



## Emprego de DES como fase extratora na técnica de extração líquido-líquido de membrana microporosa de fibra oca (HF-MMLLE) para determinação de HPAs em amostras de chá

Natália Zardo<sup>a</sup> (IC), Amanda Vitória Santos<sup>a</sup> (PG), Camila Will<sup>b</sup> (PG), Eduardo Carasek da Rocha<sup>a</sup> (PQ)\*

[eduardo.carasek@ufsc.br](mailto:eduardo.carasek@ufsc.br)

<sup>a</sup>Departamento de Química – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis, SC.

<sup>b</sup>Instituto de Química de São Carlos – Universidade de São Paulo (USP) – São Carlos, SP.

Palavras Chave: Preparo de amostras, HPAs, DES, 96 poços de amostragem, HF-MMLLE, Química Analítica Verde.

### Introdução

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são poluentes orgânicos prioritários, além de potenciais agentes mutagênicos e carcinogênicos. A ingestão de alimentos contaminados com HPAs é a principal via de exposição humana, sendo esta contribuição dietética amplamente relatada em bebidas como chás. Este estudo propõe o uso de solventes eutéticos profundos (DES) como fase extratora da HF-MMLLE, visando reduzir toxicidade e impacto ambiental do processo de preparo de amostras, associado a um sistema de 96 poços de amostragem, para determinação simultânea de 13 HPAs (NPH, FLR, PHE, ANT, FA, PY, CHR, BaA, BbFA, BaP, DBahA, BghiP e IP) em amostras de chá.

### Resultados e discussão

Os parâmetros da HF-MMLLE foram otimizados por abordagens uni e multivariadas, e através de ANOVA de dois fatores RM e Tukey. Para a seleção do solvente extrator (DES), foram testadas 8 combinações binárias, e timol:cânfora (1:1) foi selecionado como condição otimizada. O solvente de dessorção foi selecionado a partir da superfície de resposta obtida através de um planejamento simplex-centróide, onde foram avaliados MeOH, ACN e AcEt; MeOH foi selecionado como condição otimizada. A condição otimizada para os tempos de dessorção e extração foram compostas por 45 minutos de extração e 30 minutos de dessorção.

Os parâmetros analíticos de mérito foram determinados, com LOQs e LODs de 10 e 3,03  $\mu\text{g L}^{-1}$ , respectivamente, para os 13 analitos, e coeficientes de determinação superiores a 0,9908. A faixa de trabalho variou de 10 a 500  $\mu\text{g L}^{-1}$ . A precisão intradia e interdia variou de 1,55 a 17,72% (n=3) e 9,85 a 22,63% (n=9), respectivamente, enquanto a exatidão foi verificada por ensaios de recuperação, que variaram de 84,6 a 120,3%, estando em conformidade com as diretrizes da AOAC.

A metodologia foi então aplicada em 7 amostras. A infusão de chá de hortelã apresentou 6x mais concentração de HPAs que do chá de hortelã *in natura*.

O chá mate industrializado apresentou cerca de 3x a concentração de HPAs da infusão de chá mate. Enquanto chá de camomila é a 2º menor contaminação entre as amostras avaliadas, e chá verde e chá preto apresentaram uma presença pronunciada de HPAs. O BaP, HPA comprovadamente cancerígeno foi encontrado apenas na infusão de chá preto.



Figura 1. Metodologia HF-MMLLE proposta.

Analitos	Concentração dos analitos nas amostras de chá avaliadas ( $\mu\text{g L}^{-1} \pm \text{s}$ )						
	Mate (industrializado)	Hortelã domiciliar (infusão)	Mate	Hortelã (infusão comercial)	Preto	Verde	Camomila
NPH	*	*	51,3 ( $\pm 3,2$ )	55,0 ( $\pm 7,4$ )	*	*	12,5 ( $\pm 2,6$ )
PHE	*	*	*	10,4 ( $\pm 1,3$ )	*	*	10,7 ( $\pm 0,5$ )
ANT	12,1 ( $\pm 5,4$ )	15,5 ( $\pm 9,5$ )	*	*	12,9 ( $\pm 6,0$ )	16,7 ( $\pm 2,4$ )	*
CHR e BaA	32,5 ( $\pm 1,2$ )	*	*	26,2 ( $\pm 3,3$ )	54,0 ( $\pm 14,1$ )	29,7 ( $\pm 0,9$ )	*
BbFA	*	*	*	*	39,4 ( $\pm 12,0$ )	*	*
DBahA	*	*	*	*	171,6 ( $\pm 6,1$ )	124,8 ( $\pm 2,8$ )	*
BghiP	116,4 ( $\pm 12,0$ )	*	*	*			

\*não quantificado

Figura 2. Aplicação da metodologia em amostras de chá.

### Conclusões

A metodologia foi otimizada e validada com sucesso. A configuração proposta oferece um aumento significativo na frequência analítica (0,88 min/amostra), além de vantagens ambientais (microextração e uso dos DES), tornando o método simples e ambientalmente amigável.

### Agradecimentos

A Universidade Federal de Santa Catarina pela estrutura, e aos órgãos de fomento CNPq e CAPES.

### Referências e notas

- INCA. Ambiente, Trabalho e Câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios. **2021**.
- ATSDR. Case Studies in Environmental Medicine: PAHs. **2023**.
- IARC. Drinking Coffee, Mate, and Very Hot Beverages. In: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. **2018**.