

MODELAGEM DE VALORES DE BACKGROUND DE RADIONUCLÍDEOS DE OCORRÊNCIA NATURAL EM TANQUES DE CARCINICULTURA NO ESTUÁRIO DE SERINHAÉM - BA

Rafael R. Cabral¹; José M. Lopes²; Alexandre B. Costa²; Maria do R. Zucchi²; Taíse B. de Jesus³; Gisele M. Hadlich¹.

¹ Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente, Salvador, Bahia, Brasil;

² Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente, Salvador, Bahia, Brasil

³ Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, Feira de Santana, BA, BR

Inserir aqui por linha os numerais em sobrescrito e os endereços, em Times New Roman em itálico, 10.

Palavras-Chave: Monitoramento Ambiental, Krigagem Universal, Geoquímica Ambiental.

Introdução

A radioatividade ambiental tem origens naturais e antropogênicas, com radionuclídeos como Ra-226, Ra-228 e K-40 encontrados na crosta terrestre e distribuídos em ambientes por meio de ciclos ambientais e da cadeia alimentar. Atividades humanas, como exploração de petróleo e usinas nucleares, também introduzem materiais radioativos no ambiente. No entanto, os movimentos do solo também podem alterar a radioatividade ambiental por meio do movimento de radionuclídeos naturais. Em ambientes aquáticos, elementos radioativos podem causar processos como bioacumulação em animais, representando um problema global que requer monitoramento (Abbasi et al., 2020).

Devido às suas características de sumidouro e por serem zonas de transição, os estuários são fortemente impactados por contaminações. Isso ocorre porque a composição química de seus sedimentos é controlada por uma relação complexa entre fatores físicos, processos biogeoquímicos, interações entre rio e oceano, bem como as características ambientais e antropogênicas das regiões a montante (Wanjeri et al., 2021).

A descarga de sedimentos de atividades antropogênicas afeta ecossistemas costeiros e marinhos, como manguezais e recifes de corais, incluindo fauna e flora bentônicas. A concentração de radionuclídeos e metais pesados nos sedimentos varia ao longo do tempo e pode ter efeitos significativos e trazer consequências graves ao ambiente costeiro. Uma das atividades que vem ganhando força no litoral nordeste do Brasil é a carcinicultura, embora existam poucos estudos apresentando dados que relacionem essa atividade à contaminação ambiental, não é possível dissociá-la dos problemas ambientais (Wanjeri et al., 2021).

A região sul da Bahia é conhecida por sua biodiversidade e preservação devido a diversas áreas de proteção ambiental, bem como comunidades engajadas no extrativismo ecológico na região. Nesse contexto, com a construção de uma fazenda de camarão na região, foi realizada a coleta de dados sobre os níveis de radiação na lagoa de crescimento e lagoa de tratamento para determinar os níveis de radiação de fundo na área.

Material e Métodos

Área de estudo

A amostragem de sedimentos foi realizada na região do estuário de Serinhaém (Figura 01). A área possui aproximadamente 62% de cobertura florestal e 17,5% de manguezais. As principais atividades econômicas consistem na extração de coco e palma, além da pesca tradicional. A precipitação anual ultrapassa 2000 mm, com média mensal de 174,5 mm, com áreas urbanas como o município de Ituberá a montante.

