



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CAMPUS INHUMAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

JACQUELINE FARIAS RODRIGUES DE LIMA

OCORRÊNCIA DE FUNGOS PRODUTORES DE MICOTOXINAS EM GRÃOS DE  
CAFÉ COMERCIALIZADOS EM GOIÁS

INHUMAS

2022



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA PRÓ-  
REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO**

**NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |                                                                      |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese                                        | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC – Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |                                                         |

Nome Completo do Autor: Jacqueline Farias Rodrigues de Lima

Matrícula: 20191030110164

Título do Trabalho: Ocorrência de fungos produtores de micotoxinas em grãos de café comercializados em Goiás

**Autorização - Marque uma das opções**

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

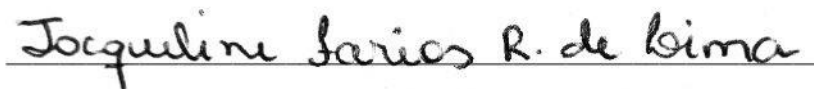
- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
- ☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
- ☐ Outra justificativa: \_\_\_\_\_

## DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Inhumas, 04/01/2023.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

JACQUELINE FARIAS RODRIGUES DE LIMA

OCORRÊNCIA DE FUNGOS PRODUTORES DE MICOTOXINAS EM GRÃOS DE  
CAFÉ COMERCIALIZADOS EM GOIÁS

Trabalho de Conclusão de Curso, no formato de monografia, apresentado ao curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Inhumas/IFG, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Angel José Vieira Blanco

Coorientadora: Profa. Dra. Heloísa Gabriel Falcão

INHUMAS

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L732 | <p>Lima, Jacqueline Farias Rodrigues de</p> <p>Ocorrência de fungos produtores de micotoxinas em grãos de café comercializados em Goiás [Manuscrito]. / Jacqueline Farias Rodrigues de Lima. Inhumas: IFG, 2022.</p> <p>42 f.: il.</p> <p>Bibliografia.</p> <p>Orientadora: Prof. Dr. Angel José Vieira Blanco.</p> <p>Trabalho de conclusão de curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – IFG/Câmpus Inhumas, 2022.</p> <p>1. Fungos. 2. Micotoxina. 3. Café. 4. Alimento contaminado. 5. Blanco, Angel José Vieira (orient.). I. Título.</p> <p>CDD 632.96</p> |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária  
Maria Aparecida Rodrigues de Souza - CRB/1-1497  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Câmpus Inhumas – Biblioteca Atena



## TERMO DE APROVAÇÃO

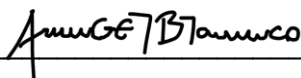
JACQUELINE FARIAS RODRIGUES DE LIMA

### OCORRÊNCIA DE FUNGOS PRODUTORES DE MICOTOXINAS EM GRÃOS DE CAFÉ COMERCIALIZADOS EM GOIÁS

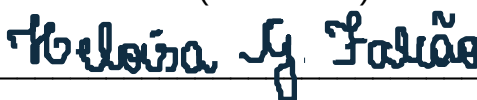
Trabalho de Conclusão de Curso, no formato de monografia, apresentado ao curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Inhumas/IFG, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos, desenvolvido na linha de pesquisa Ciência e Tecnologia de Alimentos, sob orientação do Prof. Dr. Angel José Vieira Blanco e coorientação da Profa. Dra. Heloísa Gabriel Falcão.

Aprovado em 14/12/2022.

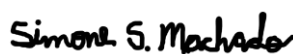
#### BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Angel José Vieira Blanco  
(Orientador)



Profa. Dra. Heloísa Gabriel Falcão  
(Coorientadora)



Profa. Dra. Simone Silva Machado  
(Membro interno)

Dedico este trabalho aos meus pais, Alessandra e Marcos, ao meu esposo, Hairison, e aos meus filhos, Miguel e Helena.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por me conceder saúde, sabedoria e persistência durante esta jornada e também por esta oportunidade entre tantas outras colocadas em meu caminho.

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

Aos meus pais, Alessandra e Marcos, por toda a atenção, amor e por todas as orações pra conseguir vencer esta etapa.

Ao meu orientador, professor Dr. Angel José Vieira Blanco, por todos os ensinamentos, incentivo, confiança e por ter tido tanta paciência, principalmente no começo dessa caminhada.

À minha coorientadora, professora Dr<sup>a</sup>. Heloisa Gabriel Falcão, por ser paciente, disposta a oferecer estímulos, ouvir com interesse e disposição a ajudar em todas as questões, dúvidas e problemas.

Aos professores da banca examinadora, Dra. Simone Silva Machado e Dra. Keyla de Oliveira Ribeiro Miguel por terem aceitado o convite.

Aos colegas de turma, pelo tempo de convívio, conversas, risadas e confraternizações. Em especial a Lara Lysse e Lethicya por toda a troca de conhecimentos e apoio para a realização deste trabalho.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – campus Inhumas, pela oportunidade de realizar o curso, me permitindo realizar este trabalho; e a todos os professores, por todo conhecimento passado.

Muito Obrigada!

