



BENZO(A)PIRENO COMO CONTAMINANTE EM PRODUTOS CÁRNEOS EMBUTIDOS COMERCIAIS

S.A. Silva^{1,2}, G.Z. De Rossi², A.P. Almeida², G.M. Guizzellini¹, E.A.F.S. Torres¹, G.R. Sampaio¹

1- Departamento de Nutrição – Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo – CEP: 01246-904 – São Paulo – SP – Brasil, Telefone: 55 (11) 3061-7748 – e-mail: (simone.alves.silva@usp.br)

2- Núcleo de Contaminantes Orgânicos – Centro de Contaminantes – Instituto Adolfo Lutz – CEP: 01246-000 – São Paulo – SP – Brasil, Telefone: 55 (11) 3068-2921.

RESUMO – Carnes e seus derivados constituem um importante papel para a saúde humana. O processo de defumação utilizado nestes produtos pode levar à formação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), inclusive o benzo(a)pireno (BaP) considerado carcinogênico para humanos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a concentração de BaP em embutidos comercializados na cidade de São Paulo. A análise laboratorial incluiu etapas de saponificação, extração líquido-líquido, purificação em cartuchos de sílica e quantificação por UHPLC. Apenas amostras de salame apresentaram resultados detectáveis, e sete destas estavam contaminadas com BaP. Uma das amostras apresentou níveis acima do permitido pela Comunidade Europeia, que se tratava apenas da tripa de um salame defumado. Embora a incidência esteja baixa, mais amostras comerciais de alimentos defumados deverão ser analisadas, para avaliar o risco à saúde da população por meio da ingestão destes produtos.

ABSTRACT – Meat and meat products represent an important role in human health. The smoking process used in these products can lead to the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), including benzo(a)pyrene (BaP) considered carcinogenic to humans. The objective of this work was to evaluate the concentration of BaP in sausages sold in the city of São Paulo. The laboratory analysis included steps of saponification, liquid-liquid extraction, purification in silica cartridges and quantification by UHPLC. Only salami samples showed detectable results, and seven of these were contaminated with BaP. One sample showed levels above that allowed by the European Community, which was just the casing of a smoked salami. Although the incidence is low, more commercial samples of smoked food should be analyzed to assess the population's health risk through ingestion of these products.

PALAVRAS-CHAVE: hidrocarbonetos policíclicos aromáticos; cromatografia líquida de ultra eficiência (UHPLC); produtos defumados.

KEYWORDS: polycyclic aromatic hydrocarbons; ultra-high liquid chromatography (UHPLC); smoked products.

1. INTRODUÇÃO

Alimentos de origem animal fazem parte da dieta humana como fonte de proteínas e nutrientes, incluindo carnes, vísceras, aves, peixes, ovos, leite e derivados. Segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), a carne mais adquirida no país é a bovina (25,4 kg), seguida por ave (13,2 kg) e suína (2,3 kg) (IBGE, 2011). A



maior parte da produção da carne suína é utilizada como matéria-prima na fabricação de embutidos e defumados. Devido à maior praticidade, comodidade e rapidez, observa-se uma tendência de aumento de consumo de embutidos e alimentos processados, como linguiça, salsicha, mortadela e presunto, com consumo médio per capita de 7,9 g/dia (IBGE, 2011; Louzada et al., 2015).

A defumação é empregada em diversos alimentos incluindo cárneos, tendo como objetivo dar sabor e aroma característicos e aumentar a validade. O método de defumação empregado pode ser direto ou indireto, ou ainda o aroma de fumaça pode ser utilizado (Zelinkova e Wenzl, 2015; Ledesma et al., 2016). No entanto, este procedimento pode acarretar a contaminação dos alimentos por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs).

Os HPAs representam um grupo de mais de 200 diferentes compostos orgânicos, contendo dois ou mais anéis aromáticos condensados, formados a partir da combustão incompleta da matéria orgânica. Podem afetar o organismo por meio de diversas ações tóxicas (Domingo e Nadal, 2015). Dentre os HPAs monitorados pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC), o benzo(a)pireno (BaP) é o único comprovadamente carcinogênico para humanos (IARC, 2012).

A contaminação dos alimentos por HPAs pode ocorrer durante o processamento dos mesmos, como nas etapas de defumação ou de secagem, devido ao depósito de HPAs produzidos pela queima incompleta do combustível usado (Ledesma et al., 2016). Outros tipos de preparo dos alimentos, como grelha, tostagem, torrefação e fritura, também podem levar à formação de HPAs como o benzo(a)pireno (Bansal e Kim, 2015).