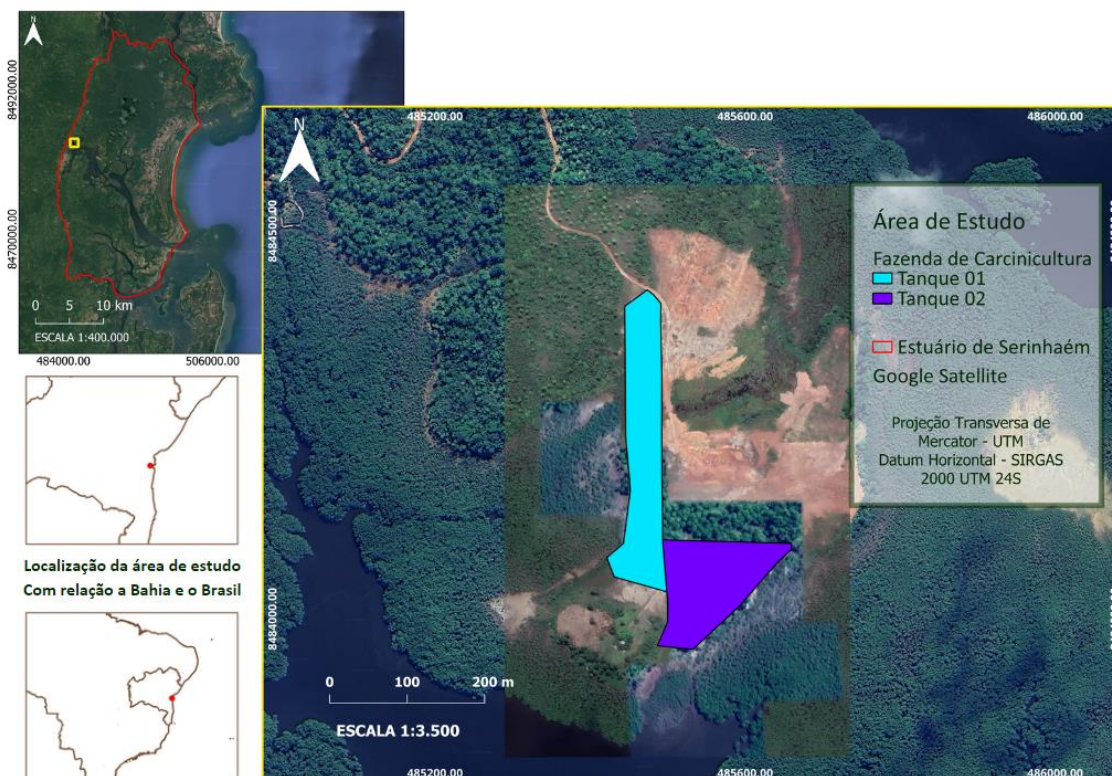


Figura 01. Área de Estudo

O estudo foi feito em um local em processo de implantação de lagoas de carcinicultura, os tanques estão apenas escavados e com as características intrínsecas da geologia local. O plano de amostragem para coleta de água e sedimentos foi feito em duas regiões, sendo o tanque 01 com 13 pontos e o tanque 02 com 19, podendo ser visto na Figura 02.

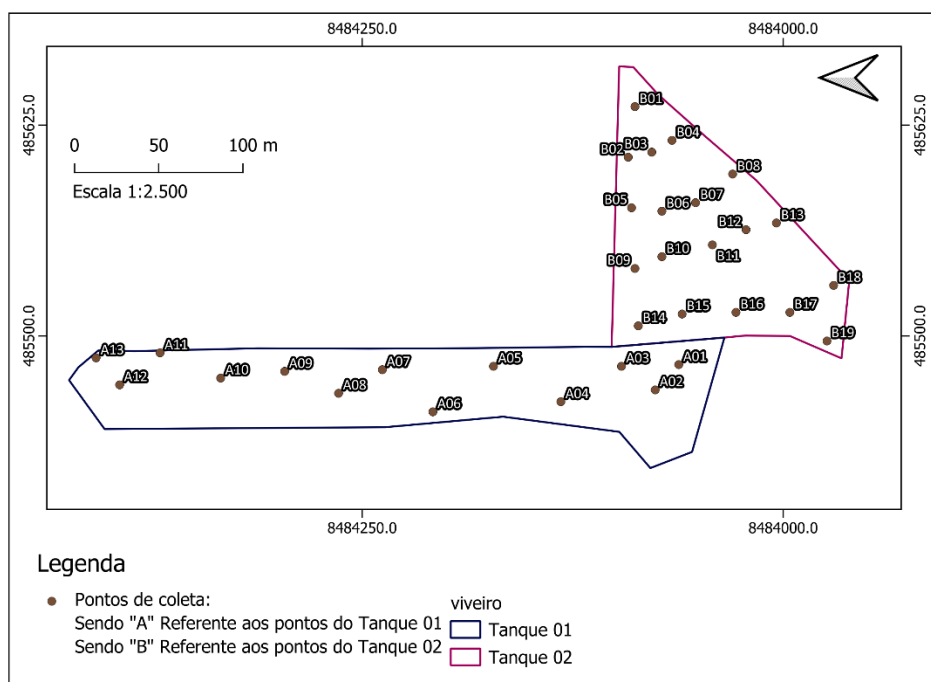


Figura 02. Pontos de amostragem da área de estudo
Espectrometria gama

Usando um espectrômetro de raios gama portátil GS-512i para detecção de concentrações de atividade de U-238, Th-232 e K-40, 19 amostragens foram conduzidas ao longo da lagoa de criação e 13 na lagoa de tratamento antes do processo operacional da fazenda. A área era anteriormente uma fazenda de palma com vegetação natural e impacto antropogênico mínimo, utilizada por pequenas comunidades.

