REVISTA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

SITIENTIBUS

TECNOLOGIAS SOCIAIS E ECONOMIA SOLIDÁRIA
EDIÇÃO ESPECIAL SEMANA DE ENGENHARIA

ARTIGO

COMPORTAMENTO GEOQUÍMICO DE METAIS EM SEDIMENTO DAS LAGOAS URBANAS
DE FEIRA DE SANTANA - BAHIA*GEOCHEMICAL BEHAVIOR OF METALS IN SEDIMENT OF THE URBAN LAGOONS OF FEIRA
DE SANTANA - BAHIA*

TAÍSE DE JESUS BOMFIM

Doutora em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). E-mail: taisebj@hotmail.com

LAYANNE OLIVEIRA SILVA SANTOS

Mestra em Modelagem em Ciência da Terra e do Ambiente (UEFS). E-mail: layanneoss30@outlook.com

RESUMO

O crescimento econômico e populacional que ocorreu/ ocorre na cidade de Feira de Santana na Bahia, ocasionou um crescimento desordenado na cidade e comprometeu seus ambientes naturais, dentre eles as lagoas urbanas. Em vista disso, esse estudo tem como objetivo avaliar a concentração e o comportamento dos metais (Fe, Ni, Cd, Zn, Cr, Cu, Mn, Pb), em sedimentos, ao longo do tempo, em duas lagoas urbanas da referida cidade, e assim oferecer dados que expliquem as contribuições superficiais. Para alcançar a proposta desse trabalho, foram coletados cinco testemunhos de sedimentos, sendo 3 na Lagoa Salgada e 2 na Lagoa Subaé. Os resultados geoquímicos obtidos nos corpos aquáticos demonstraram que eles apresentam indícios de contaminação por chumbo nas duas lagoas e por cromo na lagoa Subaé, porém não representam grau de contaminação, sendo sugerido, portanto, um olhar cuidadoso para evitar futuros problemas nesses ambientes.

Palavras-chave: Testemunho de sedimentos, metais pesados, lagoas urbanas.

ABSTRACT

The economic and population growth that occurred/occurs in the city of Feira de Santana in Bahia, caused disorderly growth in the city and compromised its natural environments, including urban lagoons. In view of this, this study aims to evaluate the concentration and behavior of metals (Fe, Ni, Cd, Zn, Cr, Cu, Mn, Pb) in sediments, over time, in two urban lagoons in the aforementioned city, and thus offer data that explain the superficial contributions. To achieve the purpose of this work, five sediment cores were collected, 3 in Lagoa Salgada and 2 in Lagoa Subaé. The geochemical results obtained in the aquatic bodies demonstrated that they present signs of contamination by lead in the two lagoons and by chromium in the Subaé lagoon, however they do not represent a level of contamination, therefore suggesting a careful look to avoid future problems in these environments.

Keywords: Sediment cores, heavy metals, urban lagoons.

INTRODUÇÃO

O ambiente natural pode ser modificado por diversas formas, dentre elas o processo de urbanização e industrialização, são bastantes expressivos, pois, resultam em uma alteração significativa na paisagem, como também são responsáveis por diversos danos ambientais, em destaque, a poluição atmosférica, do solo, das águas, entre outros (GUERRA, 2006).

Uma das formas de evidenciar essas transformações é quando se estuda os recursos hídricos, pois esses tem sido no decorrer da história da humanidade, transformados para satisfazer os desejos do homem (SIQUEIRA e APRILE, 2013).

Essas transformações, geram contaminações providas de diversas fontes, dentre as quais se destacam os efluentes domésticos, industriais, bem como a carga difusa urbana e agrícola, que comprometem o uso desses recursos para os seus diversos fins (VASCO et al., 2011).

Em vista disso, essa pesquisa pretende avaliar a composição química de testemunho sedimentar dos corpos aquáticos, com ênfase, para as lagoas urbanas, uma vez que sua degradação, limita as condições de vida da população e do ecossistema.

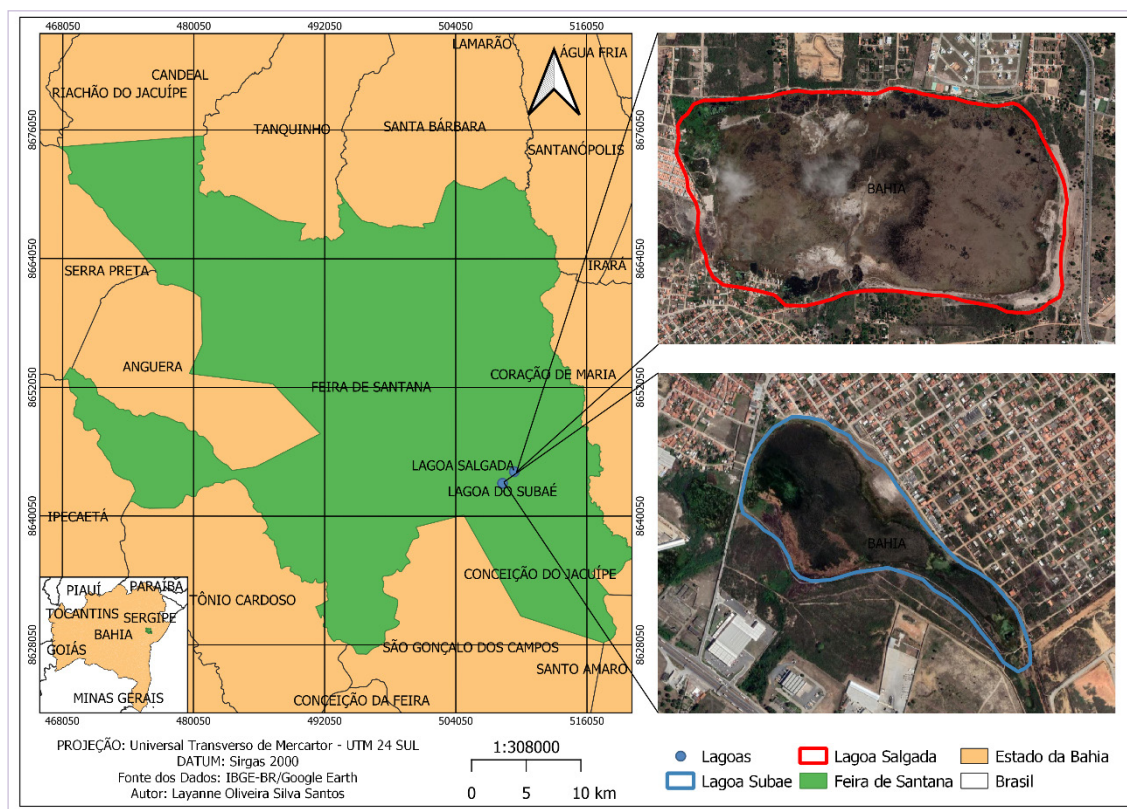
Essa pesquisa destaca a análise dos sedimentos, pois podem ser usados de várias maneiras para monitorar e avaliar a saúde geral do ecossistema aquático, incluindo o rastreamento de programas de monitoramento de longo