*“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”*

*José de Alencar*

## Ocorrência de fungos produtores de micotoxinas em grãos de café comercializados em Goiás

Jacqueline Farias Rodrigues de Lima

### RESUMO

Os fungos constituem um heterogêneo grupo de microrganismos com atividade ecológica diversificada. Muitos fungos são úteis à humanidade, outros bastante nocivos. Além de serem organismos deteriorantes, alguns gêneros de fungos são toxigênicos e produzem metabólitos secundários perigosos denominados micotoxinas. As micotoxinas são compostos de baixo peso molecular e termorresistentes, que podem ser encontrados em diversos componentes da alimentação humana. O café é um dos gêneros alimentícios com maior incidência de fungos toxigênicos e a presença desses organismos pode causar graves problemas de saúde em quem consome a bebida preparada. A ausência de boas práticas ao longo da cadeia produtiva facilita o desenvolvimento desses fungos, principalmente espécies de *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicilium*. Alguns estudos mostram que as micotoxinas produzidas por estes fungos não são completamente eliminadas durante o processo de torra dos grãos ou após a fervura do café, o que demonstra a importância de se detectar a presença deles, de forma preventiva, antes da etapa de torrefação. O presente trabalho avaliou a ocorrência de fungos produtores de micotoxinas em grãos de café, comercializados na forma crua, secos, sem casca e prontos para torrefação, de cinco diferentes marcas comercializadas em Goiás. Grãos de café foram inoculados em meio BDA e após formação de colônias, foram realizados microcultivos em lâmina para posterior identificação. Os resultados apontaram níveis elevados de contaminação fúngica, com predominância de *Aspergillus niger*, espécie comumente encontrada em solos, que produz uma das mais potentes micotoxinas conhecidas, a ocratoxina A.

Palavras-chave: contaminação; diversidade fúngica; *Coffea arabica*; *Aspergillus*; alimentos.

## ABSTRACT

Fungi constitute a heterogeneous group of microorganisms with diverse ecological activity. Many fungi are useful to mankind, others are quite harmful. Besides being spoilage organisms, some genera of fungi are toxigenic and produce dangerous secondary metabolites called mycotoxins. Mycotoxins are low molecular weight, thermoresistant compounds that can be found in various components of human food. Coffee is one of the foodstuffs with the highest incidence of toxigenic fungi, and the presence of these organisms can cause serious health problems in those who consume the beverage prepared. The absence of good practices along the production chain facilitates the development of these fungi, especially species of *Aspergillus*, *Fusarium*, and *Penicilium*. Some studies show that the mycotoxins produced by these fungi are not completely eliminated during the process of roasting the beans or after boiling the coffee, which shows the importance of detecting their presence, in a preventive way, before the roasting stage. The present work evaluated the occurrence of mycotoxin producing fungi in coffee beans, commercialized in the raw form, dry, unshelled and ready to be roasted, of five different brands commercialized in Goiás. Coffee beans were inoculated in BDA medium and after the formation of colonies, microcultures were performed on slides for further identification. The results showed high levels of fungal contamination, with a predominance of *Aspergillus niger*, a species commonly found in soils, which produces one of the most potent mycotoxins known, ochratoxin A.

Keywords: contamination; fungal diversity; *Coffea arabica*; *Aspergillus*; food

## SUMÁRIO

|                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>             | <b>13</b>                            |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>   | <b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b> |
| 2.1 FUNGOS.....                      | 17                                   |
| 2.2 MICOTOXINAS.....                 | 18                                   |
| 2.3 QUALIDADE DO CAFÉ.....           | 19                                   |
| <b>3 OBJETIVOS.....</b>              | <b>22</b>                            |
| 3.1 OBJETIVO GERAL .....             | 23                                   |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....      | 23                                   |
| <b>4 METODOLOGIA .....</b>           | <b>24</b>                            |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b> | <b>26</b>                            |
| <b>6 CONCLUSÃO.....</b>              | <b>33</b>                            |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>              | <b>34</b>                            |

## 1 INTRODUÇÃO

Originário das montanhas de Kaffa, Etiópia (SOUZA, 2006), o cafeeiro foi introduzido no Brasil em 1727 a partir da Guiana Francesa e devido às condições climáticas favoráveis, seu cultivo se espalhou por todo o país (BRASIL, 2018). Planta de porte arbustivo ou arbóreo, de caule lenhoso e com ciclo de vida perene, o cafeeiro pertence à família da *Rubiaceae* e conta com cerca de 500 gêneros e mais de 6000 espécies, sendo *Coffea arabica* e *Coffea canephora* as principais espécies cultivadas e comercializadas, que dão origem às bebidas café arábica e café robusta, respectivamente (CARVALHO *et al.*, 2017).

O café é um dos principais produtos agrícolas do mundo, movimentando bilhões de dólares todos os anos (BRASIL, 2022) e empregando cerca de 500 milhões de pessoas (REZENDE *et al.*, 2013). Está no grupo das bebidas mais consumidas no planeta, principalmente devido a sua natureza química estimulante e aos seus refinados aroma e sabor. Tais atributos valorizam o café como bebida e contribuem para um número cada vez maior de apreciadores.

