



Instituto Federal de Brasília

Campus Gama

Curso Superior de Tecnologia em Alimentos

Mariane Ferreira de Moura

**OCORRÊNCIA DE MICOTOXINAS EM ALIMENTOS E AVALIAÇÃO
DA EXPOSIÇÃO PELA DIETA**

Brasília

2019

Mariane Ferreira de Moura

**OCORRÊNCIA DE MICOTOXINAS EM ALIMENTOS E AVALIAÇÃO
DA EXPOSIÇÃO PELA DIETA**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do *Campus* Gama do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção de título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Prof^a Dr^a Patrícia Diniz Andrade

Brasília
2019

663:637.06 Moura, Mariane Ferreira de Moura

M929o Ocorrência de Micotoxinas em Alimentos e Avaliação da Exposição pela Dieta / Mariane Ferreira de Moura; orientação Patrícia Diniz Andrade — Brasília, 2019.

49 p.

Orientadora: Patrícia Diniz Andrade

Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação – Tecnológico em Alimentos) — Instituto Federal de Brasília, Campus Gama, 2019.

1. Contaminação de Alimentos. 2. Micotoxinas. 3. Avaliação da Exposição. I. Andrade, Patrícia Diniz, orient. III. Título.

Mariane Ferreira de Moura

OCORRÊNCIA DE MICOTOXINAS EM ALIMENTOS E AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO PELA DIETA

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do *Campus* Gama do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção de título de Tecnólogo em Alimentos.

Aprovado em 10 de dezembro de 2019.

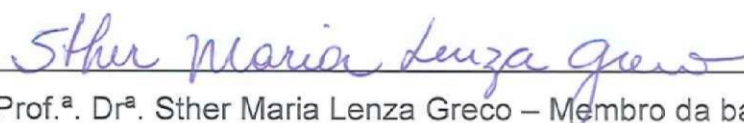
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a. Dr.^a. Patrícia Diniz Andrade - Orientadora



Ma. Joseane de Oliveira Mozzaquatro – Membro da banca



Prof.^a. Dr.^a. Sther Maria Lenza Greco – Membro da banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, por me amar incondicionalmente e porque sem Ele nada sou.

Aos meus pais, Izael e Mariana, por todo amor e carinho, acreditarem em mim.

Aos meus irmãos, por toda ajuda, incentivo e compreensão.

Aos meus amigos, pela amizade e pelo incentivo, não me deixando desistir.

À professora Patrícia pela orientação e por me conceder essa oportunidade e todo o aprendizado, por ser compreensiva e atenciosa.

A cada colega de sala de aula, que me ajudaram e apoiaram de alguma forma.

À toda gestão do IFB - Campus Gama, por tornarem um lugar de convívio melhor e por todas as oportunidades concedidas.

RESUMO

As micotoxinas, metabólitos tóxicos produzidos por fungos, estão entre os contaminantes de maior relevância para a saúde humana. A contaminação de alimentos por fungos produtores de micotoxinas pode ocorrer no campo, nas diversas fases de produção, durante o processamento dos produtos e no armazenamento. O Objetivo deste trabalho é avaliação do risco da exposição de micotoxinas em alimentos destinados ao consumo humano através dos dados submetidos ao banco de dados do GEMS/Food. Os dados de ocorrência de zearalenona, ocratoxina A, deoxinivalenol e fumonisinas, dos últimos 10 anos, foram extraídos da base de dados e classificados de acordo com sua categoria. Dentre os dados submetidos no GEMS/Food para zearalenona (32934 amostras), 19,7% estavam contaminadas. Para ocratoxina A, foram analisadas 34771 amostras no total, sendo 35% delas positivas. Para as fumonisinas (FB1, FB2 e FB3) foram encontradas 8765 amostras, sendo 22% positivas. Quanto ao deoxinivalenol, foram analisadas 53752 amostras, das quais 33% estavam contaminadas. A partir dos dados obtidos é possível identificar os grupos de maior importância para o monitoramento da ocorrência de micotoxinas em alimentos. E foram feitas a avaliação do risco da exposição para essas micotoxinas, nos quais OTA, fumonisinas totais e DON apresentaram possíveis risco a saúde humana. Somente ZON não apresentou risco a saúde. Considerando que cereais como arroz, milho e trigo são a base da alimentação humana no mundo todo, qualquer nível de contaminação nestes produtos impacta na exposição e, desta maneira, esses produtos devem ser continuamente monitorados de modo a avaliar se os níveis de exposição podem ou não trazer algum risco à saúde.

Palavras-chave: Contaminação de alimentos. Micotoxinas. Avaliação da exposição.

ABSTRACT

Mycotoxins, toxic metabolites produced by fungi, are among the most important contaminants for human health. Contamination of food by mycotoxin-producing fungi can occur in the field, at various stages of production, during product processing and storage. The objective of this paper is to assess the risk of mycotoxin exposure in food intended for human consumption through data submitted to the GEMS / Food database. Occurrence data for zearalenone, ochratoxin A, deoxynivalenol and fumonisins from the last 10 years were extracted from the database and classified according to codes entered in GEMS / Food. Among the data submitted to GEMS / Food for zearalenone (32934 samples), 19.7% were contaminated. For ochratoxin A, a total of 34771 samples were analyzed, 35% of them positive. For fumonisins (FB1, FB2 and FB3) 8765 samples were found, 22% positive. Regarding deoxynivalenol, 53752 samples were analyzed, of which 33% were contaminated. From the data obtained it is possible to identify the most important groups for monitoring the occurrence of mycotoxins in foods. And the exposure risk assessment for these mycotoxins was made, in which OTA, total fumonisins and DON presented possible risk to human health. Only ZON did not present a possible health risk. Since cereals such as rice, maize and wheat are the staple food of the world, any level of contamination in these products impacts exposure and therefore these products should be continuously monitored to assess whether exposure levels can or cannot not bring any health risk.

Keywords: Food contamination. Mycotoxins. Exposure assessment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura Das Fumonisinias B1, B2, B3 E B4 (Kostić Et Al., 2019).	13
Figura 2 - Estrutura Do Deoxinivalenol (Anvisa, 2016).....	14
Figura 3 - Países Com Maior Incidência De Amostras Positivas Com Zearalenona (≥10).....	22
Figura 4 - Impacto De Cada Categoria De Alimentos Na Ingestão Total De Zearalenona Para Cada Grupo.	25
Figura 5 - Países Com Maior Incidência De Ocratoxina A (≥10).....	27
Figura 6 - Impacto De Cada Categoria De Alimentos Na Ingestão Total De Ocratoxina A Para Cada Grupo.....	31
Figura 7 - Países Com Maior Incidência De Fumonisinias Totais (≥10).....	33
Figura 8 - Impacto De Cada Categoria De Alimentos Na Ingestão Total De Fumonisinias Totais Para Cada Grupo.	36
Figura 9 - Países Com Maior Incidência De Deoxinivalenol (≥10).	38
Figura 10 - Impacto De Cada Categoria De Alimentos Na Ingestão Total De Deoxinivalenol Para Cada Grupo.	41
Quadro 1 - Parâmetros De Ingestão Segura, Exposição Crônica E Aguda (Don).....	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais Categorias Utilizadas Para A Organização Dos Dados Avaliados. -----	20
Tabela 2- Ocorrência De Zearalenona Nos Grupos Avaliados. -----	20
Tabela 3 - Ingestão De Zearalenona Através De Alimentos Para Os 17 Grupos Do Gems/Food .-----	23
Tabela 4 - Ocorrência De Ocratoxina A Nos Grupos Avaliados. -----	25
Tabela 5 - Ingestão De Ocratoxina A Através De Alimentos Para Os 17 Grupos Do Gems/Food. -----	28
Tabela 6 - Ocorrência De Fumonisinias Nos Grupos Avaliados. -----	32
Tabela 7 - Ingestão De Fumonisinias Totais Através De Alimentos Para Os 17 Grupos Do Gems/Food.-----	34
Tabela 8 - Ocorrência De Deoxinivalenol Dos Grupos Avaliados. -----	36
Tabela 9 - Ingestão De Deoxinivalenol Através De Alimentos Para Os 17 Grupos Do Gems/Food. -----	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALARA	<i>As low as reasonably achievable</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ARfD	Dose de referência aguda
Aw	Atividade de água
BMDL	<i>Benchmark dose lower confidence limit</i>
DNA	Ácido desoxirribonucleico
DON	Deoxinivalenol
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FB1	Fumonisina B1
FB2	Fumonisina B2
FB3	Fumonisina B3
GEMS/Food	<i>Global Environment Monitoring System/Food Contamination Monitoring and Assessment Programme</i>
HBsAg-	Não portadores do vírus da hepatite B
HBsAg+	Portadores do vírus da hepatite B
JECFA	<i>Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives</i>
LM	Limites máximos
MOE	Margem de exposição
OTA	Ocratoxina A
PMTDI	Provisional Maximum Tolerable Daily Intake
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
SAR	Relação estrutura molecular e atividade
ZON	Zearalenona

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	ZEARALENONA	11
3	OCRATOXINA A	12
4	FUMONISINAS	12
5	DEOXINIVALENOL	14
6	AVALIAÇÃO DO RISCO DA EXPOSIÇÃO HUMANA A MICOTOXINAS	15
7	OBJETIVOS	18
7.1	Objetivos gerais	18
7.2	Objetivos específicos	18
8	METODOLOGIA	19
9	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
9.1	Ocorrência e avaliação da exposição a micotoxina Zearalenona	20
9.2	Ocorrência e avaliação da exposição a micotoxina ocratoxina A	25
9.3	Ocorrência e avaliação da exposição a micotoxina fumonisinas totais	31
9.4	Ocorrência e avaliação da exposição a micotoxina deoxinivalenol	36
	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	44
	ANEXO A – DADOS DE CONSUMO GEMS/FOOD	46

1 INTRODUÇÃO

Os alimentos são excelentes meios para o crescimento de fungos, nos quais seus esporos proliferam abundantemente e amplamente. Fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* são os principais produtores de micotoxinas que contaminam os alimentos. As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos, que quando ingeridos podem causar doenças e levar a morte em humanos e animais (SHERIF; SALAMA; ABDEL-WAHHAB, 2009).

A contaminação por essas micotoxinas acontece em diversas regiões, e podem ocorrer tanto antes da colheita como pós-colheita, além disso, práticas inadequadas de armazenamento, transporte, comercialização e processamento também podem contribuir para o crescimento e aumentar o risco de produção de micotoxinas. (PITT; TANIWAKI; COLE, 2013).

Existem diversos tipos de micotoxinas, dentre elas as de mais relevância para saúde humana são: aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxina A, deoxinivalenol e zearalenona (CAST, 2003). Apesar das aflatoxinas estar entre as micotoxinas de mais relevância para a saúde, este estudo não trabalhou com elas devido a quantidade de dados existentes sobre elas, sendo necessário mais tempo para manuseá-los ou um estudo específico para elas.

Essas micotoxinas podem causar um efeito adverso a saúde humana mesmo em concentrações baixas, além disso, elas são estáveis mesmo em processos térmicos, não sendo possível sua total eliminação. O que torna necessário uma constante avaliação da exposição humana a alimentos que possui incidências dessas micotoxinas, nos quais prejudicam a saúde. (PITT et al., 2012; SHERIF; SALAMA; ABDEL-WAHHAB, 2009).

É de suprema importância estudos que avaliam a incidências e níveis de contaminações dessas micotoxinas em alimentos, pois além de fornecer dados também gera uma visão mais ampla, direcionando para o que é mais relevante a saúde humana, tornando necessários mais avaliações para que tomem medidas que reduzem essas contaminações assegurando a saúde.

2 ZEARALENONA

A zearalenona (ZON) é uma micotoxina estrogênica, produzida por espécies de *Fusarium*. Encontrada em milho, trigo, cevada, aveia, sorgo e gergelim, etc. A sua conformação permite a ligação ao receptor de estrogênio na célula-alvo. Além disso, produtos derivados de leite de animais que consomem alimentos mofados contendo ZON pode haver substâncias estrogênicas. Essas substâncias podem trazer danos à saúde humana. Também causam resposta estrogênica em suínos. Em animais a ZON é metabolizada pelo tecido intestinal (CAST, 2003; PITT et al., 2012; SHERIF; SALAMA; ABDEL-WAHAB, 2009). Estudos mostram que surtos de síndrome de estrogênio em suínos foram relatados em algumas regiões como na América do Norte, Europa, África, Ásia e Austrália, além disso, foram relatados também abortos induzidos pela ZON (PITT et al., 2012). Outros estudos demonstram que a ZON ativa o receptor de pregnano X, no qual regula enzimas metabolizadora de drogas, além de induzir expressão da enzima metabolizadora de medicamentos CYP3A4. Essa ativação pode causar consequências no metabolismo e eliminar alguns medicamentos necessários (DING; LICHTI; STAUDINGER, 2006).

