

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Bruna Gabriela Costa

**PRESENÇA DE FUNGOS POTENCIALMENTE TOXIGÊNICOS EM AMOSTRAS DE  
ESPECIARIAS COMERCIALIZADAS NO BRASIL: UMA  
REVISÃO**

FLORIANÓPOLIS

2021

Bruna Gabriela Costa

**PRESENÇA DE FUNGOS POTENCIALMENTE TOXIGÊNICOS EM  
AMOSTRAS DE ESPECIARIAS COMERCIALIZADAS NO BRASIL: UMA  
REVISÃO**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Orientador: Prof. Dr. Juliano De Dea Lindner.



Documento assinado digitalmente

Juliano de Dea Lindner

Data: 14/04/2021 19:56:07-0300

CPF: 007.432.649-08

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Costa, Bruna Gabriela

Presença de fungos potencialmente toxigênicos em amostras de especiarias comercializadas no Brasil: uma revisão / Bruna Gabriela Costa ; orientador, Juliano De Dea Lindner , 2021.

41 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2. Contaminação. 3. Micotoxinas. 4. Aspergillus spp.. 5. Penicillium spp.. I. De Dea Lindner , Juliano . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

Bruna Gabriela Costa

**PRESENÇA DE FUNGOS POTENCIALMENTE TOXIGÊNICOS EM AMOSTRAS  
DE ESPECIARIAS COMERCIALIZADAS NO BRASIL: UMA REVISÃO**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos” e aprovado em sua forma final.

Florianópolis, 06 de maio de 2021



Documento assinado digitalmente  
Ana Carolina de Oliveira Costa  
Data: 19/05/2021 09:15:21-0300  
CPF: 951.255.740-15  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Carolina de Oliveira Costa  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Documento assinado digitalmente  
Juliano de Dea Lindner  
Data: 19/05/2021 10:11:33-0300  
CPF: 007.432.649-08  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Juliano De Dea Lindner  
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
Silvani Verruck  
Data: 19/05/2021 14:23:45-0300  
CPF: 075.960.859-89  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.(a) Dr.(a) Silvani Verruck  
Avaliador(a)

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
Marília Miotto  
Data: 19/05/2021 13:32:39-0300  
CPF: 060.130.689-92  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.(a) Dr.(a) Marília Miotto  
Avaliador(a)

Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado a todos que contribuíram de alguma forma para minha formação.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por todo suporte e acolhimento para que pudesse me dedicar à graduação. Em especial à minha mãe Sandra, por ser um exemplo de garra e determinação. Agradeço todo seu esforço e sacrifício para que eu pudesse ter todas as oportunidades que me proporcionaste. À minha irmã Brenda pelo incentivo e por todo amparo sempre que precisei, à minha querida sobrinha Rafaela por despertar em mim o amor mais lindo e delicado possível, também ao meu namorado Tiago pela parceria, apoio, paciência e compreensão de sempre.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Juliano De Dea Lindner pela oportunidade oferecida e pelas contribuições de melhoria no meu trabalho.

A todos que eu conheci no Laboratório de Micotoxinas e Contaminantes Alimentares (LABMICO), pelo acolhimento e conhecimento compartilhado. Especialmente à Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vildes Maria Scussel por todas as oportunidades, disponibilidade e assistência. À Bruna por todo auxílio prestado durante o período de extensão e à Neyeli por todo auxílio prestado durante o período de Iniciação Científica, bem como pelas fundamentais contribuições para o meu TCC.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria João Ribeiro Peixoto de Queiroz e a Mestra Juliana Rodrigues pelo acolhimento, disponibilidade, amizade e conhecimento compartilhado durante meu período de estágio na Universidade do Minho.

As minhas queridas amigas de graduação, Andriéli, Dinah, Laiz, Mariana, Natália Moraes, Natália Myazaki, Nathalia e Thalita. Obrigada pelo convívio, amizade, aprendizado e por terem me ajudado sempre quando eu precisei, vocês foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Às minhas amigas de todas as horas Gabriela e Júlia. Muito obrigada pelo incentivo e apoio de sempre!

A banca pela oportunidade de aprimorar este trabalho e contribuir com meus conhecimentos.

Por fim, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pela promoção de espaço de aprendizado e educação de qualidade, bem como a todos os Professores e aos demais Colaboradores da UFSC, por toda dedicação para com a comunidade acadêmica.





## RESUMO

Especiarias são os produtos constituídos de partes de uma ou mais espécies vegetais. No Brasil o consumo de especiarias ganha cada vez mais notoriedade, devido a busca por sabores diferenciados e qualidade gastronômica. Entretanto, as especiarias são geralmente produzidas em regiões tropicais e subtropicais com altas faixas de temperatura, umidade e precipitação pluviométrica, o que favorece o desenvolvimento de microrganismos, sobretudo os fungos, dentre eles os potencialmente toxigênicos. Diante disso, esta revisão bibliográfica teve como objetivo revisar e compilar presença de fungos potencialmente toxigênicos em amostras de especiarias comercializadas no Brasil. Os resultados demonstraram que os níveis de contaminação fúngica de especiarias são diretamente relacionados pelas condições sanitárias das plantações, bem como os cuidados tomados durante a colheita, armazenamento, processamento e comercialização. Os principais fungos potencialmente toxigênicos contaminantes de especiarias comercializadas no Brasil são os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, ambos possuem espécies produtoras de micotoxinas importantes como as aflatoxinas e a ocratoxina A, respectivamente. A ingestão de alimentos contaminados por micotoxinas podem causar efeitos agudos e crônicos em diferentes órgãos humanos e espécies animais, mesmo quando presentes em baixas quantidades. Portanto, medidas de prevenção da contaminação fúngica de alimentos devem ser aplicadas durante a pré/pós colheita, juntamente com a adoção de medidas como Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), Boas Práticas Agrícolas (BPA) e Boas Práticas de Fabricação (BPF), a fim de evitar ou diminuir contaminantes fúngicos, dentre eles os micotoxigênicos.

**Palavras-chave:** Contaminação. Micotoxinas. *Aspergillus* spp. *Penicillium* spp.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplificação das diferentes formas de comercialização das especiarias: A: canela em pó, B: orégano em flocos e C: pimenta preta em grãos .....	21
Figura 2 - Porcentagem de contaminação pelos gêneros <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> e <i>Fusarium</i> nos trabalhos analisados no Quadro 2.....	32

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais especiarias utilizadas na culinária com respectivos nomes científicos e partes utilizadas .....	20
Quadro 2 - Ocorrência de contaminação fúngica em amostras de especiarias comercializadas no Brasil.....	27

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Principais efeitos tóxicos e patológicos associados às Aflatoxinas, Ocratoxina A e Fumonisinias com respectivas estruturas químicas.....	25
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AFLAs - Aflatoxinas

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Aw - Atividade de água

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO - Organização para a Alimentação e Agricultura

FB - Fumonisinias

IARC - Agência Internacional de Pesquisa em Câncer – International Agency for Research on Cancer

