



# Novo método analítico para testar fluorotelômero Álcoois na água



Os álcoois fluorotelômeros (FTOHs) são das principais classes de substâncias per e polifluoroalquílicas (PFAS). São um dos precursores mais conhecidos de ácidos perfluorocarboxílicos (PFCAs), incluindo ácido perfluorooctanóico (PFOA) e ácido perfluorohexanóico (PFHxA). A sua presença em águas superficiais, subterrâneas e de abastecimento de água potável representa um risco potencial para a saúde humana e o ambiente. A equipa de R&D da ALS validou um método analítico sensível, robusto e seletivo para quantificar FTOHs através de cromatografia gasosa-espectrometria de massa em tandem triplo quadrupolo (GC-MS/MS).

## Introdução

A ampla aplicação de substâncias à base de fluorotelômeros resulta na ocorrência de FTOHs no meio ambiente. Estudos recentes indicam quais as fontes, destino, transporte e distribuição de FTOH em meios ambientais, exposição e riscos para a saúde humana (referências fornecidas abaixo).

## Uso de FTOHs

Os FTOHs são utilizados na síntese de surfactantes e intermediários no fabrico de uma variedade de produtos com uma ampla gama de aplicações, com por exemplo têxteis, polímeros, tintas, adesivos, ceras e agentes de limpeza. Os FTOHs atuam como surfactantes, lubrificantes e produtos intermediários nos processos de fabricação e podem ser emitidos na atmosfera durante a produção de fluoropolímeros. Devido à sua elevada volatilidade, os FTOHs também podem ser transportados no meio ambiente para zonas longe da sua origem transporte ambiental

de longo alcance. Lixiviados em aterro (Titaley et al., 2023) e as obras realizadas em estações de tratamento de águas residuais são fontes potenciais de FTOH (Wang et al., 2020).

Os FTOHs são um constituinte em formulações aquosas de espumas formadoras de filme (AFFF) e são subproduto base de fluorotelômeros. As concentrações de FTOH 8:2 em AFFF variaram de 8 a 26,5 mg/L (Favreau, 2017). A deteção de FTOHs em locais impactados pelo AFFF provavelmente aumentará à medida que os métodos analíticos melhorem.

## Destino e Transporte

FTOHs foram encontrados onipresentes na água (Ayala-Cabrera et al., 2020; Dimzon et al., 2017). Estudos mostraram que os FTOHs podem se decompor em outros PFCAs bioacumuláveis e persistentes na água por vários mecanismos de biotransformação (Dinglasan et al., 2004; Ellis et al., 2004; Wang et al., 2009; Yu et al.,

2018; Zhao et al., 2013). Os FTOH poderiam, portanto, ser considerados uma fonte indireta de PFCA no meio ambiente.

## Exposição

Sendo um importante precursor dos PFCAs comuns, os FTOH podem causar efeitos adversos semelhantes à saúde humana e ao meio ambiente. A exposição humana ao FTOH ocorre principalmente através de vias de ingestão, como a água potável (Bach et al., 2016 e águas residuais (Dimzon et al., 2017; Ma et al., 2017; Ma et al., 2022), afluentes e efluentes de águas residuais industriais (Ayala-Cabrera et al., 2020; Dauchy et al., 2017; Ma et al., 2022), águas superficiais (Bach et al., 2016; Portolés et al., 2015) e água da chuva (Kongpran et al., 2014; Mahmoud et al., 2009).

## Requisitos de amostragem

As amostras devem ser recolhidas em frascos voláteis de 40 mL, com septos de Teflon contendo 2 mL de metanol. Os frascos não devem ser cheios demais de forma a não perder o preservante. As amostras devem ser entregues no laboratório o mais rápido possível devido aos curtos tempos de conservação.

Tabela 1 Requisitos de Amostragem e Análise

<b>Instrumentação do Método de Teste</b>	GC-MS/MS-PCI
<b>Método ALS (código interno)</b>	GEO 74
<b>Frascos (Ref STL 92)</b>	Frasco VOC transparente de 2x40ml
<b>Tempo de conservação</b>	5 dias

## Análise de Laboratório

O uso de GC-MS/MS com ionização química positiva (PCI) melhora a sensibilidade, seletividade e confiabilidade na determinação de FTOHs e fornece limites de detecção conforme a Tabela 2.

