

_Exposição profissional a benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX), entre 2015 e 2020

Occupational exposure to benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes (BTEX), between 2015 and 2020

Ana Filipa Pires, Aida Pais, Tiago Faria, Sílvia Santos, Anabela Oliveira, Joana Amado, Hermínia Pinhal, Ana Nogueira

ana.nogueira@insa.min-saude.pt

Unidade de Ar e Saúde Ocupacional. Departamento de Saúde Ambiental, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, Lisboa, Portugal

_Resumo

A exposição profissional a benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX) tem efeitos nocivos para saúde (tóxicos para o sistema nervoso central e reprodução, cancerígenos, mutagénicos), que levaram a União Europeia e Portugal a estabelecer valores-limite de exposição, de cumprimento obrigatório (benzeno) ou com carácter indicativo (etilbenzeno, tolueno e xilenos), que visam proteger os trabalhadores no desenvolvimento das suas atividades profissionais. Entre os anos de 2015 e 2020, no âmbito das suas atividades de rotina de avaliação de exposição profissional a agentes químicos, os técnicos da Unidade de Ar e Saúde Ocupacional do Departamento de Saúde Ambiental do Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (Lisboa) procederam à colheita e análise de 273 amostras de ar para determinação de BTEX. O presente estudo teve como objetivo analisar os resultados obtidos nas amostras de ar realizadas, de modo a retratar a realidade no que respeita à exposição a cada um destes agentes. Verificou-se que 98% dos resultados são inferiores valor-limite de exposição.

_Abstract

Occupational exposure to benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes (BTEX) has relevant effects on health (toxic to the central nervous system and reproduction, carcinogens, mutagens). In order to protect workers in the development of their professional activities the European Union and Portugal established exposure limit values, which are mandatory (benzene) or indicative (ethylbenzene, toluene and xylenes). Between 2015 and 2020, as part of their routine activities to assess professional exposure to chemical agents, technicians from the Air and Occupational Health Unit of Department of Environmental Health of National Institute of Health Dr Ricardo Jorge (Lisbon, Portugal) had the opportunity to collect and analyse 273 air samples for BTEX determination. This study aimed to analyse the results obtained in the air samples taken, in order to portray the reality observed regarding exposure to each of these agents. 98% of the results are below the exposure limit value.

_Introdução

Os hidrocarbonetos aromáticos são um grupo específico de produtos petrolíferos, compostos de átomos de carbono e hidrogénio que contêm um ou mais anéis de benzeno, sendo o mais simples o benzeno. Os compostos usados como solventes geralmente contêm um único anel de benzeno, com uma ou mais cadeias laterais, como tolueno, xilenos, etilbenzeno. São líquidos, voláteis à temperatura ambiente, por regra incolores, com odor agradável e perceptível a concentrações no ar entre 1 ppm (xilenos) e 12 ppm (benzeno). São pouco solúveis em água, mas miscíveis com a maioria dos solventes orgânicos e óleos minerais, vegetais ou animais ⁽¹⁾.

Em contexto profissional, a exposição a benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX) pode ocorrer por inalação, mas também por absorção através da pele e mucosas. Os efeitos tóxicos da exposição repetida a este grupo de solventes incluem irritação da pele e das mucosas ocular e respiratória, danos neurológicos progressivos, que se manifestam principalmente por problemas de memória e comportamento. Associam-se ainda suspeitas, em alguns casos confirmadas, de ação cancerígena, mutagénica e/ou tóxica para a reprodução ^(1,2).

O benzeno apresenta toxicidade específica significativa para as células sanguíneas, podendo levar a reduções no número de glóbulos vermelhos, glóbulos brancos ou plaquetas, bem como leucemias por exposição repetida. É oficialmente reconhecido na União Europeia (UE) como cancerígeno e mutagénico, estando a sua utilização limitada ao uso profissional. Nos países da UE está essencialmente presente em combustíveis e reagentes de laboratório, sendo utilizado nas indústrias de manufatura e transformação destes produtos e



artigos breves_ n. 5

também na indústria de manufatura de produtos derivados do petróleo (1,3).

Os solventes etilbenzeno, tolueno e xilenos estão presentes em produtos de utilização profissional e não profissional, como tintas, vernizes, óleos, produtos de revestimento, adesivos, produtos de limpeza, reagentes de laboratório, entre outras, muitas vezes em simultâneo. O tolueno causa danos às células auditivas, podendo levar a deficiência auditiva, é suspeito de ser cancerígeno, mutagénico e tóxico para a reprodução (1,2,4-6).

