



Análise de contaminantes inorgânicos em alimentos provenientes de áreas ardidas na região Centro de Portugal

Analysis of inorganic contaminants in food from burnt areas in Central Portugal

Sandra Gueifão^{1,2}, Catarina Sequeira¹, Mariana Ribeiro^{1,2}, Tiago Moreira¹, Marta Ventura¹, Inês Delgado^{1,2}, Andreia Rego^{1,2}, Inês Coelho^{1,2}, José Armando L. da Silva³, Isabel Castanheira¹

sandra.gueifao@insa.min-saude.pt

(1) Departamento de Alimentação e Nutrição, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, Lisboa, Portugal

(2) Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal

(3) Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

_Resumo

Portugal é um dos países europeus onde ocorre maior número de incêndios florestais e com a mais vasta área ardida. Os incêndios ocorridos em 2017, nos concelhos de Pedrógão Grande, Castanheira de Pera e Figueiró dos Vinhos, evidenciaram o enorme impacto destas catástrofes ambientais na saúde das populações, no seu bem-estar e no seu modo de vida. Este trabalho teve como objetivo a análise de seis elementos inorgânicos, nomeadamente bromo (Br), arsénio (As), níquel (Ni), cádmio (Cd), chumbo (Pb) e cromo (Cr), em amostras de couves, batatas e ovos provenientes de hortas familiares dos três concelhos afetados, em dois períodos de tempo diferentes, após a ocorrência dos incêndios. Os resultados deste estudo foram comparados com valores obtidos para os mesmos alimentos colhidos nas mesmas áreas, antes dos incêndios (amostra controlo de couves) e com valores referidos na literatura (batatas e ovos). Quando possível, e aplicável, os resultados foram também comparados com valores limite reportados na legislação em vigor. A determinação foi realizada por Espectrometria de Massa acoplada a Plasma Indutivo (ICP-MS). Os ensaios foram realizados mediante procedimentos analíticos em conformidade com a norma ISO 17025:2005. Os resultados mostraram que as amostras de couves, colhidas após os incêndios, e a amostra controlo apresentam diferenças significativas no As, Ni, Cd, Cr e Br. Relativamente ao Pb, não foram encontradas diferenças significativas entre as amostras das duas colheitas e a amostra de controlo. Por outro lado, os elementos analisados apresentam valores abaixo dos referidos na literatura e/ou na legislação em vigor, para as três matrizes estudadas. No entanto, foram encontradas exceções para o As e Cr, nos ovos, e para o As, nas batatas da 2ª colheita, em que os valores encontrados estão acima dos referidos na literatura.

_Abstract

Portugal is one of the European countries with the highest number of forest fires and the largest burned area. In 2017, the fires in the municipalities of Pedrógão Grande, Castanheira de Pera and Figueiró dos Vinhos, showed the enormous impact of these environmental catastrophes on the health of the population, on their well-being and on their way of life. This work aimed to analyze six inorganic elements, namely bromine (Br), arsenic (As), nickel (Ni), cadmium (Cd), lead (Pb) and chromium (Cr), in samples of cabbages, potatoes and eggs from home gardens in the three

affected counties, in two different periods, after the fires occurred. The values obtained from this study were compared with values obtained for the same foods harvested in the same areas, before fires (cabbages) or with values reported in the literature (potatoes and eggs). When possible, and applicable, the results were also compared with limit values reported in the legislation. The determination was performed by Mass Spectrometry coupled to Inductive Plasma (ICP-MS). The tests were performed using analytical procedures in accordance with the ISO 17025: 2005 standard. The results showed that the cabbage samples, collected after the fires, and the control sample present significant differences in As, Ni, Cd, Cr and Br. Regarding Pb, there were no significant differences between the samples from the two harvests and the control sample. On the other hand, results showed that the analyzed elements present values below those mentioned in the literature and/or in the legislation in force, for the three matrices studied. However, exceptions were found for As and Cr in eggs and As in potatoes from the 2nd harvest, in which the values found are above those reported in the literature.

