

# AFLATOXINAS EM AMENDOIM E TOXICIDADE NO ORGANISMO HUMANO

**Eliane Maria Schneider**  
**Clarice Pinheiro Mostardeiro**

## Resumo

A contaminação de aflatoxinas em alimentos, como o amendoim, ocorre pela proliferação dos fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. As aflatoxinas são estáveis a temperaturas acima de 100°C, não se decompõem com o cozimento, pasteurização e torrefação. O consumo de alimentos contaminados com aflatoxinas pode causar intoxicações agudas ou crônicas. As intoxicações agudas são menos frequentes, mas são hepatotóxicas. A intoxicação crônica, principalmente por aflatoxina B<sub>1</sub>, está associada ao carcinoma hepatocelular. Este trabalho traz uma breve revisão sobre a toxicidade das aflatoxinas, e as metodologias aplicadas para quantificar estas micotoxinas nos alimentos que serão destinados ao consumo humano, de forma a não colocar em risco a saúde da população que faz uso dos mesmos.

**Palavras-chave:** Aflatoxinas. Amendoim. Carcinoma hepatocelular.

## AFLATOXINS IN PEANUT AND TOXICITY ON HUMAN ORGANISM

### Abstract

The aflatoxins contamination in food, such as the peanut, occur by the proliferation *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* fungi. The aflatoxins are stable at temperature over 100°C and higher, not decomposing on cooking, pasteurization and roasting. The consume of the aflatoxins contaminated food can cause acute or chronic intoxication. The acute intoxications are less frequent, but they are hepatotoxic. The chronic intoxication, mainly caused by aflatoxin B<sub>1</sub>, is associated to the carcinoma hepatocellular. This work have a brief review about the aflatoxins toxicity, and methodologies used to quantify this mycotoxins on food intended to human consume, on way of not putting in danger the populations health that use it.

**Keywords:** Aflatoxins. Peanut. Carcinoma hepatocellular.

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Farmácia da Unijuí. Email: eliane.msc@hotmail.com.

<sup>2</sup> Mestre em Ciência e Tecnologia Farmacêutica, professora do Departamento de Ciências da Saúde, Unijuí. E-mail: claricem@unijui.edu.br.

As aflatoxinas são produzidas principalmente por duas linhagens de fungos, *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, que estão presentes no ambiente e proliferam em regiões de temperatura e umidade elevadas, contaminando alguns alimentos, como, amendoim, amêndoas, castanha, nozes, coco, feijão, arroz, sorgo, centeio, soja, cevada e milho (Fernandes, 2004; Midio; Martins, 2000). Existem vários tipos de aflatoxinas, porém o termo geralmente diz respeito a quatro compostos do grupo difurano cumarina, de onde derivam as aflatoxinas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub> (Sabino, 2003).

A ingestão de aflatoxinas presentes em alimentos pode passar despercebida ou causar desconfortos, como náuseas, quando em pequenas quantidades. Se o consumo for crônico pode favorecer o surgimento de carcinoma hepatocelular. Por outro lado, a ingestão de alimentos com alto grau de contaminação produz efeitos hepatotóxicos, com necrose e degeneração gordurosa. Esse tipo de ingestão caracteriza a intoxicação aguda também chamada de aflatoxicoses (Midio; Martins, 2000).

As aflatoxicoses, apesar de graves, não ocorrem frequentemente e, portanto, os relatos na literatura estão mais voltados para os danos à saúde humana causados pelo consumo crônico de alimentos contaminados com aflatoxinas, o que comprova a importância do controle dessas substâncias nos alimentos.

Visando a proteger a saúde da população e minimizar os riscos à saúde humana, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária estabelece regulamentos técnicos sobre os contaminantes em alimentos e os limites máximos de aflatoxinas admissíveis no leite fluido, no leite em pó, no amendoim, na pasta de amendoim, no milho em grão e na farinha ou sêmola de milho: 20 µg/kg (Anvisa, 2006a).

