

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM CAXIAS DO SUL
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**MÉTODOS DE PREVENÇÃO E CONTROLE DO FUNGO *ASPERGILLUS*
EM ALIMENTOS: Revisão bibliométrica**

CAROLINE SCHULTZ DA SILVA

**CAXIAS DO SUL
2021**

CAROLINE SCHULTZ DA SILVA

**MÉTODOS DE PREVENÇÃO E CONTROLE DO FUNGO *ASPERGILLUS* EM
ALIMENTOS: Revisão bibliométrica**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Luidi Eric Guimarães Antunes

**CAXIAS DO SUL
2021**

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

S586m Silva, Caroline Schultz da

Métodos de prevenção e controle do fungo *Aspergillus* em alimentos: revisão bibliométrica/ Caroline Schultz da Silva. – Caxias do Sul, 2021.

45 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos (Bacharelado), Unidade em Caxias do Sul, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Luidi Eric Guimarães Antunes

1. Aflatoxina. 2. Ocratoxina. 3. Prevenção. 4. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação. I. Antunes, Luidi Eric Guimarães. II. Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos (Bacharelado), Unidade em Caxias do Sul, 2021. III. Título.

Catálogo elaborado pelo Bibliotecário Uergs - Marcelo Bresolin CRB10/2136

CAROLINE SCHULTZ DA SILVA

**MÉTODOS DE PREVENÇÃO E CONTROLE DO FUNGO ASPERGILLUS EM
ALIMENTOS: Revisão bibliométrica**

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Ciência e Tecnologia de Alimentos da
Universidade Estadual do Rio Grande do
Sul como requisito parcial para obtenção
do título de Bacharel em Ciência e
Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Luidi Eric Guimarães
Antunes

Aprovado em: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Professor Doutor Luidi Eric Guimarães Antunes
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Professora Doutora Betina Magalhães Bitencourt
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Professora Doutora Eléia Righi
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

*Dedico este trabalho ao meu esposo
Mateus Garcia*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus por ter permitido que eu alcance a concretização desse trabalho com saúde e perseverança.

Ao meu esposo Mateus Garcia que sempre esteve ao meu lado me apoiando, me incentivando e me dando condições para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador prof. Luidi Eric Guimarães Antunes que coordenou o trabalho com dedicação, paciência e disponibilidade. Agradeço por ter compartilhado seu conhecimento.

Aos professores da banca Dra. Eléia Righi e Dra. Betina Magalhães Bitencourt por terem aceitado o convite.

A minha família, que mesmo à distância contribuíram com palavras de estímulo e otimismo.

A Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e a todos os professores dessa instituição que me proporcionaram a oportunidade de possuir um ensino superior.

E a todos que de alguma forma fizeram parte dessa conquista, o meu muito obrigada.

*E todas as vezes que você lutou contra o vento,
você voou mais alto.*

Frei Jaime Bettega.

RESUMO

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos filamentosos durante as etapas do manejo da pré e pós colheita. Entre as micotoxinas conhecidas desatam-se, a aflatoxina e a ocratoxina A. Pertencentes ao gênero *Aspergillus*, possuem propriedades altamente tóxicas e efeitos carcinogênicos, teratogênicos, imunossupressores, hepatotóxicos e nefrotóxicos. O Brasil é um grande produtor e consumidor de alimentos e bebidas comumente contaminados por esses fungos, destacando-se o amendoim, café, uva, leite, produtos cárneos, especiarias, cereais, entre outros. Além de causarem danos à saúde humana e animal, geram prejuízos econômicos. Diante do problema, tentativas de evitar ou conter essas toxinas são testadas e relatadas por autores acadêmicos. O objetivo deste trabalho foi analisar pesquisas desenvolvidas por acadêmicos em trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado em quatro universidades públicas federais do Sul do Brasil, que abordam o assunto com diferentes metodologias, visando identificar quais apresentaram melhores resultados. Foram encontrados trabalhos envolvendo o controle preventivo através de boas práticas agrícolas pré e pós colheita; o controle biológico com uso de bactérias, fungos e leveduras; o controle químico com a utilização de fungicidas, do gás ozônio e plasma a frio, e o controle físico com uso de aquecimento ôhmico e irradiação por luz ultravioleta. A pesquisa demonstrou que a prevenção é fundamental em todas as etapas de produção e que associado ao biocontrole obteve-se resultados mais eficazes, ecologicamente mais seguros e mais tardios. Em relação ao controle físico, constatou-se que este depende de muitos fatores, como a espécie fúngica e as propriedades do alimento, e que sua aplicação é realizada em pequenas quantidades. Quanto ao controle químico por ozonização, este pode ser utilizado na descontaminação de vários tipos de grãos e cereais em silos de armazenamento e também em outros tipos de alimentos em grandes quantidades, e com resultados mais imediatos, porém, necessita de aplicação adequada, a fim de evitar danos aos operadores.

Palavras-chaves: *Aspergillus*; Aflatoxina; Ocratoxina; Prevenção; Controle.

ABSTRACT

Mycotoxins are secondary metabolites produced by filamentous fungi during the pre- and post-harvest management stages. Among the known mycotoxins, aflatoxin and ochratoxin A are released. They belong to the genus *Aspergillus*, and have highly toxic properties and carcinogenic, teratogenic, immunosuppressive, hepatotoxic and nephrotoxic effects. Brazil is a major producer and consumer of foods and beverages commonly contaminated by these fungi, especially peanuts, coffee, grapes, milk, meat products, spices, cereals, among others. In addition to causing damage to human and animal health, they generate economic losses. Faced with the problem, attempts to avoid or contain these toxins are tested and reported by academic authors. The objective of this work was to analyze research carried out by academics in course conclusion papers, master's theses and doctoral theses in four federal public universities in southern Brazil, which approach the subject with different methodologies, in order to identify which ones presented better results. Works involving preventive control through good agricultural practices before and after harvest were found; biological control using bacteria, fungi and yeasts; chemical control using fungicides, ozone gas and cold plasma, and physical control using ohmic heating and ultraviolet light irradiation. The research showed that prevention is essential at all stages of production and that, associated with biocontrol, more effective, ecologically safer and later results were obtained. In relation to physical control, it was found that this depends on many factors, such as the fungal species and the properties of the food, and that its application is carried out in small quantities. As for chemical control by ozonation, it can be used in the decontamination of various types of grains and cereals in storage silos and also in other types of food in large quantities, and with more immediate results, however, it needs proper application in order to prevent damage to operators.

Keywords: *Aspergillus*; Aflatoxin; Ochratoxin; Prevention; Control.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais micotoxinas encontradas em alguns produtos agroalimentares.	14
Quadro 2 - Resumo dos métodos de controle utilizados pelos autores.	21
Quadro 3 - Base de dados do Repositório Digital UFGRS.....	23
Quadro 4 - Trabalhos escolhidos na plataforma – UFGRS.	23
Quadro 5 - Base de dados do Repositório Digital UFSM.	26
Quadro 6 - Trabalhos escolhidos na plataforma – UFSM.	26
Quadro 7 - Base de dados do Repositório Digital UFSC.....	29
Quadro 8 - Trabalhos escolhidos na plataforma – UFSC.....	29
Quadro 9 - Base de dados do Repositório Digital UFPR.....	31
Quadro 10 - Trabalhos escolhidos na plataforma - UFPR.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS

A – ASPERGILLUS

AFB1 – AFLATOXINAS B1

AFLA – AFLATOXINA

AFM1 – AFLATOXINA M1

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA

AO – AQUECIMENTO ÔHMICO

EFSA - AUTORIDADE EUROPEIA PARA A SEGURANÇA ALIMENTAR

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

IARC - AGÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISA EM CÂNCER

OTA - OCRATOXINA A

PF - PLASMA A FRIO

RASFF – ALERTA RÁPIDO PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL DA UNIÃO EUROPEIA

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO GERAL.....	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 MICOTOXINAS	14
2.1.1 Gênero <i>Aspergillus</i>	15
2.2 AFLATOXINAS.....	15
2.3 OCRATOXINA A.....	16
2.4 MÉTODOS DE CONTROLE	17
2.4.1 Prevenção	17
2.4.2 Controle Biológico	18
2.4.3 Controle Químico	19
2.4.4 Controle Físico	19
3 METODOLOGIA	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Muitos alimentos são suscetíveis à contaminação por espécies fúngicas patogênicas, tornando-os impróprios para consumo e representando grande risco à saúde humana e animal. Os compostos tóxicos produzidos por esses fungos são denominados micotoxinas. Em um importante trabalho publicado pela IARC (Agência Internacional de Investigação do Câncer), aflatoxinas, desoxinivalenol, fumonisinas, ocratoxina e zearalenona foram consideradas as cinco micotoxinas que apresentam maior risco a saúde humana e animal (IARC, 1993).

As micotoxinas pertencentes ao gênero fúngico *Aspergillus* (aflatoxina e ocratoxina A) se destacam por suas propriedades altamente tóxicas e por seus efeitos carcinogênicos, teratogênicos, imunossupressores, hepatotóxicos e nefrotóxicos (PITT; HOCKING, 2009).

A aflatoxina é produzida principalmente pelos fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, sendo classificada em AFB1, AFB2, AFG1 e AFG2. Destaca-se a AFB1 entre as principais AFs devido a sua atividade carcinogênica em animais. São classificadas como carcinogênicas para humanos (grupo 1) (IARC, 1993). Existem também as AFM1, metabólitos hidroxilados das AFB1 encontradas primeiramente em tecidos animais e fluidos como leite e urina (ZAIN, 2011) e é considerada pela IARC como possivelmente carcinogênica para humanos.

A ocratoxina A (OTA) é uma micotoxina produzida por fungos do gênero *Aspergillus* e *Penicillium* (EFSA, 2006). Segundo a IARC, a OTA é classificada no grupo 2B, ou seja, possivelmente carcinogênica para humanos (IARC, 1993).

Diante do problema apresentado pelos fungos patogênicos em alimentos, métodos alternativos são empregados para prevenir e controlar o crescimento desses microrganismos. O controle preventivo visa as boas práticas agrícolas; o controle biológico se caracteriza pelo uso de organismos vivos como agentes de biocontrole; o controle químico pela utilização de gás ozônio (O₃); o controle físico por aquecimento ôhmico (corrente elétrica) e a irradiação com luz ultravioleta.

Apesar da dificuldade em controlar os fungos e as toxinas, o ideal ainda é a ausência desses compostos, porque depois da toxina produzida, esta não tem mais como ser eliminada. Portanto o presente trabalho é fundamentado em pesquisa bibliográfica, que visa alertar sobre os efeitos maléficos causados por esses fungos e

também mostrar a importância da adoção de medidas preventivas e de controle do fungo e da toxina, visando garantir alimentos sem contaminações para humanos e animais.

