

## ÍNDICE DE GEOACUMULAÇÃO PARA SEDIMENTOS DE FUNDO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO EPAMINONDAS – PELOTAS /RS

RAFAEL JUNQUEIRA MORO<sup>1</sup>; ELIANA APARECIDA CADONÁ<sup>2</sup>; STEFAN  
DOMINGUES NACHTIGALL<sup>3</sup>; JEFERSON DIEGO LEIDEMER<sup>4</sup>; TAINARA VAZ  
DE MELO<sup>5</sup>; PABLO MIGUEL<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>UFPeI – Centro de Engenharias – [Rafaelj.moro@gmail.com](mailto:Rafaelj.moro@gmail.com)

<sup>2</sup>UFPeI – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – [cadona.eliana@gmail.com](mailto:cadona.eliana@gmail.com)

<sup>3</sup>UFPeI – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – [stefan.tefo@gmail.com](mailto:stefan.tefo@gmail.com)

<sup>4</sup>UFPeI – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – [jeferson.leidemer@gmail.com](mailto:jeferson.leidemer@gmail.com)

<sup>5</sup>UFPeI - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel –

<sup>6</sup>UFPeI – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – [pablo.ufsm@gmail.com](mailto:pablo.ufsm@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

O termo metais pesados tem sido utilizado em estudos ambientais, em especial estudos de monitoramento da qualidade da água, estando os mesmos como os elementos que biologicamente são essenciais em pequenas quantidades, para os processos fisiológicos e bioquímicos (MATOS et al., 2017). Esses metais pesados, quando ultrapassam os limites da essencialidade no ambiente, acabam por comprometer a qualidade da água e do solo, bem como interferir nos processos de equilíbrio ambiental (GONÇALVES et al., 2015).

A presença de metais pesados no solo, na água ou nos sedimentos pode ocasionar riscos as populações que abastecidas, sendo necessário, o estudo da dinâmica dos mesmos no ambiente, em especial nos sedimentos, visando que os mesmos costumam ocasionar problemas ambientais *in situ* e *ex situ*.

O estudo da presença de metais pesados em sedimentos pode ser desenvolvido através do Índice de Geoacumulação - Igeo desenvolvido por Muller (1979) onde atribui-se valores e graus de contaminação por metais pesados em sedimentos. Para o Brasil, o Igeo é estudado para regiões estuarinas e de grande concentração industrial, visando a contaminação dos sedimentos por fontes antrópicas. Dessa forma, Oliveira et al. (2015) avaliaram os teores de Cr, Cu, Ni, Pb e Zn na baía do Guajará e rio Carnapijó nos sedimentos de fundo, ao qual estão mais afastados da cidade de Belém/PA, visando a avaliação da extensão da contaminação dos sedimentos em áreas estuarinas. Os autores observaram que, a aplicação do Igeo indicou que o Pb é o metal que apresenta maiores valores nos sedimentos e pode ser carregado por distâncias maiores que os demais elementos analisados. Portanto, esta é uma ferramenta importante para avaliação e monitoramento de agentes contaminantes.

Avaliar a contaminação dos sedimentos da Bacia Hidrográfica do Epaminondas, através da avaliação dos sedimentos em suspensão coletados em cinco pontos de estudo da bacia, e ainda, identificar se a fonte de contaminação dos mesmos é originária do solo ou antrópica é de suma importância para o monitoramento ambiental da bacia.

### 2. METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Epaminondas (BHE), a qual corresponde por 70% da área da Barragem do Arroio Santa Bárbara, no município de Pelotas/RS. Os sedimentos de fundo foram coletados em cinco pontos da BHE, estando distribuídos em porção alta (dois pontos) e

porção alta (dois pontos) e exutório (um ponto). Foram realizadas duas coletas de sedimentos de fundo, estando a primeira coleta em 01/03/2019 e a segunda coleta em 03/06/2019, buscando inferir sobre as variações sazonais na caracterização química dos sedimentos.

Para a elaboração do Índice de Geoacumulação – Igeo foi avaliado a partir dos teores dos metais pesados nos sedimentos coletados nos cinco pontos de monitoramento distribuídos pela BHE. Nestes sedimentos foi realizada a extração dos metais Al, Cu, Fe, Mn e Zn através de digestão ácida nitroperclórica conforme descrito em Silva (1999). Para a obtenção do Igeo foi aplicada a equação 1, conforme metodologia descrita por Muller (1979):

$$I_{geo} = \log_2 \left( \frac{C_n}{1,5 \cdot C_b} \right) \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:  $C_n$  = concentração do metal medido na amostra;  $C_b$  = concentração de base ou de referência e 1,5 = valor que minimiza as variações do valor de referência. A partir do cálculo aplica-se as classes de qualidade, que variam de 0 até 6, conforme os valores obtidos pelo cálculo do Igeo.

