

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO POTENCIAL DE TOXICIDADE AGUDA DE EFLUENTES PROCEDENTES DA MINERAÇÃO DE URÂNIO UTM-INB PARA A ESPÉCIE *D.magna*

Nádia Regina Ernesto Pereira¹

Heliana de Azevedo Franco do Nascimento²

Bianca Geraldo³

Alexandra Manoela Cruz Oliveira⁴

Rodrigo Leandro Bonifácio⁵

Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

RESUMO

A primeira mina de urânio do Brasil, situada no Planalto de Poços de Caldas-MG, é local de estudo deste trabalho. Os efluentes procedentes de mineração são tratados pela UTM/INB-Caldas-MG e posteriormente lançados na barragem das Antas. Considerando estudos que apontam elevada toxicidade aguda dos efluentes no corpo receptor, o presente estudo tem como objetivo avaliar o potencial de toxicidade aguda de efluentes radioativos tratados, provenientes de drenagem ácida, por meio de ensaios de toxicidade aguda com *Daphnia magna* e cálculos da CE₅₀. A amostragem ocorreu no mês de maio de 2019, coletando-se o efluente tratado antes do lançamento no meio ambiente (P41-S) e águas na barragem das Antas (CAB), ponto controle, o qual não possui influência dos efluentes. Foram aplicados testes de toxicidade aguda com duração de 48h, utilizando-se organismos da espécie *D. magna* e diluindo-se as amostras em diferentes concentrações (0; 1,55; 3,1; 6,2; 12,5; 25 e 50% em P41-S e 0; 75; 80; 90 e 95% em CAB), a fim de se avaliar a mobilidade dos organismos expostos. O cálculo da CE₅₀ foi realizado utilizando o método “Trimmed Spearman-Kärber”, obtendo-se os valores da CE₅₀ igual a 12,47% para P41-S e 94,89% para o CAB. Os resultados corroboraram com os estudos analisados e indicaram potencial de elevada toxicidade aguda para *D. magna* em amostras de efluentes, contrariando o artigo 18 da Resolução CONAMA 430 (2011), o qual aborda que efluentes não devem possuir potencial ou causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor.

Palavras-chave: Ecotoxicologia; Daphnídeos; Rejeitos líquidos de mineração; Barragem.

¹ Aluna de Iniciação Científica, IF SUL DE MINAS e LAPOC/CNEN – Ecotoxicologia, nadiaregina200@gmail.com

² Dra. Heliana de Azevedo Franco do Nascimento, LAPOC/CNEN – Ecotoxicologia, hazevedo@cnen.gov.br

³ Dra. Bianca Geraldo, LAPOC/CNEN – Ecotoxicologia, biancageraldo@yahoo.com.br

⁴ Prof. Dra. Alexandra Manoela Cruz Oliveira, IF SUL DE MINAS - alexandra.cruz@ifsuldeminas.edu.br

⁵ Dr. Rodrigo Leandro Bonifácio, LAPOC/CNEN – Química Analítica/ Radioquímica, rodrigo@cnen.gov.br

INTRODUÇÃO

A mineração é uma atividade indispensável no desenvolvimento socioeconômico do Brasil, porém, as minas são fontes importantes de impactos socioambientais e podem provocar graves empasses com suas instalações a nível mundial, sendo os riscos ambientais mais significativos aqueles associados com as barragens de rejeitos e pilhas de estéreis (IBRAM, 2013).

A extração e o beneficiamento de minérios radioativos conferem maiores preocupações devido aos efeitos danosos que os radionuclídeos primordiais e seus produtos de decaimento podem ocasionar às espécies humanas e não humanas. Para tal, existem abordagens nacionais e internacionais de proteção radiológica que preveem a determinação dos efeitos de diferentes taxas de doses de radiação e de concentrações de metais para os seres vivos.

Neste contexto, a exploração do urânio no Brasil teve início em 1982, no planalto de Poços de Caldas, com a construção da Unidade de Tratamento de Minérios das Indústrias Nucleares do Brasil (UTM/INB), a qual teve sua paralisação em 1995. Embora desativada, a área da mineração confere um grave problema ambiental, a drenagem ácida da mina, efeito que promove a solubilização de metais e o transporte destes para os fluxos de águas naturais, assim, os ecossistemas em contato com os efluentes ácidos gerados podem ser profundamente comprometidos (GALHARDI, 2018).

Atualmente, tem-se a cava da mina Osamu Utsumi continuamente preenchida com efluentes radioativos, procedentes da drenagem ácida da mina, os quais são tratados com hidróxido de cálcio e floculantes, posteriormente destinados à decantação para precipitação de metais estáveis e radioativos; em seguida, o sobrenadante é lançado no meio ambiente, ou seja, na barragem das Antas. Vale ressaltar que a UTM/INB foi a primeira mina de exploração e produção de concentrado de urânio do Brasil e, atualmente, encontra-se em fase de descomissionamento.

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o potencial de toxicidade de efluentes radioativos tratados provenientes da referida mina por meio de ensaios de toxicidade aguda com *D. magna* e cálculos da concentração efetiva mediana (CE₅₀) para

averiguar possíveis riscos à biota aquática decorrentes da descarga, frente a legislação vigente.

METODOLOGIA

Foi realizada amostragem ambiental composta em maio de 2019, período de estiagem, amostrando-se o efluente radioativo tratado na UTM/INB, Caldas-MG antes do lançamento no ambiente (P41-S), ou seja, anteriormente ao lançamento na represa das Antas, bem como em local de referência localizado, ou seja, no ponto da cabeceira do reservatório das Antas (CAB), o qual não sofre interferência potencial do efluente tratado.