Para obter uma melhor observação dos resultados, a Krigagem Universal foi realizada nos dados usando o QGIS 3.16.4.

Resultados e Discussão

Os valores de concentração de atividade, taxa de dose absorvida e equivalente de dose efetiva anual nos sedimentos da fazenda de camarão no estuário de Serinhaém são mostrados na Tabela 1 e Tabela 2 para a Lagoa de Reprodução e Lagoa de Tratamento, respectivamente. A concentração de atividade nos sedimentos apresentou variação significativa entre as regiões amostradas. No tanque 01, a variação foi de 0,2 a 1,2 % para K-40, 0,3 a 2,5 ppm para U-238 e 3,0 a 9,8 ppm para Th-232. Os valores para o tanque 01 podem ser vistos na Tabela 01.

Tabela 01: Radionuclídeos de ocorrência natural no tanque 01

| Ponto de Coleta | K-40 | U-238 | Th-232 |
|-----------------|------|-------|--------|
| 01 | 0,7 | 1,8 | 6,8 |
| 02 | 0,9 | 1,4 | 8,5 |
| 03 | 0,5 | 0,9 | 3,5 |
| 04 | 0,8 | 0,3 | 4,1 |
| 05 | 0,6 | 1,4 | 5,4 |
| 06 | 1,2 | 1,5 | 9,3 |
| 07 | 0,7 | 2,2 | 6,3 |
| 08 | 0,2 | 1 | 3 |
| 08 | 0,6 | 1,2 | 6,8 |
| 10 | 0,7 | 1,6 | 7,4 |

| | | | |
|----|-----|-----|-----|
| 11 | 1,1 | 2,5 | 9,8 |
| 12 | 0,2 | 1,5 | 5,3 |
| 13 | 1,1 | 1,8 | 8,7 |

No tanque 02, a variação foi de 0,5 a 2,3 % para K-40, 0,4 a 3,6 ppm para U-238 e 4,9 a 17,2 ppm para Th-232. Os valores para o tanque 02 podem ser vistos na Tabela 02.

Tabela 02: Radionuclídeos de ocorrência natural no tanque 02

| Ponto de Coleta | K-40 | U-238 | Th-232 |
|-----------------|------|-------|--------|
| 01 | 2,3 | 2,8 | 17,2 |
| 02 | 2,2 | 3,6 | 15,8 |
| 03 | 2 | 2,8 | 12,7 |
| 04 | 2,1 | 2,5 | 13,7 |
| 05 | 1,7 | 2,3 | 14 |
| 06 | 1,5 | 1,5 | 8,4 |
| 07 | 1,7 | 1,8 | 10,1 |
| 08 | 1,2 | 2,1 | 9,3 |
| 08 | 1,1 | 1,6 | 7,9 |
| 10 | 1,5 | 3 | 12,5 |
| 11 | 1,5 | 1,9 | 8,2 |
| 12 | 1,8 | 1,8 | 10,3 |
| 13 | 1,6 | 2,6 | 14,1 |
| 14 | 0,6 | 1,3 | 4,9 |
| 15 | 0,5 | 1,1 | 6 |
| 16 | 1,3 | 0,4 | 6,9 |
| 17 | 1,1 | 0,8 | 7,9 |
| 18 | 2,1 | 2,7 | 11,7 |
| 19 | 0,5 | 1,5 | 5,2 |

Os valores de concentração de radionuclídeos de ocorrência natural entre os tanques 01 e 02 tiveram uma grande variação, que pode ser visto na figura 03. Os valores médios e de mediana foram menores no tanque 01 em relação ao tanque 02. Não foram encontrados outliers para a área, facilitando a modelagem dos dados.

