



Ciência e Tecnologia de Alimentos

ISSN: 0101-2061

revista@sbcta.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência e
Tecnologia de Alimentos
Brasil

Mie Kawashima, Luciane; Valente Soares, Lucia Maria
Incidência de fumonisina B1, aflatoxinas B1, B2, G1 e G2, ocratoxina A e zearalenona em
produtos de milho
Ciência e Tecnologia de Alimentos, vol. 26, núm. 3, julio-septiembre, 2006, pp. 516-521
Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=395940079005>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

INCIDÊNCIA DE FUMONISINA B₁, AFLATOXINAS B₁, B₂, G₁ E G₂, OCHRATOXINA A E ZEARELENONA EM PRODUTOS DE MILHO¹

Luciane Mie KAWASHIMA², Lucia Maria VALENTE SOARES^{2,*}

RESUMO

Levantamentos de ocorrência de micotoxinas em alimentos foram realizados nas últimas duas décadas nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Levantamentos em alimentos comercializados em outras regiões têm-se limitado a aflatoxinas em amendoim e castanhas do Brasil. O presente trabalho pesquisou a presença de fumonisina B₁, aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂, ocratoxina A e zearalenona em 74 amostras de produtos a base de milho adquiridas no comércio da cidade de Recife, PE, durante o período de 1999 a 2001. Fumonisina B₁ foi determinada por cromatografia líquida de alta eficiência com detecção por fluorescência e as demais toxinas foram determinadas por cromatografia em camada delgada. Fumonisina B₁ foi encontrada em 94,6% das amostras em concentrações variando de 20 a 8600 µg/kg. Apenas 5 amostras continham aflatoxina B₁ e o teor máximo encontrado foi 20 µg/kg. Duas amostras ultrapassaram o limite de 20 µg/kg para a somatória das aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂ (farinha de milho pré-cozida com 21,5 µg/kg e quirera (xerém) com 23,3 µg/kg). As aflatoxinas G₁ e G₂, ocratoxina A e zearalenona não foram detectadas em nenhuma das amostras. Todas as amostras contaminadas com aflatoxinas também apresentaram fumonisina B₁.

Palavras-chave: micotoxinas, fumonisina, aflatoxinas, ocratoxina A, zearalenona, produtos de milho.

SUMMARY

OCCURRENCE OF FUMONISIN B₁, AFLATOXINS B₁, B₂, G₁, AND G₂, OCHRATOXIN A AND ZEARELENONE IN CORN PRODUCTS. Research concerning the presence of mycotoxin in food has been conducted in the Southwest and South regions of Brazil over the last two decades. Research in other regions has been limited to aflatoxin in peanuts and Brazil nuts. The aim of this work is to study the presence of fumonisin B₁, aflatoxins B₁, B₂, G₁, and G₂, ochratoxin A and zearalenone in 74 samples of corn products acquired in shops and food markets in the city of Recife (PE) from 1999 to 2001. Fumonisin B₁ was determined by high performance liquid chromatography and fluorescence was detected. The other toxins were determined by thin layer chromatography. Fumonisin B₁ was found in 94.6% of the samples in levels from 20 to 8600 µg/kg. Only 5 samples contained aflatoxin B₁ and the highest level found was 20 µg/kg. Two samples were over 20 µg/kg for the sum of B₁, B₂, G₁ and G₂ (21.5 µg/kg for pre-cooked corn flour and 23.3 µg/kg for corn grits). Aflatoxins G₁ and G₂, ochratoxin A and zearalenone were not detected in any of the samples. All samples contaminated with aflatoxins were also contaminated with fumonisin B₁.

Keywords: mycotoxins, fumonisin, aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, corn products.

1 - INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais produzido no Brasil e o país é o terceiro produtor mundial logo após os Estados Unidos e a China [19]. Mesmo assim, importações do cereal ainda são realizadas, já que a produção nacional não é suficiente para atender as necessidades internas.