Portugal tem legislação que visa a proteção dos trabalhadores contra os efeitos adversos destas substâncias, fixando valores-limite de exposição de caráter indicativo, para o etilbenzeno, tolueno e xilenos, e de cumprimento obrigatório para o benzeno.

Entre 2015 e 2020, no âmbito de estudos de avaliação de exposição profissional a agentes químicos, a Unidade de Ar e Saúde Ocupacional do Departamento de Saúde Ambiental do Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA), em Lisboa, realizou um total de 1466 amostras de ar a acompanhar trabalhadores realizando tarefas com exposição a produtos contendo solventes orgânicos. Destas, 273 foram dirigidas à determinação de BTEX.

_Objetivo

O presente estudo tem como objetivo analisar os resultados obtidos nas amostras de ar realizadas pela Unidade de Ar e Saúde Ocupacional do INSA, entre 2015 e 2020, de modo a retratar a realidade e verificar se a exposição individual a cada um dos BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) se encontra controlada face aos atuais valores-limite de exposição.

_Material e métodos

Em cada estudo de avaliação de exposição profissional, a seleção dos agentes químicos a quantificar na atmosfera dos locais de trabalho teve por base a solicitação e informação dos seus responsáveis, relativa às tarefas realizadas e aos produtos manipulados, assim como a informação constante das fichas de dados de segurança dos referidos produtos.

Para a presente caracterização selecionaram-se, de entre as 1466 amostras dirigidas a solventes orgânicos no ar colhidas entre 2015 e 2020, apenas as relativas aos hidrocarbonetos aromáticos BTEX, num total de 273, sobre as quais se realizaram 513 determinações de concentração no ar. Na quantificação seguiram-se procedimentos internos de amostragem e determinação laboratorial, baseados no método NIOSH 1501:2003 (7).

Colheram-se amostras de ar pessoais ou estáticas, na zona respiratória dos trabalhadores ou à altura média da mesma, acompanhando tarefas com duração entre 15 minutos e 5 horas, com exposição potencial aos BTEX. A colheita realizou-se em tubos contendo carvão ativo (skc 226 01), utilizando bombas de amostragem pessoais ajustadas a 100 ml/min ou 200 ml/min, para um volume de ar amostrado entre 2 L e 30 L.

Em laboratório, as amostras foram desadsorvidas à temperatura ambiente com sulfureto de carbono, durante 30 minutos, e analisadas por cromatografia em fase gasosa equipada com injeção automática, coluna capilar e detetor de ionização de chama. A análise permite a separação, identificação e quantificação dos solventes presentes nas amostras.

Os resultados de concentração nas amostras/determinações selecionadas foram comparados com os valores-limite de exposição constantes na legislação nacional aplicável presentemente em vigor, Decreto-Lei n.º 102-A/2020, de 9 de dezembro, e Decreto-Lei n.º 1/2021, de 6 de janeiro, tendo em vista verificar do seu cumprimento.

Sendo o propósito da presente caracterização averiguar sobre o cumprimento dos valores-limite de exposição fixados para cada um dos BTEX, não são tidos em consideração os efeitos da exposição simultânea a estes agentes,



artigos breves_ n. 5

nem a outros agentes químicos eventualmente presentes na atmosfera dos locais de trabalho. Nos estudos originais de avaliação de exposição a agentes químicos, sempre que se observou a presença simultânea dos BTEX foi considerada na avaliação a possibilidade de os efeitos da exposição conjunta serem aditivos, uma vez que têm efeitos tóxicos semelhantes na saúde humana.

_Resultados

Como se pode observar no **gráfico 1**, as 273 amostras de BTEX realizadas distribuem-se em três tipos de atividade: atividades com exposição a derivados do petróleo (51%), atividades com exposição a tintas, vernizes e outros produtos de base solvente (30%) e atividades laboratoriais (18%). As 513 determinações realizadas nas amostras seguem um padrão de distribuição semelhante: atividades com exposição a derivados do petróleo (52%), atividades com exposição a tintas, vernizes e outros produtos de base solvente (32%) e atividades laboratoriais (15%).

No **gráfico 2** pode observar-se a distribuição dos BTEX determinados por tipo de atividade considerada. Nas atividades com exposição a derivados do petróleo 50% das determinações realizadas foram de benzeno, seguindo-se tolueno e xilenos, 19%, e etilbenzeno, 12%. Nas atividades com exposição a tintas, vernizes e outros produtos de base solvente apenas se observa uma determinação de benzeno (1%), predominando as determinações de xilenos, 44%, seguidas de etilbenzeno, 34%, e tolueno, 21%. Nas atividades laboratoriais predominam as determinações de xilenos (59%), seguidas de etilbenzeno (37%) e tolueno (4%), sem pesquisa de benzeno. Esta distribuição vai ao encontro do descrito pela *European Chemicals Agency Substance Information (ECHA)* relativamente à utilização dos BTEX na União Europeia (3-6).

