com alturas que variam entre 4,9 e 7,2 m (DHN, 2019). Embora as maiores alturas sejam encontradas na maré de sizígia, marés de cerca de 5,5 m são observadas na maré de quadratura (Portobrás, 1988).

Figura 1. Ponto fixo de amostragem no sistema estuarino do município de Raposa - MA.



Elaboração: Laboratório LABCICLOS. Fonte: IBGE.

O município sofre um intenso processo de alteração da paisagem natural, principalmente quando associados às questões antrópicas da região, como a presença de um mercado de peixe e um constante fluxo de pequenas embarcações, devido às atividades relacionadas à pesca e o turismo. Isso se deve ao processo de urbanização do município de Raposa, onde não existe um plano de desenvolvimento municipal, permitindo a ocupação de áreas insalubres e/ou impróprias à habitação, como, por exemplo, as praias e os manguezais. A ocupação dessas regiões tem favorecido a degradação de ecossistemas importantes ao equilíbrio e à saúde do meio ambiente (Dias; Rangel; Sobrinho, 2016).

Coleta e Tratamento de Dados

Para esse estudo foram realizadas 26 campanhas de amostragens, sendo elas distribuídas em duas coletas mensais, que compreenderam uma maré de sizígia e uma maré de quadratura, por um período de 13 meses consecutivos, de abril/2018 a abril/2019, abrangendo também dois períodos sazonais marcantes da região: chuvoso e estiagem.

As amostras de água foram coletadas no ponto fixo do estuário (Figura 1), com auxílio de uma garrafa *van Dorn*, na profundidade de superfície, para determinação dos parâmetros de oxigênio dissolvido (OD), totais de sólidos em suspensão (TSS), clorofila-*a* (cl-*a*) e nutrientes. *In situ*, com o auxílio de um equipamento CTD YSI CastAway TM, foram mensurados a profundidade local, a temperatura e a salinidade da água. O pH da água foi determinado com o auxílio da sonda multiparâmetros Hanna HI-8424, previamente calibrada.

Em laboratório, o TSS foi determinado pelas metodologias descritas por Strickland & Parsons (1972) e APHA (2001). OD foi mensurado pelo método analítico de Winkler (1888), de acordo com Grasshoff *et al.* (1998). A cl-*a* foi determinada segundo a metodologia descrita por Jeffrey & Humphrey (1975). E os nutrientes inorgânicos dissolvidos (Fosfato, Nitrito e Silicato) foram determinados pelo método colorimétrico descrito por Grasshoff *et al.* (1998).

As informações de maré foram obtidas dos registros da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN, 2019), para os anos de 2018 e 2019, referente à estação de São Luís - MA. Os dados de pluviosidade local foram obtidos através dos registros feitos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019), coletados para a estação automática de São Luís (número A203) e da estação meteorológica convencional de São Luís (número 82280).

Os testes estatísticos da ANOVA e PERMANOVA Two-Way foram aplicados para avaliar se os parâmetros variaram pela interferência das condições de maré e/ou pela sazonalidade das chuvas. Os testes de análise de variâncias do tipo *Two-Way* têm como objetivo verificar se há significância na influência de dois fatores sobre uma variável (Hammer, 2001), sendo para este trabalho foram

consideradas o tipo de maré (quadratura *vs* sizígia) para o Fator 1 e a sazonalidade (chuvoso *vs* estiagem) para o Fator 2. Para relacionar as concentrações dos nutrientes com os parâmetros físicos e químicos, em função dos tipos de maré, aplicou-se uma Análise de Componentes Principais (ACP). Todos os dados foram tratados com o auxílio do software de acesso livre PAST 3.25.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos parâmetros físicos e químicos registrados durante o período anual de coleta no ponto fixo do estuário do município de Raposa - MA são apresentados na Tabela 1. Os resultados mostram que a profundidade local não apresentou variação significativa para ambos os fatores estudados, indicando que, em geral, este canal estuarino se caracteriza como um ambiente raso. Contudo, a dinâmica de maré é um fator preponderante na variação da profundidade em ambientes costeiros, sendo esta, a principal causa da pequena variação encontrada neste estudo.