Considerando o risco relacionado a estes hidrocarbonetos, o Regulamento nº 835/2011 da Comunidade Europeia, estabeleceu os limites tolerados para BaP e para a soma de 4 HPAs, utilizados como marcadores da presença destes contaminantes nos alimentos. Para produtos cárneos defumados, o limite máximo para o BaP é de 2,0 µg/kg (CEC, 2011).

Este trabalho teve como objetivo estudar a contaminação por BaP de salame, mortadela, peito de peru e frango comercializados na cidade de São Paulo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Vinte e quatro amostras, incluindo 19 salames, duas mortadelas, dois de peitos de peru e um peito de frango, foram adquiridas no comércio da cidade de São Paulo em 2019. A metodologia para extração e purificação de HPAs fundamentou-se na descrita por Bogdanović et al. (2019), com modificações. Dois gramas de amostra, triturada e homogeneizada, foram saponificados com 5 mL de hidróxido de potássio 2 M etanólico em banho-maria a 40°C por 3 horas. Após resfriar, foi realizada a extração líquido-líquido com n-hexano por três vezes, a fase orgânica filtrada em sulfato de sódio anidro e levada à completa evaporação. Após secagem, foi realizada a etapa de purificação e concentração do extrato usando cartucho de extração em fase sólida (SPE) de sílica (6 mL, 500 mg, Discovery DSC-Si, Supelco). O extrato foi recolhido, seco, ressuspensionado em 1 mL de acetonitrila (ACN), filtrado e acondicionado em vials para análise cromatográfica.

A análise cromatográfica baseou-se no trabalho de Silva et al. (2017). Foi utilizada a cromatografia líquida de ultra eficiência (UHPLC, Shimadzu) e coluna Zorbax Eclipse PAH RRHD (100 mm x 2,1 mm, 1,8 µm, Agilent), protegida por coluna de guarda (5 mm x 2,1 mm, 1,8 µm, Eclipse Plus, Agilent). A detecção foi obtida com detector de fluorescência, com tempo de análise de 27 min. A quantificação foi realizada por padronização

externa com curva de calibração, construída a partir da injeção de soluções de padrão com concentrações variadas, preparadas em ACN a partir da solução de trabalho.

A validação do método foi realizada segundo Guia do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO, 2018), incluindo os seguintes parâmetros: linearidade, seletividade, exatidão (recuperação), precisão (repetitividade e precisão intermediária), limites de detecção (LD) e quantificação (LQ).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A validação foi analisada sob diferentes condições, e foi obtida uma boa linearidade com coeficiente de correlação quadrado de 0,9981. Não foi observada interferência de matriz para o BaP. Os limites de detecção e quantificação foram, respectivamente, 0,15 e 0,50 $\mu\text{g}/\text{kg}$, indicando que a metodologia é sensível para a detecção e quantificação do benzo(a)pireno. A exatidão foi considerada satisfatória, com valores variando de 83,15 a 99,74%, assim como a precisão (repetitividade e precisão intermediária), com coeficientes de variação inferiores a 10%.

A Tabela 1 apresenta as concentrações encontradas nos produtos. Os resultados indicaram que sete amostras (29%) estavam contaminadas com benzo(a)pireno, com resultados acima do limite de detecção. Amostras de mortadela, peito de peru e peito de frango apresentaram resultados abaixo do LD.

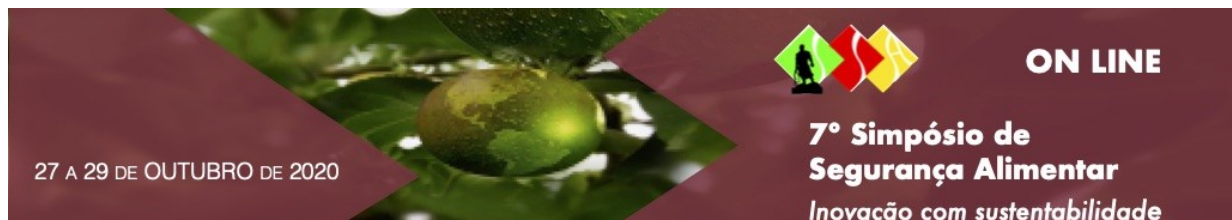
O Regulamento nº 835/2011 (CEC, 2011) preconiza os limites tolerados para os HPAs, sendo o valor máximo para o BaP de 2,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$. A tripa de um dos salames analisados, que indicava na rotulagem que era defumado, apresentou uma concentração acima da permitida (2,32 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

Tabela 1 – Faixas de concentração para benzo(a)pireno em salame, mortadela, peito de peru e frango

	ND	LD<x≤LQ	x>LQ	Máximo ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Salame (n=19)	12 (63%)	6 (32%)	1 (5%)	2,32
Mortadela (n=2)	2 (100%)	-	-	<LD
Peito de peru (n=2)	2 (100%)	-	-	<LD
Peito de frango (n=1)	1 (100%)	-	-	<LD
TOTAL (n=24)	17 (71%)	6 (25%)	1 (4%)	2,32