O milho é um dos cereais mais vulneráveis ao desenvolvimento de fungos toxigênicos [36]. As micotoxinas passíveis de serem encontradas em milho são produzidas principalmente por espécies dos gêneros *Fusarium* (fumonisinas e zearalenona), *Aspergillus* (aflatoxinas e ocratoxina) e *Penicillium* (ocratoxina) [1, 2, 24, 30]. Os relatos da presença de fungos toxigênicos em milho no Brasil apontam a predominância de *Fusarium*, seguido de *Penicillium* e *Aspergillus* [2, 10, 26, 27]. Diversos levantamentos realizados no exterior e no Brasil com milho e produtos derivados constataram um número considerável

de amostras contaminadas com micotoxinas. Co-ocorrência de micotoxinas foi encontrada em vários trabalhos [1, 24, 29, 30, 33, 35]. Trabalhos recentes relatam principalmente a presença de fumonisinas em milho e seus produtos [7, 13, 16, 17, 23, 26, 31]. A correlação entre as concentrações de micotoxinas encontradas em milho não processado e produtos de milho não é clara, mas há evidências que os produtos processados apresentam concentrações mais baixas. Uma limpeza inicial do milho em moinhos mostrou uma redução de 40% na concentração de aflatoxinas e de 32% para fumonisinas [30].

As aflatoxinas ocorrem principalmente em amendoim, mas alguns trabalhos relatam a contaminação de milho no Sudeste do Brasil [14, 15, 29, 32, 23]. Em outras regiões do país, as aflatoxinas foram pesquisadas em amendoim comercializado em Goiânia, GO [25] e em Recife, PE [4, 11], com resultados positivos. Amostras de castanha do Brasil indicaram uma associação entre qualidade inferior e a presença de aflatoxinas B₁ e B₂ [14].

Ocratoxina A foi encontrada em uma amostra de produto de milho dentre 296 amostras de alimentos diversos oferecidos ao consumo no Sudeste do país [33]. Duas dentre 110 amostras de milho colhido no Estado de São Paulo continham a toxina [24]. Um levantamento em 83 amostras

¹Recebido para publicação em 24/1/2005. Aceito para publicação em 6/7/2006 (001463)

²Departamento de Ciência de Alimentos,
Faculdade de Engenharia de Alimentos,
C. P. 6121, CEP 13083-682, Campinas (SP)
E-mail: valente@fea.unicamp.br

* A quem a correspondência deve ser enviada

de milho produzido no Estado de Minas Gerais resultou em resultados negativos [28].

A zearalenona foi investigada em 328 amostras de milho procedente das regiões Sul e Sudeste com resultados positivos em 5% das amostras [29]. Milho, produzido nos Estados de Minas Gerais e São Paulo, foi analisado para zearalenona com resultado positivo em uma de 83 amostras [28] e em uma de 110 amostras, respectivamente [24]. Zearalenona foi pesquisada em 296 amostras de milho e produtos de milho comercializados em Campinas, SP, com resultados negativos [33].

As fumonisinas B₁ e B₂ foram encontradas em 40 e 44 amostras, respectivamente, dentre 81 alimentos à base de milho comercializados na cidade de Campinas, SP [23]. Produtos de milho seco apresentaram a maior incidência e os mais altos teores de fumonisinas. Todas as amostras de fubá examinadas continham a toxina, seguidas pelas amostras de quirera (xerém) e milho para canjica (munguzá). As amostras de fubá apresentaram uma média de 2290 µg/kg de fumonisina B₁. Fumonisinas B₁ e B₂ foram também encontradas em 60 amostras de farinha de milho e de fubá comercializadas na cidade de São Paulo [5]. A análise de cereais infantis à base de milho comercializados no Estado de São Paulo revelou a presença das mesmas toxinas acompanhadas de fumonisina B₃ [9]. No Estado de Santa Catarina amostras de milho para consumo humano mostraram-se contaminadas por fumonisinas B₁, B₂ e B₃ [34]. Dentre amostras de milho provenientes das regiões sul, centro e centro-sul, 99% estavam contaminadas com fumonisina B1 [35].

No Brasil, a avaliação da presença de micotoxinas em alimentos foi realizada principalmente no centro-sul e no sul do país. Como consequência das dimensões continentais do país, existe a possibilidade de que a presença e o teor de micotoxinas em alimentos produzidos e consumidos sejam desiguais entre as diversas regiões. O presente trabalho teve como objetivo verificar a ocorrência de fumonisina B₁, aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂, ocratoxina A e zearalenona em produtos de milho comumente consumidos na região nordeste do país e comercializados em Recife, PE.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Amostras

Setenta e quatro amostras (500 g) de produtos à base de milho foram adquiridas no comércio da cidade de Recife, PE, durante os anos de 1999 a 2001, compreendendo os seguintes tipos: canjica (9), farinha de milho (10), farinha e flocos de milho pré-cozido (31), fubá (11), milho de pipoca (1), quirera (6) e quirera fina (6).