1.1 OBJETIVO GERAL

Alertar e trazer informações através de análise teórica, sobre a importância da prevenção e controle do fungo *Aspergillus* em alimentos e os seus efeitos maléficos na alimentação de humanos e animais.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mostrar que os fungos podem causar deteriorações, perda de qualidade nutricional e sensorial dos alimentos, impossibilitando seu consumo e conseqüentemente gerando perdas econômicas.
- Alertar sobre os riscos que o gênero fúngico pode causar, como: câncer, diminuir as reações imunitárias, danos ao fígado, danos aos rins e outros órgãos,
- Mostrar os métodos utilizados pelos autores para prevenir ou conter o crescimento desses microrganismos através de alternativas preventivas e de controle biológico, químico e físico.
- Identificar entre as metodologias utilizadas pelos autores, quais apresentaram melhores resultados;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa seção iremos abordar sobre as micotoxinas (aflatoxina e ocratoxina A), o gênero fúngico *Aspergillus* e os métodos de controle utilizados pelos autores.

2.1 MICOTOXINAS

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por várias espécies de fungos, que quando ingeridas por animais, incluindo o homem, causam alterações biológicas prejudiciais à saúde (ABRUNHOSA; PATERSON; VENÂNCIO, 2010). As mais relevantes em alimentos são as aflatoxinas, a ocratoxina A, a patulina, as fumonisinas, a zearalenona e o desoxinivalenol (quadro 01). Estas micotoxinas são produzidas principalmente por espécies fúngicas que pertencem aos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* (SOARES *et al.*, 2013) e podem contaminar os alimentos no campo, no armazenamento ou após a fabricação de um produto (GONÇALEZ *et al.*, 2013)

Quadro 1 - Principais micotoxinas encontradas em alguns produtos agroalimentares.

Produtos agrícolas	Micotoxinas
Amendoins	Aflatoxina, ácido clicopiazônico
Café	Ocratoxina A, esterigmatocistina
Carnes e ovos	Patulina, citrinina, ocratoxina A, ácido clicopiazônico
Cereais	Desoxinivalenol, nivalenol, toxina T-2, zearalenona, alternariol, alternariol metil-éter, ácido tenuazônico, fumonisinas, ocratoxina A, citrinina, esterigmatocistina
Figos	Ocratoxina A
Frutos secos	Aflatoxina, ocratoxina A
Maçãs	Patulina, citrinina
Milho	Aflatoxina, desoxinivalenol, nivalenol, zearalenona, fumonisinas, toxina T-2, citrinina
Produtos lácteos	Aflatoxina M1 e M2, ácido clicopiazônico, ocratoxina A
Sementes oleaginosas	Aflatoxina, ácido tenuazônico, alternariol
Uvas	Ocratoxina A

Fonte: Abrunhosa (2008).

Os produtos agrícolas brasileiros vêm enfrentando barreiras técnicas no exterior por apresentarem micotoxinas acima dos limites máximos estabelecidos. Segundo o Sistema de Alerta Rápido para Alimentação Humana e Animal (RASFF) da União Europeia, as micotoxinas integram a categoria de perigo com o maior número de notificações em alimentos (EMBRAPA, 2019).

2.1.1 Gênero *Aspergillus*

Os fungos filamentosos do gênero *Aspergillus* pertencem à família *Aspergillaceae*, a classe dos Ascomicetos e à subclasse *Euascomyetae* (SHARMA; CHWOGULE, 1998). Este gênero compreende mais de 200 espécies, das quais em torno de 34 têm sido descritas como patógenos em humanos (BARNES; MARR, 2006).

Inúmeras espécies de *Aspergillus* têm sido listadas como capazes de produzir metabólitos tóxicos como as micotoxinas (FRISVAD *et al.*, 2007), destacando-se dois grandes grupos: as aflatoxinas e ocratoxinas.

2.2 AFLATOXINAS

As aflatoxinas, produzidas por espécies de fungos *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* e *Aspergillus nomius*, frequentemente contaminam alimentos como temperos, leite, amendoim, milho, algodão, entre outros. Estas micotoxinas apresentam-se em diferentes formas químicas designadas como aflatoxina B1, B2, G1, G2 e M1, onde a letra “B” vem do inglês *blue* e o “G” de *green*. Estas designações são devido à sua coloração fluorescente em luz UV, no qual a AFLA “B” aparece azul e a AFLA “G”, verde. A aflatoxina M1 (AFM1) recebe este nome, pois no organismo de animais produtores de leite que se alimentam com produtos contaminados pela AFB1, ocorre a biotransformação em AFM1 (BENNETT; KLICH, 2003).

A produção de aflatoxinas, na maior parte das vezes, está associada às condições inadequadas de secagem e armazenamento dos grãos, além de fatores como atividade da água, pH, temperatura e substrato (KABAK *et al.*, 2006).

As aflatoxinas geralmente contaminam *commodities* agrícolas e animais de produção, apresentando-se diretamente relacionadas ao aumento de mortalidade dos mesmos. Esta contaminação causa uma grande perda econômica por reduzir significativamente o valor dos grãos, dos animais e dos produtos exportados e produzidos por eles, (RODRIGUES *et al.*, 2009; ZAIN, 2011). Conforme pesquisa realizada na Embrapa (2019), devido ao potencial risco à saúde humana pela sua toxicidade, os níveis de aflatoxinas e de outras micotoxinas passaram a ser monitorados por um número crescente de países, que passaram a regulamentar seus limites máximos permitidos em diversos produtos de alimentos e rações.

Segundo a Agência Internacional de Pesquisa Sobre o Câncer (do inglês: *International Agency for Research on Cancer*, IARC), as aflatoxinas são classificadas no grupo 1, ou seja, como carcinogênicas para humanos (IARC, 1993).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 07 de 18 de fevereiro de 2011, estabeleceu o limite máximo permitido de 5 µg/kg de aflatoxina em cereais e derivados.

2.3 OCRATOXINA A

Existem vários tipos de ocratoxina, mas o tipo que é mais comumente encontrado nos alimentos e é o mais perigoso em termos de toxicidade é a ocratoxina A. A OTA é uma micotoxina produzida por fungos do gênero *Aspergillus* e *Penicillium* (EFSA, 2006), e está presente em uma grande variedade de alimentos, tais como cereais, cerveja, vinho, café, cacau, passas de uvas e temperos. Também é encontrada em alimentos de origem animal como queijos e carnes (MAGAN; OLSEN, 2004).

Em locais com clima temperado (temperatura ótima de 15-25°C) *Penicillium verrucosum* é o principal produtor de ocratoxina A, já em locais com o clima tropical (temperatura ótima 25-30 °C), existem vários produtores de OTA como *Aspergillus ochraceus*, *A. carbonarius* e o *Aspergillus westerdijkiae* (ABRUNHOSA; PATERSON; VENÂNCIO, 2010; MITCHELL *et al.*, 2004).

A ocratoxina A apresenta fluorescência verde quando exposta à luz ultravioleta e possui uma molécula de cloro em sua estrutura (EDWARDS; O'CALLAGHAN;

DOBSON, 2002) e é classificada no grupo 2B da IARC, ou seja, como um possível carcinógeno para humanos (IARC, 1993).

No Brasil, a legislação estabelece como limite máximo permitido para OTA em cereais e derivados o valor de 10 µg/kg (ANVISA, 2011).

2.4 MÉTODOS DE CONTROLE

Métodos alternativos são empregados para evitar (controle preventivo) ou conter (controle biológico, controle químico e controle físico) o crescimento desses microrganismos.

2.4.1 Controle Preventivo

A prevenção de infecções fúngicas durante o cultivo, a colheita, o armazenamento e distribuição parece ser a forma mais racional e eficiente para evitar as micotoxinas em produtos agrícolas.

Os fungos que atacam os grãos antes da colheita, como *Fusarium* e *Helminthosporium*, são chamados de fungos de campo e requerem grãos com alta umidade (> 20%) para se multiplicarem. Os fungos de armazenamento, como o *Aspergillus* e o *Penicillium*, contaminam os grãos após a colheita e têm a capacidade de viver associados a grãos com teor de umidade mais baixo (13 a 13,5%) e temperaturas mais elevadas (25 °C). Grande parte da safra de grãos colhida no Brasil é perdida por falta ou por más condições de armazenagem onde os principais fatores que afetam a atividade dos fungos nos grãos armazenados são: umidade, temperatura, taxa de oxigênio, danos mecânicos, impurezas e ataque de insetos (EMBRAPA, 2015).

Conforme Battilani *et al.* (2016) o controle do desenvolvimento dos fungos toxigênicos pode ser alcançado através de medidas destinadas a prevenir a contaminação fúngica das culturas no campo e armazenamento. No campo, o controle é alcançado através das boas práticas agrícolas incluindo a remoção de resíduos de culturas anteriores, rotação de culturas, utilização de variedades de culturas resistentes a fungos e outras pragas. Na colheita, no armazenamento e no transporte devem ser controlados os danos causados por pragas, além disso evitar que lesões

mecânicas ocorram, como microfissuras e quebras dos grãos, que facilitam a propagação de pragas e o desenvolvimento de fungos.

Segundo Bramorski *et al.* (2005), é importante analisar e manter as condições satisfatórias de controle de temperatura, umidade do ar, limpeza, rotatividade e ventilação, para garantir uma possível redução do crescimento microbiano, diminuindo velocidade de reações enzimáticas que possam deteriorar os produtos.

2.4.2 Controle Biológico

A utilização de medidas alternativas de controle, como a utilização de organismos vivos como agentes de biocontrole vem ganhando atenção como um potencial método de controle destes fitopatógenos que seja ecológico, seguro e efetivo (SULTAN; MAGAN, 2011). Esses microrganismos podem atuar competindo por espaço e nutrientes (TORRES *et al.*, 2016).

Segundo Palumbo *et al.* (2007), bactérias antagonistas podem produzir compostos naturais com capacidade antifúngica que atuam na síntese de micotoxinas, além de serem competidoras extremamente eficientes contra fungos filamentosos, em função do crescimento muito rápido durante o processo competitivo. Além disso são extremamente encontradas na natureza em relação a outras bactérias por possuírem necessidades nutricionais muito baixas.

A utilização de bactérias antagonistas destaca-se dos demais microrganismos, em função da sua alta capacidade de inibição do crescimento fúngico, já havendo alguns bioprodutos registrados com diferentes espécies bacterianas (FORMENTI *et al.*, 2012). Porém, embora a utilização de bactérias antagonistas seja promissora, estes bioprodutos representam apenas 1% das vendas em relação a outros produtos (MEDEIROS *et al.*, 2012) e deve estar relacionada com a falta de pesquisas e de informações do produto.

