



Monitoramento de PFOS e PFOA em estações de tratamento de esgoto da região Sudeste

Alice A. S. Fortes^{1*} (G), Aline G. Paranhos¹ (PQ) Sérgio F. de Aquino¹ (PQ)

¹alice.fortes@aluno.ufop.edu.br*, ¹aline.paranhos@ufop.edu.br, ¹sergio@ufop.edu.br

¹ Departamento de Química (DEQUI). Instituto de Ciências Exatas e Biológicas (ICEB). Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, MG, Brazil

RESUMO

Este estudo avaliou a presença de substâncias per e polifluoroalquiladas, como PFOS e PFOA, em lodos de ETEs da região Sudeste do Brasil ao longo de um ano. As amostras passaram por secagem, extração por partição à baixa temperatura usando acetonitrila e posterior análise por LC-MS. Os resultados indicam a ocorrência desses contaminantes, ressaltando a importância de monitoramento contínuo, principalmente devido ao uso agrícola do lodo e ao potencial risco de contaminação ambiental.

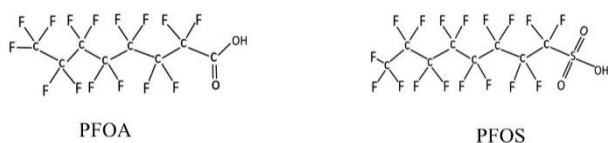
Palavras-chave: PFOA, PFOS, Lodo e LC-MS/MS

Introdução

A contaminação por substâncias per e polifluoroalquiladas, os chamados PFAS, em águas residuárias e lodos de estações de tratamento de esgoto (ETEs) é um problema crescente no meio ambiente^(1,2). No Brasil, dados ainda são escassos sobre o monitoramento desses compostos e muito comumente o lodo é disposto em solo agrícola o que apresenta um risco adicional, visto que essas substâncias apresentam alta persistência e mobilidade no ambiente e a contaminação pode atingir as águas subterrâneas e culturas agrícolas^(3,4)

Por isso, este estudo monitorou o ácido perfluorooctanossulfônico (PFOS) e o ácido perfluorooctanoico (PFOA), cujas estruturas são mostradas na Figura 1, em lodos submetidos a diferentes tipos de tratamentos, de estações de tratamento de esgotos (ETEs) da região sudeste do Brasil, em diferentes épocas do ano.

Figura 1: Fórmula estrutural do PFOA e PFOS.



Fonte: Mehak, 2025.

Experimental

Coleta

As amostras coletadas em diferentes ETEs, da região sudeste do Brasil, nos meses de fevereiro, março, abril, junho, julho e agosto.

Preparo de amostra

As amostras foram secas em estufa à 105°C, por um período de aproximadamente 4h, e posteriormente media-se a umidade dessas amostras, a fim de garantir 150 mg em base seca das amostras. Seguidamente, pesava-se a massa corrigida em eppendorfs e adicionava-se 1mL de acetonitrila, agitava-se por 1 minuto no vórtex e por 10 minutos no ultrassom e centrifuga, respectivamente, e após deixava-se em repouso no freezer *overnight*.

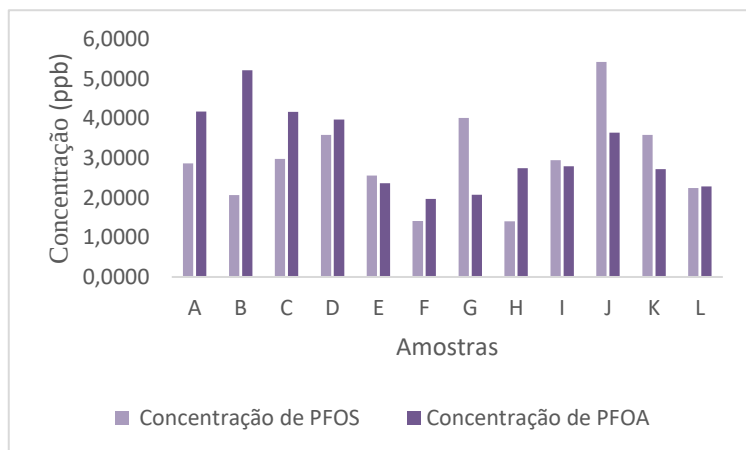
A seguir, recolheu-se 400 µL das amostras e secavam-nas utilizando nitrogênio. Antes de serem lidas no LC-MS/MS, as amostras foram ressuspensas com uma solução 1:1 de metanol e água acidificada com 0,1% ácido fórmico.