A temperatura da água estuarina não se mostrou influenciada significativamente por nenhum dos dois fatores analisados. Embora a temperatura na lâmina d'água tenha apresentado valores médios homogêneos, típicos de regiões intertropicais e equatoriais, os resultados mostraram que a mesma é mais sensível à sazonalidade das chuvas, com valores médios mais elevados no período chuvoso (29,27°C durante a maré de sizígia e 29,25°C durante a maré de quadratura) em comparação ao período de estiagem (28,72°C durante a maré de sizígia e 28,22°C durante a maré de quadratura).

Os resultados mostram ainda que a salinidade da água estuarina estudada é influenciada significativamente pela sazonalidade das chuvas na região, uma vez que as diferenças de salinidade são claramente menores no período chuvoso (dez-jun) do que no período de estiagem (jul-nov). Essa contribuição das chuvas sobre a salinidade do estuário é maior na maré de quadratura (diferença de salinidade de 7,2) do que na maré de sizígia (diferença de salinidade de 6,7), indicando que a evaporação da água e concentração dos sais é maior durante as marés de quadratura do segundo semestre do ano (jul-nov), meses de estiagem na região. Este aumento na salinidade das águas na estiagem também refletem a atuação das forçantes marinhas no estuário, através da intrusão de massas d'água salinas na região. Silva *et al.* (2009), ao estudarem o estuário do Rio Formoso (PE), também observaram o mesmo padrão de variação na salinidade, e evidenciaram uma influência direta e indireta da salinidade sobre alguns parâmetros hidrológicos.

Sobre o pH, os resultados não foram estatisticamente significativos para nenhum dos fatores analisados (chuva *vs* maré), apresentando-se em geral levemente básico (pH médio $\geq 8,0$). Na estiagem o pH foi maior em comparação ao período de chuvas, tanto na sizígia quanto na quadratura, indicando que a chuva contribui para a redução da alcalinidade da água estuarina.

Os teores de TSS também não apresentaram significância estatística para os fatores de chuva e maré, embora mostrem concentrações maiores (menores) no período chuvoso (estiagem), respectivamente. Este aumento de TSS ocorre em ambas as amplitudes de maré da primeira metade do ano (jul-nov), indicando que a intensidade das chuvas na região atua como é um importante agente físico sobre a distribuição de TSS no estuário de Raposa.

Os resultados mostram ainda que o OD não apresentou variação estatisticamente significativa para os fatores estudados. As maiores concentrações foram influenciadas pela dinâmica de maré e interações água-atmosfera, por meio de trocas difusivas. O menor valor de OD encontrado na maré de quadratura durante o período chuvoso pode estar relacionado a maior concentração de TSS no ambiente, uma vez que há consumo de oxigênio durante o processo de degradação por bactérias aeróbicas.

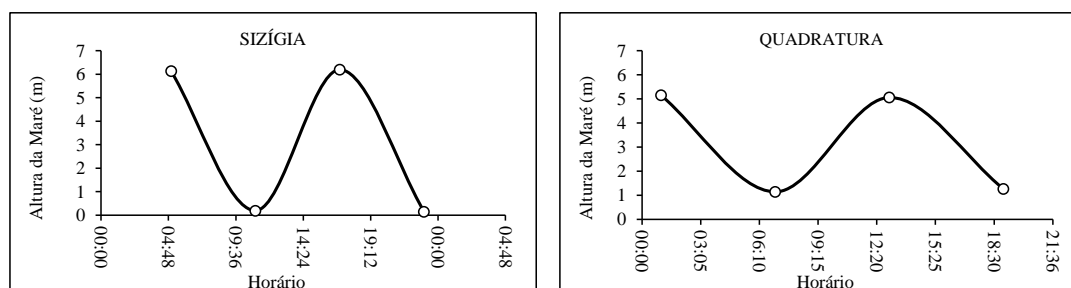
Tabela 1. Valores dos parâmetros físicos e químicos no ponto fixo do estuário do município de Raposa - MA. O símbolo * indica os valores de correlação que mostraram significância.

