

# Aflatoxinas e ocratoxina A em alimentos e riscos para a saúde humana

## Aflatoxins and ochratoxin A in food and the risks to human health

Eloisa Dutra Caldas<sup>a</sup>, Saulo Cardoso Silva<sup>b</sup> e João Nascimento Oliveira<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. Brasília, DF, Brasil. <sup>b</sup>Laboratório Central de Saúde Pública do Distrito Federal. Brasília, DF, Brasil

---

### Descritores

Aflatoxinas. Ocratoxinas. Análise de alimentos. Contaminação de alimentos. Vigilância sanitária. Amendoim. Milho.

### Resumo

#### Objetivos

A presença de micotoxinas em alimentos tem sido correlacionada a várias patologias humanas, e as autoridades de saúde no mundo todo têm implementado ações para diminuir a ingestão desses compostos pela dieta. Realizou-se pesquisa para analisar os níveis de aflatoxinas e ocratoxina A de alimentos para consumo e avaliar o potencial de risco da exposição humana a essas micotoxinas.

#### Métodos

Foram analisadas 366 amostras de alimentos consumidos no Distrito Federal, no período de julho de 1998 a dezembro de 2001, como amendoim e derivados, castanhas, milho, produtos de trigo e/ou aveia, arroz e feijão. As amostras foram processadas, e as micotoxinas extraídas, detectadas e quantificadas por fluorescência após separação em cromatografia camada delgada.

#### Resultados

Foram detectadas aflatoxinas em 19,6% das amostras, em amendoim cru e derivados, milho de pipoca, milho em grão e castanha-do-pará (>2 µg/kg). Amendoim e derivados apresentaram maior incidência de contaminação por aflatoxinas (34,7%) com amostras contendo até 1.280 µg/kg de AFB1+AFG1 e 1.706 µg/kg de aflatoxinas totais. Das amostras positivas, AFB1 estava presente em 98,5%, AFB2 em 93%, AFG1 em 66,7% e AFG2 em 65,4%. A ocratoxina A não foi detectada (<25 µg/kg) em nenhuma amostra analisada.

#### Conclusão

Os níveis de contaminação encontrados em amendoim e derivados ultrapassaram os níveis máximos permitidos pela legislação brasileira, podendo significar fator de risco para a população que os consome regularmente. A conscientização dos produtores de alimentos e as ações de vigilância sanitária permanentes são essenciais para diminuir a exposição humana a esses compostos e prevenir doenças crônicas advindas dessa exposição.

### Keywords

Aflatoxins. Ochratoxins. Food analyses. Food contamination. Health surveillance. Peanuts. Corn.

### Abstract

#### Objectives

The presence of mycotoxins in food has been associated with several human diseases, and health authorities have taken actions to decrease the ingestion of these compounds

---

**Correspondência para/Correspondence to:**  
Eloisa Dutra Caldas  
Curso de Ciências Farmacêuticas da Faculdade  
de Ciências da Saúde - Universidade de Brasília  
Campus Universitário Darci Ribeiro  
70919-970 Brasília, DF, Brasil  
E-mail: eloisa@unb.br

Recebido em 3/5/2001. Reapresentado em 21/2/2002. Aprovado em 5/3/2002.

*in the diet. A study was carried out to assess aflatoxins and ochratoxin A concentrations found in food, and to evaluate the potential risk to human health resulting from mycotoxin exposure.*

#### **Methods**

*Between July 1998 to December 2001, 366 food samples were analyzed, including peanuts and its products, nuts, maize, oat and/or wheat products, rice and beans. Samples were processed and the extracted mycotoxins were detected and separated using thin layer chromatography, and then quantified with fluorescence.*