2.2 - Reagentes e padrões

Água destilada e purificada pelo sistema Milli-Q Plus (Millipore, EUA), reagentes grau analítico para extração e limpeza de amostras, acetonitrila grau cromatográfico,

padrões de fumonisina B₁, aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂, ocratoxina A e zearalenona (Sigma, EUA).

2.3 - Preparo de amostras

As amostras foram trituradas em moinho de facas (modelo 3033, Perten, Brasil) até passarem por uma peneira 20 mesh, acondicionadas em sacos plásticos e estocadas a - 18 °C.

2.4 - Determinação de aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂, ocratoxina A e zearalenona

Aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂, ocratoxina A e zearalenona foram determinadas segundo o método de VALENTE SOARES & RODRIGUEZ-AMAYA [33] por cromatografia em camada delgada.

2.5 - Determinação de fumonisina B₁

A determinação da fumonisina B₁ foi realizada segundo o método 995.15 da AOAC International [12] com modificações segundo CAMARGOS *et al.* [8].

2.6 - Controle de qualidade analítico

A cada série de 9 amostras analisadas foi incluído um teste de recuperação. No teste de recuperação, uma amostra não contaminada foi adicionada de padrão no dia anterior a extração. As adições de padrões foram realizadas de maneira que as concentrações finais das amostras fossem de 20, 10, 20 e 10 µg/kg de aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂, respectivamente, 100 µg/kg de ocratoxina A, 1500 µg/kg de zearalenona e 250 µg/kg de fumonisina B₁.

As amostras positivas foram analisadas em duplicata. As duplicatas, por sua vez, foram analisadas em dias diferentes. Os resultados das amostras foram corrigidos para a recuperação encontrada no teste incluído em cada série.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As recuperações para aflatoxina B₁ variaram de 93 a 133% com uma recuperação média de 110 ± 20%. Para aflatoxina B₂, a recuperação manteve-se constante em 137%, o mesmo ocorrendo para aflatoxina G₁ com uma recuperação de 96%. Para aflatoxina G₂, as recuperações variaram de 70 a 137% com uma recuperação média de 103 ± 30%. A ocratoxina A apresentou recuperação média de 54 ± 12% e zearalenona de 99 ± 7%. A recuperação média para fumonisina B₁ foi de 86 ± 19% com variação entre 59 e 119%, quando cartuchos SAX novos foram usados (*Tabela 1*), e foi de 71 ± 12% com variação entre 50 e 87%, quando cartuchos SAX regenerados foram utilizados (*Tabela 2*), uma diferença não significativa ao nível de 5%. O método utilizado para a determinação de fumonisina B₁ demonstrou resolução adequada, ou seja, pico estreito e separado de interferentes (*Figura 1*).

TABELA 1 – Recuperação de fumonisina B₁ em produtos de milho contaminados artificialmente com 250 µg/Kg de fumonisina B₁ com cartuchos SAX em primeiro uso.

Produto	Recuperação (%)
Fubá	92,6
Fubá	86,5
Flocos de milho pré-cozidos	59,0
Flocos de milho pré-cozidos	63,8
Farinha de milho	101,0
Farinha de milho	98,0
Farinha de milho pré-cozida	86,0
Quirera fina (Xerém)	118,8
Quirera (Xerém)	61,6
Milho p/ canjica (Munguzá)	90,8

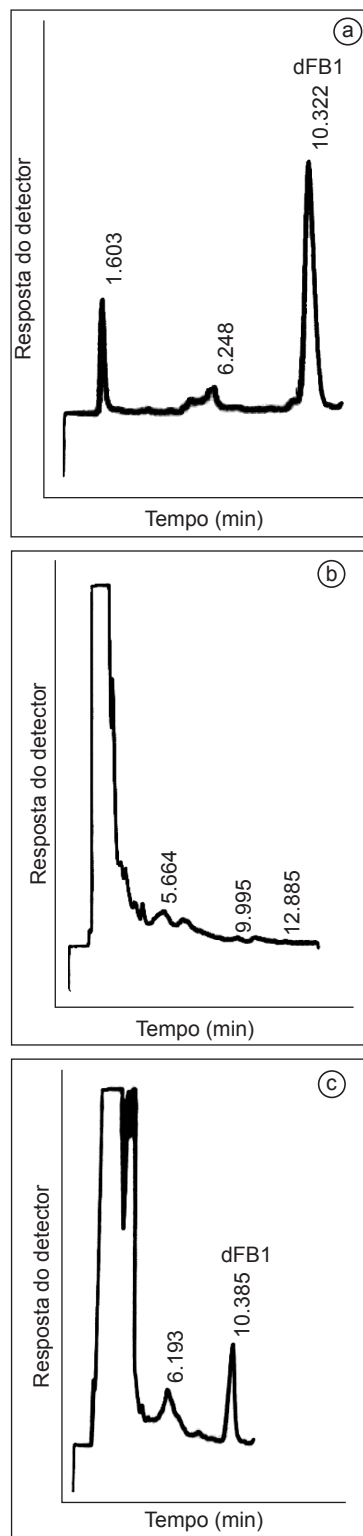
TABELA 2 – Recuperação de fumonisina B₁ em produtos de milho contaminados artificialmente com 250 µg/Kg de fumonisina B₁ com cartuchos SAX em segundo uso.

