

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE FARMÁCIA

FRANCINI SASSI

**ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DE FUNGOS E MICOTOXINAS EM BARRAS DE  
CEREAIS E SEUS INGREDIENTES**

Porto Alegre

2015

FRANCINI SASSI

**ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DE FUNGOS EM BARRAS DE CEREAIS E SEUS  
INGREDIENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial para a obtenção do grau  
de Bacharel em Farmácia pela Faculdade de  
Farmácia da Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Milão

Porto Alegre

2015

FRANCINI SASSI

**ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DE FUNGOS EM BARRAS DE CEREAIS E SEUS  
INGREDIENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial para a obtenção do grau  
de Bacharel em Farmácia pela Faculdade de  
Farmácia da Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul.

Aprovado em: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Profa. Dra. Denise Milão

---

Profa. Dr. Flávia Valladão Thiesen

---

Profa. Dr. Vany Elisa Pagnussatti

Porto Alegre

2015

## RESUMO

A preocupação com a saúde e hábitos alimentares saudáveis é crescente. A indústria alimentícia tem investido em diversos produtos, tendo como objetivo suprir a população com alternativas que proporcionem alimentação prática e nutritiva. Nesse contexto, surgiram as barras de cereais: alimentos ricos em fibras, proteínas, carboidratos, sais minerais e vitaminas, que atraem consumidores que buscam qualidade de vida. Geralmente compostas 70% de ingredientes secos e 30% de agentes ligantes, as barras de cereais são feitas de grãos inteiros, usualmente rugosos, o que facilita aderência de microrganismos, especialmente fungos, que podem produzir micotoxinas, conseqüentemente causando danos à saúde dos seres humanos. A partir disso, foi realizada uma revisão bibliográfica cujo objetivo é o de demonstrar a importância do monitoramento da ocorrência de fungos nas matérias primas utilizadas para a fabricação de barras de cereais e nas próprias barras de cereais, com a finalidade de garantir produto totalmente seguro aos consumidores. A presença de fungos indicaria a possibilidade de contaminação por micotoxinas.

**Palavras-chave:** Barras de Cereais. Contaminação fúngica. Micotoxinas. Controle de Qualidade. Pesquisa de Microrganismos.

## ABSTRACT

Concern about health and healthy eating habits is increasing. The food industry has invested in various products, aiming to meet the population's need with alternatives that provide practical and nutritious alimentation. In this context, cereal bars have emerged: foods rich in fiber, protein, carbohydrates, mineral salts and vitamins, attracting consumers who seek quality of life. Generally composed by 70% of dry ingredients and by 30% of binders, cereal bars are made from whole grains, usually rough, which facilitates the gripping of microorganisms, especially fungi, and this can produce mycotoxins that consequently causes damage to human beings' health. From this, it was realized a bibliographic review, whose goal is to demonstrate the importance of monitoring the occurrence of fungi on raw materials used for the cereal bars' manufacture, as well as in the cereal bar itself, in order to ensure completely safe product to consumers. The presence of fungi would indicate the possibility of contamination by mycotoxins.

**Keywords:** Cereal Bars. Fungal contamination. Mycotoxins. Quality control. Microorganisms Research.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Formulação padrão de barras de cereais .....	10
<b>Tabela 2</b> Valores de Atividade de água (Aa) mínima e ótima para crescimento de fungos e produção de micotoxinas .....	21

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>1 BARRAS DE CEREAIS</b> .....	9
1.1 A IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL DAS BARRAS DE CEREAIS .....	9
1.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO DAS BARRAS DE CEREAIS .....	10
1.3 CONTAMINAÇÃO FÚNGICA EM BARRAS DE CEREAIS .....	11
1.3.1 Fungo do gênero <i>Aspergillus sp</i> .....	13
1.3.2 Fungo do gênero <i>Penicillium sp</i> .....	14
1.3.3 Fungo do gênero <i>Fusarium sp</i> .....	14
1.4 MICOTOXINAS .....	15
1.4.1 Aflatoxinas .....	15
1.4.2 Ocratoxina A .....	16
1.4.3 Fumonisina .....	17
1.4.4 Patulina .....	17
1.4.5 Zearalenona (ZEA) .....	18
1.4.6 Desoxinivalenol (DON) .....	18
1.5 LEGISLAÇÃO EXISTENTE PARA O CONTROLE MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS .....	19
1.6 FATORES QUE INFLUENCIAM A PRESENÇA DE FUNGOS EM CEREAIS .....	20
1.6.1 Atividade da água .....	20
1.6.2 Temperatura .....	22
1.6.3 Umidade .....	22
1.6.4 Acidez Graxa .....	22
1.6.5 Determinação Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	23
1.6.6 Condições Sanitárias .....	23
1.6.7 Tempo de armazenamento .....	23
1.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	24
<b>CONCLUSÃO</b> .....	25
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	26

## INTRODUÇÃO

As barras de cereais foram introduzidas no século passado como uma alternativa salutar e de fácil acesso ao consumidor. Com o aumento do interesse por alimentos práticos, nutritivos e seguros, as indústrias de alimentos vêm buscando alternativas saudáveis para atrair o consumidor, sempre visando melhorar a qualidade alimentícia oferecida ao cliente. A ingestão de uma dieta balanceada é a maneira mais eficaz e segura de se evitar, ou até mesmo corrigir os problemas relacionados à saúde da população (GUTKOSKI et al., 2007).

O desenvolvimento de novos produtos, bem como o aproveitamento de resíduos vem sendo explorado cada vez mais pela indústria alimentícia. Além de buscar alimentos nutritivos, práticos e com baixo custo, estes devem conter componentes estratégicos, a ponto de garantir a segurança alimentar. Dessa forma, as barras de cereais surgem como uma estratégia, já que contêm elevado índice de fibras, proteínas e carboidratos, fundamentais para a alimentação humana e com baixo teor calórico (CARVALHO, 2008).

Consumidores mais assíduos desses produtos são, em geral, adultos jovens; em sua maioria mulheres, com idades que variam entre 15 e 25 anos, possuem estilo de vida que contempla hábitos saudáveis, vendo neste tipo de alimento uma forma rápida de repor energia gasta em atividades físicas (STELATO et al., 2010).

Nesse filão de produtos, a indústria incrementa a produção de barras de cereais específicas para atender a um mercado que exige mais vitaminas e minerais para mulheres; formulações próprias para diabéticos (*lights* ou *diets*); e hipercolesterolêmicos, com o objetivo de manter o equilíbrio nutricional (CARVALHO, 2008).