Maré	Período Sazonal	<i>n</i> Amostral	Valores	Prof. Local (m)	Temp. (°C)	Sal. (g kg ⁻¹)	pH	TSS (mg L ⁻¹)	OD (mg L ⁻¹)	Cl-α (mg m ⁻³)	PO ₄ ³⁻ (μmol L ⁻¹)	NO ₂ ⁻ (μmol L ⁻¹)	SiO ₃ ²⁻ (μmol L ⁻¹)
SIZÍGIA	Chuvoso	6	Mín.	1,26	28,61	19,91	7,65	21,00	3,47	5,41	1,12	0,04	1,13
			Máx.	1,8	30,21	30,35	8,49	375,00	4,76	41,09	2,41	0,47	11,81
			Média	1,51	29,27	27,43	8,00	211,03	4,15	19,87	1,58	0,25	5,38
			dp. ±	0,19	0,72	3,76	0,29	124,23	0,50	12,16	0,45	0,16	3,65
	Mediana	1,49	28,96	28,60	7,99	247,00	4,11	17,75	1,52	0,25	5,40		
	Estiagem	7	Mín.	0,85	27,18	31,37	8,07	18,30	3,33	2,72	1,17	0,08	0,76
			Máx.	1,77	30,93	36,62	8,60	96,13	5,71	17,69	5,41	0,22	12,65
			Média	1,35	28,72	34,17	8,25	60,04	4,24	7,17	2,18	0,17	5,48
dp. ±			0,37	1,26	1,91	0,18	34,12	1,00	4,97	1,55	0,06	4,44	
Mediana	1,36	28,45	34,49	8,22	75,90	3,71	5,40	1,50	0,20	5,67			
QUADRATURA	Chuvoso	7	Mín.	1,2	28,27	21,35	7,76	50,00	2,40	5,97	0,34	0,12	0,93
			Máx.	2,24	31,28	33,66	8,54	166,00	6,73	78,79	1,73	0,69	29,04
			Média	1,55	29,25	27,39	8,17	95,19	5,03	24,80	1,06	0,30	10,25
			dp. ±	0,37	1,12	3,87	0,24	39,60	1,57	24,81	0,47	0,20	10,73
	Mediana	1,4	28,96	26,22	8,14	86,50	5,69	20,68	0,94	0,22	3,46		
	Estiagem	6	Mín.	1,13	26,98	31,19	8,11	20,75	2,82	6,24	0,50	0,06	0,67
			Máx.	1,99	29,92	36,18	8,45	138,00	5,26	26,89	2,59	0,28	10,64
			Média	1,46	28,22	34,59	8,18	86,69	3,88	12,44	1,18	0,16	5,87
dp. ±			0,31	1,27	1,95	0,13	39,07	1,11	9,05	0,75	0,08	3,58	
Mediana	1,44	27,72	35,26	8,13	93,19	3,82	7,21	1,04	0,16	6,22			
<i>Anova Two-Way</i>			Fator 1	0,4510	0,6744	0,7670	0,6600	0,1654	0,5198	0,2792	0,6507	0,5792	0,1979
			Fator 2	0,2448	0,0541	*0,0000194	0,1280	0,0622	0,3345	*0,02278	0,3181	*0,02302	0,3569

Elaboração: Caíque Farias. Fonte: LABCICLOS.

A representação média anual da variação de maré de quadratura e sizígia para este estudo encontra-se na Figura 2.

Figura 2. Média anual da curva de maré de sizígia e quadratura para o município de Raposa – MA durante o estudo.



Elaboração: Caíque Farias. Fonte: DHN.

Os resultados referentes à clorofila-*a* (*chl-a*) mostraram relação significativa apenas com a sazonalidade das chuvas (Figura 3). Os maiores valores médios de *chl-a* encontrados no período chuvoso, devem-se ao maior aporte de água continentais enriquecidas com nutrientes, estimulando o desenvolvimento fitoplanctônico. Pereira Filho *et al.* (2002) encontrou valores de *chl-a* acima de 20 mg m⁻³ e classificou-os como elevados, ressaltando que os dois fatores que determinam o sucesso do desenvolvimento do fitoplâncton no ambiente estuarino são nutrientes e luz.

