

Érika Luana Lima Durans
Maria Raimunda Chagas Silva

ESTUDOS LIMNOLÓGICOS DA BACIA DO MÉDIO MEARIM EM BACABAL E SÃO LUÍS GONZAGA NO ESTADO DO MARANHÃO, BRASIL




Pascal
Editora

2024

Érika Luana Lima Durans
Maria Raimunda Chagas Silva

**ESTUDOS LIMNOLÓGICOS DA BACIA DO
MÉDIO MEARIM EM BACABAL E SÃO LUÍS
GONZAGA NO ESTADO DO MARANHÃO,
BRASIL**

EDITORA PASCAL

2024

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Bibliotecária: Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

Revisão: José Francisco dos Reis Neto

Conselho Editorial

Dr^a. Aurea Maria Barbosa de Sousa

Dr^a. Sinara de Fátima Freire dos Santos

Dr^a. Selma Maria Rodrigues

Dr^a. Ildenice Nogueira Monteiro

Dr^a. Gerbeli de Mattos Salgado Mochel

Dr. Elmo de Sena Ferreira Junior

Dr, William de Jesus Ericeira Mochel Filho

Dr, Glauber Túlio Fonseca Coelho

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D949e

Durans, Érika Luana Lima; Silva, Maria Raimunda Chagas

Estudos limnológicos da Bacia do Médio Mearim em Bacabal e São Luís Gonzaga no Estado do Maranhão, Brasil / Érika Luana Lima Durans e Maria Raimunda Chagas Silva — São Luís: Editora Pascal, 2024.

32 f. : il.:

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-6068-113-2

D.O.I.: 10.29327/5451790

1. Limnologia. 2. Rio. 3. Sedimento. 4. Bacia do Médio Mearim. 5. Parâmetros físico-químico e biológicos. I. Durans, Érika Luana Lima. II. Silva, Maria Raimunda Chagas. III. Título.

CDU: 574.5/556.1+628.1(81)

Qualquer parte deste livro poderá ser reproduzida ou transmitida, sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros, desde que seja citado o autor.

APRESENTAÇÃO

O estudo dos recursos hídricos é essencial para compreender a dinâmica ambiental e as interações que sustentam a vida em diversas regiões do planeta. No contexto brasileiro, as bacias hidrográficas exercem um papel estratégico, tanto pela sua relevância ecológica quanto pela sua importância para o desenvolvimento econômico e social. É com imensa satisfação que apresento este trabalho, fruto da dedicação acadêmica e científica a Mestre em Meio Ambiente Érika Luana Lima Durans e a Orientadora Dra. Maria R Chagas, intitulado **“Estudos Limnológicos da Bacia do Médio Mearim em Bacabal e São Luís Gonzaga no Estado do Maranhão, Brasil”**.

Esta dissertação, desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente da Universidade Ceuma, destaca-se como uma contribuição significativa para o campo da limnologia e da gestão ambiental. Ao investigar os parâmetros físico-químicos e biológicos das águas da bacia do Médio Mearim, o trabalho revela a complexidade e as particularidades de um dos mais importantes sistemas hídricos do estado do Maranhão. Os resultados aqui apresentados não apenas ampliam o conhecimento científico sobre a bacia do Médio Mearim, como também oferecem subsídios relevantes para políticas públicas de conservação ambiental e gestão sustentável dos recursos hídricos. A escolha das áreas de estudo – os municípios de Bacabal e São Luís Gonzaga – reflete uma abordagem criteriosa e sensível às questões locais, promovendo um diálogo entre ciência, sociedade e sustentabilidade.

Ao longo destas páginas, o leitor encontrará análises rigorosas, interpretações bem fundamentadas e uma perspectiva inovadora sobre os desafios e oportunidades relacionados à gestão de bacias hidrográficas. Que esta obra inspire novos estudos, ações e políticas em prol da preservação do meio ambiente e do bem-estar das comunidades que dependem das riquezas da bacia do Médio Mearim.

Prof^a. Dra. Marirah Chagas Freato

AUTORES



Érika Luana Lima Durans

Possui graduação em Administração pela Universidade Estadual do Maranhão (2007) e graduação em Direito pela Faculdade do Maranhão (2013). Atualmente é advogada - São Bento Agropecuária. Tem experiência na área de Direito. Mestra em Meio Ambiente pela Universidade Ceuma (2022) com ênfase em Direito Ambiental.



Maria Raimunda Chagas Silva

Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal do Maranhão (1999), Formação pedagógica, Licenciatura em Química pela Instituto de Ensino Superior Franciscano (2017), Especialização Educação Ambiental e Recursos Hídrico pela EESC-CRHEA/USP (2001) mestrado em Química (Química Analítica) pela Universidade de São Paulo (2002) e doutorado em Química Analítica pelo Instituto de Química de São Carlos (2006). Works Mission- Pós- Doutorado: Projeto Desenvolvido no Departamento de Solo Qualitativo, Wageningen University Holanda (2010). Desenvolve de Projeto de Pesquisa e atualmente consultora ADHOC na FAPEMA e CNPQ e Avaliadora da revista CERES e Revista Ciências Exatas e Naturais e RENEFARA. Atualmente é Professora e Pesquisadora (Mestrado Meio Ambiente da Universidade Ceuma) e os Cursos de Engenharia Ambiental e Cível Produção, Farmácia, Nutrição, Biomedicina. Medicina (linha de pesquisa: gestão ambiental e Política e Saúde e Meio Ambiente) . Tem experiência na área de Química, com ênfase em Análise de Metais - Traços e Química Ambiental e identificação microbiológicas e parasitas em areia e água na zona costeiras, atuando principalmente nos seguintes temas: Água potável, águas subterrâneas, microbiologia do solo e água, efluente, alimentos, bromatologia, resíduos sólidos e sedimentos, herbicidas, solo, educação ambiental e bacias hidrográficas.

RESUMO

As constantes mudanças provocadas pela variação climática e principalmente pelo uso indevido do solo pelo homem, tem provocado uma série de impactos negativos no meio físico gerando degradação, tais como: erosão acelerada, assoreamento dos cursos de água, diminuição do volume de água, contaminação das águas superficiais e subterrâneas e aumento de impermeabilização no solo. O Maranhão é um dos estados do nordeste brasileiro que apresenta grande potencial hídrico de água doce, formado por bacias hidrográficas, lacustres e águas subterrâneas que chegam a ocupar uma área territorial de 325.650 km². Devido a isso, o objetivo desta pesquisa foi estudar as variáveis Físicas e químicas da Bacia do Médio Mearim em Bacabal e São Luís Gonzaga no Estado do Maranhão, através de análises do sedimento. As coletas da água foram realizadas de forma linear obedecendo equidistância dos pontos nos dois municípios: Bacabal e São Luís Gonzaga, nas duas estações (seco e chuvoso) de 2020, foram realizadas análises das condições físicas, químicas com base nos Métodos. As amostras foram transportadas ao laboratório de Ciências do Ambiente (LACAM) da Universidade Ceuma, para propriedades físicas e químicas do sedimento e todas as medidas dos nutrientes e para o sedimento as amostras foram armazenadas em sacos plásticos e conservadas em caixas de isopor e encaminhadas ao laboratório para as análises de: pH, fósforo total, nitrito, nitrato, cálcio e magnésio e granulometria, matéria orgânica, carbono orgânico, matéria inorgânica. Os resultados encontrados das análises mostraram que, nos dois municípios de São Luís Gonzaga e Bacabal na Bacia do Rio Mearim nos pontos amostrados, há apenas a classe de textura arenosa, com predominância da areia fina. Recomendado pela legislação, chegando o valor até 7,23mg/L para SLG e 9,723mg/L para Bacabal. Sendo assim podemos afirmar que a potabilidade da água apresentou críticas quando comparadas com outra estrutura citada, mesmo tendo alguns dos parâmetros de acordo com a legislação vigente.

Palavras-chave: Limnologia; Rio; Sedimento; Mearim.

ABSTRACT

The constant changes caused by climatic variation and mainly by the improper use of the soil by man, have caused a series of negative impacts on the physical environment, generating degradation, such as: accelerated erosion, silting of water courses, decrease in the volume of water, contamination of surface and groundwater and increased soil sealing. Maranhão is one of the states in northeastern Brazil that has great freshwater water potential, formed by hydrographic basins, lakes and groundwater that occupy a territorial area of 325,650 km². Therefore, the objective of this research was to study the Limnological variables of the Médio Mearim Basin in Bacabal and São Luís Gonzaga in the State of Maranhão, through analyzes of water and sediment quality. The water collections were carried out in a linear way, obeying the equidistance of the points in the two municipalities: Bacabal and São Luís Gonzaga, in the two seasons (dry and rainy) of 2020, analyzes of the physical and chemical conditions were carried out based on the Methods for Water Analysis. Águas, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. The samples were transported to the Environmental Sciences Laboratory (LACAM) of the Ceuma University for physical and chemical properties of the water and the sediment and all measurements of the nutrients present in the water were carried out from replicas of the analyzed parameters: water temperature, turbidity, conductivity, hydrogenion potential, nitrite, nitrate, total phosphorus, total dissolved solid oxygen dissolved. And for the sediment, the samples were stored in plastic bags and kept in Styrofoam boxes and sent to the laboratory for analysis of: pH, total phosphorus, nitrite, nitrate, calcium and magnesium and granulometry, organic matter, organic carbon, inorganic matter. The results of the analyzes showed that, in the two municipalities of São Luís Gonzaga and Bacabal in the Mearim River Basin, at the points sampled, there is only the sandy texture class, with a predominance of fine sand. The results obtained for phosphorus, nitrate and dissolved oxygen in the water are not in accordance with what is recommended by CONAMA Resolution 357/05, as is the case with pH, which during the rainy season presented a standard limit in the nine analyzed points, the phosphorus values were above the recommended by the legislation, reaching the value up to 7.23mg/L for SLG and 9.723mg/L for Bacabal. Therefore, we can say that the potability of water presented criticism when compared with another structure mentioned, even having some of the parameters in accordance with current legislation.

