



XXVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS
SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2024

Análise Temporal da Contaminação por Metais Pesados e Avaliação de Risco Ambiental nos Sedimentos da Baía de Aratu, Bahia

Luana Santana Gama¹; Consuelo Lima Navarro de Andrade²

1. Bolsista – PIBIC-Af/CNPq, Graduanda em Licenciatura em Química, Universidade Estadual de Feira de Santana,
e-mail: luanasgama@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana,
e-mail: clnandrade@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Metais pesados; Contaminação ambiental; Baía de Aratu.

INTRODUÇÃO

A Baía de Aratu, localizada dentro da Baía de Todos os Santos (BTS), ocupa aproximadamente 20 km² e possui grande importância econômica e ecológica para o estado da Bahia (Bittencourt et al., 1974). No entanto, a intensa atividade industrial e portuária, junto a outras fontes antropogênicas, tem causado significativa degradação ambiental na região (Da Rocha et al., 2012). Os contaminantes dispersos na água e nos sedimentos são absorvidos por espécies vegetais nos manguezais, o que afeta a saúde da comunidade local, uma vez que esses ecossistemas fornecem cerca de 95% do alimento marinho consumido pela população (Pereira e Oliveira, 2015).

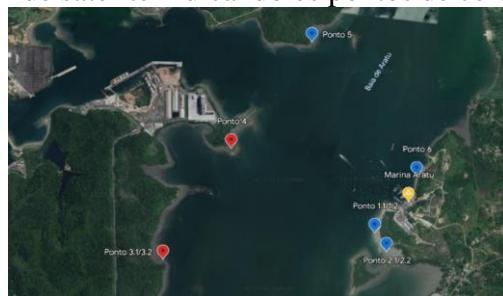
Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o risco ambiental e comparar dados recentes das concentrações de metais, com estudos anteriores, com o intuito de identificar possíveis mudanças nas concentrações de metais nos sedimentos da Baía de Aratu.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA

Coleta de dados:

As amostras foram coletadas em 2023 em duas campanhas, sendo a primeira em março, onde foram coletadas três amostras compostas de sedimentos. A segunda campanha aconteceu em junho e foram coletadas seis amostras de sedimentos, totalizando nove amostras, sendo que alguns pontos de amostragem coincidem entre as campanhas.

Figura 1: Imagem de satélite indicando os pontos de coleta, na Baía de Aratu-BA.



Fonte: Modificado de Google Earth (2023)

Foram analisados parâmetros físico-químicos em água nos pontos próximos à coleta de sedimentos e, assim, determinadas as concentrações de Oxigênio dissolvido

(OD), a Temperatura, os Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) e o pH. As amostras de sedimentos foram acondicionadas em refrigerador, em seguida liofilizadas para análises de metais, granulometria e Carbono Orgânico Total (COT). Para a determinação de metais, as amostras foram submetidas à digestão ácida parcial em micro-ondas (MARS-CEM), utilizando o método SW846-3051 – US EPA (US EPA.1998) e analisadas por espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado (Agilent 700 Series).

Avaliação de Risco Ambiental:

Foi utilizado o Fator de Contaminação (FC) de Hakanson (1980), comparando as concentrações com valores de referência da crosta terrestre (Taylor & McLennan, 1985). Os valores de FC são classificados em quatro categorias: $FC < 1$: baixa contaminação; $1 \leq FC < 3$: contaminação moderada; $3 \leq FC < 6$: contaminação considerável; $FC \geq 6$: contaminação muito alta.

Avaliação Comparativa das concentrações de metais:

Para a avaliação comparativa, realizou-se uma revisão da literatura com o objetivo de identificar dados sobre as concentrações de metais nos sedimentos de manguezal da Baía de Aratu. Foram selecionados os estudos de Leão et al. (2008) e Oliveira et al. (2021), cujas concentrações médias de metais foram comparadas com os dados coletados em 2023.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO

Análise de metais:

Os metais Al e Fe tiveram as maiores concentrações, o que é esperado devido à composição dos solos nacionais serem predominantemente cauliníticos e ricos em óxidos de ferro (Fontes & Alleoni, 2006) (Tabela 2).

Tabela 2. Concentrações de metais em sedimentos de manguezal na Baía de Aratu em (mg/kg).

