

Impacto das alterações climáticas na exposição da população portuguesa a aflatoxinas

Climate change impact on the Portuguese exposure to aflatoxins

Ricardo Assunção^{1,2}, Carla Martins^{1,3}, Susana Viegas^{4,5}, Carla Viegas^{4,5}, Lea S. Jakobsen⁶, Sara M. Pires⁶, Paula Alvito^{1,2}

ricardo.assuncao@insa.min-saude.pt

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

(2) Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

(3) Escola Nacional de Saúde Pública, Universidade NOVA de Lisboa, Lisboa, Portugal.

(4) Grupo de Investigação em Ambiente e Saúde. Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa, Portugal.

(5) Centro de Investigação em Saúde Pública. Escola Nacional de Saúde Pública, Universidade NOVA de Lisboa, Lisboa, Portugal

(6) Division for Diet, Disease Prevention and Toxicology. National Food Institute, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark.

_Resumo

As alterações climáticas têm sido identificadas como um fator determinante para a segurança dos alimentos consumidos em todo o mundo. As micotoxinas, contaminantes alimentares produzidos por fungos, são habitualmente identificadas como um dos principais perigos neste contexto. As aflatoxinas assumem particular relevo, face à sua toxicidade aguda e crónica. A região do Mediterrâneo, incluindo Portugal, tem sido considerada uma região particularmente vulnerável às consequências das alterações climáticas. O presente estudo pretende estimar o impacto na saúde da exposição a aflatoxinas em Portugal e discutir a potencial influência das alterações climáticas no risco para a saúde associado a esta exposição. Para estimar o número de casos de carcinoma hepatocelular associados à exposição a aflatoxinas, foi determinada a fração atribuível da população. Para estimar o impacto da exposição a aflatoxinas na saúde dos Portugueses, a carga de doença foi determinada aplicando-se o conceito de anos de vida ajustados por incapacidade (DALY). É expectável que no futuro, em consequência das alterações climáticas, o número de DALYs bem como do número de casos de carcinoma hepatocelular aumente. A quantificação do impacto na saúde da exposição a aflatoxinas em cenário de alterações climáticas reveste-se de particular importância, em especial para o desenvolvimento de políticas e medidas preventivas que possam proteger a população.

_Abstract

Climate change has been indicated as a driver for food safety issues worldwide, mainly due to the impact on the occurrence of food safety hazards at various stages of food chain. Mycotoxins, natural contaminants produced by fungi, are among the most important of such hazards. Aflatoxins, which have the highest acute and chronic toxicity of all mycotoxins, assume particular importance. Mediterranean region, including Portugal, was considered a climate change hotspot. The present study aims to estimate the health impact of aflatoxins exposure in Portugal and to discuss the potential influence of climate change on the health risk associated to this exposure. A population attributable fraction was determined to estimate the number of extra cases of hepatocellular carcinoma (HCC) associated to the Portuguese aflatoxin exposure, and the Disability Adjusted Life Years (DALYs) were derived to estimate the associated burden of disease. It is expected that in the future the number of DALYs and the associated cases of HCC due to aflatoxins exposure will increase due to climate change. The quantification of the health impact associated with exposure to aflatoxins in climate change scenarios presents particular importance, especially for the development of politics and preventive measures to protect human population.

_Introdução

As alterações climáticas têm sido reconhecidas a nível mundial como um dos fatores mais importantes que pode afetar a segurança dos alimentos consumidos no mundo, dado o seu potencial impacto na ocorrência de perigos nos géneros alimentícios, desde a produção primária ao seu consumo. De acordo com o quinto relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), as alterações no clima têm causado diversos efeitos nos sistemas naturais e humano em todos os continentes e oceanos (1). Na *Conference of Parties* (COP21), que decorreu em Paris em dezembro 2015, decisores de 195 países acordaram em desenvolver esforços no sentido de limitar o aumento da temperatura a 1,5°C (média global) acima dos níveis pré-industrial, reconhecendo que esta ação irá reduzir de forma significativa os riscos e o impacto das alterações climáticas (2).