Keywords: Limnology; River; Sediment; Mearim.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
AUTORES	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	9
MATERIAIS E MÉTODOS	12
Área de estudo.....	13
Coleta e análise de água	14
Coleta e Caracterização Físicas e Químicas do Sedimento	14
Análise Estatística.....	15
Procedimento experimental para análise da água do BRM	15
Procedimento experimental do sedimento do BRM.....	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
Avaliações dos parâmetros físico-químicos da água do rio	18
Análise de componentes principais dos parâmetros físico-químicos da água do rio BRM nos dois municípios.....	22
Caracterização dos parâmetros físico-químicas do sedimento nos dois municípios São Luís Gonzaga e Bacabal do RBR	23
Análise de componentes principais (ACP), no sedimento nos dois municípios do rio BRM.....	25
CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	29

INTRODUÇÃO



Nas últimas três décadas, o crescimento populacional e o desenvolvimento socioeconômico têm se intensificado no país. Conseqüentemente, o uso intensivo e não planejado dos recursos naturais tem provocado vários níveis de degradação ambiental, principalmente do solo e dos recursos hídricos (SILVA *et al.*, 2017).

As constantes mudanças provocadas pela variação climática e principalmente pelo uso indevido do solo pelo homem, tem provocado uma série de impactos negativos no meio físico gerando degradação, como por exemplo: erosão acelerada, assoreamento dos cursos de água, diminuição do volume de água, contaminação das águas superficiais e subterrâneas e aumento de impermeabilização no solo. O Maranhão é um dos estados do nordeste brasileiro que apresenta grande potencial hídrico de água doce, formado por bacias hidrográficas, lacustres e águas subterrâneas que chegam a ocupar uma área territorial de 325.650 km², apresentando genuinamente nove bacias hidrográficas, com rios caracterizados pela grande extensão e volume de água (BRASIL, 2013 e CODEVASF, 2014).

Uma série de impactos negativos no meio físico gerando degradação, como por exemplo erosão acelerada, assoreamento dos cursos de água, diminuição do volume de água, contaminação das águas superficiais e subterrâneas e aumento de impermeabilização no solo. Este conjunto de processos acelerados e induzidos pela ação antrópica pode alterar, significativamente, a dinâmica natural da água em bacias hidrográficas. Em regiões estuarinas, a alteração no curso dos rios provocada pela hidrodinâmica de meandros ocasiona relevantes impactos ambientais, especialmente, pelo avanço da salinidade em direção ao continente (SELDOMRIDGE, 2009; SILVA *et al.*, 2019.)

A bacia hidrográfica do rio Mearim possui uma área de 99.058,68 km², correspondendo a 29,84% da área total do Estado. Sendo a maior entre todas as bacias hidrográficas do Estado. O rio Mearim, nasce na serra da Menina, entre os municípios de Formosa da Serra Negra, Fortaleza dos Nogueiras e São Pedro dos Crentes, em altitude de aproximadamente 650 m, onde recebe a denominação de ribeirão Água Boa, seguindo um longo trajeto na direção Sudoeste-Nordeste, tem como principais afluentes o rio Pindaré e o rio Grajaú, deságua no rio Mearim a cerca de 20 km da sua foz. No caso do rio Grajaú, este flui para o rio Mearim por meio do canal do Rigô encontrando o Mearim na área do Golfão Maranhense. Esta bacia compreende um total de 83 municípios, dos quais, 65 possuem sedes localizadas dentro dela, onde 50 municípios estão totalmente inseridos na bacia do Mearim (IBGE, 2010; SILVA *et al.*, 2019).

A Bacia do Rio Mearim (BRM), no estado do Maranhão, Brasil, está sofrendo vários impactos devido à implantação de usinas siderúrgicas na região. Como consequência, a área está sujeita a sérios processos de erosão das margens do Rio Mearim e seus tributários, atividades extrativistas para geração de matéria prima usada em construção, assim como vários tipos de poluição e degradação ambiental. Por outro lado, a BRM contém uma valiosa diversidade biológica, tendo em vista que a região é de transição entre os biomas da Amazônia e Cerrado (SEMATUR, 1991; SILVA *et al.*, 2017).

O comprometimento da qualidade das águas subterrâneas se intensifica nos grandes centros urbanos, principalmente pelo uso e ocupação do solo, gerando efluentes diversos que retornam para os corpos hídricos, interferindo em sua qualidade, e em menor intensidade pela sazonalidade. Por isso, o monitoramento de águas subterrâneas empregando análises químicas é uma medida importante para avaliar a sua qualidade, servindo de indicativos para identificação de possíveis fontes de contaminação, que podem alterar significativamente as propriedades químicas da água, comprometendo o equilíbrio geral do sistema, causando prejuízos econômicos e inviabilizando seu consumo (CARVALHO *et*

al., 2015).

Segundo Ribeiro *et al.* (2016), o cenário contemporâneo que prevalece é o de mau uso das águas, proporcionando carência e degradação da sua qualidade, prejudicando a disponibilidade hídrica para recreação, entre outras finalidades entre as causas mais comuns que comprometem os rios e lagos está crescimento demográfico e industrial que ocorreu nos últimos anos e que tem utilizado os mesmos inadequadamente (MUNIZ *et al.*, 2020).

Nos municípios apesar de terem aumentos populacionais nos últimos anos não existem quaisquer estudos de impactos ambientais provocados por esse desordenado crescimento. as secretarias de meio ambientes e afins não possuem parâmetros e nem estudos que possam demonstrar os riscos ou prevenções as serem tomadas nos últimos anos que possam atenuar esses impactos inadequadamente (RIBEIRO *et al.*, 2016).

Em bacias hidrográficas antropizadas, o material sedimentar presente no leito dos rios difere de bacias que ainda apresentam características naturais. O desmatamento de matas ciliares, a construção de represas e a drenagem de rios podem influenciar diretamente as características granulométricas do sedimento fluvial, enquanto a poluição afeta a constituição iônica do sedimento. Os depósitos sedimentares são compartimentos-chave para desvendar o histórico ambiental, já que não apresentam somente um registro atual das características geoquímica do meio, mas também são parte ativa nos ciclos biogeoquímicos dos elementos (SILVA *et al.*, 2017). Outra problemática reside em atividades que promovem poluição, já que este impacto pode afetar consideravelmente as concentrações de compostos químicos meio aquático e, conseqüentemente afetar a qualidade dos sedimentos.

Podemos afirmar, portanto, que além de fonte de água para consumo humano e animal, como para desenvolvimentos comercial e turísticos, as águas desses rios são importantíssimas para futuras gerações, que devem ter por parte de todos, governos e população, uma política constante de conservação e preservação. O objetivo dessa pesquisa foi estudar as variáveis Limnológicas da Bacia do Médio Mearim em Bacabal e São Luís Gonzaga no Estado do Maranhão, através de análises da qualidade da água e do sedimento.

MATERIAIS E MÉTODOS



Área de estudo

O município de Bacabal teve sua autonomia política em abril de 1920, está inserido na Mesorregião Centro Maranhense, dentro da Microrregião do Médio Mearim, abrange uma área de 1.683km², com uma população de aproximadamente 99.960 habitantes e densidade demográfica de 59,39 habitantes/km², (IBGE 2010). Limita-se ao Norte com os municípios de Conceição do Lago-Açu, São Mateus do Maranhão e Bacabal, ao Sul com os municípios de São Luís Gonzaga, território deste município que, localizando-se à margem direita do rio Mearim.

A Figura 1 mostra a localização da bacia do rio nas cidades de Bacabal e São Luís Gonzaga, onde foi realiza a pesquisa. A Bacia foi delimitada pelas coordenadas geográficas e nomeadas em: Ponte (P1): 4°13'262"S e 44°46'21.131"O; Cajueiro (P2): 4°13'23.092"S e 44°46'10.493"O; Presidio (P3): 4°13'14.8S e 44°46'1.565"O; Matadouro (P4): 4°12'41.57"S e 44°46'23.482"O; Bomba SAAE (P5): 4°14'22.73"S e 44°46'22.254"O; Prainha (P6): 4°14'6.923"S e 44°46'21.154"O, todos os 6 pontos no município de Bacabal, e mais três pontos de coletas na cidade de São Luís Gonzaga, identificadas como: Bar Macaxeira (P1): 4°22'49.37"S e 44°40'26.59"O; Ponte SLG (P2): 4°22'38.84"S e 44°40'31.23"O; Bomba d'água (P3): 4°22'15.066"S e 44°40'29.83"O.