Os resultados das concentrações de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos obtidos nas amostras de ar colhidas entre 2015 e 2020, paralelamente com a linha que corresponde à concentração do valor-limite de exposição (VLE) estabelecido na legislação em vigor, apresentam-se no **gráfico 3**.

Gráfico 1: ▾ Distribuição de amostras (a) e determinações (b) realizadas entre 2015 e 2020, por tipo de atividade.

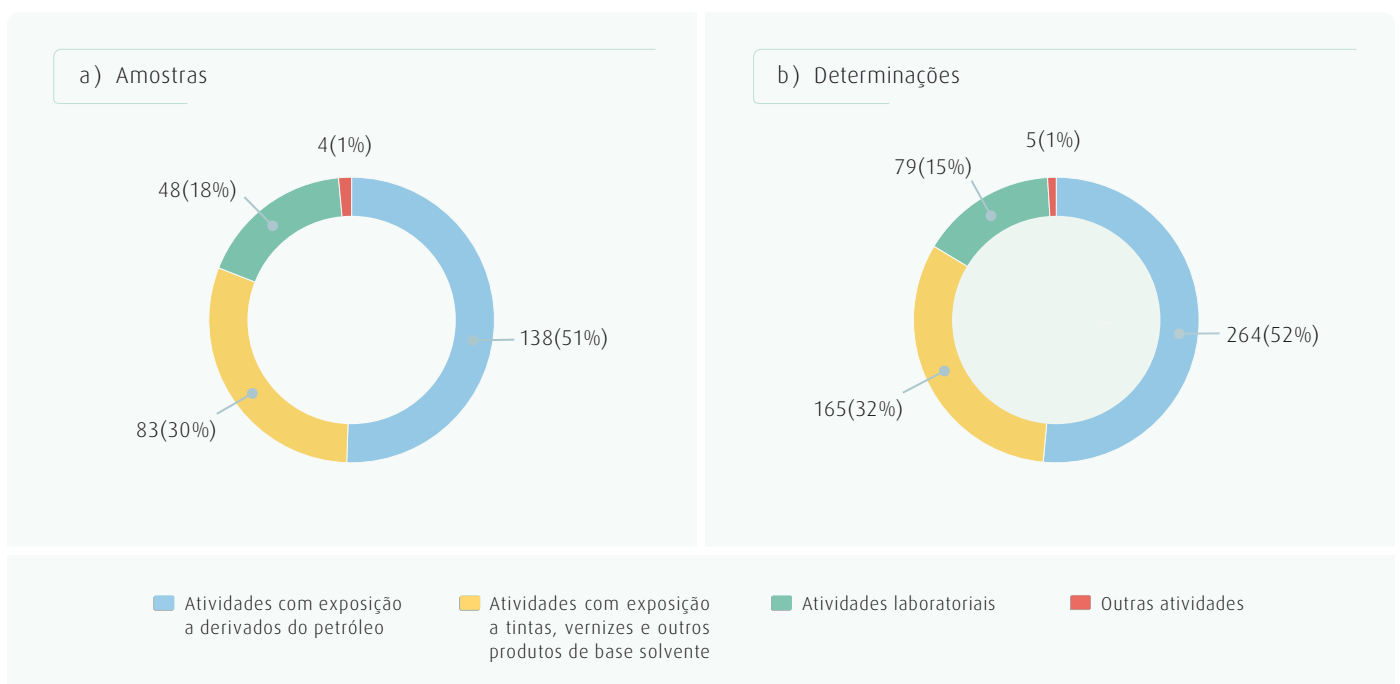
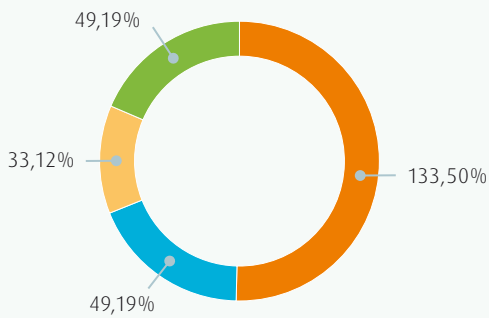


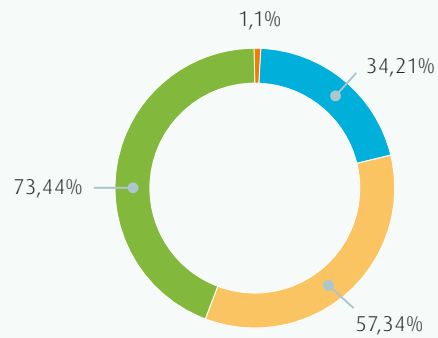


Gráfico 2 (a-d): ▾ Distribuição dos BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) determinados entre 2015 e 2020, por tipo de atividade.