O amendoim é um alimento que apresenta condições favoráveis para contaminação por aflatoxinas, devido à composição ideal de nutrientes. Os resultados de monitoramento de amendoim comercializado no país mostram que 37% das amostras apresentam contaminação por estas toxinas (Lamic, 2007). Em 2005 o Brasil produziu 315.239 toneladas de amendoim em casca, destas 4.062 toneladas foram produzidas no Rio Grande do Sul (IBGE, 2005)

A presença de micotoxinas nos alimentos é um problema de saúde pública, que precisa ser mais divulgado para que a população tenha conhecimento sobre a presença destas toxinas nos alimentos e possa consumir alimentos de qualidade, que não coloquem em risco sua saúde. A contaminação dos alimentos ocorre principalmente se não forem colhidos, armazenados e processados corretamente (Fonseca, 2007).

## Características Gerais das Aflatoxinas

As micotoxinas são contaminantes diretos ou indirectos de alimentos, produtos do metabolismo de fungos não patogênicos que contaminam os alimentos, principalmente os de origem vegetal, durante a sua produção, secagem ou armazenamento, e são capazes de produzir substâncias tóxicas (Mallmann et al, 2006; Midio; Martins, 2000).

As micotoxinas tornaram-se mais conhecidas após o acidente econômico ocorrido na Inglaterra em 1960, quando 100 mil perus morreram intoxicados. As aves morriam no espaço de uma semana, com sinais de anorexia, apatia e perdiam a força das asas. Um ano depois descobriu-se que um metabólito tóxico produzido por *Aspergillus flavus* era o agente responsável (Sabino, 2003). Essas substâncias contaminantes estavam presentes na ração administrada às aves, originária da América do Sul e mais especificamente do Brasil (Midio; Martins, 2000).

Alguns autores, na tentativa de estabelecer a composição química do produto do metabolismo do *Aspergillus flavus*, observaram que este produto era constituído de dois tipos de substâncias, que quando submetidas à luz ultravioleta apresentavam fluorescência de coloração azul (*blue*) ou verde (*green*). A essas substâncias deu-se o nome de Aflatoxinas, toxinas do *Aspergillus flavus*, seguidas da denominação B ou G de acordo com a cor da fluorescência (Midio; Martins, 2000; Sabino, 2003).

A Figura a seguir apresenta as principais aflatoxinas e suas fórmulas estruturais.

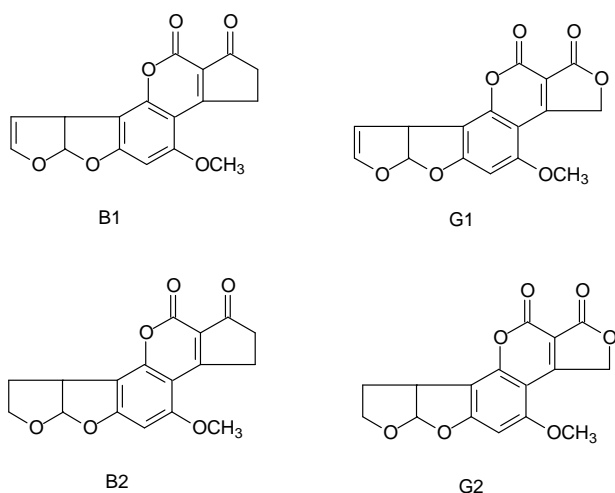


Figura 1: Fórmula estrutural das principais aflatoxinas

Fonte: Midio; Martins, 2000.

Com a realização da análise elementar e da espectroscopia de massa chegou-se à fórmula empírica das aflatoxinas B e G. Pelas diferenças dos valores dos Rfs (Fator de Referência) observados na cromatografia em camada delgada foram denominadas aflatoxinas B<sub>1</sub> (C<sub>17</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) e B<sub>2</sub> (C<sub>17</sub>H<sub>14</sub>O<sub>6</sub>), G<sub>1</sub> (C<sub>17</sub>H<sub>12</sub>O<sub>7</sub>) e G<sub>2</sub> (C<sub>17</sub>H<sub>14</sub>O<sub>7</sub>). As aflatoxinas são furocumarinas complexas, são substâncias apolares, instáveis à luz ultravioleta, mas bastante estáveis a temperaturas acima de 100°C, não se decompõem com o cozimento, pasteurização ou torrefação de alguns tipos de alimentos (Midio; Martins, 2000).