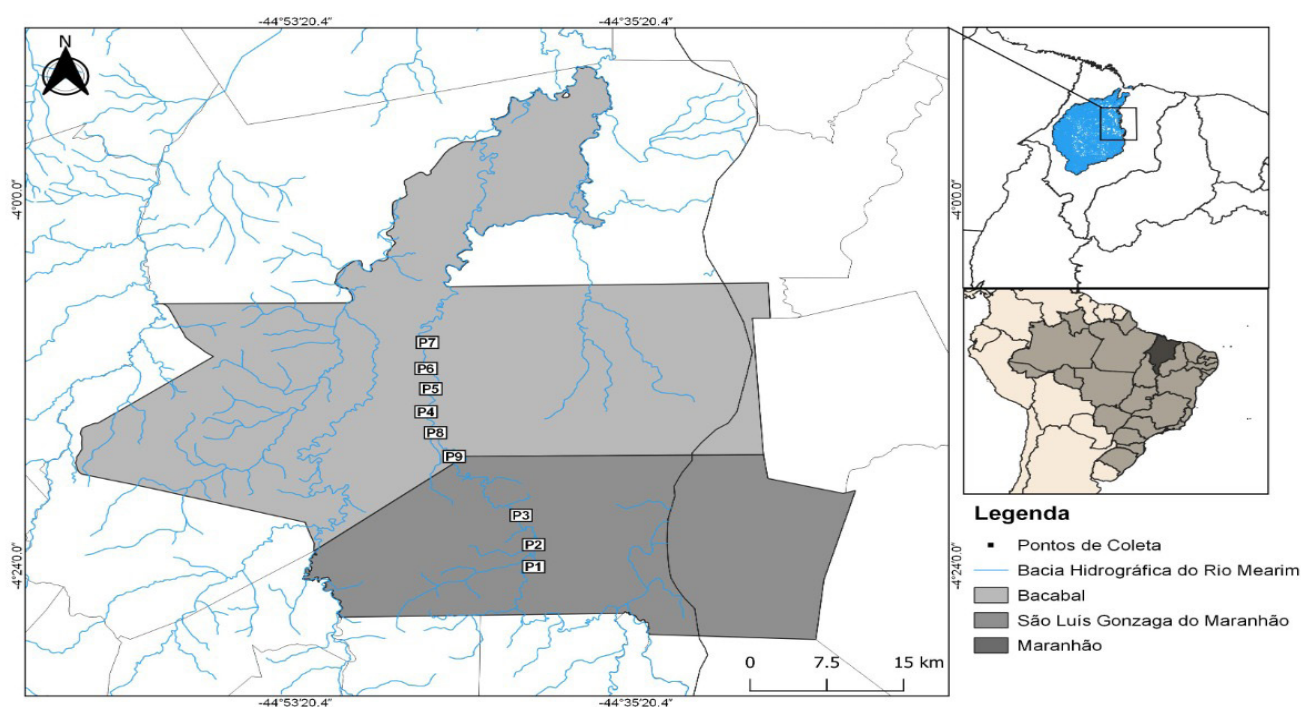


Figura 1. Localização da cidade de Bacabal e São Luís Gonzaga no Estado do Maranhão, com os respectivos pontos de coleta.

Fonte: Autoras (2022).

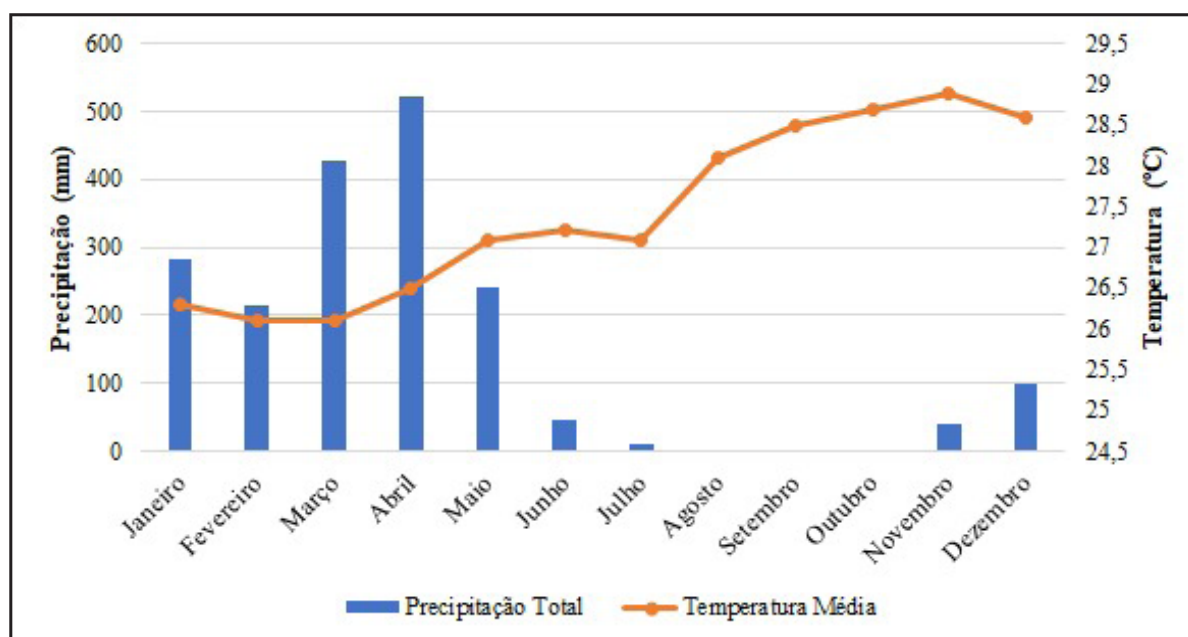


Figura 2. Precipitação, temperatura aos meses avaliados durante o estudo.

Fonte: (INMET, 2021).

A série temporal dos dados climáticos, nos doze meses do ano de 2020, ressalta que o clima da região apresenta uma marcante diferença entre as estações chuvoso e o seco. Os picos de precipitação e temperatura estão relacionados à maior ocorrência de chuvas nos meses de janeiro, março e abril. Desta forma, as coletas foram realizadas nos meses de janeiro, setembro, novembro e dezembro de 2020.

Coleta e análise de água

As coletas da água foram realizadas de forma linear obedecendo equidistância dos pontos nos dois municípios: Bacabal e São Luís Gonzaga, nas duas estações (seco e chuvoso) de 2020, foram realizadas análises das condições físicas, químicas com base nos Métodos para as Análises de Águas, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017). Após a coleta os frascos foram transportados ao laboratório de Ciências do Ambiente (LACAM) da Universidade Ceuma às medidas das propriedades físicas e químicas da água e do sedimento e todas as medidas dos nutrientes presentes na água foram realizadas a partir de réplicas dos parâmetros analisados: temperatura da água (°C); turbidez (NTU) condutividade (CE); potencial hidrogeniônico (pH), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-), fosforo total (PT), sólido total dissolvido (TDS), oxigênio dissolvidos (OD). As quais foram realizadas no laboratório de meio ambiente (LACAM) da Universidade Ceuma.

Coleta e Caracterização Físicas e Químicas do Sedimento

As coletas foram realizadas em áreas de remanso, onde ocorre maior acúmulo de material fino, com o auxílio do tubo de PVC de 50 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro. Os materiais retirados foram homogeneizados em balde de plástico e acondicionado em sacos plásticos etiquetados, mantidos em caixas de isopor e transportados para o para o laboratório de Ciências do Ambiente da Universidade Ceuma, para fins de caracterização física e química. Em laboratório foram determinadas a granulometria das amostras por meio de processamento mecânico em conjunto de peneiras, em combinação com a técnica

ca de pipetagem (lei de Stocks) e classificação textural do material tendo como referência a escala granulométrica (SILVA *et al.*, 2017).

Análise Estatística

O método de análise multivariada é amplamente aplicado para classificação da interpretação de grandes conjuntos de dados, reduzindo o complexo conjunto de dados com a perda mínima da informação original. Análise de Componentes Principais (PCA) é uma técnica de reconhecimento de padrões que agrupa os elementos em classes (clusters), com base em suas semelhanças em uma classe e em diferenças entre classes de tamanhos diferentes. Os dados dos resultantes do PCA ajudam a interpretar os parâmetros físico-químicas da água e do sedimento. (HAJIGHOLIZADEH; MELESSE, 2017; SILVA *et al.*, 2020).

Procedimento experimental para análise da água do BRM

Para as leituras das medidas das variáveis de turbidez, pH (potencial hidrogeniônico), Condutividade Elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos (TDS), Salinidade e Oxigênio Dissolvido (OD), foram medidas no multiparâmetro modelo-HORIBA U-50.