Além da classificação pelo Igeo, o Fator de Enriquecimento (FE) foi calculado através de um metal normalizador, encontrado em teores naturais no solo, podendo ser Fe, Mn ou Al (ABRAHIM & PARKER, 2008), sendo o FE calculado conforme a equação 2. Para o presente estudo utilizou-se o Al como metal normalizador, devido a sua presença natural nos solos, oriundo dos óxidos de Al, bem como, devido ao Mn e Fe apresentarem problemas de elevados teores na água da BHE.

$$FE = \frac{C_n / Al_b}{C_b / Al_n} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:  $C_n$  = concentração do metal;  $Al_b$ : concentração de Al na amostra;  $C_b$  e  $Al_n$ : concentração de referência do metal e de Alumínio. Para valores de FE entre 0,5 -1,5 ocorre indicativo de contribuição do solo para o metal em estudo e para valores  $\geq 1,5$  ocorre contribuição externa ao solo (FENG et al., 2004).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na bacia em estudo foram encontrados teores médios de Al variando entre 0,15 mg kg<sup>-1</sup> a 0,47 mg kg<sup>-1</sup>, teores médios de Cu variando de 0,00 a 0,65 mg kg<sup>-1</sup>, de Zn entre 0,49 a 3,53 mg kg<sup>-1</sup>, de Fe entre 0,61 a 3,07 mg kg<sup>-1</sup> e de Mn entre 0,00 a 2,36 mg kg<sup>-1</sup> nos cinco pontos avaliados, conforme tabela 1. Ao aplicar o Índice de Geoacumulação - Igeo dos sedimentos de fundo, para os metais Cu, Zn, Fe e Mn nos cinco pontos avaliados, para todos os metais e pontos analisados, apresentaram o Igeo em 0 estando classificados como não contaminados, devido à baixa concentração dos metais nos sedimentos de fundo.

Devido aos teores obtidos e o Igeo apresentar-se como não contaminado para os pontos de estudo, a aplicação do Fator de Enriquecimento - FE torna-se necessário para observarmos a procedência dos teores de metais pesados nos sedimentos, onde este fator indica se os teores obtidos são de fonte natural ou antrópica.

**Tabela 1.** Teores médios de metais pesados em sedimentos de fundo na bacia hidrográfica Epaminondas.

| Coleta         | Metal, mg kg <sup>-1</sup> |      |      |      |      |
|----------------|----------------------------|------|------|------|------|
|                | Al                         | Cu   | Zn   | Fe   | Mn   |
| Ponto S1       |                            |      |      |      |      |
| 1 <sup>a</sup> | 0,21                       | 0,03 | 0,52 | 2,80 | 1,45 |
| 2 <sup>a</sup> | 0,34                       | 0,13 | 0,85 | 1,12 | 1,24 |
| Ponto S2       |                            |      |      |      |      |
| 1 <sup>a</sup> | 0,44                       | 0,06 | 1,77 | 3,07 | 2,06 |
| 2 <sup>a</sup> | 0,44                       | 0,65 | 3,08 | 1,30 | 1,80 |
| Ponto S3       |                            |      |      |      |      |
| 1 <sup>a</sup> | 0,18                       | 0,01 | 0,49 | 1,35 | 1,33 |
| 2 <sup>a</sup> | 0,47                       | 0,28 | 0,64 | 0,61 | 2,36 |
| Ponto S4       |                            |      |      |      |      |
| 1 <sup>a</sup> | 0,27                       | 0,01 | 3,53 | 0,76 | 0,00 |
| 2 <sup>a</sup> | 0,28                       | 0,04 | 1,54 | 0,56 | 0,99 |
| Ponto S5       |                            |      |      |      |      |
| 1 <sup>a</sup> | 0,15                       | 0,00 | 0,62 | 1,22 | 1,44 |
| 2 <sup>a</sup> | 0,37                       | 0,20 | 3,61 | 0,74 | 1,41 |

De maneira geral, o FE dos metais e pontos avaliados apresentaram-se abaixo de 1,5 (Tabela 2) indicando que o solo é a fonte dos metais analisados. Com exceção para o Mn que apresentou nas coletas avaliadas, indicativo que a contaminação por este metal é de origem antrópica. No entanto, como a bacia em estudo apresenta problemática relacionada aos teores de Fe e Mn dissolvido na água, são necessários estudos acerca da caracterização dos fluxos de água no solo e nos processos de transferência solo-água e produção de sedimentos, devido a exclusão do solo como fonte do Mn dissolvido na água (KATH et al., 2017).