## Ocorrência das Aflatoxinas em Alimentos

A umidade, temperatura, presença de oxigênio, tempo para o crescimento fúngico, constituição do substrato, quantidade de inóculo fúngico, fonte de carbono, nitrogênio, o pH, a presença de íons metálicos, são importantes para o crescimento e multiplicação dos fungos. Isto explica o porquê de alguns fungos se desenvolverem melhor em um alimento que em outro. O milho e o amendoim são mais susceptíveis à contaminação por fungos produtores de aflatoxinas por possuírem uma composição ideal de nutrientes (Mallmann et al, 2003; Sabino, 2003).

A umidade é um fator importante a ser analisado. Com a umidade acima de 20% – 22% a atividade metabólica da vagem oferece resistência à penetração do fungo e o risco de contaminação do amendoim praticamente não existe. Abaixo de 11%, no amendoim em casca, não há umidade suficiente para o desenvolvimento dos fungos e também não há perigo de contaminação. A fase crítica, em que a possibilidade de contaminação do amendoim é grande, está no intervalo de 22% – 20% até 11%, devendo-se fazer a secagem o mais rápido possível nesta fase (Fonseca, 2007).

A temperatura também é um fator importante para o desenvolvimento dos fungos e para que estes por meio do metabolismo, produzam toxinas. A temperatura ótima para a produção de aflatoxinas é de 27°C (Sabino, 2003).

Segundo Fonseca (2007) e Mallmann et al (2003), a contaminação do amendoim, no Brasil, é devida às práticas de colheita, secagem e armazenamento utilizadas pelos produtores. Se estas práticas não forem realizadas adequadamente, aumentam a probabilidade de desenvolvimento fúngico e de produção de aflatoxinas. A prevenção é difícil devido às condições climáticas no Brasil no período da colheita, que não favorecem a secagem dos grãos.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária recomenda que os Limites Máximos Admissíveis de Concentração de Aflatoxinas B<sub>1</sub> + B<sub>2</sub> + G<sub>1</sub> + G<sub>2</sub>, em alimento como amendoim com casca, descascado, cru ou tostado, pasta de amendoim ou manteiga de amendoim, sejam de 20,0 µg/kg (Anvisa, 2006a).

No Brasil, várias análises realizadas com amendoim e seus derivados têm se apresentado positivas para a presença de aflatoxinas, na maioria delas com índices acima do limite máximo estabelecido pela Anvisa.

Em uma análise realizada por Caldas et al (2002) no período de julho de 1998 a dezembro de 2001, de 366 amostras de alimentos consumidos no Distrito Federal, foi detectada aflatoxina B<sub>1</sub> em 97% das amostras de amendoim e derivados, a aflatoxina B<sub>2</sub> foi constatada em 96,7% das amostras, a aflatoxina G<sub>1</sub> em 66,7%, e a aflatoxina G<sub>2</sub> em 65,4% das amos-

tras. Segundo estes autores, o amendoim e derivados, além de serem os produtos com maior índice de contaminação por aflatoxinas, são os que contêm os níveis mais altos de toxinas.

Já em outra análise da ocorrência de aflatoxina B<sub>1</sub> em produtos alimentícios, destinados ao consumo em São Paulo e em várias outras regiões do Brasil, realizada por Sabino et al (1988), das 666 amostras, 9 estavam contaminadas. A média dos teores de contaminação das amostras positivas foi de 617,0 µg/kg, valores bem acima do limite tolerado para as aflatoxinas, fixado pela legislação brasileira. Resultados obtidos por Brigido et al (1995) em análises realizadas para verificar a contaminação por aflatoxinas em amendoim e seus produtos comercializados na região de Campinas – SP, revelam que 56% das amostras de amendoim e 37% dos seus produtos estavam contaminados por aflatoxinas, cujos teores de aflatoxina B<sub>1</sub> variaram de 28 a 997 µg/kg e de aflatoxina G<sub>1</sub> variaram de 14 a 149 µg/kg nas amostras de amendoim, e os teores de aflatoxina B<sub>1</sub> variaram de 30 a 622 µg/kg e de aflatoxina G<sub>1</sub> variaram de 14 a 149 µg/kg nos produtos de amendoim.