A concentração de contaminação de ZON pode ser aumentada no armazenamento dependendo da umidade e condições de armazenamento. A atividade de água necessária para colonização no grão varia de acordo com as espécies de *Fusarium* que infectaram os grãos. Apesar de não ser produzida nas condições de silagem anaeróbia, quando presente no milho ela não é destruída pelo tratamento (CAST, 2003).

Segundo Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) Nº 7, de 18 de fevereiro de 2011, o limite máximo tolerado (LM) para ZON em Farinha de trigo, massas, crackers e produtos de panificação, cereais e produtos de cereais exceto trigo e incluindo cevada malteada, arroz beneficiado e derivados é de 100 µg/kg. Para milho de pipoca, canjiquinha, canjica, produtos e subprodutos à base de milho é de 150 µg/kg, trigo integral, farinha de trigo integral, farelo de trigo é de 200 µg/kg, arroz integral o LM é de 400 µg/kg e para farelo de arroz o limite é de 600 µg/kg. Limites nos quais entraram em vigor em 1º de janeiro de 2017.

3 OCRATOXINA A

A ocratoxina A (OTA) é um metabólito secundário produzido principalmente por *Aspergillus e Penicillium*. Encontra-se em diversos alimentos como milho, trigo, aveia, sorgo, arroz, vinho, cerveja e café verde. A contaminação de OTA em café se dá normalmente durante a secagem, devido seu processo acontecer tradicionalmente ao sol, ou também pode ser por conta do clima, quando este está abaixo do ideal para a secagem. Ainda, se o armazenamento não for correto, o risco de aumentar os níveis de OTA se torna maior. A etapa que pode diminuir os níveis de OTA é a de torrefação, dependendo do tempo e da temperatura (CAST, 2013; PITT; TANIWAKI; COLE, 2013;).

Alimentos contaminados com OTA podem causar sérios danos à saúde como nefrotoxicidade e carcinogenicidade em humanos e animais, podendo produzir tumores renais, adutos de DNA e aberrações cromossômicas em rins (CAST, 2013; PITT; TANIWAKI; COLE, 2013; REDDY & BHOOLA, 2010;) Estudos mostra que em animais, a avaliação de risco expressou a toxicidade aguda em níveis mais baixos do que os efeitos ao longo prazo, como carcinogenicidade (PITT et al., 2012). O LM aceitado para OTA segundo a RDC Nº 7 (BRASIL, 2011), para cereais posterior ao processamento, incluindo grãos e cevadas é de 20 µg/kg.

A OTA pode ser metabolizado por vários tipos de enzima CTPY. Em mamíferos, a OTA é absorvido no trato intestinal, e se liga na proteína plasma sanguínea, que consequentemente é distribuído aos rins, com concentração menor no fígado músculo e gordura. A eliminação de OTA no organismo humano segue duas fases, uma rápida excreção seguida de uma limpeza lenta (PITT et al., 2012).

4 FUMONISINAS

As fumonisinas são produzidas por algumas espécies de *Fusarium*, principalmente *F. verticillioides* e *F. proliferatum*. As fumonisinas foram descobertas em 1988 após um surto de leucoencefalomalácia equina na África do Sul. Devido as suas formas estruturais distintas, as fumonisinas são divididas nos grupos A, B, C e P. Elas são encontradas principalmente no milho, podendo também ser encontrada no sorgo. Entretanto, as fumonisinas do grupo B, como B1, B2 e B3 (figura 1), são as

que estão presente em níveis mais altos (RHEEDER; MARASAS; VISMER, 2002; SHERIF; SALAMA; ABDEL-WAHAB, 2009).

A formação de fumonisinas no milho pode acontecer na pré-colheita, devido aos danos no milho causado por insetos, assim como na contaminação de aflatoxinas. O tipo de clima é importante para evitar o crescimento de fungos, pois o estresse hídrico aumenta o risco de contaminação. A secagem do milho na pós-colheita também é um fator relevante para evitar a crescimento de fungos, pois estudos mostram que a *Fusarium* dificilmente cresce abaixo de 0,9 de atividade de água (a_w) (PITT; TANIWAKI; COLE, 2013).

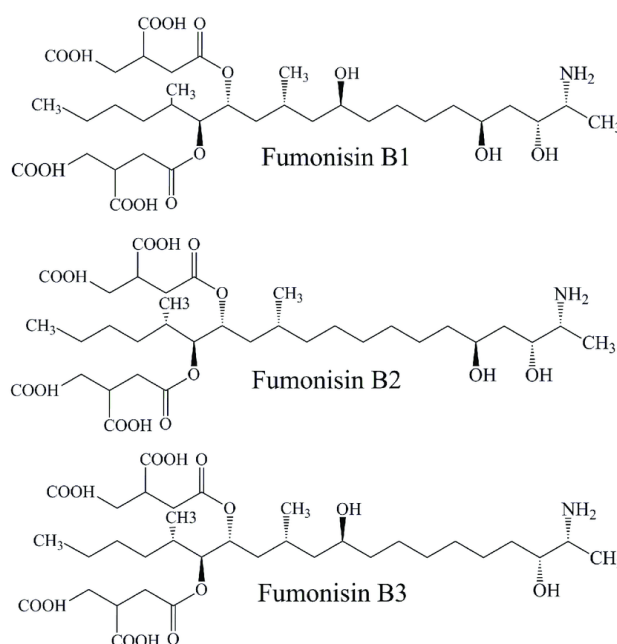


Figura 1 - Estrutura das fumonisinas B1, B2, B3 e B4 (KOSTIĆ et al., 2019).

Estudos relacionam o consumo de alimento contaminado com fumonisinas e o aumento dos defeitos do tubo neural e câncer no esôfago (CAST, 2003; GELINEAU-VAN WAES et al., 2009; MISSMER et al., 2006). O LM de fumonisinas (B1 e B2), definidos pela RDC N^o 7 (BRASIL, 2011) para milhos em grãos para processamento é de 5000 µg/kg, já para farinha de milho, creme de milho, fubá, flocos, canjica, canjiquinha é de 1500 µg/kg, e para amido de milho e outros produtos à base de milho é de 1000 µg/kg.

5 DEOXINIVALENOL

O Deoxivalenol (DON) (figura 2) pertence à família dos tricotecenos, e é produzido principalmente por *F. graminearum*, contaminante comum em vários tipos de grãos (CAST, 2003). Identificaram-se que não é preciso ativação metabólica para que o DON exerça seus efeitos biológicos. A ingestão de alimentos contaminados pode causar inibição da síntese proteica. Em altas doses pode causar dores abdominais, náusea e vômitos.

Em crianças, a ingestão desses alimentos resulta em vômito em poucas horas, além do mais, a exposição crônica a esta micotoxina está relacionada ao atraso no crescimento, efeitos imunotóxicos e hematotóxicos (ANVISA, 2016; SHERIF; SALAMA; ABDEL-WAHAB, 2009). Em animais experimentais pode haver efeito adverso a saúde com uma única dose, podendo causar anorexia com a diminuição do consumo de ração e vômitos (JECFA, 2002).

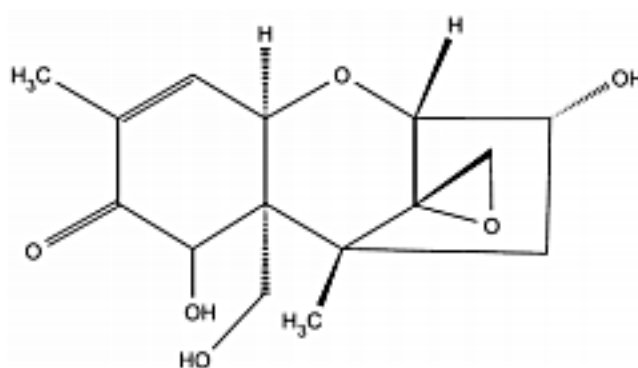


Figura 2 - Estrutura do Deoxinivalenol (ANVISA, 2016).

Os LM para o DON, definidos pela RDC N° 7 (BRASIL, 2011), para trigo integral, trigo para quibe, farinha de trigo integral, farelo de trigo, farelo de arroz, grão de cevada é de 1000 µg/kg, e para farinha de trigo, massas, crackers, biscoitos de água e sal, e produtos de panificação, cereais e produtos de cereais exceto trigo e incluindo cevada malteada, é de 750 µg/kg.

6 AVALIAÇÃO DO RISCO DA EXPOSIÇÃO HUMANA A MICOTOXINAS

A avaliação do risco é um processo de base científica, no qual é o componente central da análise de risco e, consiste em 4 etapas: identificação do perigo, caracterização do perigo, avaliação da exposição e caracterização do risco. A análise de risco se divide em três etapas: avaliação do risco, gerenciamento do risco e comunicação do risco. Diante disso, a avaliação do risco pode identificar os potenciais perigos e riscos à saúde relacionados a exposição humana à substâncias potencialmente tóxicas presentes nos alimentos. O risco é a função da possibilidade de um efeito nocivo à saúde acontecer mediante exposição a um contaminante e/ou resíduo, ou seja, é relacionada à toxicidade e à exposição (IPCS, 2009; JECFA, 2000).

A primeira etapa da avaliação do risco, identificação do perigo, consiste em descobrir o tipo e a natureza do potencial efeito adverso à saúde, consequente da exposição humana. Essa avaliação pode acontecer de diversas formas, tais como, estudos com animais de laboratórios e com seres humanos, testes *in vitro*, estrutura molecular e atividade (*Structure-Activity Relationship* - SAR), etc. (IPCS, 2009; JARDIM; CALDAS, 2009).

A segunda etapa, caracterização do perigo, descreve a correlação entre a dose, ou a exposição, e a incidência de um efeito adverso à saúde, estabelecendo relação quantitativo entre eles (relação dose/resposta) (IPCS, 2009). A partir da relação dose/resposta é possível determinar parâmetros de ingestão segura, tanto para exposições crônicas quanto agudas. Quando há uma ingestão de quantidades grandes em um período pequeno, de até 24 horas, é chamada de exposição aguda, já quando há ingestão de quantidades menores por um grande período, é exposição crônica (IPCS, 2009; JARDIM; CALDAS, 2009).

Para micotoxinas utiliza-se a Ingestão Diária Provisória Máxima Tolerável (*Provisional Maximum Tolerable Daily Intake*, ou PMTDI) como parâmetro de ingestão segura para a exposição crônica (JECFA, 2000). Já para exposição aguda, utiliza-se Dose de Referencia Aguda (*Acute Reference Dose* - ARfD), disponível apenas para a micotoxina DON. Para cada micotoxinas há definido um PMTDI, nos quais são apresentados no quadro 1, definidos pelo JECFA. E para as substâncias que são genotóxicas e carcinogênicas é preciso reduzir a ingestão para a menor quantidade razoavelmente possível (*As low as reasonably achievable* – ALARA), pois não há

valores de referencia de ingestão segura para esses compostos (JECFA, 2006; 2011).

Quadro 1 - Parâmetros de ingestão segura, exposição crônica e aguda (DON).

Micotoxinas	Ingestão diária tolerável máxima (PMTDI)
ZON	0,5 µg/kg pc
OTA	0,1 µg/kg pc
Fumonisinás	2 µg/kg pc
DON	1 µg/kg pc ARfD = 8 µg/kg pc

Fonte: JECFA, 2000; 2002; 2011; 2017.

Na terceira etapa acontece a avaliação da exposição do contaminante no alimento, levando em consideração a ocorrência e a concentração da substância na dieta. Os dados a serem obtidos dependem de alguns fatores em relação ao propósito da avaliação do risco, pois há várias estimativas de ingestão, exposição, além de elas poderem ser especificada por subgrupos da população, por exemplo, bebês, crianças, adultos, etc. (IPCS, 2009; JARDIM; CALDAS, 2009).