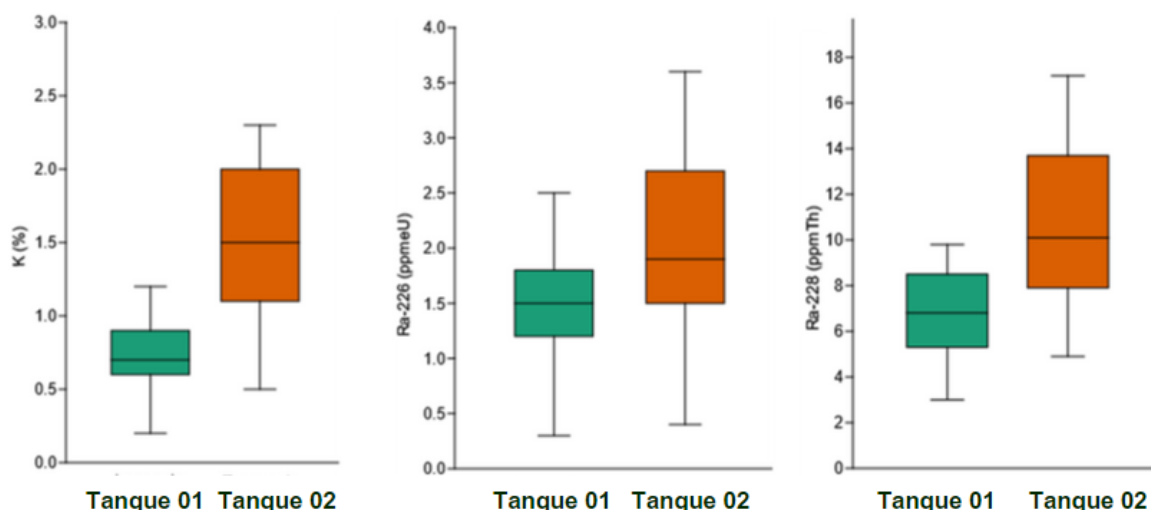


Figura 03: Boxplot dos dados de Ra-226 (U-238), Ra-228 (Th-232) e K-40

Os radionuclídeos de ocorrência natural possuem um comportamento parecido com os metais-traço, podendo causar a bioacumulação (Kaewtubtim et al., 2017). O estuário de Serinhaém, embora preservado, possui concentração elevada de elementos traço em alguns pontos de seus canais, o que pode indicar uma maior concentração de radionuclídeos para essas áreas também (Carneiro et al., 2021). A partir dos valores encontrados, foi feita a modelagem espacial dos dados por meio da Krigagem Universal vista a seguir na figura 04. Levando em consideração os valores de RMSS e RMS, foi escolhido o modelo que melhor se ajustou ao comportamento das amostras.

