

DETERMINAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL DO TRÍTIU ATRAVÉS DE ANÁLISES DE ÁGUA TRITIADA

Danielle da Costa Rubim M. dos Santos¹

Talita Izaias da Silva²

Lucas Alves Duarte³

Pedro Felizardo Santos⁴

Tecnologia Ambiental

Resumo

A energia nuclear é utilizada em larga escala ao redor do mundo, no entanto, até o momento só existe uma central no Brasil, que contém dois reatores em funcionamento. Com a construção da terceira unidade (Angra 3) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto e a eventual implantação prevista de outras centrais no Nordeste brasileiro existe a necessidade de levantar discussões a respeito dos impactos gerados no meio ambiente. O trítio é o único isótopo radioativo natural do hidrogênio, sendo um radionuclídeo emissor beta (β) de baixa energia que é proveniente de fontes naturais e artificiais facilmente liberado nessa indústria. O objetivo deste trabalho foi obter um panorama do impacto ambiental do aumento na sua emissão. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura disponível sobre os impactos ambientais causados pelo trítio e sobre os métodos de determinação analítica, que consistem em simulações computadorizadas e análise quantitativa por meio de espectroscopia de cintilação líquida do trítio nos principais caminhos críticos desse radionuclídeo na natureza. Para essa principal forma de trítio a determinação deste radionuclídeo se mostra eficiente, no entanto, falta a divulgação de análises brasileiras, além de as metodologias serem muito específicas e necessitarem ser aprimoradas, pois apresentaram valores diferentes para métodos distintos em uma mesma localidade.

Palavras-chave: Cintilação Líquida; Energia; Espectroscopia; Radiação.

¹ Prof. Dr. Adjunta, ICEx/UFF, Departamento de Química, daniellerubim@id.uff.br.

² Bacharel em Química e Mestranda em Engenharia Metalúrgica, UFF – Volta Redonda, PPGEM, talitaiizaias@id.uff.br.

³ Bacharel em Química e Graduando em Engenharia de Produção, UFF – Volta Redonda, lucasad@id.uff.br.

⁴ Graduando em Engenharia Mecânica, CEFET – Angra dos Reis, pedrofsantos.pedro@gmail.com.

INTRODUÇÃO

Segundo Botkin e Keller (2011) a obtenção de energia é um fator importante a ser analisado, no contexto de sustentabilidade, visto que a sociedade pode passar por uma crise energética globalizada decorrente da enorme dependência de recursos fósseis, como petróleo e carvão. De acordo com o Plano Nacional de Energia projetado para o ano de 2030 do Ministério de Minas e Energia - MME (2007), o Brasil encontra-se em boa situação por possuir uma das dez maiores reservas mundiais de urânio, além de uma produção anual, na data da publicação, de 400 toneladas de concentrado deste.

Devido ao aumento no preço do petróleo e a necessidade do não agravamento do efeito estufa, estudos estão sendo realizados para a ampliação das centrais nucleares existentes com a implantação de quatro novas usinas no nordeste brasileiro até o ano de 2030. A reformulação da energia nuclear como potencial mitigadora das mudanças climáticas poderá aumentar a entrada de trítio (^3H) no meio ambiente, devido a liberação de centrais nucleares e de centrais de processamento de combustíveis nucleares, segundo Dallas *et al.* (2016).

O trítio possui meia-vida de aproximadamente 12,6 anos, é emissor beta de baixa energia, além de ser o isótopo radioativo do hidrogênio, que é um elemento muito importante nos ciclos biogeoquímicos, participante de quase todos os processos físico-químicos e presente em todas as espécies viventes. Os efeitos na saúde causados pela exposição a ele são interessantes por alguns motivos: a exposição é difundida e inclui liberação planejada e não planejada por usinas nucleares; possui altíssima mobilidade; além de existirem muitas incertezas a respeito de seus efeitos biológicos. (GOFF *et al.* 2016; APHA 2012)

METODOLOGIA

Devido ao possível aumento na liberação do trítio no ambiente e por este radionuclídeo apresentar comportamento similar ao hidrogênio, optou-se por estudar os casos de sua principal forma de propagação, a água tritiada – HTO, por possuir alta locomoção no ambiente.