Os cereais, matéria prima essencial na composição das barras, possuem como características propensão à contaminação fúngica. Os fungos, importantes contaminantes de grãos, podem causar alterações indesejáveis, seja na mudança

da estrutura química, ou na aparência do alimento, fazendo com que venham a ser recusados (STELATO et al., 2010).

Os fungos *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.* e *Penicillium sp.* são os principais contaminantes dos grãos, tanto no campo, quanto no armazenamento e produção, assim como possíveis produtores de micotoxinas (PELUQUE, 2014).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a contaminação com micotoxinas em alimentos é um problema mundial. Estima-se que 25 a 30% dos alimentos consumidos mundialmente apresentam contaminação por fungos. Além disso, o prejuízo anual é de aproximadamente 1,4 bilhões de dólares incluídos gastos com a saúde pública (COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2003).

Estudos conduzidos no Brasil têm comprovado que muitos alimentos, rações e ingredientes apresentam níveis de contaminação por micotoxinas muitas vezes superior ao permitido pela legislação brasileira e internacional, conforme será tratado no decorrer deste trabalho. Tal situação, quase que ao natural, pode ser creditada à considerável extensão territorial do país, aliada à grande variação climática, condições que propiciam a facilitação da produção de fungos, dificultando o controle microbiológico em nossos produtos (FREIRE et al., 2015).

O objetivo deste estudo constitui-se em demonstrar a importância da pesquisa de fungos e micotoxinas em barras de cereais e ingredientes, avaliando o tipo de ocorrência de micotoxinas e conseqüentemente os agravos à saúde uma vez que muitos dos componentes utilizados na produção desses alimentos podem apresentar níveis de contaminação microbiológica.

Partindo dessa premissa e com o objetivo de também demonstrar quanto à importância de desenvolver legislação específica para o controle de qualidade das barras de cereais, o presente trabalho está centrado numa revisão bibliográfica relacionada ao conhecimento científico das implicações relativas às micotoxinas na saúde humana e os fatores econômicos, dentre eles interesses comerciais e de segurança alimentar, que também têm impacto para estabelecer limites de tolerância para as micotoxinas.

## 1 BARRAS DE CEREAIS

### 1.1 A IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL DAS BARRAS DE CEREAIS

A demanda por alimentos nutritivos, seguros e de fácil consumo vem conquistando o mercado e ganhando espaço nas indústrias alimentícias. No Brasil, as barras de cereais foram introduzida na década de 90 como alternativa aos consumidores que priorizavam hábitos alimentares saudáveis (BOWER & WHITTEN, 2000).

As barras de cereais são alimentos que estão incluídos na categoria dos chamados “*snacks*”, ou “*snacksfoods*”. De pequeno tamanho e fácil consumo, atendem à crescente demanda por nutrientes saudáveis, ganhando a aceitação do consumidor devido à combinação de vitaminas, sais minerais, proteínas e carboidratos, agregada a um alto teor de fibras alimentares (BAQUIÃO, 2012).

Desenvolvidas a partir de uma combinação de cereais formando uma massa homogênea, geralmente apresentam sabor adocicado e agradável; seus componentes devem garantir na formulação características de sabor, textura e propriedades físicas que se complementam mutuamente equilibrando o valor nutricional (CARVALHO, 2008).

Seus componentes e sabores podem variar (p.ex. flocos de arroz; milho; sementes oleaginosas; frutas desidratadas; cereais integrais; com sabor de chocolate, morango, etc), mas sempre estarão associados a agentes ligantes (xarope de glicose de milho, melado de cana, mel, gordura e lecitina de soja), contendo açúcares em sua composição, ou outros ingredientes que conferem doçura, como os edulcorantes. Podem, ainda, conter recheio, serem preparadas com um *mix* de cereais e frutas secas, ou enriquecidas com determinados nutrientes (MARQUES, 2013).

O valor nutricional da barra de cereal de 100g, em média, apresenta valor calórico total de 413kcal, sendo 68,89% de carboidratos, 8,56% de proteínas, 11,47% de gorduras totais, 1,85% de gorduras saturadas e 4,3% de fibras alimentares. Com relação às fibras, estas desempenham um papel muito importante

no tratamento da obesidade, pois aumentam a sensação de plenitude e saciedade, diminuindo assim a ingestão de calorias (DIAS et al., 2010).

## 1.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO DAS BARRAS DE CEREAIS

O processo de fabricação das barras de cereais é composto por técnicas regulamentadas a fim de garantir a qualidade do produto acabado. A barra é produzida por processo de extrusão a partir de uma massa cozida. Sua composição é formada por 70% de ingredientes secos e 30% de agentes ligantes com variação no teor de açúcar (GUTKOSKI et al., 2007). A tabela 1 representa uma das formulações padrão das barras de cereais.

**Tabela 1** Formulação padrão de barras de cereais

Ingredientes	Porcentagem
Aveia em flocos	23
Farelo de aveia	10
Farinha de aveia	10
Flocos de arroz	8
Gergelim	5
Maltodextrina	7
Lecitina de soja	0,2
Fruta desidratada	3
Gelatina hidrolisada	3,7
Ácido cítrico	0,04
Aroma natural de baunilha	0,1
Total de ingredientes secos	70
Glicose de milho	10
Açúcar mascavo	5
Sorbitol	15
Total de agentes ligantes	30

Fonte: Gutkoski et al. (2007)

Uma das técnicas utilizadas para fabricação desses produtos é a mistura dos agentes ligantes com ingredientes secos. A mistura deve ser feita após o aquecimento dos agentes ligantes, o que requer temperatura entre 65 e 85°C, na sequência adicionando os ingredientes secos, formando uma massa compactada pronta para ser moldada, resfriada e embalada (PAIVA, 2008).

### 1.3 CONTAMINAÇÃO FÚNGICA EM BARRAS DE CEREAIS

Os cereais estão entre as matérias primas mais utilizadas em diversas regiões do mundo para a produção de barras de cereais. Isso ocorre devido à sua composição química e baixo teor calórico. Entretanto, suas características físicas e nutricionais os tornam suscetíveis ao ataque dos microorganismos, em especial fungos, sendo eles responsáveis por produzir diversas toxinas que causam complicações à saúde (PELUQUE, 2014). Estes alimentos podem ser contaminados de forma direta por fungos provindos dos cereais e dos ingredientes que compõem as formulações. Stelato et al. (2010), observou que as barras de cereais *light* estavam mais contaminadas, devido a presença de sorbitol e goma acácia na sua composição, o que pode interferir na atividade de água, contribuindo para o desenvolvimento e produção de microorganismos dessas barras.