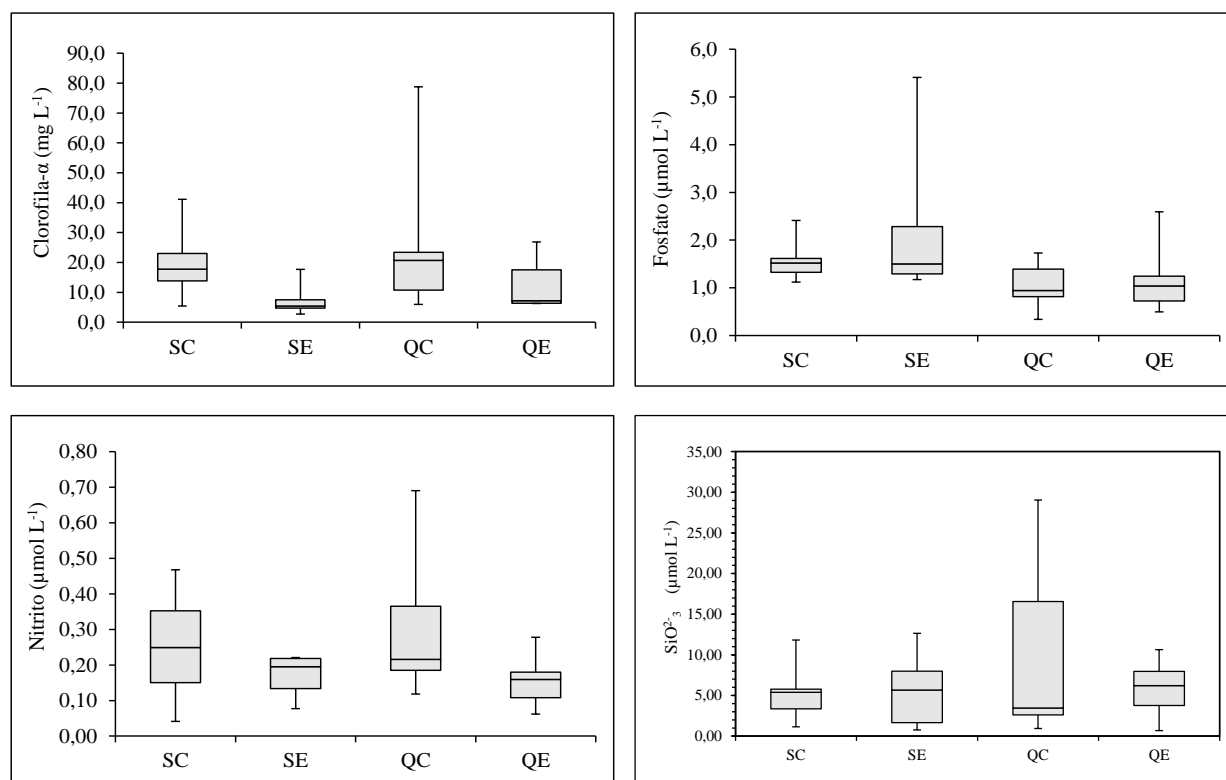
As concentrações mais elevadas de *chl-a* observadas durante a maré de sizígia indicam que a amplitude da maré é um fator contribuinte para a concentração de nutrientes no ambiente estuarino de Raposa. Dentre os nutrientes analisados neste estudo, o fosfato e o silicato não apresentaram valores estatisticamente significativos para nenhum dos dois fatores (Figura 3). Eschrique (2011) analisando as diferentes formas do fosfato mostrou que é um nutriente caracterizado pela sua habilidade em mudar de forma no ambiente aquático, possibilitando a passagem da forma particulada para a dissolvida rapidamente, devido à sua forte afinidade pelo TSS, permitindo-o adsorver e passar para a fração particulada, podendo sedimentar no fundo.

Para o silicato, maiores concentrações foram encontradas durante o período chuvoso sob maré de quadratura. Altos valores de silicato normalmente estão associados a aportes continentais e de ressuspensão de material de fundo (Esteves, 1998), contribuindo com a liberação de frações dissolvidas. Com isso, estes fatores podem ter sido fundamentais para as médias encontradas, tendo em vista que o ponto de coleta está situado em uma região com alta dinâmica de marés, descarga continental e fluxo constante de pequenas e médias embarcações.