_Introdução

Os incêndios florestais são fenómenos que constituem um problema ambiental com impactos adversos e diversificados nos ecossistemas atmosférico, terrestre e aquático, com repercussões económicas e sociais, e significativo impacto na flora (1). Durante os incêndios florestais são libertados diferentes compostos químicos para a atmosfera, resultantes da queima da madeira e da vegetação.

Segundo a Direção-Geral da Saúde, o fumo resultante dos incêndios florestais possui altos níveis de partículas e toxinas que podem causar doenças cancerígenas, respiratórias, oftalmológicas, cardiovasculares, neurológicas, diabetes,



hipertensão, lesões de pele entre outras, sendo as partículas suspensas, com contaminantes, os principais poluentes com impacto direto na saúde (2).

Por outro lado, os incêndios florestais podem desempenhar um papel importante na distribuição ambiental dos elementos traço, inclusive por meio da sua mobilização por transporte associado de solo e partículas de cinza (1).

Além disso, foram encontrados incêndios florestais que liberam e depositam contaminantes na superfície do solo, seja diretamente pela combustão da vegetação e mineralização da matéria orgânica do solo, seja indiretamente por meio de interações de cinzas (3). Esse facto pode levar à adição de quantidades potencialmente significativas desses elementos ao solo e, com isso, alterar as propriedades químicas iniciais do mesmo.

_Objetivo

Este trabalho, desenvolvido no âmbito do projeto Contaminantes químicos provenientes dos fogos florestais com impacto nos alimentos da região (CONFFIAR), teve como objetivo avaliar o teor de elementos inorgânicos (bromo (Br), arsénio (As), níquel (Ni), cádmio (Cd), chumbo (Pb) e cromo (Cr)) em amostras de couves, batatas e ovos recolhidas em dois períodos de tempo diferentes (agosto e dezembro de 2017), após a ocorrência de incêndios florestais.

_Materiais e métodos

O plano de amostragem concebido para a colheita de alimentos do projeto CONFFIAR teve no total seis campanhas de colheita de amostras que decorreram entre 2017 e 2019. Neste trabalho apresentam-se os resultados das duas primeiras campanhas de colheita realizadas em agosto e dezembro de 2017.

A colheita de alimentos foi realizada em oito hortas familiares distribuídas por três municípios (Pedrógão Grande, Castanheira de Pera e Figueiró dos Vinhos), tendo sido recolhidos três alimentos por produtor. Para ter representatividade de amostras, recolheram-se três amostras por alimento que, após homogeneização, constituíram uma *pool*. No total foram

preparadas para análise 48 *pools* em dois períodos de tempo diferentes (agosto e dezembro de 2017). Os alimentos escolhidos neste estudo foram couves, batatas e ovos. A preparação das amostras consistiu, previamente, na cozedura das batatas e ovos, enquanto que as couves não sofreram tratamento culinário. Posteriormente, todas as amostras foram liofilizadas antes de serem analisadas.

Como amostra controlo, utilizou-se para a matriz couves uma amostra composta por várias subamostras, provenientes das zonas ardidas em estudo, e recolhidas antes dos incêndios. Para as matrizes ovos e batatas não existiam amostras recolhidas antes dos incêndios. Assim, optou-se por comparar os valores obtidos para as amostras em estudo com valores reportados na literatura e na legislação em vigor.

Os elementos Br, As, Ni, Cd, Pb e Cr foram determinados por espectrometria de massa com plasma indutivo acoplado (ICP-MS). Previamente, as amostras sofreram uma digestão ácida (As, Ni, Cd, Pb e Cr) ou digestão básica (Br) em bloco de aquecimento de grafite com um programa de tempo e temperatura validados (4,5).

Os resultados foram obtidos através de procedimentos analíticos que refletiram os requisitos de garantia da qualidade, descritos na norma ISO 17025:2005 (6). A concentração foi expressa em $\mu\text{g}/\text{kg}$ ou mg/kg .