No entanto, para Piotrowska *et al.* (2013) diferentes microrganismos têm sido testados para avaliar a capacidade de remoção e biodegradação de ocratoxina A em vinho, principalmente através do uso de espécies de leveduras *Saccharomyces*, e de bactérias lácticas, utilizadas para a fermentação malolática (AMBRUNHOSA *et al.*, 2014). Nestes casos, a OTA pode ficar aderida à parede celular do micro-organismo

utilizado no processo fermentativo, que posteriormente é eliminado nas etapas de filtração do vinho, carregando consigo a toxina (PONSONE *et al.*, 2009).

2.4.3 Controle Químico

A descontaminação por agentes químicos é um processo caro e que não apresenta garantias de remoção completa dos compostos tóxicos e é considerado um método primário no controle de doenças fúngicas.

Segundo Sipiczki, (2006), Broders *et al.* (2007), Medeiros *et al.* (2012) além das desvantagens ecológicas, os antifúngicos químicos possuem alto custo e eficácia limitada, principalmente porque com o uso frequente, há a ocorrência de populações resistentes aos princípios ativos dos fungicidas.

Contrapondo os métodos tradicionais, o método químico por gás ozônio (O₃) é considerado mais seguro e potente, age sobre um grande número de microrganismos, incluindo patógenos resistentes (GRAHAM *et al.*, 2011).

Conforme estudos da Embrapa (2019), a técnica não afeta a qualidade química, tecnológica e sensorial dos alimentos. Com tecnologia limpa e sustentável não agride o meio ambiente e pode ser utilizada em silos de armazenamento de cereais e de outros tipos de alimentos, inclusive orgânicos. É uma tecnologia simples e fácil de ser aplicada, podendo ser utilizada na descontaminação de vários tipos de grãos e castanhas. Contudo, Freitas (2019), frisa a necessidade de adotar corretamente os procedimentos de segurança para aplicação adequada do ozônio a fim de evitar danos aos operadores/analistas e também ao meio ambiente.

Outra alternativa é a utilização do plasma frio que tem capacidade em trabalhar a baixas temperaturas e tem aberto a possibilidade de usar a tecnologia para o tratamento de alimentos sensíveis ao calor (KORACHI *et al.*, 2015). Os mecanismos pelos quais o PF inativa os microrganismos é causando danos às membranas celulares por radiação ultravioleta (UV) (GALLAGHER *et al.*, 2007).

2.4.4 Controle Físico

Tradicionalmente o aquecimento convencional (AC) é o processo no qual o tempo depende basicamente da temperatura, onde temperaturas mais altas geram

processos mais curtos e temperaturas mais baixas processos mais longos (IBARZ; BARBOSA-CÁNOVAS, 2003). No entanto, alguns microrganismos como fungos termorresistentes e bactérias acidófilas, formadoras de ascóporos, por serem termicamente mais resistentes, podem sobreviver ao processo de pasteurização aplicado em sucos de frutas (PITT; HOCKING, 2009). Paralelamente, sabe-se que o aquecimento convencional provoca perdas de compostos desejáveis do produto (JAESCHKE *et al.*, 2016).

De forma semelhante ao AC, a inativação de microrganismos no aquecimento ôhmico (AO) também se dá pela aplicação de calor ao produto, embora o mecanismo físico da aplicação de energia seja diferente. No AO, o aumento de temperatura é provocado por geração interna no alimento, através do efeito Joule, resultando na conversão de energia elétrica em energia térmica. (RUAN *et al.*, 2002). As vantagens em comparação ao aquecimento convencional estão relacionadas com os compostos desejáveis em que tendem a ser mais preservados, porém as maiores desvantagens estão relacionadas com o aquecimento desproporcional dos eletrodos, bem como a alta dependência do processo com a composição do produto (KAUR; SINGH, 2016). O método de tratamento com luz UV-C (com 90% de emissão a 253,7 nm) é conhecida por ser germicida, inativar vírus, bactérias, protozoários, leveduras, fungos filamentosos e algas (KOUTCHMA, 2009). Esse método apresenta algumas vantagens como: não há formação de subprodutos indesejáveis que poderiam alterar as características sensoriais (sabor, odor e cor) do produto; não há geração de produtos químicos residuais e o tratamento requer pouca energia quando comparado ao tratamento térmico convencional (GUERRERO; BARBOSA, 2004; KEYSER *et al.*, 2008). Uma das desvantagens do processo por UV-C é o baixo poder de penetração da luz, o efeito germicida é obtido apenas pela aplicação direta no alvo, não sendo eficaz em superfícies porosas, com sombras ou orifícios (GUERRERO; BARBOSA, 2004).

Variadas alternativas, com base científica foram utilizadas pelos autores e os testes realizados apresentaram diferentes métodos de controle (Quadro 02).

Quadro 2 - Resumo dos métodos de controle utilizados pelos autores.

Controle preventivo	Uso de boas práticas agrícolas: pré e pós colheita
Controle biológico	Utilização de bactérias, leveduras e fungos
Controle químico	Uso de fungicidas, emprego do gás ozônio (O ₃) e de plasma a frio
Controle físico	Utilização do aquecimento ôhmico e da luz ultravioleta (UV-C)

Fonte: Autor (2021).

3 METODOLOGIA

A construção metodológica proposta para este trabalho, utiliza-se de técnicas de análise bibliométrica, que se propõe a mensurar e analisar a produção científica do tema, e sua relevância. Reproduz-se na avaliação da pesquisa acadêmica, conduzindo caminhos e estratégias para trabalhos futuros (MELO; ANDREASSI, 2010; BALESTRIN *et al.*, 2010).

A construção de uma pesquisa de bibliometria se forma por meio de quatro estágios importantes, sobressalentes à fase de formulação do objetivo de pesquisa: a escolha da base teórica, avaliação da coleta de dados, análise e interpretação dos dados e a conformação dos resultados (GUARIDO FILHO *et al.*, 2010; COOPER; LINDSAY, 1998).

O levantamento bibliográfico foi realizado nos repositórios das Universidades públicas federais do Sul do Brasil. Entre as universidades escolhidas foram a Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a Universidade Federal de Santa Maria, sendo estas as que mais apresentaram trabalhos sobre o assunto no estado do Rio Grande do sul. Para o estado de Santa Catarina foi escolhida a Universidade Federal de Santa Catarina e para o estado do Paraná a Universidade Federal do Paraná, porque foram essas as do nosso conhecimento. A busca se estendeu a trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado. O tema escolhido como base para as pesquisas nos repositórios foi "*Aspergillus* em alimentos" e com seleção dos anos de 2015 a 2020 (últimos 06 anos), para se ter uma maior abrangência de trabalhos encontrados. Posteriormente foram selecionados um trabalho para cada ano e escolhido o mais específico sobre o tema.

Uma característica marcante da pesquisa qualitativa é seu caráter naturalístico, já que uma vez para estudar o fenômeno relativo às ciências humanas e sociais é necessário que o pesquisador entre em contato direto e prolongado com o ambiente no qual o fenômeno está inserido (MARTINS; THEÓPHILO, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o Estado do Rio Grande do Sul, foram escolhidos repositórios digitais de duas universidades federais: A Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que possui a plataforma Lume (<https://www.lume.ufrgs.br/>), e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) que possui a plataforma Manancial (<https://repositorio.ufsm.br/>).

A partir do termo de busca “*Aspergillus* em alimentos”, na UFRGS foram encontrados 15 trabalhos para o ano de 2020; 26 para 2019; 35 para 2018; 39 para 2017; 44 para 2016 e 35 para o ano de 2015 (Quadro 03). Foi selecionado 01 trabalho por ano, sendo o mais específico sobre o assunto no repositório da universidade (Quadro 04).

Quadro 3 - Base de dados do Repositório Digital UFRGS.

Base de Dados	Repositório Digital UFRGS
Termos de Busca	“ <i>Aspergillus em alimentos</i> ”
Categorias	TCCs, Teses e Dissertações
Anos de Publicação	2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020
Total de Trabalhos Encontrados	35, 44, 39, 35, 26 e 15

Fonte: AUTOR (2021).

Quadro 4 - Trabalhos escolhidos na plataforma – UFRGS.

Ano	2020
Título	Efeito do uso de <i>Bacillus</i> no desenvolvimento de <i>aspergillus carbonarius</i> e síntese de ocratoxinas em uvas.
Autor	SILVEIRA, Rafaela Diogo.
Link do repositório	https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/216951/00112048.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	O objetivo foi avaliar a capacidade de cepas de <i>Bacillus</i> para inibir o desenvolvimento de <i>A. carbonarius</i> e a síntese de ocratoxina (OTA) em uvas Chardonnay e também avaliar o efeito da cepa mais favorável no quesito volatilidade. Na análise todas as cepas apresentaram atividade antifúngica, com destaque para um tipo de cepa, que demonstrou 100% de inibição antifúngica e síntese de OTA, além de apresentar maior concentração de compostos voláteis com odores agradáveis. Demonstrando assim que as cepas de <i>Bacillus</i> investigadas são potenciais agentes de controle biológico para prevenir ou reduzir a ocorrência de <i>A. carbonarius</i> em uvas, e ainda inibir a síntese de OTA, proporcionando um alimento seguro e de qualidade.
Ano	2019
Título	Aspectos cinéticos e térmicos da inativação do fungo <i>Aspergillus fumigatus</i> em suco de maçã sob aquecimento convencional e ôhmico.
Autor	MÜLLER, Wagner Augusto.