prazo relacionados aos impactos antrópicos (OGBUAGU e SAMUEL, 2014). Como também, o sedimento tem sido investigado para esclarecer a poluição ambiental atribuída aos metais pesados e/ou a substâncias tóxicas orgânicas. Além disso, ele é capaz de armazenar informações por um período maior de tempo quando comparado com a disponibilidade de compostos na coluna d'água (MAIA et al., 2006). Dessa forma percebe-se, que os sedimentos são importantes indicadores de qualidade ambiental, por possuir capacidade de adsorver contaminantes, em destaque, os metais pesados (ALVES et al., 2010; POMPÊO et al., 2013), consequentemente ambientes propícios para o estudo da história da poluição local (LOUREIRO et al., 2012).

As lagoas Subaé e Salgada foram as escolhidas para o referido estudo, pois foram muito afetadas inicialmente pelo processo de urbanização de Feira de Santana, uma vez que, elas representavam um único corpo aquático inseridas no alto da Bacia Hidrográfica do rio Subaé (figura 1) e foram fragmentadas no decorrer do histórico de construção da cidade (construção de complexos industriais, da BR 324 aterramento para construção residencial). Esses e diversos outros fatores (depósito de lixo) continuam interferindo constantemente nesse ambiente Santo (2012), justificando assim, a necessidade de realizar um estudo que demonstre o histórico de contaminação.

As figuras 2 e 3, demonstram o uso e ocupação em torno das lagoas Subaé e Salgada de Feira de Santana, as alterações

Figura 1: Mapa de localização da cidade de Feira de Santana-BA e as lagoas Salgada e Subaé

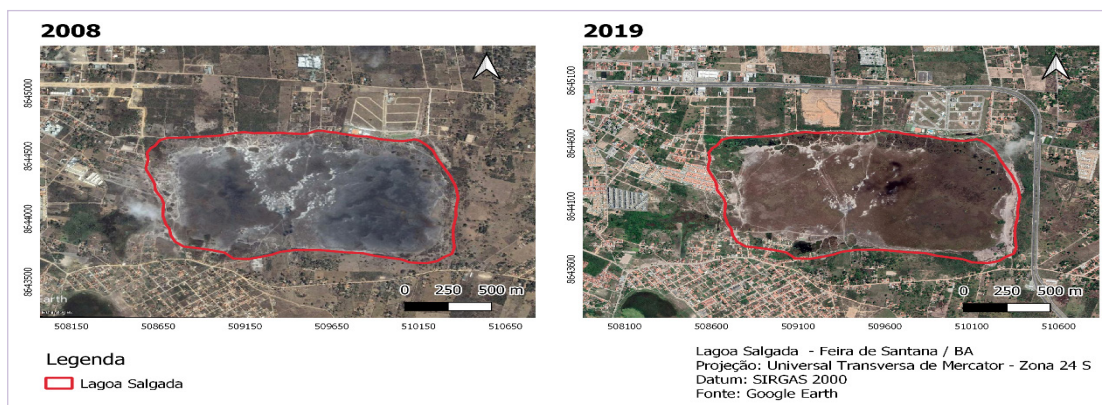


Fonte: IBGE-BR/Google Earth.

antropogênicas no ambiente natural, no que diz respeito a construção do espaço urbano. Os anos representados nas imagens foram escolhidos por serem os que apresentaram melhor visualização pretérita e atual no mosaico de imagens de satélites disponibilizados pelo Google Earth. As mesmas comprovam que o ambiente natural foi sendo transformado em um cada vez mais urbanizado. O espelho d'água sofre uma redução nos períodos de estiagem, período esse, que a população invade sem planejamento esse ambiente,

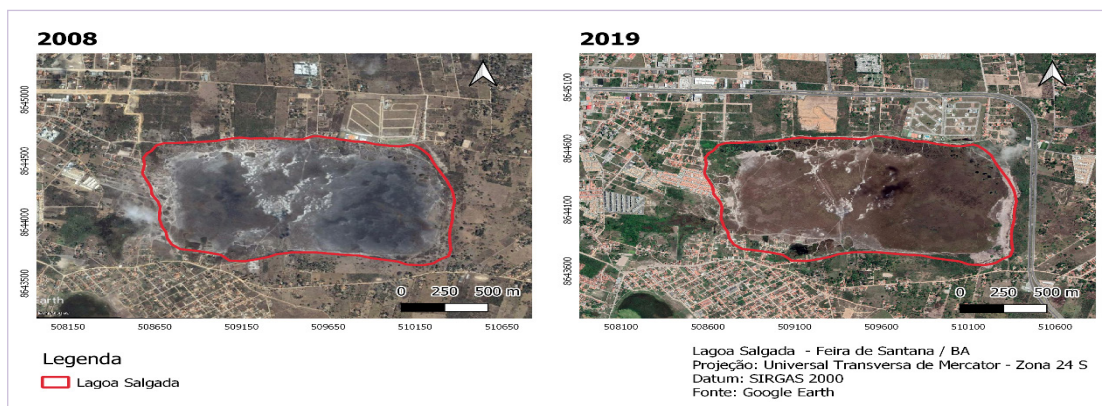
para construções residenciais e atividades como criação de animais, Santo (2003), merece destaque também as atividades industriais realizadas nos referidos locais (ARAÚJO, 2018). Todas essas modificações alteram as características e composição dos sedimentos, fato que comprova a relevância desse trabalho, ao fazer uma análise da composição geoquímica dos elementos, o que corrobora para determinar se as ações antrópicas interferem na qualidade dos solos no decorrer histórico de ocupação.

Figura 2: Uso e ocupação da lagoa Subaé, Feira de Santana-BA (2002 e 2019)



Fonte: Google Earth.

Figura 3: Uso e ocupação da lagoa Salgada, Feira de Santana-BA (2008 e 2019)



Fonte: Google Earth.