O tratamento estatístico foi realizado utilizando o *software* SPSS. As diferenças entre as amostras das duas colheitas e a amostra controlo foram verificadas com a análise ANOVA e o teste da menor diferença significativa (LSD) com um nível de significância igual a 5% ($\alpha=0,05$). Foi também realizada a análise descritiva para validar a tendência verificada entre colheitas (tabela 2).

_Resultados e discussão

Os resultados analíticos obtidos encontram-se apresentados na tabela 1.

Arsénio

Os teores de As nas amostras de couves tiveram um coeficiente de variação (CV%) de 37% na 1ª colheita e 32% na 2ª colheita, sendo a média dos valores obtidos na 2ª colheita



Tabela 1: ↘ Variação da concentração média de As, Ni, Cd, Pb e Cr em $\mu\text{g}/\text{kg}$ e Br em mg/kg em a) Couves, b) Ovos e c) Batatas.

a)

Amostra		Couves					
Produtor	Colheita	As ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Ni ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Cd ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Cr ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Br (mg/kg)
A	1	28,4 ± 6,6	156 ± 28	20,3 ± 4,2	5,9 ± 1,3	42,3 ± 8,4	12,8 ± 3,2
B	1	48 ± 11	88 ± 16	9,3 ± 1,9	<LQ (5)	6,3 ± 1,2	3,2 ± 0,8
C	1	48 ± 11	126 ± 22	11,2 ± 2,3	4,5 ± 1,0	40,0 ± 7,9	2,73 ± 0,68
D	1	26,7 ± 6,2	82 ± 15	2,71 ± 0,56	<LQ (5)	44,5 ± 8,8	7,3 ± 1,8
E	1	23,7 ± 5,5	132 ± 23	23,1 ± 4,8	<LQ (5)	33,7 ± 6,7	2,65 ± 0,67
F	1	36,1 ± 8,4	171 ± 30	23,5 ± 4,8	<LQ (5)	33,7 ± 6,7	3,07 ± 0,77
G	1	15,4 ± 3,6	109 ± 19	6,9 ± 1,4	4,27 ± 0,96	60 ± 12	3,27 ± 0,82
H	1	24,8 ± 5,8	104 ± 18	9,7 ± 2,0	<LQ (5)	43,0 ± 8,5	3,62 ± 0,91
A	2	60 ± 14	64 ± 11	16,4 ± 3,4	3,78 ± 0,85	27,8 ± 5,5	4,6 ± 1,2
B	2	77 ± 18	69 ± 12	5,8 ± 1,2	13,2 ± 3,0	32,0 ± 6,3	6,9 ± 1,7
C	2	69 ± 16	107 ± 19	8,1 ± 1,7	<LQ (5)	26,7 ± 5,3	2,88 ± 0,72
D	2	25,6 ± 6,0	70 ± 12	11,9 ± 2,5	<LQ (5)	21,6 ± 4,3	1,76 ± 0,44
E	2	49 ± 11	100 ± 18	45,7 ± 9,4	4,01 ± 0,90	24,4 ± 4,8	3,38 ± 0,85
F	2	49 ± 12	121 ± 21	14,9 ± 3,1	<LQ (5)	24,2 ± 4,8	2,29 ± 0,57
G	2	36,3 ± 8,5	53,8 ± 9,5	2,94 ± 0,61	<LQ (5)	28,5 ± 5,6	5,4 ± 1,4
H	2	55 ± 13	68 ± 12	4,32 ± 0,89	<LQ (5)	28,0 ± 5,5	4,6 ± 1,1
Amostra controle		<LQ (3)	<LQ (5)	5,3 ± 1,1	<LQ (5)	22,7 ± 4,5	0,51 ± 0,13

b)