Para a análise de nitrito, adicionaram-se 5mL da amostra e 5 mL da solução contendo Ácido Fosfórico, em seguida adicionou-se 2 gramas de Sulfanilamida, após a adição, as amostras foram homogenizadas e mantidas em repouso por 9 minutos. Quanto a análise de Nitrato, adicionou-se em 5 mL de amostra, 5 mL da solução de Ácido Fósforico e 4 gramas de Sulfanilamida, a amostra foi mantida em repouso por 9 minutos.

Para a determinação de Fósforo na água, foram adicionadas 5 gotas de uma solução contendo Mobilidato de Amônio + tartarato de Antimonio e Potássio, em 10 ml de água, em seguida adicionou-se 1 espatula de Ácido Ascórbico posteriormente, a solução foi homogeneizada e mantida em repouso por 5 minutos.

A determinação de Cálcio e Magnésio foram adicionadas a 5 gotas da solução contendo Hidróxido de Sódio 0, 1N e Ácido Etilenodiamino Tetra-acético (EDTA), em 5 mL de cada amostra, em seguida adicionou-se 0,5 grama do indicador de Morexida, na amostra de Cálcio e 1 grama do Negro de Ericromo na amostra de Magnésio, ambas as soluções foram homogeneizadas e mantidas em repouso por 5 minutos.

A leitura das soluções dos parâmetros de Nitrito (NO_2), Nitrato (NO_3), Fósforo Total (PT), Dureza de Cálcio (CaCO_3) e Dureza de Magnésio (CaCO_3 Mg), foram através do Fotômetro Hanna instrumets HI83200 no comprimento de onda 220nm (SILVA *et al.*, 2017; SOUZA *et al.*, 2019).

Procedimento experimental do sedimento do BRM

A determinação do **teor de matéria orgânica** nas amostras de sedimento foi realizada pelo método da calcinação com utilização da mufla. Inicialmente foi anotado o peso dos cadinhos de porcelana sem material e depois foram adicionadas 4 gramas de amostra de sedimento, após esse procedimento os cadinhos foram levados para a mufla a 600° por duas horas, após foram pesados novamente e os novos pesos foram anotados para a realização dos cálculos de matéria orgânica (SILVA, 2015; SILVA *et al.*, 2017).

$$M.O = [100 (P1-P2)] / A$$

Equação 1

M.O= matéria orgânica

P1= peso do cadinho seco

P2= peso do cadinho calcinado

A= amostras

Para a determinação do **carbono orgânico** foi feita a secagem prévia das amostras em estufa a 105°C, por um período de 24 horas. Após esse período, as amostras foram peneiradas em uma peneira de 2 mm para em seguida pesada 4 gramas de cada amostra, que foram submetidas a calcinação por 5 horas a temperatura de 300°C, após calcinação pesar a amostra. Sendo que o teor de carbono orgânico foi determinado em razão da perda da massa do resíduo incinerado, de acordo com a seguinte fórmula (CARMO *et al.*, 2012; SILVA, 2015).

$$C = M_i - M_f$$

Equação 2

C= carbono orgânico

M_i= peso do cadinho inicial seco

M_f= peso do cadinho calcinado final

Para a determinação da **granulometria** utilizou o método da pipetagem para determinar a classificação textural das amostras. O procedimento iniciou com a secagem de 50 gramas da amostra por 24 horas em estufa a 70 C°. Após esse tempo adicionou-se 0,67 gramas do defloculante oxalato de sódio (C₂Na₂O₄), aguardou-se 24 horas para passar as amostras na peneira de 0,062 mm, e acrescentou-se água até completar 1000 ml de solução na proveta. Após o tempo de mais 24 horas iniciou-se a pipetagem de 20 ml da solução de cada amostra em quatro tempos diferentes; os tempos utilizados após a hora inicial foram: 3 minutos e 52 segundos, 14 minutos, 1 hora e 4 horas (SILVA *et al.*, 2017; MUNIZ *et al.*, 2020).

Para o procedimento da determinação dos nutrientes (**Nitrato- NO₃, Nitrito- NO₂ e Fosforo Total – PT, Calcio e Magnésio**) - pesando-se 1g do sedimentos para cada nutriente, utilizando a mesma metodologia da análises da água fez-se a leitura no espectrofotômetro marca Hanna instrumets HI83200 Multiparameter Photometer (SILVA *et al.*, 2017; MUNIZ *et al.*, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Avaliações dos parâmetros físico-químicos da água do rio

Os resultados dos parâmetros físico-químicos da água e do sedimento do BRM nos pontos de amostragem estão apresentados nas Tabela 1 e 2 para São Luís Gonzaga e Bacabal (potencial de hidrogênio- pH, nitrito - NO_2^- , nitrato- NO_3^- , fosforo total- PT, dureza de (Mg^{+2} , Ca^{+2}) e oxigênio dissolvidos – OD.

Tabela 1. Avaliação dos parâmetros físico-químicos nos três pontos analisados na estação seca e chuvosa no município de São Luís Gonzaga BRM.

Estação Chuvosa			
Parâmetros	P1	P2	P3
	S.L.G	S.L.G	S.L.G
pH	6,51±0,63	6,07±0,40	5,93±0,29
Tub (UNT)	43,9±24,8	48,2±26,3	52,09±24,2
CE	87,9±16,4	88,6±15,2	88,2±14,02
μS/cm			
TDS (mg/L)	52,2±9,48	52,6±9,07	52,3±9,31
Salinidade %	0,01±0,02	0,01±0,02	0,01±0,02
NO_2^- (mg/L)	0,14±0,09	0,38±0,61	0,12±0,15
NO_3^- (mg/L)	7,23±10,4	3,6±2,35	2,4±2,81
PT (mg/L)	0,77±1,05	1,07±0,89	1,46±1,26
Dureza	107±183	104±178	121±206
Ca CO_3 (mg L ⁻¹)			
Dureza Mg^{+2}	1,08±0,28	0,45±0,48	1,01±0,29
(mg L ⁻¹)			
O.D (mg/L)	7,14±3,90	9,94±4,54	9,38±4,49
Estação Seca			
pH	6,52±0,62	6,43±0,1	6,13±0,02
Tub (UNT)	71,4±2,4	71,9±4,2	75,15±6,5
CE	71±2,8	70,5±0,7	70,5±2,12
μS/cm			
TDS (mg/L)	50±7,07	47±1,41	45±1,41
Salinidade %	0,001±0,0	0,01±0,0	0,01±0,0
NO_2^- (mg/L)	0,06±0,05	0,04±0,06	0,06±0,06
NO_3^- (mg/L)	0,35±0,21	0,75±0,31	0,55±0,28
PT (mg/L)	0,65±0,49	1,16±0,48	2,3±1,26
Dureza	202±0,01	113±0,15	137±0,04
Ca CO_3 (mg L ⁻¹)			

Dureza Mg⁺² (mg L ⁻¹)	1,05±0,04	0,45±0,05	1,05±0,05
O.D (mg/L)	8,28±4,10	9,98±5,54	9,99±5,49

Fonte: Dados da pesquisa, (2021).

Os parâmetros envolvidos dessa pesquisa estão distribuídos os valores entre máximo e mínimo nas estações chuvosa e seca para o município de São Luís Gonzaga. Para o pH obteve-se variações nos pontos P1 e P3 entre (5,93±0,29 a 6,51±0,63) e (6,13±0,02 a 6,52±0,62) percebe-se que são significativos os valores onde suas características ácidas estão dentro do permitidos na resolução CONAMA 357/05 que são (6 a 9) pH em corpos hídricos de classes 2.

A turbidez das amostras na estação chuvosa variou de (43,9±24,8 a 52,09±24,2 UNT) e seca entre (71,4±2,4 a 75,15±6,5 UNT). Segundo Da Conceição e Bonotto, (2017) a turbidez na água é causada pela matéria orgânica e inorgânica em suspensão, no qual esse parâmetro é uma medida bastante utilizada para avaliar a capacidade da água em dispersar radiação, onde podemos dizer que a turbidez é a cor aparente da água. Se tratando de condutividade variaram de (87,9±16,4 a 88,6±15, µS/cm) e seco foi de (70,5±0,7 a 71,0±2,8 µS/cm) em todos os pontos amostrais estão dentro de valores aceitáveis pela legislação que é de 1-100µS/cm. isto pode ser devido à retirada das matas ciliares, o que causa o maior aporte de material particulado na coluna d'água do rio. No período seco foram encontrados os maiores valores e, segundo Esteves (2011), isto ocorre devido ao fato de a condutividade elétrica ser inversamente proporcional ao valor de índice pluviométrico.

Para Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) teve valores bem significativos para chuvoso entres (52,2±9,48 a 52,6±9,07 mg/L) e seco (45,0±1,41 a 50,0±7,07 mg/L). A salinidade em todos os pontos nas duas estão abaixo do valor estabelecido pela CONAMA 357/05 que é de até 0,5%.