Durante a coleta os parâmetros correspondentes à qualidade da água de ambos os pontos foram aferidos “*in loco*” pela sonda multiparâmetros da marca HORIBA, modelo U-50. As análises químicas foram realizadas nas dependências do Laboratório Analítico do LAPOC/CNEN-MG, acreditado pelo órgão nacional de acreditação (ISO/IEC 17025).

Posteriormente, no setor de Ecotoxicologia, amostra de efluente procedente do ponto de coleta P41-S, foi diluída nas concentrações (volume/volume) de 0; 1,55; 3,1; 6,2; 12,5; 25 e 50% com água reconstituída para metais bivalentes, de acordo com a normatização internacional ISO 6341:2012, para serem utilizadas nos ensaios ecotoxicológicos em busca de se calcular a concentração efetiva (CE_{50}), concentração estimada para imobilizar 50 por cento dos daphnídeos dentro de uma exposição em um período. Simultaneamente, um teste controle utilizando água de cultivo foi aplicado sob condições equivalentes. De mesmo modo, sucedeu-se para os exemplares do ponto de referência CAB, porém, nas diluições de 0; 75; 80; 90 e 95%, estipuladas após testes preliminares com diferentes concentrações.

Os ensaios de toxicidade aguda tiveram duração de 48h de exposição, utilizando-se organismos neonatos da espécie *Daphnia magna*, cultivados em consonância com a normatização nacional ABNT 12713:2016, com 20 indivíduos por concentração testada e no controle. Com a análise de imobilidade do organismo-teste, calculou-se a CE_{50} utilizando-se o “*Trimmed Spearman-Kärber method for estimating medial lethal concentration in toxicity bioassays*”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos ensaios ecotoxicológicos, a amostra de efluente radioativo tratado “*in natura*” (P41-S) apresentou 100% de imobilidade em teste de toxicidade aguda de 48h com *D. magna*. Com as diluições nas amostras, o valor da CE_{50} calculada foi de 12,47%, resultado que confirma elevada toxicidade do efluente tratado, em consonância com Ferrari et al. (2017). Para o ponto de referência calculou-se uma concentração efetiva mediana de 94,89%, o que corrobora para afirmação da expressiva toxicidade comparativa do efluente tratado.

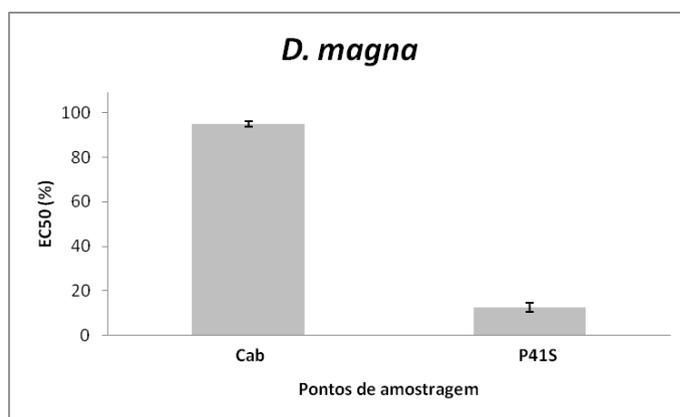


Figura 1. Valores da concentração efetiva mediana (CE_{50}) em amostras de água coletadas nos pontos CAB e P41-S no reservatório das Antas.

Ressalta-se que ensaios de sensibilidade com a substância de referência dicromato de potássio são realizados rotineiramente no laboratório para elaboração da carta de sensibilidade dos organismos, na qual é expresso o valor de CE_{50} , em 48h, igual a 0,7 mg/L, garantindo a confiabilidade dos testes com amostras ambientais

Devido a presença de toxicidade aguda para o daphnídeo estudado, Ferrari et al. (2017) aborda em seu estudo que o processo utilizado para o tratamento químico dos efluentes radioativos procedentes da cava da mina pela mineradora UTM/INB é considerado inadequado e ineficiente, o que segue em discordância com a Resolução CONAMA 430: 2011.

Os resultados deste estudo poderão contribuir com órgãos reguladores nuclear e ambiental, os quais têm a responsabilidade legal em ações de descomissionamento da

instalação nuclear e de monitoramento físico-químico e biológico do reservatório corpo receptor desses efluentes, a fim de evitar empasses ambientais.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo preliminar apontam elevado potencial de toxicidade aguda dos efluentes para *D. magna*, contrariando o artigo 18 da Resolução CONAMA 430 (2011), o qual aborda que efluentes não devem possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor. Os estudos continuam em andamento e pretende-se realizar amostragens ambientais sazonais, além de uma caracterização química mais efetiva, abordando-se também a contribuição dos sólidos suspensos totais presentes nas águas coletadas e a interferência dos mesmos na ecotoxicidade aguda.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Comissão Nacional de Energia Nuclear (LAPOC) e ao CNPq.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12713: Ecotoxicologia aquática Toxicidade aguda - Método de ensaio com *Daphnia* spp (Crustácea, Cladocera). Rio de Janeiro, 2016.

Conama Resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA para condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução Nº 357, de 17 de Março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF (2011).

FERRARI, C., R. et al. Effects of the discharge of uranium mining effluents on the water quality of the reservoir: An integrative chemical and ecotoxicological assessment. Scientific Reports, n. 7, 2017.

GALHARDI, J., A.; SOLDERA, B., C. Efeitos da drenagem ácida de mina sobre a qualidade das águas subterrâneas: preceitos legais e técnicos. Holos Environment, n.1, 2018. Disponível em <<https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/12247/8214>> Acesso em Jul. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - Gestão e Manejo de Rejeitos de Mineração. Disponível em < <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006222.pdf>> Acesso em Jul. 2019.

ISO, International Organization for Standardization. ISO: 6341 – Water quality – Determination of the inhibition of the mobility of *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea) – Acute toxicity test. 2012.