Foi realizada uma coleta de dados através da rede mundial de computadores para fazer um levantamento de referenciais científicos e conteúdos bibliográficos. Na primeira etapa de pesquisa foi realizada a definição dos principais conceitos sobre o tema para a coleta de dados através das bases de dados Science Direct, Scielo e Web of Science, pois são fontes de dados confiáveis. A segunda etapa foi constituída pela formação do banco de dados com a extração dos arquivos nas bases definidas. Finalmente, na terceira etapa, foi realizado o refinamento dos dados através da exclusão de registros duplicados, ou que não abordavam diretamente sobre a determinação de trítio em água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para analisar o impacto ambiental da implantação de uma terceira usina nuclear na Central Almirante Álvaro Alberto em Angra dos Reis - RJ, Gomes et al. (2014) utilizaram um sistema de modelagem computacional profissional chamado de SisBaHiA® que é disponibilizado online. Através dele, foi possível, dentro de condições normais, utilizar o gradiente de trítio para determinar o seu fator de diluição em função da distância do ponto de descarga.

As amostras foram coletadas 90 minutos após uma liberação realizada pela Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) em Angra dos Reis. Os dados da coleta indicaram que a concentração de trítio na enseada de Piraquara de Fora, local de descarga da CNAAA, em condições normais, apresenta um comportamento esperado com valores entre 1 BqL^{-1} e 20 BqL^{-1} . Conforme a concentração liberada na descarga diminuiu, a concentração das medidas seguintes também diminuiu. As diluições de de 1:11 e 1:20 mostraram que o trítio liberado pelo funcionamento regular da usina não apresenta valores significativos e que alteram a concentração de trítio no ambiente.

Yang, Chen e Li (2012), através do CAirDos, um código genérico para avaliar a dose pública de substâncias radioativas em efluentes de instalações nucleares, estimaram as doses individuais locais dentro de 80km das centrais nucleares de Qinshan e de Daya Bay, na China, em reatores de água pressurizada (PWR) e reatores a água pesada (HWR). Foram combinados os parâmetros ambientais, a utilização ambiental e os hábitos da população. Através desse estudo foi possível obter informações sobre os principais

caminhos críticos em efluentes gasosos e líquidos, para a exposição a trítio provenientes dos reatores de Qinshan e Daya Bay. Em ambas as centrais a inalação apresentou maior grau de exposição.

No caso de uma emergência nuclear podem ocorrer liberações de vários radionuclídeos no ambiente. Em abril de 2011, após um mês do acidente ocorrido na usina nuclear Fukushima-Daiichi em que foram liberados efluentes radiológicos no Oceano Pacífico, próximo ao Japão, foi realizado um estudo por Querfeld et al. (2019). Foram analisados por Espectroscopia de cintilação líquida (LSC) três tipos diferentes de amostras: poças d'água, água de arroz e água do mar. O trítio encontrado nas amostras coletadas próximas a costa do oceano e em arrozais apresentou valores de background. No entanto, foi encontrada uma alta concentração de atividade de trítio em poças d'água a 1,5km da central nuclear, sendo o valor mais alto encontrado em toda literatura após o acidente de Fukushima. Os valores encontrados foram de 1560 ± 17 TU e equivalem a 184 ± 2 BqL⁻¹ que é aproximadamente 200 vezes maior do que o valor de background normalmente encontrado no Japão e 184 vezes maior do que o valor estipulado pela Organização Mundial da Saúde de 1BqL⁻¹.

Takahata et al. (2018) fizeram as mesmas análises de água no entorno de Fukushima em julho de 2011, quatro meses após o acidente e obtiveram valores de 0,8-2,5 unidades de trítio (TU). Esses resultados foram expressivamente menores do que aqueles obtidos após um mês e comprovam a rápida dispersão e permutação do trítio nos oceanos dentro de uma faixa de tempo muito curta.