#### **Results**

*Aflatoxins were detected in 19.6% of the samples: raw peanuts and its products, pop corn, maize and Brazilian nuts (>2mg/kg). Peanuts and its products showed the highest levels of aflatoxin contamination (34.7%) with up to 1280 mg/kg of AFB1+AFG1 and 1706 mg/kg of total aflatoxins. Of the positive samples, AFB1 was detected in 98.5%, AFB2 in 93%, AFG1 in 66.7%, and AFG2 in 65.4%. Ochratoxin A was not detected (<25 mg/kg) in any sample analyzed.*

#### **Conclusion**

*It was found that contamination levels mainly seen in peanuts and its products exceed Brazilian regulated standards, and they can be a potential risk to regular consumers of these products. Food producers' awareness allied to monitoring programs is essential to reduce human exposure to these compounds and prevent ensuing chronic diseases.*

## INTRODUÇÃO

A exposição humana a micotoxinas pelo consumo de alimento contaminado é questão de saúde pública no mundo todo. A contaminação dos alimentos pode ocorrer no campo, antes e após a colheita, e durante o transporte e armazenamento do produto.<sup>8</sup> Programas de monitoramento dos níveis de contaminação de alimentos por micotoxinas são essenciais para estabelecer prioridades em ações de vigilância sanitária.

No Brasil, as aflatoxinas são as únicas micotoxinas cujos níveis máximos em alimentos estão previstos na legislação. O Ministério da Saúde estabelece o limite de 30 µg/kg AFB1+AFG1 em alimentos de consumo humano,<sup>2</sup> e o Ministério da Agricultura e do Abastecimento estabelece o de 20 µg/kg de aflatoxinas totais para matérias-primas de alimentos e rações.<sup>4</sup> Este limite é comparável aos estabelecidos por outros países<sup>7</sup> e recomendado pela Organização Mundial da Saúde e pela Organização para Alimentação e Agricultura (OMS/FAO).<sup>10</sup>

O Laboratório de Micotoxinas do Laboratório Central de Saúde Pública do Distrito Federal (Lacen/DF) analisa alimentos quanto ao teor de aflatoxinas desde 1985 e de ocratoxina A desde 1996.<sup>5,14</sup> O presente estudo apresenta os resultados obtidos pelo laboratório no período de 1998 a 2001, avalia a potencial exposição da população do Distrito Federal a essas micotoxinas e analisa os riscos dessa exposição para a saúde.

## MÉTODOS

Foram coletadas 366 amostras de alimentos (no mínimo, 1 kg) entre julho de 1998 e dezembro de 2001, nas gôndolas de venda do comércio do Distrito Federal, pelo Departamento de Fiscalização e Saúde do DF (DpFS), de acordo com os procedimentos legais previstos pela legislação vigente,<sup>3</sup> dentro do programa de monitoramento de micotoxinas em alimentos do DpFS-Lacen/DF. Esse programa prevê a coleta de amendoim cru durante todo o ano, de milho de pipoca e doces de amendoim no período das festas juninas e de castanhas diversas no período que antecede o Natal. Adicionalmente, um programa com produtos de trigo e/ou aveia foi conduzido em 1999. Em média, foram coletadas cinco amostras por semana. Acrescentem-se também 20 amostras de alimentos encaminhadas ao laboratório por pequenos industriais, pela Secretaria de Agricultura do DF e pela Universidade de Brasília.

Dentre os alimentos analisados, predominaram: amendoim (cru, torrado, em creme, confeitado e em doce); castanhas (do Pará, nozes, avelã, de caju, amêndoas e pistache); milho (pipoca, canjica e grão); e farinhas (trigo ou aveia).