Produto	Recuperação (%)
Fubá	73,7
Fubá	68,9
Flocos de milho pré-cozidos	48,9
Flocos de milho pré-cozidos	55,6
Farinha de milho	84,5
Farinha de milho	87,0
Farinha de milho pré-cozida	73,6
Quirera fina (Xerém)	75,3
Milho p/ canjica (Munguzá)	69,9

A variação encontrada na recuperação de fumonisina B₁ em diferentes alimentos derivados de milho tem sido observada em diversos trabalhos e recuperações em torno de 60% não são incomuns para esta toxina [22]. Análise de substâncias em níveis de traços (ng/g) apresenta coeficientes de variação comprovadamente mais amplos que outros tipos de análises, o que afeta a recuperação [18]. É importante, no entanto, que a recuperação obtida seja claramente expressa para o leitor.

Os limites de detecção encontrados durante a utilização do método descrito por VALENTE SOARES & RODRIGUEZ-AMAYA [33] foram 1 µg/kg para as aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂, 10 µg/kg para ocratoxina A e 50 µg/kg para zearalenona. Os limites de detecção foram estabelecidos determinando a menor quantidade da toxina que pode ser visualizada na cromatoplaça em um extrato de produto de milho.

O limite de detecção para fumonisina B₁ utilizando o método da AOAC [12] modificado por CAMARGOS *et al.* [8] foi de 2,4 µg/kg. O limite de detecção foi determinado como sendo 3 vezes a média de desvios-padrão entre injeções de 8 amostras diferentes com concentração do analito ao redor de 15 µg/kg. O limite de quantificação foi estabelecido como sendo 5 vezes o limite de detecção e nas condições de trabalho foi de 12 µg/kg.

**FIGURA 1** – Cromatogramas de padrão de Fumonisin B₁ (concentração = 2,7 µg/mL) (a), de uma amostra de fubá não contaminada (b), de uma amostra de flocos de milho pré-cozido contaminada com Fumonisin B₁ (concentração = 200 µg/kg) e (c), após derivação com reagente o-ftaldialdeído/2-mercaptoetanol. Condições cromatográficas: coluna analítica Microsorb MV ODS C18, 5 µm 4,6 x 150 mm, fase móvel composta por água: acetonitrila: ácido acético glacial (54:46:1 v/v/v) com vazão de 1 mL/min e detecção por fluorescência em comprimentos de onda de excitação 335 nm e de emissão 440 nm.

Das micotoxinas pesquisadas, a fumonisina B₁ foi a mais freqüentemente encontrada, ocorrendo em 71 das 74 amostras analisadas em concentrações, variando de 20 a 8600 µg/kg (Tabela 3 e 4). A concentração média de fumonisina B₁ nas 74 amostras analisadas foi 590 µg/kg e, considerando apenas as positivas, a concentração média foi de 615 µg/kg. Entre as amostras positivas, as concentrações mais altas foram encontradas em fubá (média = 2700 µg/kg e máximo = 8600 µg/kg). Em apenas uma das amostras de fubá não foi detectada a presença de fumonisina B₁. Foi, portanto, constatada contaminação freqüente e relativamente elevada nesse produto de milho seco. Em levantamento anterior realizado na cidade de Campinas, SP, fubá também apresentou contaminação freqüente e relativamente elevada (média = 2290 µg/kg) [23], assim como o fubá comercializado na cidade de São Paulo, SP (média = 5200 µg/kg) [5]. Quirera (xerém), farinha e flocos de milho pré-cozidos vêm em seguida, com concentrações médias das amostras positivas com valores de 410 e 370 µg/kg, respectivamente. A concentração média das amostras de farinha de milho contaminadas com fumonisina B₁ foi de 73 µg/kg e está abaixo das médias encontradas para este produto na cidade de Campinas, SP (média = 740 µg/kg) [23] e na cidade de São Paulo, SP (média = 2100 µg/kg) [5]. Porém, no presente trabalho, o número de amostras analisadas (n = 6) foi menor que as dos levantamentos citados. Também no presente trabalho, as menores concentrações médias de fumonisina B₁ foram encontradas nas das amostras de quirera fina (230 µg/kg), canjica (190 µg/kg), farinha de milho (73 µg/kg) e na única amostra de milho de pipoca (21 µg/kg).