AMOSTRAS	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	P	Pb	V	Zn
Amostra 1a	8703,3	3,1	19,4	0,0	0,2	10,1	11,2	6412,7	301,4	0,9	426,5	4,2	12,0	15,3
Amostra 2a	10287,9	2,6	20,8	0,0	0,4	11,0	8,5	6514,8	264,7	1,6	426,8	3,0	13,5	14,8
Amostra 3a	28015,6	4,1	566,5	0,0	27,2	42,1	38,1	40660,5	1234,1	28,9	824,5	13,3	60,3	58,2
Amostra 1b	9338,7	5,9	21,8	0,0	0,3	10,7	10,9	6287,4	287,5	1,8	457,8	4,8	12,4	17,5
Amostra 2b	9611,1	4,0	19,7	0,0	0,4	10,6	8,6	6518,1	278,1	1,3	428,9	3,4	12,9	15,1
Amostra 3b	29384,4	3,7	296,0	0,0	29,1	43,0	37,1	38587,7	1176,7	29,7	763,7	11,7	58,6	56,1
Amostra 4b	20819,6	0,0	1187,1	0,0	10,8	33,8	24,2	26656,4	337,3	20,0	783,4	4,6	44,4	43,5
Amostra 5b	24547,1	4,7	72,3	0,0	5,3	31,0	30,7	22161,6	118,4	10,7	597,7	10,5	45,2	41,5
Amostra 6b	33799,9	5,6	76,1	0,0	9,7	39,0	33,3	29061,5	269,0	18,0	958,1	35,6	66,3	104,2
CONAMA 420/2009	*****	15,0	150,0	1,3	25,0	75,0	60,0	*****	*****	30,0	*****	72,0	***	300,0
TEL	*****	7,24	*****	0,7	***	52,3	18,7	*****	*****	***	*****	30,2	***	124
PEL	*****	41,6	*****	4,2	***	160	108	*****	*****	***	*****	112	***	271

*Amostras “a” referem-se à primeira campanha e amostras “b” referem-se à segunda campanha.

*Os valores em negrito destacam as concentrações que ultrapassam os valores de referência.

*CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente).

*TEL(concentração abaixo da qual não são esperados efeitos adversos sobre organismos aquáticos) e PEL (concentração acima da qual são esperados efeitos adversos sobre organismos aquáticos) (CEQG, 2001).

As concentrações de Ba e Co no ponto 3a e 3b e de Ba no ponto 4 ultrapassam os valores de prevenção do CONAMA 420/2009 e encontram-se acima dos valores de TEL (concentração abaixo da qual não são esperados efeitos adversos sobre organismos aquáticos) as concentrações de Cu nos pontos 3a, 3b, 4b, 5b e 6b e de Pb no ponto 6b. As atividades industriais podem ter relação com as altas concentrações encontradas, visto que o ponto 3 fica nas redondezas de uma companhia alimentícia.

Avaliação Risco Ambiental:

Os resultados do Fator de Contaminação (tabela 3) apontam que o arsênio (As) apresentou contaminação moderada e contaminação considerável em várias amostras. O

Ba apresentou contaminação moderada, entretanto os valores da concentração de Ba nas amostras 3a, 3b e 4b ultrapassaram os valores de referência do CONAMA. Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb V e Zn também apresentaram contaminação moderada em determinadas áreas. O estudo identificou que os pontos mais contaminados são consistentemente as amostras 3a, 3b e 6b, sugerindo impacto de fontes de poluição localizadas.

Tabela 3. Valores do Fator de Contaminação (FC)

AMOSTRAS	Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	P	Pb	V	Zn
Amostra 1a	0,1	2,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,1	0,5	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2
Amostra 2a	0,1	1,7	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,1	0,4	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2
Amostra 3a	0,3	2,7	1,0	0,0	2,7	1,2	1,5	1,1	2,0	1,4	0,6	1,0	0,8	
Amostra 1b	0,1	3,9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,1	0,4	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2
Amostra 2b	0,1	2,6	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,1	0,4	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2
Amostra 3b	0,3	2,4	0,5	0,0	2,9	1,2	1,4	1,1	1,9	1,4	0,5	0,9	0,7	
Amostra 4b	0,2	0,0	2,1	0,0	1,0	0,9	0,9	0,7	0,5	1,0	0,2	0,7	0,6	
Amostra 5b	0,3	3,1	0,1	0,0	0,5	0,8	1,2	0,6	0,1	0,5	0,5	0,7	0,5	
Amostra 6b	0,4	3,7	0,1	0,0	0,9	1,1	1,3	0,8	0,4	0,9	1,7	1,0	1,4	

* Os valores em negrito destacam as amostras que demonstram contaminação moderada e contaminação considerável.

Histórico da contaminação da Baía de Aratu:

Leão et al. (2008) estudaram as características geoquímicas dos sedimentos da Baía de Aratu, coletando amostras em 10 estações de manguezal e 1 estação de controle na Baía de Iguape, entre março e maio de 2000. Foram medidos Potássio (K), Fósforo (P), Nitrogênio (N), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e metais como Ferro (Fe), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Manganês (Mn), Cádmio (Cd) e Chumbo (Pb), sendo as concentrações de Cd e Pb mais altas nas estações 5, 6, 7 e 8 da Baía de Aratu.