Link do repositório	https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/213497/001117850.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	A presente dissertação apresentou um estudo referente à inativação térmica do fungo <i>Aspergillus fumigatus</i> em suco de maçã utilizando duas formas de processamento distintas: aquecimento convencional (pasteurização) e aquecimento ôhmico (corrente elétrica), com a aplicação de cada uma das tecnologias no tempo necessário para a redução do número de esporos fúngicos. Demonstrou-se que as taxas de inativação do <i>Aspergillus fumigatus</i> por aquecimento ôhmico são estatisticamente superiores às do aquecimento convencional. Esse estudo apresenta resultados que podem servir para a reavaliação de processos de pasteurização, bem como para colaborar para a escolha de tecnologias mais rápidas, eficientes, ambientalmente amigáveis e que resultem em produtos com característica mais próxima a do produto natural.
Ano	2018
Título	Ácaros de ambientes aquáticos e produtos armazenados: bioecologia e suas interações com microrganismos.
Autor	SILVA, Guilherme Liberato.
Link do repositório	https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/172730/001060127.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	Interação entre ácaros e fungos que podem ser encontrados nos mais diferentes ambientes e podem ter papel importante na agricultura e na área médica. Foi verificado que quando esporos de <i>Aspergillus flavus</i> estavam aderidos ao corpo do ácaro <i>Tyrophagus putrescentiae</i> houve maior crescimento e multiplicação deste fungo, além de serem agentes alergênicos e rota de transmissão. Concluiu-se que esta espécie acarina ajudou a dispersar esporos de fungos em amostras de milho, demonstrando assim haver simbiose entre determinadas espécies de ácaros e fungos.
Ano	2017
Título	Exposição a compostos carcinogênicos através da alimentação.
Autor	FELDMAN, Juliane Viero
Link do repositório	https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/169115/001047911.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	O objetivo foi verificar as possibilidades de exposição a compostos carcinogênicos através da alimentação, que podem ocorrer através da poluição ambiental ou provenientes da atividade fúngica, como por exemplo as aflatoxinas (gênero fúngico <i>aspergillus</i>). Em relação às AFs, o controle é alcançado através de boas práticas durante o cultivo, colheita, controle de umidade no armazenamento, no transporte e processamento dos alimentos, além do uso de fungicidas no campo. O amendoim é um dos alimentos em que as AFs são comumente encontradas. O ato de torrar o amendoim pode não eliminar as AFs. A termoestabilidade (degradação varia de 237 a 306 °C) permite que as AFs resistam a determinados tratamentos térmicos e possam permanecer no alimento mesmo após a eliminação do fungo. Desta maneira, conforme mencionado anteriormente, a melhor forma de evitar a contaminação e a consequente produção de AFs nos grãos é manter um controle efetivo desde a colheita até o armazenamento.
Ano	2016
Título	Biocontrole de <i>Aspergillus flavus</i> e <i>Fusarium verticillioides</i> por bacillus spp. isolados de plantas de milho.
Autor	EINLOFT, Tiago Centeno.
Link do repositório	https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/153322/001012060.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	O objetivo desta tese foi selecionar bactérias do sistema radicular de plantas de milho com potencial para o biocontrole de fungos <i>Aspergillus flavus</i> e <i>Fusarium verticillioides</i> . Dentre as colônias bacterianas do sistema radicular de plantas de milho, 24 apresentaram atividade antifúngica e 3 foram selecionadas para o restante do trabalho. Os três isolados selecionados foram identificados como <i>Bacillus safensis</i> RF69, <i>B. amyloliquefaciens</i> RP103 e <i>B. subtilis</i> RP242. Os isolados foram capazes de reduzir drasticamente as contagens fúngicas em solo não-rizosférico e no grão de milho, reduzindo também a concentração de aflatoxina B1 e fumonisina B1 nos grãos.

	Os isolados demonstraram-se extremamente promissores para serem utilizados em um bioformulado objetivando o controle micotoxigênico em plantas de milho em diferentes etapas da produção de grãos.
Ano	2015
Título	Efeitos das etapas de elaboração do vinho cabernet sauvignon sobre os níveis de ocratoxina A.
Autor	DACHERY, Bruna.
Link do repositório	https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/129780/000973776.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	O objetivo desta dissertação foi verificar a presença de ocratoxina (OTA) na elaboração de vinho Cabernet Sauvignon durante a vinificação. A ocorrência dessa toxina em vinhos está relacionada principalmente à presença de fungos do gênero <i>Aspergillus</i> nas uvas usadas. O estudo se realizou sobre a influência das etapas de elaboração (mosto, fermentação/maceração, descuba, pós fermentação, trasfega e maturação) do vinho. No decorrer da vinificação, as etapas que apresentam maior percentual de redução da toxina foram descuba, pós fermentação e trasfega. Considerando todo o processo, pode-se sugerir que a diminuição dos níveis de OTA foi observada principalmente, devido a adsorção da toxina à parede celular das leveduras.

Fonte: Autor (2021).

Foram identificadas nos trabalhos variadas formas de controle e prevenção de fungos patogênicos do gênero *Aspergillus*. Dentre alternativas, o controle biológico se destaca por suas ações antifúngicas e antagônicas. Segundo Palumbo *et al.* (2007), bactérias antagonistas podem produzir compostos naturais com capacidade antifúngica que atuam na síntese de micotoxinas, além de serem competidoras extremamente eficientes contra fungos filamentosos em função do crescimento muito rápido durante o processo competitivo

Para Silveira (2020), as cepas de *Bacillus* têm potencial para serem utilizadas como agente de controle biológico em uvas a fim de prevenir ou reduzir a ocorrência de *A. carbonarius*, bem como na síntese de OTA e suas formas modificadas, sendo alternativa sustentável e promovendo um alimento seguro. Ainda para Dachery (2015), durante as etapas de vinificação de vinho Cabernet Sauvignon, pode-se sugerir que a diminuição de níveis de OTA foi observada principalmente, devido à adsorção da toxina à parede celular das leveduras.

Segundo Einloft (2016), os agentes de biocontrole avaliados apresentam características promissoras para o controle do crescimento de fungos, além disso, foram capazes de manter alto perfil competitivo em ambientes agressivos, sendo adequado para o uso tanto no campo quanto no armazenamento.

No ano de 2018 não foram encontradas pesquisas relacionadas diretamente à área de alimentos e sim associação entre fungos e agentes causais. Silva (2018), explica a interação entre ácaros e fungos do gênero *Aspergillus* e a associação destes

às doenças alérgicas, representando perigo para a área médica. Segundo este autor, é possível que o ácaro *Tyrophagus putrescentiae* seja associado à deterioração de alimentos e à dispersão de microrganismos, entre eles o *Aspergillus flavus*.

No repositório da Universidade Federal de Santa Maria (quadro 05), foram verificados 16 trabalhos para o ano de 2019, 23 para 2018, 19 para 2017, 27 para os anos 2016 e 2015, no ano de 2020 não ocorrem publicações que abordassem o tema “*Aspergillus* em alimentos”, o que pode ser justificado pelas adversidades do coronavírus (Covid-19). Foi escolhido 01 trabalho por ano, sendo o mais específico sobre o assunto no repositório da universidade (Quadro 06).

Quadro 5 - Base de dados do Repositório Digital UFSM.

Base de Dados	Repositório Digital UFSM
Termos de Busca	“ <i>Aspergillus</i> em alimentos”
Categorias	“TCCs, Teses e Dissertações”
Anos de Publicação	2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020
Total de Trabalhos Encontrados	27 – 27 – 19 – 23 – 16 - 00

Fonte: Autor (2021).

Quadro 6 - Trabalhos escolhidos na plataforma – UFSM.

Ano	2020
Título	---
Autor	---
Link do repositório	---
Resumo	---
Ano	2019
Título	Estudo da eficácia antifúngica de sanitizantes para controle de fungos deteriorantes em indústrias alimentícias.
Autor	BERNARDI, Angélica Olivier.
Link do repositório	https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/19405/TES_PPGCTA_2019_BERNARDI_ANGELICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	O objetivo desta tese foi avaliar a atividade antifúngica de diferentes classes de saneantes comerciais, com uso permitido na indústria de alimentos, frente aos principais fungos envolvidos na deterioração de produtos de panificação, laticínios e produtos cárneos. Dentre os fungos, as espécies do gênero <i>Aspergillus</i> (<i>A. brasilienses</i> , <i>A. flavus</i> , <i>A. westerdijkiae</i> , <i>A. pseudoglaucus</i> , <i>A. chevalieri</i>) e outros gêneros foram testadas. A eficácia de alguns agentes somente ocorreu nas doses mais altas recomendadas pelo fabricante. Os agentes sanitizantes apresentaram variações em seus resultados sobre as espécies fúngicas, determinando assim, conhecimento sobre as principais espécies de fungos e a escolha do melhor agente sanitizante para o controle da contaminação.
Ano	2018

Título	Avaliação micológica ao longo do processamento de salames e influência da umidade relativa sobre a produção de ocratoxina A por <i>Aspergillus westerdijkiae</i> .
Autor	PARUSSOLO, Gilson.
Link do repositório	https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/14874/DIS_PPGCTA_2018_PARUSSOLO_GILSON.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	O objetivo desta dissertação foi investigar matérias primas (pimenta preta, noz moscada, envoltório, alho, mix de especiarias e carne), ar ambiente da área de produção e maturação e fungos presentes na superfície de salames, além de analisar a produção e migração de ocratoxina A. inoculados com fungo produtor <i>Aspergillus westerdijkiae</i> na superfície do salame em diferentes umidades relativas. Como resultados as matérias primas apresentaram baixa contaminação fúngica, com exceção da pimenta preta, ao contrário do salame que se verificou uma ampla variedade fúngica, com predominância de <i>Aspergillus (A. westerdijkiae)</i> , fungo produtor de ocratoxina A em produtos cárneos) <i>Penicillium</i> e <i>Cladosporium</i> . O ar apresentou contaminação pelos mesmos fungos. Considerando assim, o ar ambiente, como um ponto crítico de controle no que se refere à contaminação e propagação de fungos em áreas de processamento de alimentos.
Ano	2017
Título	Micotoxinas no milho roxo peruano.
Autor	ADANIYA, Zoila Naeko Coloma.
Link do repositório	https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/18184/DIS_PPGMV_2017_ADANIYA_ZOILA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	O presente mestrado tem como objetivo determinar a presença de micotoxinas (aflatoxinas, fumosinas, zearelenona, ocratoxina A e tricotecenos) no milho roxo peruano. As micotoxinas com maior frequência foram aflatoxinas e fumosinas, onde uma amostra de aflatoxina apresentou concentração superior ao permitido pela legislação brasileira. Da mesma forma, as fumosinas apresentaram concentrações superiores ao limite máximo tolerado em 12% das amostras. A pesquisa identifica que o milho peruano pode constituir uma fonte de intoxicação, oferecendo risco à saúde pública e que é preciso implementar uma legislação com os LMT de micotoxinas neste produto
Ano	2016
Título	Desempenho de híbridos, sistemas de condução e aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos na cultura do milho (<i>Zea mays</i> L.).
Autor	CHAVES, Neto José Roberto.
Link do repositório	https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5162/CHAVES%20NETO%2c%20JOSE%20ROBERTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	A presente dissertação tem como objetivo avaliar a influência do híbrido, do sistema de semeadura, da irrigação e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de fungos causadores de podridão da espiga na cultura do milho, denominados grãos ardidos. Estes danos são causados, principalmente, por fungos presentes no campo como os pertencentes ao gênero <i>Fusarium sp</i> e <i>Aspergillus sp</i> e <i>Penicillium sp</i> , que são os chamados fungos toxigênicos, que devido a produção de substâncias tóxicas são altamente perigosas aos animais e aos seres humanos. O resultado demonstrou disparidade na eficácia entre determinados fungicidas e gêneros fúngicos, e que somente ocorreu redução do índice de velocidade média de crescimento micelial dos fungos em paralelo ao aumento da dose do fungicida, ou seja, quanto maior a dose do fungicida, menor o crescimento micelial do fungo.
Ano	2015
Título	Contaminação fúngica de especiarias e potencial micotoxigênico dos isolados.
Autor	GARCIA, Marcelo Valle.
Link do repositório	https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/17260/DIS_PPGCTA_2015_GARCIA_MARCELO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	O objeto da presente dissertação foi identificar espécies fúngicas diferentes especiarias e verificar o potencial micotoxigênico de cepas isoladas. Foram realizados diferentes tipos de testes e as especiarias analisadas foram o cravo da Índia, pimentas em grão (branca e preta), alecrim, canela, erva doce, pimenta calabresa, orégano, pimenta branca e pretas moídas. Com exceção do cravo da Índia, todas as especiarias apresentaram elevada contaminação fúngica com predominância dos gêneros

	<p><i>Eurotium</i> e <i>Aspergillus</i>, e presença de <i>Penicillium</i> sp., <i>Cladosporium</i> sp., além de <i>Rhizopus</i> sp., <i>Mucor</i> sp. e fungos demáceos. A frequência de <i>Aspergillus</i> sp. potencialmente toxigênicos foi intensa nas pimentas branca e preta com presença de <i>A. flavus</i> (até 32%), <i>A. nomius</i> (até 12 %), <i>A. parasiticus</i> (até 4 %), complexo <i>A. niger</i> (até 52 %), <i>A. ochraceus</i> (até 12 %) e <i>A. carbonarius</i> (até 4 %). Algumas foram capazes de sintetizar 100% as quatro aflatoxinas (<i>A. flavus</i>) testadas (B1, B2, G1, G2). Conclui-se que as especiarias analisadas neste estudo apresentaram ampla contaminação por fungos de espécies potencialmente micotoxigênicas, o que pode constituir um perigo para a saúde dos consumidores.</p>
--	--

Fonte: Autor (2021).