Há algumas maneiras de se adquirir os dados de consumo de alimentos, tais como GEMS/Food (*Global Environmental Monitoring System*), o qual contém dados de consumo para 17 dietas cluster; dados de disponibilidade de alimento no domicílio obtidos a partir de pesquisas, em que no Brasil é conduzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) através da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF); dados de consumo individual, obtidos mediante registros individual de consumo e Questionário de Frequência Alimentar (QFA); e em estudos de dieta duplicada, no qual é coletada uma segunda porção de todo alimento consumido em um certo período (JARDIM; CALDAS, 2009).

A quarta etapa, caracterização do risco, é definida como a estimativa da probabilidade da ocorrência dos efeitos adversos de uma população em determinada circunstância de exposição (IPCS, 2009). A caracterização depende da toxicidade das substâncias, para as não genotóxicas é utilizado o parâmetro de ingestão segura, no caso das micotoxinas utiliza-se o PMTDI, para comparar com a ingestão calculada (ANDRADE, 2016). Para isso utiliza-se a equação 1, no qual o risco pode existir

quando % PMTDI for maior que 100. No caso das substâncias genotóxicas, como as aflatoxinas, pode-se caracterizar o risco através da estimativa do risco de câncer e o cálculo da Margem de Exposição (MOE).

$$\% PMTDI = \frac{Ingestão}{PMTDI} \times 100$$

Eq. 1

7 OBJETIVOS

7.1 Objetivos gerais

O Objetivo deste trabalho é avaliar o risco da exposição de micotoxinas em alimentos destinados ao consumo humano através dos dados submetidos ao banco de dados do GEMS/Food.

7.2 Objetivos específicos

1. Extrair os dados de ocorrência mundial de fumonisinas, deoxinivalenol, ocratoxina A e zearalenona em alimentos destinados ao consumo humano do banco de dados do GEMS/Food;
2. Organizar, para cada micotoxina, os dados de ocorrência extraídos em planilhas do Excel;
3. Identificar os grupos de alimentos com maior incidência para cada micotoxina avaliada;
4. Estimar a ingestão de cada micotoxina.
5. Estimar o risco da exposição à fumonisinas, deoxinivalenol. Ocratoxina A e zearalenona pela dieta;

8 METODOLOGIA

Os dados de ocorrência mundial de micotoxinas foram obtidos a partir do banco de dados do GEMS/Food (Global Environment Monitoring System/Food Contamination Monitoring and Assessment Programme). Este banco de dados é resultado de um programa de monitoramento da ocorrência mundial de contaminantes em alimentos que foi implementado em conjunto pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Este banco de dados foi acessado na página: <https://extranet.who.int/gemsfood/Search.aspx>.

Foram extraídos dados referentes as amostras analisadas nos últimos 10 anos, das seguintes micotoxinas: zearalenona, ocratoxina A, fumonisinas totais e Deoxinivalenol. Os únicos critérios de seleção utilizados na extração dos dados foram: tipo de micotoxinas e data da análise da amostra.

Para a organização dos dados, foram criadas categorias para agrupar alimentos similares e, para tanto, os dados obtidos do banco de dados foram categorizados de acordo com as informações inseridas nas categorias “food group”, “who food identifier” e “who food code”. Amostras analisadas geradas a partir de um pool de amostras (“aggregated samples”) foram excluídas do banco de dados gerado.

Avaliou-se a qualidade analítica dos dados inseridos no banco de dados a partir das informações contidas no item “analytical quality assurance”, no qual foi inserido se o laboratório que gerou a análise tem um controle de qualidade interno, passou por teste de proficiência, se é oficialmente acreditado ou se essa informação é desconhecida.

Além disso, foi averiguado se as amostras analisadas encontradas em alguns países com maior incidência eram importadas, com base na informação contida no item “FoodOriginName”.

Quanto a avaliação da exposição, foram utilizados para o cálculo além das informações de ocorrência obtidas, os dados de consumo médio obtidos nas 17 *Cluster Diets* disponibilizados também no banco de dados GEMS/Food. Os grupos criados na avaliação da ocorrência foram inseridos nas categorias. Os valores de exposição encontrados para cada grupo foram comparados com PMTDI, utilizando-se a Equação 1, para a caracterização de risco.

9 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a organização dos dados obtidos as amostras foram categorizadas em alguns grupos, como mostras a tabela 1.

Tabela 1 - Principais categorias utilizadas para a organização dos dados avaliados.

Categorias	Subcategorias
Grãos	Trigo, cevada, centeio, milho, arroz, aveia, etc.
Derivados de Cereais	Cereais matinais, farinhas, flocos, etc.
Óleos e Gorduras	Milho, amendoim, oliva, soja, gergelim, etc.
Temperos e Condimentos	Pimentas, salsinha, alecrim, tomilho, etc.
Confeitaria e Panificação	Pães, tortas, bolos, biscoitos, etc.
Alimentos compostos	Pizzas, sanduíches, pratos prontos, etc.
Bebidas	Cervejas, vinhos, sucos, refrigerantes, etc.
Snacks Food	Salgadinhos, batata fritas, chips, etc.
Outros	Alimentos variados que não se encaixaram nas categorias.

9.1 Ocorrência e avaliação da exposição a micotoxina Zearalenona

Dentre as amostras obtidas de micotoxinas, para zearalenona foram analisadas 32934 amostras, nas quais 20% estavam contaminadas (tabela 2), além disso, 96% dos laboratórios que geraram as análises possuíam algum tipo de controle de qualidade.

O grupo de alimento que apresentou a maior incidência foi óleos e gorduras, dentro desse grupo, o alimento que apresentou maior frequência foi o óleo de milho (227 amostras positivas). Além do mais, os grãos foram os alimentos com o maior nível de contaminação (2969,4 µg/kg).

Tabela 2- Ocorrência de Zearalenona nos grupos avaliados.

Grupos	N° positivas/N° analisadas (%)	*Média positivas (faixa) µg/kg	**Média total (µg/kg)
Açúcares	0/70 (0%)	0,0	0,0
Alimentos Infantil	20/625 (3%)	20,2 (0,6 - 206)	0,6
Alimentos Compostos	0/55 (0)	0,0	0,0
Alimentos para fins especiais	38/469(8%)	6,8 (0,5 - 0,6)	0,6

Amido	7/32 (22%)	7,9 (3,1 - 22,95)	1,7
Bebidas	1/194 (0,5%)	4,5	0,0
Cafés	0/7 (0)	0,0	0,0
Carnes e derivados	33/2292 (1%)	206,9 (2,6 - 220)	3,0
Confeitaria e Panificados	356/3718 (10%)	11,7 (0,38 - 112)	1,1
Derivados de Cereais	1719/11429 (15%)	31,2 (0,3 - 4,7)	4,7
Frutas	0/85 (0)	0,0	0,0
Grãos	3963/12016 (33%)	55,4 (0,3 - 2969,4)	18,3
Leguminosas	2/102 (2%)	28 (10 - 46)	0,5
Leites e derivados	0/2(0)	0,0	0,0
Mandioca	0/1 (0)	0,0	0,0
Massas	24/742(4%)	24,74 (1,6 - 443,41)	0,8
Oleaginosas	5/140 (4%)	73 (1 -211)	2,6
Óleos e Gorduras	283/534 (53%)	59 (0,987 - 452,2)	31,2
Ovos	0/24 (0)	0,0	0,0
Snack food	33/258 (13%)	9,9 (1,15 - 32,9)	1,3
Sobremesas	0/29 (0)	0,0	0,0
Suplemento Alimentar	4/16(25%)	102,3 (31- 452,2)	25,6
Temperos e condimentos	3/58 (5%)	47,6 (5 - 70,14)	2,5
Vegetais	1/26 (4%)	19,0	0,7
Outros	1/7 (14%)	10,0	1,4
Total Geral	6493/32934 (20%)	46,7 (0,3 - 2969,4)	9,2

* Média das amostras que tiveram resultado de contaminação acima de 0.

** Média de todas as amostras analisadas.

Dentre os países que tiveram amostras analisadas, o país com maior incidência de amostras positivas para Zearaleona foi a Suécia, seguida da Finlândia e Reino Unido (figura 3), nos quais para as amostras analisadas da Suécia (302 amostras), nenhuma foi importada, já para Finlândia (53 amostras), 14 amostras eram importadas. E para o Reino Unido, dentre as amostras analisadas (2516 amostras), 526 eram importadas.

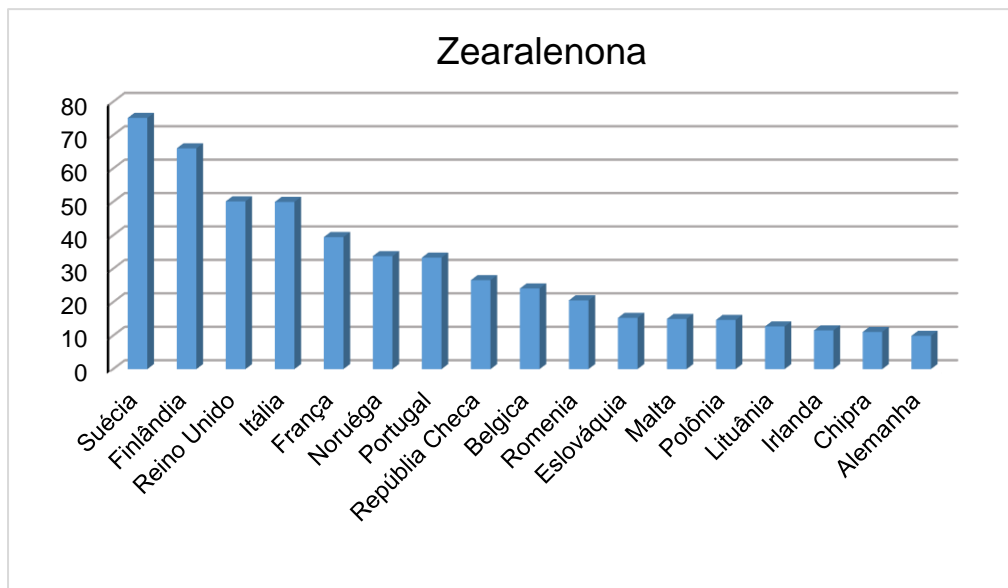


Figura 3 - Países com maior incidência de amostras positivas com Zearalenona (≥ 10).

Para a avaliação da exposição, alguns dos grupos de alimentos analisados não puderam ser encaixados nas categorias do banco de dados GEMS/Food, no qual foram obtidos os dados de consumo. Além disso, os grupos foram adaptados para a categoria que se encaixava melhor o tipo de alimento. Ou seja, os resultados adquiridos podem estar superestimados.

Na avaliação dos alimentos com ocorrência de ZON o *cluster* G06 apresentou a exposição mais alta ($0,27 \mu\text{g}/\text{kg}$ pc por dia) como mostra a tabela 3, com um consumo maior de grãos, levando em consideração que se refere aos grãos de várias espécies (trigo, cevado, centeio, milho etc.). Além do mais, pode-se observar que os grãos apresentaram o nível de contaminação maior, apesar de não ser o grupo com maior incidência, o que torna um grupo de alimentos importante a ser estudado. E os óleos e gorduras, embora tenha a maior incidência, o seu consumo é menor. Pode-se observar também na figura 4 que depois dos grãos, o alimento que mais contribui para a ingestão foram os derivados de trigo. A comparação da exposição a ZON com PMTDI indica que não há efeito adverso à saúde. No entanto, com a inclusão de mais alimentos é possível que aumente as estimativas da exposição.

Tabela 3 - Ingestão de Zearalenona através de alimentos para os 17 grupos do GEMS/Food.