A contaminação microbiana está relacionada às condições a que os grãos são submetidos logo após a colheita. Poeira, insetos, contaminação fecal, fertilizantes, armazenamento, são fatores que influenciam no crescimento de fungos e, conseqüentemente, a produção de micotoxinas (LACA et al., 2006)

Os fungos filamentosos são conhecidos como bolores ou mofos, microrganismos eucariotos, heterotróficos e multicelulares. A reprodução é por disseminação dos esporos e o processo de germinação do esporo inicia-se com a formação de um tubo germinativo. Estão presentes em todos os ambientes e são economicamente importantes no campo da medicina, da fitopatologia e indústria, além de serem ecologicamente importantes como decompositores. No entanto, quando presentes nos alimentos, além de oferecer alto risco à saúde, podem causar-lhe deterioração, reduzindo seu valor nutricional, alterando também suas propriedades organolépticas, por consequência ocasionando problemas de saúde pública (VECCHIA & CASTILHOS-FORTES, 2007).

Segundo Black (2002), uma das possíveis contaminações nas barras de cereais ocorre pelas altas concentrações de carboidratos, tornando-os “locais estratégicos” devido à criação de uma pressão osmótica elevada, favorecendo o crescimento de microorganismos e produção de toxinas. Isso ocorre porque seu processo de fabricação costuma utilizar grãos inteiros e quebrados, cujas sementes

oleaginosas aumentam a acidez livre, desenvolvendo fungos acompanhados de toxinas.

A pesquisa de Gonzalez (2008) avaliou a presença de micotoxinas em amostras de amendoim coletadas em diferentes etapas da produção: 32% das amostras apresentaram contaminação por aflatoxina B1 e B2, com concentrações variando entre 3,79 a 125,07 ppb e 0,07 a 2,3 ppb, respectivamente.

Srebernich, Meireles e Lourenção (2011) verificaram, na avaliação microbiológica das barras de cereais *diet* por meio de agente ligante colágeno hidrolisado e goma acácia, presença dos fungos *Penicillium*; por ser produtor de ocratoxina, micotoxina potencialmente nefrotóxica e carcinogênica, acabaram confirmando a necessidade do controle microbiológico desse produto.

Peluque (2014), analisou 105 amostras de misturas de cereais compostas por aveia, arroz, trigo, milho, goma guar, açúcar mascavo, farelos de maracujá, cacau e gergelim. Dentre elas, 81 apresentaram contaminação fúngica. Foram observadas 268 colônias isoladas, com diferentes características macroscópicas, das quais 180 foram identificadas como *Aspergillus sp.* Verificou, também, por cromatografia em camada delgada, o potencial toxigênico das cepas isoladas e quantificadas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Três colônias avaliadas produziram 29, 50 e 454ug/kg de aflatoxina. Importante ressaltar que todos esses componentes são usados para fabricação das barras de cereais.

Silva e Lourenço Júnior (2009), detectaram alta porcentagem de fungos associados às sementes de quinua, sendo *Aspergillus* o gênero predominante. Quanto às micotoxinas, estas são metabólitos tóxicos secundários produzidos por algumas espécies de fungos filamentosos, especialmente por espécies dos gêneros *Aspergillus sp*, *Fusarium sp.* e *Penicillium sp* (KWIATKOWSKI & ALVES, 2007). Vecchia & Castilhos Fortes (2007) verificou, em amostras de granola comercializadas no Mercado Público de Porto Alegre, o desenvolvimento de vários fungos, entre os quais alta incidência de *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*.

Santos et al (2013), analisou ocorrência de fungos filamentosos isolados em amostras de granola comercializadas no município de Teresina-Piauí; verificou que todas as marcas apresentavam contaminação por diferentes gêneros fúngicos.

Sabe-se que algumas dessas cepas podem ser potencialmente capazes de produzir micotoxinas.

Rossetto et al.(2005), avaliaram o potencial toxigênico de amostras de amendoim armazenadas, no período de doze a dezoito meses e constataram que as amostras contaminadas pela espécie *Aspergillus flavus* teve o maior potencial para produção de aflatoxina B2.

Conková et al (2006) avaliaram níveis da qualidade dos grãos armazenados nos silos logo após a colheita; constataram a presença dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* e a formação de micotoxinas.

### 1.3.1 Fungo do gênero *Aspergillus sp*

Os *Aspergillus sp.* são classificados como ascomicetos, a maior classe dos reinos *fungi*. Essas espécies são encontradas na microflora do ar, com grande frequência contaminante. Têm capacidade de crescer em alta concentração de açúcares e sal, e são capazes de extrair a água dos substratos relativamente secos (PELUQUE, 2014).

Os fungos desse gênero habitam uma ampla variedade de ambientes, sendo os mais frequentes no solo e alimentos. Países do sul da Ásia e América do Sul que têm condições climáticas quentes e úmidas proporcionam ambientes favoráveis ao desenvolvimento desses microorganismos (KOHURY & ATOUI, 2010). Algumas dessas espécies são consideradas como o principal deteriorador de sementes e grãos, causando danos e alterações nutricionais e produção de toxinas, acarretando sérios prejuízos à saúde humana (RIBEIRO et al., 2003).

A espécie *Aspergillus flavus* é uma das mais importantes do gênero. Tem capacidade de produzir as aflatoxinas, que são consideradas as mais toxigênicas. Essas apresentam como principal característica a capacidade de poder crescer em substratos oleaginosos, condição que aumenta o nível de aflatoxinas nos cereais (PELUQUE, 2014).

### 1.3.2 Fungo do gênero *Penicillium sp*

O gênero *Penicillium sp.* possui a maior quantidade de espécies e pode ser encontrado em quase todos os substratos. A maioria das espécies habita o solo e sua ocorrência em alimentos pode se dar de forma acidental. Algumas têm alto poder de causar patologias graves e destrutivas em frutos e cereais (PETERSSON & SCHÜRER, 1999). Crescem em baixas temperaturas e presença de oxigênio, sendo capazes de causar deterioração alimentar em produtos mantidos sobre refrigeração (MEIRELES & SREBERNICH, 2008).

A ocratoxina A é um metabólito produzido por fungos *Penicillium verrucosum*; é um composto nefrotóxico, teratogênico e imunotóxico, demonstrando potencial carcinogênico (DUARTE et al., 2009) .