Tabela 2 Resumo dos relatórios

Álcool Fluorotelômero	Abreviação	Número CAS	Limite de detecção
Álcool Fluorotelômero 6:2	6:2 FTOH	647-42-7	5 ng/L
Álcool Fluorotelômero 8:2	8:2 FTOH	678-39-7	5 ng/L

## Referências

- Ayala-Cabrera JF, Contreras L., Moyano E., Santos FJ (2020) Uma nova metodologia para a determinação de substâncias perfluoroalquil e polifluoroalquil neutras em água por cromatografia gasosa-fotoionização por pressão atmosférica-espectrometria de massa de alta resolução. Anal. Chim. Acta DOI: 10.1016/j.aca.2019.12.004.
- Dauchy, X. Bioteux V., Back C., Colin A., Hemard J., Rosin C., Munox J., (2017) Fluxos de massa e destino de substâncias per e polifluoroalquil (PFASs) na estação de tratamento de águas residuais de uma instalação de fabricação de fluoroquímicos Sci. Meio Ambiente Total. 576 549558.
- Dimzon IK, Wsterveld J., Gremmel C., Fromel T., Knepper TP, de Voogt P. (2017) Amostragem e determinação simultânea de substâncias per e polifluoroalquil voláteis no ar e na água da estação de tratamento de águas residuais Anal Bioanal Chem 409: 13951404.
- Favreau, P.; Poncioni-Rothlisberger, C.; Lugar, BJ; Bouchex-Bellomie, H.; Weber, A.; Tremp, J.; Campo, JA; Kohler, M. Perfil multianalítico de substâncias per e polifluoroalquil (PFASs) em produtos comerciais líquidos. Quimoesfera 2017, 171, 491-501.
- Higgins, C.; Campo, J.; Deeb, R.; Conder, J. Perguntas frequentes sobre PFASs associados ao uso de AFFF em instalações militares dos EUA; Programa de Certificação de Tecnologia de Segurança Ambiental Alexandria Estados Unidos, 2017.
- Herzke, D.; Olsson, E.; Posner, S. Substâncias Perfluoroalquil e Polifluoroalquil (PFASs) em Produtos de Consumo na Noruega - Um Estudo Piloto. Quimoesfera 2012, 88, 980-987.
- Kim, MH; Wang, N.; MacDonald, T.; Chu, K.-H. Biodefluoração e biotransformação de álcoois de fluorotelômero por duas cepas de Pseudomonas que degradam alcanos. Biotecnologia. Bioeng. 2012, 109, 3041-3048.
- Ma H., Peng H., Chen H., Shang W., Zheng X., Yang M., Zhang Y., (2022) Tendências de longo prazo de álcoois fluorotelômeros em uma estação de tratamento de águas residuais impactada pela indústria têxtil, Chemosphere , Volume 299.
- Portolés T., Rosales LE, Sancho JV, Santos J., Moyano E., (2015) Cromatografia gasosa - espectrometria de massa em tandem com ionização química à pressão atmosférica para determinação de álcoois fluoroteloméricos e sulfonamidas perfluoradas, Journal of Chromatography A, Volume 1413, 2015, 107-116.
- Titaley IA, Florentino B., Cruz D., Barlaz M., Field JA (2023) Neutro Per- e Polifluoroalquil Substâncias em Gás de Aterro Sanitário In-situ por Desor Térmico - Cromatografia Gasosa - Espectrometria de Massa Environ. Ciência. Tecnologia. Vamos. 2023, 10, 3, 214-22.
- Wang, N.; Szostek, B.; Buck, RC; Folsom, PW; Sulecki, LM; Capka, V.; Berti, WR; Gannon, JT A biodegradação do álcool fluorotelômero é evidência direta da quebra das cadeias de carbono perfluoradas. Meio Ambiente. Ciência. Tecnologia. 2005, 39, 7516-7528.
- Yan PF, Dong S, Manz KE, Liu C., Woodcock MJ, Mezzari MP, Abriola LM, Pennell KD, Cápiro NL Biotransformação de álcool fluorotelômero 8:2 no solo a partir de espumas formadoras de filme aquoso (AFFs) - locais impactados sob nitrato -, Condições de redução de sulfato e ferro. Tecnologia Científica Ambiental. 4 de outubro de 2022;56(19):13728-13739. doi: 10.1021/acs.est.2c03669.