*Grupos	**Média (µg/kg)	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17
Grãos	18,26	8,85	8,48	4,79	8,89	8,58	11,21	6,31	7,05	9,39	7,35	5,39	6,57	7,43	7,62	7,35	3,57	4,81
Cevada	0,70	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Milho	5,32	0,15	0,23	0,57	0,23	0,32	0,39	0,09	0,14	0,14	0,13	0,03	0,34	0,62	0,06	0,20	0,37	0,18
Milhete	4,27	0,01	0,01	0,02	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	-	-	0,26	0,00	-	0,12	-
Aveia	0,72	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Arroz	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Centeio	1,13	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Sorgo	2,68	0,01	0,00	0,03	0,04	0,03	0,01	-	-	0,00	0,00	-	0,02	0,23	0,01	-	0,06	-
Trigo	7,40	2,82	2,53	0,28	2,09	1,28	3,21	1,87	1,81	0,99	1,74	1,60	1,24	0,42	0,82	2,02	0,19	0,98
Óleo de milho	47,00	0,05	0,04	0,01	0,25	0,02	0,10	0,04	0,02	0,01	0,14	0,09	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	-
Óleo de soja	37,20	0,48	0,39	0,14	0,49	0,40	0,49	0,71	0,78	0,22	1,26	1,49	0,50	0,09	0,09	0,70	0,09	0,23
Óleo de girassol	1,35	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00
Amidos de milho	1,85	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,01	-	-	0,00	0,00	-	-	-
Pão de trigo	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Massas (trigo)	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oleaginosas	2,61	0,21	0,14	0,25	0,36	0,16	0,23	0,28	0,29	0,17	0,21	0,17	0,05	0,34	0,06	0,18	0,14	0,22
Feijões	2,15	0,17	0,13	0,08	0,17	0,16	0,19	0,23	0,26	0,10	0,43	0,48	0,23	0,09	0,04	0,23	0,14	0,09

Beterraba	19,00	0,06	0,12	0,07	0,17	-	0,08	0,19	0,12	-	0,18	0,36	0,12	0,11	0,08	0,18	0,08	0,15
Temperos e Condimentos	2,46	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Carnes e Derivados	2,98	0,09	0,22	0,06	0,14	0,10	0,11	0,42	0,45	0,24	0,33	0,36	0,15	0,09	0,15	0,36	0,07	0,21
Total Ingestão ug/ pessoa		12,91	12,34	6,32	12,87	11,12	16,04	10,17	10,99	11,27	11,83	10,00	9,26	9,69	8,94	11,31	4,84	6,89
Total Ingestão µg/Kg pc por dia		0,22	0,21	0,11	0,21	0,19	0,27	0,17	0,18	0,20	0,20	0,17	0,15	0,16	0,15	0,19	0,08	0,11
% PMTDI (0,5 µg/Kg pc por dia)		43	41	21	43	37	53	34	37	41	39	33	31	32	30	38	16	23

* Somente os grupos que possui dados de consumo no banco de dados GEMS/Food.

** Média de todas as amostras analisadas.

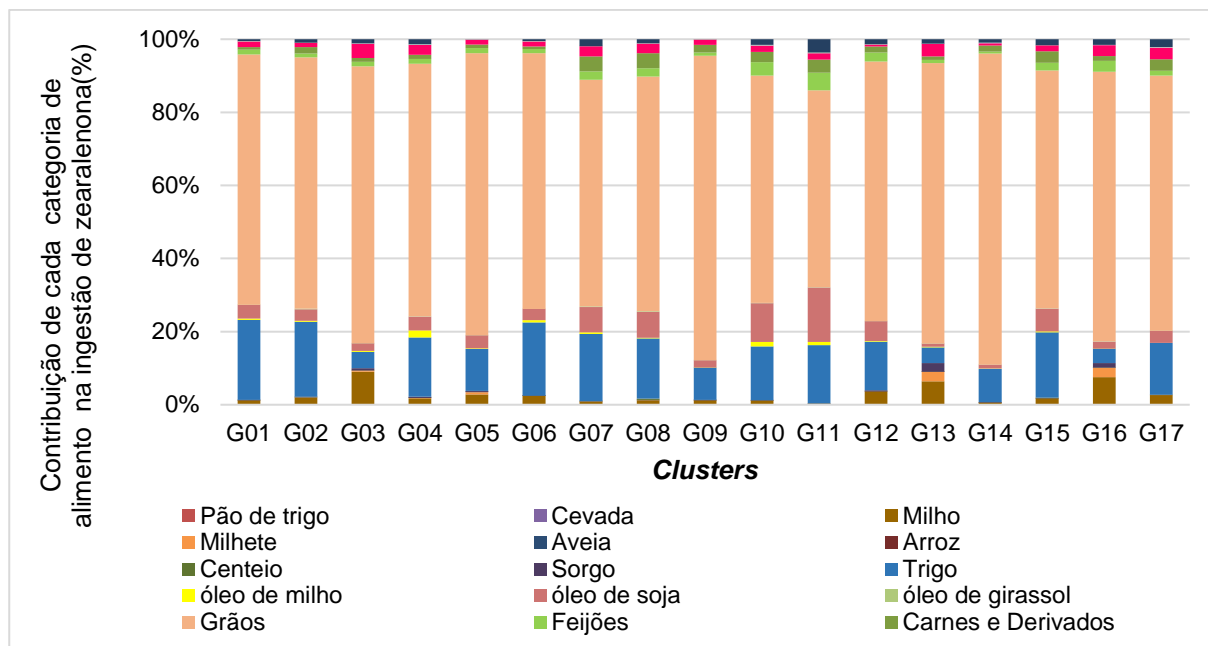


Figura 4 - Impacto de cada categoria de alimentos na ingestão total de zearalenona para cada grupo.

9.2 Ocorrência e avaliação da exposição a micotoxina ocratoxina A

Para Ocratoxina A, foram analisadas 34771 amostras no total, sendo 35% delas positivas (tabela 4), quanto aos laboratórios que analisaram essas amostras 96% possuíam algum tipo de controle de qualidade. O grupo que apresentou maior incidência foi o de temperos e condimentos, porém, para alguns produtos como folha de louro, aneto e glutamato monossódico, foram expressas análises de somente 1 amostra para cada com resultado positivo. Além disso, foram analisadas 12 amostras de vinagre, nas quais todas foram positivas. Entretanto, o maior nível de contaminação foi encontrado no grupo de produtos derivados de cereais.

Tabela 4 - Ocorrência de Ocratoxina A nos grupos avaliados.

Grupos	Nº positivas/Nº analisadas (%)	*Média positivas (faixa) µg/kg	**Média total (µg/kg)
Açúcares	18/83 (22%)	1,0 (0,11 - 6,7)	0,2
Alimentos Composto	25/134 (19%)	162,1 (0,12 - 500)	30,2
Alimentos infantis	71/788 (9%)	21,4 (0,01 - 200)	1,9
Alimentos para fins especiais	60/446 (13%)	8,7 (0,01 - 500)	1,2
Amido	1/18 (6%)	1,4 (1,35 - 1,35)	0,1
Bebidas	2135/5398 (40%)	35,6 (0,002 - 68700)	14,1

Cafés	1627/3818 (43%)	6,9 (0,04 - 1000)	2,9
Carnes e derivados	94/1215 (8%)	1,3 (0,05 - 14,77)	0,1
Confeitaria e panificados	1599/3175(50%)	14,2 (0,04 - 860)	7,2
Derivados de Cereais	864/5120 (17%)	155,1 (0,003 - 120000)	26,2
Frutas	1409/3597 (39%)	31,3 (0,02 - 11000)	12,3
Grãos	741/3962 (19%)	235,8 (0,04 - 13000)	44,1
Leguminosas	21/229 (9%)	119,4 (0,12 - 500)	11,0
Leites e derivados	1/20 (5%)	0,1 (0,05 - 0,05)	0,0
Massas	349/755 (46%)	145,6 (0,04 - 7200)	67,3
Oleaginosas	236/1156 (20%)	103,0 (0,04 - 7800)	21,0
Óleos e gorduras	7/53 (13%)	5,8 (0,13 - 35,40067422)	0,8
Ovos	0/4 (0)	0	0,0
Snack food	7/50 (14%)	272,0 (0,23 - 1400)	38,1
Sobremesas	1/16 (6%)	0,1 (0,12 - 0,12)	0,0
Suplementos alimentares	11/33 (33%)	0,4 (0,03 - 0,973)	0,1
Temperos e condimentos	2835/4517 (63%)	109,0 (0,03 - 60000)	68,4
Tubérculos	3/44 (7%)	167,1 (0,647240099 - 500)	11,4
Vegetais	5/68 (7%)	1,1 (0,1 - 3,58)	0,1
Outros	18/55 (33%)	3,2 (0,33 - 30,38)	1,0
Total Geral	12141/34771 (35%)	70,7 (0,002 - 120000)	24,7

* Média das amostras que tiveram resultado de contaminação acima de 0.

** Média de todas as amostras analisadas.

Quanto aos países que obtiveram amostras analisadas, de modo geral, os de maior incidência de amostras positivas foram Finlândia, seguida de Suécia e Dinamarca (figura 5). Entretanto, o país com maior incidência no grupo de temperos e condimentos foi a Finlândia e, para os produtos derivados de cereais foi a Suécia. Na Finlândia, foram analisadas 1219 amostras nas quais 648 eram importadas. De 215 amostras analisadas na Suécia, 38 eram importadas. Já na Dinamarca das 27 amostras analisadas, nenhuma foi importada.

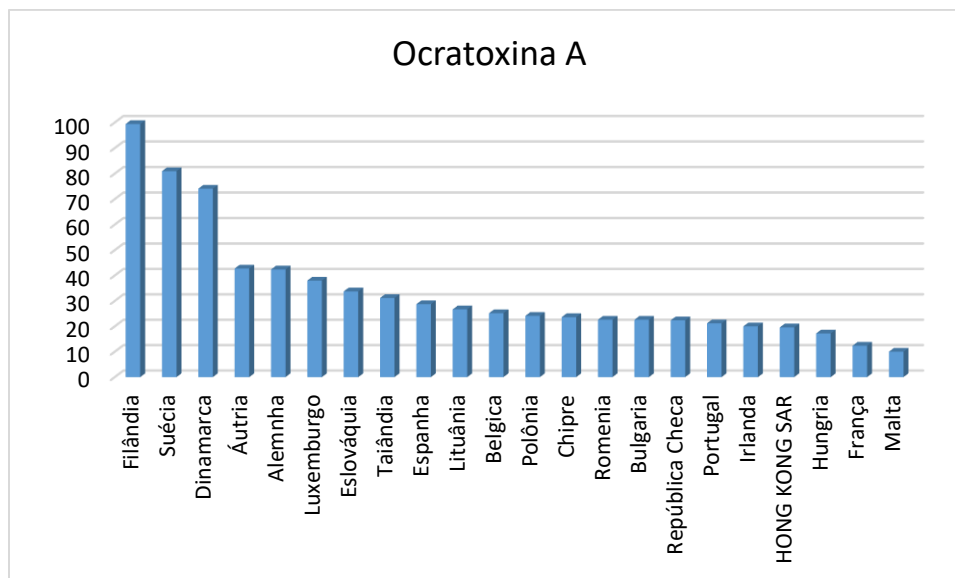


Figura 5 - Países com maior incidência de Ocratoxina A (≥ 10).

Quanto a avaliação do risco da exposição de OTA em alimentos, constatou-se que o *clusters* que apresentou maior exposição foi o G06 (1,22 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pc por dia), com um alto consumo de grãos e de cereais derivados do trigo (tabela 5). Além disso, pode-se observar que na ocorrência o grupo com maior incidência foi o de temperos e condimentos, e o maior nível de contaminação encontrada foi em derivados de cereais, o qual possui ingestão superior a dos temperos e condimentos. Ou seja, apesar de a incidência ter sido de temperos e condimentos, não há tanto consumo deles, e já de cereais e derivados o seu consumo é maior, causando então mais impacto. Ao comparar a ingestão com PMTDI verificou-se que todos os grupos ultrapassaram o limite determinado, existindo então um potencial risco de ocorrer um efeito adverso a saúde humana.

Estudos mostram que há grande ocorrência de OTA em grãos e derivados de cereais nos países da Europa e no Canadá, e indica que essa contaminação pode ocorrer devido a secagem insuficiente, deixando-o úmido, ou armazenagem inadequada (JECFA, 2002; PITT et al., 2012). De acordo com a figura 6, é possível visualizar que as categorias de grãos e de derivados de trigo são os que mais contribuem para a exposição de OTA em todos os grupos.

Tabela 5 - Ingestão de ocratoxina A através de alimentos para os 17 grupos do GEMS/Food.