Para os valores obtidos para nutrientes (nitrito e nitrato e fósforo total) nas duas estações, ambas as análises atendem aos valores máximos permitidos de 10mg/L para nitrato e 1,0 mg/L para nitrito. Os valores de nitrito chuvoso (0,12±0,15 a 0,38±0,61 mg/L) e nitrato chuvoso (2,4±2,81 a 7,23±10,4 mg/L) e para seco (0,04±0,06 a 0,06±0,66 mg/L) e nitrato (0,35±0,21 a 0,75±0,31 mg/L) e quanto a concentração de fosforo total nas amostras os resultados estiveram entre (0,77±1,05 a 1,46±1,26 mg/L) e seco (0,65±0,49 a 2,3±1,26 mg/L) com valores que em alguns pontos estão acima dos permitidos que é até 1,0 mg/L. somente o P1 nas duas estão que ficaram abaixo do permitido.

Corroborado por Da Silva e Vargas (2017), o fósforo ocorre em águas naturais e efluentes na forma de fosfatos, no qual é muito utilizado como parâmetro para classificar águas naturais, indicando que houve uma ação antrópica, principalmente decorrida de efluentes domésticos (MUNIN *et al.*, 2017).

Em contrapartida, as Durezas de Cálcio e Magnésio foram satisfatórias com variações de chuvoso Ca⁺² (121±1,32 a 121±1,36 mg/L) para Mg⁺² (0,45±0,48 a 1,08±0,28 mg/L) e seco foram de Ca⁺² (202±0,01 a 137±004 mg/L) para Mg⁺² (1,05±0,04 a 0,45±0,2 mg/L) estando todos dentro dos valores permitidos nas duas estações.

Para Oxigênio Dissolvido as variações para estação chuvosa foram de (7,14±3,90 a 9,94±4,54 mg/L) e para estação seca foram entre (8,28±4,10 a 9,99±5,49 mg/L) observando que todos os pontos estão fora do padrão estabelecidos pela CONAMA 357/05 que é de no mínimo 5,0 mg/L de oxigênio dissolvido em corpos hídricos de classes 2.

Tabela 2. Avaliação dos parâmetros físico-químicos nos seis pontos analisados na estação seca e chuvosa da BRM no município de Bacabal.

Estação Chuvosa						
Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	Bacabal	Bacabal	Bacabal	Bacabal	Bacabal	Bacabal
pH	6,02±0,93	6,16±0,61	6,36±0,73	6,06±1,29	5,96±0,73	6,16±0,39
Tub (UNT)	42,3±27,8	43,6±31,4	44,8±27,4	49,1±24,5	40,1±21,2	44,2±19,7
CE µS/cm	104,9±11,4	101,2±1,92	102,8±6,28	184,8±36,9	100,6±0,5	97,3±4,72
TDS (mg/L)	64,0±13,4	60,73±8,39	61,6±11,4	115±93,9	60,4±93,9	58,6±11,07
Salinidade (%)	0,05±0,05	0,016±0,02	0,016±0,02	0,083±0,10	0,013±0,02	0,013±0,02
NO₂⁻ (mg/L)	0,30±0,51	0,13±0,14	0,27±0,39	0,35±0,51	0,40±0,61	0,20±0,29
NO₃⁻ (mg/L)	2,8±4,07	9,7±9,8	3,83±3,21	5,4±4,84	3,8±2,60	1,83±1,26
PT (mg/L)	0,97±0,86	0,96±1,0	1,11±0,93	1,05±0,80	0,93±0,82	0,78±0,68
Dureza						
Ca CO₃ (mg/L)	104,5±15,2	86±13,21	96±12,91	134,4±21,9	136,8±21,6	137,4±21,8
Dureza Mg⁺² (mg/L)	0,08±0,10	0,99±0,13	1,26±1,7	0,71±0,24	1,14±0,9	0,96±0,51
O.D (mg/L)	6,73±7,84	6,07±6,66	7,18±6,7	10,38±11,2	7,42±7,22	7,45±4,52
Estação Seca						
pH	6,3±0,04	6,4±0,14	6,9±0,16	7,1±0,01	6,4±0,17	6,5±0,32
Tub (UNT)	72,1±2,97	74,4±7,57	76,9±0,85	77,1±1,41	65,3±1,48	64,1±2,9
CE (µS/cm)	109±12,7	104±2,12	110±0,71	112±4,24	104±4,95	101±0,71
TDS (mg/L)	64,3±1,06	66,5±0,71	69,5±2,12	74,5±4,88	64,0±1,41	66,5±0,71
Salinidade %	0,01±0,00	0,12±0,00	0,0±0,10	0,0±0,12	0,0±0,11	0,0±0,10
NO₂⁻ (mg/L)	0,02±0,02	0,02±0,02	0,04±0,01	0,05±0,02	0,04±0,01	0,04±0,01
NO₃⁻ (mg/L)	0,4±0,07	0,6±0,07	0,3±0,0	2,1±0,14	0,07±0,14	0,5±0,07
PT (mg/L)	1,1±0,06	0,9±0,16	1,7±0,14	1,5±0,58	1,2±0,28	1,3±0,35
Dureza						
Ca CO₃ mg/L	106±0,05	118±0,18	107±0,03	122±0,26	108±0,03	132±0,40
Dureza Mg⁺² (mg/L)	0,07±0,02	1,10±0,15	1,22±0,06	1,01±0,42	1,19±0,07	0,99±0,04
O.D (mg/L)	4,1±1,08	5,0±0,04	8,1±0,17	8,5±0,33	7,6±0,35	4,9±0,49

Fonte: dados da pesquisa (2022).

Os parâmetros envolvidos dessa pesquisa estão distribuídos os valores entre máximo e mínimo nas estações chuvosa e seca para o município de Bacabal (Tabela 2). Para o pH obteve variações nos pontos P1 e P6 entre (5,96±0,73 a 6,36±0,73) e (6,3±0,04 a 7,1±0,01) percebe-se que são significativos os valores onde suas características ácidas estão dentro do permitidos na resolução CONAMA 357/05 que são (6 a 9) pH em corpos hídricos de classes 2.

A turbidez das amostras varia entre a estação chuvosa de (40,1±21,2 a 49,1±24,5 UNT) e seca entre (64,1±2,9 a 77,1±1,41 UNT).

Se tratando de condutividade variaram de $(97,3 \pm 4,72$ a $184,8 \pm 36,9 \mu\text{S/cm})$ e seco foi de $(101,0 \pm 0,71$ a $112,0 \pm 4,24 \mu\text{S/cm})$ em todos os pontos amostrais estão maiores que o permitido mais são aceitáveis de $1-100 \mu\text{S/cm}$ e para Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) teve valores bem significativos para chuvoso entres $(58,6 \pm 11,07$ a $115,0 \pm 93,9 \text{ mg/L})$ e seco $(64,0 \pm 1,41$ a $74,5 \pm 0,71 \text{ mg/L})$. A salinidade em todos os pontos em todos os pontos nas duas estão abaixo do valor estabelecido pela CONAMA 357/05 que é de até 0,5%.

Para os valores obtidos para nutrientes (nitrito e nitrato e fosforo total) nas duas estações ambas as análises atendem aos valores máximos permitidos de 10 mg/L para nitrato e $1,0 \text{ mg/L}$ para nitrito chuvoso $(0,13 \pm 0,14$ a $0,38 \pm 0,61 \text{ mg/L})$ e nitrato chuvoso $(1,83 \pm 1,26$ a $9,7 \pm 9,8 \text{ mg/L})$ e para seco $(0,02 \pm 0,02$ a $0,05 \pm 0,02 \text{ mg/L})$ e nitrato $(0,3 \pm 0,01$ a $2,1 \pm 0,14 \text{ mg/L})$ e quanto a concentração de fosforo total nas amostras os resultados estiveram entre $(0,78 \pm 0,68$ a $1,11 \pm 0,93 \text{ mg/L})$ e seco $(0,9 \pm 0,16$ a $1,7 \pm 0,14 \text{ mg/L})$ com valores em alguns pontos estão acima dos permitidos que é até $1,0 \text{ mg/L}$. somente o P2 e P6 nas duas estão que ficaram abaixo do permitido.

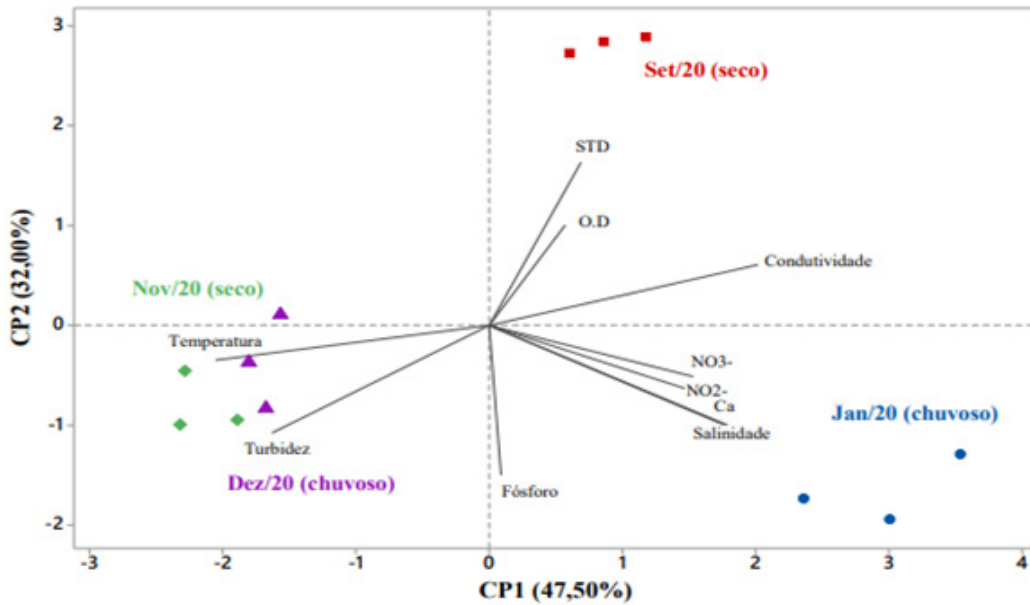
Segundo Costa, Kempka e Skoronski, (2017). O nitrato é encontrado em pequenas quantidades, em águas superficiais e em níveis elevados em águas subterrâneas, sendo a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas e, quando em elevadas concentrações, pode indicar um processo de eutrofização, já que é uma das principais fontes de nitrogênio.