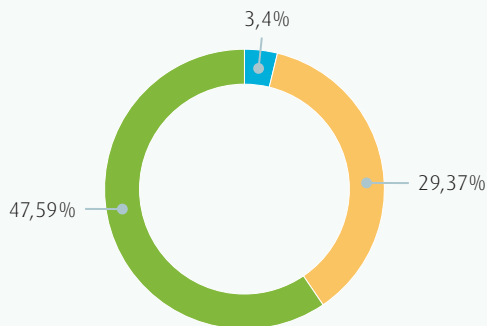
a) Atividades com exposição a derivados do petróleo



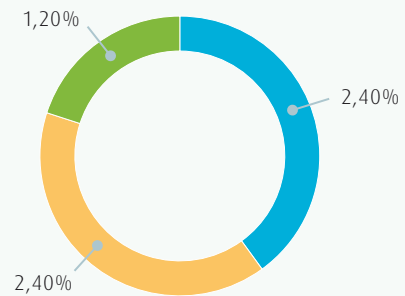
b) Atividades com exposição a tintas, vernizes e outros produtos de base solvente



c) Atividades laboratoriais



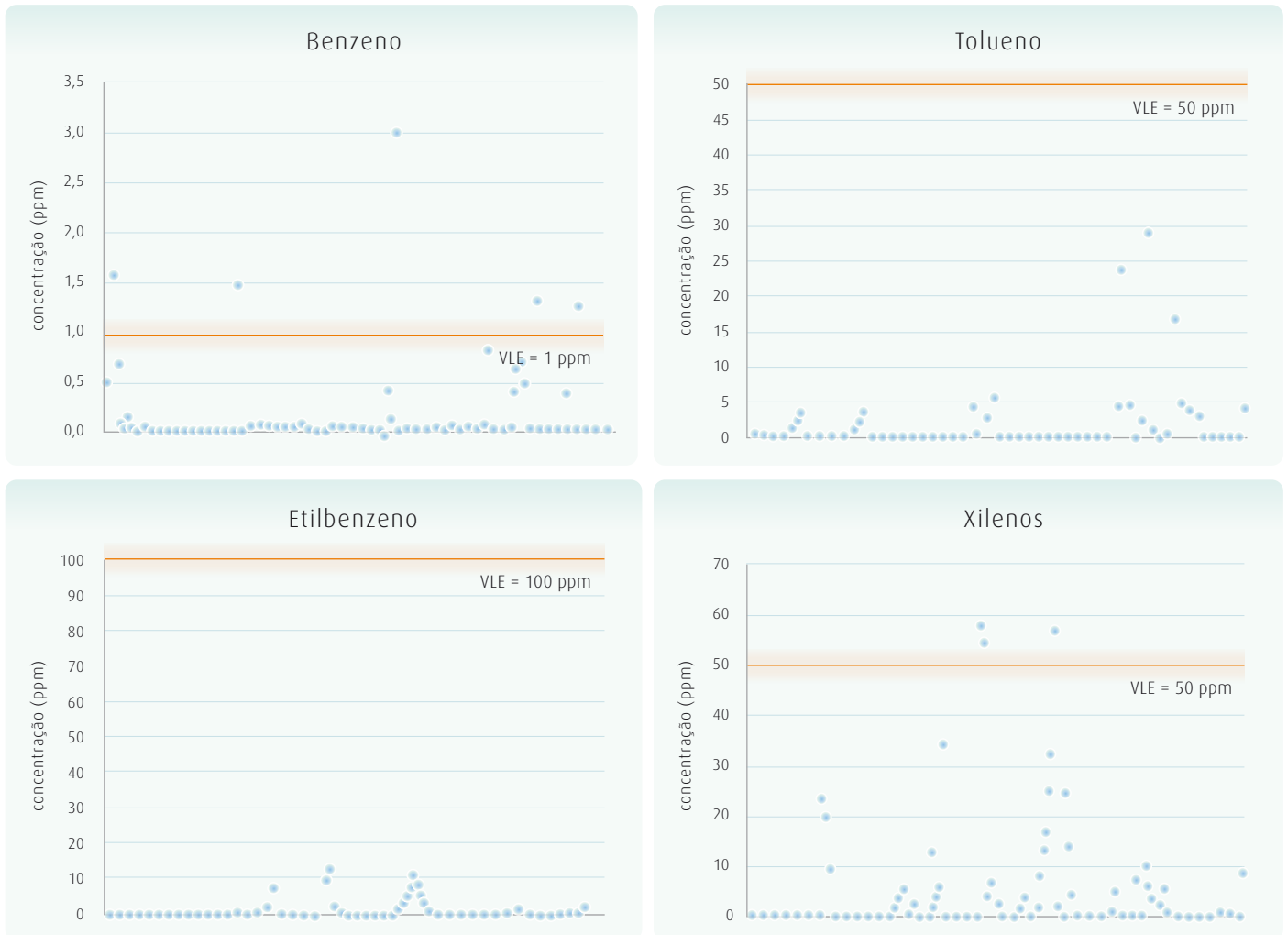
d) Outras atividades



benzeno tolueno etilbenzeno xileno



Gráfico 3: Concentração de BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) no ar, entre 2015 e 2020.



Num total de 513 determinações de BTEX, 505 (98%) estiveram abaixo do respetivo valor-limite de exposição e 8 (2%) excederam esse valor.

Como se pode observar no gráfico 3, as concentrações de tolueno e etilbenzeno estão claramente abaixo dos valores-limite de exposição atualmente em vigor em Portugal. As concentrações mais elevadas em 88 determinações de tolueno e 121 determinações de etilbenzeno foram, respetivamente, 29 ppm e 13 ppm, obtidas em amostras colhidas durante atividades com exposição a tintas, vernizes e outros produtos de base solvente.

A concentração de benzeno excedeu o valor-limite de exposição de 1 ppm em 5 (4%) das 133 amostras colhidas, sendo a concentração máxima determinada de 3 ppm. Estas amostras realizaram-se em atividades com exposição a derivados do petróleo.

Relativamente à concentração de xilenos, num total de 170 amostras de ar colhidas observa-se que o valor-limite de exposição foi excedido em 3 (2%) amostras, com uma concentração máxima de 58 ppm. Estas amostras realizaram-se em atividades com exposição a tintas, vernizes e outros produtos de base solvente.



_Conclusões

O presente estudo permitiu analisar os resultados das amostras de ar colhidas entre 2015 e 2020 para determinação de BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos).

Conclui-se que as amostras colhidas se distribuem em três grupos de atividade, atividades com exposição a derivados do petróleo (51%), atividades com exposição a tintas, vernizes e outros produtos de base solvente (30%) e atividades laboratoriais (18%). A determinação de benzeno foi quase exclusivamente realizada em amostras do primeiro grupo de atividades. A determinação dos outros agentes é equilibrada no segundo grupo de atividades, predominando os xilenos nas atividades laboratoriais.