Além de seu efeito estimulante, associado à cafeína, sabe-se que o café possui propriedades antioxidantes graças a elementos químicos, tais como ácidos clorogênicos, existentes em seus grãos (ALVES; CASAL; OLIVEIRA, 2009). Os americanos são os maiores consumidores de café no mundo, seguidos pelos brasileiros que ocupam a segunda posição nesta classificação (BRASIL, 2018). Talvez por isso, Estados Unidos e Brasil, nesta ordem, sejam os dois principais países em número de publicações científicas sobre o café, no mundo (DURAN *et al.*, 2017).

Além de ser o maior produtor mundial de café, o Brasil é também quem mais exporta essa mercadoria, que atualmente representa um dos mais importantes produtos do agronegócio no país. É o quinto principal produto na pauta de exportação brasileira e movimentou, apenas em 2017, algo em torno de cinco bilhões de dólares. Sua cadeia produtiva emprega mais de oito milhões de brasileiros, proporcionando renda, acesso à saúde e à educação para os trabalhadores e suas famílias (BRASIL, 2018).

O consumo do café está diretamente relacionado à sua qualidade, a qual é comercialmente determinada pelas características físicas de seus grãos e pelas suas respectivas propriedades sensoriais quando transformados em bebida (PASIN; ALMEIDA; ABREU, 2009). Nesse sentido, características sensoriais do café como

aroma e sabor podem sofrer influência de fatores extrínsecos, tais como: temperatura e umidade, tipo de solo, condições de cultivo, condições nutricionais da planta, além da contaminação por microrganismos deteriorantes (FRAGA *et al.*, 2003).

A contaminação por microrganismos deteriorantes é um processo que pode acontecer em qualquer fase da cadeia produtiva do café, desde a colheita e processamento até o armazenamento e beneficiamento, uma vez que em todas estas etapas é comum que os grãos sejam expostos a alterações bruscas nas condições do ambiente em que se encontram (PARIZZI, 2005). Entre os principais microrganismos encontrados no café estão as bactérias, fungos filamentosos (bolors) e as leveduras (BATISTA, 2001).

É importante aqui destacar os bolors porque sua associação à frutos e grãos de café provocam não somente danos econômicos à cadeia produtiva, mas também transtornos à saúde humana, como será discutido adiante. De forma geral, a presença de fungos pode afetar a qualidade da bebida pronta devido a deterioração dos grãos de café provocada pela atividade de enzimas, tais como celulasas, hemicelulasas, xilanases, pectinases, proteases, entre outras. Esse processo de deterioração pode, por vezes, gerar odores e sabores desagradáveis, e ainda vir acompanhado pela produção de metabólitos secundários denominados micotoxinas (REZENDE *et al.*, 2013).

A “ocratoxina A” (OTA) é a micotoxina mais comumente encontrada no café, seguida pela aflatoxina (BORGES *et al.*, 2009). A OTA pode ser produzida por fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, em regiões tropicais e de clima temperado, respectivamente (PARIZZI, 2005), com destaque para as espécies *Aspergillus ochraceus* (*A. ochraceus*) e *Aspergillus carbonarius* (*A. carbonarius*) (CHALFOUN *et al.*, 2007), que são potencialmente toxigênicas.

Muitos estudos têm mostrado que fungos toxigênicos são contaminantes naturalmente encontrados em café (BOKHARI, 2007; NOONIM *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2000). Além disso, a ausência de Boas Práticas Agrícolas (BPA) durante o processo de cultivo aumenta as contaminações e o desenvolvimento desses organismos, que são perigosos à saúde humana justamente porque podem produzir micotoxinas (REZENDE *et al.*, 2013), destacando-se nesse sentido, espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* (PASIN; ALMEIDA; ABREU, 2009).

Fungos do gênero *Aspergillus* são considerados patógenos oportunistas e frequentemente são encontrados associados ao café. Além de produzirem OTA, a

mais tóxica dentre as ocratoxinas, também sintetizam aflatoxinas, as quais são capazes de causar aberrações cromossômicas, síntese de DNA não programada, troca de cromátides irmãs, quebras nos cromossomos e ligações com o DNA de células humanas (ZUCCHI; MELO, 2009).

Algumas espécies de *Aspergillus* são deteriorantes contumazes, e por isso mesmo, capazes de ocasionar inúmeros danos aos grãos de café, os quais podem ser de natureza sensorial, nutricional e qualitativa, como: pigmentação, descoloração, podridão e/ou desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis. Dentre essas espécies, *Aspergillus niger* (*A. niger*) destaca-se como um fungo amplamente difundido devido a sua capacidade de se reproduzir de forma eficaz em diferentes ambientes, proporcionando forte diversidade metabólica e flexibilidade nutricional (DIOGO *et al.*, 2020).

Micotoxinas, de forma geral, são metabólitos termorresistentes, o que significa dizer que micotoxinas como a OTA e a aflatoxina, produzidas por *Aspergillus* sp., podem permanecer nos grãos de café, mesmo após o processo de torra (IAMANAKA, 2010). Assim, parece ser inviável tentar eliminar esses compostos completamente, apesar de ser possível reduzir ao máximo sua presença para que não apresentem risco à saúde humana (BORGES *et al.*, 2009; SOARES; ABRUNHOSA; VENANCIO, 2013).