No Brasil, ainda não há limite estabelecido para fumonisinas em alimentos. Por outro lado, o consumo de milho e produtos de milho pela população brasileira pode ser considerado baixo. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística informam que o consumo de fubá no Brasil em áreas metropolitanas variava de 2 a 12 g/dia/per capita e em áreas rurais entre 11 a 39 g/dia/per capita em 1977 [20]. A Pesquisa de Orçamentos Familiares de 1996 [19] informa que o consumo diário médio de produtos de milho seco é atualmente de 8,1 g/per capita. O JECFA, em 2001 [21], reviu os dados existentes sobre micotoxinas e recomendou uma ingestão tolerável provisória diária máxima para fumonisinas B₁, B₂, B₃, sozinhas ou combinadas, de 2 µg/kg peso corpóreo. O fubá apresenta os teores mais altos de fumonisina B₁, dentre os produtos examinados, mas, mesmo assim, devido ao baixo consumo da média da população, não apresenta risco para consumidores médios do produto no Brasil e apenas grandes consumidores estariam em situação de risco. Devido à maior susceptibilidade às micotoxinas, as crianças estariam, também, em risco.

Com relação às aflatoxinas B₁ e B₂, cinco amostras apresentaram resultados positivos para aflatoxina B₁ (máximo = 20 µg/kg) e apenas 3 amostras foram positivas para aflatoxina B₂ (máximo = 3 µg/kg) (Tabela 3 e 5). As aflatoxinas G₁ e G₂ não foram detectadas em nenhuma das amostras analisadas. No Brasil, em concordância com o estabelecido para o Mercosul (Resolução GMC nº 25/02), a presença de aflatoxinas em milho em grão (inteiro, partido, amassado,

moído) e farinhas ou sêmolos de milho é regulamentada pela Resolução - RDC nº 274, de 15 de outubro de 2002, publicada no D.O.U. de 16/10/2002, que estabelece o limite máximo de 20 µg/kg para a somatória das aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂ [3]. Das amostras analisadas, duas ultrapassaram o limite máximo permitido, uma de farinha de milho pré-cozida (21,5 µg/kg) e uma de quirera (23,3 µg/kg).

TABELA 3 – Incidência de micotoxinas em amostras de produtos de milho comercializados no período de 1999 a 2001, em Recife, Pernambuco.

Produtos	Incidência (n° positivas/total)		
	FB ₁	Afla B ₁	Afla B ₂
Canjica (Munguzá)	9/9	1/9	nd
Farinha	10/12	nd	nd
Farinha e Flocos Pré-cozidos	29/29	1/29	1/29
Fubá	10/11	nd	nd
Milho Pipoca	1/1	nd	nd
Quirera (Xerém)	6/6	2/6	1/6
Quirera Fina (Xerém)	6/6	1/6	1/6
Total	71/74	5/74	3/74

nd = - não detectado, FB₁ = fumonisina B₁, Afla = aflatoxina; Limites de Detecção: aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂ = 1 µg/kg, ocratoxina A = 10 µg/kg, zearalenona = 50 µg/kg e fumonisina B₁ = 12 µg/kg.

Quanto à co-ocorrência de micotoxinas, a amostra de milho para canjica (milho para munguzá) mais contaminada com fumonisina B₁ (530 µg/kg) foi a única que também apresentou aflatoxina B₁ (15,7 µg/kg). No caso das amostras de quirera fina (xerém), quase o mesmo pode ser observado, uma das amostras mais contaminadas com fumonisina B₁ (320 µg/kg) foi também a única contaminada com aflatoxinas B₁ e B₂ (11 e 1,2 µg/kg, respectivamente). Mas, este padrão não foi observado nas outras amostras com co-ocorrência das micotoxinas. As 2 amostras de quirera e 1 amostra de farinha de milho pré-cozida que estavam contaminadas com aflatoxinas apresentaram concentrações abaixo da média dentre as amostras positivas para fumonisina B₁. A amostra de quirera com maior concentração de fumonisina B₁ (1400 µg/kg) não apresentou níveis detectáveis de aflatoxinas e as amostras de fubá que apresentaram a maior média de contaminação por fumonisina B₁ (2400 µg/kg) também foram negativas para as outras micotoxinas analisadas.