### 1.3.3 Fungo do gênero *Fusarium sp*

Os fungos do gênero *Fusarium sp.* são conhecidos como os microorganismos predominantes e os mais importantes produtores de várias micotoxinas, comumente encontrados em cereais crescidos nas zonas nórdicas e regiões temperadas e sub-tropicais da América, Europa e da Ásia (URRACA et al., 2005).

Essa espécie possui condições para o crescimento e produção de fusariotoxina, toxina encontrada nos alimentos que tem alto poder carcinogênico (LOGRIECO et al., 2002)

A identificação dos gêneros desses microorganismos contaminantes é importante sinalizador da presença de micotoxinas, dentre as quais se destacam: aflatoxina, ocratoxina A, fumonisina, patulina, zearalenona e desoxinivalenol. A exposição às micotoxinas pelo consumo de alimentos contaminados pode desencadear problemas relacionados aos efeitos tóxicos agudos ou crônicos, mutagênicos, carcinogênicos, teratogênicos, alterações hepáticas, renais, circulatórias, no sistema nervoso e no trato digestivo, ocorrendo tanto em humanos como em animais, devido à ingestão destas substâncias (VECCHIA & CASTILHOS-FORTES, 2007).

## 1.4 MICOTOXINAS

O termo micotoxina é derivado da palavra grega “*mykes*”, que significa fungo, e do latim “*toxican*”, que significa toxinas. O termo é usado para designar um grupo de compostos produzidos por algumas espécies fúngicas durante seu crescimento, os quais podem causar doenças ou morte quando ingeridas por humanos e animais (BENNETT & KLICH, 2003).

A produção de micotoxinas depende do crescimento fúngico. Portanto, pode ocorrer em qualquer época do crescimento, colheita, ou estocagem do alimento. As micotoxinas compreendem uma grande variedade de estruturas químicas de baixo peso molecular, agrupadas de acordo com o grau e tipo de toxicidade. Devido a grande variação química, são necessários numerosos métodos de extração das toxinas dos alimentos, dificultando também o seu controle (IAMANAKA et al., 2010).

A prevalência de clima tropical no Brasil é ideal ao desenvolvimento desses fungos, que se desenvolvem em temperaturas que variam de 25 a 30°C, mas também as toleram na faixa de 12 a 45°C (KWIATKOWSKI & ALVES, 2007). Mesmo apresentando alta prevalência para a proliferação desses fungos, a legislação vigente tem um limite máximo tolerável de micotoxinas em alimentos conforme RDC nº - 7, de fevereiro de 2011 (BRASIL, 2011).

### 1.4.1 Aflatoxinas

O termo aflatoxina foi formado a partir do nome do seu principal agente produtor (*Aspergillus flavus toxina*). As aflatoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos filamentosos da espécie *Aspergillus sp*: *A. flavus*, *A. parasiticus* e *A. nomiu*. Altamente tóxicas, são conhecidas por serem compostos mutagênicos, carcinogênicos e teratogênicos (FERNÁNDEZ CRUZ et al., 2010). De acordo com Caldas et al. (2002), estima-se que cerca de 35% dos casos de câncer humano estejam diretamente relacionados à dieta, e a presença de aflatoxinas em alimentos é considerada um fator importante na produção de câncer hepático.

Segundo Hussein & Brasel, (2001), atualmente são conhecidos dezoito compostos similares designados como aflatoxina, as principais identificadas como

B1, B2, G1 e G2; destas, a que apresenta o maior poder toxicogênicos é aflatoxina B1 (AFB1). A quantificação realizada por Caldas et al. (2002), verificou que a maior incidência das amostras analisadas era a contaminação por aflatoxinas B1. O Brasil, com base nos conhecimentos toxicogênicos das aflatoxinas, estabeleceu limites toleráveis que variam de 5 a 20µg/kg, dependendo do alimento (BRASIL, 2011).

Devido à sua lipossolubilidade, as aflatoxinas são rapidamente absorvidas no trato gastrintestinal e sua biotransformação ocorre primeiramente no fígado, por enzimas microssomais do sistema da função oxidase mistas, associado ao citocromo P450. A biotransformação da AFB1 ocorre através da epoxidação da ligação dupla do carbono 8 e 9, formando um composto altamente reativo e carcinogênico, com capacidade de se ligar ao resíduo da guanina no DNA das células, além de contribuírem para a ocorrência da aplasia tímica (ausência congênita do timo e das paratireóides, com consequente deficiência imunológica, também conhecida como Síndrome de Di George). Quando no RNA e nas proteínas, podem promover lesões químicas resultando alterações nas funções normais das células, tais como inibição da síntese protéica e a redução da atividade enzimática que está relacionada à toxicidade aguda (KWIATKOWSKI & ALVES, 2007) (BENNETT & KLICH, 2003).

#### 1.4.2 Ocratoxina A

As ocratoxinas são produzidas por uma série de fungos das espécies *Aspergillus* e *Penicillium verrucosum*. Existem sete tipos de ocratoxinas, sendo que a ocratoxina A (OTA) é mais abundante e tóxica. De acordo com a Agência Internacional para Pesquisa sobre o Câncer (IARC) foi classificada como um agente hepatotóxico, nefrotóxico, teratogênico e carcinogênico, e é considerada alto fator de risco para a saúde humana (SANTOS et al., 2013), (KOHURY & ATOUI, 2010).

A ação tóxica da Ocratoxina é experimentalmente atribuída à inibição competitiva de enzimas da cadeia respiratória celular como a ATPase, succinato desidrogenase e da citocromo C oxidase. Outro mecanismo de ação é a interrupção da síntese protéica através da ação competitiva do fenillalonil-tRNA sintetase (HUSSEIN & BRASEL, 2001). No Brasil, a Resolução - RDC nº 7, de 18 de fevereiro

de 2011, estabelece os limites de ocratoxina para cereais e produtos de cereais até 10g/kg (BRASIL, 2011), enquanto que os máximos permitidos pela Comissão Europeia é de 5 µg/kg (EUROPA, 2013).

Interessante citar a condição peculiar da Tunísia, onde a base da cadeia alimentar é formada de cereais. Zaiet et al. (2009), detectaram alta concentração de ocratoxina A em sangue e tecidos humanos, correlacionando tal situação ao consumo elevado de cereais. Apesar de ainda estar dentro do limite permitido de 5 µg/kg, a Comissão Europeia afirma que o consumo contínuo dessas micotoxinas podem acarretar sérios problemas à saúde (EUROPA, 2013).