A presença dessas micotoxinas no café pode ser consequência de falhas na colheita, no processamento, condições instáveis de secagem e armazenamento inadequado dos grãos, o que acentua a propagação de fungos toxigênicos (MELLO, 2016). Posto isto, uma das alternativas viáveis para diminuir ou eliminar a possibilidade de contaminação humana por micotoxinas no café é a melhoria de BPA, com adequadas condições de armazenamento e transporte, como afirmado por Astoreca *et al.* (2009), que acrescenta que tais ações reduzem o crescimento de fungos toxigênicos no café utilizado para o consumo humano.

Cumprе salientar que a presença de fungos sabidamente toxigênicos em grãos de café não implica necessariamente na presença de suas respectivas toxinas, porém, já é o suficiente para que a qualidade nutricional e sensorial do café esteja comprometida, uma vez que, como mencionado anteriormente, trata-se de organismos decompositores. Dessa forma, realizar o isolamento e a identificação de fungos produtores desses compostos, em grãos verdes de café (antes da torra), representa um esforço científico valioso no sentido de se obter informações sobre o

nível de contaminação em grãos de café e o perigo que isso representa para a saúde das pessoas que consomem a bebida pronta.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 FUNGOS

Os fungos são microrganismos unicelulares (leveduras) ou pluricelulares e filamentosos (bolors ou mofos), eucarióticos, heterotróficos, que pertencem ao reino Fungi e que desempenham importantes funções em seus ecossistemas, tais como decomposição, simbiose e patogênese. O grupo dos fungos é muito diverso, apesar do número real de espécies ainda permanecer desconhecido. Estimativas obtidas na última década variaram entre 2,2 – 3,8 milhões e 11,7 – 13,2 milhões de espécies, dependendo da metodologia utilizada para o cálculo. Atualmente, o número de espécies descritas se aproxima de 150.000, número sabidamente insignificante diante das estimativas apresentadas por HYDE (2022).

Os bolors ou mofos consistem em um grupo de longos filamentos, chamados hifas, que quando combinadas formam aglomerados visíveis a olho nu, denominados micélios. Estes podem gerar alterações desejáveis no sabor e na qualidade dos alimentos, como na produção de queijos, por exemplo. Em muitos outros casos, no entanto, ocasionam transformações indesejáveis, produzindo sabores e odores desagradáveis, que variam em função do grau de deterioração. (SILVA; MALTA, 2016; SOUZA *et al.*, 2017).

Os fungos são utilizados na produção de alimentos, tais como fermentados e bebidas alcoólicas, contribuem para a indústria farmacêutica, estão presentes na biodegradação e tratamento biológico de efluentes e são capazes de produzir enzimas de valor industrial e de biotransformação. Eles também têm grande importância agrícola e ecológica, visto que mantêm o equilíbrio ambiental, decompondo detritos de plantas, degradando substâncias tóxicas e ajudando as plantas a crescerem e se protegerem de inimigos, como outros microrganismos patogênicos (ABREU; ROVIDA; PAMPHILE, 2015).

Os fungos podem se propagar no campo, durante o cultivo, a colheita e a estocagem, devido a fatores intrínsecos (substrato) e fatores extrínsecos (umidade e temperatura) (BUENO, 2018). Espécies do gênero *Aspergillus* são frequentemente responsáveis por ocasionar doenças em plantas e animais, sendo que, as espécies

mais comuns são *A. niger*, *A. ochraceus* e *A. alliaceus*, sendo capazes de contaminar produtos agrícolas em qualquer fase da cadeia produtiva (PERRONE *et al.*, 2007).

Apesar dos inúmeros impactos positivos no cotidiano da vida humana, diretos e indiretos, os fungos podem comumente estarem associados a perdas econômicas, uma vez que, como afirmado anteriormente, podem se proliferar em alimentos, causando sua deterioração. Além disso, alguns gêneros agregam espécies extremamente tóxicas (*Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*), capazes de provocar graves danos à humanos e animais, através da produção de metabólitos secundários extremamente tóxicos denominados genericamente de micotoxinas (ARRUDA; BERETTA, 2019).

## 2.2 MICOTOXINAS

As micotoxinas são metabólitos secundários de baixo peso molecular, tóxicos à humanos e animais e que são produzidos por diversas espécies de fungos filamentosos (SOUZA *et al.*, 2017). Essas substâncias são expelidas através de um conjunto de vias metabólicas que não são fundamentais para o desenvolvimento e a sobrevivência dos fungos (por isso chamados de metabólitos secundários) e são biossintetizados quando as condições em que os fungos se encontram, são adequadas à produção desses compostos. Tais condições englobam a presença de substâncias como fungicidas, alterações ambientais favoráveis em parâmetros físicos como temperatura e umidade, além de variáveis biológicas como susceptibilidade ao hospedeiro e à própria virulência do patógeno avaliado (BUENO, 2018; MELO, 2014).