Com base nos trabalhos citados, observou-se que a utilização de agentes químicos gera incertezas em seus resultados, devido a disparidade na eficácia entre determinados fungicidas e gêneros fúngicos.

Segundo Bernardi (2019), dentre os sanitizantes testados no estudo, nenhum foi capaz de atender a legislação quando aplicadas as menores doses de uso indicadas no rótulo, com isso, a eficácia de alguns agentes somente ocorreu na dose mais alta recomendadas pelo fabricante. Além disso, a variação de sensibilidade entre as cepas testadas gerou resultado insatisfatório de controle fúngico, reforçando a necessidade do conhecimento sobre as principais espécies de fungos e a escolha do melhor agente sanitizante para o controle da contaminação. Da mesma maneira Chaves (2016), salienta que quanto maior a dose do fungicida, menor o crescimento micelial do fungo e que bons resultados vão depender da espécie fúngica, do agente químico utilizado e da quantidade aplicada. Conforme Sipiczki, (2006), Broders *et al.* (2007), Medeiros *et al.* (2012) além das desvantagens ecológicas, os antifúngicos químicos possuem alto custo e eficácia limitada, principalmente porque com o uso frequente, há a ocorrência de populações resistentes aos princípios ativos dos fungicidas

Para Garcia (2015), a contaminação por fungos de espécies potencialmente micotoxigênicas pode constituir perigo para a saúde dos consumidores devido a intensa frequência de *Aspergillus* sp. potencialmente toxigênicos em pimenta branca e preta, com presença de *A. flavus* de até 32%, *A. nomius* de até 12%, *A. parasiticus* de até 4%, complexo *A. niger* de até 52%, *A. ochraceus* de até 12% e *A. carbonarius* de até 4%. As quatro aflatoxinas (*A. flavus*) testadas (B1, B2, G1, G2) foram capazes de sintetizar 100%.

A micotoxina mais tóxica e perigosa é a aflatoxina B1 (AFB), a qual é agente cancerígeno hepático mais potente conhecido em mamíferos e classificada pela Agência Internacional de Investigação do Câncer (IARC) no grupo 1 de moléculas que

são cancerígenas, tanto para humanos quanto para animais (IARC, 1993; LIU; WU, 2010).

Analisando os resultados obtidos na pesquisa, observa-se que houve decréscimo na quantidade de TCCs, teses e dissertações defendidas sobre o tema de 2015 até 2020, em ambas universidades, podendo ser em função da pandemia do novo coronavírus (Covid-19) no ano de 2020, mesmo o tema ser de grande relevância, pois está relacionado à segurança dos alimentos e com a saúde humana e animal.

No Estado de Santa Catarina, foi escolhida a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que possui a plataforma Digital de fácil acesso e consulta (<https://repositorio.ufsc.br/>). Foram encontrados trabalhos a partir do termo de busca com somente 02 para os anos de 2016 e 2020, e 01 para 2019 (Quadro 07). Conforme realizado anteriormente, foi escolhido 01 trabalho por ano, sendo o mais específico sobre o assunto no repositório da Universidade (Quadro 08).

Quadro 7 - Base de dados do Repositório Digital UFSC.

Base de Dados	Repositório Digital UFSC
Termos de Busca	" <i>Aspergillus</i> em alimentos"
Categorias	TCCs, Teses e Dissertações
Anos de Publicação	2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020
Total de Trabalhos Encontrados	00 – 02 – 00 – 00 – 01 - 02

Fonte: Autor (2021).

Quadro 8 - Trabalhos escolhidos na plataforma – UFSC.

Ano	2020
Título	Inativação de fungos filamentosos termorresistentes em suco de maçã por luz ultravioleta (UV-C).
Autor	MENEZES, Natielle Maria Costa.
Link do repositório	https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/219581/PENQ0891-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	O objetivo da tese foi avaliar o efeito do tratamento não térmico por luz ultravioleta (UV-C) e do tratamento combinando UV-C e térmico (pasteurização) para a inativação de fungos filamentosos termorresistentes em suco de maçã. As espécies fúngicas comumente encontradas são <i>Aspergillus fischeri</i> e <i>Paecilomyces fulvus</i> . Os resultados mostraram que isoladamente o tratamento UV-C obteve melhores resultados comparado ao tradicional (pasteurização), porém com o tratamento UV-C seguido de tratamento térmico aumentou a velocidade de inativação de fungos filamentosos termorresistentes. E que também a eficiência da luz UV-C é influenciada por fatores como a espécie fúngica e propriedades do suco (cor, turbidez, sólidos solúveis e suspensos, entre outros).
Ano	2019

Título	Fungos: estratégias de descontaminação por plasma a frio e ozônio gasoso na segurança de alimentos extrusados.
Autor	SILVA, Juliana Regina da.
Link do repositório	https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/211546/PCAL0459-T.pdf?sequence=-1&isAllowed=y
Resumo	O objetivo desta tese foi estudar estratégias de descontaminação fúngica utilizando métodos alternativos, como o ozônio gasoso e plasma a frio em cepas fúngicas de armazenagem em grãos e rações para animais de estimação comercializadas em embalagens fechadas e a granel. O estudo demonstrou que o gás ozônio (O ₃) obteve eficácia de 98,3% sobre o <i>Aspergillus flavus</i> inoculados nas rações e com relação a descontaminação por plasma a frio em estudos in vitro, este mostrou eficiência na inativação de fungos (100%), especialmente <i>A. flavus</i> , <i>Fusarium verticillioides</i> e <i>Penicillium citrinum</i> . Neste sentido, tanto o gás ozônio como o plasma a frio possuem vantagens de inativarem cepas fúngicas.
Ano	2016
Título	Qualidade e segurança das amêndoas de cacau (<i>theobroma cacao l.</i>) e seus produtos com relação aos contaminantes biológicos e a descontaminação de fungos toxigênicos com ozônio gasoso.
Autor	KREIBICH, Heloisa Helena.
Link do repositório	https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/168006/340537.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	O objetivo desta dissertação foi avaliar a qualidade e segurança de amêndoas de cacau e seus produtos e avaliar o efeito do gás ozônio na descontaminação de fungos. Verificou-se que 53% das amostras apresentaram contaminantes biológicos, incluindo insetos, larvas, ácaros e fungos. Os fungos foram encontrados em 41% das amostras, predominando <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> e <i>Rhizopus</i> . A presença de contaminantes biológicos nos alimentos é um indicativo de descuido com o controle higiênico-sanitário durante o processamento. O efeito do ozônio (O ₃) utilizado como método químico de descontaminação mostrou eficiência de inibição imediata de 87% de esporos de <i>Aspergillus flavus</i> e inibição de 100% após 30 dias de armazenamento

Fonte: AUTOR (2021).

Observou-se a utilização de métodos físicos e químicos na descontaminação fúngica, enquadrando-se nos meios de alimentos já contaminados. Segundo Menezes (2020), o método físico por tratamento térmico e irradiação por luz ultravioleta (UV-C) de forma associada aumentaram a velocidade de inativação de fungos filamentosos termorresistentes. Ainda que para ter resultados eficientes outros fatores também devem ser considerados.

A eficiência da luz UV-C na inativação de microrganismos em sucos de frutas também é fortemente influenciada pelo coeficiente de absorção do suco. O coeficiente de absorção é dependente das propriedades do suco, como cor e turbidez, sólidos solúveis (açúcares, ácidos orgânicos), sólidos suspensos (fibras insolúveis), características do fluxo (laminar ou turbulento) e volume tratado (KOUTCHMA *et al.*, 2009).

De outra forma, a inativação química por ozonização é considerada uma técnica promissora.

Segundo Silva (2019) e Kreibich (2016), o efeito do ozônio (O₃) utilizado como método químico de descontaminação fúngica mostrou valia de 87 a 100% de inibição em fungos de armazenagem (*A. flavus*) em grãos e rações para animais de estimação e em amêndoas de cacau.

O gás O₃ apresenta certas características sanitizantes de interesse para a indústria alimentícia, por ser mais seguro e potente do que os desinfetantes convencionais e agir sobre um grande número de microrganismos, incluindo patógenos resistentes (GRAHAM *et al.*, 2011). Desta forma pode ser considerado como alternativa para manter os alimentos livres de microrganismos indesejados.

O baixo número de TCCs, teses e dissertações defendidas sobre o tema demonstra a falta de incentivo de pesquisas abordando o assunto, podendo este fato ser em função da falta de conscientização e regulamentações de órgãos fiscalizadores de alimentos.

A Universidade Federal do Paraná (UFPR), que possui a plataforma digital para consulta (<https://acervodigital.ufpr.br/>), foi a escolhida para o Estado do Paraná. Não foram encontrados trabalhos voltados ao termo de busca para os anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 (Quadro 09), sendo que no ano de 2015 ocorreram 03 trabalhos referentes ao assunto (Quadro 10).

Quadro 9 - Base de dados do Repositório Digital UFPR.

Base de Dados	Repositório Digital UFRGS
Termos de Busca	" <i>Aspergillus</i> em alimentos"
Categorias	TCCs, Teses e Dissertações
Anos de Publicação	2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020
Total de Trabalhos Encontrados	03 – 00 – 00 – 00 – 00 - 00

Fonte: AUTOR (2021).

Quadro 10 - Trabalhos escolhidos na plataforma - UFPR.