#### 1.4.3 Fumonisina

A fumonisina é produzida pelo fungo *Fusarium sp.* devido à baixa lipossolubilidade, sendo rapidamente metabolizada e excretada. Seu modo de ação se relaciona com a sua toxicidade na interferência da biossíntese de esfingolipídios, os quais possuem grande importância para a manutenção da integridade da membrana celular, regulação de receptores de superfície celular, bombas de íons, regulação de fatores do crescimento e outros sistemas vitais para o funcionamento e sobrevivência da célula. A toxina mais importante dentre as espécies é a fumonisina B1 estatisticamente correlacionada com o aumento do risco de câncer do esôfago nos seres humanos (HUSSEIN & BRASEL, 2001), (IAMANAKA, OLIVEIRA, TANIWAKI, 2010).

#### 1.4.4 Patulina

Metabólito secundário produzido por diferentes gêneros e espécies de fungos, entre eles o mais importante é o *Penicillium expansum*, é contaminante comum de maçãs e outras frutas. O fungo desenvolve-se em partes da fruta danificadas mecanicamente ou por pragas, onde se observa o apodrecimento; todavia, a patulina pode ser detectada em frutas visivelmente sadias. Esta micotoxina produz diversos efeitos nocivos, incluindo mutagenicidade, teratogenicidade, carcinogenicidade, imunossupressão e intoxicações agudas

caracterizadas por edema pulmonar, hemorragias, danos nos capilares hepáticos, do baço e rins, bem como edema cerebral (PÁDUA & MACHINSKI JUNIOR, 2005).

#### 1.4.5 Zearalenona (ZEA)

A zearalenona (ZEA) é uma toxina que pode ser desenvolvida por várias espécies de *Fusarium*, sendo *Fusarium graminearum* e *Fusarium culmorum* os principais. Estável e não sujeito a degradação a altas temperaturas; não é altamente tóxica e não foi associada a qualquer doença fatal nos animais e seres humanos. No entanto, os efeitos tóxicos da ZEA derivam de suas propriedades estrogênicas, através da sua ligação ao receptor de estrogênio natural. É um disruptor endócrino e um substituto para as enzimas, resultando na síntese e inativação de hormônios, (FINK-GREMMELS & MALEKINEJAD, 2007) podendo causar o desenvolvimento de câncer, mutação gênica, nascimentos defeituosos, alteração da morfologia do útero e infertilidade (ZINEDINE et al., 2007).

#### 1.4.6 Desoxinivalenol (DON)

O Desoxinivalenol (DON) é uma micotoxina pertencente ao grupo B dos tricotecenos, sendo produzida pelo *Fusarium graminearum* (KUSHIRO, 2008). Essas toxinas têm a capacidade se ligar à subunidade 60S dos ribossomos de células eucarióticas, não permitindo a ação da peptidil transferase, consequentemente inibindo a síntese proteica. A exposição a níveis elevados de DON pode desencadear vômito, perda de peso, dores abdominais, diarreia (BENNETT & KLICH, 2003). Segundo Pinton et al. (2008), dependendo da dose e frequência de exposição, DON pode ter ação imunossupressora.

## 1.5 LEGISLAÇÃO EXISTENTE PARA O CONTROLE MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

As legislações têm como intuito proteger a saúde do consumidor contra os efeitos nocivos e toxicológicos. Existem diversos fatores que conduzem à elaboração dessas legislações, por exemplo os aspectos científicos, tais como a disponibilidade de informações toxicológicas, o conhecimento acerca da distribuição das micotoxinas em produtos de base e metodologia analítica. Os fatores econômicos, dentre eles interesses comerciais e de segurança alimentar, também têm impacto para estabelecer tolerâncias de micotoxinas; portanto, de importância crucial para a saúde pública (PINHEIRO, 2004).

Por sua matéria-prima ser suscetível a contaminações, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), órgão que estabelece a legislação brasileira para indústrias alimentícias, determina, através da Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, que seja feito o controle microbiológico nas barras de cereais, restrito para *Bacillus Cereus*, *Escherichia Coli* e *Salmonella*, não sendo estabelecido nenhum controle obrigatório para fungos e leveduras (BRASIL, 2001).

Em setembro 2004 ocorreu uma mudança no regulamento de produtos industrializados que contêm grãos na sua composição; a Resolução nº 216 veio complementar a importância das boas práticas de fabricação e manipulação, incluindo documento que descreve as operações realizadas pelo estabelecimento a fim de garantir a qualidade sanitária do produto final (BRASIL, 2004).

Em 2011 foi publicada uma nova Resolução pela ANVISA, RDC nº 07, a qual estabelece que alimentos comercializados no Brasil deverão respeitar o limite máximo para a presença de micotoxinas, fixando aplicação até janeiro de 2016. Nesta legislação estão estabelecidos os limites máximos tolerados em produtos de cereais para aflatoxina B1, aflatoxina B2, aflatoxina G1, aflatoxina G2, ocratoxina A, zearalenona, desoxinivalenol (DON) e Fumonisinas (B1 + B2) (BRASIL, 2011).

Recorrendo ao Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia, verificamos preocupação com a presença das toxinas T-2 e HT-2, inexistente na legislação brasileira. Produzidas por várias espécies de *Fusarium*, enquanto a T-2 é

rapidamente metabolizada num grande número de produtos, a toxina HT-2 é um dos principais metabólitos (CONTAM, 2013).

O Painel Científico dos Contaminantes da Cadeia Alimentar (painel CONTAM), da Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (AESA), estabeleceu uma dose diária admissível das toxinas T-2 e HT-2 nos alimentos, havendo recomendação quanto à necessidade de obter mais informações sobre os diferentes fatores que conduzem a níveis relativamente elevados dessas toxinas nos cereais e nos produtos à base de cereais, a fim de poder identificar as medidas a tomar para evitar, ou reduzir a presença de T-2 e HT-2 nos cereais e nos produtos à base de cereais (CONTAM, 2013).

No Brasil, apesar de não existir uma legislação específica para a presença de fungos produtores de micotoxinas em barras de cereais, a ANVISA dispõe de uma legislação específica para os limites máximos tolerados para micotoxinas em alimentos (BRASIL, 2011). Devido às graves consequências causadas pela presença de micotoxinas nos alimentos, neste regulamento são estabelecidos os limites máximos das diversas micotoxinas em cereais e produtos de cereais. O controle de qualidade de alimentos é fundamental para garantir segurança aos consumidores: a avaliação de alguns parâmetros é essencial para evitar a ploriferação de fungos produtores de micotoxinas (PINHEIRO, 2004).