*Grupos	**Média µg/kg	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17
Grãos	44,1	21,36	20,49	11,57	21,47	20,71	27,08	15,24	17,03	22,68	17,76	13,02	15,87	17,95	18,39	17,76	8,61	11,61
Cevada	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trigo sarraceno	0,76	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Milho	0,09	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Aveia	5,21	0,00	0,04	0,00	0,01	0,01	0,00	0,04	0,03	0,00	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	-
Arroz	1,85	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02
Centeio	0,94	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Sorgo	0,58	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	-	-	0,00	0,00	-	0,00	0,05	0,00	-	0,01	-
Trigo	88,22	33,63	30,13	3,38	24,87	15,23	38,29	22,24	21,58	11,86	20,74	19,08	14,76	5,04	9,74	24,05	2,28	11,65
Mandioca	0,07	-	-	0,02	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	-	0,01	0,00
Inhame	38,46	0,00	-	3,48	0,25	0,03	0,02	-	-	0,00	0,03	-	0,68	2,73	1,18	0,00	0,22	1,19
Óleo de palma	7,08	0,04	0,00	0,07	0,11	0,03	0,02	0,02	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00	0,05	0,01	0,00	0,03	0,04
Óleo de amendoim	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Amido de milho	0,1	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	-	-	-
Manteiga de amendoim	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
Pão de trigo	19,21	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,05	0,01	0,01	0,01	0,03	0,00	0,00

Massas (trigo)	71,65	0,05	0,16	0,09	0,29	0,04	0,12	0,48	0,36	0,15	0,14	0,21	0,30	0,04	0,05	0,21	0,02	0,37
Oleaginosas	21,03	1,66	1,15	2,02	2,88	1,27	1,86	2,28	2,36	1,35	1,71	1,39	0,42	2,75	0,46	1,46	1,16	1,77
Feijões	34,96	2,73	2,12	1,25	2,81	2,65	3,06	3,77	4,17	1,61	7,04	7,83	3,67	1,47	0,68	3,79	2,31	1,48
Grão de bico	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lentilha	55,78	0,12	0,00	0,00	0,18	0,09	0,27	0,05	0,07	0,02	0,05	0,04	0,07	0,04	0,40	0,02	0,00	-
Soja	3,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Alhos	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cebola	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00
Legumes	0,1	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Tomates	0,12	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Semente de cacau	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Damasco	18,92	0,10	0,07	0,00	0,04	0,00	0,13	0,08	0,06	0,00	0,05	0,03	-	0,00	0,00	0,06	0,00	-
Tâmara	7,18	0,07	0,00	0,00	0,46	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	-
Figo	2,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uvas	0,36	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Manga	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pêra	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ameixas	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Cinórrodo (Rose Hips)	50	0,03	0,02	0,02	0,08	-	0,05	0,04	-	-	-	-	0,11	0,04	0,20	0,24	0,02	0,13
Suco de maçã	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-

Suco de Uva	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Suco de manga	0,5	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-	
Suco de laranja	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Chás	1,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	
Vinhos	27,08	0,38	0,73	0,08	0,51	0,24	1,63	3,50	2,69	0,21	1,26	2,48	0,25	0,02	0,02	2,68	0,02	1,19	
Mel	0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Açúcares	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Leites e derivados	0,0025	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Carnes e derivado	0,1	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	
Temperos e condimentos	68,4	0,12	0,08	0,09	0,41	0,20	0,11	0,07	0,08	0,10	0,12	0,43	0,18	0,13	0,38	0,14	0,04	0,10	
Total Ingestão µg/pessoa		60,3	55,1	22,2	54,4	40,6	72,9	47,9	48,5	38,1	49,0	44,7	36,4	30,4	31,6	50,5	14,8	29,6	
Total ingestão µg/Kg pc por dia		1,01	0,92	0,37	0,91	0,68	1,22	0,80	0,81	0,69	0,82	0,74	0,61	0,51	0,53	0,84	0,25	0,49	
% PMTDI (0,1 µg/Kg pc por dia)		1006	1006	369	907	676	1215	799	809	692	817	744	607	506	526	842	246	493	

* Somente os grupos que possui dados de consumo no banco de dados GEMS/Food.

** Média de todas as amostras analisadas.

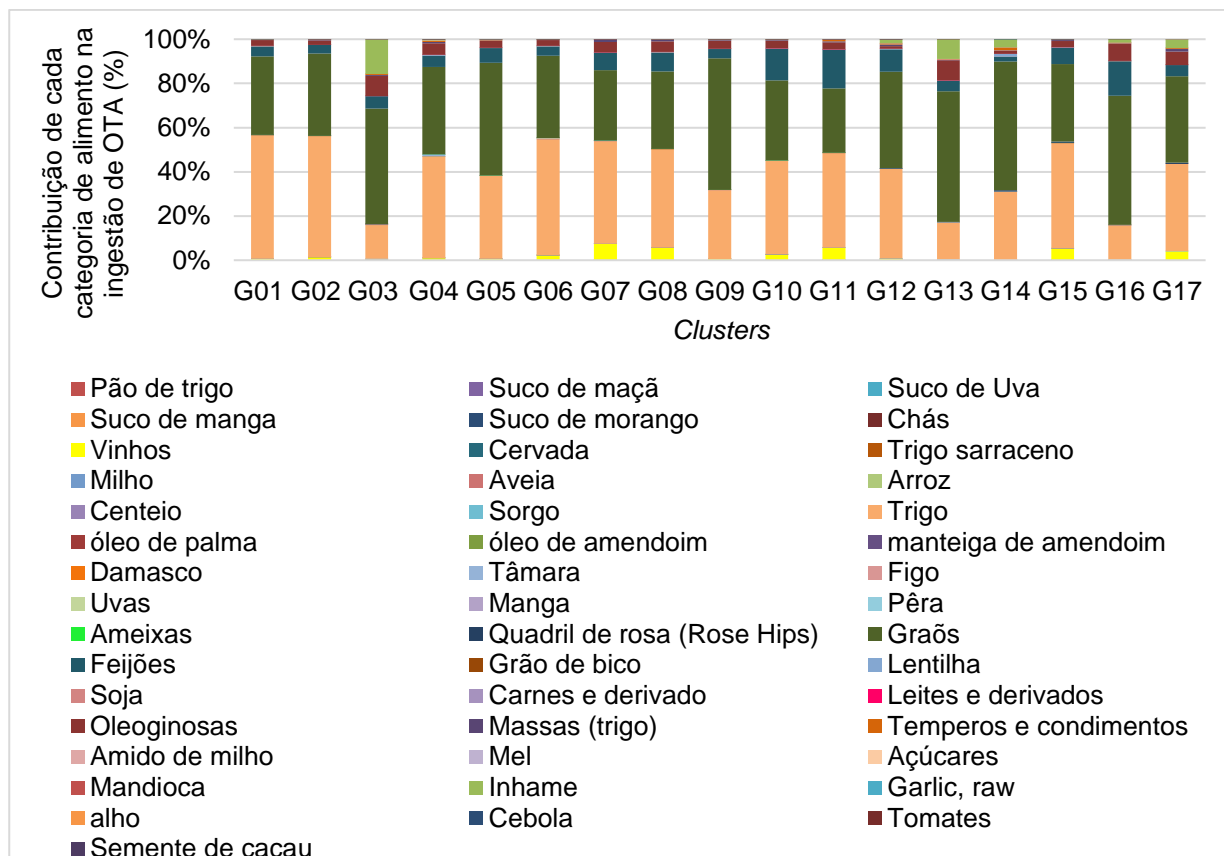


Figura 6 - Impacto de cada categoria de alimentos na ingestão total de ocratoxina A para cada grupo.

9.3 Ocorrência e avaliação da exposição a micotoxina fumonisinas totais

Para as fumonisinas (FB1, FB2 e FB3) foram encontradas 8765 amostras, sendo 22% positivas, e 48,7% dos laboratórios que geraram essas análises, possuíam algum controle de qualidade. A maior incidência foi encontrada no grupo de suplementos alimentares (44%), porém os grãos foram os alimentos que apresentaram o maior nível de contaminação (11310 µg/kg), no qual o maior nível de contaminação foi encontrado no subgrupo de grãos de milho (tabela 6). Estudos mostram que realmente as fumonisinas são encontradas prevalentemente no milho, e percebe-se que a legislação traz LM para milhos e produtos derivados.

Segundo o estudo de Hove et al. (2016) sobre a ocorrência e avaliação de risco da exposição de milho, relata que dentre as micotoxinas analisadas as fumonisinas são as que apresentam maior predominância. Apesar do estudo ter sido somente com milhos produzido em Zimbábue (país da África), ele mostra que as práticas de colheita influenciam na contaminação, como o manuseio dos resíduos da colheita anterior, o

tempo necessário para remover o milho colhido e a maneira que o milho é transportado para as áreas de armazenamento.

Tabela 6 - Ocorrência de Fumonisinhas nos grupos avaliados.

Grupos	N° positivas/N° analisadas (%)	*Média positivas (faixa) µg/kg	**Média total µg/kg
Açúcares	0/19 (0%)	0	0,0
Alimentos infantis	14/506 (3%)	50,0 (10,5 - 100)	1,4
Alimentos para fins especiais	0/38 (0%)	0	0,0
Amido	1/50 (2%)	120,0 (120 - 120)	2,4
Bebidas	6/353 (2%)	34,0 (3,6 - 91)	0,6
Cafés	0/5 (0%)	0	0,0
Carnes e Derivados	0/3 (0%)	0	0,0
Confeitaria e panificados	133/759 (18%)	188,2 (7 - 1261)	33,0
Derivados de Cereais	931/3854 (24%)	230,3 (5 - 6738,8)	55,6
Frutas	8/90 (9%)	83,3 (44,2 - 177)	7,4
Grãos	755/2391 (32%)	612,7 (0,93 - 11310)	193,5
Leguminosas	0/32 (0%)	0	0,0
Massas	21/173 (12%)	291,8 (66 - 840)	35,4
Oleaginosas	0/118 (0%)	0	0,0
Snack food	58/290 (20%)	127,5 (33 - 640)	25,5
Sobremesas	0/2 (0%)	0	0,0
Suplementos alimentar	18/41 (44%)	110,7 (12 - 578,5)	48,6
Temperos e condimentos	0/17 (0%)	0	0,0
Tubérculos	0/3 (0%)	0	0,0
Vegetais	0/20 (0%)	0	0,0
Outros	0/1 (0%)	0	0,0
Total Geral	1945/8765 (22%)	369,8 (0,93 - 11310)	82,1

* Média das amostras que tiveram resultado de contaminação acima de 0.

** Média de todas as amostras analisadas.

Dos países que tiveram amostras analisadas, os que apresentaram maior incidência de Fumonisinhas totais foram Alemanha, seguida da Polônia e Luxemburgo (figura 7). Para a Alemanha, das 41 amostras que tiveram registro de análise, somente 1 foi importada. Para a Polônia, das 49 amostras somente 1 foi importada enquanto para Luxemburgo nenhuma das 59 amostras tiveram registro de análise foram importadas.

Para o grupo de suplemento alimentar, as informações encontradas são que das 41 amostras que tiveram registro de análise, 1 amostra foi analisada na República Checa e as outras 40 foram analisadas pela União Europeia. Já no grupo de grãos, a incidência se mostrou maior nas amostras analisadas na Polônia (75%).

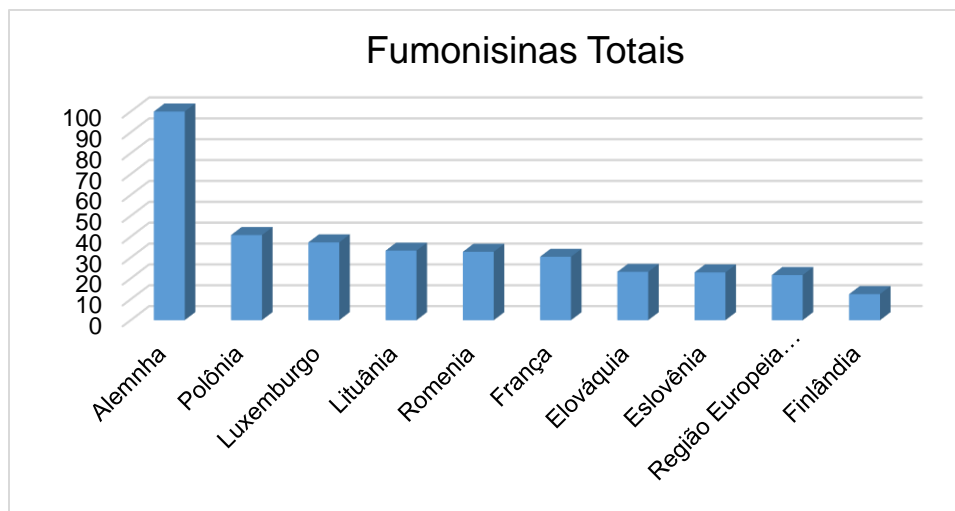


Figura 7 - Países com maior incidência de Fumonisinhas totais (≥ 10).