METODOLOGIA

O mapa de Localização da Área de Estudo foi elaborado utilizando a base de dados cartográfico do IBGE contendo os limites estaduais do território brasileiro e limites municipais para o estado da Bahia, todos em formato Shapefile. Os shapes das referidas lagoas foi feito tomando como base os limites visíveis do espelho d'água em períodos de cheia das lagoas.

Para elaboração dos mapas de localização dos testemunhos de coleta das Lagoas Salgada e Subaé foram utilizadas as imagens do satélite CIBERS 4A com resolução espacial de 2m, disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE.

Os mapas de comparação do avanço da ocupação urbana nas lagoas Subaé (2002 – 2019) e Lagoa Salgada (2008 – 2019),

foram realizados por meio do mosaico de imagens de satélites disponibilizados pelo Google Earth.

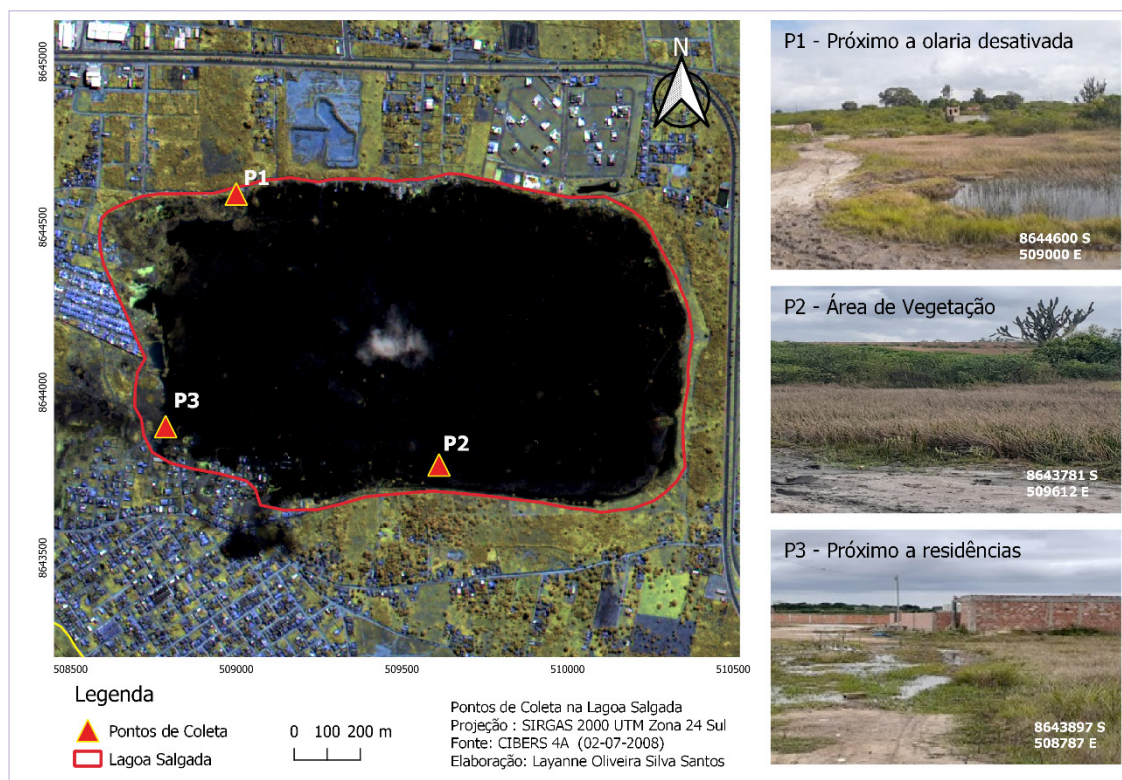
Todas as imagens foram processadas através do Software Qgis 3.8.0.

Coleta das Amostras

Foram coletados um total de cinco testemunhos, sendo dois testemunhos na Lagoa Subaé, e três na Lagoa Salgada (Figura 5 e 6). Destaca-se a dificuldade no processo de coleta, com o testemunho, devido ao esforço físico, por conta da profundidade e da densidade dos sedimentos.

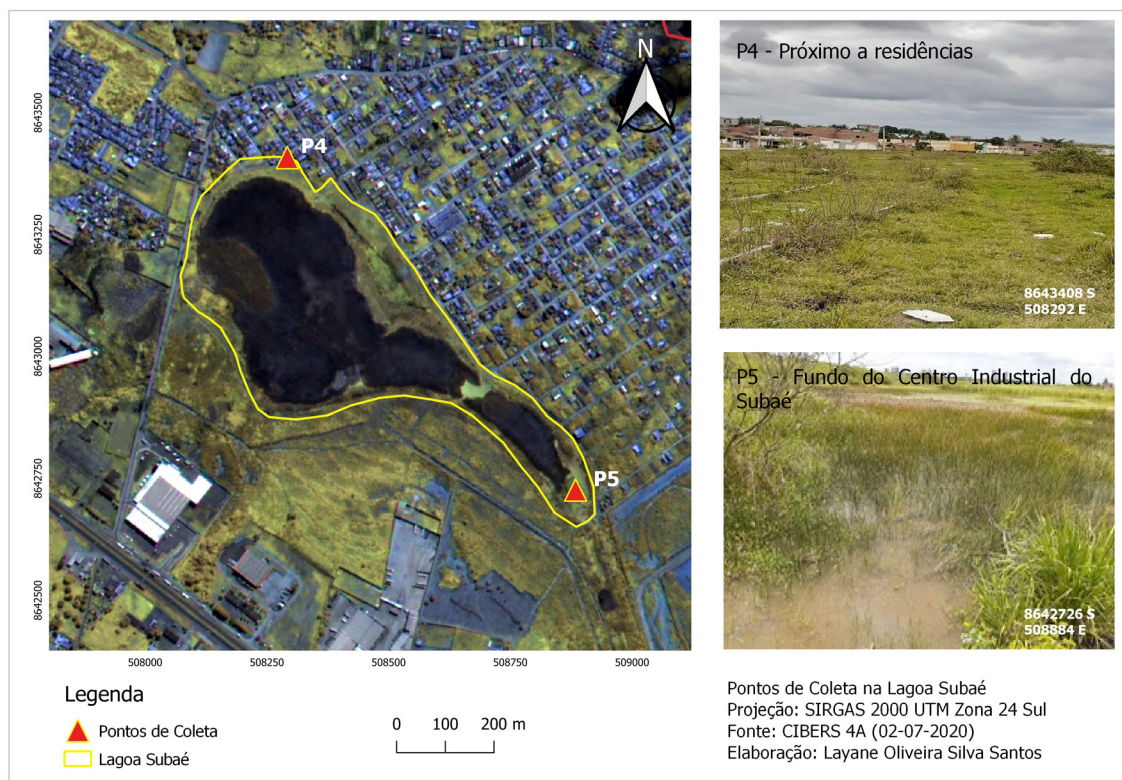
Os locais foram escolhidos utilizando como critério o uso e ocupação da terra (testemunho próximo de ações antrópicas e testemunho mais afastado dessas transformações).