A ocratoxina A e a zearalenona não foram detectadas nas amostras analisadas.

4 - CONCLUSÕES

Algumas amostras de fubá e quirera apresentaram teores elevados de fumonisina B₁, porém, como o consumo de milho seco e seus produtos pela maioria da população é atualmente baixo, o risco para esta faixa de consumidores é pequeno. Para crianças e grandes consumidores de produtos de milho seco como os aqui examinados, seria desaconselhado seu uso freqüente na dieta.

TABELA 4 – Níveis de fumonisina B₁ em produtos de milho comercializados no período de 1999 a 2001, em Recife, Pernambuco.

Produtos	N*	Variação (µg/kg)	Média positivas (µg/kg)	Média total (µg/kg)
Canjica (Munguzá)	9	20 - 530	190	190
Farinha	10	nd - 150	73	61
Farinha e Flocos Pré-cozidos	31	60 - 870	370	370
Fubá	11	nd - 8600	2700	2400
Milho Pipoca	1	21	21	21
Quirera (Xerém)	6	30 - 1400	410	410
Quirera Fina (Xerém)	6	20 - 400	230	230
Total	74	nd - 8600	615	590

N* - número de amostras analisadas; nd = não detectado; e Limite de Detecção: fumonisina B₁ = 12 µg/kg.

TABELA 5 – Níveis de aflatoxinas B₁ e B₂ em produtos de milho comercializados no período de 1999 a 2001, em Recife, Pernambuco.

Produtos	N*	Aflatoxina B ₁			Aflatoxina B ₂		
		Variação (µg/kg)	Média positivas (µg/kg)	Média total (µg/kg)	Variação (µg/kg)	Média positivas (µg/kg)	Média total (µg/kg)
Canjica (Munguzá)	9	nd - 16	16	1,7	nd	nd	nd
Farinha	10	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Farinha e Flocos Pré-cozidos	31	nd - 20	20	0,7	nd - 1	1	0,04
Fubá	11	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Milho Pipoca	1	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Quirera (Xerém)	6	nd - 20	16,3	5,4	nd - 3	3	0,5
Quirera Fina (Xerém)	6	nd - 11	11	1,8	nd - 1	1	0,2
Total	74	nd - 20	16	1	nd - 3	2	0,07

N* - número de amostras analisadas; nd = não detectado; e Limites de Detecção: aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂ = 1 µg/kg.

Com relação às aflatoxinas B₁ e B₂, apesar de apenas 5 amostras apresentaram-se positivas, duas ultrapassaram o limite de 20 µg/kg estabelecido na legislação brasileira para a somatória das aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂, sendo uma amostra de farinha de milho pré-cozida e outra de quirera (xerém).