Em fumonisinhas totais o grupo com a exposição mais alta foi G06 (2,13 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pc por dia), com a ingestão maior em grãos, assim como foi para as outras micotoxinas (tabela 7). Grãos foi também o grupo que apresentou o nível de contaminação de fumonisinhas total maior. No entanto, o grupo que apresentou maior incidência, o de suplementos alimentares, não foi incluso, pois está entre os grupos nos quais não foi encontrado dados de consumo no banco de dados, ou seja, as estimativas da exposição poderão estar superestimadas.

Comparando os resultados encontrados com PMTDI constatou-se que há possível risco a saúde para o *cluster* G06, e para os demais apesar da exposição ser alta, não há risco a saúde previsto. Na figura 8 pode-se observar que a categoria que mais contribui para a ingestão total em todos os grupos foram os grãos e os derivados de milho

Ainda assim, os resultados encontrados está dentro do que literatura relata, mostrando exposição nos milhos e seus derivados. Considerando que o milho é um alimento que além de fazer parte da base da alimentação humana é mais barato, torna-se uma questão importante, sendo imprescindível mais estudos para que haja um melhor monitoramento e se necessárias medidas para assegurar mais a saúde.

Tabela 7 - Ingestão de Fumonisinhas Totais através de alimentos para os 17 grupos do GEMS/Food.

*Grupos	**Média µg/Kg	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17
Grãos	193,47	93,7 2	89,8 9	50,7 6	94,1 8	90,8 6	118,8 0	66,8 7	74,7 1	99,51	77,9 1	57,1 3	69,6 4	78,7 5	80,6 8	77,9 3	37,7 8	50,9 3
Trigo																		
Sarraceno	53,33	-	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,02	-	-	0,00	0,15	0,00	0,00	-
Milho	74,43	2,14	3,27	8,02	3,22	4,43	5,46	1,31	1,91	1,90	1,88	0,41	4,78	8,64	0,78	2,80	5,12	2,56
Aveia	1,73	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Centeio	0,54	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Trigo	8,15	3,11	2,78	0,31	2,30	1,41	3,54	2,05	1,99	1,10	1,92	1,76	1,36	0,47	0,90	2,22	0,21	1,08
Amido de milho	2,4	0,00	-	0,00	0,01	0,00	0,00	-	-	0,00	0,02	-	-	0,00	0,00	-	-	-
Massa (trigo)	21,34	0,02	0,05	0,03	0,09	0,01	0,04	0,14	0,11	0,05	0,04	0,06	0,09	0,01	0,01	0,06	0,01	0,11
Pão (trigo)	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Chás	4,55	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
Figo	16,67	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,07	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	-	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Total Ingestão µg/pessoa		99,0 2	96,0 6	59,1 3	99,8 2	96,7 3	127,9 2	70,4 3	78,8 2	102,5 7	81,8 2	59,4 0	75,8 9	87,8 8	82,5 5	83,0 6	43,1 3	54,6 9
Total ingestão µg/Kg pc por dia		1,65	1,60	0,99	1,66	1,61	2,13	1,17	1,31	1,86	1,36	0,99	1,26	1,46	1,38	1,38	0,72	0,91

% PMTDI (2 µg/Kg pc por dia)																	
	83	80	49	83	81	107	59	66	93	68	50	63	73	69	69	36	46

* Somente os grupos que possui dados de consumo no banco de dados GEMS/Food.

** Média de todas as amostras analisadas.

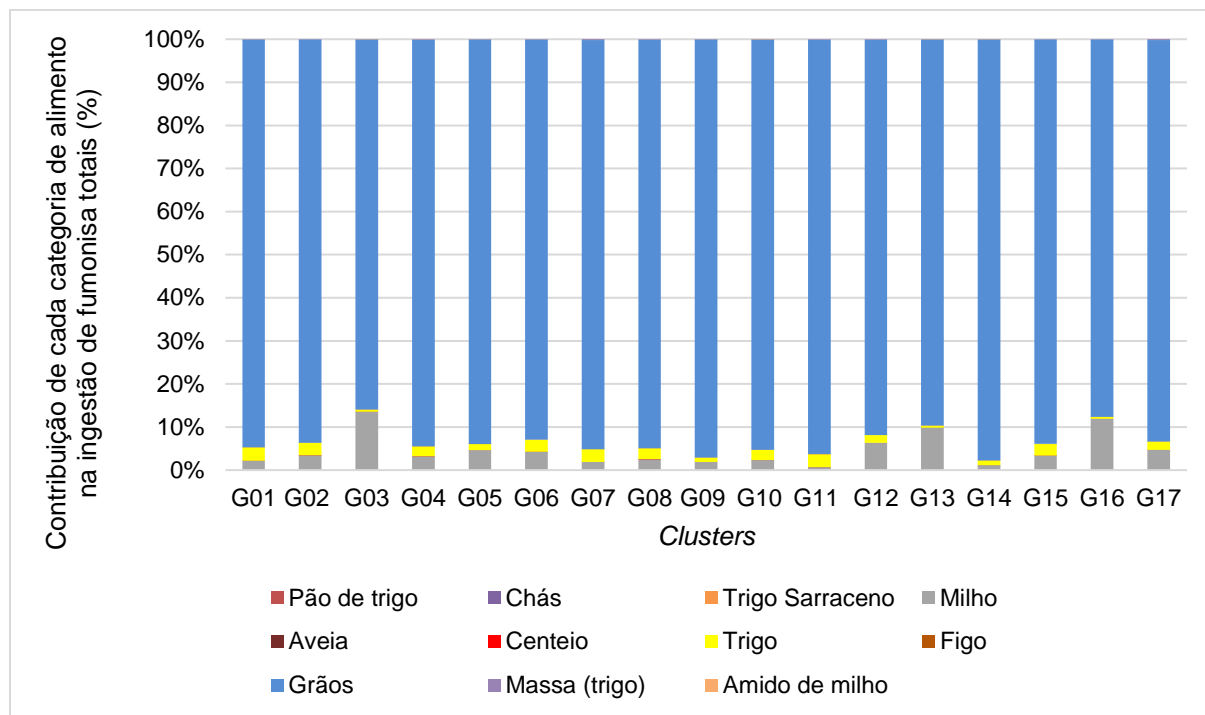


Figura 8 - Impacto de cada categoria de alimentos na ingestão total de fumonisinas totais para cada grupo.

9.4 Ocorrência e avaliação da exposição a micotoxina deoxinivalenol

Quanto a DON foram analisadas no total 52118 amostras, dos quais 32,97% apresentaram resultados positivos. Tanto a maior incidência quanto o maior nível de contaminação apresentaram-se no grupo de massas (tabela 8). Além disso, 99,3% dos laboratórios que geraram as análises possuíam algum tipo de controle de qualidade. Resultado compreensível levando em consideração que estudos mostram que o DON é encontrado geralmente em cereais, e esses cereais são as principais matérias primas para produção dessas massas.

Tabela 8 - Ocorrência de Deoxinivalenol dos grupos avaliados.

Grupos	N° positivas/N° analisadas (%)	*Média positivas (faixa) µg/kg	**Média total µg/kg
Açúcares	1/64 (1,5%)	64,0 (64 - 64)	1,0
Alimentos Compostos	26/179 (15%)	45,7 (1,7 - 331)	21,8
Alimentos infantis	109/863 (13%)	1445,3 (3,5 - 50000)	187,7
Alimentos para fins especiais	29/454 (6%)	127,8 (12,8 - 669)	11,4
Amido	2/48 (4%)	355,0 (150 - 560)	14,8
Bebidas	67/530 (13%)	782,0 (1,26 - 50000)	99,5

Cafés	0/7 (0%)	0	0,0
Carnes e Derivados	4/197 (2%)	21,0 (13 - 35)	2,5
Confeitaria e panificados	2307/6584 (35%)	181,2 (0,44 - 50000)	76,5
Derivados de Cereais	10564/31164 (34%)	258,2 (0,04 - 77000)	96,4
Fruits	1/59 (1,6%)	96,2 (96,16 - 96)	1,7
Grãos	2516/7562 (33%)	1372,2 (0,1 - 450000)	474,8
Leguminosas	3/124 (2%)	424,6 (1,5 - 948)	10,3
Massas	1155/2697 (43%)	3385,3 (6,3 - 550000)	1462,3
Oleoginosas	220/2564 (9%)	24,8 (0,12 - 636)	2,1
Óleos e gorduras	0/38 (0%)	0	0,0
Snack food	166/479 (35%)	115,2 (1,1 - 1213)	65,8
Sobremesas	0/21 (0%)	0	1,7
Suplementos Alimentar	5/21 (24%)	545,0 (252 - 1018)	137,2
Temperos e condimentos	4/55 (7%)	152,9 (44 - 400)	21,1
Tubérculosas	0/1 (0%)	0	0,0
Vegetais	0/29 (0%)	0	2,2
Outros	3/12 (25%)	671,0 (242 - 1024)	167,8
Total Geral	17182/53752 (32%)	625,9 (0,04 - 550000)	210,4

* Média das amostras que tiveram resultado de contaminação acima de 0.

** Média de todas as amostras analisadas.

Em Deoxinivalenol, dos países que tiveram registros de amostras analisadas, a maior incidência de amostras positivas foram Suécia, Finlândia e Malta (figura 9). Das 205 amostras analisadas na Suécia, somente 3 amostras foram importadas, já da Finlândia, das 521 amostras 146 eram importados, e de Malta nenhuma das 43 amostras analisadas eram importadas. O país que apresentou com maior incidência de Deoxinivalenol no grupo de massa foi Finlândia.

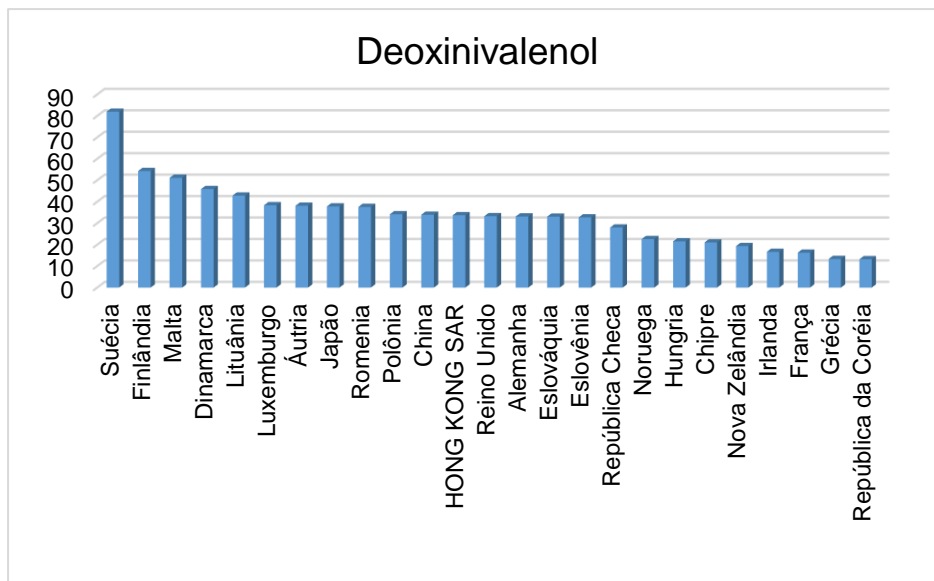


Figura 9 - Países com maior incidência de Deoxinivalenol (≥ 10).

Para DON a exposição mais alta foi encontrada no grupo G06 (5,83 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pc por dia) novamente, como mostra a tabela 9, com um alto consumo de grãos. Porém, a maior incidência e o maior nível de contaminação foram encontrados no grupo de massas, e nem todos foram incluídos na ingestão por não se encaixar nos grupos que possui dados de consumo, o que poderia conceder resultados diferentes. Comparando a ingestão com o parâmetro de PMTDI todos os grupos ultrapassaram o limite, apresentando então possível risco a saúde, causados pela exposição crônica. Além disso, comparando com a exposição aguda ARfD, no qual somente DON possui, nenhum grupo ultrapassou o limite estabelecido.

A categoria que mais contribuiu para todos os grupos foi grãos (figura10), o que está de acordo com os estudos do JECFA (2011) que relata que o DON é um contaminante comum em cereais, principalmente nos crus, em vários países.