Figura 4: Locais da coleta na Lagoa Salgada, Feira de Santana-BA



Fonte: INEP/CIBERS-4A, 2008.

Figura 5: Locais da coleta na Lagoa Subaé, Feira de Santana-BA



Fonte: INEP/CIBERS-4A, 2020.

Extração parcial de Elementos Químicos

As amostras passaram pelo método de extração parcial dos elementos químicos, todas as análises foram realizadas

em triplicatas, juntamente com brancos e amostras de material de referência certificado STSD-3. A recuperação dos elementos consta no Quadro 1. Para assegurar a qualidade analítica, para cada 10 amostras, foi feito um branco 1.

Quadro 1: Recuperação do material de referência certificado STSD-3

Elemento	Fe	Ni	Cd	Zn	Cr	Cu	Mn	Pb
%	88	113	82	95	127	92	83	230

A análise dos teores dos elementos (Fe, Ni, Cd, Zn, Cr, Cu, Mn, Pb) foi uma adaptação da metodologia proposta pela US Environmental Protection Agency (US EPA 3051A).

Para determinar a intensidade dos elementos químicos em cada amostra utilizou o espectrômetro de absorção atômica da marca Analytik jena e modelo novAA 350.

Determinação da Granulometria

A análise granulométrica foi realizada por difração a laser. Para tanto, foi utilizada a metodologia da Embrapa de difratometria via peróxido de hidrogênio. Os resultados da granulometria foram apresentados através de uma tabela representando os valores no decorrer de cada testemunho e do diagrama de Shepard gerados no software SysGran 3.0.

Determinação do Índice de Geoacumulação – Igeo

Para determinar os níveis de contaminação nos sedimentos, foi calculado o índice de geoacumulação usando a equação proposta por Müller & Wedepohl (1979 in Calmano & Förstner, 1996).

$I_{geo} = \log_2(C_n/1,5*B_n)$; onde: C_x = Concentração do elemento na fração 0.063 μ m, dos sedimentos a serem classificados; B_n = Concentração média de valores de linha de base para argilas na crosta terrestre (folheto médio padrão);

1,5 = Fator de correção para possíveis variações de valores de linha de base, causado por diferenças litológicas.

TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Os resultados obtidos nessa pesquisa foram trabalhados estatisticamente utilizando a Correlação de Pearson e Análise de Cluster.

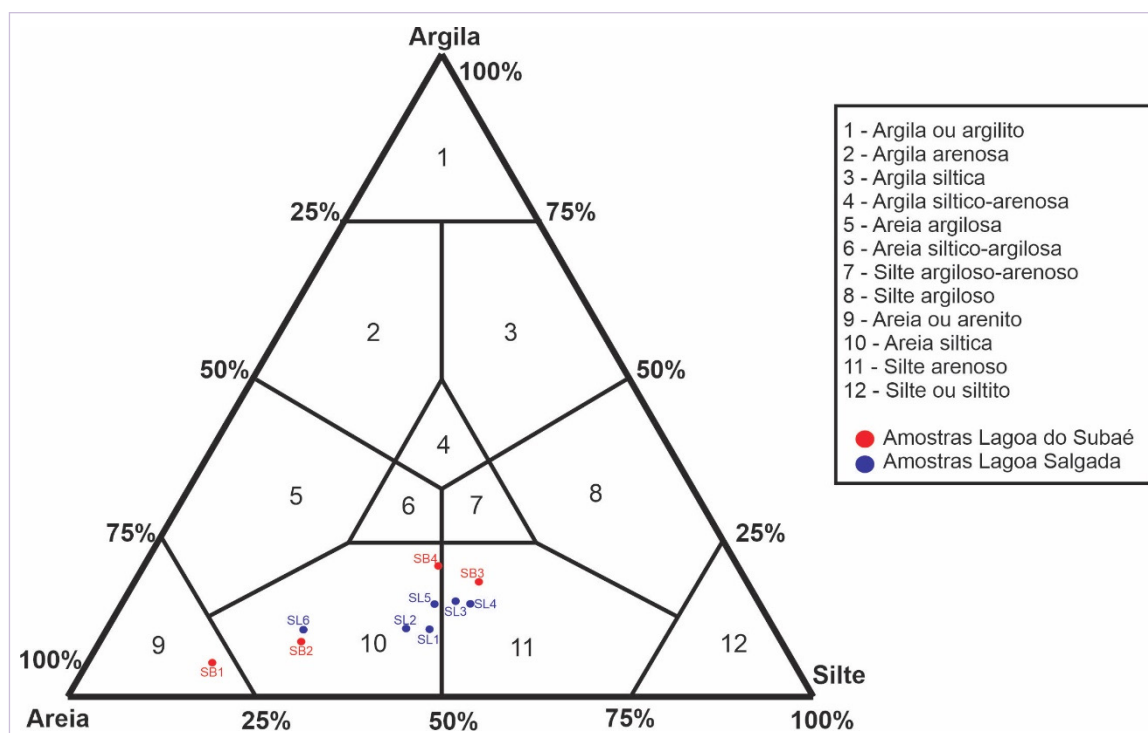
Correlação de Pearson

Esta ferramenta estatística foi utilizada no presente trabalho para identificar as possíveis relações entre as concentrações dos metais, bem como com os resultados da granulometria dos sedimentos. Inicialmente foi feito o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, o qual mostrou que as variáveis possuem dados com distribuição normal. Logo, foram utilizadas técnicas estatísticas a partir dos cálculos dos coeficientes paramétricos da correlação de Pearson, realizada através do software PAST 4.03.

Análise de Cluster

Para verificar a similaridade entre as concentrações dos metais nos testemunhos de coletas foi feito um dendograma gerado a partir da análise de cluster, usando o aplicativo PAST 4.03.