Ano	2015
Título	Inibição de crescimento de fungos produtores de ocratoxina A em grãos de café.
Autor	CORREIA, Isabela Pauluk.
Link do repositório	https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/60671/R%20%20D%20%20ISA%20BELA%20PAULUK%20CORREA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	O objetivo da presente dissertação foi avaliar a capacidade de microrganismos isolados de grãos de café na inibição do crescimento e produção de ocratoxina A de espécies de <i>Aspergillus</i> sp. (<i>A. ochraceus</i> , <i>A. westerdijkiae</i> , <i>A. carbonarius</i> e <i>A. niger</i>). Foram isolados bactérias, fungos filamentosos e leveduras de grãos de café verde (<i>Coffea arabica</i>). Dentre as espécies testadas, <i>A. westerdijkiae</i> foi mais suscetível, apresentando porcentagem média de inibição de 78,34% para leveduras e 67,6% para bactérias. As leveduras isoladas pertencentes ao gênero <i>Pichia</i> foram capazes de reduzir em até 100% a produção de OTA das quatro espécies de <i>Aspergillus</i> sp. Porém os fungos isolados dos grãos de café utilizando um fungo de cada morfotipo não foram eficazes na inibição dos fungos do gênero <i>Aspergillus</i> . Conclui-se que as bactérias e leveduras utilizadas apresentaram potencial na inibição do crescimento, sendo o <i>A. westerdijkiae</i> o mais inibido, podendo ser uma alternativa de agentes de controle de espécies de <i>Aspergillus</i> sp. e ocratoxina A em alimentos.
Ano	2015
Título	Estratégias de controle e identificação de fungos produtores de ocratoxina A.
Autor	ALMEIDA, Angela Bozza de.
Link do repositório	https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/47298/R%20%20T%20%20AN%20GELA%20BOZZA%20DE%20ALMEIDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Resumo	Os objetivos da presente tese foram avaliar fungos isolados de grãos de café na inibição de crescimento e produção de OTA pelos fungos <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Aspergillus westerdijkiae</i> , <i>Aspergillus niger</i> e <i>Aspergillus carbonarius</i> e avaliar o potencial de extratos de erva mate na inibição de crescimento dos mesmos fungos produtores de OTA. Em relação à inibição de crescimento por fungos as porcentagens variaram de 18,30% a 100% e a quanto a produção de OTA variaram de 43,45% a 100%. A utilização de extratos de erva-mate na inibição de crescimento de fungos produtores de OTA, apresentou uma inibição discreta para os fungos <i>A. westerdijkiae</i> e <i>A. ochraceus</i> (0,54% a 13,27%) e para as espécies <i>A. niger</i> e <i>A. carbonarius</i> não foi observado inibição em nenhuma das concentrações e extratos testados. Conclui-se que os fungos isolados de grãos de café apresentaram-se como uma alternativa no controle da OTA em alimentos.
Ano	2015
Título	Fermentação em estado sólido de <i>Aspergillus parasiticus</i> , produção de aflatoxinas e sua pesquisa em alimentos consumidos regularmente no Brasil.
Autor	DOMINGUES, Jéssica Mari.
Link do repositório	https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/40253/R%20%20D%20%20JE%20SSICA%20MARI%20DOMINGUES.pdf?sequence=2&isAllowed=y
Resumo	O objetivo da dissertação foi a pesquisa de alimentos contaminados e a fermentação em estado sólido de <i>Aspergillus parasiticus</i> . Para a pesquisa em alimentos analisou-se 27 amostras (arroz, feijão, farinha de trigo, farinha de fubá, milho e amendoim) onde foi encontrado contaminação em 22% dos alimentos, sendo 4 amostras de arroz, 1 amostra de feijão e 1 amostra de amendoim. Verificou-se que o meio que oferecia melhores condições de trabalho e de produção de AF era o arroz cateto. Ao variar o pH do meio entre 3,5 e 7,5 e umidade entre 42% e 62% e posteriormente analisar estes meios por CCD (cromatografia em camada delgada) e CLAE (cromatografia líquida de alta eficiência) percebeu-se que os meios com valores maiores de umidade (62%) apresentaram maior produção de AF, enquanto a variação de pH não apresentou influência na concentração de AF. Conclui-se que as aflatoxinas podem ocorrer nestes grãos ou alimentos quando apresentam umidade suficiente para o desenvolvimento do fungo

Fonte: Autor (2021).

Observa-se nos trabalhos citados por Corrêa (2015) e Almeida (2015), diferenças significativas nos resultados. Conforme Corrêa (2015), os agentes de controle fúngicos por bactérias e leveduras apresentaram potencial na inibição do crescimento de ocratoxina A, porém os fungos isolados dos grãos de café verde utilizados não foram eficazes na inibição dos fungos do gênero *Aspergillus*.

De outro modo, para Almeida (2015) os fungos isolados de grãos de café apresentam-se como alternativa no controle de OTA em alimentos, diferencialmente da utilização do outro extrato (erva-mate), onde apresentou inibição discreta. Essa diferença na ação dos isolados de café pode estar relacionada à metodologia utilizada (maturação dos grãos), pois Corrêa (2015) sugere novos testes com outras metodologias para a confirmação dos resultados obtidos. Por outro lado, Domingues (2015) aborda que a melhor forma de controle é a prevenção, através de boas práticas agrícolas de produção, armazenamento e processamento, onde Bramorski *et al.* (2005), salienta que é importante analisar e manter as condições satisfatórias de controle de temperatura, umidade do ar, limpeza, rotatividade e ventilação, para garantir uma possível redução do crescimento microbiano, diminuindo velocidade de reações enzimáticas que possam deteriorar os produtos.

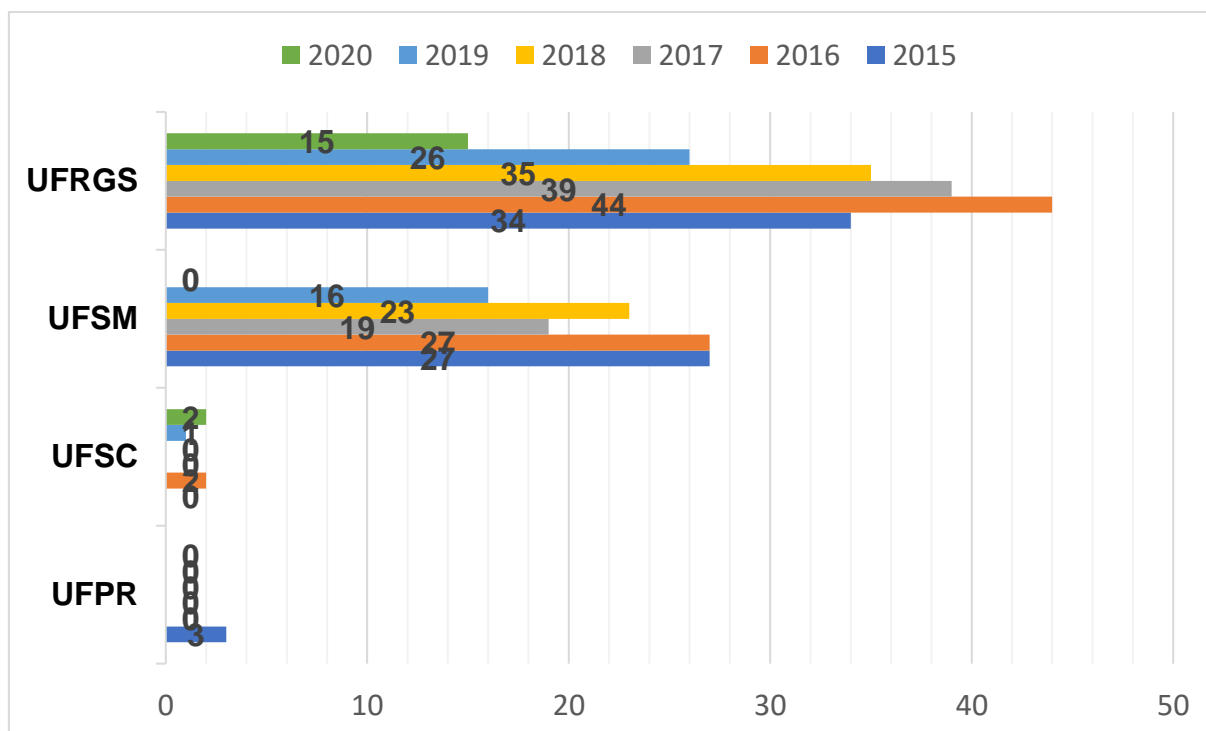
Ao analisar os resultados desta consulta, constata-se que há baixo número de trabalhos defendidos sobre o assunto nos últimos anos. De acordo com a Embrapa (2020), o Estado do Paraná possui a sexta colocação no ranking dos seis principais estados produtores de café, com produção estimada de 937,6 mil sacas em 2020, volume 1,6% menor que em 2019, fato este reforça a atenção para o baixo número de pesquisas realizadas pela UFPR sobre o tema, visando a necessidade de análises microbiológicas do grão para exportação.

A falta de interesse em pesquisas pelo tema pode estar relacionada com a redução de produção do grão, pela falta de orientação ou conscientização das empresas ou ainda pela falta de regulamentações e fiscalização de órgãos públicos.

Compilados os dados, identificou-se que as universidades do estado do Rio Grande do Sul (UFRGS e UFSM) estão à frente em quantidade numérica de trabalhos relacionados ao tema “*Aspergillus* em alimentos” em comparação às demais (Gráfico 01) e que as alternativas de controle fúngico citadas pelos autores ocorrem de forma a serem realizadas antes da contaminação (prevenção) e depois de contaminados

(controle biológico, químico e físico). Considera-se também o controle biológico como método de prevenção, quando aplicado no solo para atividade microbiana antagônica.

Gráfico 01 – Dados numéricos de trabalhos encontrados por ano nos repositórios das universidades pesquisadas com o termo ‘*Aspergillus* em alimentos’.