Tabela 9 - Ingestão de deoxinivalenol através de alimentos para os 17 grupos do GEMS/Food.

*Grupo	**Mé dia µg/kg	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17
Grãos	474,8	230,0 1	220,6 1	124,5 7	231,1 4	222,9 8	291,5 5	164,1 1	183,3 5	244,2 1	191,2 2	140,2 1	170,9 2	193,2 7	198,0 1	191,2 5	92,73	125,0 0
Cevada	15,29	0,12	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Trigo Sarraceno	13,48	-	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	-	-	0,00	0,04	0,00	0,00	-
Milho	62,26	1,79	2,74	6,71	2,70	3,71	4,57	1,10	1,60	1,59	1,57	0,34	4,00	7,23	0,65	2,34	4,28	2,14
Milhete	40,88	0,06	0,09	0,21	0,04	0,66	0,00	0,00	0,01	0,07	0,03	-	-	2,45	0,03	-	1,19	-
Aveia	92,53	0,00	0,65	0,01	0,16	0,09	0,00	0,69	0,58	0,01	0,45	0,29	0,28	0,03	0,01	0,26	0,01	-
Arroz	13,01	0,02	0,02	0,40	0,07	0,01	0,03	0,05	0,03	0,02	0,01	0,00	0,07	0,18	0,05	0,03	0,00	0,12
Centeio	52,85	0,01	1,02	0,01	0,01	0,00	0,11	0,17	1,87	0,01	0,34	0,08	-	0,00	0,00	0,74	0,00	0,05
Sorgo	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	-	0,00	0,02	0,00	-	0,01	-
Trigo	114,0 7	43,48	38,96	4,37	32,15	19,69	49,51	28,75	27,90	15,33	26,82	24,68	19,09	6,52	12,60	31,09	2,94	15,06
Pão (trigo)	50,38	0,01	0,03	0,01	0,02	0,07	0,01	0,07	0,02	0,00	0,01	0,12	0,04	0,02	0,02	0,08	0,01	0,00
Amido de milho	0,1	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	-	-	-
Massas (trigo)	1521, 1	1,10	3,35	1,86	6,07	0,81	2,53	10,21	7,58	3,22	2,89	4,40	6,27	0,79	0,96	4,55	0,40	7,88
Oleaginosas	2,12	0,17	0,12	0,20	0,29	0,13	0,19	0,23	0,24	0,14	0,17	0,14	0,04	0,28	0,05	0,15	0,12	0,18
Feijões	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Lentilha	39,52	0,08	0,00	0,00	0,13	0,06	0,19	0,04	0,05	0,02	0,04	0,03	0,05	0,03	0,29	0,01	0,00	-																
Soja	7,71	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,07	0,06	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00																
Vegetais	65	0,50	0,10	0,03	0,19	0,33	0,84	1,18	0,58	0,47	0,65	1,51	0,01	0,04	0,21	0,67	0,00	-																
Temperos e condimentos	21,12	0,04	0,02	0,03	0,13	0,06	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,13	0,06	0,04	0,12	0,04	0,01	0,03																
Carnes e derivados	2,53	0,08	0,18	0,05	0,12	0,08	0,09	0,35	0,38	0,20	0,28	0,30	0,13	0,07	0,13	0,31	0,06	0,18																
Total Ingestão ug/pessoa	277,4	267,9	138,4	273,2	248,7	349,6	206,9	224,2	265,4	224,6	172,2	201,0	211,0	213,1	231,5	101,7	150,6	7	2	7	3	2	7	9	3	0	3	7	0	0	6	4	9	5
Total ingestão µg/Kg pc por dia	4,62	4,47	2,31	4,55	4,15	5,83	3,45	3,74	4,83	3,74	2,87	3,35	3,52	3,55	3,86	1,70	2,51																	
% PMTDI (1 µg/Kg pc por dia)	462	447	231	455	415	583	345	374	483	374	287	335	352	355	386	170	251																	

* Somente os grupos que possui dados de consumo no banco de dados GEMS/Food.

** Média de todas as amostras analisadas.

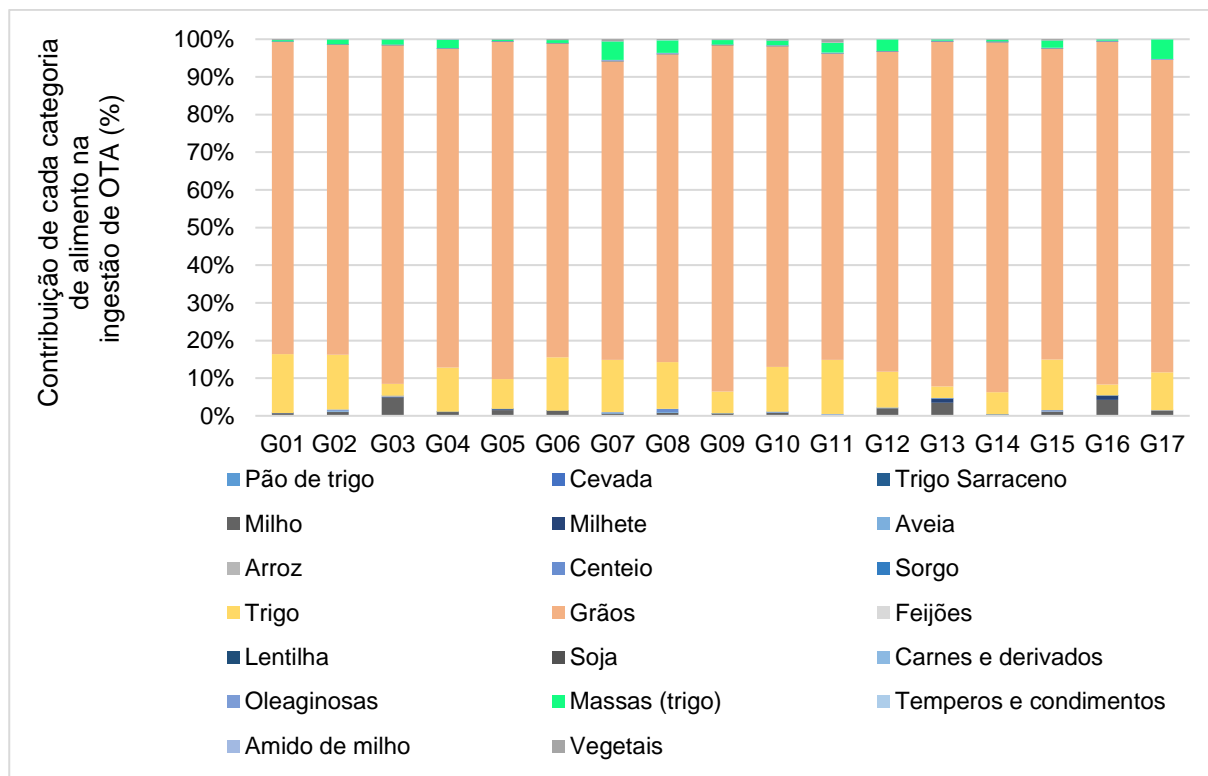


Figura 10 - Impacto de cada categoria de alimentos na ingestão total de deoxinivalenol para cada grupo.

Devido aos grupos que tiveram dados de consumo no banco de dados e os que se encaixaram em categorias mais abrangentes, os resultados podem estar superestimados, pois esses alimentos pode afetar nos cálculos. Dentre os grupos que não foi utilizado sua ocorrência para a avaliação do risco da exposição estão: suplementos alimentares, alimentos compostos (arroz com feijão, pizzas, sanduiches, etc.), *snacks food* (salgadinhos, batata frita, chips, etc.), alimentos para fins especiais, alimentos infantis, etc. Entretanto, os resultados obtidos puderam mostrar que as maiores ingestões foram nos grupos de cereais (grãos e derivados de cereais), nos quais não foram o grupo de maior incidência para todas as micotoxinas, mas foram o que tiveram nível de contaminação maior e possui maior consumo.

É possível observar que mesmo retirando os dados do grupo de grãos, no qual pode ter influenciado nos resultados devido ser um grupo bastante abrangente e possuir um alto consumo, os grupos que mais contribuíram para a exposição continuam sendo derivados de cereais.

A exposição maior foi predominante no grupo G06, mostrando esse resultado para as todas as micotoxinas avaliadas. Os países que compõe o grupo G06 são:

Armênia, Cuba, Egito, Grécia, Irã (Republic Islâmica do Irã), Líbano e Peru. Além disso, é importante saber o *cluster* no qual o Brasil faz parte é G05, que é composto também pelos seguintes países: Argentina, Bolívia, Estado estatutário, Cabo Verde, Chile, Colômbia, Costa Rica, Djibuti, República Dominicana, Equador, El.Salvador, Guatemala, Guiana, Honduras, Índia, Malásia, Maldivas, Maurícia, México, Nova Caledônia, Nicarágua, Panamá, Peru, Seychelles, África do Sul, Suriname, Tajiquistão, Antiga República Jugoslava da Macedônia, Trinidad e Tobago e Venezuela República Bolivariana.

CONCLUSÃO

Embora produtos como óleos e gorduras, temperos e condimentos e suplementos alimentares tenham apresentado os maiores índices de prevalência das micotoxinas avaliadas, os cereais e seus produtos foram os produtos com os maiores níveis de contaminação. Considerando que cereais como arroz, milho e trigo são a base da alimentação humana no mundo todo, qualquer nível de contaminação nestes produtos impacta na exposição.

Os resultados obtidos a partir do banco de dados GEMS/Food, mostraram possível risco à saúde para população pela exposição à OTA, fumonisinas totais e DON. Ainda, foi possível ver que o grupo dos grãos foi o que mais contribuiu para a exposição em todas as micotoxinas. Entretanto, devido a falta dos dados de consumo para os demais grupos, é interessante para pesquisas futuras realizar uma avaliação sem o grupo dos grãos, focando nos demais grupos para compreender melhor a contribuição desses grupos na exposição. Além disso, é importante avaliar a influência dos grupos que não possuem dados de consumo, mas que tiveram registro de contaminação.

Portanto, a avaliação do risco da exposição dessas micotoxinas devem ser continuamente estudadas. É importante ressaltar que as ocorrências foram para os alimentos que tiveram registro no banco de dados GEMS/Food, podendo então ter mais alimentos nos quais foram contaminados, mas não registrados.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, P. D. **Micotoxinas em cereais e seus produtos: desenvolvimento de método analítico e avaliação do risco da exposição na dieta**, 2016. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **EXPOSIÇÃO HUMANA AO DEOXINIVALENOL (DON) PELA DIETA NO BRASIL**, Brasília, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 7, de 18 de fevereiro de 2011 da ANVISA. Aprova o Regulamento Técnico Sobre Limites Máximos Tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial da União – D.O.U.**, de 22 de fevereiro de 2011.

CAST. Council for Agricultural Science and Technology . **Mycotoxins: Risks in Plant, Animal, and Human Systems**. Ames, Iowa - USA: Council for Agricultural Science and Technology, n.139, p. 199, 2003.

DING, X.; LICHTI, K.; STAUDINGER, J. L. The mycoestrogen zearalenone induces CYP3A through activation of the pregnane X receptor. **Toxicological Sciences**, v. 91, n. 2, p. 448–455, jun. 2006.

GELINEAU-VAN WAES, J. et al. Maternal fumonisin exposure as a risk factor for neural tube defects. **Advances in food and nutrition research**, v. 56, p. 145–81, 2009. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19389609>>. Acesso em: 29 set. 2019.

HOVE, M. et al. Occurrence and risk assessment of mycotoxins in subsistence farmed maize from Zimbabwe. **Food Control**, 2016.

IPCS. IPCS Environmental Health Criteria 240, Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food. Chapter 2 Risk Assessment And Its Role In Risk Analysis. p. 16, 2009. Disponível em: <<http://www.who.int/foodsafety/publications/chemical-food/en/>>. Acesso em: 23 out. 2019.

JARDIM, A. N. O.; CALDAS, E. D. exposição humana a substâncias químicas potencialmente tóxicas na dieta e os riscos para saúde. **Quim. Nova**, v. 32, n. 7, 2009.

JECFA. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives - Evaluation of certain food contaminants: sixty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: **WHO technical report series**; n. 930, 2006.

JECFA. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives - Evaluation of certain food additives and contaminants: fifty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva, Switzerland: **WHO technical report series**.; n. 896, 2000..