Figura 6: Diagrama de Shepard gerado a partir das análises granulométricas dos sedimentos das Lagoas Salgada e Subaé



Fonte: Elaborado pelas autoras.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise da Granulometria

Constatou-se também através do diagrama de Shepard (figura 7), que os testemunhos amostrais que predominam na Lagoa Salgada, correspondem a categoria areia siltica e silte arenoso. E na lagoa Subaé, areia siltica, seguida de areia ou arenito e silte arenoso. Sendo possível observar a dominância das classes silte arenosa.

Conclui-se, portanto, que as Lagoas Subaé e Salgada apresentaram amostras com significativa variação na textura, desde areia, silte e argila respectivamente. Essa variação também foi identificada no trabalho de Cruz et al. (2013), onde os autores já destacaram que a variação de textura em uma pequena área com testemunhos de coleta próximos entre si pode ser explicada pelos impactos ambientais na área de estudo.

As camadas que apresentam maior concentração de areia no sedimento possuem menor capacidade de adsorção, o que permite a dissolução de íons metálicos na coluna d'água, e, assim, por sua vez, o risco potencial de bioacumulação pela biota local. Já as camadas que tem o predomínio de silte apresentam maior vulnerabilidade à contaminação por metais pesados devido a fina granulometria (FARIA & SANCHEZ, 2001; QUINÁIA et al., 2009).

As análises das concentrações dos metais nos sedimentos foram realizadas com base na Resolução 344/04 do CONAMA, que discorre sobre os níveis de classificação do material a ser dragado em águas doces.

Análise dos metais nos sedimentos e comportamento geoquímico dos metais no decorrer das profundidades dos testemunhos

A Lagoa Salgada, assim como a lagoa Subaé demonstram que o Fe e o Mg são os elementos mais abundantes nesse corpo hídrico, sendo que os testemunhos 1 e 2 da Lagoa Salgada, e 5 da lagoa Subaé apresentam o mesmo padrão na ordem de concentração dos elementos químicos analisados, ou seja, predomínio de Fe, seguido de Mg. No testemunho 3, da lagoa Salgada, e 4 da lagoa Subaé, a ordem na concentração de metais apresentou uma inversão entre o Fe e o Mg, para todas as profundidades, com exceção da superficial.

Depois do Fe e Mg, o Zn e o Mn são os elementos mais abundantes, sendo o Zn predominando no T2, T3 e T4, e o Mn no T1 e T5.

Para ferro, manganês e magnésio não existem valores de referência, pois estes são elementos típicos do solo/sedimento, e podem ser encontrados em diferentes concentrações de acordo com a região. Cruz et al., (2013) corrobora ao apontar em seu estudo de caracterização granulométrica e mineralógica dos sedimentos superficiais

das nascentes do rio Subaé em Feira de Santana (BA), a presença em abundância dos minerais caulinita e esmectita, onde os mesmos possuem alta concentração de Fe em sua composição, logo, disponíveis nos sedimentos.

O zinco, não representa contaminação no meio ambiente, pois de acordo com a legislação ambiental do Conama, não ultrapassa os valores de limites médio de 315 mg/kg. Essas informações corroboram com as de (ALGUL & BEYHAN, 2020; SILVA et al., 2010; SIQUEIRA & APRILE, 2013) que encontraram valores relativamente maiores nos seus trabalhos, do que os dessa pesquisa e não detectaram contaminação nos ambientes que estudaram.

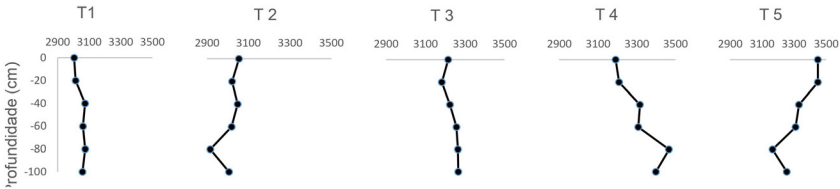
Na sequência o elemento mais encontrado, dentre os estudados é o chumbo, sendo mais representativo nos T2, T4 e T5 com teores ultrapassando o nível estabelecido pelo Conama de 91.3 mg/kg. Na atmosfera pode ser encontrado na forma particulada, a qual pode transportar partículas pequenas a longas distâncias. Santos (2015). Observa-se portanto, que esses testemunhos estão localizados em áreas de olarias. Estudos anteriores, realizados nesse mesmo local, por Cruz et al. (2013), já apontava para concentrações de chumbo duas vezes mais altas que a composição média dos folhelhos (20 mg/Kg, segundo TUREKIAN & WEDEPOHL, 1961). Porém, é possível apontar que, apesar do testemunho da olaria apresentar concentrações mais elevadas de Pb, do que os demais, em outras áreas, bem como na lagoa Subaé (Tabela 6), também apresentaram concentrações na mesma grandeza. Magno et al., 2020 encontrou concentrações de Pb variando de 91,3 a 16727,20 mg/Kg, em Maragóipinho-BA, município reconhecido pela produção, em larga escala, de cerâmica.

No que se refere ao cromo, seus valores foram abaixo do limite de detecção (0,0054 mg/l) nos T1, T2, T3 e T4. Enquanto que no T5 da lagoa subaé apresentou concentrações mais elevadas que a estabelecida pelo Conama de 90 mg/kg, principalmente nas camadas mais superficiais, sugerindo portanto, grau de contaminação no referido testemunho.

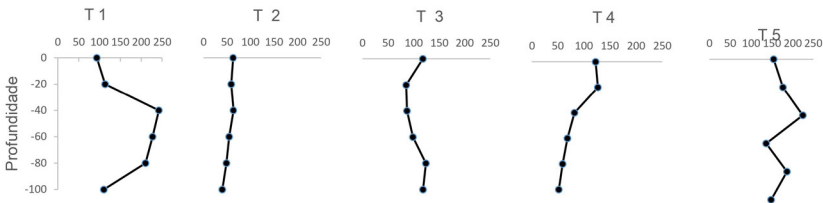
Os teores de Cr encontrados nessa lagoa podem estar relacionados a atividade industriais do CIS (Centro Industrial do Subaé), estando em consonância com diversos estudos que demonstram a relação desse elemento com o processo de industrialização (ALVES, et al., 2010; FROEHNER & MARTINS 2008; ALGÜL & BEYHAN 2020). Dentre as atividades industriais, a fabricação de tinta, corantes, explosivos, produção de cerâmica e papel, são fontes mais expressivas desse elemento para o meio ambiente, como destaca Trindade (2002), em seu estudo sobre a concentração de metais pesados em sedimentos do rio São Francisco entre Três Marias e Pirapora-MG.