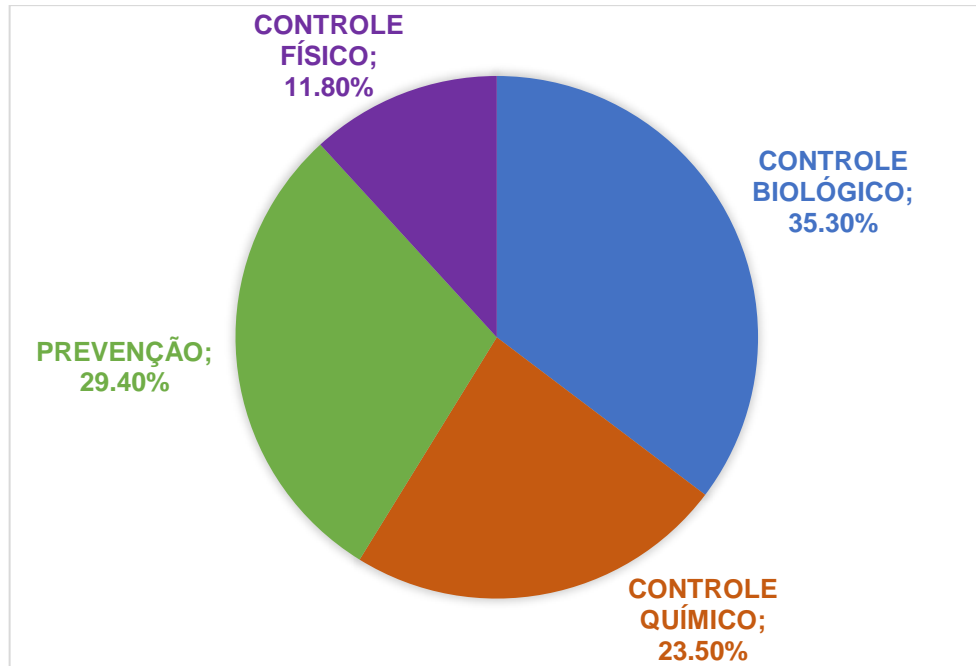


Fonte: Autor (2021).

Sobre a análise dos dados obtidos, verifica-se que 35,30% dos autores optaram por método de controle biológico, 23,50% por controle químico, 29,40% por controle de prevenção e 11,80% por controle físico como formas de assegurar alimentos seguros de contaminações fúngicas (Figura 02).

Os métodos de controle biológicos citados foram: as leveduras, bactérias e fungos; controle químico: o gás ozônio, sanitizantes e plasma a frio; controle por prevenção: as boas práticas agrícolas durante o cultivo, colheita, armazenamento (controle de umidade), processamento com condições higiênico-sanitário adequadas e transporte dos alimentos; controle físico citados: tratamento térmico por aquecimento convencional (pasteurização) e aquecimento ôhmico (corrente elétrica); e por irradiação: solar e luz ultravioleta.

Gráfico 02 – Porcentual dos métodos de controle abordados em TCCs, dissertações e teses encontrados no repositório das universidades pesquisadas com o termo “*Aspergillus* em alimentos”.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os riscos que a exposição de fungos do gênero *Aspergillus* podem trazer para a saúde humana e animal através da alimentação e também os prejuízos econômicos, conclui-se que o controle preventivo nas diferentes etapas de produção pré colheita: com remoção de culturas anteriores, rotação e utilização de culturas resistentes a fungos e outras pragas; na colheita: com controle de injúrias mecânicas e na pós colheita: com controle de temperatura, umidade do ar, ventilação e limpeza são de extrema importância para evitar a contaminação fúngica e a produção da toxina. Porque depois da micotoxina produzida, esta não tem mais como ser eliminada. Caso não seja o suficiente, deve-se adotar medidas de controle para inibição da toxina, através dos métodos de controle biológico, físico e químico.

O controle biológico constitui uma alternativa eficaz e sustentável, e pode ser integrado ao preventivo durante o plantio no solo, e também na pós colheita com produtos à base de bactérias e fungos antagônicos. Essa integração demonstrou resultados sustentáveis e sem danos ambientais. Porém, por não apresentar resultado imediato pode necessitar da inserção do controle químico por ozonização, que em comparação controle físico, apresentou resultado mais satisfatório. O emprego do gás ozônio é considerado uma técnica promissora, que pode ser utilizado na descontaminação de vários tipos de grãos e cereais em silos de armazenamento e também em outros tipos de alimentos, além de possuir uma tecnologia limpa e sustentável. Contudo, é necessário adotar corretamente os procedimentos de segurança para sua aplicação, a fim de evitar danos aos operadores.

Desta maneira, faz-se necessário a implantação de novas pesquisas com métodos biotecnológicos e resultados mais instantâneos.

Portanto, para que o presente trabalho sirva de alerta, devem ser considerados todos os aspectos negativos que o gênero fúngico *Aspergillus* pode causar, tanto na saúde, no ambiente, na economia e na sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

- ABRUNHOSA, L. **Estratégias para o controle de ocratoxina A em alimentos**. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química e Biológica) - Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Portugal, 2008. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7746/1/Tese%20de%20doutoramento.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2021.
- ABRUNHOSA, L. *et al.* Biodegradation of Ochratoxin A for Food and Feed Decontamination. **Toxins**, v. 2, n. 5, p. 1078-1099, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/toxins-02-01078.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2021.
- AMBRUNHOSA, L. *et al.* Biodegradation of ochratoxin A by *Pediococcus parvulus* isolated from Douro wines. **International Journal of Food Microbiology**, 188, 45–52, 2014. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/32514/1/document_17889_1.pdf. Acesso em 15 abr. 2021.
- ADANIYA, Z.N. C. **Micotoxinas no milho roxo peruano**. 2017. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.
- ALMEIDA, A. B. **Estratégias de controle e identificação de fungos produtores de ocratoxina A**. 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Escola de Ciências Biológicas, Programa de Pós – Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia, Curitiba, 2015.
- ANVISA. Resolução RDC nº 07, de 18 de fevereiro de 2011. **Regulamento técnico sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos**. 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/res0007_18_02_2011_rep.html#:~:text=RESOLU%C3%87%C3%83O%20N%C2%BA%207%2C%20DE%2018,Regulamento%20aprovado%20pelo%20Decreto%20n%C2%BA. Acesso em: 13 mai. 2021.
- BALESTRIN, A. *et al.* O campo de estudo sobre redes de cooperação interorganizacional no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 14, n. 3, p. 458-477, 2010.
- BARNES, P. D.; MARR, K. A. Aspergillosis spectrum diseases, diagnosis, and treatment. **Infect. Dis. Clin. North. Am.**, Philadelphia, v. 20, n. 3, p. 545-561, Set. 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0891552006000511?via%3Dihub>. Acesso em: 18 abr. 2021.
- BATTILANI, P. *et al.* Aflatoxin B1 contamination in maize in Europe increases due to climate change. **Scientific Reports**, v. 6, 2016. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep24328.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2021.
- BENNETT, J. W., KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical Microbiology Reviews**. v. 16, n. 3, p. 497–516, 2003. Disponível em:

<https://journals.asm.org/doi/epub/10.1128/CMR.16.3.497-516.2003>. Acesso em 12 abr. 2021.

BERNARDI, A. O. **Estudo da eficácia antifúngica de sanitizantes para controle de fungos deteriorantes em indústrias alimentícias**. 2019, 117 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós -Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Santa Maria, 2019.

BRAMORSKI, A; VASCONCELLOS S. K. Avaliação dos equipamentos de refrigeração e congelamento dos maiores supermercados do município de Blumenau, SC. **Revista Higiene Alimentar**, Santa Catarina, v.19 n.133, 2005. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ens-17789>. Acesso em: 14 abr. 2021.

BRODERS, K.D. *et al.* Characterization of *Pythium* spp. associated with corn and soybean seed and seedling disease in Ohio. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 91, p.127-735, 2007. Disponível em: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-91-6-0727>. Acesso em: 20 abr. 2021

CHAVES, N. J. R. **Desempenho de híbridos, sistemas de condução e aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

COOPER, H. M.; LINDSAY, J. J. **Research synthesis and meta-analysis**. In: BICKMAN, L.; ROG, D. J. Handbook of applied social research methods. pp. 315-338. London: Sage Publications, 1998.

CORRÊA, I. P. **Inibição de crescimento de fungos produtores de ocratoxina A em grãos de café**. 2015. Dissertação (Mestrado em Microbiologia, Parasitologia e Patologia) – Escola de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

DACHERY, B. **Efeitos das etapas de elaboração do vinho cabernet sauvignon sobre os níveis de ocratoxina A**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

DOMINGUES, J. M. **Fermentação em estado sólido de *Aspergillus parasiticus*, produção de aflatoxinas e sua pesquisa em alimentos consumidos regularmente no Brasil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Escola da Ciência da Saúde, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

EDWARDS, S. G. *et al.* PCR-based detection and quantification of mycotoxigenic fungi. **Mycological Research**, London, v. 106, p. 1005-1025, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0953756208601513?via%3Di> hub. Acesso em: 23 abr. 2021.

EINLOFT, T. C. **Biocontrole de *Aspergillus flavus* E *Fusarium verticillioides* por *Bacillus spp.*** Isolados de plantas de milho. 2016. 146 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós - Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, 2016.

EFSA (European Food Safety Authority), 2006. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to ochratoxin A in food. **The EFSA Journal**, v. 365, p. 1 – 56, 2006. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2006.365>. Acesso em: 03 mai. 2021.

EMBRAPA. Sistema de Produção Embrapa. **Cultivo do Milho**. 9. ed. Brasília, 2015. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema_sdeproducao16_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicId=8658. Acesso em: 24 abr. 2021.

EMBRAPA. **Técnica utiliza gás ozônio para aumentar a qualidade e a segurança do milho**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/43560420/tecnica-utiliza-gas-ozonio-para-aumentar-a-qualidade-e-a-seguranca-do-milho>. Acesso em: 18 mai. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Produção dos Cafés do Brasil atinge 61,62 milhões de sacas de 60kg em 2020, volume 25% maior que 2019**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56084554/producao-dos-cafes-do-brasil-atinge-6162-milhoes-de-sacas-de-60kg-em-2020-volume-25-maior-que-2019>. Acesso em: 28 abr. 2021.

FELDMAN, J. V. **EXPOSIÇÃO A COMPOSTOS CARCINOGÊNICOS ATRAVÉS DA ALIMENTAÇÃO**. 2017, 65 f. Monografia (graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Curso de Nutrição, 2017.

FORMENTI, S. *et al.* In vitro impact on growth, fumonisins and aflatoxins production by *Fusarium verticillioides* and *Aspergillus flavus* using anti-fungal compounds and a biological control agent. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 51, p. 247–256, 2012. Disponível em: <https://oajournals.fupress.net/index.php/pm/article/view/5479/5477>. Acesso em: 22 mai. 2021.

FREITAS, O. S. **Técnica utiliza gás ozônio para aumentar a qualidade e a segurança do milho**. Embrapa. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/43560420/tecnica-utiliza-gas-ozonio-para-aumentar-a-qualidade-e-a-seguranca-do-milho>. Acesso em: 25 mai. 2021.

FRISVAD, J.C. *et al.* Secondary metabolite profiling, growth profiles and other tools for species recognition and important *Aspergillus* mycotoxins. **Studies in Mycology** 59: 31–37. 2007. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/0031.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

GALLAGHER, M.K. *et al.* Rapid inactivation of airborne bacteria using atmospheric pressure dielectric barrier grating discharge. **IEEE Trans. Plasma Sci.** v.35, p.1501-1510, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Nachiket-Vaze/publication/3168173_Rapid_Inactivation_of_Airborne_Bacteria_Using_Atmospheric_Pressure_Dielectric_Barrier_Grating_Discharge/links/09e4150fd838ed343700000/Rapid-Inactivation-of-Airborne-Bacteria-Using-Atmospheric-Pressure-Dielectric-Barrier-Grating-Discharge.pdf. Acesso em: 02 mai. 2021.