Segundo Silva et al (1996), em análises de aflatoxinas realizadas em alimentos comercializados no Distrito Federal de 1985 a 1995, dos alimentos analisados 66% foram de amendoim e seus derivados. A contaminação média nesses produtos foi de 19,8%. O valor máximo encontrado nas amostras de amendoim cru analisadas foi de 600 µg/kg. Das amostras positivas 39,3% apresentaram níveis de aflatoxinas superiores ao permitido pela legislação vigente.

Dados apresentados por Mallmann et al (2003), em uma avaliação do grau de contaminação de aflatoxinas no amendoim e seus derivados destinados à alimentação humana no Estado do Rio Grande do Sul, revelaram que das 664 amostras de amendoim e seus derivados avaliadas no período de março de 2000 a abril de 2002, 208 foram positivas para aflatoxinas; deste total, 98 amostras apresentaram níveis de contaminação superiores a 20 µg/kg.

Entre os anos de 1987 e 2004, dos alimentos analisados no Laboratório de Micotoxinas da Universidade Federal de Santa Maria, 35% estavam contaminados com aflatoxinas (Lamic, 2007).

Conforme os resultados expostos anteriormente, todas as análises realizadas tiveram uma parcela significativa de amostras positivas para a presença de aflatoxinas, e destas, muitas estão acima do que é preconizado pela legislação.

Segundo Braga et al (2002), levantamentos sobre a contaminação de alimentos por aflatoxinas, realizados nos Estados Unidos, têm mostrado resultados alarmantes. Autoridades da área da saúde têm desenvolvido programas de monitoramento e controle para diversos produtos agrícolas, na tentativa de reduzir os riscos impostos à população pela exposição a estas toxinas.

## Toxicidade das Aflatoxinas

As micotoxinas presentes nos alimentos geralmente passam despercebidas, pois estão em concentrações muito baixas, não alterando o sabor ou o odor e também por não apresentarem colônias de fungos visíveis (Midio; Martins, 2000).

Assim que as aflatoxinas são absorvidas, passam diretamente para o fígado, alcançam a circulação sistêmica e são distribuídas pelo organismo ligadas aos eritrócitos e proteínas plasmáticas, principalmente a albumina (Galtier, 1998, apud Midio; Martins, 2000).

Intoxicações agudas e crônicas podem ser causadas por aflatoxinas. Nas intoxicações agudas (aflatoxicoses), a concentração das aflatoxinas encontra-se elevada nos alimentos, na ordem de mg/g, sendo hepatotóxicas. Em humanos a aflatoxicose apresenta sintomas similares aos da síndrome de Reye, caracterizada por vômitos, hipoglicemia, convulsões, hiperamonemia, coma e outros sintomas agudos (Midio; Martins, 2000).

As intoxicações crônicas ocorrem devido à frequente e prolongada ingestão de alimentos contaminados com aflatoxinas, principalmente do tipo B<sub>1</sub>, em concentrações baixas (ng/g), estimulando a produção de células cancerígenas (Fernandes, 2004; Midio; Martins, 2000).

Exposições crônicas a baixas concentrações predominam em populações em que a qualidade dos alimentos deixa a desejar, as dietas são repetitivas devido à ausência de variedade ou escassez de alimentos, hábitos alimentares errados e ainda tabus alimentares (Midio; Martins, 2000).

Após vários anos de estudos, com o auxílio de dados experimentais e epidemiológicos em populações humanas, a aflatoxina B<sub>1</sub> foi classificada como carcinogênica pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (Iarc, 2007). Park e Liang (1993, apud Braga et al, 2002) já alertavam para a importância do estudo sobre as aflatoxinas para a saúde pública, devido às suas propriedades altamente tóxicas, relevando-se carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas.

O efeito mutagênico pode ocorrer devido à ação de agentes tóxicos no sistema reprodutor dos pais, ou seja, nas células germinativas. Os efeitos teratogênicos ocorrem devido a malformações de células, tecidos ou órgãos ocorridas durante os três primeiros meses de gravidez (Midio; Martins, 2000).