Amostra		Ovos					
Produtor	Colheita	As ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Ni ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Cd ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Cr ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Br (mg/kg)
A	1	12,3 ± 2,0	12,3 ± 1,9	<LQ (3)	<LQ (6)	66 ± 21	4,4 ± 1,3
B	1	15,8 ± 2,6	<LQ (6)	<LQ (3)	13,0 ± 3,5	63 ± 20	4,3 ± 1,3
C	1	15,0 ± 2,5	<LQ (6)	<LQ (3)	<LQ (6)	65 ± 21	2,19 ± 0,68
D	1	15,1 ± 2,5	7,3 ± 1,1	<LQ (3)	<LQ (6)	56 ± 18	2,9 ± 1,0
E	1	9,3 ± 1,5	8,8 ± 1,4	<LQ (3)	<LQ (6)	60 ± 19	2,9 ± 1,0
F	1	12,8 ± 2,1	7,4 ± 1,2	<LQ (3)	<LQ (6)	63 ± 20	<LQ (0,05)
G	1	5,96 ± 0,98	7,3 ± 1,1	<LQ (3)	<LQ (6)	55 ± 18	3,8 ± 1,2
H	1	14,0 ± 2,3	5,9 ± 1,0	<LQ (3)	<LQ (6)	55 ± 17	3,8 ± 1,2
A	2	15,9 ± 2,6	11,4 ± 1,8	<LQ (3)	<LQ (6)	60 ± 19	3,9 ± 1,2
B	2	15,7 ± 2,6	12,7 ± 2,0	<LQ (3)	30,2 ± 8,1	66 ± 21	4,2 ± 1,3
C	2	14,9 ± 2,4	12,1 ± 1,9	<LQ (3)	<LQ (6)	60 ± 19	2,41 ± 0,74
D	2	52,4 ± 8,6	7,3 ± 1,1	<LQ (3)	<LQ (6)	57 ± 18	4,1 ± 1,3
E	2	15,7 ± 2,6	10,4 ± 1,6	<LQ (3)	<LQ (6)	69 ± 22	3,2 ± 1,0
F	2	16,7 ± 2,7	12,5 ± 1,9	<LQ (3)	<LQ (6)	77 ± 24	3,1 ± 1,0
G	2	19,6 ± 3,2	13,9 ± 2,2	<LQ (3)	<LQ (6)	75 ± 24	4,8 ± 1,5
H	2	16,8 ± 2,7	10,1 ± 1,6	<LQ (3)	<LQ (6)	70 ± 22	3,3 ± 1,0

c)

Amostra		Batatas				
Produtor	Colheita	As ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Ni ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Cd ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Cr ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
A	1	2,77 ± 0,65	53,4 ± 9,4	10,4 ± 2,1	<LQ(4)	52 ± 10
B	1	2,25 ± 0,52	32,3 ± 5,7	15,8 ± 3,3	<LQ(4)	41,4 ± 8,2
C	1	<LQ(2)	42,6 ± 7,5	13,4 ± 2,8	<LQ(4)	30,4 ± 6,0
D	1	<LQ(2)	103 ± 18	11,5 ± 2,4	<LQ(4)	27,1 ± 5,4
E	1	2,41 ± 0,56	27,3 ± 4,8	17,5 ± 3,6	4,4 ± 1,0	32,5 ± 6,4
F	1	5,1 ± 1,2	42,8 ± 7,6	14,9 ± 3,1	<LQ(4)	34,8 ± 6,9
G	1	2,13 ± 0,50	66 ± 12	13,2 ± 2,7	5,0 ± 1,1	38,3 ± 7,6
H	1	2,55 ± 0,60	61 ± 11	11,1 ± 2,3	<LQ(4)	27,9 ± 5,5
A	2	15,3 ± 3,6	17,6 ± 3,1	12,0 ± 2,5	15,7 ± 3,5	37,7 ± 7,5
B	2	32,0 ± 7,5	47,1 ± 8,3	17,7 ± 3,6	7,8 ± 1,7	52 ± 10
C	2	20,6 ± 4,8	18,3 ± 3,2	17,6 ± 3,6	17,5 ± 3,9	20,6 ± 4,1
D	2	19,4 ± 4,5	136 ± 24	13,5 ± 2,8	<LQ(4)	28,2 ± 5,6
E	2	28,8 ± 6,7	36,3 ± 6,4	16,6 ± 3,4	13,0 ± 2,9	37,1 ± 7,3
F	2	23,1 ± 5,4	101 ± 18	21,6 ± 4,5	5,2 ± 1,2	34,0 ± 6,7
G	2	21,9 ± 5,1	21,0 ± 3,7	13,8 ± 2,8	28,4 ± 6,4	33,6 ± 6,6
H	2	17,8 ± 4,2	39,0 ± 6,9	18,9 ± 3,9	<LQ(4)	34,8 ± 6,9

LQ – Limite de quantificação



Tabela 2: ↘ Variação da concentração média de As, Ni, Cd, Pb e Cr em µg/kg e Br em mg/kg em a) Couves, b) Ovos e c) Batatas, observada entre colheitas.