IN - Instrução Normativa

LMT - Limite máximo tolerado

OMS - Organização Mundial da Saúde

OTA – Ocratoxina A

RDC - Resolução de Diretoria Colegiada

## LISTA DE SÍMBOLOS

% - Porcentagem

μg - Micrograma

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>18</b>
<b>4 ESPECIARIAS .....</b>	<b>19</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS DE ESPECIARIAS .....	21
<b>5 CONTAMINAÇÃO FÚNGICA DE ESPECIARIAS .....</b>	<b>22</b>
5.2 POTENCIAL MICOTOXIGÊNICO DE FUNGOS.....	23
<b>5.2.1 Fungos potencialmente toxigênicos em especiarias comercializadas no Brasil.....</b>	<b>26</b>
5.3 MÉTODOS PARA CONTROLE DE CONTAMINAÇÃO FÚNGICA EM ESPECIARIAS.....	33
<b>6 LEGISLAÇÃO .....</b>	<b>34</b>
6.1 PADRÕES MICROBIOLÓGICOS.....	35
6.2 MICOTOXINAS .....	35
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>36</b>
REFERÊNCIAS .....	37

## 1 INTRODUÇÃO

As especiarias têm se destacado na vida do homem, desde a Grécia antiga, sendo utilizadas para fins medicinais e símbolo de crenças além da prática culinária. Por muitos anos, as ervas aromáticas e especiarias constituíram importantes fontes de comércio mundial, que interferia diretamente na economia, sendo os países mais ricos os responsáveis pelo controle comercial destes produtos (RODRIGUES *et al.*, 2005; ALMEIDA, 2006; GARCIA, 2015).

De acordo com a legislação brasileira, especiarias são os produtos constituídos de partes (raízes, rizomas, bulbos, cascas, folhas, flores, frutos, sementes, talos) de uma ou mais espécies vegetais e a mistura de especiarias e de outros ingredientes, fermentados ou não, são designados como temperos, os quais são tradicionalmente utilizadas para agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas (BRASIL, 2005). O consumo de especiarias, bem como de tempero é prática cotidiana em todas as regiões do Brasil e ganha cada vez mais notoriedade, isso se deve ao fato de cada vez mais as pessoas estarem buscando sabores diferenciados e qualidade gastronômica para suas refeições (SOUSA, 2013).

A notoriedade das especiarias incentivou seu consumo, contudo, podem chegar ao consumidor com baixa qualidade, causada por contaminação de microrganismos, ou pela infestação de insetos e outros contaminantes (GERMANO; GERMANO, 2011). Como as especiarias são oriundas de diversos órgãos vegetais, colhidas em regiões tropicais e subtropicais com alta faixas de temperatura, umidade e precipitação pluviométrica estão suscetíveis ao desenvolvimento de microrganismos, sobretudo fungos (GERMANO; GERMANO, 2011).

Segundo Iha e Trucksess (2019) as especiarias podem ser contaminadas por diferentes fungos durante a produção agrícola, colheita, lavagem, secagem e armazenamento subsequentes. Uma vez que se encontram amplamente distribuídos na natureza, na água, no solo e matéria orgânica, e é através destas fontes que ocorre a contaminação no alimento, especialmente os de origem vegetal (CARDOSO FILHO, 2015). Estes quando colonizados e em condições ambientais favoráveis podem vir a desenvolver micotoxinas que são metabólitos secundários (*extrolites*) de certas cepas de fungos toxigênicos e se ingeridos em pequenas doses a longo prazo podem acarretar em problemas sérios na saúde humana e

animal (PITT; HOCKING, 2009). Dentre os gêneros fúngicos potencialmente toxigênicos descritos como predominantes nas especiarias destacam-se os *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, sendo estes amplamente relatados como os maiores produtores de micotoxinas em alimentos (ROSA *et al.*, 2006; VECCHIA; CASTILHOS- FORTES, 2007; COROMINAS, 2017).

Métodos de controle capazes de reduzir/controlar os níveis de contágio em especiarias são frequentemente desenvolvidos com o intuito de evitar a contaminação dos alimentos pelos fungos toxigênicos (CODEX, 2017; SAVI, 2019). Diante da preocupação a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) fizeram em 2013 uma chamada internacional para obtenção de dados sobre qualquer risco microbiológico associado com especiarias e ervas aromáticas secas, a fim de identificar os agentes que representam perigo para os consumidores (FAO, 2013). Neste contexto, é importante a constante avaliação micológica de especiarias, a fim de evitar alterações nas propriedades sensoriais, levando à depreciação de seu valor de mercado e danos à saúde do consumidor.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Revisar e compilar a presença de fungos potencialmente toxigênicos em amostras de especiarias comercializadas no Brasil, através de uma revisão bibliográfica.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Compreender as principais características que facilitam a contaminação fúngica em especiarias;
- Apresentar os principais fungos potencialmente toxigênicos presentes em amostras de especiarias comercializadas no Brasil;
- Abordar os riscos associados à presença de fungos toxigênicos em alimentos;
- Abordar os métodos de controle capazes de reduzir/controlar os níveis de contaminação fúngica em especiarias.

### **3 METODOLOGIA**

Este estudo foi realizado a partir de revisão bibliográfica da literatura nacional e internacional. Foram selecionados artigos científicos, livros, dissertações, teses, trabalhos de conclusão de curso, relatórios técnicos e artigos/trabalhos-referência selecionados a partir de citações em outros trabalhos. Não foram estabelecidos limites quanto ao ano de publicação. As buscas foram realizadas em bibliotecas virtuais de instituições públicas e particulares e em bases de dados científicos, predominantemente: Science Direct, Scielo, Scopus, PubMed e Google acadêmico. Foram utilizadas diversas combinações dos seguintes descritores para a pesquisa: “fungos”, “fungi”, “fungos toxigênicos”, “toxigenic fungi”, “micotoxina”, “mycotoxin”, “especiarias”, “spices”, “legislação”, “legislation”, “alimentos” e “food”.

#### 4 ESPECIARIAS

Ao longo da história são relatados diversos usos e crescente interesse comercial em ervas aromáticas e especiarias. As principais utilizações eram para obtenção de perfumes, incensos, produtos medicinais e cosméticos (BOECHAT, 2010). No âmbito alimentar foram utilizadas como aromatizantes, para mascarar sabores e odores desagradáveis dos alimentos e, posteriormente, para manter os alimentos frescos (CATELLAN, 2012).

Ademais, constituíram importante fonte de comércio extremamente lucrativa, interferindo diretamente na economia mundial, sendo os países mais ricos os responsáveis pelo controle comercial destes produtos (RODRIGUES; SILVA, 2010). O processo de comercialização das especiarias teve início com as civilizações egípcia, chinesa, grega e romana na época das grandes expedições marítimas, sendo então, a cultura da utilização destes produtos espalhada pela Europa e resto do mundo (GARCIA, 2015). São conhecidos traços de uma primeira rede de comércio existente há mais de 4 mil anos atrás (ALMEIDA, 2006).

Segundo o relatório da FAO (2020) os principais países produtores de especiarias são a Índia, Etiópia, Turquia, Bangladesh, Indonésia, China, Paquistão, Nepal, Colômbia e Mianmar. O Brasil se destaca pela produção de pimenta-do-reino, salvo imprevistos climáticos, gira em torno de 40 mil toneladas por ano, no entanto, a maioria da produção é destinada à exportação (AGROSPICE, 2020). Segundo o Instituto de Economia Agrícola (2019) a exportação no Brasil de chá, mate e especiarias agregados do mês de janeiro a setembro foi de 149,69 milhões de dólares em 2019, representaram 0,31% das vendas externas setoriais brasileiras.

De acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 276 de 22 de Setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) entende-se por especiarias os produtos constituídos de partes (raízes, rizomas, bulbos, cascas, folhas, flores, frutos, sementes, talos) de uma ou mais espécies vegetais. Enquanto isso, a mistura de especiarias e de outros ingredientes, fermentados ou não, são designados como temperos, os quais são tradicionalmente utilizadas para agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas (BRASIL, 2005).

No entanto, cada região do mundo possui suas próprias especiarias e usufrui delas de diferentes formas. No Brasil são demasiadamente utilizadas para preparação de alimentos,

como é o caso das pimentas nas cozinhas baianas e capixabas, o gengibre e o cravo para os vinhos quentes e quenteão, o gergelim para pães, tortas e pastéis, os temperos nas preparações de molhos ou como ingredientes em produtos curtidos e em conservas (GERMANO; GERMANO, 2011).

No Quadro 1 são apresentadas as principais especiarias utilizadas na culinária e as respectivas partes utilizadas nas preparações.

Quadro 1. Principais especiarias utilizadas na culinária com respectivos nomes científicos e partes utilizadas.

<b>Nome comum</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Parte do vegetal utilizada</b>
Açafrão	<i>Crocus sativus</i> L.	Estigmas florais
Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Folhas e talos
Alho	<i>Allium sativum</i> L.	Bulbos
Alho porro	<i>Allium porrum</i> L.	Folhas e talos
Baunilha	<i>Vanilla planifolia</i> Jacks.	Frutos
Canela-da-China	<i>Cinnamomum cassia</i> Ness ex Blume	Cascas
Canela-do-Ceilão	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Ness	Cascas
Cebola	<i>Allium cepa</i> L.	Bulbos
Cebolinha verde	<i>Allium schoenoprasum</i> L.	Folhas e talos
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Talos, folhas e frutos
Cominho	<i>Cuminum cyminum</i> L.	Frutos
Cravo-da-Índia	<i>Syzygium aromaticum</i> L., <i>Caryophyllus aromaticus</i> L. ou <i>Eugenia caryophyllata</i> Thumb	Botões florais
Cúrcuma	<i>Curcuma longa</i> L. e <i>Curcuma domestica</i> Valenton	Rizomas
Erva-doce ou anis ou anis doce	<i>Pimpinella anisum</i> L.	Frutos
Gengibre	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Rizomas
Gergelim	<i>Sesamum indicum</i> L.	Sementes
Orégano chileno	<i>Origanum vulgare</i> L.	Folhas e talos
Páprica	<i>Capsicum annuum</i> L.	Frutos
Pimenta branca, preta, verde ou pimenta-do-reino	<i>Piper nigrum</i> L.	Frutos
Pimenta-de-caiena	<i>Capsicum baccatum</i> L.	Frutos
Pimentão vermelho, verde e amarelo, pimenta doce	<i>Capsicum annuum</i> L.	Frutos
Salsa	<i>Petroselinum sativum</i> Hoffm. ou <i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Nyman	Folhas e talos
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> L.	Frutos
Urucum	<i>Bixa orellana</i> L.	Sementes

Fonte: Adaptada de Brasil (2005)

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS DE ESPECIARIAS

As especiarias em geral são oriundas de folhas, talos, cascas, frutos e sementes de diferentes plantas (BRASIL, 2005). A colheita é realizada no correto estágio de maturação, após a colheita, as especiarias são sujeitas a uma série de tratamentos específicos como lavagem, descascamento, cura, secagem, entre outros. O tratamento pós colheita possui como objetivo diminuir o teor de umidade para valores entre 8-12%, a fim de manter a qualidade durante o armazenamento (ALMEIDA, 2006).

São comercializadas de diferentes formas, sendo as mais comuns, em pó (canela, pimentas e páprica), em flocos (orégano, salsa e cebolinha) e em grãos (pimentas) (Figura 1), a granel ou embalada, em mercados/supermercados, lojas de produtos naturais e feiras livres (BARBOSA; TESHIMA 2017).

Figura 1 - Exemplificação das diferentes formas de comercialização das especiarias: A: canela em pó, B: orégano em flocos e C: pimenta preta em grãos.



Fonte: Autora, 2021

Possuem como principais compostos constituintes os alcaloides, flavonoides, isoflavonoides, taninos, cumarinas, glicosídeos, terpenos e compostos fenólicos, estes conferem resultados em preparações culinárias, mas também são responsáveis por muitos de seus usos medicinais e conservantes (IHA; TRUCKSESS, 2019). Há relatos dos benefícios à saúde em especiarias selecionadas, incluindo atividade antimicrobiana, antioxidante e anti-inflamatória (GOTTARDI *et al.*, 2016).

## 5 CONTAMINAÇÃO FÚNGICA DE ESPECIARIAS

Os fungos são considerados os contaminantes predominantes nas especiarias, os quais resultam em deterioração, depreciação do produto e perdas econômicas (COOK, JOHNSON, 2009). Segundo Iha e Trucksess (2019) as especiarias podem ser expostas a uma ampla gama de contaminação durante a produção agrícola, colheita, lavagem, secagem e armazenamento subsequentes. As condições sanitárias das plantações interferem diretamente nos níveis de contaminação das especiarias, bem como os cuidados tomados durante a colheita, armazenamento e processamento (GARCIA, 2015).

Em climas tropicais, como no Brasil, é comum a ocorrência de alta temperatura e umidade elevada, esses parâmetros climáticos são adequados para condições intensas de crescimento de microrganismos, principalmente de fungos. Em estágios posteriores, parâmetros intrínsecos e extrínsecos podem permitir a multiplicação de fungos, especialmente o teor de água do substrato (GARCIA *et al.*, 2018). Os fungos contaminantes são frequentemente divididos em dois grupos: fungos de campo e de armazenamento (MAGAN, 2006; ARAÚJO 2010).

Os fungos de campo são aqueles que colonizam as especiarias durante a fase de pré-colheita. Estes crescem, geralmente, em umidades relativas entre 70 a 90% e em temperaturas entre 20 e 25 °C. Para um crescimento ativo necessitam de atividades de água superiores a 0,85; e para um crescimento ótimo necessitam de atividade de água próxima de 0,99 (MAGAN, 2006). Os principais gêneros de fungos de campo são: *Alternaria*, *Bipolaris*, *Cephalosporium*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Gibberella*, *Helminthosporium*, *Nigrospora*, *Rizotomia* e *Trichoderma* (ARAÚJO, 2010).

Os fungos de armazenamento surgem durante a fase da pós-colheita, estes estão geralmente melhor adaptados a uma ampla faixa de temperatura. A atividade de água mínima tolerada pela maioria das suas espécies é de 0,75-0,85 e para o seu crescimento ótimo é de 0,93-0,98 (MAGAN, 2006). Os fungos de armazenamento *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* e *Mucor* são encontrados em grande número em armazéns, elevadores, equipamentos e lugares onde são armazenados, manuseados e processados produtos agrícolas, como as especiarias (ARAÚJO, 2010). Dessa forma, quando as especiarias são produzidas ou comercializadas em condições desfavoráveis, armazenadas em locais úmidos, mal ventilados, podem propiciar a multiplicação das espécies fúngicas contaminantes, dentre elas as potencialmente toxigênicas (NUNES, 2003).