As aflatoxinas demonstraram ser carcinogênicas para muitas espécies, incluindo roedores, primatas não humanos, pássaros e peixes. A exposição às aflatoxinas na presença do vírus da hepatite B aumenta a possibilidade de desenvolver carcinoma hepatocelular (Goopman; Kensler, 2005; Oliveira; Germano, 1997).

O mecanismo da ação carcinogênica das aflatoxinas ainda não está completamente elucidado, mas está relacionado à sua biotransformação, que gera metabólitos epóxidos com elevada atividade. A aflatoxina B<sub>1</sub> é metabolizada através de enzimas do citocromo P-450 e gera o metabólito reativo 8,9-epóxido, que pode se ligar ao DNA (ácido desoxirribonucleico) como também à albumina do soro. A ligação covalente com o DNA é a fase crítica na hepatocarcinogênese (Klaassen, 1996; Oliveira; Germano, 1997; Papp et al, 2002).

Após conversão hepática da aflatoxina em aflatoxina B<sub>1</sub>-epóxido, este reage com macromoléculas celulares, incluindo proteínas, RNA (ácido ribonucleico) e DNA, manifestando assim seus efeitos tóxicos. A reação com o DNA ocorre mediante liga-

ções com guaninas, ao nível do códon 249 de AGG para AGT, que muda o aminoácido de arginina para serina, do gene supressor de tumores p53, onde ocorrem as mutações em seres humanos (Fernandes, 2004; Klaassen, 1996; Oliveira; Germano, 1997)

Podem ocorrer dois tipos de interações entre as aflatoxinas e os ácidos nucleicos: ligação não covalente branda e reversível ou de ligação covalente irreversível (Sabino, 2003).

As aflatoxinas e seus produtos de biotransformação são removidos do organismo pela urina e pelas fezes, sendo também eliminados pelo leite de animais lactantes. Animais produtores de leite que receberam rações contaminadas com aflatoxinas apresentarão invariavelmente, teores destas toxinas, constituindo um risco para a população que os ingere (Klaassen, 1996; Midio; Martins, 2000).

Após a ingestão de aflatoxinas que se acumulam no organismo podem causar cirrose, necrose no fígado, hemorragia nos rins, lesões na pele, além de câncer no fígado (Anvisa, 2006). A resposta hepática depende da intensidade da lesão, população de células afetadas e se a exposição é aguda ou crônica (Klaassen, 1996).

## Redução da Contaminação de Alimentos por Aflatoxinas

A realização de análises em alimentos é fundamental para evitar a comercialização de produtos com altos teores de aflatoxinas, reduzindo assim a possibilidade de causar danos à saúde humana. O ideal, porém, seria evitar a contaminação durante a colheita, secagem e armazenagem.

Estão sendo estudadas tecnologias para remover, destruir ou reduzir a contaminação de aflatoxinas em alimentos suscetíveis, no campo e durante o armazenamento. Segundo Rustom (1997), no entanto, a eficiência de um método para inativação de aflatoxinas depende de vários fatores, como a natureza do alimento, sua umidade, nível de contaminação e grau de associação de aflatoxinas com os seus componentes.

Os métodos de inativação de aflatoxinas que contaminam alimentos, removendo ou destruindo a toxina, podem ser classificados em métodos que empregam substâncias químicas, biológicas e métodos físicos. A aplicação dos métodos de inativação de aflatoxinas não deve resultar na formação de outras substâncias tóxicas ou deixar qualquer resíduo prejudicial. A qualidade do produto deve ser mantida, deve ser economicamente viável e tecnicamente aplicável, além de ser capaz de destruir os esporos e fungos que estão presentes no produto e que em condições favoráveis proliferam e produzem a toxina (Mallmann, et al, 2006; Rustom, 1997).

Segundo Rustom (1997), a maioria das substâncias químicas (ácidos, bases, gases, agentes oxidativos) que foram estudadas não são práticas e seguras, pela formação de resíduos tóxicos, degradação nutricional e alteração de propriedades funcionais do produto. O método microbiológico ocorre por fermentação, as leveduras possivelmente absorvem as toxinas presentes, reduzindo a contaminação (Mallmann, et al, 2006).