Dos efeitos previstos das alterações climáticas, incluem-se um aumento na temperatura global do ar, variações nos níveis de precipitação, períodos de seca e acumulação de dióxido de carbono na atmosfera. Estes efeitos constituem simultaneamente algumas das maiores preocupações relacionadas com as alterações climáticas e a agricultura e segurança dos alimentos (3).

Apesar do potencial impacto das alterações climáticas no acesso da população a alimentos bem como o suprimento das necessidades nutricionais (*food security*) ter sido um assunto debatido e investigado, o impacto específico na segurança dos alimentos (*food safety*) constitui um assunto menos estudado (4,5). Em consequência das alterações climáticas,

quer os perigos químicos quer os microbiológicos devem ser considerados dado que podem afetar a segurança dos géneros alimentícios e alimentos para animais, nomeadamente e com particular relevância as micotoxinas, as biotoxinas marinhas, os pesticidas, e os metais (4). As micotoxinas, contaminantes naturais produzidos por fungos, assumem particular destaque quando considerados os potenciais efeitos das alterações climáticas (6-8), uma vez que apesar de existirem diversos fatores envolvidos na produção destas toxinas, o clima é considerado o mais importante (9,10). Em geral, um aumento nas temperaturas beneficia a proliferação de algumas espécies de fungos potencialmente toxigenos (4-7), incluindo espécies produtoras de aflatoxinas, consideradas as toxinas com maior potencial de toxicidade aguda e crónica. As aflatoxinas são substâncias genotóxicas, carcinogénicas e imunossupressoras, sendo uma das possíveis consequências da exposição, o desenvolvimento de carcinoma hepatocelular (CHC), e por isso estas toxinas foram classificadas pela *International Agency for Research on Cancer* (IARC) no grupo 1. Tradicionalmente, as aflatoxinas são detetadas em cereais, amendoins e nozes, entre outros produtos usados na alimentação humana e animal (11).

Considerando a sua localização geográfica, Portugal é considerado um país particularmente vulnerável ao impacto das alterações climáticas (12-15), sendo que os seus efeitos se caracterizam pela diminuição da precipitação anual, por eventos climáticos extremos e mais intensos (por exemplo períodos de seca e ondas de calor), sendo que estes eventos se assemelham aos que acontecem noutros países, em particular na região do Mediterrâneo (16).

_Objetivos

O presente estudo pretende estimar o impacto na saúde da exposição a aflatoxinas em Portugal e discutir a potencial influência das alterações climáticas no risco para a saúde associado a esta exposição.

_Materiais e métodos

Para estimar o número de casos de carcinoma hepatocelular associados à exposição a aflatoxinas, foi utilizado o conceito de fração atribuível da população (*population attributable fraction*) (17), multiplicando um fator de potência associado às aflatoxinas (18) pela exposição estimada da população portuguesa a aflatoxinas.

Para estimar o impacto da exposição a aflatoxinas na saúde dos Portugueses, a carga de doença (*burden of disease*) foi determinada aplicando-se o conceito de anos de vida ajustados por incapacidade (DALY), combinando a quantidade de saúde perdida devido à doença (YLD) ou à morte prematura (YLL), de acordo com a equação seguinte:

$$DALY = (t_f \times dw_f \times p_f) + (t_{nf} \times dw_{nf} \times p_{nf}) + (YLL \times p_f)$$

Sendo t_f a duração da doença (cancro fatal) em anos, dw_f o peso da incapacidade de cancro fatal, p_f a probabilidade de um cancro ser fatal, t_{nf} a duração da doença de cancro não fatal, dw_{nf} o peso da incapacidade de cancro não fatal e p_{nf} a probabilidade de um cancro ser não fatal. Para estes cálculos foram utilizados dados estatísticos nacionais, obtidos a partir das bases de dados do Instituto Nacional de Estatística (<https://www.ine.pt/>), dados relacionados com o carcinoma hepatocelular e valores dos pesos de incapacidade, que se encontram resumidos na [tabela 1](#).