O nitrito por sua vez mostrou-se estatisticamente relacionado à sazonalidade das chuvas na região. Embora encontrado em concentrações baixas (< 1,0 μmol L⁻¹) em todas as campanhas, seus valores médios no período chuvoso foram maiores que na estiagem (Figura 3), decorrente de contribuição da descarga fluvial e da lixiviação do solo. Segundo Eschrique (2011) o aumento das concentrações de nitrito pode estar relacionado a processos de nitrificação/desnitrificação da matéria orgânica no estuário. Destaca-se que próximo ao ponto amostral do ambiente estuarino de Raposa há

uma fonte pontual de esgoto doméstico e o descarte de lixo orgânico da feira, as quais configuram-se como forçantes antrópicas que contribuem para o aumento das concentrações de nitrito na região.

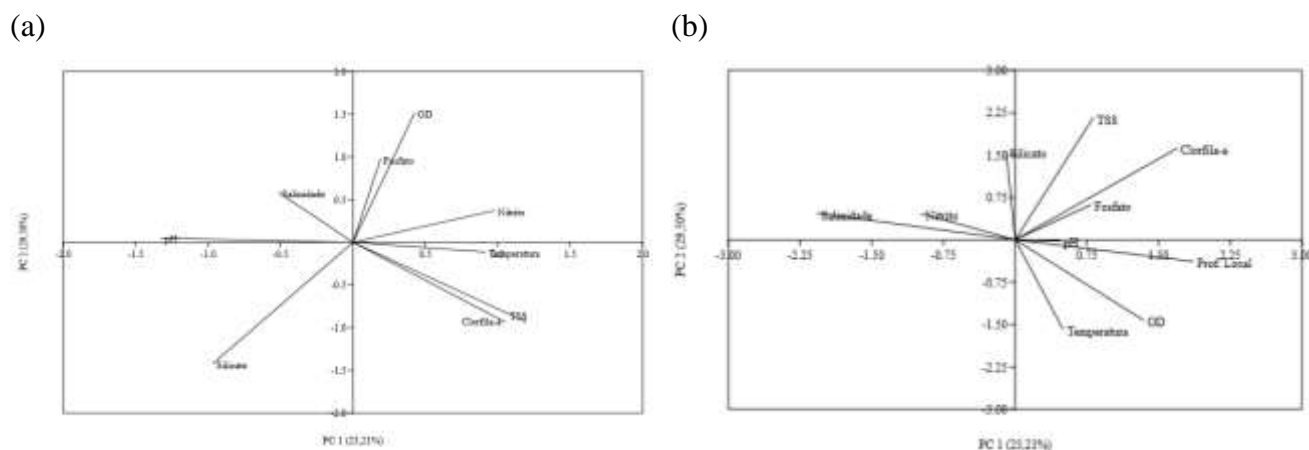
Figura 3. Concentrações de *chl-a* e nutrientes dissolvidos no ponto fixo da região estuarina de Raposa - MA (SC=Sizígia/Chuvoso; SE=Sizígia/Estiagem; QC=Quadratura/Chuvoso; QE=Quadratura/Estiagem).



Elaboração: Caíque Farias. Fonte: LABCICLOS.

As análises dos componentes principais (ACP) foram realizadas para todos os parâmetros citados neste estudo, sendo separadas de acordo com as marés de sizígia e quadratura. Os resultados para a maré de sizígia (Figura 4a) explicaram 52,12% da variação dos dados, e para a maré de quadratura (Figura 4b), os fatores explicaram 44,30%. Na sizígia, o silicato mostrou comportamento inversamente proporcional o à salinidade, e o fosfato e nitrito estiveram mais correlatos ao OD. Na maré de quadratura, os nutrientes foram mais correlatos com a *chl-a*, indicando que as altas concentrações sustentam a base da produção primária. Os resultados da ACP mostraram que os nutrientes pouco variam em função da maré, sendo a sua concentração mais fortemente influenciada pelas diferenças entre os períodos sazonais locais.

Figura 4. ACP para os parâmetros físicos e químicos neste estudo: a) Maré de sizígia; b) Maré de quadratura.



Elaboração: Caíque Farias. Fonte:LABCICLOS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros físicos e químicos no ponto fixo amostrado no estuário de Raposa - MA mostraram-se fortemente influenciados pela sazonalidade das chuvas da região, com variabilidade relacionada principalmente à elevação ou redução do aporte de água doce continental, apresentando diferenças nas concentrações dos nutrientes dissolvidos capazes de refletir diretamente na produtividade primária do ambiente.