Em sequência dar-se-á o níquel com baixa concentração nos 5 testemunhos, todos com valores bem abaixo do limite considerado prejudicial para o ambiente de acordo com o Conama (35,9 mg/kg). Mesmo os valores mais elevados não são indicativos de contaminação ambiental.

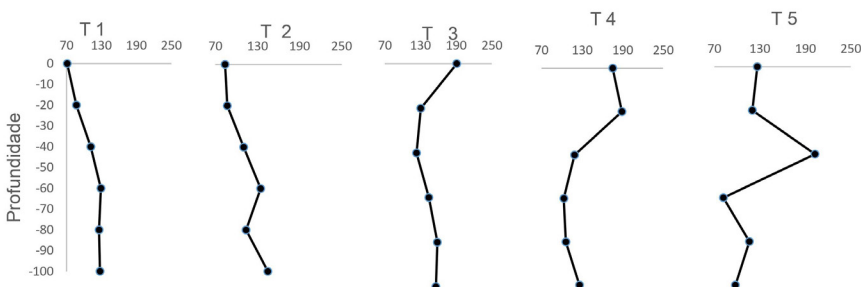
FERRO



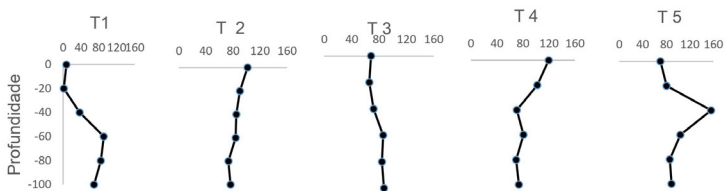
MANGANÊS



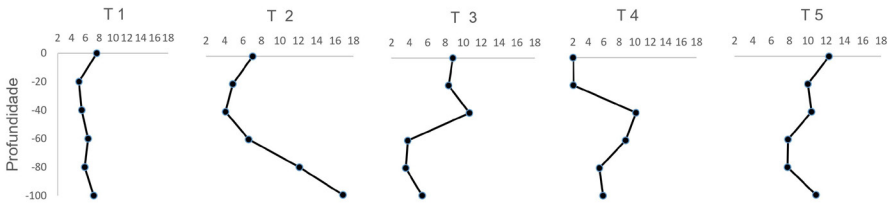
ZINCO



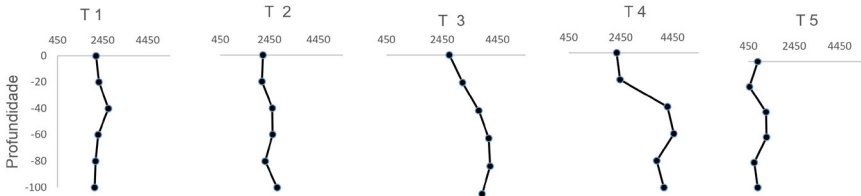
CHUMBO



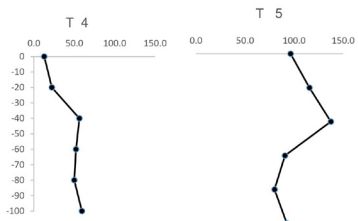
NÍQUEL



MAGNÉSIO



CROMO



As concentrações de Cd foram abaixo do limite de quantificação (0,0012mg/l) em todos os testemunhos, porém essa não significa que os elementos não estejam nas amostras coletadas, mas que suas concentrações estão abaixo dos limites de detecção do equipamento utilizado.

Verifica-se portanto, a partir da análise geoquímica dos metais estudados na Lagoa Salgada, que os sedimentos não apresentaram alterações significativas ao longo do tempo, com exceção do chumbo, que teve seus valores elevados nas camadas mais superficiais dos testemunhos. Sugerindo que esse corpo hídrico não está sendo impactado significativamente por estes potenciais contaminantes, exceto o chumbo. Esse cenário pode ser modificado e intensificado futuramente por meio das diversas atividades que são exercidas no local (processo de industrialização, lixo e esgoto a céu aberto, além de construção irregulares).

E em relação a Lagoa Subaé, a frequência maior dos elementos no T5, bem como, valores elevados de Cr e Pb são indicativos de possível contaminação ambiental, podendo ser justificada pela presença do CIS, uma vez que, a concentração de metais pesados podem ser intensificadas principalmente através das atividades industriais (ZHANG et al., 2020; FROEHNER e MARTINS, 2008), bem como pela ocupação irregular em torno do corpo hídrico, uma vez que, fontes pontuais contribuem significativamente para o aumento das concentrações dos metais pesados nos sedimentos evidenciando a problemática ambiental na área urbano-industrial (TRINDADE et al., 2012).

As oscilações de valores no decorrer das profundidades dos sedimentos podem estar relacionadas ao revolvimento desse material, ocasionado principalmente pelas atividades que ocorrem nas lagoas salgada e subaé, como as industriais, de mineração, construções de rodovias e de residências (MIZAE, 2019; NORONHA et al., 2011; YUAN et al., 2003).

Comparando os resultados desse trabalho com os encontrados por Mizael (2019) ao estudar os Reservatórios do Estado de São Paulo, (no que concerne o histórico de

acumulação de metais nos sedimentos), observa-se que alguns elementos tiveram seus valores acrescidos com o passar do tempo, justificando que esses aumentos estiveram provavelmente associados às atividades antrópicas.

O presente estudo obteve resultados muito próximos com o de áreas pouco impactadas como o Lago Bafa na Turquia (Algül e Beyhan, 2020), Rio Conceição em Minas Gerais (Parra, 2006), Represas de Viçosa, MG (SOARES, 2006). Foi realizada também uma comparação com áreas influenciadas pelas atividades antropogênicas e as concentrações de Cd, Zn, Mn, Ni estão abaixo das amostras encontradas nas Lagoas do rio Otamiri em Owerri, Nigéria (Ogbuagu e Samuel, 2014) e o Córrego Monte Alegre e afluentes em Ribeirão Preto, SP (Alves, et al, 2010).

Correlação de Pearson

A correlação de Pearson está demonstrada na tabela 1 e 2, onde a 1 representa a camada mais superficial e a 2 a mais profunda.