## 5.2 POTENCIAL MICOTOXIGÊNICO DE FUNGOS

A presença de fungos potencialmente toxigênicos em alimentos é considerado um indicativo para a presença de micotoxinas, que são metabólitos secundários altamente tóxicos, estes são biossintetizados e excretados para o alimento onde o fungo está presente, podendo causar efeitos agudos e crônicos em diferentes órgãos humanos e espécies de animais, mesmo quando presentes em baixas quantidades, podendo assim representar um problema de saúde pública (RIBEIRO *et al.*, 2020). Uma vez que a maioria das micotoxinas são termorresistentes, portanto, a forma mais eficaz de evitar sua produção é através do controle do crescimento fúngico (COROMINAS; 2017)

A produção de micotoxinas depende de alguns fatores como a linhagem do fungo, o tipo de substrato, temperatura, umidade, condições de colheita e/ou armazenagem, não estando necessariamente relacionada ao crescimento fúngico (PLEADIN;FRECE; MARKOV, 2019). Dentre os gêneros fúngicos potencialmente produtores de micotoxinas, destacam-se os *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, estes são relatados como maiores produtores de micotoxinas em alimentos (COROMINAS, 2017)

O gênero *Aspergillus*, principalmente o *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* e *Aspergillus nomius* são produtores de aflatoxinas (AFLAs). Os efeitos tóxicos das AFLAs podem ser agudos, imunossupressores, mutagênicos, teratogênicos, carcinogênicos, hepatotóxicos e o fígado constitui o órgão alvo primário. As AFLAs (B1, B2, G1, G2) foram classificadas pela International Agency for Research on Cancer (IARC) como pertencentes ao grupo 1, portanto são compostos considerado carcinogênicos para humanos (IARC, 2002).

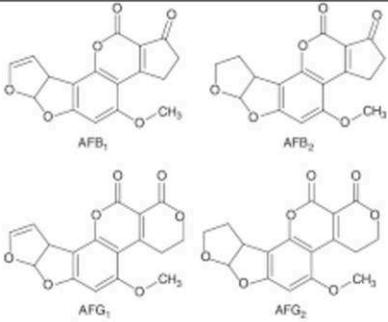
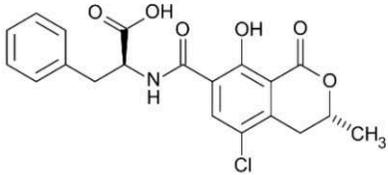
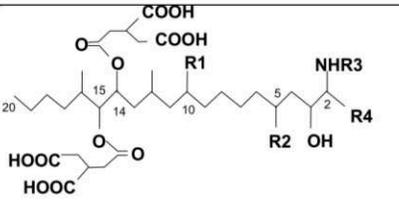
As fumonisinas (FBs) são produzidas por fungos do gênero *Fusarium*, sendo os *Fusarium verticillioides*, *Fusarium proliferatum*, *Fusarium nygamai*, além de *Alternaria alternata* os principais produtores desse grupo de micotoxinas (SILVA *et al.*, 2020). A IARC classificou as FBs e seus metabólitos como pertencente ao grupo 2B pois são compostos de possível carcinogenicidade em humanos (IARC, 2002).

Outra micotoxina de interesse em alimentos é a ocratoxina A (OTA), produzida pelo gênero *Penicillium*, principalmente *Penicillium verrocusum* e *Penicillium nordicum* em ambientes com temperaturas menores, enquanto que em áreas quentes é produzida pelo gênero *Aspergillus*, principalmente por *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus ochraceus* (PITT; HOCKING, 2009). São conhecidos os efeitos tóxicos pertinentes da ação da OTA, particularmente sobre o sistema renal, com caráter nefrotóxico.

Ela é classificada pela IARC e no grupo 2B, ou seja, possivelmente carcinogênica para humanos (IARC, 2002).

Os principais efeitos tóxicos e patológicos das AFLS, OTA e FBs, bem como as respectivas estruturas químicas estão descritos na Tabela 1. No entanto, a severidade dos mesmos depende das quantidades ingeridas, do tempo de exposição e das possíveis sinergias toxicológicas que podem advir da ingestão de diversas micotoxinas simultaneamente, além de outros fatores como a idade dos indivíduos, o sexo e o seu estado fisiológico (SOARES; ABRUNHOSA; VENÂNCIO, 2013).

Tabela 1 - Principais efeitos tóxicos e patológicos associados às Aflatoxinas, Ocratoxina A e Fumonisinias com respectivas estruturas químicas

Micotoxina	Estrutura química	Efeitos tóxicos	Efeitos patológicos																				
Aflatoxinas (B1, B2, G1 e G2)		Citotóxico, mutagênico, hepatotóxico, carcinogênico, teratogênico e imunossupressor	Hiperplasia das vias biliares, hemorragias intestinais e renais, tumores no fígado, hepatite aguda e cirrose hepática																				
Ocratoxina A		Citotóxico, nefrotóxico, teratogênico e hepatotóxico	Nefropatia endêmica do Balcãs, nefropatia intersticial crônica, enterite e tumores renais																				
Fumonisinias (B1, B2 e B3)	 <table border="1" data-bbox="884 1093 1164 1189"> <thead> <tr> <th></th> <th>R1</th> <th>R2</th> <th>R3</th> <th>R4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FB<sub>1</sub></td> <td>OH</td> <td>OH</td> <td>H</td> <td>CH<sub>3</sub></td> </tr> <tr> <td>FB<sub>2</sub></td> <td>H</td> <td>OH</td> <td>H</td> <td>CH<sub>3</sub></td> </tr> <tr> <td>FB<sub>3</sub></td> <td>OH</td> <td>H</td> <td>H</td> <td>CH<sub>3</sub></td> </tr> </tbody> </table>		R1	R2	R3	R4	FB <sub>1</sub>	OH	OH	H	CH <sub>3</sub>	FB <sub>2</sub>	H	OH	H	CH <sub>3</sub>	FB <sub>3</sub>	OH	H	H	CH <sub>3</sub>	Citotóxico, carcinogênico, teratogênico e hepatotóxico	Edema pulmonar, leucoencefalomalácia e câncer de esôfago
	R1	R2	R3	R4																			
FB <sub>1</sub>	OH	OH	H	CH <sub>3</sub>																			
FB <sub>2</sub>	H	OH	H	CH <sub>3</sub>																			
FB <sub>3</sub>	OH	H	H	CH <sub>3</sub>																			

Fonte: Adaptado de Soares, Abrunhosa e Venâncio (2013) e Bugno (2006)

### **5.2.1 Fungos potencialmente toxigênicos em especiarias comercializadas no Brasil**

A contaminação por fungos toxigênicos em especiarias e a consequente produção de micotoxinas por esses microrganismos podem causar alterações nas características sensoriais das especiarias, depreciação de seu valor de mercado e danos à saúde do consumidor (GARCIA, 2015). Por esses motivos, a identificação dos gêneros ou espécies, são consideradas informações importantes que podem servir como indicadores presuntivos quanto à presença de determinadas micotoxinas. Analogamente, o conhecimento dos tipos de fungos contaminantes em um produto pode indicar em quais condições o alimento foi produzido, ajudando na orientação sobre a estratégia adequada de produção e sobre a origem da contaminação (TANIWAKI; SILVA, 2001).

Diante do exposto, é essencial a constante avaliação micológica de especiarias, uma vez que diversos trabalhos relatam a presença de fungos nestes produtos, dentre eles os potencialmente toxigênicos, conforme descrito no Quadro 2 para diferentes especiarias comercializadas no Brasil.

Quadro 2 - Ocorrência de contaminação fúngica em amostras de especiarias comercializadas no Brasil.