Em contrapartida, as durezas de Calcio e Magnésio foram satisfatórias com variações na estação chuvoso Ca^{+2} $(186 \pm 13,21$ a $137,4 \pm 21,8 \text{ mg/L})$ para Mg^{+2} $(0,08 \pm 0,10$ a $1,26 \pm 1,7 \text{ mg/L})$ e seco foram de Ca^{+2} $(106 \pm 0,05$ a $132 \pm 0,40 \text{ mg/L})$ para Mg^{+2} $(1,22 \pm 0,06$ a $0,07 \pm 0,02 \text{ mg/L})$ estando todos dentro dos valores permitidos nas duas estações.

Para Oxigênio Dissolvido as variações para estação chuvosa foram de $(6,73 \pm 7,84$ a $10,38 \pm 11,2 \text{ mg/L})$ e para estação seca foram entre $(8,28 \pm 4,10$ a $9,99 \pm 5,49 \text{ mg/L})$ observando que todos os pontos estão fora do padrão estabelecidos pela CONAMA 357/05 que é de no mínimo $5,0 \text{ mg/L}$ de oxigênio dissolvidos em corpos hídricos de classes 2.

Análise de componentes principais dos parâmetros físico-químicos da água do rio BRM nos dois municípios

(A) São Luís Gonzaga



(B) Bacabal

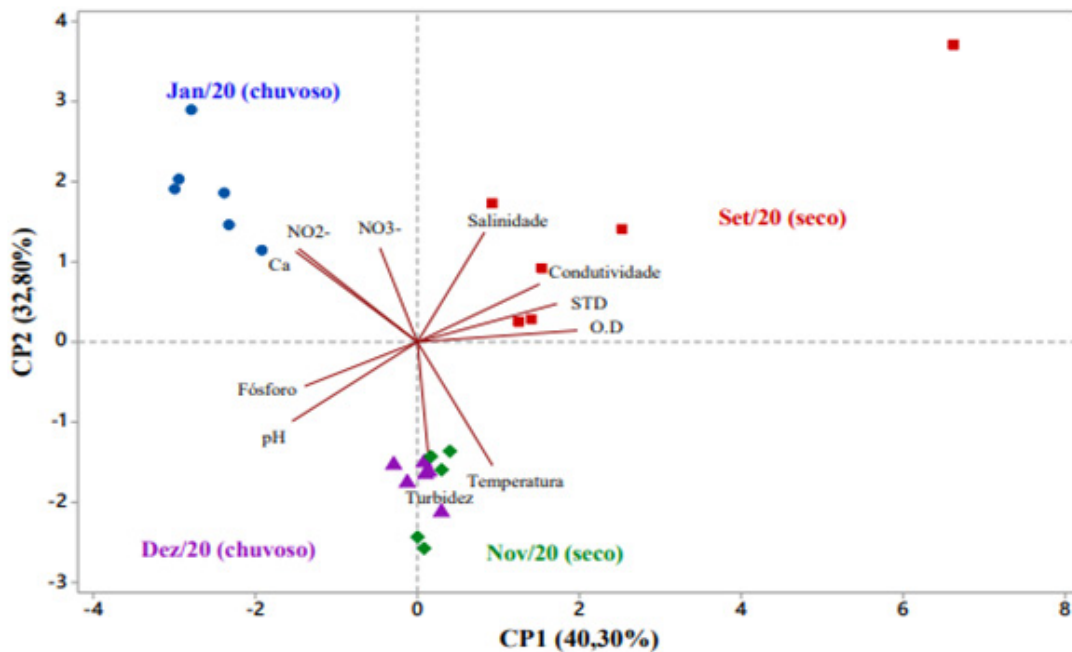


Figura 3. Análise de componentes principais (ACP) da água do rio nas duas cidades representada (A) São Luís Gonzaga. (B) Bacabal na BRM. Fontes: Dados da pesquisa, (2021).

A ACP é uma abordagem matemática para a redução da dimensionalidade. Usando a

ACP, os 13 indicadores originais são recombinaos em vários grupos de novos indicadores abrangentes que não estão relacionados uns com os outros para substituir os indicadores originais. A informação contida em cada grupo de indicadores é expressa por variância; ou seja, quanto maior for a variância, maior será a informação contida. Cada conjunto de indicadores é denominado componente principal. A componente principal 1 (CP1) contém a maior parte da informação; depois disso, a quantidade de informação contida diminui. No processo de extração dos componentes principais, selecionamos aqueles cujos valores próprios iniciais eram superiores a 1.

Os resultados mostraram que as alterações nas concentrações destes parâmetros se correlacionavam bem com cada estação avaliada. Este resultado indica que a elevada correlação entre os parâmetros associados a um determinado período tem as mesmas fontes de poluição, e podem ter as mesmas tendências de mudança.

CP1 descreveu, estatisticamente, 32,80% da variação dos dados. As primeiras duas dimensões (CP1 e CP2) explicaram 73,10% da variação total dos dados.

Dessa forma, observa-se que as análises feitas em dezembro e setembro apresentaram diferenças estatísticas que são associadas à sazonalidade para Bacabal e para São Luís Gonzaga foi associada a novembro e janeiro.

Caracterização dos parâmetros físico-químicas do sedimento nos dois municípios São Luís Gonzaga e Bacabal do RBR

Tabela 3. Caracterização granulométrica, pH, carbono orgânico, matéria orgânica e matéria inorgânicas. Nas cidades de Bacabal e São Luís Gonzaga (SLG).

Parâmetros	JAN/20		SET/20		NOV/20		DEZ/20	
	Estação Chuvosa		Estação Seco		Estação Seco		Estação chuvosa	
	Bacabal	SLG	Bacabal	SLG	Bacabal	SLG	Bacabal	SLG
pH	4,03±0,62	4,13±0,90	4,83±0,81	5,57±0,68	5,38±0,61	5,17±1,08	5,77±0,41	5,5±0,96
CO %	12±0,04	11±0,06	4,6±0,0	3,8±0,0	2,4±0,01	2,2±0,01	5,2±0,01	2,4±0,01
M.O%	33±0,31	11±0,05	49±0,27	33±0,23	20±0,04	19±0,03	21±0,04	21±0,04
M.I %	67±0,31	89±0,05	51±0,27	67±0,23	80±0,04	81±0,03	79±0,04	77±0,04
Areia%	70±0,12	78±0,05	49±0,18	58±0,11	54±0,23	59±0,21	76±0,04	72±0,06
Silte%	28±0,11	20±0,05	48±0,17	39±0,11	44±0,23	39±0,20	21±0,05	26±0,07
Argila%	2±0,01	2±0,01	3±0,01	3±0,0	2±0,01	2±0,01	2±0,0	2±0,01

Fonte: Dados da pesquisa, (2022).

De acordo com os resultados observados, houve variações de pH considerando-se os valores encontrados na média dos seis pontos (Bacabal) e três pontos (SLG) na BRM, com seus desvios padrões nos quatro meses, estando apresentados na Tabela 3.

Os valores variáveis e sua média e desvio padrão para pH encontrado para o sedimento na estação chuvosa para Bacabal e SLG nos Jan/20 e Dez/20 (4,03±0,62 e 5,77±0,41) e estação seco Set/21 e Nov/21 (4,83±0,81 e 5,57±0,68).

Quanto ao pH, todas as medidas evidenciam que não houve semelhança estatística entre os dados ao longo do ano. Os Valores encontrados de pH (4,0 e 5,5) no rio Tocantins são bem semelhantes aos demonstrados por outros estudos, demonstrando que são essencialmente ácidos, situação típica do latossolo de cerrado (DUTRA et al., 2020).

Para os valores de carbono orgânico (CO) encontrados foram encontrados para o sedimento na estação chuvosa para Bacabal e SLG no Jan/20 e Dez/20 ($2,4 \pm 0,01$ e $12 \pm 0,04$ %) para e estação seco Set/20 e Nov/20 ($2,4 \pm 0,01$ e $4,6 \pm 0,0$).