_Resultados

A [tabela 2](#) apresenta as estimativas da carga de doença associada a carcinoma hepatocelular (CHC), considerando a exposição estimada da população portuguesa a aflatoxinas. Considerando diferentes níveis de exposição a aflatoxinas (valores europeus (23) e nacionais (24)), o número de casos anuais extra de CHC variaram entre 0,52 e 2,00; os valores estimados de DALY variaram entre 8,0 e 30,9; os valores de DALY/100000 variaram entre 0,08 e 0,30.

É importante referir que, apesar de baseado em cenários possíveis e plausíveis, todas as estimativas devem ser interpretadas com precaução e enquanto previsões baseadas em modelos matemáticos.

Tabela 1: Parâmetros utilizados no cálculo de anos de vida ajustados por incapacidade (DALY).

Parâmetro	Valor	Referência
Esperança média de vida à nascença (em anos)*	80,62	(19)
Idade de início de CHC (em anos)*	63,7	(20)
Duração da doença (cancro fatal), t_f (em anos)	0,5	(21)
Peso da incapacidade (cancro fatal), dw_f	0,508	(22)
Probabilidade de um cancro ser fatal, p_f	0,92	(21)
Duração da doença (cancro não fatal), t_{nf} (em anos)	5	(21)
Peso da incapacidade (cancro não fatal), dw_{nf}	0,294	(22)
Probabilidade de um cancro ser não fatal, p_{nf}	0,08	(21)

* dados relativos a Portugal CHC – carcinoma hepatocelular

Tabela 2: Carga de doença por carcinoma hepatocelular (CHC) considerando a estimativa da exposição da população portuguesa a aflatoxinas.

Exposição a aflatoxinas (referência)	Exposição a aflatoxinas – nível estimado (ng kg pv ⁻¹ dia ⁻¹)	Casos anuais extra de CHC	Casos anuais extra de CHC por 100,000	DALY anual	DALY anual por 100,000
Europa – limite inferior ⁽²³⁾	0,838	0,87	0,008	13,4	0,13
Europa – limite superior ⁽²³⁾	1,934	2,00	0,019	30,9	0,30
Portugal ⁽²⁴⁾	0,501	0,52	0,005	8,0	0,08

CHC – carcinoma hepatocelular

Discussão e conclusão

Alguns estudos prévios referiram como consequência direta ou indireta das alterações climáticas, na região do Mediterrâneo, incluindo Portugal, modificações no crescimento de fungos bem como na produção de micotoxinas (6,7). As micotoxinas, em particular as aflatoxinas, surgem assim como perigos a considerar num cenário de alterações climáticas em Portugal.

Recentemente, Battilani e colaboradores (8) estimaram a probabilidade de contaminação de culturas de milho e trigo por aflatoxinas, nos próximos 100 anos, considerando dois cenários de alterações climáticas, um aumento +2°C e de +5°C (8). Tendo em conta o cenário mais provável (+2°C), estes autores reportaram que as aflatoxinas podem tornar-se

uma preocupação significativa na Europa, conduzindo a valores acima dos limites legislados, particularmente em culturas de milho, apresentando-se a região do Mediterrâneo e Portugal como de maior risco. Assim sendo, e considerando o impacto que a exposição a aflatoxinas tem atualmente na saúde da população portuguesa (tabela 2), é muito expectável que os valores de DALY e de CHC atribuídos à exposição a aflatoxinas aumentem.

Assim, a quantificação do impacto na saúde da exposição a aflatoxinas em cenário de alterações climáticas reveste-se de particular importância, em especial para o desenvolvimento de políticas e medidas preventivas que possam assim proteger a população.