É importante ressaltar que as atividades antrópicas instaladas no local indicam que área estudada está sujeita a uma série de vulnerabilidades ambientais, tais como a entrada pontual de efluentes domésticos e lixo orgânico, e o fluxo de embarcações em função das atividades da pesca e turismo que possuem influência direta e indireta sobre os parâmetros físicos e químicos e principalmente sobre as concentrações dos nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANEESHKUMAR, N.; SUJATHA, C. H. *Biomarker pigment signatures in Cochin back water system – A tropical estuary south west coast of India*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 99, p. 182-190, 2012.
- APHA. American Public Health Association. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 20th ed. Washington, Port City Press. p. 34-38. 2001.
- BERNER, E. K.; BERNER, R. A. *Global environment: water, air, and geochemical cycles*. Princeton University Press, 2012.
- DIAS, L. J. B.; RANGEL, M. E. S.; SOBRINHO, J. P. C. *Geomorfologia e análises Ambientais do sítio urbano de Raposa (MA)*. Labogef.iesa.ufg.br, n. May, 2016.

- DHN - DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. *Tábuas de Maré, São Luís -MA*. 2018.
- DYER, K. R. *Sediment Transport Process in Estuaries*, In: PERILLO, G. M. E. (Ed). *Geomorphology and sedimentology of estuaries*. Developments in sedimentology (53):Elsevier, p.423-449. 1995.
- D'AQUINO, C. D. A.; ANDRADE NETO, J. S. D.; BARRETO, G. A. M.; SCHETTINI, C. A. F. *Caracterização oceanográfica e do transporte de sedimentos em suspensão no estuário do Rio Mampituba, SC*. Rev. Bras. Geof., v. 29, n. 2, p. 217-230, 2011.
- ESCHRIQUE, S. A. *Estudo do balanço biogeoquímico dos nutrientes dissolvidos principais como indicador da influência antrópica em sistemas estuarinos do nordeste e sudeste do Brasil*. [s.l.] Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2011.
- ESTEVES, F. D. A. *Fundamentos de Limnologia*. Ed. Interciência. Brasil, p. 122-124, 1998.
- FERREIRA, H. R. S. *Composição e Distribuição Espaço-Temporal da Macrofauna Bêntica em um Estuário com Regime de Macromaré na Costa Amazônica Maranhense-Brasil*. Dissertação (Mestrado) – Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão. São Luís. 2018.
- GRASSHOFF, K.; Kremling, K. & EHRHARDT, M. *Methods of Seawater Analysis*. 3rd ed. Florida: Verlage Chemie: 417 p. 1998.
- GREENWOOD, N. *et al. Utilizing Eutrophication Assessment Directives From Transitional to Marine Systems in the Thames Estuary and Liverpool Bay, UK*. *Frontiers in Marine Science*, v. 6, n. April, 2019.
- HAMMER, O. *Paleontological Statistics: Manual de Referências*. S.L: [s.n.]. v. 27. 2001.
- IBGE. *Bases Cartográficas. Malhas Digitais*. 2015. Disponível em: <[http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 26/07/2020.
- INMET- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *Dados meteorológicos*. Disponível em <[http:// mapas.inmet.gov.br/](http://mapas.inmet.gov.br/)>. Acessado em: 02/12/2019.
- JEFFREY, S. W.; HUMPHREY, G. F. *New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2, in higher plants, algae and natural phytoplankton*. *Biochem. Physiol. Pflanzen (BPP)*, Bd. 167, S. 191-194 p.1975.
- LIU, D.; LI, X.; EMEIS, K. C.; WANG, Y.; RICHARD, P. *Distribution and sources of organic matter in surface sediments of Bohai Sea near the Yellow River Estuary, China*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 165, p.128-136, 2015.
- MIRANDA, L. B., CASTRO, B. M., KJERVE, B. *Princípios de Oceanografia Física de estuários*. Edusp, São Paulo. 414p. 2012.
- PEREIRA FILHO J.; SPILLERE, L.C.; SCHETTINI, C.A.F.; SILVA, L.F. *Estuário do rio Camboriú-SC: variação intramareal e transporte residual de nutrientes, COP e clorofila-a em condições de quadratura e sizígia*. *Notas Técnicas FACIMAR*. 6:137-151. 2002.