Elementos	Couves	Ovos	Batatas
As	↗	↗	↗
Ni	↘	↗	≈
Cd	≈	≈	↗
Pb	≈	↗	↗
Cr	↘	↗	≈
Br	≈	≈	X

↗ aumentou; ↘ diminuiu; ≈ não foram encontradas diferenças significativas entre colheitas de acordo com o teste LSD (p -value (p)>0,05); X sem resultado

superior à média da 1ª colheita (tabela 2). Os teores de As obtidos para as amostras de couves recolhidas, em ambas as colheitas, são significativamente superiores aos obtidos para a amostra controlo e estatisticamente diferentes entre si.

Para os ovos, o CV% de As foi de 27% na 1ª colheita e 61% na 2ª colheita, apresentando diferenças significativas entre produtores em ambas as colheitas. Comparando com a literatura, os valores encontrados estão acima dos reportados (cerca de 9µg/kg) (7).

Apesar de terem sido encontrados, para todas as matrizes em estudo, teores de As significativamente superiores aos reportados na literatura (ovos e batatas) e amostra controlo (couves), nenhum dos valores obtidos se encontra acima do valor máximo legislado para arroz (único alimento com valores máximos admissíveis legislados, pelo Regulamento (EU) 2015/1006) enquanto alimento para crianças (100µg/kg) (8).

Níquel

Quanto ao Ni, e relativamente às amostras de couves, o CV% foi de 26% na 1ª colheita e 30% na 2ª colheita. Segundo o teste LSD, os resultados de Ni das amostras recolhidas nas áreas ardidas encontram-se acima do valor encontrado para uma amostra controlo de couves, em ambas as colheitas. Segundo o teste LSD, as amostras controlo de couves são estatisticamente diferentes das amostras recolhidas nas áreas ardidas.

Em relação às amostras de ovos, verifica-se um CV% de 27% na 1ª colheita e 18% na 2ª colheita havendo um aumento na concentração média deste elemento da 1ª para a 2ª colheita (tabela 2), verificando-se assim que apresenta diferenças significativas entre produtores. Todos os resultados obtidos são inferiores ao valor encontrado na literatura (38 µg/kg) (9).

Por outro lado, as amostras de batatas apresentaram um CV% de 45% na 1ª colheita e 83% na 2ª colheita. Todos os valores de Ni obtidos nas amostras em estudo são inferiores ao valor encontrado na literatura (260µg/kg) (9).

Cádmio

O CV% do teor de Cd nas amostras de couves foi de 59% na 1ª colheita e 100% na 2ª colheita. Na sua maioria, os resultados obtidos para as amostras recolhidas encontram-se acima do valor encontrado para uma amostra controlo de couves, encontrando-se, no entanto, todos abaixo do limite legal de 200µg/kg, estipulado para este contaminante (11) para o grupo dos produtos hortícolas de folha. Segundo o teste LSD, a amostra controlo de couves apresenta diferenças significativas deste elemento quando comparada com as amostras em estudo.

Quanto às amostras de ovos, os valores de Cd foram inferiores ao LQ (3µg/kg) em todas as amostras. Estes valores são inferiores aos reportados na literatura (18 µg/kg) (10).

Nas amostras de batatas, o CV% foi de 18% na 1ª colheita e 19% na 2ª colheita. Todos os valores estão abaixo do valor encontrado na literatura (211µg/kg) (10) bem como do limite máximo de 100µg/kg estipulado no Regulamento n.º 488/2014 para o grupo das raízes e tubérculos (11).