## 1.6 FATORES QUE INFLUENCIAM A PRESENÇA DE FUNGOS EM CEREAIS

Com relação ao crescimento de fungos em barras de cereais, este é determinado por vários fatores, dentre os quais se destacam a atividade de água, temperatura, teor de umidade, acidez graxa, pH, condições sanitárias e tempo de armazenamento do produto (ROSSETTO et al.,2005).

### 1.6.1 Atividade da água

A determinação da atividade de água (Aa) nos cereais é fator intrínseco de grande importância para a conservação, preservação e tempo de vida dos produtos. Todos os fungos toxigênicos apresentam valores mínimos, ótimos e máximos para seu crescimento; a maioria cresce em uma atividade de água aproximadamente 0,70

a 0,90 de umidade. Alguns fungos, mais resistentes, podem sobreviver em atividade de água tão baixa quanto 0,60, embora 0,70 seja o mínimo para sustentar o crescimento de fungos de armazenamento (IAMANAKA, OLIVEIRA, TANIWAKI, 2010, 2010). Assim, considerando-se a probabilidade de que a água seja o fator predominante para o crescimento de fungos, importante observar que sua utilização fique restrita aos níveis mínimos necessários à produção do produto, sob pena de que haja o crescimento de microorganismos (PINHEIRO, 2004). A Tabela 2 apresenta as condições de Aa para crescimento e produção de toxinas por algumas espécies fúngica.

**Tabela 2** Valores de Atividade de água (Aa) mínima e ótima para crescimento de fungo e produção de micotoxinas

Espécies fúngicas	Aa Mínimo	Aa Ótimo
<i>Aspergillus flavus</i> (crescimento)	0,8	0,98
<i>Aspergillus flavus</i> (produção de aflatoxinas)	0,82	0,95 a 0,99
<i>Aspergillus parasiticus</i> (crescimento)	0,80 a 0,83	0,99
<i>Aspergillus parasiticus</i> (produção de aflatoxinas)	0,86 a 0,87	0,95
<i>Aspergillus ochraceus</i> (crescimento)	0,79	0,95 a 0,99
<i>Aspergillus ochraceus</i> (produção de ocratoxina A)	0,83	0,98 a 0,99
<i>Aspergillus carbonarius</i> (crescimento)	0,85	0,96-0,98
<i>Aspergillus carbonarius</i> (produção de ocratoxina A)	0,92	-
<i>Fusarium graminearum</i> (crescimento)	0,9	-
<i>Fusarium graminearum</i> (produção de desoxinivalenol)	0,95	-
<i>Fusarium verticillioides</i> (crescimento)	0,87	-
<i>Fusarium verticillioides</i> (produção de fumonisina B1)	0,92	-
<i>Penicillium verrucosum</i> (crescimento)	0,8	-
<i>Penicillium verrucosum</i> (produção de ocratoxina A)	0,86 a 0,87	-
<i>Penicillium expansum</i> (crescimento)	0,82-0,83	-
<i>Penicillium expansum</i> (produção de patulina)	0,95	-

Fonte: Pitt & Hocking (2009).

A água disponível para o crescimento de microorganismos pode ser resultante dos processos de secagem inadequada antes do armazenamento, ou pela migração de umidade devido aos gradientes de temperatura dentro dos depósitos de armazenamento dos cereais; é considerada o fator primordial para as

formações de toxinas (LACA et al., 2006). Segundo Gutkoski et al. (2007), também as barras de cereais que apresentam baixa atividade de água possuem alta estabilidade no armazenamento.

#### 1.6.2 Temperatura

A temperatura é outro fator que influencia muito no crescimento microbiano. Alguns fungos possuem a capacidade de se desenvolver em temperaturas baixas, em torno de 0°C; outros, têm poder de o fazer numa faixa que varia de 55 a 60°C, embora o estado ótimo para o crescimento seja de 25 a 30°C. Algumas espécies de fungos como *Aspergillus*, preferem temperaturas acima de 30°C em regiões tropicais, pois a umidade e concentração de oxigênio são favoráveis para o desenvolvimento de colônias nessas regiões (BIRCK, 2005).

#### 1.6.3 Umidade

A umidade relativa do ambiente é de fundamental importância na determinação do teor de água dos grãos. O armazenamento em condições acima de 13,5 % de umidade é fator relevante para o crescimento microbiano, de tal forma que permite absorção da água nos tecidos ao ponto em que possa haver o desenvolvimento de fungos (BIRCK, 2005).

Segundo a FAO, a alteração na umidade do alimento pode favorecer o crescimento de fungos e conseqüentes modificações nas características organolépticas, levando a uma significativa diminuição da qualidade e possível produção de micotoxinas (COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2003).

#### 1.6.4 Acidez Graxa

Um dos principais ingredientes das barras de cereais é a aveia, cereal de alta qualidade nutricional, rico em proteínas, ácido oléico e linoléico e vitaminas.

Devido a estas características, possui alta acidez graxa. Desta forma, está sujeita à rancidez hidrolítica através das enzimas lipoxigenase e lipase, necessitando ser realizada a inativação por tratamento hidrotérmico (COLUSSI, et al., 2013). Segundo Gutkoski et al. (2009), o aumento da rancidez hidrolítica pode ocorrer em razão de a aveia estar exposta a diversos fatores que influenciam na estabilidade do produto.

#### 1.6.5 Determinação Potencial Hidrogeniônico (pH)

O efeito do pH depende da composição do meio. Os meios com pH entre 5 e 6, com elevadas concentrações de açúcar e alta pressão osmótica, são propícios à produção da toxina aflatoxina (PEREIRA, 2002). Segundo Gutkoski et al. (2007), barras que contêm teor de açúcares elevado (o que facilita o crescimento da espécie do gênero *Aspergillus*), têm capacidade de produzir micotoxinas causando complicações e danos à saúde.

Alimentos com pH abaixo de 4,0 podem ser considerados muito ácidos, o que delimita o crescimento bacteriano, ficando esse crescimento restrito quase que exclusivamente a fungos filamentosos e leveduras (CARVALHO, 2008).

#### 1.6.6 Condições Sanitárias

O procedimento de boas práticas e condições higiênico-sanitárias é imprescindível à manipulação e processamento de alimentos. São medidas preventivas para o controle de diversos microrganismos produtores de toxinas, (GRANADA, 2003).