Os fungos responsáveis pela síntese de micotoxinas na agricultura são classificados em dois grupos: fungos de campo, que afetam as plantações antes da colheita; e fungos de armazenamento, que acometem os produtos agrícolas após a colheita (OLIVEIRA; MATTOS; RODRIGUES FILHO, 2021). As principais micotoxinas encontradas em alimentos são as aflatoxinas, a OTA, a patulina, as fumonisinas, a zearalenona e o desoxinivalenol. Estas são sintetizadas principalmente por espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* (SILVA, 2021). A existência de fungos em produtos alimentícios não indica a presença de micotoxinas, entretanto a ausência de fungos visíveis não descarta a sua presença (PRADO, 2014).

A exposição à micotoxinas pode acontecer de forma direta, por meio da ingestão de alimentos vegetais, ou indireta, através de alimentos de origem animal, quando consomem ração contaminada. Algumas micotoxinas podem ocasionar degeneração da capacidade funcional de rins e fígado, enquanto outras são neurotóxicas ou prejudicam a síntese proteica, acarretando uma variedade de efeitos, que vão desde a sensibilidade ou a necrose da pele até a uma extrema imunodeficiência (MARROQUIN-CARDONA *et al.*, 2014).

De acordo com a *Food and Agriculture Organization* (FAO), estima-se que cerca de 25% de alimentos e rações, em todo o mundo, estão contaminadas com micotoxinas (OLIVEIRA; MATTOS; RODRIGUES FILHO, 2021). Quando se trata do café, a OTA é a de maior relevância e ganha uma atenção especial, pois possui potencial carcinogênico (AZEVEDO, 2019).

Devido às suas propriedades físicas e químicas, as micotoxinas são compostos químicos estáveis, ou seja, são termorresistentes. Logo, não podem ser eliminadas dos alimentos através das etapas de processamento ou fervura (ROCHA *et al.*, 2020). Especificamente no café, elas reduzem a qualidade da bebida, e podem oferecer riscos à saúde. Essa toxicidade levou o Brasil a estabelecer regulamentos para garantir a regularização dos teores toleráveis, sendo a Resolução de Diretoria Colegiada – RDC Nº 07, de 18 de fevereiro de 2011 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que dispõe sobre o limite máximo de micotoxinas tolerado para alimentos. Para o café torrado (moído ou em grão) e o café solúvel, o limite de OTA é de 10 µg/kg (BRASIL, 2011).

## 2.3 QUALIDADE DO CAFÉ

Em uma era de globalização econômica e de mercado, é necessário aumentar a competitividade do setor produtivo investindo na qualidade dos diferentes tipos de cafés. Atualmente, a produção de café de alta qualidade é a melhor opção para a cafeicultura brasileira, sobretudo quando o foco está na viabilidade econômica dessa atividade. A qualidade de um produto pode ser determinada através do somatório de todos os atributos que atendam às necessidades do consumidor. No café, esses atributos vão além dos aspectos sensoriais, com foco crescente na segurança alimentar (PRADO, 2014).

Levando em consideração os substratos que o grão de café apresenta (casca, polpa e semente) é viável o crescimento de uma microbiota diversificada, abrangendo fungos filamentosos, sobretudo espécies de *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, leveduras, bactérias lácticas (*Leuconostoc* e *Lactobacillus*) e bactérias pectolíticas (*Erwinia*, *Bacillus*) (IAMANAKA, 2010).

Ao longo de todo o ciclo de produção, diversos fungos estão associados aos frutos e grãos de café e, em condições favoráveis, podem causar perda de qualidade, odores e sabores desagradáveis, pois os fungos possuem uma gama muito ampla de potencial enzimático e também podem comprometer a segurança do produto final devido a produção de micotoxinas (MELLO, 2016). Vários estudos realizados no Brasil e no exterior têm demonstrado o envolvimento persistente e significativo dos fungos filamentosos como um dos principais componentes da microbiota dos frutos após a colheita ou no decorrer da secagem (AZEVEDO, 2019; GEREMEW, 2016; SANTIAGO, 2020).

Em um sistema de produção, os processos de colheita e pós-colheita são fundamentais para a obtenção de um produto de alta qualidade. Se não manejadas adequadamente, podem favorecer a proliferação de fungos que causam fermentações indesejáveis e podem produzir micotoxinas, como a OTA, que causam danos à saúde humana (LAZZARINI; MORAES, 1958). Nenhuma fonte ou tipo de processamento de café demonstrou estar livre do risco de contaminação por fungos toxigênicos, incluindo os ocratoxigênicos. Isso torna as questões de qualidade onipresentes em sua segurança e precisam ser abordadas em escala global (CHAULFOUN; CORRÊA, 2002).

O café é passível de infecção por fungos ocratoxigênicos, especialmente, em função das falhas durante a colheita na pós-colheita. Muitos cafeicultores aproveitam os frutos que caem no solo após a colheita e esse procedimento, conhecido como varredura ou varrição, não é recomendado do ponto de vista de sanidade, pois propicia o crescimento de fungos ocratoxigênicos existentes no solo, e prejudica a qualidade da bebida (CAMPOS, 2009; SOUZA, 2019).

A colheita apresenta uma grande importância na obtenção de um produto de qualidade superior. Isso justifica o controle de aspectos tais como: a determinação da melhor época para o início da colheita, o período de duração, bem como o método de colheita adequado para a região e/ou para o tamanho da lavoura (EMBRAPA, 2004).