Para matéria orgânica (MO) e matéria inorgânica para o sedimento na estação chuvosa para Bacabal e SLG no Jan/20 e Dez/20 ($11 \pm 0,05$ e $33 \pm 0,31$ %) e MI ($67 \pm 0,31$ e $79 \pm 0,04$ %) e ($51 \pm 0,27$ e $81 \pm 0,03$ %) para e estação seco Set/20 e Nov/20 ($19 \pm 0,03$ e $49 \pm 0,27$ %) somente no período do mês de dezembro e setembro, na sazonalidade, estando acima de 10% considerado orgânico. Quanto às porcentagens de matéria orgânica e carbono orgânico não houve semelhança estatística entre os dados obtidos.

A caracterização da área, o tipo de solo e biota do rio, observando-se os dados da dureza do sedimento para o cálcio e magnésio, são variáveis de suma importância para as vidas aquáticas. Pela análise estatística das frações granulométricas dos sedimentos, verificou-se que foram distintas nos períodos chuvoso e seco.

Resultados semelhantes foram encontrados por Castro, et al., (2019) em uma das nascentes do seu estudo, com valores de MO variando de (0,60%) no período seco e (3,99%) no período chuvoso, encontraram valores diferentes em seu estudo acerca do Rio Mearim, com valores de MO variando, em sua maioria, de (10,09% a 18,23%,).

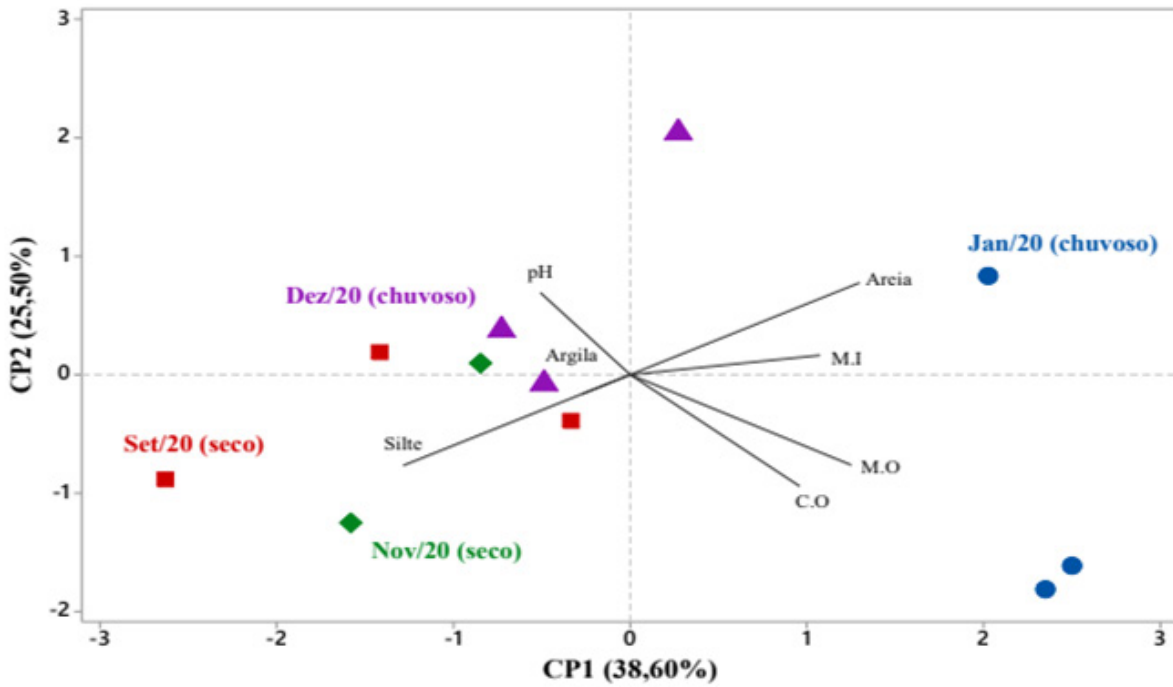
Para os valores de percentuais de areia na estação chuvosa e seca com variações entre ($49 \pm 0,18$ e $78 \pm 0,05$) observa-se a maioria dos pontos do leito do rio caracterizada como areia média e fina a soma das frações silte e argila, predominando a areia. Percentuais de silte ($20 \pm 0,05$ e $48 \pm 0,17$ %) e argila ($2 \pm 0,01$ e $3 \pm 0,01$ %) sendo todos os sedimentos composto por areia fina à média siltosa à argilosa.

As análises mineralógicas e texturais podem apontar a hidrodinâmica do sistema e as condições ambientais de sedimentação, bem como são fatores relevantes no controle da distribuição natural e antrópica dos elementos químicos que compõem o sedimento (CRUZ et al., 2013; DUTRA et al., 2020). Considerando-se que a área estudada é densamente povoada e não há boas práticas de uso e ocupação do solo, assim como infraestrutura para saneamento básico, os resultados sinalizam a prática de despejo de resíduos domésticos diretamente nos rios.

Comparando-se os resultados desta investigação com pesquisa similar, em relação aos dados de matéria orgânica do Rio Tocantins, conclui-se que esta advém, sobretudo, de processos erosivos das áreas que estão no entorno do rio, os quais são intensificados pela ausência de mata ciliar. Segundo Santiago e Cunha-Santino (2014), com os processos erosivos, os solos perdem parte de seus nutrientes e de sua matéria orgânica, corroborando, assim, para um sedimento essencialmente inorgânico.

Análise de componentes principais (ACP), no sedimento nos dois municípios do rio BRM

(C) São Luís Gonzaga



(C) Bacabal

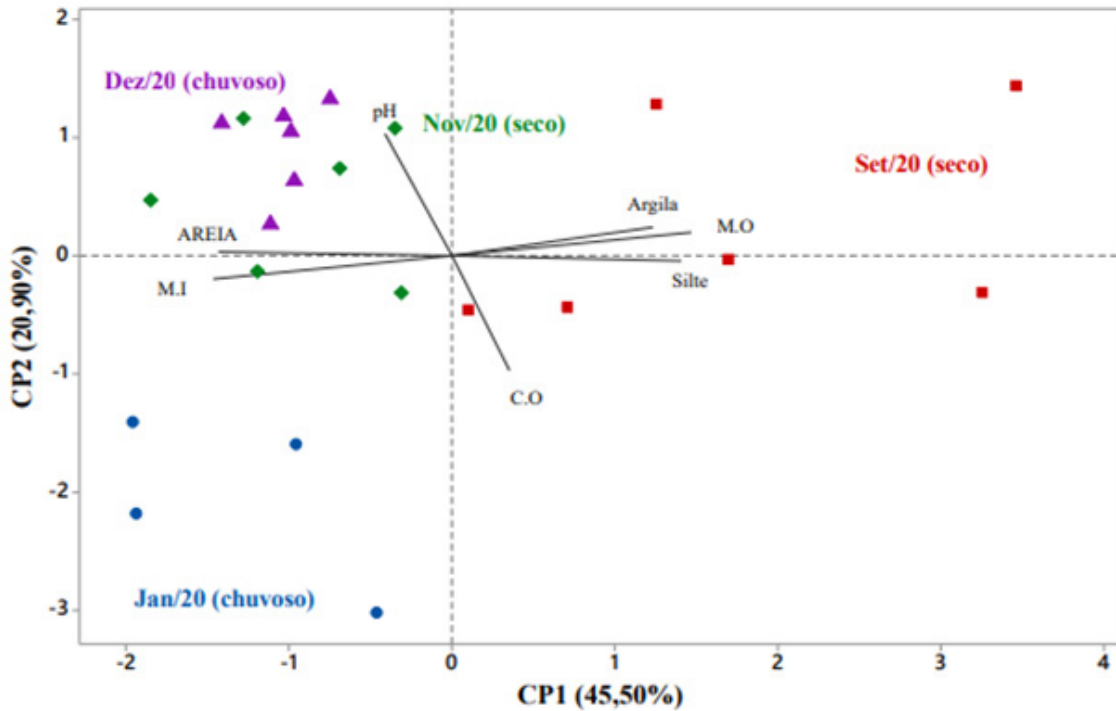


Figura 4. Análise de componentes principais. Avaliação físico-química do sedimento e meses estudados. CO (carbono orgânico), pH (potencial de hidrogênio total), MO (matéria orgânica), MI (matéria inorgânica), Areia, silte e argila (%). Fonte: Dados da pesquisa, (2022).

Foi possível determinar a heterogeneidade espacial e temporal usando análise de componentes principais (ACP) que, claramente, separa os pontos de coleta em períodos seco e chuvoso reunindo em seis épocas de amostragem. Ainda segundo a PCA houve diferenciação entre os pontos nos meses de fevereiro e setembro, sendo considerados similares entre si, isso pode ser explicado através da proximidade com a época de amostragem. Para SLG O eixo 1, que explica 25,50% das variações de pH, silte e argila no período chuvoso, enquanto o eixo 2 explica 38,60% das variações de areia, argila, matéria orgânica, carbono orgânico nos períodos de seco. Para Bacabal o eixo 1, que explica 20,90% das variações de pH, areia e matéria inorgânica e no período chuvoso enquanto o eixo 2 explica 45,50% das variações de argila, matéria orgânica, carbono orgânico e silte nos períodos de seco.