Limite de detecção (LD): 0,15 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Limite de quantificação (LQ): 0,50 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Fonte: Próprio autor (2020)

Ledesma et al. (2015), ao avaliar chouriços defumados espanhóis, encontrou valores para o BaP na faixa de 0,90 a 3,21 $\mu\text{g}/\text{kg}$, muito próxima à encontrada neste trabalho. Não há estudos nacionais recentes sobre a contaminação por HPAs em produtos cárneos defumados. Camargo (2000) analisou amostras de bacon, linguiça, frango e salsicha defumados, encontrando valores menores que 0,44 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de BaP.



A principal causa relacionada à presença de HPAs nos embutidos é a defumação. Produtos cárneos industrializados podem ser elaborados com carnes suínas ou bovinas, embutidos em envoltórios naturais ou artificiais, curados e defumados (Zelinkova e Wenzl, 2015; Ledesma et al., 2016). Dependendo do tipo de defumação ao qual o alimento foi submetido, como o método direto, a contaminação pode ser maior na parte externa do produto, que pode ter sido o caso de uma das amostras analisadas. Outro fator pode ser relacionado ao uso de ingredientes que tenham passado pelo processo de defumação, como especiarias (Bansal e Kim, 2015).

3. CONCLUSÕES

O benzo(a)pireno, contaminante considerado carcinogênico, foi detectado em 29% das amostras analisadas. Apenas uma amostra excedeu o limite máximo tolerado pela Comunidade Europeia, que se tratava da tripa que envolvia um dos salames analisados, indicando que a contaminação para esta amostra foi maior na parte externa, o que pode estar relacionado ao tipo de defumação utilizado. Sugere-se que produtos defumados, em especial cárneos, devem ser avaliados de maneira contínua, assim como é necessário ampliar as análises para outros HPAs, com o intuito de prever a contaminação dos alimentos por estes contaminantes e o real risco oferecido à saúde da população.

4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio à pesquisa (2018/19005-6) e a parceria com o Instituto Adolfo Lutz.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bansal, V., & Kim, K. H. (2015). Review of PAH contamination in food products and their health hazards. *Environment International*, 84, 26-38.
- Bogdanović, T., Pleadin, J., Petričević, S., Listeš, E., Sokolić, D., Marković, K., Ozogul, F., & Šimat, V. (2019). The occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons in fish and meat products of Croatia and dietary exposure. *Journal of Food Composition and Analysis*, 75, 49-60.
- Camargo, M. C. R. (2000). *Avaliação da ingestão de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos através da dieta*. (Tese de doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.
- CEC – Commission of the European Communities. (2011). *Amending Regulation (EC) n° 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in foodstuffs*. (Commission Regulation EC n° 835, de 19 de agosto de 2011). Official Journal of the European Union, L215/4-L215/8.
- Domingo, J. L., & Nadal, M. (2015). Human dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: a review of the scientific literature. *Food and Chemical Toxicology*, 86, 144-153.
- IARC – Agência Internacional de Pesquisa em Câncer. (2012). *Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, overall evaluation of carcinogenicity. Chemical Agents and Related Occupations*. (v. 100F). Lyon: IARC.



IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011). *Pesquisa de orçamentos familiares (POF) 2008–2009. Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 150 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. (2018). *Orientação sobre validação de métodos de ensaios químicos*. DOQ-CGRE-008. Revisão 7. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/doc_organismos.asp?tOrganismo=CalibEnsaio.

Ledesma, E., Rendueles, M., & Díaz, M. (2015). Spanish smoked meat products: benzo(a)pyrene (BaP) contamination and moisture. *Journal of Food Composition and Analysis*, 37, 87-94.

Ledesma, E., Rendueles, M., & Díaz, M. (2016). Contamination of meat products during smoking by polycyclic aromatic hydrocarbons: Processes and prevention. *Food Control*, 60, 64-87.

Louzada, M. L. D. C., Martins, A. P. B., Canella, D. S., Baraldi, L. G., Levy, R. B., Claro, R. M., Moubarac, J. C., Cannon, G., & Monteiro, C. A. (2015). Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. *Revista de Saúde Pública*, 49, 38.

Silva, S. A., Sampaio, G. R., & Torres, E. A. F. (2017). Optimization and validation of a method using UHPLC-fluorescence for the analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in cold-pressed vegetable oils. *Food Chemistry*, 221, 809-814.

Zelinkova, Z., & Wenzl, T. (2015). The occurrence of 16 EPA PAHs in food—a review. *Polycyclic Aromatic Compounds*, 35(2-4), 248-284.

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



www.officeeventos.com.br