Chumbo

No que respeita à concentração de Pb nas amostras de couves, o valor mais alto foi encontrado no local B, na 2ª colheita, com 13µg/kg. Na maioria dos locais, o teor de Pb encontrado foi sempre inferior ao LQ. Apesar de alguns valores encontrados para as amostras das duas colheitas serem superiores aos obtidos para a amostra controlo, estes são muito inferiores ao legislado para o grupo dos produtos hortícolas de folha (300µg/kg) (11). Segundo o teste LSD, as amostras das áreas ardidas e a amostra controlo de couves não apresentam diferenças significativas entre si.



Quanto à matriz ovos, os teores de Pb apenas apresentaram valores quantificáveis no caso do produtor B (1ª e 2ª colheitas), todos os restantes apresentaram-se abaixo do LQ. Os valores determinados são inferiores aos encontrados na literatura ($205\mu\text{g}/\text{kg}$) (12).

Em relação às amostras de batatas, foram encontrados teores quantificáveis na 1ª colheita apenas para os produtores E e G. Por outro lado, na 2ª colheita, apenas dois locais, D e H, apresentaram valores de Pb inferiores ao LQ. O CV% do teor deste elemento foi de 9% na 1ª colheita e 56% na 2ª colheita. Os resultados obtidos são inferiores ao valor encontrado na literatura ($223\mu\text{g}/\text{kg}$) (12) e aos teores máximos estabelecidos pelo Regulamento n.º 1881/2006 para o grupo das raízes e tubérculos ($100\mu\text{g}/\text{kg}$) (13).

Cromo

Relativamente ao teor de Cr, o CV% nas amostras de couves foi de 40% na 1ª colheita e 12% na 2ª colheita. A maioria dos teores de Cr obtidos para as amostras recolhidas nas duas colheitas encontram-se ligeiramente acima do valor obtido para uma amostra controlo de couves. Segundo o teste LSD, as amostras controlo apresentam diferenças significativas deste elemento quando comparadas com as amostras de couves da 1ª colheita.

No que diz respeito às amostras de ovos, verifica-se um CV% de 8% na 1ª colheita e 11% na 2ª colheita. Todos os teores de Cr obtidos para as amostras recolhidas em ambas as colheitas são superiores ao valor encontrado na literatura ($30\mu\text{g}/\text{kg}$) (14). Por outro lado, este elemento apresenta diferenças significativas entre produtores nas duas colheitas.

Nas amostras de batatas, o CV% encontrado foi de 23% na 1ª colheita e de 26% na 2ª colheita. Para este elemento verificou-se que não existem diferenças significativas entre produtores de ambas as colheitas. Todos os teores de Cr obtidos para as amostras recolhidas nas duas colheitas encontram-se abaixo do valor encontrado na literatura ($70\mu\text{g}/\text{kg}$) (14).

Bromo

No que respeita ao teor de Br, as amostras de couves obtiveram um CV% de 74% na 1ª colheita e 43% na 2ª colheita. Todos os locais da 1ª e 2ª colheitas apresentaram teores superiores ao valor obtido para uma amostra controlo de couves. Segundo o teste LSD, as amostras controlo apresentaram diferenças significativas deste elemento quando comparadas com as amostras da 1ª colheita das áreas ardidas.

Relativamente às amostras de ovos, este elemento apresentou um CV% de 24% na 1ª colheita e 21% na 2ª colheita. Os valores encontrados para Br não apresentam diferenças significativas entre produtores.

No que respeita aos resultados das amostras em estudo dos ovos, batatas e couves, estes são todos inferiores ao valor encontrado na literatura (15).

_Conclusões

Sendo este estudo pioneiro, conclui-se que as amostras de couves após os incêndios e a amostra controlo apresentam diferenças significativas nos níveis de As, Ni, Cd, Cr e Br. Relativamente ao Pb, não existem diferenças significativas entre as amostras das duas colheitas e a amostra de controlo.

Para as matrizes ovos e batatas, conclui-se que, com exceção do As e Cr nos ovos e As na 2ª colheita das batatas, todos os elementos inorgânicos apresentam valores abaixo da literatura.