No que se refere a tabela 1, o Fe teve uma correlação positiva significativa com Mn. Esses resultados podem ser comparados com o de Soares (2006), ao analisar a interação no ambiente de duas represas do Município de Viçosa - MG, discorre que a elevada concentração de Fe e Mn no sedimento possivelmente contribuiu para a ausência de Cd neste meio, devido a competição pelos sítios de adsorção, podendo servir como um dos parâmetros para justificar a ausência de Cd nas duas lagoas.

A tabela mostra uma correlação moderada significativa entre as frações granulométricas argila e silte com o Ni, podendo ser comparado com o de Parra (2006) onde, em seu estudo evidencia que a presença do Ni está relacionada a atividades mineradoras, o que justifica na presente pesquisa a sua correlação com a granulometria, com destaque para a argila.

Já a tabela 2 mostra uma correlação positiva apenas entre o Mg e a areia.

Tabela 1: Correlação de Pearson entre as concentrações dos metais na camada mais superficial (20cm), bem como suas relações com os resultados da granulometria

	Fe	Mn	Pb	Ni	Mg	Zn	Argila	Silte	Areia
Fe									
Mn	0,89302								
Pb	0,28086	0,069612							
Ni	0,50787	0,34431	-0,38783						
Mg	-0,68319	-0,55507	0,24918	-0,60111					
Zn	0,48322	0,55339	0,68	-0,21494	0,2874				
Argila	0,24478	-0,03322	-0,21837	0,89842	-0,32868	-0,28257		0,014338	0,038374
Silte	-0,05739	-0,30152	-0,38987	0,78862	-0,20587	-0,52438	0,94747		0,041462
Areia	-0,22802	-0,07953	0,58661	-0,94567	0,53432	0,50151	-0,89823	-0,89278	

* nível de significância <0,05

Tabela 2: Correlação de Pearson entre as concentrações dos metais na camada mais profunda (120 cm), bem como suas relações com os resultados da granulometria

	Fe	Mn	Pb	Ni	Mg	Zn	Argila	Silte	Areia
Fe									
Mn	0,15055								
Pb	0,36065	0,59186							
Ni	-0,65066	-0,35494	0,011207						
Mg	0,38272	-0,58344	-0,21883	-0,411					
Zn	-0,23349	-0,44475	-0,13688	-0,04708	0,73714				
Argila	-0,51671	0,50577	0,60398	0,48393	-0,56377	0,043287			
Silte	-0,75761	0,3583	0,31904	0,55687	-0,55461	0,14038	0,94747		
Areia	0,55703	-0,6824	-0,41346	-0,36841	0,8195	0,26516	-0,89823	-0,89278	

* nível de significância <0,05

As duas tabelas mostram também uma afinidade entre as partículas granulométricas mais finas (silte e argila), ocorrência normal, uma vez que, possuem maior capacidade de adsorção (SALAZAR et al., 2003).

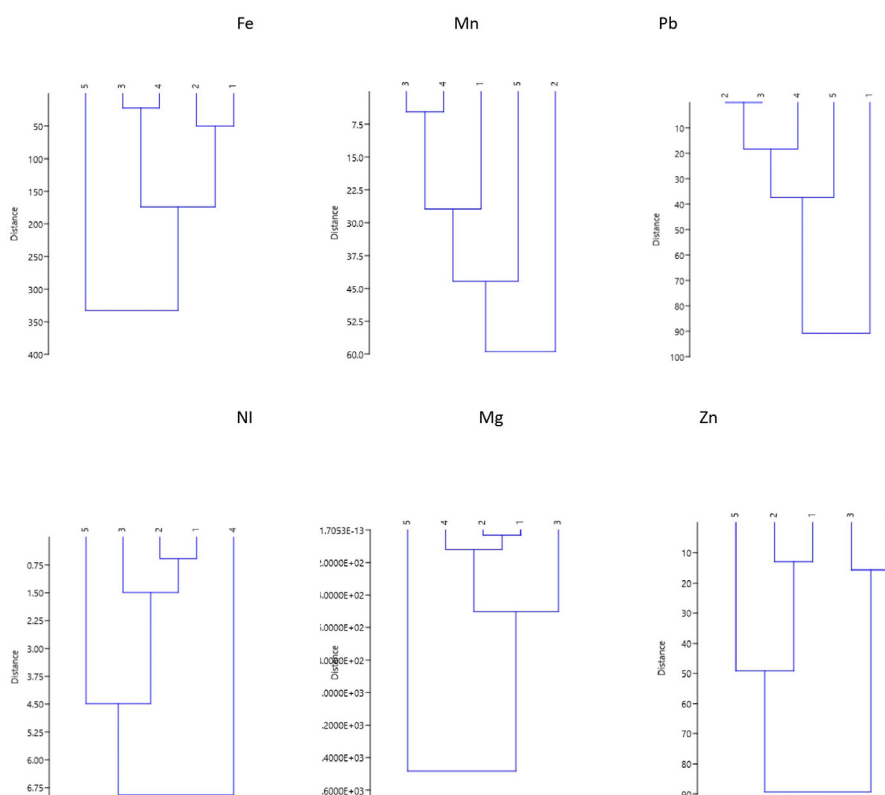
A análise das tabelas demonstram que as camadas superficiais e mais profundas apresentam correlações diferentes, podendo inferir que as ações de influências mudaram no decorrer dos anos.

Embora trabalhos como o de Parra (2006); Soares (2006); Santos (2020); Melo et al., (2014) mostrem graus de afinidade entre os metais, a correlação realizada nesse estudo não foi positiva, podendo sugerir que outros elementos não analisados podem estar estabelecendo uma influência maior.

Análise de Cluster

A análise de cluster permitiu concluir que os testemunhos 1 e 2 apresentam similaridade, o que justifica pelo fato de estarem no mesmo ambiente e serem próximos. Os testemunhos 3 e 4 também se relacionam, mesmo estando em lagoas diferentes, podendo ser justificado por estarem localizados próximos de áreas residenciais. Já o testemunho 5 apresentou um distanciamento em relação aos demais, se justificando por estar mais próximo de áreas industriais, porém, esse testemunho estabelece relação com todos os outros.