Longos períodos em que o café fica dentro de sacos após a colheita até seguir para a secagem, períodos de chuvas durante a etapa de secagem em terreiros, falta

de revolvimento dos grãos no terreiro e armazenamento inadequado, são condições indispensáveis para o desenvolvimento de fungos potencialmente produtores de OTA (BUENO, 2018).

A secagem é uma das etapas mais importantes no controle de fungos e na obtenção de um produto de qualidade desejada, e se não for realizada de forma adequada, pode levar a defeitos no café, afetando a aparência e a qualidade final da bebida (SILVA; ROBERTO; NOGUEIRA, 2007). O café é um dos produtos agrícolas que requer maior tempo de secagem devido ao alto teor de umidade da colheita, justificando assim métodos de secagem que sejam mais eficientes (SIMÕES; FARONI; QUEIROZ, 2008).

Para evitar o crescimento fúngico em grãos, é necessário secá-los completamente e os manter em local fresco. Quando as condições são propícias para o desenvolvimento de fungos, é comum que desenvolva mais de um tipo de fungo. No período de armazenamento, os grãos são colonizados constantemente por uma sucessão de fungos, conforme a temperatura e umidade. Em razão da atuação de diversas espécies de fungos, o grão pode ser contaminado com diferentes números de micotoxinas (ALMEIDA, 2015).

Batista e Chalfoun (2007) identificaram maior nível de contaminação por fungos no café de varrição e indicaram que o café seco em terreiro de terra apresenta maior contaminação por ocratoxina que café seco em terreiro de concreto. Embora seja difícil conter os fungos e as toxinas, é essencial que se tenha a ausência desses compostos, visto que, uma vez produzida, a toxina não tem mais como ser eliminada.

O controle do desenvolvimento de fungos toxigênicos pode ser obtido por meio de medidas destinadas a prevenir a contaminação das culturas por fungos no campo e no armazenamento. No campo, o controle é feito por meio de BPA's, incluindo a remoção de resíduos de culturas anteriores, rotação de culturas e uso de variedades de culturas resistentes a fungos e outras pragas. Além de ser fundamental evitar danos mecânicos, como microfissuras e quebras de grãos, durante a colheita, armazenamento e transporte, também é necessário controlar os danos causados por pragas, já que todos esses fatores facilitam o desenvolvimento de fungos nos grãos (SILVA, 2021).

A presença de micotoxinas como a OTA em grãos de café, tem sido uma preocupação constante nos países importadores e, por isso, a higiene planejada envolvendo boas práticas na colheita, preparo, secagem imediata e armazenamento em

condições ambientais adequadas e de forma higiênica são um aspecto importante para prevenir a introdução e desenvolvimento de fungos produtores de OTA e garantir a saúde do consumidor (SILVA; ROBERTO; NOGUEIRA, 2007).

Medidas para prevenir a ocorrência de micotoxinas são recomendadas por meio do uso de BPA, Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Boas Práticas de Higiene (BPH). Dessa forma, o risco de contaminação e o desenvolvimento de fungos toxigênicos podem ser prevenidos ou minimizados, reduzindo assim a produção de micotoxinas. Diante do exposto, o objetivo comum é identificar os pontos críticos de controle para garantir a integridade do produto e a qualidade sensorial, e reduzir o risco de contaminação por ocratoxina do café por meio da compreensão dos estágios e condições da produção do café (CHAULFOUN; CORRÊA, 2002).

### **3 OBJETIVOS**

### 3.1 OBJETIVO GERAL

- Verificar a presença de fungos toxigênicos associados à grãos de café, comercializados na forma crua (secos, sem casca, prontos para torrefação).

### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Amostrar grãos de café de cinco diferentes marcas comercializados na forma crua (secos, sem casca), obtidos nos municípios de Inhumas Goiás, Petrolina de Goiás e Santa Rosa de Goiás;
- Isolar cepas de fungos de grãos de café;
- Purificar cepas de fungos isoladas utilizando meios de cultura específicos;
- Identificar fungos isolados através de técnica de microcultivo, utilizando descritores morfológicos, macroscópicos e microscópicos.

#### 4 METODOLOGIA

Foram analisadas cinco diferentes marcas, as quais foram compradas em supermercados localizados nos municípios de Inhumas Goiás, Petrolina de Goiás e Santa Rosa de Goiás. Estas marcas foram adquiridas em embalagens de 1kg, entre março e junho de 2022, onde foram abertas em ambiente asséptico (capela de fluxo laminar), momentos antes dos grãos serem inoculados em meio de cultura. De cada marca foram amostrados 40 grãos, que foram plaqueados aleatoriamente, sendo estes separados em dois lotes: em um dos lotes (50% dos grãos) foi realizada uma desinfestação superficial com hipoclorito de sódio a 1% e álcool 70%, com o objetivo de eliminar os fungos presentes no exterior dos grãos e avaliar a diversidade de fungos que colonizam o interior dos mesmos; enquanto o outro lote não recebeu a desinfestação superficial com hipoclorito para que fosse possível avaliar a composição de fungos, que habitam naturalmente o exterior dos grãos ou que oportunamente os infectaram no caminho entre a lavoura e o beneficiamento.