<b>Amostras</b>	<b>Região de coleta</b>	<b>Método de contagem e identificação</b>	<b>Principais gêneros fúngicos identificados*</b>	<b>Referência</b>
4 amostras incluindo: cebolinha verde ( <i>Allium schoenoprasum</i> ) e coentro ( <i>Coriandrum sativum</i> )	Areia-Paraíba	Plaqueamento direto e identificação macroscópica dos gêneros fúngicos	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> e <i>Cladosporium</i>	Nunes <i>et al.</i> (2020)
71 amostras incluindo: pimenta vermelha ( <i>Capsicum frutescens</i> e <i>Capsicum baccatum</i> ) e pimenta rosa ( <i>Schinus terebinthifolius</i> )	Campinas, Sorocaba e São Paulo-São Paulo	Plaqueamento direto e plaqueamento em superfície e identificação através do isolamento em placa e avaliação das características morfológicas	<i>Aspergillus</i> , <i>Eurotium</i> e <i>Fusarium</i>	Brito (2018)
12 amostras incluindo: pimenta do reino ( <i>Piper nigrum</i> L.), açafrão ( <i>Curcuma longa</i> L.), canela em pó ( <i>Cinnamomum cassia</i> L.) e cominho ( <i>Cuminum cyminum</i> L.)	Cuiabá–Mato Grosso	Plaqueamento em superfície e identificação microscópica dos gêneros fúngicos através do microcultivo em lâmina	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> e <i>Alternaria</i>	Oliveira <i>et al.</i> (2017)
12 amostras incluindo: orégano ( <i>Origanum vulgare</i> L.), alecrim ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.) , manjerição ( <i>Ocimum basilicum</i> L.) e pimenta-do-reino ( <i>Piper nigrum</i> L.)	Cuiabá –Mato Grosso	Plaqueamento em superfície e identificação microscópica dos gêneros fúngicos através do microcultivo em lâmina	<i>Aspergillus</i> e <i>Penicillium</i>	Oliveira <i>et al.</i> (2016)
200 amostras incluindo: alecrim ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ), canela ( <i>Cinnamomum cassia</i> ), erva-	Santa Maria-Rio Grande do Sul	Plaqueamento direto e plaqueamento em superfície e identificação através do	<i>Aspergillus</i> e <i>Eurotium</i>	Garcia (2015)

doce ( <i>Pimpinella anisum</i> ), pimenta calabresa ( <i>Capsicum baccatum</i> ), orégano ( <i>Origanum vulgare</i> L.) cravo-da-índia ( <i>Syzygium aromaticum</i> ), pimenta preta e branca ( <i>Piper nigrum</i> )		isolamento fúngico e avaliação das características morfológicas		
20 amostras incluindo: canela em pó ( <i>Cinnamomum cassia</i> Ness ex Blume), cravo ( <i>Syzygium aromaticum</i> L.), louro em pó ( <i>Laurus nobilis</i> L.), manjerição ( <i>Ocimum basilicum</i> L.) e orégano ( <i>Origanum vulgare</i> L.)	Pouso Alegre- Minas Gerais	Plaqueamento em superfície e identificação através do isolamento em placa e microcultivo em lâmina	<i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> e <i>Cladosporium</i>	Teixeira-Loyola <i>etal.</i> (2014)
30 amostras incluindo: pimenta do reino ( <i>Piper nigrum</i> L.), canela ( <i>Cinnamomum zeylanicum</i> BREYN), orégano ( <i>Origanum vulgare</i> L.), erva-doce ( <i>Pimpinella anisum</i> L.) e colorífico	Cuiabá- Mato Grosso	Plaqueamento em superfície e identificação macroscópica dos gêneros fúngicos	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> e <i>Paecilomyces</i>	Cunha Neto, Silva e Machado (2013)
24 amostras incluindo: urucum ( <i>Bixa orellana</i> L.), cominho ( <i>Cuminum cyminum</i> L.), açafrão ( <i>Crocus sativus</i> L.) e pimenta-do-reino ( <i>Piper nigrum</i> L.)	Teresina-Piauí	Plaqueamento em superfície e identificação estereoscópica do gênero através de microculturas	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> e <i>Fusarium</i>	Silva <i>et al.</i> (2012)

20 amostras incluindo: pimenta branca e preta ( <i>Pipernigrum</i> L.)	Belém- Pará	Plaqueamento direto e identificação através do isolamento em placa	<i>Aspergillus</i> e <i>Penicillium</i>	Freire, Kozakiewicz e Paterson (2000)
--	-------------	--	---	---------------------------------------

\*Foram descritos como os principais fungos identificados, os fungos relatados nos trabalhos como principais ou selecionou-se os três fungos com maior prevalência entre as amostras analisadas.

Fonte: Autora (2021)

Dentre os fungos relatados como predominantes nas especiarias analisadas conforme o Quadro 2, destacam-se os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, devido ao potencial toxigênico, sendo estes os maiores produtores de micotoxinas e amplamente relatados como contaminantes de alimentos, tanto no campo, quanto no período de armazenamento. (VECCHIA; CASTILHOS-FORTES, 2007; COROMINAS, 2017).

Os resultados apresentados por Oliveira *et al.* (2016) constataram a prevalência dos gêneros potencialmente toxigênicos, *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. em diferentes especiarias comercializadas em Cuiabá-MT, o autor sugere que as condições de produção, armazenamento e manipulação muitas vezes não são apropriadas, uma vez que os produtos costumam ficar expostos ao ambiente, principalmente as especiarias comercializadas a granel e não passam por nenhum processo tecnológico, ficando susceptível a contaminação fúngica. Os resultados são comparáveis aos encontrados por Freire, Kozakiewicz e Paterson (2000) em amostras de pimentas pretas e brancas, nestas amostras um total de 42 espécies fúngicas foram isoladas, sendo algumas espécies potencialmente micotoxigênicas como o *A. Flavus* e *A. Niger*, *A. ochraceus*, *A. tamarisii*, *A. versicolor*, *P. brevicompactum*, *P. citrinum*, *P. islandicum* e *P. Glabrum*.

Corroborando esses achados, Silva *et al.* (2012) avaliaram quatro tipos de especiarias, urucum, cominho, açafrão e pimenta-do-reino, comercializadas em feiras livres e supermercados da cidade de Teresina-PI. Das 36 amostras analisadas, 28 estavam contaminadas por fungos e 12 espécies fúngicas foram identificadas. O *Aspergillus* foi o gênero predominante, com seis espécies identificadas (*A. niger*, *A. flavus*, *A. nidulans*, *A. ochraceus*, *A. terreus* e *A. sydowii*) seguido do gênero *Penicillium* com três espécies identificadas (*P. citrinum*, *P. decumbens* e *P. oxalicum*) e do gênero *Fusarium* com uma espécie identificada (*F. oxysporum*). De acordo com o autor, as especiarias analisadas no estudo mostraram a contaminação por fungos potencialmente patogênicos e produtores de micotoxinas, os quais podem causar danos à saúde do consumidor. Foi enfatizada a necessidade de fiscalização no controle de qualidade, em todas as fases de obtenção dos condimentos, desde a coleta até a oferta ao consumidor.

Teixeira-Loylato *et al.* (2014) avaliaram a contaminação fúngica de canela em pó, cravo, louro em pó, manjeriço e orégano, comercializados em Pouso Alegre-MG e isolaram principalmente *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. e *Cladosporium* sp. Os mesmos gêneros foram isolados por Nunes *et al.* (2020) em folhas de cebolinha verde e coentro.