Todas as amostras contaminadas com aflatoxinas também apresentaram fumonisina B₁. Os resultados aqui relatados indicam que os produtos de milho seco devem ser alvo de legislação específica, objeto de estudos de prevenção da ocorrência de fumonisinas e aflatoxinas e de inspeção pelos órgãos de vigilância sanitária.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, N.; SARDJONO; YAMASHITA, A.; YOSHIKAWA, T. Natural co-occurrence of aflatoxins and *Fusarium* mycotoxins (fumonisins, deoxynivalenol, nivalenol and zearalenone) in corn from Indonesia. **Food Additives and Contaminants**, v. 15, n. 4, p. 377-384, 1998.
- ALMEIDA, A. P.; CORRÊA, B.; MALLOZZI, M. A. B.; SAWAZAKI, E.; VALENTE SOARES, L. M. Mycoflora and aflatoxin/fumonisin production by fungal isolates from freshly harvested corn hybrids. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 31, n. 4, p. 321-326, 2000.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA LEGISLAÇÃO. **Resolução RDC no 274, de 15 de outubro de 2002**. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/274_02rdc.htm>. Acesso em 19/12/2002.
- ARAÚJO, A. C. P.; TELLES, D. L.; ALMEIDA, M. G.; NASCIMENTO, E. S. Determinación de aflatoxinas em cacahuètes comercializados em Recife-PE, Brasil. **Alimentaria**, v. 249, n. 1, p. 35-37, 1994.
- BITTENCOURT, A. B. F.; OLIVEIRA, C. A. F.; DILKIN, P.; CORREA, B. Mycotoxin occurrence in corn meal and flour traded in Sao Paulo, Brazil. **Food Control**, v. 16, n. 2, p. 117-120, 2005.
- BULLERMAN, L. B. Occurrence of *Fusarium* and fumonisins on food grains and in foods. In: JACKSON, L. S.; DEVRIES, J. W.; BULLERMAN, L. B. (Eds.) **Fumonisin in food**. New York: Plenum Press, 1996, p. 27-33.
- BULLERMAN, L. B.; TSAI, W. J. Incidence and levels of *Fusarium moniliforme*, *Fusarium proliferatum* and fumonisins in corn and corn-based foods and feeds. **Journal of Food Protection**, v. 57, n. 6, p. 541-546, 1994.
- CAMARGOS, S. M.; MACHINSKI JR, M.; VALENTE SOARES, L. M. Avaliação de métodos para determinação de fumonisinas B₁ e B₂ em milho. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 58, n. 2, p. 71-79, 1999.
- CASTRO, M. F. P. M.; SHEPHARD, G. S.; SEWRAM, V.; VICENTE, E.; MENDONÇA, T. A.; JORDAN, A. C. Fumonisin in Brazilian corn-based foods for infant consumption. **Food Additives and Contaminants**, v. 21, n. 7, p. 693-699, 2004.
- CASTRO, M. F. P. P. M.; VALENTE SOARES, L. M.; FURLANI, R. P. Z. Mycoflora, aflatoxigenic species and mycotoxins in freshly harvested corn (*Zea mays* L.):