#### 1.6.7 Tempo de armazenamento

O período de viabilidade do grão durante o armazenamento pode ser longo ou curto. Isso depende diretamente das características físico-químicas do local do armazenamento, influenciado também por oscilação da temperatura e umidade. Os grãos são matérias orgânicas compostas por água, carboidratos e proteínas,

incluindo enzimas, gorduras, minerais e vitaminas. Sua estabilidade no armazenamento depende de manter um balanço entre seus componentes e os do meio externo físico e biológico (ROSSETTO et al.,2005).

## 1.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para reduzir ou prevenir o crescimento de fungos e, conseqüentemente, evitar a produção das micotoxinas nos alimentos, são necessárias diversas ações, as quais devem ser postas em prática desde a colheita até o processamento. Apesar das melhores estratégias para a eliminação das micotoxinas, parece impossível eliminá-las totalmente, desde que essas estratégias não interfiram nem nas características nutricionais dos alimentos, tampouco originando novos compostos tóxicos. Alguns métodos, em especial os químicos, nem sempre garantem a segurança toxicológica do produto final; por serem tratados com reações químicas, podem restar resíduos desconhecidos, os quais poderão vir a prejudicar a saúde de alguma forma. Por isso a necessidade de prevenir a formação dessas micotoxinas, através da implementação de um programa de qualidade que se baseia em boas práticas, de pré e pós formulações, seja a única forma de garantir a segurança alimentar (PÁDUA & MACHINSKI JUNIOR, 2005).

## CONCLUSÃO

O monitoramento de micotoxinas em alimentos é de extrema importância para a saúde pública. Com vistas à redução a exposição de alimentos considerados de risco para essas toxinas, devem ser adotadas medidas tecnológicas, de maneira padronizada, como forma de impor limites aceitáveis à presença de toxinas.

Os cereais, que são a matéria prima essencial na composição das barras de cereais, possuem como características propensão à contaminação fúngica. O controle de qualidade dos insumos é fundamental para garantir segurança aos consumidores. No Brasil, em razão da prevalência de clima tropical, ideal ao desenvolvimento de fungos, a contaminação microbiana é bem mais suscetível de ocorrer. Outro fator que propicia o desenvolvimento de fungos e, conseqüentemente, a possibilidade de desenvolvimento de micotoxinas, são as condições a que os grãos são submetidos. Em razão disso, seria fortemente recomendada, logo após a colheita, criteriosa seleção dos grãos, passando por transporte e armazenamento adequado, com controle de insetos e roedores e controle de temperatura e umidade.

Pesquisas realizadas no Brasil nos últimos dez anos relatam variados índices de contaminação por micotoxinas em diferentes tipos de alimentos, muitos destes ainda sem limites aceitáveis para tais toxinas. Na legislação para barras de cereais não está estabelecida a exigência da pesquisa de fungos. Entretanto, existe legislação estabelecendo os limites máximos de micotoxinas em cereais e produtos de cereais. Sendo assim, fica evidente a necessidade de produzir barras de cereais com matérias primas de boa qualidade e não contaminadas, e da realização de controle de qualidade microbiológico em todo o processo a fim de proteger a saúde do consumidor.

## REFERÊNCIAS

- BAQUIÃO, Arianne Costa. **Fungos e micotoxinas em castanhas do brasil, da colheita ao armazenamento**. 2012. 142 f. Tese (Doutorado em Microbiologia) - Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- BENNETT, J. W.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical Microbiology Reviews**, v.16, n.3, p. 497-516, 2003.
- BIRCK, N. M. M. **Contaminação fúngica, micotoxinas e sua relação com a infestação de insetos em trigo armazenado**. 2005. 146 p. Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- BLACK, J. G. **Microbiologia: fundamentos e perspectivas**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- BOWER, J. & WHITTEN, R. Sensory characteristics and consumer liking for cereal bar snack foods. **Journal of Sensory Studies**, West Port, v.15, n. 3, p.327-345, 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução - RDC no 12, de 02 de janeiro de 2001. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 de janeiro de 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 216 de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. **Diário Oficial da União**, de 16 de setembro de 2004, Brasília, Seção 1, n. 179, p. 25-27, 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução - RDC Nº 7, de fevereiro de 2011. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 fev.2011. Seção 1, p. 72-73, 2011.
- CALDAS E. D., et al. Aflatoxinas e ocratoxina A em alimentos e riscos para a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 319-323, 2002.
- CARVALHO, Michelle Garcêz de. **Barras de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia, e castanha-do-gurguéia, complementadas com cascas de abacaxi**. 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- COLUSSI, R., et al. Aceitabilidade e estabilidade físico-química de barras de cereais elaboradas à base de aveia e linhaça dourada. **Brazilian journal food technology**, Campinas, v.16, n.4, 2013.

CONKOVÁ, E, et al. Fungal contamination and the levels of mycotoxins (DON and OTA) in cereal samples from Poland and East Slovakia. **Czech J. Food Sci**, v. 24, n. 1, p. 33-40, 2006.

Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on the risks for animal and public health related to the presence of T-2 and HT-2 toxin in food and feed. **European Food Safety (EFSA) Journal**, v. 9, n. 12, p. 2481, 2011.

COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Mycotoxins: risks in plant, animal and human systems**. Disponível em: <http://www.cast-science.org/>. Acesso em: 3 abr 2015.

DIAS, Jéssica Mascaretti, et al. Barra de cereais desenvolvida por uma cooperativa popular no contexto da economia solidária. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.17, n.1, p. 94-103, 2010.

DUARTE, S.C.; PENA, A.; LINO, C. M. A review on ochratoxin A occurrence and effects of processing of cereal and cereal derived food products. **Food Microbiology**, v. 27, p. 187-198, 2009.

EUROPA. **Recomendação da comissão de 27 de março de 2013 relativa à presença das toxinas T-2 e HT-2 em cereais e produtos à base de cereais**.

Disponível em:

[http://www.lamic.ufsm.br/web/sites/default/files/artigos/l\\_09120130403pt00120015.pdf](http://www.lamic.ufsm.br/web/sites/default/files/artigos/l_09120130403pt00120015.pdf). Acesso em: 4 jun 2015.

FERNÁNDEZ-CRUZ, M.L.; MANSILLA, M.L.; TADEO, J.L. Mycotoxins in fruits and their processed products: analysis, occurrence and health implications. **Journal of Advanced Research**, v. 1, p.113–122, 2010.

FINK-GREMMELS, J.; MALEKINEJAD, H. Clinical effects and biochemical mechanisms associated with exposure to the mycoestrogen zearalenona. **Animal Feed Science and Technology**, v. 137, p. 326–341, 2007.