Esses resultados comprovam a previsão de que a alta taxa de difusão do trítio na enorme extensão dos oceanos faz com que se considere que não haverá influência na concentração de radioatividade no meio ambiente de forma significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das análises de trítio em águas de precipitação e em outras matrizes serem citadas no Programa de Monitoração Radiológica Operacional (PMARO) da Eletronuclear, em funcionamento desde 1982, não foram encontrados dados disponibilizados ao público para a realização da comparação com os outros estudos (ELETRONUCLEAR, 2019).

Através da comparação das pesquisas realizadas pode-se inferir que o trítio não deve ser considerado um contaminante externo, representando um risco radiológico apenas quando ingerido pelo corpo humano. Devido a sua meia-vida e propagação, torna-se necessário o controle de sua liberação ambiental e o investimento em pesquisas sobre trítio organicamente ligado para avaliar os seus efeitos.

REFERÊNCIAS

- APHA, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for The Examination of Water & Wastewater 22nd Ed. Washington, DC.: American Water Works Association, Water Environment Federation, 2012.
- BOTKIN, D. B.; KELLER, E. A. *Ciência Ambiental: Terra, um Planeta Vivo*. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- DALLAS, L. J.; DEVOS, A.; FIEVET, B.; TURNER, A.; LYONS, B. P.; JHA, A. N. Radiation dose estimation for marine mussels following exposure to tritium: Best practice for use of the ERICA tool on ecotoxicological studies. *Journal of Environmental Radioactivity*, p. 155-156, 2016.
- ELETRONUCLEAR. Programa de monitoração radiológico operacional. Eletrobrás eletruclear, 2019. Disponível em: <<https://www.eletronuclear.gov.br/Sociedade-e-Meio-Ambiente/Paginas/Programa-de-monitoracao-radiologico-operacional.aspx>>. Acesso em: 05 Novembro 2019.
- GOFF, P. L.; GUÉTAT, PH.; VICHOT, L.; LECONTE, N.; BADOT, P.M.; GAUCHERAN, F.; FROMM, M. Tritium levels in milk in the vicinity of chronic tritium releases. *Journal of Environmental Radioactivity*, v. 151, p. 282-292, 2016.
- GOMES, F. D. C.; GODOY, J. M.; CARVALHO, Z. L.; SOUZA, E. M.; SILVA, J. I. R.; LOPES, R. T. Tritium (³H) as a tracer for monitoring the dispersion of conservative radionuclides discharged by the Angra dos Reis nuclear power plants in the Piraquara de Fora Bay, Brazil. *Journal of Environmental Radioactivity*, v. 136, p. 169-173, Outubro 2014. ISSN ISSN 0265-931X.
- MME, MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. *Plano Nacional de Energia - PNE 2030*. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Brasília, p. 1-144. 2007.
- QUERFELD, R.; PASI, A.; SHOZUGAWA, K.; VOCKENHUBER, C.; SYNAL, H.; STEIER, P.; STEINHAUSER, G. Radionuclides in surface waters around the damaged Fukushima Daiichi NPP one month after the accident: Evidence of significant tritium release into the environment. *Science of The Total Environment, Fukushima*, v. 689, p. 451-456, Novembro 2019. ISSN 0048-9697.
- TAKAHATA, N.; TOMONAGA, Y.; KUMAMOTO, Y.; YAMADA, M.; SANO, Y. Direct tritium emissions to the ocean from the Fukushima Dai-ichi nuclear accident. *Geochemical Journal, Japão*, v. 52, n. 2, p. 211-217, Abril 2018. ISSN ISSN 0016-7002.
- YANG, D. J.; CHEN, X. Q.; LI, B. Tritium release during nuclear power operation in China. *Journal of radiological protection*, v. 32, n. 2, p. 167-173, Junho 2012.