Durante o processo de desinfestação, as amostras (grãos) foram primeiro imersas em hipoclorito de sódio a 1% por dois minutos. Em seguida, foram drenadas e imersas em álcool 70% por um minuto para uma desinfestação mais eficaz, sendo novamente drenadas e, como etapa final de desinfestação, as amostras de café foram lavadas com água destilada e esterilizada para remover resíduos de hipoclorito de sódio e álcool 70% (OLIVEIRA, 2016).

Após a desinfestação, todos os grãos foram inoculados assepticamente, em placas de Petri de acrílico, contendo meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar). Em cada placa foi colocado apenas um grão. Após inoculação, as placas foram incubadas em incubadora BOD, durante sete dias, a uma temperatura de 28°C, com fotoperíodo de 12 horas. Os isolados obtidos foram purificados através da repicagem, com o auxílio de ponteiras esterilizadas em autoclave, transferindo-os para placas de Petri contendo meio Ágar Extrato de Malte e incubados novamente por sete dias, a 28°C de temperatura (REZENDE, 2010).

Após o isolamento e obtenção das culturas puras, os isolados foram identificados realizando-se a técnica de microcultivo, como descrito em Brasil (2004). Após o período de incubação, cada lamínula foi removida cuidadosamente e colocada sobre uma lâmina de vidro contendo uma gota de corante lactofenol azul de algodão, que foi levada ao microscópio. A identificação de cada isolado foi processada através

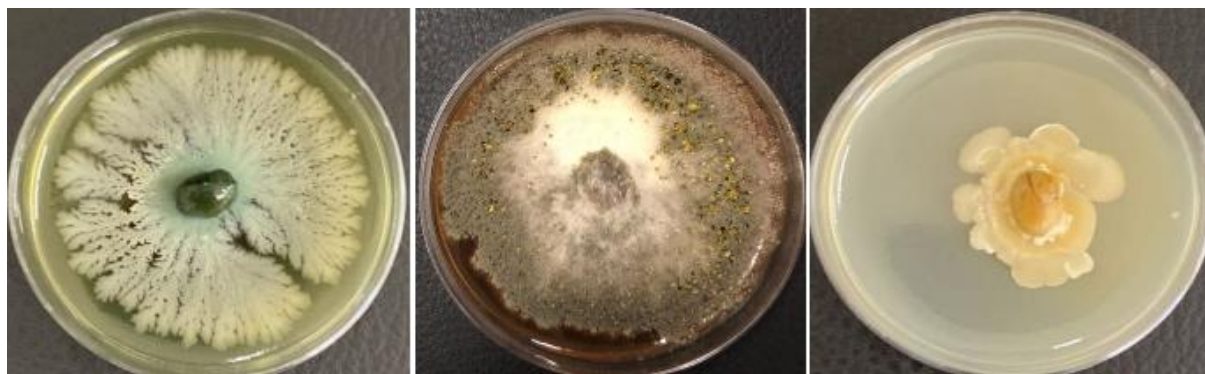
da observação de padrões morfológicos tradicionalmente utilizados nesses tipos de estudos, como descrito por Chalfoun e Batista (2003), De Hoog *et al* (2000), Kern e Blevins (1999) e Pitt e Hocking (2009).

Os dados obtidos foram tabulados em planilhas eletrônicas através do programa Excel.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as 200 amostras analisadas apresentaram algum tipo de contaminação, seja por bolores ou por bactérias (Figura 1).

**Figura 1** - Placas de Petri com diferentes tipos de contaminação.



Fonte: Própria (2022).

De forma geral, níveis elevados de contaminação fúngica foram observados em amostras que não foram submetidas ao processo de desinfestação, as quais apresentaram-se contaminadas em 99%. Por outro lado, das 100 amostras que passaram por desinfestação, apenas 10% apresentaram algum nível de contaminação. Resultados semelhantes foram observados por Batista *et al.* (2003) e Rezende *et al.* (2013), que também avaliaram grãos de café cru antes e após desinfetá-los superficialmente. Esse resultado era esperado, uma vez que a desinfestação remove a maior parte dos fungos encontrados na parte externa do grão, favorecendo apenas a prevalência de fungos endofíticos.

A comparação entre o número de grãos contaminados das amostras que não passaram por desinfestação (99), e o número de grãos contaminados, previamente desinfestados (11), revelou ter havido redução de 89,90% de contaminação, considerando todo o universo amostral utilizado. Este resultado é importante porque demonstra que mesmo adotando-se BPA's, e assim reduzindo a maior parte da contaminação dos grãos, consumidores de café não estariam livres de fungos toxigênicos e de suas micotoxinas, uma vez que fungos endofíticos foram encontrados em 10% dos grãos que passaram pelo processo de desinfestação.