Resultados semelhantes foram encontrados por Cunha Neto, Silva e Machado (2013) que analisaram 30 amostras de especiarias, tais como pimenta do reino, canela, orégano, erva-doce e colorífico, comercializadas nas feiras livres e permanentes de Cuiabá/MT. Em 26 amostras contaminadas, a maior frequência de microrganismos foi encontrada na pimenta do reino, seguida pelo colorífico, canela, erva doce e orégano. Os gêneros prevalentes foram *Aspergillus*, *Penicillium* e *Paecilomyces*. Espécies tais como *A. flavus*, *A. ochraceus*, *A. oryzae* e *A. parasiticus*, frequentemente citadas como produtoras de micotoxinas foram isoladas. Segundo os autores, as baixas condições higiênico-sanitárias durante a estocagem e distribuição das especiarias estão provavelmente associadas com a proliferação de fungos, inclusive os micotoxigênicos.

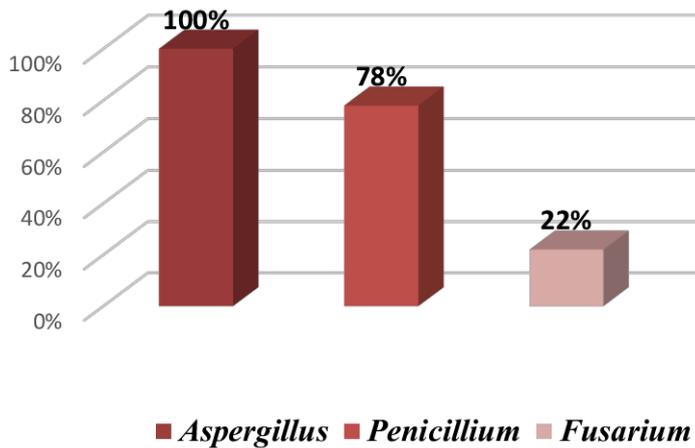
A análise da capacidade de produção de micotoxinas por fungos isolados de especiarias foi realizada por Garcia (2015), neste trabalho com exceção do cravo-da-índia, todas as outras sete especiarias analisadas (alecrim, canela, erva-doce, pimenta calabresa, orégano, pimenta preta e branca) apresentaram elevada contaminação fúngica, com predominância dos gêneros *Eurotium* e *Aspergillus*. As espécies patogênicas de *A. flavus* e *A. niger* foram isoladas de todas as especiarias, e em análise da capacidade de produção de micotoxinas foi constatado a presença de fungos aflatoxigênicos, com produção de OTA de espécies isoladas de orégano e de AFLAs e OTA de espécies isoladas de pimenta preta e pimenta branca.

Outros estudos também reportam o gênero *Aspergillus* como o mais comum entre os encontrados em amostras de pimenta (RAMOS, 2018; FREIRE; KOZAKIEWICZ; PATERSON, 2000). No estudo de Brito (2018), realizado em 70 amostras de pimentas (pimenta vermelha e pimenta rosa), foi isolado um total de 985 fungos de todas as amostras, englobando 19 grupos fúngicos distintos. Todas as amostras de pimenta apresentaram algum grau de infecção por *Aspergillus nigri* e *Aspergillus flavus*, sendo o gênero fúngico mais relevante o *Aspergillus*. Segundo Ramos (2018) as causas que podem levar a contaminação dos grãos de pimentas são várias, no entanto destaca-se as condições higiênicas precárias na etapa de secagem e armazenamento, comumente encontrada no Brasil.

De acordo com o figura 2, o gênero *Aspergillus* foi relatado como principal fungo identificado em 100% dos trabalhos analisados, seguido do gênero *Penicillium*, relatado em 78% dos trabalhos, ambos os gêneros são considerados fungos de armazenamento, que surgem geralmente durante a fase da pós-colheita, devido principalmente a condições desfavoráveis de armazenamento, manuseio e processamento (ARAÚJO, 2010).

O gênero *Fusarium* foi relatado em 22% dos trabalhos, este é considerado um fungo de campo que coloniza as especiarias durante a fase de pré-colheita.

Figura 2 - Porcentagem de contaminação pelos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* nos trabalhos analisados no Quadro 2.



No trabalho de Oliveira *et al.* (2017) foi relatada a importância da discussão sobre o tema, a fim de esclarecer à sociedade os riscos causados pela má higienização e manipulação de especiarias. Embora nem todos os estudos tenham examinado a presença de micotoxinas nas especiarias, os resultados mostram que existe potencial de contaminação por estes metabólitos fúngicos, principalmente por espécies do gênero *Aspergillus* e *Penicillium*, que são muitas vezes a biota dominante de especiarias secas, trituradas ou inteiras (Pitt e Hocking, 2009). Garcia (2015) ressalta que a contaminação de alimentos e seus derivados por micotoxinas pode causar muitos danos à saúde humana e animal, mesmo quando consumidos em pequenas quantidades

Diante do exposto, autores relataram a necessidade de fiscalização no controle de qualidade, em todas as fases de obtenção das especiarias, desde as etapas de coleta até a oferta ao consumidor (SILVA *et al.*, 2012; CUNHA NETO; SILVA; MACHADO, 2013). Segundo Cunha Neto, Silva e Machado (2013) a fiscalização e controle desses processos propiciaram um produto com maior qualidade e segurança nutricional ao consumidor.

### 5.3 MÉTODOS PARA CONTROLE DE CONTAMINAÇÃO FÚNGICA EM ESPECIARIAS

Diversas estratégias de prevenção e descontaminação são frequentemente desenvolvidas com o intuito de evitar a contaminação dos alimentos pelos fungos toxigênicos. Neste contexto em 2017 o *Codex Alimentarius* publicou um código geral de prática para a prevenção e redução de micotoxinas em especiarias, a fim de atingir o nível tão baixo quanto razoavelmente possível dessas toxinas aplicando Boas Práticas Agrícolas (BPA) específicas, Boas Práticas de Fabricação (BPF) e boas práticas de armazenamento (CODEX, 2017).

As medidas preventivas devem ser tomadas em todo o estágio de plantio, colheita, transporte, estocagem e processamento do produto final, sendo dividida em medidas na pré-colheita e pós-colheita. No período de pré-colheita as medidas têm o intuito de controlar/evitar a produção de micotoxinas pelos fungos toxigênicos, como (CODEX, 2017; SAVI, 2019):

- (i) Plantio de cultivares de sementes resistentes à infestação de pragas;
- (ii) Técnicas adequadas de cultivo e semeadura;
- (iii) Coletar imediatamente o produto ao atingir a maturidade;
- (iv) Controle biológico e controle de pragas, bem como a gestão adequada de resíduos de culturas que muitas vezes são o inóculo primário de fungos micotoxigênicos;
- (v) Equipamentos de colheita ajustados para operar adequadamente, produzindo o menor dano mecânico à planta.

O uso de agrotóxicos, incluindo fungicidas, faz parte do modelo atual de desenvolvimento agrícola, no entanto este é responsável por impactos, danos ambientais e na saúde (PEREIRA *et al.*, 2020). Por estes motivos, métodos alternativos de prevenção no período de pré-colheita são constantemente estudados com o intuito de investimento em agricultura sustentável, com foco na redução do uso de agrotóxicos e no desenvolvimento de estratégias alternativas no manejo de pragas. No entanto, esses métodos ainda são frequentemente discutidos e aperfeiçoados com o intuito de melhorar a eficiência e reduzir limitações (SAVI, 2019).