Um estudo realizado por Gunterus et al (2007) alertou que o etileno e o CO<sub>2</sub> são uma promessa na batalha para controlar a contaminação por aflatoxinas. O etileno e o CO<sub>2</sub> agem juntos ou separados, reduzindo a síntese de aflatoxinas por *Aspergillus parasiticus*. A inibição por CO<sub>2</sub> é semelhante à do etileno.

A inativação por meio de métodos físicos envolve extração com solventes, adsorção, inativação pelo calor e irradiação. A extração com solventes pode remover toda a aflatoxina, sem a formação de produtos tóxicos ou redução do conteúdo de proteína e qualidade do alimento. Sua limitação deve-se ao custo elevado e à formação de extratos tóxicos. A adsorção ocorre com a ligação dos adsorventes às aflatoxinas e daí a remoção de soluções aquosas. A inativação por meio de calor depende do nível inicial de contaminação, temperatura e tempo de aquecimento, teor de umidade, pH e força iônica. Aflatoxinas são sensíveis à luz ultravioleta; ademais, os raios gama e irradiação solar também destroem aflatoxinas nos alimentos (Rustom, 1997).

Uma das estratégias para a eliminação das aflatoxinas dos alimentos consiste na agregação de substâncias adsorventes, que inibem a absorção das toxinas pelo trato digestivo. A adição de bentonita sódica ou montmorilonita sódica como adsorvente de aflatoxinas em rações para animais tem promovido a neutralização de parte dos efeitos negativos das aflatoxinas (Lopes, et al, 2006). Estes aditivos são atóxicos e reduzem a absorção de aflatoxinas. Os níveis bioquímicos avaliados em animais que receberam ração com adsorvente e aflatoxina foram semelhantes aos níveis séricos de animais do grupo de controle, provando assim a eficácia deste adsorvente na prevenção dos efeitos da aflatoxicose em aves (Batina, 2005).

## Análise de Aflatoxinas em Alimentos

É importante a realização de análises de alimentos para verificar a presença de aflatoxinas devido a sua comprovada toxicidade para humanos.

No Brasil há apenas oito laboratórios credenciados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para a realização de análises de aflatoxinas. Um dos laboratórios localiza-se no Estado de Minas Gerais, seis em São Paulo e um no Rio Grande do Sul (Brasil, 2007).

As técnicas mais frequentemente encontradas na literatura para a determinação de aflatoxinas em alimentos são: Cromatografia em Camada Delgada (CCD), Imunoenzimáticas e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (Clae) (Amado, 2002; Gilbert; Anklam, 2002; Oliveira, et al, 2000; Yong; Cousin, 2001).

A CCD é uma técnica simples e robusta, uma alternativa eficiente e relativamente barata; separa todas as micotoxinas e as diferentes aflatoxinas. É o método adotado em muitas regiões do mundo, especialmente nos países em desenvolvimento, os quais são os principais exportadores para a Europa de alimentos com potencial para contaminação com aflatoxinas (Gilbert; Anklam, 2002).

A desvantagem da CCD é não poder separar qualquer possível interferência das toxinas de interesse, mas como os extratos geralmente contêm somente as toxinas de interesse, esta técnica torna-se viável. A CCD tem coeficiente de variação bastante elevado e limite de quantificação para aflatoxinas B<sub>1</sub> e totais de 2ng/g e 4ng/g respectivamente (Gilbert; Anklam, 2002).

Segundo Papp et al (2002), os métodos mais difundidos para quantificar o conteúdo de aflatoxinas em diferentes amostras são CCD e Clae.

A Cromatografia Líquida de Alta Eficiência possui elevado poder de resolução, sensibilidade, precisão, separações rápidas, monitoramento contínuo do eluente, medidas quantitativas acuradas, análises repetitivas e reprodutíveis com a mesma coluna, automação do procedimento analítico e do manuseio dos dados, além de permitir o estudo de misturas muito difíceis de separar mediante outras técnicas (Gilbert; Anklan, 2002; Mendham, et al 2002).