Em relação ao índice de geoacumulação, os metais analisados tiveram resultados negativos, não representando de acordo com essa análise, contaminação na área de estudo.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se inferir portanto, a partir de todas as análises geoquímicas feitas nesse estudo, que os ambientes das lagoas salgada e subaé não apresentam alterações significativas ao longo do histórico de ocupação e os sedimentos dos corpos hídricos não estão impactados significativamente por potenciais contaminantes. Porém medidas de prevenção precisam ser tomadas para evitar um futuro problema, uma vez que, alguns metais como chumbo e cromo, já começam a indicar a necessidade de um olhar mais aguçado para essas lagoas, sugerindo portanto, o incremento de ações para regressão das atividades antrópicas, a fim de preservar o corpo aquático e o ecossistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALGUL. F. BEYHAN. M. Concentrations and sources of heavy metals in shallow sediments in Lake Bafa, Turkey. **Scientific Reports**. v. 10, n. 1, july. 2020.
- ALVES. R. I. S. et al. Avaliação das concentrações de metais pesados em águas superficiais e sedimentos do Córrego Monte Alegre e afluentes, Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Ambi-Agua**. v. 5, n. 3, p. 122-132, 2010.
- ARAUJO. N. B. Memórias (quase) póstumas da lagoa do Subaé, Feira de Santana-Bahia (1960-2017). Dissertação de mestrado. PPGM/UEFS.2018.
- CRUZ. M. A. S. et al. 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.
- FARIA. M. M. SANCHEZ. B. A. Geochemistry and mineralogy of recent sediments of Guanabara Bay (NE sector) and its major rivers – Rio de Janeiro State – Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v.73, n. 1, Rio de Janeiro. mar. 2001.
- FROEHNER. S, MARTINS. R. F. Avaliação da composição química de sedimentos do Rio Barigüi na região metropolitana de Curitiba 2 **Quim. Nova**. v. 31, n. 8, 2008.
- GUERRA. A. J. T. Geomorfologia ambiental. Rio de janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- MAIA. P. D. et al. Distribuição Espacial de Elementos-traço em Sedimentos do Lago Paranoá-DF, Brasil. **Geochimica Brasiliensis**. v. 20, n. 2, p. 158-174. 2006.
- LOUREIRO, D. et al. Distribuição dos metais pesados em sedimentos da Lagoa Rodrigo de Freitas. **Oecologia Australis**. v. 16, n. 3, p. 353-364, set, 2012.
- MAGNO. G. A. M. et al. Estudos das concentrações de chumbo detectadas no solo de olarias do distrito de Maragogipinho, município de Aratuípe, Bahia, Brasil. **AIDIS**. v. 13, n. 02, p. 470-484, 2020.
- OGBUAGU. D. H, SAMUEL. C. B. Accumulation and recovery capacity of heavy metals in sand mine ponds of the Otamiri River in Owerri, Nigeria. **Rev. Ambient. Água**. v. 9, n. 1, Taubaté, Jan/Mar, 2014.
- MELO. A. et al. Caracterização geoquímica dos sedimentos de fundo e em suspensão dos principais cursos de água na ilha de São Miguel (Açores, Portugal). **Comunicações Geológicas**. v. 101, Especial II, p. 687-691. 2014.
- MIZEL. J. O. S.S. Análise do histórico de impactos antrópicos em reservatórios do Estado de São Paulo com base nos estoques de metais, pigmentos e nutrientes em sedimento. Tese de doutorado. UNESP. 2019.
- PARRA. R. R. Análise geoquímica de água e de sedimentos afetados por minerações na Bacia Hidrográfica do Rio Conceição, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de mestrado. UFOP. 2006.
- POMPÊO. M. et al. Biodisponibilidade de metais no sedimento de um reservatório tropical urbano (reservatório Guarapiranga-São Paulo (SP), Brasil): há toxicidade potencial e heterogeneidade espacial? **Geochimica Brasiliensis**, v. 27, n. 2, p. 104- 119, 2013.
- NORONHA. T. J. M. et al. Avaliação das concentrações de metais pesados em sedimentos do Estuário do Rio Timbó, Pernambuco-Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**. v. 44, n. 2, p. 70-82, 2011.
- OGBUAGU. D. H, SAMUEL. C. B. Accumulation and recovery capacity of heavy metals in sand mine ponds of the Otamiri River in Owerri, Nigeria. **Rev. Ambient. Água**. v. 9, n. 1, Taubaté, Jan/Mar, 2014.
- QUINÁIA. S. P. et al. Avaliação da Distribuição de Cr, Pb e Cu em Sedimentos Superficiais. **Revista Ciências Exatas e Naturais**. v. 11, n. 1, Jan/Jun, 2009.
- SALAZAR. L. J. C. et al. Condiciones sedimentológicas de La Laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. **Interiencia**. v. 28, n. 1, 2003.
- SANTO. S. M. O desenvolvimento urbano de Feira de Santana (BA). **Sitientibus**. n. 28, p. 9-20, jan/jun, 2003.
- SANTOS. M. V. S. Metais pesados em sedimentos superficiais e material particulado em suspensão no rio Itapicuru-Mirim em Jacobina, Bahia, Brasil . Dissertação de mestrado. (2015)
- SANTOS. M. V. S. et al. Evaluation of metal contamination in mangrove ecosystems near oil refining areas using chemometric tools and geochemical indexes. **Marine Pollution Bulletin**. v. 166, 2020.

SOARES. C. R. A. Concentração de metais pesados em sedimento, água e macrófitas aquáticas em duas represas do Município de Viçosa-MG. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2006.

SILVA. M. R. et al. Distribuição de nutrientes em sedimentos fluviais do rio Itajaí-Açú, Blumenau, SC, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 102-113, 2010.

SIQUEIRA. G. W. APRILE. F. Avaliação de risco ambiental por contaminação metálica e material orgânico em sedimentos da bacia do Rio Aurá, Região Metropolitana de Belém-PA. **ACTA – Amazônica**. v. 43, n. 1, p. 51-62, 2013.

SOARES. C. R. A. Concentração de metais pesados em sedimento, água e macrófitas aquáticas em duas represas do Município de Viçosa-MG. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2006.

TRINDADE. W. M. et al. Concentrações de metais pesados em sedimentos do rio São Francisco entre Três Marias e Pirapora-MG: geoquímica e classificação de risco ambiental. **Geonomos**. v. 20, n. 1, p. 64-75, mai, 2012.

VASCO. A. N. et al. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na Sub-Bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Ambiente & Água**. v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.

YUAN. C. et al. Speciation of Heavy Metals in Marine Sediments from the East China Sea by ICP-MS with Sequential Extraction. *Environmental International*, 30: 769-783. 2003.

ZHANG. W. et al. Pollution and Ecological Risk Evaluation of Heavy Metals in the Soil and Sediment around the HTM Tailings Pond, Northeastern China. **Int. J. Environ. Res.** v. 17, n. 7072, 2020.