JECFA. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives - Evaluation of certain mycotoxins in food : fifty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: **WHO technical report series**; n. 906, 2002..

JECFA. **Evaluation of certain contaminants in food**. . [S.l: s.n.], 2017. Disponível em: <<http://www.who.int/bookorders>>. Acesso em: 2 dez. 2019.

JECFA. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives - Evaluation of certain contaminants in food: seventy-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: **WHO technical report series**; n.959, 2011..

JECFA. Joint FAO/WHO expert committee on food additives - evaluation of certain food additives and contaminants: forty-ninth report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives. Geneva: **WHO technical report series**; n. 884, 1999..

KOSTIĆ, A. et al. Mycotoxins and mycotoxin producing fungi in pollen: Review. *Toxins*: **MDPI AG**. , 1 jan. 2019

MISSMER, S. A. et al. Exposure to fumonisins and the occurrence of neutral tube defects along the Texas-Mexico border. **Environmental Health Perspectives**, v. 114, n. 2, p. 237–241, fev. 2006.

PITT, J. I. et al. Improving Public Health through Mycotoxin Control. **World Health**, 2012.

PITT, J. I.; TANIWAKI, M. H.; COLE, M. B. Mycotoxin production in major crops as influenced by growing, harvesting, storage and processing, with emphasis on the achievement of Food Safety Objectives. **Food Control**, v. 32, n. 1, p. 205–215, 2013..

RHEEDER, J. P.; MARASAS, W. F. O.; VISMER, H. F. Production of Fumonisin Analogs by *Fusarium* Species. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 68, n. 5, p. 2101, 2002.

SHERIF, S. O.; SALAMA, E. E.; ABDEL-WAHHAB, M. A. Mycotoxins and child health: The need for health risk assessment. **International JI of Hygiene and Environ Health**, v. 212, p. 347–368, 2009. Disponível em: <www.elsevier.de/ijheh>. Acesso em: 29 set. 2019.

ANEXO A – DADOS DE CONSUMO GEMS/FOOD

Tabela 10 - Dados de consumo obtidos nas dietas GEMS / Food para todos Cluster (g / pessoa / dia).

Grupos	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17
Grãos	484, 43	464, 63	262, 36	486, 81	469, 62	614, 04	345, 63	386, 16	514, 33	402, 72	295, 30	359, 97	407, 04	417, 04	402, 79	195, 30	263, 26
Cevada	7,91	0,64	0,15	0,18	1,21	0,41	0,82	0,21	0,09	1,53	1,58	0,63	0,09	0,01	0,80	0,01	0,11
Milho	28,7 2	43,9 3	107, 77	43,3 0	59,5 2	73,4 0	17,6 1	25,7 1	25,5 8	25,2 9	5,49	64,2 1	116, 10	10,4 4	37,6 5	68,8 2	34,4 4
Milhete	1,46	2,32	5,10	0,89	16,1 7	0,01	0,03	0,16	1,75	0,69	NC	NC	60,0 2	0,78	NC	29,1 9	NC
Aveia	0,05	7,05	0,10	1,71	0,96	0,04	7,50	6,26	0,15	4,87	3,16	2,98	0,37	0,07	2,79	0,10	NC
Arroz	1,23	1,58	31,0 5	5,43	0,54	2,18	3,70	2,11	1,34	1,12	0,29	5,11	13,5 7	3,64	2,17	0,01	8,84
Centeio	0,13	19,3 8	0,10	0,12	0,03	2,15	3,21	35,3 8	0,21	6,50	1,49	NC	0,03	0,01	13,9 5	0,01	0,88
Sorgo	4,34	0,01	12,9 1	15,8 2	10,9 7	2,92	NC	NC	1,44	1,15	NC	7,12	84,4 3	2,02	NC	22,0 2	NC
Trigo	381, 15	341, 54	38,3 4	281, 87	172, 65	434, 06	252, 06	244, 62	134, 41	235, 10	216, 33	167, 34	57,1 5	110, 46	272, 58	25,8 1	132, 04
Amido de milho	0,08	NC	0,01	2,29	0,08	0,11	NC	NC	0,19	7,13	NC	NC	0,02	0,01	NC	NC	NC
Pão (trigo)	0,25	0,63	0,12	0,43	1,39	0,22	1,30	0,46	0,06	0,22	2,44	0,77	0,43	0,41	1,56	0,11	0,07
Massas (trigo)	0,72	2,20	1,22	3,99	0,53	1,66	6,71	4,98	2,12	1,90	2,89	4,12	0,52	0,63	2,99	0,26	5,18
Mandioca	NC	NC	302, 56	0,68	10,7 7	3,28	NC	NC	16,6 1	NC	NC	9,62	37,0 1	33,4 6	NC	203, 38	45,4 8
Inhame	0,02	NC	90,4 0	6,45	0,74	0,65	NC	NC	0,03	0,71	NC	17,5 7	70,9 3	30,6 2	0,07	5,65	30,8 5
Óleo de milho	0,96	0,85	0,29	5,42	0,42	2,10	0,90	0,47	0,15	3,01	1,86	0,36	0,33	0,07	0,81	0,01	NC

Óleo de soja	12,9 9	10,4 3	3,63	13,1 0	10,7 0	13,1 0	19,0 6	21,0 6	5,94	33,7 8	40,0 5	13,3 9	2,32	2,54	18,7 0	2,51	6,29
Óleo de girassol	2,97	14,4 2	0,43	3,46	2,20	5,53	9,50	11,3 7	0,49	5,15	2,63	2,80	0,37	0,09	12,9 8	4,01	0,20
Óleo de palma	5,34	0,20	9,82	14,9 1	4,48	3,28	2,24	0,25	4,52	1,21	2,64	0,25	6,72	1,32	0,55	4,23	5,25
Óleo de amendoim	0,36	0,01	2,57	0,07	2,29	0,36	1,02	0,23	1,81	0,42	5,23	0,01	5,02	0,05	0,17	0,29	NC
Manteiga de amendoim	0,01	0,01	0,01	0,19	0,01	0,01	0,07	0,04	0,01	0,03	0,15	0,75	0,01	0,03	0,05	NC	NC
Oleaginosas	78,7 9	54,5 7	96,0 8	137, 03	60,4 9	88,5 6	108, 59	112, 13	64,0 9	81,5 3	66,0 9	20,0 2	130, 71	22,0 7	69,3 3	55,2 2	84,3 1
Feijões	78,2 0	60,6 8	35,8 9	80,3 4	75,9 0	87,6 2	107, 87	119, 29	45,9 1	201, 31	224, 04	104, 90	41,9 3	19,4 2	108, 31	66,1 8	42,4 7
Grão-de-bico	5,34	0,13	0,01	4,69	7,24	5,52	0,27	1,33	0,32	0,15	0,08	0,04	1,09	1,56	0,33	0,18	0,47
Lentilha	2,12	0,01	0,03	3,21	1,60	4,90	0,95	1,18	0,40	0,96	0,71	1,28	0,67	7,26	0,37	0,08	NC
Soja	0,63	1,09	0,40	1,40	1,68	0,48	0,47	0,77	9,12	8,05	0,04	6,06	2,89	0,21	0,48	3,16	0,26
Temperos e Condimentos	1,75	1,10	1,33	5,98	2,95	1,55	1,07	1,20	1,44	1,74	6,31	2,61	1,85	5,61	1,99	0,54	1,46
Alho	2,29	5,78	0,11	3,69	1,65	3,91	0,98	1,49	12,8 8	3,74	2,05	1,14	0,82	2,06	3,79	0,03	0,29
Cebola	2,45	1,49	1,02	2,60	0,60	2,03	1,55	0,74	1,05	3,74	0,94	6,45	1,43	0,05	0,20	NC	6,30
Tomates	51,7 5	81,8 0	16,9 9	102, 02	26,3 2	214, 77	64,7 4	68,3 1	36,0 5	82,0 9	54,5 0	11,6 9	15,5 0	5,78	71,5 2	2,00	12,5 0
Beterraba	3,42	6,06	3,75	9,11	NC	4,39	9,91	6,34	NC	9,65	19,1 1	6,47	5,86	4,23	9,46	3,96	7,91
Legumes	53,1 4	86,2 1	6,28	92,7 6	15,6 4	155, 30	27,8 1	41,9 3	123, 30	49,4 7	15,9 5	35,9 9	5,96	9,74	51,8 2	13,6 1	0,05

Vegetais	7,73	1,53	0,51	2,95	5,08	12,8 6	18,2 1	8,91	7,22	10,0 4	23,2 2	0,17	0,58	3,16	10,3 8	0,04	NC
Semente de cacau	0,72	4,20	0,60	4,21	0,42	0,78	7,54	5,59	0,29	4,14	1,27	5,29	0,11	0,89	6,28	0,17	2,31
Damasco	5,15	3,66	0,03	2,25	0,17	6,80	4,27	3,31	0,06	2,86	1,71	NC	0,01	0,01	3,29	0,01	NC
Tâmara	9,94	0,30	0,02	64,5 4	0,40	20,4 6	0,52	0,30	0,22	0,20	0,32	0,01	2,20	0,62	0,18	0,01	NC
Figo	1,71	0,71	0,01	0,62	0,13	4,00	0,88	0,82	0,02	0,48	0,54	NC	0,01	0,01	1,13	0,01	0,02
Uvas	15,1 5	11,3 8	0,05	22,1 8	4,19	63,0 7	19,3 7	17,6 2	5,33	15,2 4	22,4 0	2,51	0,16	0,92	19,7 3	0,02	0,40
Manga	10,3 8	0,01	7,24	6,85	19,5 3	4,52	1,80	0,63	9,73	1,07	3,52	16,4 4	12,2 5	6,74	0,76	0,01	20,1 2
Pêra	2,16	6,24	0,05	4,07	1,16	5,34	8,79	8,44	12,3 7	9,60	10,2 7	0,23	0,07	0,14	9,45	0,01	0,14
Ameixas	2,67	8,77	0,07	3,03	0,70	4,34	5,55	4,37	6,08	3,66	3,93	0,46	0,07	0,02	16,6 5	0,01	NC
Cinórrodo (Rose hips)	0,51	0,31	0,39	1,62	NC	0,99	0,76	NC	NC	NC	NC	2,15	0,82	4,05	4,87	0,43	2,66
Suco de maçã	0,32	3,07	0,07	5,00	0,29	5,57	14,8 8	11,9 8	0,15	9,98	30,3 2	3,47	0,03	0,10	7,19	0,03	NC
Suco de Uva	0,14	0,29	0,05	0,30	0,24	0,05	0,56	1,96	0,02	2,24	2,27	0,34	0,01	0,01	0,41	0,01	NC
Suco de manga	0,04	0,01	NC	0,01	0,18	0,16	NC	NC	0,06	NC	NC	NC	0,01	0,05	NC	NC	NC
Suco de laranja	1,27	2,20	0,09	11,8 1	0,46	1,69	33,3 1	1,78	0,28	18,9 7	14,0 1	13,3 6	0,08	0,26	12,6 1	0,14	0,33
Chás	2,39	1,99	1,47	2,46	2,31	3,06	3,37	1,75	1,12	1,86	2,30	0,75	1,62	5,25	0,87	0,56	0,88
Vinho	14,1 1	26,8 3	2,85	18,9 5	8,84	60,0 1	129, 34	99,4 6	7,76	46,7 1	91,4 8	9,23	0,58	0,70	98,8 5	0,73	44,1 2
Mel	0,22	2,23	0,43	1,10	0,18	1,41	1,55	2,22	0,31	1,33	1,45	0,38	0,67	0,10	1,38	0,10	3,06

Açúcares	1,30	2,72	0,92	3,26	0,71	0,90	4,87	2,50	0,89	40,0 3	1,05	2,83	0,49	0,63	4,52	0,40	5,87
Leites e Derivados	289, 65	485, 88	26,9 2	239, 03	199, 91	180, 53	388, 92	335, 88	49,1 5	331, 25	468, 56	245, 45	108, 75	70,3 1	436, 11	61,5 5	79,0 9
Carnes e Derivados	31,2 0	72,4 4	20,8 8	47,9 8	33,0 8	36,2 5	140, 03	150, 89	79,3 2	111, 24	120, 30	51,2 7	29,1 8	50,8 9	121, 44	22,5 8	72,1 4

NC = dados de consumo não disponíveis