- PORTOBRÁS. *Parecer Técnico quanto aos Aspectos Hidráulico/Sedimentológicos Referentes às Alternativas de Solução para Implantação do Pier Petroleiro do Porto Comercial do Itaqui*. V.1: 51p. 1988.
- PRITCHARD, D.W. *What is an estuary? Physical viewpoint*. In: Lauff, G.H. (Ed.), *Estuaries*. American Association for the Advancement of Science, Washington D.C., pp. 3–5. 1967.
- RILEY, J. P.; CHESTER, R. *Introduction to marine chemistry*. St. Edmundsbury Press, Great Britain, p 465. 1989.
- SANTOS, P. V. C. J. et al. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca /Brazilian Journal of Fishing Engineering*. [s.l.] Unspecified, v. 6. 2011.
- SILVA, I. G.; KOENING, M. L. *Variação sazonal da densidade fitoplanctônica no estuário do Rio Paripe (Itamaracá PE)*. Arquivos de Biol. Tecnol., v. 36, p. 645-658, 1993.
- 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 nutrients removal*. Brazilian Journal of Oceanography, São Paulo, v. 63, n.1, p. 1-15, 2015.
- STRICKLAND, J.D.H. PARSONS, T.R. *A Practical handbook of Seawater Analysis*. Bull. Fish. Res. Board of Canada. 2 ed. Ottawa: Bulletin 167. 311 p. 1972.
- WINKLER, L. W. *Die bestimmung des im wasser gelösten sauerstoffes*. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, v. 21, n. 2, p. 2843-2854

ANEXOS



3ª Listagem de Trabalhos Aprovados

Eixo 3 - Massas Hídricas:

Autor	Título do Artigo
Caique Mateus do Nascimento de Farias	INFLUÊNCIA DAS MARÉS DE QUADRATURA E SIZÍGIA NA CONCENTRAÇÃO DOS NUTRIENTES DISSOLVIDOS NA REGIÃO ESTUARINA, RAPOSA-MA
Eliene Almeida Santos	PERSPECTIVAS AMBIENTAIS PARA A ÁGUA: UMA AVALIAÇÃO DA LAGOA DO SACO GRANDE, BARRA - BAHIA
Janine Brandão de Farias Mesquita	HIDRODINÂMICA E QUALIDADE DA ÁGUA
Larissa Fernandes de Lavor	CARTOGRAFIA DA PAISAGEM E ASPECTOS FISIOGRAFICOS DA ZONA ESTUARINA DO BAIXO CURSO DO RIO CAMARATUBA
Luiz Henrique Freguglia Aiello	FOTOGRAFIA COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL DE NASCENTES ATRAVÉS DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA-PAR
Misley Alziria da Silva Estevão	CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAUTÁRIO NO ESTADO DE RONDÔNIA
Mônica Cortéz Pinto	CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO CURSO INFERIOR DO IGARAPÉ DO QUARENTA - MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO EDUCANDOS MANAUS (AM)
Pedro Erenilson Rodrigues Freitas	DISTRIBUIÇÃO DE PIGMENTOS CLOROFILADOS DOS SISTEMAS ESTUARINOS DO GOLFO MARANHENSE - BRASIL
Umberto de Araújo Medeiros	A SAGA DA BARRAGEM DE OITICICA: ÁGUAS DE ESPERANÇA E DESTERRO
Viviane dos Santos Rodrigues	USO DA ÁGUA DA BARRAGEM ÁGUA FRIA II NO ABASTECIMENTO URBANO EM VITÓRIA DA CONQUISTABA, NO PERÍODO DE 2017 A 2019
Ylana Ferreira Souza	DO LOMBO DOS BURROS ÀS TORNEIRAS: O CURSO DA ÁGUA NO BAIRRO PARREÃO.