Apesar da dificuldade em tirar conclusões definitivas, os resultados apresentados sugerem que os teores de As, Cr, Ni e o Br aumentaram em alguns dos alimentos em estudo como consequência dos incêndios. No entanto os elementos analisados apresentam, em geral, valores abaixo dos referidos na literatura e/ou na legislação em vigor para as três matrizes estudadas.

Os resultados agora publicados serão complementados pelos resultados das restantes quatro campanhas que irão ser apresentados brevemente, os quais permitirão esclarecer com mais clareza as tendências verificadas neste trabalho.



Agradecimento:

Os autores gostariam de fazer um agradecimento especial à ARS Centro pela cooperação no projeto, nomeadamente no plano de amostragem e na colheita das amostras selecionadas.

Financiamento:

Este trabalho foi financiado pelo Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, no âmbito do projeto CONFFIAR (2019DAN1611).

Referências bibliográficas:

- (1) Campos I, Abrantes N, Keizer JJ, et al. Major and trace elements in soils and ashes of eucalypt and pine forest plantations in Portugal following a wildfire. *Sci Total Environ*. 2016 Dec 1;572:1363-76. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.190>
- (2) Centro de Emergências em Saúde Pública-Direção-Geral da Saúde. Impacte na Saúde da inalação de fumo resultante de incêndios florestais. 2016. (consult. 30/9/2018). https://www.dgs.pt/ficheiros-de-upload-2013/calor_impacte-na-saude-da-inalacao-de-fumo-resultante-de-incendios-florestais-pdf.aspx
- (3) Zavala LM, De Celis R, Jordán A. How wildfires affect soil properties: a brief review. *Cuad. Investig. Geográfica*. 2014;40(2):311-31. <https://publicaciones.unirioja.es/ojs/index.php/cig/article/view/2522>
- (4) Coelho I, Gueifão S, Matos AS, et al. Experimental approaches for the estimation of uncertainty in analysis of trace inorganic contaminants in foodstuffs by ICP-MS. *Food Chem*. 2013 Nov 1;141(1):604-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.040>
- (5) Ventura M, Cardoso C, Bandarra NM, et al. Bromine, arsenic, cadmium, and lead in several key food groups: an assessment of relative risk. *Int J Environ Anal Chem*. 2018;98(15):1398-1412. <https://doi.org/10.1080/03067319.2018.1559307>
- (6) ISO/IEC 17025:2005 – General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
- (7) European Food Safety Authority. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. *EFSA J*. 2014;12(3):3597. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3597>
- (8) Regulamento (UE) 2015/1006 da Comissão de 25 de junho de 2015, que altera o Regulamento (CE) n.º 1881/2006 no que diz respeito aos teores máximos de arsénio na forma inorgânica nos géneros alimentícios. JO 26.6.2015: L 161/14-16. <http://data.europa.eu/eli/reg/2015/1006/oj>
- (9) EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water. *EFSA J*. 2015;13(2):4002. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4002>
- (10) European Food Safety Authority (EFSA). Cadmium in food - Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *EFSA J*. 2009;7(3):980. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.980>
- (11) Regulamento (UE) n.º 488/2014 da Comissão, de 12 de maio de 2014, que altera o Regulamento (CE) n.º 1881/2006 no que diz respeito aos teores máximos de cádmio nos géneros alimentícios. JO. 13.5.2014:L 138/75-79. <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/488/oj>
- (12) EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on Lead in Food. *EFSA J*. 2010;8(4):1570. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1570>
- (13) Regulamento (CE) n.º 1881/2006 da Comissão de 19 de dezembro de 2006, que fixa os teores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios. JO 20.12.2006:L 364/5-24. <http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1881/oj>
- (14) EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of chromium in food and drinking water. *EFSA J*. 2014;12(3):3595. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3595>
- (15) Fernandes AR, Mortimer D, Rose M, et al. Bromine content and brominated flame retardants in food and animal feed from the UK. *Chemosphere*. 2016 May;150:472-78. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.12.042>