Análise das amostras

Análise em LC-MS Shimadzu (modelo 8040 – triplo quadrupolo), utilizando uma coluna Kinetex phenyl-hexyl (75 x 2,1 mm, 2,6 µ - Phenomenex), fase móvel: (A) água com 0,1% ácido fórmico e (B) acetonitrila com 0,1% ácido fórmico, fluxo fase móvel: 0,3 mL/min, vazão do *drying* gas: 15 mL/min, temperatura forno: 40°C, temperatura DL: 250°C e temperatura HB: 400°C.

Resultados e Discussão

Gráfico 1: Concentração de PFOA e PFOS em diferentes ETEs



Os resultados apresentados demonstram a presença de PFOS e PFOA em todas as amostras analisadas, com variações significativas entre os locais. O PFOA apresentou maiores concentrações nos pontos A, B, C e D, sendo o ponto B o que apresentou o maior valor (5,2208 µg/L). Por outro lado, o PFOS foi predominante nas amostras G, J e K, com destaque para o ponto J, que apresentou a maior concentração de PFOS (5,4373 µg/L). Em alguns locais, como E, F e L, as concentrações de ambos os compostos foram mais equilibradas. A diferença entre os valores pode estar associada a fatores sazonais, como o volume de chuvas e atividades antrópicas variáveis ao longo do ano, indicando a importância do monitoramento contínuo para melhor compreender o comportamento desses contaminantes ambientais.

Conclusões

Referências

O presente estudo demonstrou a viabilidade do monitoramento de PFOS e PFOA em lodos de ETEs da região Sudeste do Brasil, utilizando preparo de amostras com extração por partição à baixa temperatura (LTPE) com acetonitrila e quantificação por LC-MS. metodologia adotada permitiu a detecção desses compostos em diferentes períodos do ano, evidenciando sua presença contínua no ambiente. Os resultados reforçam a importância da implementação de rotinas de monitoramento e da ampliação de estudos regionais, considerando o risco ambiental associado ao uso agrícola de lodos contaminados.

- GALLEN, C. et al. **Australia-wide assessment of perfluoroalkyl substances (PFASs) in landfill leachates.** *Science of The Total Environment*, v. 644, p. 1403-1411, 2018.
- SINCLAIR, E.; KANNAN, K. **Mass loading and fate of perfluoroalkyl surfactants in wastewater treatment plants.** *Environmental Science & Technology*, v. 40, n. 5, p. 1408-1414, 2006.
- VIEIRA, A. P. et al. **Occurrence and distribution of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in wastewater treatment plants in Brazil.** *Journal of Hazardous Materials*, v. 425, p. 127-134, 2022.
- SUN, M. et al. **Legacy and emerging per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in biosolids from the U.S. EPA Targeted National Sewage Sludge Survey.** *Environmental Science & Technology*, v. 53, n. 1, p. 124-134, 2019.
- FATIMA, Mehak; KELSO, Celine; HAI, Faisal. **Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Perfluorooctanesulfonic Acid (PFOS) Adsorption onto Different Adsorbents: A Critical Review of the Impact of Their Chemical Structure and Retention Mechanisms in Soil and Groundwater.** *Water*, v. 17, n. 9, p. 1401, 2025.
- LI, J.; ZHANG, Y.; WANG, H.; et al. **Advances in the analysis of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in environmental samples by LC-MS/MS.** *Frontiers in Environmental Science*, v. 12, p. 1-15, 2024.
- GUO, R.; LI, X.; ZHOU, Q.; et al. **Determination of per- and polyfluoroalkyl substances in complex matrices by liquid chromatography-tandem mass spectrometry: method development and validation.** *Analytical Methods*, v. 14, n. 20, p. 2020-2032, 2022.

Agradecimentos