FREIRE, F., et al. **Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal**. Disponível em: [www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/427374/micotoxinas-importancia-na-alimentacao-e-na-saude-humana-e-animal](http://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/427374/micotoxinas-importancia-na-alimentacao-e-na-saude-humana-e-animal). Acesso em: 30 mar 2015.

GRANADA, G., et al. Caracterização de granolas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 23, n. 1, p. 87-91, 2003.

GONÇALEZ, E. Mycobiota and mycotoxins in Brazilian peanut kernels from sowing to harvest. **Int. J. Food Microbiol**, v.123, p.184-190, 2008.

GUTKOSKI, L. C., et al. Influência dos teores de aveia e de gordura nas características tecnológicas e funcionais de bolos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 254-261, abr.-jun, 2009.

GUTKOSKI, L. C., et al. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 355-363, 2007.

HUSSEIN, H.S. & BRASEL, J.M. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals – Review. **Toxicology**, v. 167, p. 101-134, 2001.

IAMANAKA, Beatriz; OLIVEIRA, Idjane; TANIWAKI, Marta. Micotoxinas em alimentos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência**, Recife, vol. 7, p.138-161, 2010.

KOHURY, André el & ATOUI, Ali. Ochratoxin A: General Overview and Actual Molecular Status. **Toxins: Open Access Toxinology Journal**, v. 2, p. 461-493, 2010.

KUSHIRO, M. Effects of milling and cooking process on the deoxynivalenol content in wheat. **International Journal of Molecular Sciences**, v.9, n.11, p.2127–45, nov. 2008.

KWIATKOWSKI, Angela; ALVES, Ana Paula de Faria. Importância da detecção e do controle de aflatoxinas em alimentos. **SaBios - Rev. Saúde e Biol.**, Campo Mourão, v. 2, n. 2, p. 44-53, jul / dez. 2007.

LACA, Adriana, et al. Distribution of microbial contamination within cereal grains. **Journal of Food Engineering**, v.72, p. 332–338, 2006.

LOGRIECO, A., et al. Toxigenic *Fusarium* Species and Mycotoxins Associated with Maize Ear Rot in Europe. **European Journal of Plant Pathology**, v. 108, n. 7, p. 597-609, 2002.

MARQUES, Tamara. **Aproveitamentos tecnológico de resíduos de acerola: farinhas e barras de cereais**. 2013. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2013.

MEIRELES, Fernanda & SREBERNICH, Silvana Mariana. Barra de cereal diet – controle microbiológico das melhores formulações obtidas através da metodologia de superfície de resposta. In: *XIII Encontro de Iniciação Científica da PUC*, 2008, Campinas. **Anais do XIII Encontro de Iniciação Científica**, PUC Campinas, 2008.

PÁDUA, R. A. F.; MACHINSKI Júnior, M. Aspectos toxicológicos e ocorrência de patulina em suco de maçã. **Semina Cienc. Agrar**, v. 26, n. 4, p. 535-542, 2005.

PAIVA, Andréia Paolucci de. **Estudos tecnológicos, químico, físico-químico e sensorial de barras de alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais**. 2008. 143 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2008.

PELUQUE, Erica. **Isolamento, identificação molecular e potencial toxigênico de fungos e ocorrência de micotoxina em misturas de cereais comercializados no Brasil**. 2014. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade

Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, 2014.

PEREIRA M. M. G., et al. Crescimento e produção de aflatoxinas por *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 141-156, 2002.

PETERSSON, Stina & SCHNÜRER, Johan. Growth of *Penicillium roqueforti*, *P. carneum*, and *P. paneum* during malfunctioning airtight storage of high-moisture grain cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, v. 17, p. 47–54, 1999.

PINHEIRO, M. R. R. **Estudo de variabilidade genética de *Aspergillus flavus* como Base para desenvolvimento de PCR multiplex para detecção de fungos produtores de aflatoxinas em castanha-do-Brasil e castanha de caju.** 2004. 149 fl. Dissertação (Mestrado em Ciências Genômicas e Biotecnologia) - Universidade Católica de Brasília. 2004.

PINTON, P., et al. Ingestion of deoxynivalenol (DON) contaminated feed alters the pig vaccinal immune responses. **Toxicology Letters**, v.177, n.3, p. 215–22, abr. 2008.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and spoilage.** 3 ed. Londres: Blackie academic and Professional, 2009.

RIBEIRO, Sandra A.L., et al. Fungos filamentosos isolados de produtos derivados do milho comercializados em Recife, Pernambuco. **Rev. bras. Bot**, v. 26, n. 2, p. 223-229, 2003.

ROSSETTO, Claudia Antonia Vieira; SILVA, Otniel Freitas e ARAUJO, Antônio Edílson da Silva. Influência da calagem, da época de colheita e da secagem na incidência de fungos e aflatoxinas em grãos de amendoim armazenados. **Ciência Rural**, v.35, n.2, p. 309-315, 2005.

SANTOS, M. R. R., et al. Pesquisa de fungos produtores de ocratoxina A em granola comercializada. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 72, n. 3, p. 206-210, 2013.

SILVA, A. P. & LOURENÇO JÚNIOR, V. Ocorrência de fungos em sementes de cinco linhagens brasileiras de quinoa. **Campo Digital**, Campo Mourão, v. 4, n. 1, p.137-141, 2009.

SREBERNICH, Silvana Mariana; MEIRELES, Fernanda; LOURENÇÃO, Giovana. Avaliação microbiológica de barras de cereais *diet* por meio de agente ligante colágeno hidrolisado e goma acácia. **Rev. Ciênc. Méd.** Campinas, v. 20, p. 5-13, 2011.

STELATO, M. M., et al. Contaminação fúngica em barras de cereais comercializadas. **Rev. Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 69, n.3, p. 285-290, 2010.

URRACA, J.L., et al. Analysis of Zearalenone in Cereal and Swine Feed Samples Using an Automated Flow-Through Immunosensor. **J Agric Food Chem.**, v. 53, p. 3338-3344, 2005.

VECCHIA, A. D. & CASTILHOS, F.R de. Contaminação fúngica em granola comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27(2), p. 324-327, 2007.

ZAIED, C., et al. Natural occurrence of ochratoxin A in Tunisian cereals. **Food Control**, v. 20, p.218–222, 2009.

ZINEDINE, A. et al. Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone: An oestrogenic mycotoxin. **Food and Chemical Toxicology**, v.45, p.1–18, 2007.