No período pós-colheita, medidas preventivas incluem (CODEX, 2017; SAVI, 2019):

(i) Classificação;

(ii) Limpeza afim de remover matérias indesejáveis;

(iii) Secagem do alimento até níveis seguros de umidade, tão logo quanto seja possível, de maneira a atingir no produto uma aw segura;

(iv) Armazenagem adequada com condições de temperatura/umidade controladas e atmosfera modificada.

A prevenção de infecções fúngicas durante a pré-colheita e pós-colheita se mostra eficiente para evitar a contaminação fúngica em especial dos fungos micotoxigênicos em produtos agrícolas (HUWIG *et al.*, 2001; KOLOSOVA, STROKA, 2011). No caso do alimento já estar contaminado com micotoxinas, métodos de descontaminação são usados para a desintoxicação ou degradação da toxina e são principalmente realizados por processos físicos (processos térmicos, irradiação, adsorção), químicos (compostos naturais, ozonização, plasma frio) ou biológicos (microrganismos e enzimas) (PANKAJ; SHI; KEENER, 2018).

Importante ressaltar que o crescimento de fungos toxigênicos e a produção de micotoxinas são influenciados por diversos fatores ambientais e práticas agrícolas, portanto a aplicação de produtos agrícolas modernos e tecnologias de fabricação, bem como a regulamentação para micotoxinas em um país auxiliam na prevenção da contaminação dos alimentos (SAVI, 2019). A análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), bem como as Boas Práticas Agrícolas (BPA) e as Boas Práticas de Fabricação (BPF) no período pré e pós-colheita garantem um papel importante na prevenção e manejo de micotoxinas (ALBERTS *et al.*, 2017).

## **6 LEGISLAÇÃO**

A Resolução da Diretoria do Colegiado (RDC) nº 276, de 22 de Setembro de 2005 fixa a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer as Especiarias, Temperos e Molhos. De acordo com Brasil (2005) as especiarias devem ser obtidas, processadas, embaladas, armazenadas, transportadas e conservadas de modo que não desenvolvam e/ou agreguem substâncias físicas, químicas ou biológicas que coloquem em risco a saúde do consumidor e que sigam as legislações vigentes de BPF, bem como obedeçam os regulamentos técnicos específico.

## 6.1 PADRÕES MICROBIOLÓGICOS

A Resolução da Diretoria do Colegiado (RDC) nº 331, de 23 de Dezembro de 2019 dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação, em complemento a esta RDC, foi publicada a Instrução Normativa (IN) nº 60, de 23 de dezembro de 2019 que estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. No entanto, a IN nº 60 não estabelece limites para fungos filamentosos e leveduras presentes em especiarias e temperos, descreve somente valores para *Salmonella* sp. e *Escherichia coli* (BRASIL, 2019).

## 6.2 MICOTOXINAS

A resolução RDC Nº 487, de 26 de março de 2021 dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, em complemento a esta RDC, foi publicada a Instrução Normativa (IN) Nº 88 de 26 de março de 2021 que estabelece os limites máximos tolerados de contaminantes em alimentos. Na IN Nº88 de 2021, está estabelecido o Limite máximo tolerado para micotoxinas: de 30µg/kg de OTA e de 20µg/kg de AFLAs (B1, B2, G1, G2), incluindo as seguintes especiarias: *Capsicum* sp. (o fruto seco, inteiro ou triturado, incluindo as pimentas em pó, de caiena e pimentão-doce), *Piper* sp. (o fruto, incluindo a pimenta branca e a pimenta preta), *Myristica fragrans* (noz-moscada), *Zingiber officinale* (gingibre), *Cúrcuma longa* (cúrcuma), bem como a mistura de uma ou mais das especiarias citadas. (BRASIL, 2021).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados revelados no estado da arte demonstram que as condições sanitárias das plantações interferem diretamente nos níveis de contaminação de especiarias, bem como os cuidados tomados durante a colheita, armazenamento, processamento e comercialização. Dentre os gêneros fúngicos potencialmente toxigênicos relatados como principais contaminantes das especiarias comercializadas no Brasil, estão os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, sendo que espécies destes gêneros se caracterizam por serem produtoras de micotoxinas importantes como as aflatoxinas e a ocratoxina A, respectivamente. A ingestão de alimentos contaminados por micotoxinas pode causar efeitos agudos e crônicos em diferentes órgãos humanos e espécies de animais, mesmo quando presentes em baixas quantidades, desta maneira espera-se atenção da fiscalização sanitária para com as especiarias. A prevenção de infecções fúngicas durante a pré/pós-colheita, juntamente com a adoção de medidas como APPCC, BPA e BPF apresentam-se como medidas eficientes para evitar/diminuir a contaminação de fungos, em especial os micotoxigênicos, em produtos agrícolas, como as especiarias.

## REFERÊNCIAS

ALBERTS J. F. *et al.* Technological and community-based methods to reduce mycotoxin exposure. **Food Control**, v.73, p.101-109, 2017.

AGROSPICE. **Black pepper**. 2020. Disponível em: <[http://agropsice.com.br/product\\_view.asp?cod=50#:~:text=Currently%20Brazil's%20pepper,main%20producing%20region%20of%20Sumatra.](http://agropsice.com.br/product_view.asp?cod=50#:~:text=Currently%20Brazil's%20pepper,main%20producing%20region%20of%20Sumatra.)>. Acesso em: 20 dez. 2020.

ALMEIDA, A. P. G. **Avaliação da influência do processo de irradiação em especiarias utilizando a técnica de difração de raio x**. 2006. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Nuclear) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2006.

ARAÚJO, A. G. S. *et al.* Ocorrência de fungos de campo e de armazenamento em ingredientes e ração para tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Pubvet**, v. 4, n.35, p. 944- 950, 2010.

BARBOSA, I. B. E; TESHIMA, E. **Perfil de contaminação microbiológica de especiarias**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. XXI, 2017, Feira de Santana.

BOECHAT, S. D. Aroma e sabor no jardim. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.15, n.1, p.57-60, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 276, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 set. 2005. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-276-de-22-de-setembro-de-2005.pdf/view>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 dez. 2019. Disponível em:<<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-331-de-23-de-dezembro-de-2019-235332272>>. Acesso em: 27 fev. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011. Aprovado o Regulamento Técnico sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 9 mar. 2011. Disponível em:<[https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/rdc-anvisa-2011\\_07.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/rdc-anvisa-2011_07.pdf)>. Acesso em: 27 fev. 2021.