GARCIA, M. V. **Contaminação fúngica de especiarias e potencial micotoxigênico dos isolados**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

GIORDANO, B.N.E. *et al.* Susceptibility of the in-shell Brazil nut mycoflora and aflatoxin contamination to ozone gas treatment during storage. **J. Agric. Sci.** 4 (8):1-10, 2012. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/Susceptibility_of_the_In-shell_Brazil_Nut_Mycoflor.pdf. Acesso em: 08 mai. 2021.

GONÇALEZ, E. *et al.* Produção de aflatoxinas e ácido ciclopiazônico por cepas de *Aspergillus flavus* isoladas de amendoim. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 80, n. 3, p. 312-317, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/bQB47jmnfw8TnCzGpWs4CHF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 mai. 2021.

GRAHAM, T.; ZHANG, P.; WOYZBUN, E.; DIXON, M. Response of hydroponic tomato to daily applications of aqueous ozone via drip irrigation. **Scientia Horticulturae**, v. 129, p. 464–471, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030442381100207X?via%3Dihub>. Acesso em: 24 mai. 2021.

GUARIDO FILHO, E. R. *et al.* Organizational institutionalism in the academic field in Brazil: social dynamics and networks. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 14, p. 149-172, 2010.

GUERRERO, A.; BARBOSA, V. Advantages and Limitations on Processing Foods by UV Light. **Sage journals**, v. 10, n. January, 2004. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1082013204044359>. Acesso em: 06 mai. 2021.

IARC. International Agency for Research on Cancer. Toxicological Monographs: **Some Naturally Occurring Substances: Food Items and Constituents, Heterocyclic Aromatic Amines and Mycotoxins**. Lyon: World Health Organization, v. 56, p. 489, 1993. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/mono56.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2021.

IBARZ, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. **Unit Operations in Food Engineering**. 01 ed. CRC Press, 2003. Disponível em: https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/881630/mod_resource/content/0/Unit_Operations_in_Food_Engineering_-_A._Ibarz_G._Barbosa-Canovas_CRC_2003_WW.pdf. Acesso em 05 mai. 2021.

JAESCHKE, D. P. *et al.* Evaluation of nonthermal effects of electricity on ascorbic acid and carotenoid degradation in acerola pulp during ohmic heating. **Food Chemistry**, v. 199, p. 128–134, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814615302624>. Acesso em: 30 mai. 2021.

KABAK, B. *et al.* Strategies to Prevent Mycotoxin Contamination of Food and Animal Feed. A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 16, p. 78-88, 2006. Acesso em: 13 mai. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408390500436185>. Acesso em> 14 abr. 2021.

KAUR, N.; SINGH, A. K. Ohmic heating: concept and applications—A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 14, p. 2338–2351, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2013.835303>. Acesso em: 07 mai. 2021.

KEYSER, M. *et al.* Ultraviolet radiation as a non-thermal treatment for the inactivation of microorganisms in fruit juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 9, n. 3, p. 348–354, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466856407001415>. Acesso em: 10 mai.2021.

KORACHI, M. *et al.* Biochemical changes to milk following treatment by a novel, cold atmospheric plasma system. **International Dairy Journal**, n.42, p.64–69, 2015. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/Biochemical_changes_to_milk_following_tr.pdf. Acesso em: 07 abr. 2021.

KOUTCHMA, T.N. Advances in ultraviolet light technology for non-thermal processing of liquid foods. **Food and Bioprocess Technol**, v. 2, n. 2, p. 138–155, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11947-008-0178-3.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2021.

KOUTCHMA, T.N. *et al.* **Ultraviolet Light in Food Technology: Principles and Applications**. CRC Press, 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/6810862/Ultraviolet_light_in_food_technology_Principle_s_and_Applicatio_ns. Acesso em: 23 mai. 2021.

KREIBICH, H. H. **Qualidade e segurança das amêndoas de cacau (*theobroma cacao L.*) e seus produtos com relação aos contaminantes biológicos e a descontaminação de fungos toxigênicos com ozônio gasoso**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

LIU, Y.; WU, F. Global burden of aflatoxin-induced hepatocellular carcinoma: a risk assessment. **Environmental Health Perspectives**, v. 118, n. 6, p. 818-824, 2010. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/pdf/10.1289/ehp.0901388>. Acesso em: 22 abr. 2021.

MAGAN, N., OLSEN, M. **Mycotoxins in Food – Detection and Control**. Sawston: Woodhead Publishing Limited. 3–461, 2004. Acesso em: 13/05. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Naresh-Magan/publication/235334797_Mycotoxins_in_Food_Detection_and_Control/links/02e7e5326d7082f043000000/Mycotoxins-in-Food-Detection-and-Control.pdf. Acesso em: 23 abr. 2021.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da Investigação Científica para Ciências Sociais Aplicadas**. São Paulo: Atlas, 2007, p. 220.

MEDEIROS, F.H.V. et al. Biological control of mycotoxin-producing molds. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, p. 483-497, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/HBNVj6g7GmRfvP7VxNhDJbr/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 09 mai. 2021.

MELO, P. L. R.; ANDREASSI, T. Publicação científica nacional e internacional sobre franchising: levantamento e análise do período 1998–2007. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 14, n. 2, p. 268-288, 2010.

MENEZES, N. M. C. **Inativação de Fungos Filamentosos Termorresistentes em Suco de Maçã por Luz Ultravioleta (UV-C)**. 2020, 131 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós – Graduação em Engenharia Química, Florianópolis, 2020.

MITCHELL, D. *et al.* Water and temperature relations of growth and ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* strains from grapes in Europe and Israel. **Journal of Applied Microbiology**, v. 97, p. 439-445, 2004. Disponível em: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2672.2004.02321.x>. Acesso em: 13 mai. 2021.

MÜLLER, W. A. **Aspectos cinéticos e térmicos da inativação do fungo *Aspergillus fumigatus* em suco de maçã sob aquecimento convencional e ôhmico**. 2019. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Escola de Engenharia / Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Porto Alegre, 2019.

PALUMBO, J.D. *et al.* Isolation of maize soil and rhizosphere bacteria with antagonistic activity against *Aspergillus flavus* and *Fusarium verticillioides*. **Journal of Food Protection**, Ames, vol. 70, p. 1615-1621, 2007. Disponível em: <https://pubag.nal.usda.gov/download/3580/PDF>. Acesso em: 17 mai. 2021.

PARUSSOLO, P. **Avaliação micológica ao longo do processamento de salames e influência da umidade relativa sobre a produção de ocratoxina A por *Aspergillus westerdijkiae***. 2018. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Fed Santa Maria, 2018.

PIOTROWSKA, M. *et al.* Removal of ochratoxin A by wine *Saccharomyces cerevisiae* strains. **Eur. Food Res. Technol.**, 236 441–447, 2013.

Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00217-012-1908-3.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2021.

PITT, J.I., HOCKING, A. D. **Fungi and Food Spoilage**. third ed. New York: Springer, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/bfm%3A978-0-387-92207-2%2F1.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2021.

PONSONE, M. *et al.* Fate of ochratoxin A content in Argentinean red wine during a pilot scale vinification. **Revista Argentina de Microbiologia**, 41(4), 245-250, 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20085189/>. Acesso em: 27 abr. 2021.

RODRIGUES, P. *et al.* A polyphasic approach to the identification of aflatoxigenic and non-aflatoxigenic strains of *Aspergillus* Section *Flavi* isolated from Portuguese almonds. **Int. J. Food Microbiol.** Amsterdam, v.129, n.2, p.187-193, 2009. Acesso em: 11 mai. Disponível em: http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/11244/1/Rodrigues_International%20Journal%20of%20Food%20Microbiology.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

RUAN, R. *et al.* Ohmic heating. In: **Nutr. Handb. Food Process**, p. 407- 422, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781855734647500236?via%3Dihub>. Acesso em: 08 mai. 2021.

SHARMA, O. P.; CHWOGULE, R. Many faces of pulmonary aspergillosis. **Eur. Respir. J.**, Copenhagen, v. 12, n. 3, p. 705-715, set. 1998. Disponível em: https://translate.googleusercontent.com/translate_c?hl=pt-BR&sl=en&tl=pt&prev=search&u=https://erj.ersjournals.com/content/erj/12/3/705.full.pdf&usq=ALkJrhjVgNwzMy27HdPfp2HDep-wBUI0Ag. Acesso em: 03 mai. 2021.

SILVA, J. R. Fungos: **Estratégias de descontaminação por plasma a frio e ozônio gasoso na segurança de alimentos extrusados**. 2019, 200 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós – Graduação em Ciência dos Alimentos, Florianópolis, 2019.

SILVA, G.L. **Ácaros de ambientes aquáticos e produtos armazenados: bioecologia e suas interações com microrganismos**. 2018, 114 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós - Graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente. Porto Alegre, 2018.

SILVEIRA, R. A. **Efeito do uso de *Bacillus* no desenvolvimento de *Aspergillus carbonarius* e síntese de ocratoxinas em uvas**. 2020, 122 f. Monografia (graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Curso de Nutrição, 2020.

SIPICZKI, M. *Metschnikowia* strains isolated from botrytized grapes antagonize fungal and bacterial growth by iron depletion. **Applied and Environment**

Microbiology, Washington, v.70, p. 6716-6724, 2006. Disponível em:
<https://journals.asm.org/doi/epub/10.1128/AEM.01275-06>. Acesso em: 05 mai. 2021.

SOARES, C. *et al.* Fungos produtores de micotoxinas: impacto na segurança alimentar. **Portuguese Society for Microbiology Magazine**, Portugal, v. 2, p. 1-6, 2013. Disponível em:
<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/27316/3/Fungos%20produtores%20de%20micotoxinas%20-%20Microbiologia.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

SULTAN, Y.; MAGAN, N. Impact of a *Streptomyces* (AS1) strain and its metabolites on control of *Aspergillus flavus* and aflatoxin B1 contamination in vitro and in stored peanuts. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 21, p. 1437-1455, 2011. Disponível em:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09583157.2011.632078>. Acesso em: 14 mai. 2021.

TORRES, M. J. *et al.* Antagonistic effects of *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* and *B. amyloliquefaciens* against *Macrophomina phaseolina*: SEM study of fungal changes and UV-MALDI-TOF MS analysis of their bioactive compounds. **Microbiological Research**, v. 182, p. 31–39, 2016. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501315300094>. Acesso em: 18 abr. 2021.

ZAIN, M. E. Impact of mycotoxins on humans and animals. **J. Saudi Chem. Soc.** v.15, n.2, p.129-144, 2011. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319610310000827>. Acesso em: 25 mai. 2021.