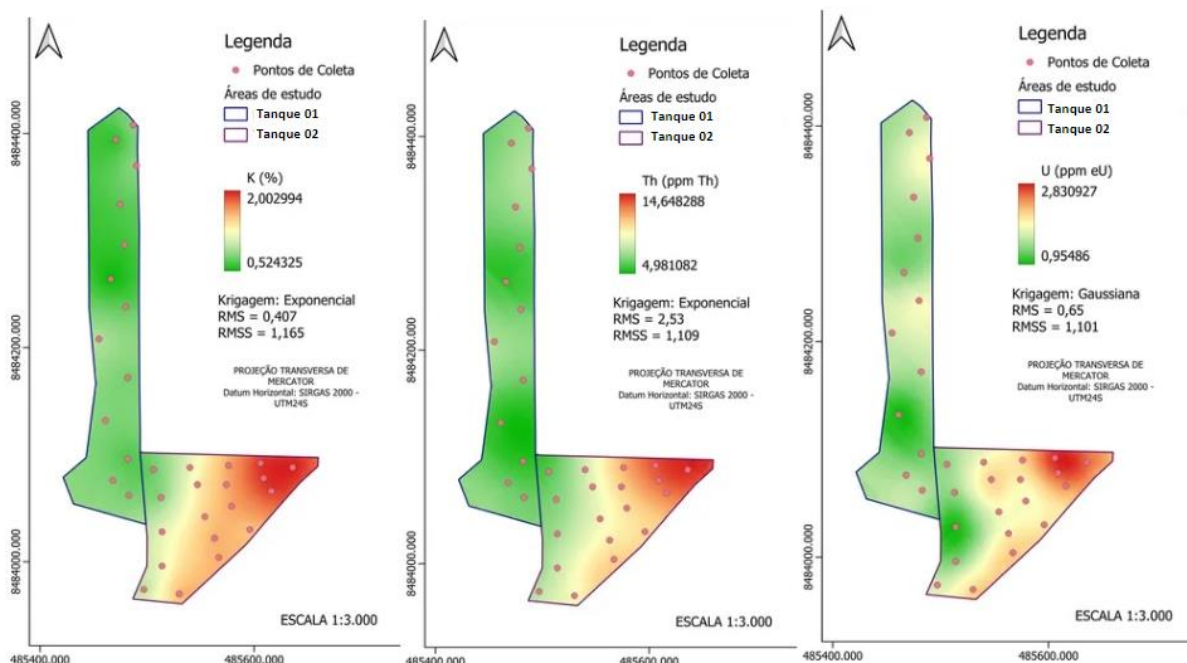


Figura 04: Krigagem universal dos valores de background de K-40, U-238 e Th-232

Os modelos apresentam bons resultados, porém, os valores de RMSS superiores a 1 indicam que houve superestimativas da variabilidade dos dados. Com os modelos da Figura 03, é possível observar a maior concentração de radionuclídeos de ocorrência natural na região da margem leste do tanque 02. Essa maior concentração pode estar ligada com a geologia local, já que quando feita a escavação para a construção dos tanques as diferentes camadas geológicas foram expostas.

Os valores encontrados não são preocupantes, com emissão de radiação próximo a média global (UNSCEAR, 2008). Embora os valores não sejam altos, devido ao processo de bioacumulação, os valores de radiação e radionuclídeos podem seguir a cadeia trófica, podendo causar problemas aos indivíduos. Em um ambiente de manguezal, onde o efluente tratado será lançado, o monitoramento é necessário, pois pode haver concentração desses radionuclídeos naquela área afetando diretamente a fauna e a flora da região, além do risco de mobilidade desses elementos (Kaewtubtim et al., 2017).

Conclusões

A técnica de Krigagem Universal se mostrou eficiente em modelar os dados de radionuclídeos de ocorrência natural para os valores de background da área de estudo.



A região mais próxima ao estuário apresentou maiores valores de radionuclídeos de ocorrência natural, o que está de acordo com os valores mais elevados de metais-traço encontrados no estuário de Serinhaém, sendo necessários estudos mais robustos, como a granulometria e a geologia local para entender o comportamento desses elementos.

Agradecimentos

Agradecimento a CAPES e a FAPESB pelo financiamento do projeto. A UFBA nos laboratórios LEPETRO e o L.F.N.A. (Laboratório de Física Nuclear Aplicada), bem como ao POSPETRO. Agradeço ao PPGM-UEFS pela participação no campo e nos estudos referentes a área do Estuário de Serinhaém.

Referências

- ABBASI, A.; ZAKALY, H. M. H.; MIREKHTIARY F. Baseline levels of natural radionuclides concentration in sediments East coastline of North Cyprus. *Marine Pollution Bulletin*, 161(111793), 111793, 2020.
- CARNEIRO, L. M., DOURADO, G. B., DE CARVALHO, C. E. V., DA SILVA JÚNIOR, J. B., DE JESUS, T. B., & HADLICH, G. M. Evaluation of the concentrations of elements at trace level in the Serinhaem River estuary, Bahia, Brazil, using chemometric tools. *Marine Pollution Bulletin*, 163(111953), 111953, 2021.
- KAEW TUBTIM, P., MEEINKUIRT, W., SEEPOM, S., & PICHTEL, J. Occurrence of heavy metals and radionuclides in sediments and seawater in mangrove ecosystems in Pattani Bay, Thailand. *Environmental Science and Pollution Research International*, 24(10), 9826, 2017.
- UNSCEAR (United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), Sources and effects of ionizing radiation. Report to General Assembly, with scientific annexes, New York, vol. 1, 2008.
- WANJERI, V. W. O.; OKUKU, E. O.; BARSANTI, M.; SCHIRONE, A.; DELBONO, I.; OWATO, G.; DELFANTI, R. Baseline radionuclide and heavy metal concentrations in sediments of Sabaki River estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 164(112033), 112033, 2021.