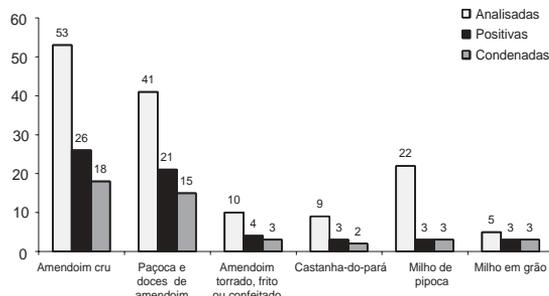
No laboratório, cada amostra foi triturada em multiprocessador, passada em peneira de 20 mesh, e duas porções de 50 g retiradas para análise. As porções foram extraídas com metanol, o extrato clarificado com sulfato de cobre e celite, as toxinas extraídas com clorofórmio e quantificadas em cromatografia camada delgada (CCD) de sílica por comparação da fluorescência da

amostra com padrões conhecidos de micotoxinas, segundo o procedimento descrito por Soares & Rodrigues-Amaya.<sup>15</sup> O limite de quantificação do método é de 2 µg/kg para cada aflatoxina e de 25 µg/kg para ocratoxina A. Todos os reagentes utilizados foram grau p.a. Cromatofólios para CCD foram obtidos da Merk, e os padrões de micotoxinas foram obtidos da Sigma.

## RESULTADOS

Nenhuma das 366 amostras analisadas continha níveis detectáveis de ocratoxina A (<25 µg/kg).

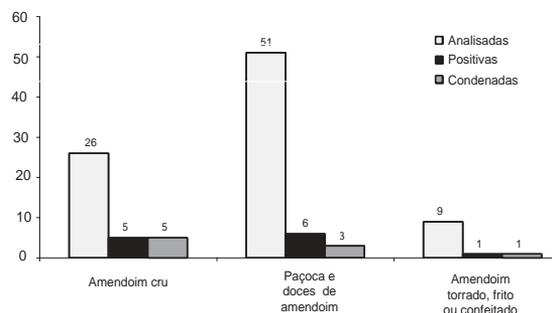
No período de 1998 a 2000, foram detectadas aflatoxinas em 60 amostras de amendoim e derivados, castanha-do-pará, milho de pipoca e milho em grão, correspondendo a 26,4% das 227 amostras analisadas. Milho em grão foi o produto com maior incidência de contaminação, correspondendo a 60% das amostras analisadas, seguido de paçoca e doces de amendoim (51,2%), amendoim cru (49,1%), amendoim torrado e confeitado (40%), castanha-do-pará (33,3%) e milho de pipoca (13,6%). O número de amostras analisadas positivas para aflatoxinas (>2 µg/kg) e condenadas (FB1+FG1 >30 µg/kg) para esses produtos está na Figura 1.



**Figura 1** - Aflatoxinas em alimentos analisados no Distrito Federal no período de julho de 1998 a dezembro de 2000.

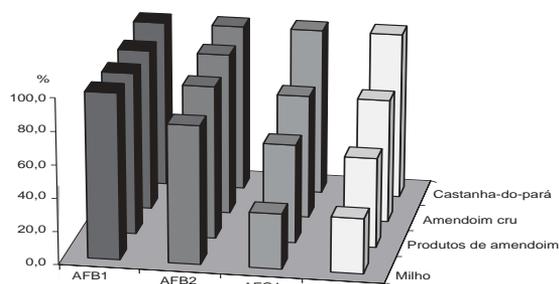
No ano de 2001, o programa de monitoramento de aflatoxinas se concentrou nas amostras de alimentos que apresentaram alta incidência de contaminação nos anos anteriores. Ao todo, foram analisadas 139 amostras (86 amostras de amendoim e derivados, 15 de castanhas diversas, 33 amostras de milho). Aflatoxinas só foram detectadas em amendoim e seus produtos. Em termos percentuais, a incidência de amostras positivas e condenadas desses produtos nesse período (Figura 2) foram significativamente menores que no período anterior, de 1998 a 2000 (Figura 1).

Além das aflatoxinas AFB1 e AFG1, as únicas previstas na legislação do Ministério da Saúde, as AFB2 e AFG2 foram encontradas nas amostras positivas anali-



**Figura 2** - Aflatoxinas em amendoim e produtos analisados em 2001 no Distrito Federal.

sadas durante todo o período do estudo. A Figura 3 mostra a incidência de cada aflatoxina do grupo nos produtos contaminados. AFB1 foi detectada em todas as amostras positivas de milho e castanha-do-pará e em 97% das amostras de amendoim e derivados. AFB2 foi a segunda aflatoxina em frequência de detecção (96,7%), seguida de AFG1 (66,7%) e AFG2 (65,4%).