**Tabela 2.** Fator de Enriquecimento (FE) para metais pesados dos sedimentos de fundo na bacia hidrográfica Epaminondas.

| Coleta         | FE   |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|
|                | Cu   | Zn   | Fe   | Mn   |
| Ponto S1       |      |      |      |      |
| 1 <sup>a</sup> | 0,01 | 0,26 | 1,11 | 3,45 |
| 2 <sup>a</sup> | 0,04 | 0,27 | 0,27 | 1,82 |
| Ponto S2       |      |      |      |      |
| 1 <sup>a</sup> | 0,01 | 0,43 | 0,24 | 3,62 |
| 2 <sup>a</sup> | 0,14 | 0,66 | 0,25 | 2,05 |
| Ponto S3       |      |      |      |      |
| 1 <sup>a</sup> | 0,01 | 0,28 | 4,74 | 3,62 |
| 2 <sup>a</sup> | 0,06 | 0,13 | 0,11 | 2,51 |
| Ponto S4       |      |      |      |      |
| 1 <sup>a</sup> | 0,00 | 1,40 | 0,37 | 0,00 |
| 2 <sup>a</sup> | 0,01 | 0,52 | 0,17 | 1,77 |
| Ponto S5       |      |      |      |      |
| 1 <sup>a</sup> | 0,00 | 0,44 | 0,67 | 4,86 |
| 2 <sup>a</sup> | 0,05 | 0,92 | 0,17 | 1,91 |

#### 4. CONCLUSÕES

Os sedimentos avaliados não se apresentaram contaminados por metais pesados, conforme verificado com a aplicação do Índice de Geoacumulação – Igeo. A aplicação do Fator de Enriquecimento apontou que o solo é a principal fonte dos metais encontrados nos sedimentos, com exceção para o Mn. Ainda se faz necessário estudos acerca da dinâmica desse elemento na bacia em estudo, devido a problemática da sua dissolução nas águas de abastecimento humano.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHIM, G. M. S.; PARKER, R. J. Assessment of heavy metals enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand. *Environmental Monitoring Assessment*. v. 136, p. 227-238, 2008.

FENG, H.; HAN, X.; ZHANG, W.; YU, L. A preliminary study of heavy metal contamination in Yangtze River intertidal zone due to urbanization. *Marine Pollution Bulletin*, 49, 11-12, 910-915, 2004

GONÇALVES, P.E.R. da S.; OLIVEIRA, A.P. de; CRUZ, I.F. de; ZEILHOFER, P.; DORES, E.F.G. de C. Distribuição espacial de metais potencialmente tóxicos em água superficial nas bacias dos rios Cuiabá e São Lourenço – MT. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.20, p.157-168, 2015

KATH, A.H.; TIMM, J.G.; MONKS, J.L.F. Caracterização de parâmetro físico-químicos e correlações com o manganês nos afluentes da barragem do Santa Bárbara, Pelotas/RS. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v.8, n.2, p.34-48, 2017

MATOS, L.A.; CUNHA, A.C.S.; SOUSA, A.A.; MARANHÃO, J.P.R.; SANTOS, N.R.S.; GONCALVES, M. de M.C.; DANTAS, S.M.M. de M.; SOUSA, J.M. de C. e; PERON, A.P.; SILVA, F.C. da; ALENCAR, M.V.O.B. de; ISLAM, Md. T.; AGUIAR, R.P. de S.; MELO-CAVALCANTE, A. A. de C.; BONECKER, C.C.; JUNIOR, H.F.J. The influence of heavy metals on toxicogenetic damage in Brazilian tropical river. *Chemosphere*, v.185, p.852-859, 2017

MÜLLER, G. Schwermetalle in den sedimenten des Rheins-Veränderungen seit 1971. *Umschan*. v.79, p. 778-783, 1979.

OLIVEIRA, E.C.; LAFON, J.M.; CORRÊA, J.A.M.; CARVALHO, J.H. dos S.; DIAS, F.F.; TADDEI, M.H.T. Distribuição dos metais traços em sedimentos de fundo do sistema hidrográfico da região de Belém. PA (margem oeste da baía do Guajará e rio Carnapijó). *Geochimica Brasiliensis*, v.29, p. 139-153, 2015