Clae é geralmente o método cromatográfico usado para a determinação de uma ampla variedade de micotoxinas. Em países desenvolvidos, nos últimos anos a Clae tem sido empregada invariavelmente para análises de micotoxinas. Esta técnica exige investimento inicial caro e pessoas qualificadas e experientes para operar e manter o equipamento (Gilbert; Anklam, 2002).

A técnica imunoenzimática de Elisa (Enzyme Linked Immunosorbent Assay), aprovada como método oficial da AOAC (Association of Official Analytical Chemist's) para triagem de aflatoxinas, apresenta elevada sensibilidade, especificidade, rapidez, custos relativamente baixos, e facilidade de uso. Esta técnica pode ser usada para determinação de aflatoxinas totais dos alimentos, mas não separa as várias aflatoxinas (Amado, 2002; Oliveira, et al, 2000).

A técnica de Elisa está baseada na competição de ligação entre a toxina não marcada proveniente da amostra e a toxina marcada sobre os locais específicos do anticorpo fixado numa coluna. A imunofluorescência é uma técnica cromatográfica baseada na ligação antígeno/anticorpo (Yong; Cousin, 2001).

## Conclusão

A presença de aflatoxinas em alimentos, principalmente no amendoim e seus derivados, tem sido comprovada analiticamente em grande parte dos produtos avaliados, constatando-se que muitas vezes os níveis registrados estão acima do limite máximo estipulado pela legislação brasileira. A presença de aflatoxinas em concentrações inferiores a 20mg/kg não caracteriza toxicidade, porém o ideal é que os alimentos estejam isentos de micotoxinas, pois a frequente e prolongada ingestão de alimentos com baixas concentrações de aflatoxinas, pode induzir à produção de células cancerígenas.

No Brasil as condições climáticas na época da colheita favorecem o desenvolvimento de fungos e a produção de aflatoxinas, por isso é importante que os órgãos responsáveis pela fiscalização monitorem a presença de aflatoxinas e outras micotoxinas nos alimentos, para garantir sua qualidade, reduzindo a exposição da população a estas toxinas, que são prejudiciais à saúde.

## Referências

AGÊNCIA Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC n° 274, de 15 de outubro de 2002*. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=1653>>. Acesso em: 24 out. 2006a.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/divulga2\\_\\_\\_bloqueado/noticias/2005/050505\\_2.htm](http://www.anvisa.gov.br/divulga2___bloqueado/noticias/2005/050505_2.htm)>. Acesso em: 24 out. 2006b.

AMADO, M. A. Métodos imunológicos na detecção e determinação de Aflatoxinas em alimentos: vantagens e inconvenientes. *Millenium*, Revista do ISPV, n. 26, jul. 2002. Disponível em: <<http://www.ipv.pt/millenium/Millenium26/default.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2007.

BATINA, P. N. et al. Efeitos da adição de montmorilonita sódica na dieta sobre o perfil bioquímico de frangos de corte intoxicados com aflatoxinas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 4, 2005.