No que respeita às concentrações obtidas, conclui-se que na generalidade (98%) cumprem os valores-limite de exposição individuais aplicáveis, à data, em legislação nacional relativa à proteção da saúde dos trabalhadores. A este facto não será alheio o crescente investimento em medidas de proteção geral dos trabalhadores, que garantem o decréscimo da volatilização destas substâncias para a atmosfera dos locais de trabalho.

Não obstante, porque estas substâncias são absorvidas não só por via inalatória, mas também através da pele e das mucosas, considera-se de particular relevância a utilização de equipamento de proteção individual que permita eliminar ou minimizar também esta via de exposição.

Referências bibliográficas:

- (1) Institut National de Recherche et de Sécurité. Les hydrocarbures aromatiques (fiche solvants, ED 4226, 2011). <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%204226>
- (2) Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. Relatório sobre o estado atual do conhecimento no domínio das substâncias tóxicas para a reprodução. Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia, 2016. <https://osha.europa.eu/pt/publications/summary-state-art-report-reproductive-toxicants>
- (3) European Chemicals Agency Substance Information. Brief Profile-ECHA. Benzene, 17/07/2021
- (4) European Chemicals Agency Substance Information. Brief Profile-ECHA. Toluene, 17/07/2021.
- (5) European Chemicals Agency Substance Information. Brief Profile-ECHA. Ethylbenzene. 22/07/2021.
- (6) European Chemicals Agency Substance Information. Brief Profile-ECHA. Xylene. 22/07/2021.
- (7) Hydrocarbons, Aromatic: Method 1501. In: NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4th ed. Issue 3, 2003. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1501.pdf>