Referências bibliográficas:

- (1) Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2014: synthesis report. Geneva: IPCC, 2015. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- (2) United Nations Framework Convention on Climate Change. Conference of the Parties: Adoption of the Paris Agreement, 2015. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>
- (3) Van der Fels-Klerx HJ, Liu C, Battilani P. Modelling climate change impacts on mycotoxin contamination. *World Mycotoxin J.* 2016;9(5):717-26. <https://doi.org/10.3920/WMJ2016.2066>
- (4) Miraglia M, Marvin HJ, Kleter GA, et al. Climate change and food safety: an emerging issue with special focus on Europe. *Food Chem Toxicol.* 2009 ;47(5):1009-21.
- (5) Tirado MC, Clarke R, Jaykus LA, et al. Climate change and food safety: a review. *Food Res. Int.* 2010;43(7): 1745-65.
- (6) Paterson RRM, Lima N. How will climate change affect mycotoxins in food? *Food Res. Int.* 2010;43(7): 1902-14.
- (7) Paterson RRM, Lima N. Further mycotoxin effects from climate change. *Food Res. Int.* 2011;44(9):2555-66.
- (8) Battilani P, Toscano P, Van der Fels-Klerx HJ, et al. Aflatoxin B1 contamination in maize in Europe increases due to climate change. *Sci Rep.* 2016;6:24328. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4828719/>
- (9) Magan N, Medina A, Aldred D. Possible climate-change effects on mycotoxin contamination of food crops pre- and postharvest. *Plant Pathol.* 2011; 60(1):150-63.
- (10) Milani, J. Ecological conditions affecting mycotoxin production in cereals : a review. *Vet. Med. (Praha).* 2003;58(8):405-11 (2013). <http://vri.cz/docs/vetmed/58-8-405.pdf>
- (11) CAST. Council for Agricultural Science and Technology - Task force report. Mycotoxins : Risks in Plant, Animal, and Human Systems Council for Agricultural Science and Technology (2003).
- (12) Carvalho A, Schmidt L, Santos FD, et al. Climate change research and policy in Portugal. *WIREs Clim Change.* 2014;5(2): 199-217.
- (13) Campos I, Guerra J, Gomes JF, et al. Understanding climate change policy and action in Portuguese municipalities: a survey. *Land use policy.* 2017;62: 68-78.
- (14) Ramos AM, Trigo RM, Santo FE. Evolution of extreme temperatures over Portugal: recent changes and future scenarios. *Clim Res.* 2011;48:177-92.
- (15) Fonseca D, Carvalho MJ, Marta-Almeida M, et al. Recent trends of extreme temperature indices for the Iberian Peninsula. *Phys. Chem. Earth, Parts A/B/C.* 2016;94: 66-76.
- (16) Giorgi F. Climate change hot-spots. *Geophys Res Lett.* 2006;33(8):L08707.
- (17) Havelaar AH, Kirk MD, Torgerson PR, et al.; World Health Organization Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group. World Health Organization Global Estimates and Regional Comparisons of the Burden of Foodborne Disease in 2010. *PLoS Med.* 2015;12(12):e1001923. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001923>
- (18) Liu Y, Wu F. Global burden of aflatoxin-induced hepatocellular carcinoma: a risk assessment. *Environ Health Perspect.* 2010;118(6):818-24. <https://dx.doi.org/10.1289/ehp.0901388>
- (19) Instituto Nacional de Estatística. Portal de Estatísticas Oficiais. [Em linha]. [consult. 28.6/2018]. <https://www.ine.pt/>
- (20) Silva, T. Evaluation of hepatocellular carcinoma in clinical practice. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, 2015. https://sigarra.up.pt/fmup/pt/pub_geral.show_file?pi_gdoc_id=527190
- (21) Mathers C, Vos T, Stevenson C. The burden of disease and injury in Australia. Canberra: Australian Institute of Health and Welfare, 1999. <https://www.aihw.gov.au/getmedia/cd1e33db-410f-4a38-a2df-f1f86af715c3/bdia-c00.pdf.aspx>
- (22) WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. Geneva: World Health Organization, 2015. http://www.who.int/foodsafety/publications/foodborne_disease/fergreport/en/
- (23) European Food Safety Authority. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to the potential increase of consumer health risk by a possible increase of the existing maximum levels for aflatoxins in almonds, hazelnuts and pistachios and derived products. *EFSA J.* 2007; 446: 1-127. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2007.446>
- (24) Abrunhosa L, Morales H, Soares C, et al. A Review of Mycotoxins in Food and Feed Products in Portugal and Estimation of Probable Daily Intakes. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2016;56(2):249-65. 92.