- a preliminary study. **Revista de Microbiologia**, v. 2, n. 4, p. 289-295, 1995.
- [11] COLAÇO, W.; FERRAZ, U.; ALBUQUERQUE, L. R. Incidência de aflatoxinas em amendoim e produtos derivados consumidos na cidade de Recife, no período de 1989 a 1991. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 54, n. 1, p. 1-4, 1994.
- [12] CUNNIFF, P. (Ed.), **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16ª edição, Gaithersburg: AOAC International, 1997.
- [13] DOKO, M. B.; VISCONTI, A. Occurrence of fumonisins B₁ and B₂ in corn and corn-based human foodstuffs in Italy. **Food Additives and Contaminants**, v. 11, n. 4, p. 433-439, 1994.
- [14] FREIRE, F. C. O.; KOZAKIEWICZ, Z.; PATERSON, R. R. M. Mycoflora and mycotoxins in Brazilian black pepper, white pepper and Brazil nuts. **Mycopathologia**, v. 149, n. 1, p. 13-19, 2000.
- [15] GLÓRIA, E. M.; FONSECA, H.; SOUZA, I. M. Occurrence of mycotoxins in maize delivered to the food industry in Brazil. **Tropical Science**, v. 37, n. 1, 107-110, 1997.
- [16] HENNIGEN, M. R.; SANCHEZ, S.; DI BENEDETTO, N. M.; LONGHI, A.; TORROBA, J. E.; VALENTE SOARES, L. M. Fumonisin levels in commercial corn products in Buenos Aires, Argentina. **Food Additives and Contaminants**, v. 17, n. 1, p. 55-58, 2000a.
- [17] HENNIGEN, M. R.; VALENTE SOARES, L. M.; SANCHEZ, S.; DI BENEDETTO, N. M.; LONGHI, A.; EYHÉRABIDE, G.; TORROBA, J. E.; ZANELLI, M. Fumonisin in corn hybrids Grown in Argentina for two consecutive seasons. In: DE KOE, W. J.; SAMSON, R. A.; VAN EGMOND, H. P.; GILBERT, J.; SABINO, M. (Eds). **Mycotoxins and phycotoxins in perspective at the turn of the millennium**. Wageningen: Ponsen and Looyen, 2000b, Cap. 9, p. 331-339.
- [18] HORWITZ, W.; KAMPS, L. R.; BOYER, K. W. Quality assurance in the analysis of foods for trace constituents. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 63, n. 11, p. 1344-1355, 1980.
- [19] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estudo Nacional da Despesa Familiar**, Rio de Janeiro: IBGE, 1977.
- [20] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário Estatístico do Brasil**, Rio de Janeiro: IBGE, 1996.
- [21] JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES. **Safety evaluation of certain food additives and contaminants**. Geneva: World Health Organization, 2001.
- [22] KRSKA, R.; WELZIG, E.; BERTHILLER, F.; MOLINELLI, A.; MIZAIKOFF, B. Advances in the analysis of mycotoxins and its quality assurance. **Food Additives and Contaminants**, v. 22, n. 4, p. 345-353, 2005.
- [23] MACHINSKI JR, M.; VALENTE SOARES, L. M. Fumonisin B₁ and B₂ in Brazilian corn-based food products. **Food Additives and Contaminants**, v. 17, n. 10, p. 875-879, 2000.
- [24] MACHINSKI JR, M.; VALENTE SOARES, L. M.; SAWAZAKI, E.; BOLONHEZI, D.; CASTRO, J. L.; BORTOLLETO, N. Aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in Brazilian corn cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, n. 10, p. 1001-1007, 2001.
- [25] OLIVEIRA, V.; MESQUITA, A. J.; SERAFINI, A. B.; RIBEIRO, J. L.; SILVA, M. R. R. Ocorrência de aflatoxinas B₁ e B₂ em amendoim comercializado em Goiânia, GO, Brasil. **Revista de Microbiologia**, v. 23, n. 4, p. 319-322, 1991.
- [26] ORSI, R. B.; CORREA, B.; POZZI, C. R.; SCHAMMAS, A. E.; NOGUEIRA, J. R.; DIAS, S. M. C.; MALOZZI, M. A. B. Mycoflora and occurrence of fumonisins in freshly harvested and stored hybrid maize. **Journal of Stored Products Research**, v. 36, n. 1, p. 75-87, 2000.
- [27] POZZI, C. R.; CORREA, B.; GAMBALE, W.; PAULA, C. R.; CHACON-RECHE, N. O.; MEIRELLES, M. C. A. Post-harvest and stored corn in Brazil: mycoflora interaction, abiotic factors and mycotoxins occurrence. **Food Additives and Contaminants**, v. 12, n. 3, p. 313-319, 1995.
- [28] SABINO, M.; PRADO, G.; COLEN, G. Ocorrência de aflatoxinas, ocratoxina A e zearalenona em milho de Minas Gerais, Parte 1. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 46, n. 1/2, p. 65-71, 1986.
- [29] SABINO, M.; PRADO, G.; INOMATA, E. I.; PEDROSO, M. O.; GARCIA, R. V. Natural occurrence of aflatoxins and zearalenone in maize in Brazil. Part II. **Food Additives and Contaminants**, v. 6, n. 3, p. 327-331, 1989.
- [30] SCUDAMORE, K. A.; PATEL, S. Survey for aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone and fumonisins in maize imported into the United Kingdom. **Food Additives and Contaminants**, v. 17, n. 5, p. 407-416, 2000.
- [31] SHEPHARD, G. S.; THIEL, P. G.; STOCKENSTRÖM, S.; SYDENHAM, E. W. Worldwide survey of fumonisin contamination of corn and corn-based products. **Journal of Association of Official Analytical Chemists International**, v. 79, n. 3, p. 671-687, 1996.
- [32] VALENTE SOARES, L. M.; FURLANI, R. P. Z. Micotoxinas em milho para pipoca. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1/2, p. 33-36, 1992.
- [33] VALENTE SOARES, L. M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Survey of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, and sterigmatocystin in some Brazilian foods by using multi-toxin thin-layer chromatographic method. **Journal of the Association of Analytical Chemists**, v. 7, n. 1, p. 22-26, 1989.
- [34] VAN DER WESTHUIZEN, L.; SHEPHARD, G. S.; SCUSSEL, V. M.; COSTA, L. L. F.; VISMER, H. F.; RHEEDER, J. P.; MARASAS, W. F. O. Fumonisin contamination and Fusarium incidence in corn from Santa Catarina, Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 18, p. 5574-5578, 2003.
- [35] VARGAS, E. A.; PREIS, R. A.; CASTRO, L.; SILVA, C. M. G. Co-occurrence of aflatoxins B₁, B₂, G₁, G₂, zearalenone and fumonisin B₁ in Brazilian corn. **Food Additives and Contaminants**, v. 18, n. 11, p. 981-986, 2001.
- [36] ZUMMO, N.; SCOTT, G. E. Interaction of *Fusarium moniliforme* and *Aspergillus flavus* on kernel infection and aflatoxin contamination in maize ears. **Plant Disease**, v. 76, n. 1, p. 771-773, 1992.