Oliveira et al. (2021) investigaram o impacto de metais traço em duas regiões da Baía de Todos os Santos, medindo metais (Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, V e Zn) em água, sedimentos e peixes. As amostras de sedimentos mostraram concentrações de metais em Aratu e Jaguaripe abaixo dos valores de TEL e PEL, conforme as diretrizes canadenses (CEQG, 2001).

Análise comparativa das concentrações médias de metais:

A Tabela 4 compara as concentrações médias de metais pesados em sedimentos de manguezal da Baía de Aratu entre os dados de 2023 e os estudos anteriores de Leão et al. (2008) e Oliveira et al. (2021). Embora os locais de amostragem e os métodos de coleta tenham sido distintos, todos foram próximos a atividades industriais e portuárias. Os

estudos de 2021 e 2023 utilizaram ICP-OES para análise de metais, enquanto o estudo de 2008 usou FAAS.

Foi observado um aumento significativo nos metais Al, Fe, Ba e Co em 2023, em relação aos períodos anteriores, sugerindo intensificação da poluição industrial. Em contrapartida, houve uma leve redução nas concentrações de arsênio (As) e chumbo (Pb)

Tabela 4. Concentração média [mg/kg] de metais pesados em sedimentos de manguezal da Baía de Aratu.

Metais	Leão et al. (2000)	Oliveira et al. (2021)	Coleta (2023)
Al	-----	10.434,14	19.389,7
As	-----	5,01	3,74
Ba	-----	196,69	253,3
Co	-----	5,07	9,26
Cr	-----	20,05	25,7
Cu	15,47	26,84	22,51
Fe	1.205,5	11.074,36	19.612,53
Mn	619	426,07	474,13
Ni	-----	10,78	12,54
Pb	123,61	25,10	10,12
Cd	452,7	-----	0,0
V	-----	21,64	36,17
Zn	40,50	41,89	40,68

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contaminação por metais pesados nos sedimentos da Baía de Aratu permanece significativa, com metais como As, Ba, Co e Mn apresentando níveis de contaminação moderada a alta. O aumento nas concentrações de Al, Fe, Co e Cr sugere uma intensificação da poluição industrial na região, enquanto a redução de outros metais evidencia a necessidade de monitoramento contínuo, reforçando a importância de medidas de mitigação, para evitar impactos ambientais mais severos

REFERÊNCIAS

- BITTENCOURT, A. C. S. P; BRICHTA, A; DI NAPOLI, E. A sedimentação na Baía de Aratu, BA. Revista brasileira de geociências, vol. 4, n. 1, p. 51 - 63, 1974. Disponível em: http://bjg.siteoficial.ws/1974/n1/4_1_1974-53-65.pdf. Acesso em 10 de novembro de 2023
- Brasil, 2008. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Nº 420, de 28 de dezembro de 2009.
- CEQG - Canadian Environmental Quality Guidelines. 2001. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Disponível em <ceqg-rcqe.ccme.ca.download/en/239/>.
- DA ROCHA, G. O.; Guarieiro, A. L. N.; de Andrade, J. B.; Eça, G. F.; de Aragão, N. M.; Aguiar, R. M.; Korn, M. G. A.; Brito, G. B.; Moura, C. W. N.; Hatje, V. Contaminação na Baía de Todos os Santos. Revista Virtual Química, vol. 4, n. 5, p. 583 -610,out.2012. Disponível em: <https://rvq-sub.sq.org.br/index.php/rvq/article/view/328>. Acesso em 20 de fevereiro de 2024.

- FONTES, Mauricio Paulo Ferreira; ALLEONI, Luís Reynaldo Ferracciú. Electrochemical attributes and availability of nutrients, toxic elements, and heavy metals in tropical soils. *Scientia Agricola*, v. 63, p. 589-608, 2006.
- HAKANSON, Lars. An ecological risk index for aquatic pollution control: a sedimentological approach. *Water Research*, v. 14, n. 8, p. 975-1001, 1980.
- LEÃO, C. S; QUEIROZ, A. F. S; CELINO, J. J.; HADLICH, G. Mara. Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos – Metais traço no ecossistema manguezal da Baía de Aratu. In: Biblioteca UFBA. 2008. Capítulo 12.
- OLIVEIRA, H. H. et al. Gill Histopathological Biomarkers in Fish Exposed to Trace Metals in the Todos os Santos Bay, Brazil. *Biological Trace Element Research*, [s.l.], v. 199, p. 1-12, 2021.
- PEREIRA, F. C.; OLIVEIRA, M. R. L. de. Plano nacional de gerenciamento costeiro: 25 anos do gerenciamento costeiro no Brasil. Brasília: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015.
- TAYLOR, S. R.; McLENNAN, S. M. *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*. Carlton: Blackwell Scientific Publication, 1985.
- U.S – EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY 1998. SW 846 (method 3051): microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils and oils. Disponível em: <http://www.caslab.com/EPA-Method-3051/>. Acessado em 15 de dezembro 2023