**Figura 3** - Incidência de aflatoxinas AFB1, AFB2, AFG1, e AFG2 (em %) em amostras de alimentos coletadas no DF.

A Tabela mostra os níveis de AFB1+AFG1 e de aflatoxinas totais (AFB1+AFB2+AFG1+AFG2) encontrados nas amostras de amendoim e derivados, castanha-do-pará e milho de pipoca. Além de serem os produtos com maior índice de contaminação por aflatoxinas, amendoim e derivados contêm os níveis mais altos. Níveis encontrados em paçoca de amendoim chegaram a 1.280 µg/kg de AFB1+AFG1, valor 42,7 vezes maior que o limite máximo permitido pela legislação brasileira do Ministério da Saúde (30 µg/kg), e a 1.710 µg/kg de aflatoxinas totais, valor 85,5 vezes maior que o valor recomendado pelo Ministério da Agricultura e FAO/OMS (20 µg/kg).

## DISCUSSÃO

Ocratoxina A tem sido relatada em até 50% das amostras de milho, trigo, arroz e feijão analisadas em vários estados do Brasil.<sup>1,6,15</sup> Apesar de a legislação brasileira não prever níveis máximos dessa

**Tabela** - Níveis de aflatoxinas em amostras de alimentos no Distrito Federal de 1998 a 2001.

Alimentos	% Amostras positivas	AFB1+AFG1		AFB1+AFB2+AFG1+AFG2	
		Concentração* (µg/kg)	Média** (µg/kg)	Concentração* (µg/kg)	Média** (µg/kg)
Amendoim cru	39,2	10-1.200	69	31-1.421	107
Paçoca e doces de amendoim	29,4	15-1.280	59	25-1.710	84
Amendoim confeitado***	26,3	11-530	39	13-660	48
Castanha-do-pará	15,8	42-245	20	48-294	27
Milho de pipoca	6,3	101-341	13	111-404	17

\*Faixa de concentração das amostras positivas;

\*\*Amostras negativas = 1 µg/kg (1/2 limite de quantificação);

\*\*\*Amendoim torrado, amendoim frito e amendoim confeitado.

micotoxina em alimentos, são necessários programas de monitoramento para subsidiar estudos de exposição humana e avaliar a necessidade de estabelecer esses níveis.

A presença de aflatoxinas em alimentos tem sido reportada no mundo todo, principalmente em milho, nozes, amendoim, frutas secas, temperos, figo, óleos vegetais, cacau, arroz e algodão.<sup>10</sup> No Brasil, a contaminação de milho tem sido descrita principalmente em milho em grão. Correa et al<sup>6</sup> encontraram 56% das 600 amostras de milho provenientes do Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul, da Argentina e do Paraguai contaminadas com aflatoxinas. Em outro estudo, 98% das 264 amostras de milho em grão de vários estados brasileiros estavam contaminadas por aflatoxinas.<sup>1</sup> Alta incidência de contaminação também foi encontrada no presente estudo, apesar do número limitado de amostras analisadas. Como a maior parte da produção de milho em grão no País é destinada à produção de ração, principalmente para aves, é limitada a importância direta dessa contaminação para a saúde humana.

As três amostras de milho de pipoca contaminadas com aflatoxinas eram importadas. Apesar de o percentual de amostras positivas ter sido baixo, os níveis encontrados são altos (até 1.026 µg/kg) e merecem atenção dos órgãos de vigilância sanitária.