Com base nos autores, nota-se que a vegetação é fundamental para a manutenção da qualidade das águas, estabilidade e porosidade dos solos, pois evitam a erosão de terrenos e o assoreamento de corpos d'água. Resultados semelhantes foram encontrados por Braga *et al.* (2021) em um dos pontos do seu estudo, pela análise estatística das frações granulométricas dos sedimentos, verificou-se que foram distintas nos períodos chuvoso e seco. As porcentagens de areia variam entre ($65,63 \pm 0,51$ e $71,29 \pm 30\%$). Observe-se que na cidade de Bacabal e SLG tem-se uma região com muita abundância de água nos pontos de coleta (P1 ao P6), porém são áreas que têm um acúmulo de impactos contaminantes e poluídos como devido aos altos níveis de desmatamento das matas ciliares nas margens do rio, causando assoreamento e erosão nas áreas da bacia e derramamentos de óleo diesel das canoas além de vários insumos de garrafas petes e sacos plásticos que são locais de áreas de lazer e o ponto P6 da cidade de Bacabal são onde ficam os matadouros e com acúmulo de urubus e causam doenças hídricas e tudo isso ocorre em grandes problemas ao leito do rio e causando impacto ao ecossistema aquático da BRM.

Assim observou-se a variação temporal dos parâmetros estudados pode ser confirmada através da separação dos meses e agrupamentos dos pontos de amostragem.

CONCLUSÃO



A variação dos índices pluviométricos durante o ano altera diretamente os elementos presentes no corpo hídrico estudado. Fazendo com que variações nas concentrações dos componentes ambientais crie cenários específicos para esse ecossistema. A caracterização dos parâmetros físico-químicos à qualidade da água do Rio Mearim nos dois municípios de São Luís Gonzaga e Bacabal, levando em consideração os tributários do rio, com as informações de sazonalidade na estação chuvosa e seca.

Os resultados obtidos de fósforo, nitrato e oxigênio dissolvidos não estão em conformidade, com o recomendado pela Resolução CONAMA 357/05 como é o caso do pH que durante o período chuvoso apresentou um limite padrão nos nove pontos analisados, os valores de fósforo estavam acima do recomendado pela legislação, chegando o valor até 7,23mg/L para SLG e 9,723mg/L para Bacabal. LUSÕES A população ribeirinha ao longo do trecho do rio Mearim, na cidade de Bacabal-MA. Observa-se que a principal executora das atividades de pesca, navegação e lazer é a população ribeirinha que utiliza a água para seu uso, portanto apesar de sofrer influência antrópica ao longo de seu percurso, o rio Mearim ainda apresenta trechos e variáveis físicas e químicas em bom estado de conservação no que se refere à qualidade de água.

Esta pesquisa contribui com a formação de um banco de dados das características físico-químicas, que possam auxiliar em futuros trabalhos de alunos e profissionais que atuam na área de tratamento e qualidade da água, e serve como subsídio para a tomada de decisão pela sociedade e autoridades em geral, que buscam a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, em específico o Rio Mearim que contribui como fonte de alimento e renda para muitos que vivem em suas margens, principalmente a cidade de SLG.

Sendo assim podemos afirmar que a potabilidade da água apresentou críticas quando comparadas com outra estrutura citada, mesmo tendo alguns dos parâmetros de acordo com a legislação vigente. Atividades políticas como saneamento básico e desenvolvimento socioeconômico com o meio ambiente, são medidas que podem melhorar na qualidade do Rio Mearim, como informes do comitê de bacia.

REFERÊNCIAS



- ABNT. 1984. Solo - **Análise granulométrica**. Brasília, ABNT, NBR NO 32/7181,106p.
- APHA (2017). **Métodos Padrão para o Exame de Água e Efluentes** (23ª ed.). Washington DC: Associação Americana de Saúde Pública.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Geodiversidade do Estado do Maranhão**. Teresina, 2013.
- CARMO, D. L. D., & SILVA, C. A. (2012). Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36(4), 1211-1220.
- CARVALHO, Fábio Israel M. et al. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas de Belém a partir de parâmetros físico-químicos e níveis de elementos traço usando análise multivariada. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 2221-2241, 2015.
- CASTRO, T. L.; SILVA, C. M. R. **Avaliação dos Parâmetros Físicos - Químicos e Bacteriológicos da água do médio curso do Rio Mearim No Município de Bacabal – MA**. Universidade CEUMA, 2016 (Relatório do projeto PIBIC), p.25.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA, 2014. Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/>. Acesso em: 25 set. 2020.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução n °357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>.
- COSTA, D.D.; KEMPKA, A. P.; SKORONSKI, E. A contaminação de mananciais de abastecimento pelo nitrato: o panorama do problema no Brasil, suas consequências e as soluções potenciais. The contamination offreshwaterbynitrate: the background of theproblem in Brazil, theconsequencesandth. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 2, 2017.
- CRUZ, M. A. S.; SANTOS, L. T. S. O.; LIMA, L. G. L.M.; JESUS, T. Caracterização granulométrica e mineralógica dos sedimentos como suporte para análise de contaminação ambiental em nascentes do rio Subaé, Feira de Santana (BA). **Geochimica Brasiliensis**. v. 27, n. 1, p. 49-62, 2013.
- DA CONCEIÇÃO FT, BONOTTO DM. Relações hidroquímicas aplicadas na avaliação da qualidade da água e diagnóstico ambiental na bacia do Rio Corumbataí (SP). **Geochimica brasiliensis**. 2017;16(1):1.
- DA SILVA, Maria Aparecida; VARGAS, Reinaldo Romero. Análise de fósforo e em amostras de águas naturais no município de Guarulhos. **Revista Educação-UNG-Ser**, v. 11, n. 3 ESP, p. 81, 2017.
- DUTRA, M.L.S.; SILVA, M.R.C.; SILVA, D.F. **Avaliação Físico-Química do Sedimento na Porção Nordeste da Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins**. Trabalho de Conclusão de Curso, São Luís, 2020.
- ESTEVES, F. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- HAJIGHOLIZADEH, M., & MELESSE, A. M. (2017). Assortment and spatiotemporal analysis of surface water quality using cluster and discriminant analyses. **Catena**, 151, 247- 258.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acessado em: Jan de 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Histórico de cidades,2010. Disponível em:** <http://www.cidades.ibge.gov.br>. **Acesso em: 21 ago. 2020.**
- MUNIN, R. M. et al. Relação do fosfato com a formação e degradação da matéria orgânica no sistema hídrico que cruza o município de Mogi das Cruzes (São Paulo, Brasil). **Anais do Encontro Nacional de Pós-graduação**, v. 1, n. 1, p. 469-473, 2017.
- MUNIZ, J. N., Duarte, K. G., Braga, F. H. R., Lima, N. S., Silva, D. F., Firmo, W. C., ... & Silva, M. R. C. (2020). Limnological Quality: Seasonality Assessment and Potential for Contamination of the Pindaré River Watershed, Pre-Amazon Region, Brazil. **Water**, 12(3), 851.
- RIBEIRO, Maurício Andrés et al. Gestão da Água e Paisagem Cultural. **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais**, v. 20, n. 2, 2016.

- SANTIAGO, C. D.; CUNHA-SANTINO, M. B. Avaliação preliminar da qualidade dos sedimentos de duas nascentes, Córrego Espreado e Rio Monjolinho, São Carlos-SP. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 8, n. 1, p.77-92,2014.
- SELDOMRIDGE, Emily Dawn. **Importance of channel networks on nitrate retention in freshwater tidal wetlands, Patuxent River, Maryland**. Diss. 2009
- SEMATUR. 1991. **Diagnóstico dos Principais Problemas Ambientais do Estado do Maranhão**. Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Turismo, São Luís, p.19.
- SILVA, et al. **Avaliação das concentrações dos metais pesados na água superficial do Rio Santo Antônio, Brasil**. 2019.
- SILVA, M. R. C. et al. A. Qualidade da água da bacia do rio Pindaré, nos trechos correspondentes aos municípios de Pindaré-Mirim, Tufilândia e Alto Alegre no estado do Maranhão. **Revista Águas Subterrâneas**, v.31, n.4, p.347-354, 2017.
- SILVA, M. R. C., RODRIGUES, E. H. C., DE CARVALHO, T. R., PEREIRA, M. A. A., & da Silva, I. P. AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE METAIS TOTAIS NO SEDIMENTO DO MÉDIO CURSO DO RIO MEARIM EM BACABAL-MA. **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 2014.
- SILVA, S. H. P., GONÇALVES, M. M., BRAGA, F. H. R., LIMA, N. S., NETO, W. R. N., NUNES, M. A. S., ... & SILVA, M. R. C. (2020). **Environmental Impact of Agrochemical uses on the Island's Agricultural Production Area in Maranhão, Brazil**
- SILVA, T. G. N.; SILVA, M. R. Ch. Avaliação das Concentrações de Metais Pesados no Sedimento das Nascentes da APA do Maracanã, São Luís- MA. **Quim.nova**, vol- 2015.

ISBN: 978-65-6068-113-2

BR



9 786560 681132