- BRAGA, S. M. L. F. M.; CARDOSO, M. A. A.; MACÊDO, R. O. Micotoxinas em produtos naturais: Alguns aspectos e perspectivas. *Revista Brasileira de Toxicologia*, São Paulo, n. 15, p. 53-68, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 13 jun. 2007.
- BRIGIDO, B. M.; BADOLATO, M. I. C.; FREITAS, V. P. S. Contaminação de amendoim e seus produtos comercializados na região de Campinas-SP, por aflatoxinas durante o ano de 1994. *Revista Instituto Adolfo Lutz*. São Paulo, 55, p. 85-90, 1995.
- CALDAS, E. D.; SILVA, S. C.; OLIVEIRA, J. N. Aflatoxina e ocratoxina A em alimentos e riscos para a saúde humana. *Revista Saúde Pública*, v. 36, n. 3, p. 319-323, jun. 2002.
- FERNANDES, F. C. Micotoxinas: risco biológico para trabalhadores em aviários. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*. Belo Horizonte, v. 2, n. 3, p. 200-208, jul./set. 2004.
- FONSECA, H. Prevenção e controle de Micotoxinas em produtos agrícolas. *Boletim Técnico*, n. 7. Disponível em: <<http://www.micotoxinas.com.br/Boletim7.htm>>. Acesso em: 2 maio 2007.
- GILBERT J.; ANKLAME. Validation of analytical methods for determining mycotoxins in foodstuffs. *Trends in Analytical Chemistry*, v. 21, n. 6, 7, p. 468-487, 2002.
- GOOPMAN, J. D.; KENSLER, T. W. Role of metabolism and viruses in aflatoxin-induced liver cancer. *Toxicology and Applied Pharmacology*, v. 206, p. 131-137, abr. 2005.
- GUNTERUS A. et al. Ethylene inhibits aflatoxin biosynthesis in *Aspergillus parasiticus* grown on peanuts. *Food Microbiology*. v. 24, p. 658-663, jan. 2007.
- IARC. International Agency for Research on Cancer. Disponível em: <<http://monographs.iarc.fr>>. Acesso em 10 jun. 2007.
- IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática – Sidra. Banco de Dados Agrícolas. 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=p&o=20&j=p>>. Acesso em: 20 maio 2007.
- KLAASSEN, C. D. *Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons*. 5. ed. United States of America: McGraw-Hill, 1996.
- LAMIC. Laboratório de Análises Micotoxicológicas. Disponível em: <<http://www.lamic.ufsm.gov>>. Acesso em: 13 jun. 2007.
- LOPES, J. M. et al. Adição de bentonita sódica como adsorvente de aflatoxinas em rações de frangos de corte. *Ciência Rural*, v. 36, n. 5, Santa Maria, 2006.
- MALLMANN, C. A. et al. Critérios para seleção de um bom seqüestrante para micotoxinas. Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2006. *Anais...* p. 213-224, 2006. Disponível em: <[http://www.lamic.ufsm.br/papers/20060515\\_criterios.pdf](http://www.lamic.ufsm.br/papers/20060515_criterios.pdf)>. Acesso em: 13 jun. 2007.
- MALLMANN, C. A. et al. Prevalência de aflatoxinas em amendoim e seus derivados, destinados ao consumo humano no Estado do Rio Grande do Sul. SIMPÓSIO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 2., 2003. *Anais...* 2003. Disponível em: <<http://www.lamic.ufsm.br/papers/2.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2006.
- MENDHAM J. et al. Cromatografia com fase líquida. In: \_\_\_\_\_. *Vogel: análise Química quantitativa*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. p. 144-159. Parte 8.
- MIDIO, A. F.; MARTINS, D. I. *Toxicologia de alimentos*. São Paulo: Varela, 2000.
- OLIVEIRA, M. S.; PRADO, G.; JUNQUEIRA, R. G. Comparação das técnicas de cromatografia em camada delgada e Elisa na quantificação de aflatoxinas em amostras de milho. *Ciência de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 20, n. 3, 2000.
- OLIVEIRA, C. A. F. de; GERMANO, P. M. L. Aflatoxinas: conceitos sobre mecanismos de toxicologia e seu desenvolvimento na etiologia do câncer hepático celular. *Revista Saúde Pública*, vol. 31, n. 4, p. 417-424, ago. 1997.
- PAPP, E. et al. Liquid chromatographic determination of aflatoxins. *Microchemical Journal*. Budapest. v. 73, p. 39-46, 2002.
- RUSTOM, I. Y. S. Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. *Food Chemistry*. v. 59, n. 1, p. 57-67, 1997.
- SABINO, M. Micotoxinas em Alimentos. In: OGA, Seizi. *Fundamentos de Toxicologia*. 2. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2003. p. 427-436.
- SABINO, M. et al. Ocorrência de aflatoxina B<sub>1</sub> em produtos alimentícios e rações animais, consumidos no Estado de São Paulo e em várias outras regiões do Brasil, no período de 1980 a 1987. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, vol. 48, p. 81-85, 1988.
- SILVA, S. C.; OLIVEIRA, J. N.; CALDAS, E. D. Aflatoxinas em alimentos comercializados no Distrito Federal de 1985 a 1995. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, n. 2, p. 49-52, 1996.
- YONG, R. K.; COUSIN, M. A. Detection of moulds producing aflatoxins in maize and peanuts by an immunoassay. *International Journal of Food Microbiology*. v. 65, p.27-38, 2001.