Entre as castanhas diversas, a castanha-do-pará é o produto com maior incidência de aflatoxinas no Brasil,<sup>1</sup> confirmado em pesquisa anterior no Distrito Federal<sup>13</sup> e no presente estudo. A produção extrativista da castanha-do-pará no Norte do País atende o mercado interno e, principalmente, os mercados da Europa. A devolução de lotes desse produto pelos países importadores devido ao alto nível de contaminação<sup>10</sup> levou o Ministério da Agricultura e do Abastecimento a elaborar um programa de monitoramento da cadeia produtiva da castanha-do-pará, visando a prevenir e controlar a contaminação.<sup>11</sup> Espera-se que a consolidação desse programa também melhore a qualidade do produto consumido nacionalmente.

A alta incidência de aflatoxinas em amendoim en-

contrada no Brasil se deve, principalmente, às tradicionais práticas de colheita, secagem e armazenamento utilizadas pelos produtores. Condições de alta umidade e temperatura aumentam a probabilidade de desenvolvimento do *Aspergillus* e de produção de aflatoxinas, situação agravada no período chuvoso.<sup>8</sup>

O Distrito Federal não produz amendoim e importa a maior parte desse produto e seus derivados do Estado de São Paulo, onde a incidência de aflatoxinas tem sido um problema constante nos últimos 20 anos.<sup>12</sup> Em 1999, amostras advindas de várias regiões de São Paulo apresentaram contaminação média (90%) de 183 µg/kg.<sup>12</sup> Em outro estudo, 71,9% das amostras analisadas provenientes da região de Marília estavam positivas para aflatoxinas, e 47,4% excederam o limite da legislação do Ministério da Saúde.<sup>13</sup>

O índice de contaminação por aflatoxinas de amendoim e derivados comercializados no Distrito Federal tem se mantido alto nos últimos anos. No período de 1985 a 1995, 19,8% das 450 amostras analisadas estavam contaminadas,<sup>14</sup> percentual que aumentou para 31,3% entre 1996 e junho de 1998 (99 amostras analisadas).<sup>5</sup> Resultados do presente estudo mostraram que esse número aumentou para 49,0% no período entre julho de 1998 e dezembro de 2000 e caiu para 13,9% em 2001.

Algumas razões podem ser levantadas para a queda no nível de contaminação ocorrida no último ano, como a baixa incidência de chuvas nas regiões produtoras. Ou mesmo pode haver maior conscientização por parte de produtores, industriais e comerciantes quanto ao problema. Também a divulgação pela mídia, no final de 2000, dos dados de contaminação de alimentos por aflatoxinas no Distrito Federal, levando a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) a tomar medidas punitivas contra algumas indústrias desses produtos,<sup>2</sup> pode também ter tido um papel importante nos índices de 2001. Porém, só a continuidade do programa de monitoramento poderá dizer se essa melhora na contaminação por aflatoxinas é permanente.

De acordo com o International Agency for Research on Cancer (IARC), existe evidência suficiente de que a mistura de todas as aflatoxinas produzidas naturalmente (AFB1, AFB2, AFG1 e AFG2) é carcinogênica no homem.<sup>9</sup> As aflatoxinas AFB2 e AFG2, porém, não estão previstas na legislação atual do Ministério da Saúde,<sup>2</sup> que é utilizada nas ações de vigilância sanitária do País. No presente estudo, 93% das amostras positivas continham AFB2, e 65,4% continham AFG2.

A paçoca de amendoim e o pé-de-moleque são produtos amplamente consumidos pela população jovem do Distrito Federal, sendo comercializados a baixo custo, principalmente nas escolas. Se for tomado o valor médio de aflatoxinas de 84 µg/kg encontrado em paçoca e doces de amendoim no presente estudo e o peso médio de 25 g/produto, a ingestão de aflatoxinas pelo consumo diário de uma paçoca ou

doce de amendoim é de 2,1 µg/pessoa/dia. Esse valor encontra-se na faixa superior dos valores de ingestão considerados seguros (até 5 µg/pessoa/dia) e pode ser ainda maior se for associado a outras fontes de exposição, como o amendoim cru e outros derivados, milho e castanhas. Em consequência, o risco da população jovem decorrente da exposição crônica a aflatoxinas pela dieta pode ser significativo.