NORMAS DE FORMATAÇÃO DO ARTIGO

A CONFERÊNCIA DA TERRA 2020

“A Saúde Ambiental para a Vitalidade do Planeta”

04 a 07 de novembro de 2020

CONTATO

E-mail: confdaterra@gmail.com

Tel: (83) 999794080

Submissão de Artigos:

- Para efetuar a inscrição, preencher o formulário disponível no site e anexar o Comprovante de Pagamento (Depósito ou Transferência Bancária);
- O Congressista poderá efetuar a inscrição e enviar o artigo posteriormente, observando-se a data limite (31 de agosto de 2020);
- Enviar o Artigo Completo para o E-mail <confdaterra@gmail.com>, no Formato WORD (.doc) e identificar o arquivo com o(s) nome(s) do(s) autor(es) inscrito(s);
- Todos os artigos aprovados serão publicados como capítulos de E-Book (ISBN) e veiculados no site do Evento em até 90 dias úteis após o encerramento do mesmo. A publicação dos artigos aprovados independe da apresentação.

Autores:

- Cada Participante Inscrito tem direito de enviar e apresentar 01 (um) único artigo;
- É permitida a Assinatura de 01 (um) autor + 03 (três) coautores para cada trabalho inscrito (estando incluso o Orientador);
- Nos artigos inscritos por Estudantes de Ensino Básico, Técnico ou Graduação deve constar o nome do Orientador.

Estrutura do Artigo:

- Máximo de 12 páginas, redigido em português, fonte Times New Roman, tamanho 12, espaçamento 1,5 entre linhas, margem de página de 2 cm em todos os lados, justificado

e sem dividir palavras no final da linha. Nomes científicos e palavras estrangeiras grafadas em itálico;

- Título expressando a ideia precisa do conteúdo, escrito em letras maiúsculas (tamanho 14), Centralizado;
- Identificação dos nomes dos Autores na ordem correta de autoria e co-autoria, com o último sobrenome em MAIÚSCULO, seguidos da titulação, instituição e e-mail. O texto deve estar alinhado à direita. Exemplo:

Laciene Karoline Santos de FRANÇA

Bacharel em Geografia pela UFPB

laciene@mail.com

- Inserir o Resumo no corpo do artigo, escrito em língua portuguesa, com no máximo 300 palavras, seguidos de até cinco palavras-chaves;
- Incluir o Abstract (Inglês) ou Resumen (Espanhol) após o resumo, com no máximo 300 palavras, e seguido de até cinco palavras-chaves (Keys-words/Palabras-claves);
- Usar tabelas e figuras (sem exageros), segundo as recomendações;
- Numerar em arábico e colocar no texto (no caso das figuras) através do link “Inserir Imagem” do Word. (Favor não “recortar” e “colar” a imagem no corpo do artigo);
- Escrever as legendas acima das tabelas e figuras, com letra Times New Roman (tamanho 10). As fontes devem ser registradas abaixo das figuras e imagens (tamanho 10).
- Todas as imagens e tabelas devem conter obrigatoriamente a Fonte Autoral.
- Escrever as citações dentro do parágrafo entre aspas e sem itálico.
- Transcrever as citações (com mais de quatro linhas) com recuo a esquerda de 4 cm, fonte com tamanho 10, normal, e espaçamento simples;
- Incluir as Referências no final do Artigo, seguindo as normas bibliográficas da ABNT, com os nomes das obras em itálico;
- Redigir os artigos de modo claro e conciso, possibilitando a sua fiel compreensão;
- É proibido o uso Negrito no texto.

Apresentação dos trabalhos (Norma sujeita a alterações):

- O Evento disponibilizará salas virtuais para apresentação dos trabalhos;
- O tempo limite para cada apresentação será entre 10 à 12 minutos;
- Após as apresentações haverá espaço para debates mediados pelo(os) coordenador (es) dos GTs.
- Cada Congressista apresentará apenas o artigo o qual submeteu no ato de inscrição, mesmo que apareça como coautor num segundo artigo;
- Os vídeos das apresentações dos Congressistas poderão ser disponibilizados para apreciação pública no Canal do Youtube “Conferência da Terra” (opcional);
- Aos que escolherem a divulgação do vídeo, estará disponível um Termo de Autorização de uso de imagem;

Envio de Certificado:

- O envio dos Certificados será efetuado exclusivamente por e-mail, a partir de 15 dias após o término do evento;
- Os Certificados são destinados somente aos congressistas devidamente inscritos no Congresso;
- O Congressista não poderá apresentar ou reclamar a emissão de certificado de um segundo artigo, mesmo que na qualidade de coautor.

INFORMAÇÕES DO SITE (www.aconferenciadaterra.com)