BRITO, G. C. **Avaliação da contaminação de pimenta vermelha (*Capsicum frutescens* e *Capsicum baccatum*) e pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius*) por fungos toxigênicos**,

- aflatoxinas e ocratoxina A**. 2018. 80f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas. 2018.
- BUGNO, A. **Drogas Vegetais: Avaliação da Contaminação Microbiana e Pesquisa de Aflatoxinas, Ocratoxinas A e Citrinina**. 2006. 45f. Tese (Doutorado em Fármaco e Medicamentos) – Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006
- CARDOSO FILHO, F. C. *et al.* Fungos e aflatoxinas em cereais: Uma revisão. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 2, n. 2, p.122-130, 2015.
- COOK, F. K.; JOHNSON, B. L. Microbiological Spoilage of Cereal Products. In: SPERBER, W. H.; DOYLE, M. P. **Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages**. Nova York: Springer, 2009. p.223-244.
- COROMINAS, A. V. **Mycotoxins: presence and stability during processing of cereal based food**. 2017. 385f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Lleida. Lleida. 2017.
- CUNHA NETO, A.; SILVA, F. V.; MACHADO, A. P. Incidência de espécies fúngicas potencialmente toxigênicas em especiarias. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, Ananguera Educacional Ltda**, v.17, n.1, p.9-18, 2013.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Call for data and experts on microbiological hazard associated with spices and dried aromatic herbs**. 2013. Disponível em: <[http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/jemra/Call\\_for\\_data\\_and\\_experts\\_on\\_spices\\_Final\\_20121220.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/jemra/Call_for_data_and_experts_on_spices_Final_20121220.pdf)>. Acesso em: 11 jan. 2021.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Production of Spices: top 10 producers**. 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 11 jan. 2021.
- FREIRE, F. C.; KOZAKIEWICZ, Z.; PATERSON, R. R. Mycoflora and mycotoxins in Brazilian black pepper, white pepper and Brazil nuts. **Mycopathologia**, v.149, n.1, p. 13– 19, 2000.
- GARCIA, M. V. **Contaminação fúngica de especiarias e potencial micotoxigênico dos isolados**. 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2015.
- GARCIA, M. V. *et al.* Fungi in spices and mycotoxigenic potential of some Aspergilli isolated. **Food Microbiology**, v.73, p.93-98, 2018.
- GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. Qualidade das especiarias. In: GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 4.ed. São Paulo: Manole, 2011. p.269-279.
- GOTTARDI, D. *et al.* Beneficial Effects of Spices in Food Preservation and Safety. **Frontiers in Microbiology**, v.7, p.1394, 2016.

- HUWIG, A. *et al.* Mycotoxin detoxification of animal feed by different adsorbents. **Toxicology Letters**, v. 122,n.2, p. 179-188, 2001.
- IARC. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Some Traditional Herbal Medicines, Some Mycotoxins, Naphthalene and Styrene. **Lyon: IARC Scientific Publication**, v.82, p.276, 2002.
- IHA, M. H.; TRUCKSESS, M. W. Management of Mycotoxins in Spices. **Journal of AOAC International**, v.102, n.6, p.1732-1739, 2019.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Balança Comercial dos Agronegócios Paulista e Brasileiro Primeiro Semestre de 2019**. 2019. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-52-2019.pdf>>. Acesso em 14 nov. 2020.
- KOLOSOVA, A.; STROKA, J. Substances for reduction of the contamination of feed by mycotoxins: A review. **World mycotoxin Journal**, v. 4, n.3, p. 225-256, 2011.
- MAGAN, N. Mycotoxin contamination of food in Europe: early detection and prevention strategies. **Mycopathologia**, v.162, n.3, p.245-253, 2006.
- NUNES, F. G. G. **Avaliação microbiológica e toxigênica de chás e cápsulas usados como fitoterápicos na cidade de São Paulo**. 2003. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de São Paulo. São Paulo. 2003
- NUNES, M. S. *et al.* Incidência de fungos fitopatogênicos em frutos e hortaliças comercializadas em Areia-Paraíba. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.6, p.36283-36295, 2020.
- OLIVEIRA. *et al.* Análise microbiológica de especiarias desidratadas comercializadas em feiras livres de Cuiabá, Mato Grosso. **Jornal Health NPEPS**, v.2, n.2, p.365-379, 2017.
- OLIVEIRA. *et al.* Contaminação fúngica em especiarias desidratadas comercializadas no Mercado do Porto de Cuiabá-MT. **Brazilian Journal of Food Research**, v.7, n.1, p.149-160, 2016.
- PANKAJ S. K.; SHI H.; KEENER K. M. A review of novel physical and chemical decontamination technologies for aflatoxin in food. **Trends Food Science Technology**, v.71, p.73-83, 2018.
- PLEADIN, J.; FRECE, J.; MARKOV, K. Mycotoxins in food and feed. **Advances in Food and Nutrition Research**, v.89, p.297-345, 2019.
- PEREIRA. *et al.* A utilização de fungicida no cultivo de aveia: uma revisão integrativa da literatura. **Research, Society and Development Journal**, v. 9, n.8, p.1-20, 2020.

PITT, J. I; HOCKING, A. D. Spoilage of Stored, Processed and Preserved Foods. In: PITT, J. I; HOCKING, A. D. **Fungi and Food Spoilage** 3. ed. New York: Springer, 2009. p.401-421.

RAMOS, B. C. N. **Revisão da literatura do estudo microbiológico de especiaria pimenta do reino (*Piper nigrum*)**. 2018. 37f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Maranhão. São Luís. 2018

RIBEIRO, A. C. *et al.* Capacitação de pessoal e seu papel na geração de informes sobre as demandas para mitigar o problema de micotoxinas. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 1, p. 176-185, 2020.

RODRIGUES, R. M.M. *et al.* Matérias estranhas e identificação histológica em manjerona (*Origanum majorana* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) e salsa (*Petroselinum sativum* Hoffm) em flocos comercializados no estado de São Paulo. **Revista Instituto AdolfoLutz**, v.64, n.1, p.25-30, 2005.

RODRIGUES, R. S.; SILVA, R. R. A História sob o Olhar da Química: As Especiarias e sua Importância na Alimentação Humana. **Química Nova Escola**, v.32, n.2, p.84-89, 2010.

ROSA, C. A.R. *et al.* Mycoflora of poultry feeds and ochratoxin producing ability of isolated *Aspergillus* and *Penicillium* species. **Veterinary Microbiology**, v. 113, n.1-2, p.89-96, 2006.

SAVI, G. D. Estratégias de prevenção e de descontaminação de fungos toxigênicos e micotoxinas em alimentos. In: OLIVEIRA, L. A. *et al.* **Conhecimento, conservação e uso de fungos**. Manaus: Editora INPA, 2019. p.11-20

SILVA, D. R. N. *et al.* Micotoxinas envolvidas com contaminação alimentar. **Revista Interdisciplinar de Ciências Médicas**, v.7, n.1.2020.

SILVA, L. P. *et al.* Contaminação fúngica em condimentos de feiras livres e supermercados. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v.71, n.1, p.202-206, 2012.

SOARES, C.; ABRUNHOSA, L.; VENÂNCIO, A. **Fungos produtores de micotoxina**. 2013 Disponível em: <[https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/27316/3/Fungos %20produtores%20de%20micotoxinas%20-%20Microbiologia.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/27316/3/Fungos%20produtores%20de%20micotoxinas%20-%20Microbiologia.pdf)>. Acesso em: 11 jan. 2021.

SOUSA, P. C. B. **Sebrae: Como montar uma fábrica de temperos secos**. 2013. Disponível em:<<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/comomontar-uma-fabrica-de-temperos-secos,70587a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em: 11 jan. 2021

TANIWAKI, M. H.; SILVA, N. **Fungos em alimentos – ocorrência e detecção**. Campinas: ITAL/Núcleo de Microbiologia, 2001. 82p.

TEIXEIRA-LOYOLA, A.B.A. *et al.* Análise microbiológica de especiarias comercializadas em Pouso Alegre, Minas Gerais. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v.6, n.1, p.515-529, 2014.

VECCHIA, A. D.; CASTILHOS-FORTES, R. Contaminação fúngica em granola comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 324-327, 2007