Estima-se que cerca de 35% dos casos de câncer humano estejam diretamente relacionados à dieta, e a presença de aflatoxinas em alimentos é considerada um fator importante na produção de câncer hepático, principalmente em países tropicais.<sup>7</sup> A diminuição da exposição da população a aflatoxinas, e a consequente diminuição dos riscos à saúde, somente será possível com um trabalho com os produtores de alimento e com ações eficientes de vigilância sanitária.

## REFERÊNCIAS

1. Amorim SS, Silva CMG, Pires RA, Santos EA, Castro L, Sá TA et al. Occurrence of mycotoxins in food and feed in Brazil. In: *Official Program and Abstract Book of the 10th International IUPAC Symposium on Mycotoxin and Phycotoxin*; 2000; São Paulo. p. 141.
2. Agência Nacional de Vigilância Sanitária [ANVISA]. *Legislação*. Disponível em URL: <http://www.anvisa.gov.br> [dezembro 2001].
3. Brasil. Decreto-Lei N° 6.437, de 20 de agosto de 1977. *Diário Oficial da União*, Brasília (DF), 24 ago 1977, 11 nov 1969.
4. Brasil. Portaria MAARA No.183 de 21 de março de 1996. *Diário Oficial da União*, Brasília (DF), 25 mar 1996. Seção I. p. 4929.
5. Caldas ED, Silva SC, Oliveira J N, Degering AV. Contaminação por aflatoxinas e ocratoxina A nos alimentos consumidos no Distrito Federal. *Rev Saúde Dist Fed* 1998;9:44-7.
6. Corrêa TBS, Rodrigues HR, Vargas EA, Assad ED, Prado G, Costa PP. Evaluation of the incidence of mycotoxins in Brazilian maize. In: *Official Program and Abstract Book of the 10th International IUPAC Symposium on Mycotoxin and Phycotoxin*; 2000; São Paulo. p. 134.
7. Doll R, Peto R. The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. *J Natl Cancer Inst* 1981;66:1191-308.
8. Fonseca H. Estudo da aflatoxina no amendoim, da colheita à industrialização. *Anais ESALQ* 1976;33:365-405.
9. International Agency of Research on Cancer [IARC]. *Evaluation of carcinogenic risks to humans: some naturally occurring substances: aromatic amines and mycotoxins*. Lyon; 1997. p. 245-395. (IARC Monographs, 56).
10. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives [JECFA]. *Safety evaluation of certain food additives and contaminants – Aflatoxins*. Geneva: World Health Organization; 1998.
11. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. *Prevenção de aflatoxinas em castanha-do-Brasil: Cartilha do produtor*. Brasília (DF); 2000.
12. Sabino M, Lamardo LCA, Milanez TV, Inomata EI, Zorzetto AP, Navas AS, Galvão MS. Twenty years of aflatoxin contamination in groundnuts and groundnut products in São Paulo State, Brazil. In: *Official Program and Abstract Book of the 10th International IUPAC Symposium on Mycotoxin and Phycotoxin*; 2000; São Paulo, Brasil. p. 151.
13. Shundo L, Silva R A. Occurrence of aflatoxins in peanut and peanut products in the region of Marília (SP) Brazil. In: *Official Program and Abstract Book of the 10th International IUPAC Symposium on Mycotoxin and Phycotoxin*; 2000, São Paulo. p. 133.
14. Silva SC, Oliveira JN, Caldas ED. Aflatoxinas em alimentos comercializados no Distrito Federal de 1985 a 1995. *Rev Inst Adolfo Lutz*, 1996;56:49-52.
15. Soares LMV, Rodriguez-Amaya DB. Survey of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, and sterigmatocystin in some Brazilian foods by using multi-toxin thin-layer chromatographic method. *J Assoc Off Anal Chem* 1989;72:22-6.