Taniwaki *et al.* (2003) analisaram um total de 408 amostras de café coletadas em diferentes estágios de beneficiamento como: colhidos diretamente do cafeeiro,

colhidos do chão, nas etapas de secagem no terreiro e durante o armazenamento. Os autores constataram que fatores como o contato de frutos e grãos com o chão, secagem mal realizada, além de armazenamento inadequado, facilitam as infecções de grãos por fungos ocratoxigênicos. Além disso, os respectivos autores apontaram baixa taxa de infecção em frutos de café colhidos diretamente de cafeeiros.

Urbano *et al.* (2001) estudaram amostras de café em diferentes estágios de maturação e processamento, confirmando altos níveis de contaminação com fungos produtores de OTA, como *A. ochraceus* e *A. niger* em amostras de grãos crus coletadas em terreiros e em armazenamento. Bueno (2018) enfatiza em seu estudo, que a secagem dos grãos em nível seguro melhora a qualidade e sanidade do café, contribuindo para um maior período de armazenamento. A autora também afirma que as BPA's são cruciais para reduzir a incidência fúngica de grãos de café.

É consenso entre diferentes autores que o café é muito propenso à contaminação por fungos toxigênicos, especialmente em função das falhas durante o processo de pós-colheita. Dentre os fatores que contribuem para a ocorrência de contaminação pode-se citar: a demora em proceder a secagem dos grãos de café após a colheita, secagem nos terreiros em períodos de chuva, falta de revolvimento dos grãos durante a secagem, além de armazenamento inadequado dos grãos (BRANDO, 2009; URBANO *et al.*, 2001).

A tabela 1 apresenta os números de isolados encontrados nas marcas analisadas neste trabalho. Dentre os 100 grãos inoculados sem desinfestação, 11 apresentaram duas diferentes espécies em cada amostra.

**Tabela 1** - Números de isolados encontrados nos grãos de café cru sem desinfestação e com desinfestação\*.

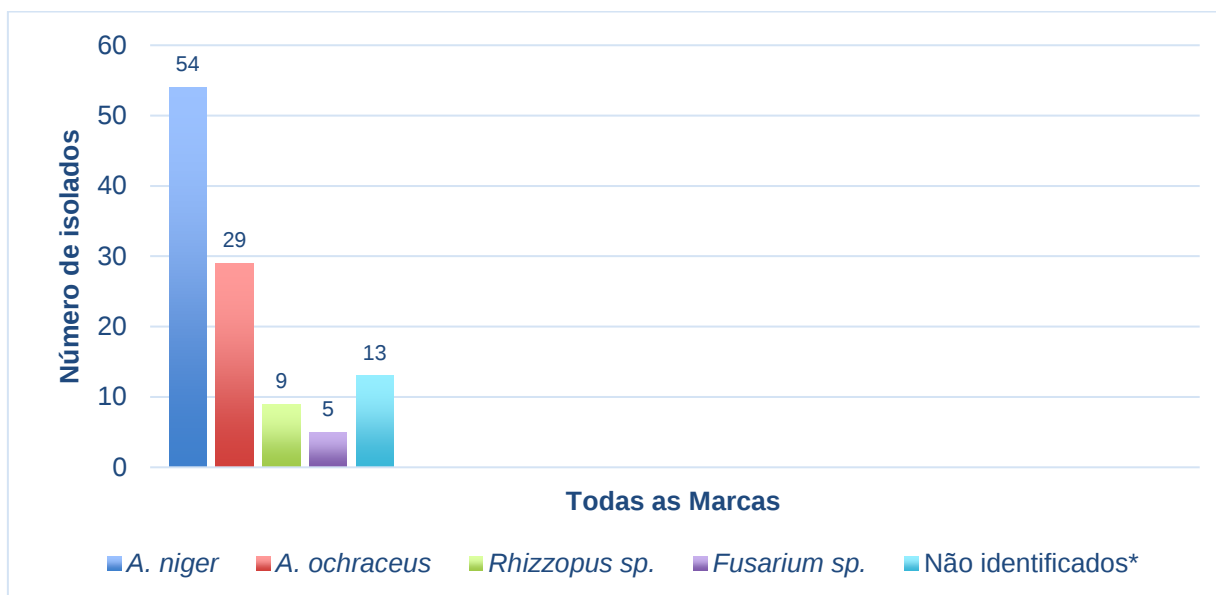
| Marcas | SEM DESINFESTAÇÃO   |                    |                                                                                                      |                            | COM DESINFESTAÇÃO   |                    |                         |                            |
|--------|---------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|
|        | Placas contaminadas | Número de Isolados | Espécies identificadas                                                                               | Isolados não identificados | Placas contaminadas | Número de Isolados | Espécies identificadas  | Isolados não identificados |
| 1      | 20                  | 20                 | <i>A. niger</i> (13)<br><i>Rhizopus sp.</i> (7)                                                      | -                          | 08                  | 08                 | <i>A. niger</i> (5)     | 03                         |
| 2      | 20                  | 23                 | <i>A. niger</i> (15)<br><i>A. ochraceus</i> (6)                                                      | 2                          | 0                   | 0                  | -                       | -                          |
| 3      | 20                  | 24                 | <i>A. niger</i> (13)<br><i>Fusarium sp.</i> (2)<br><i>Rhizopus sp.</i> (1)                           | 08                         | 01                  | 01                 | <i>Fusarium sp.</i> (1) | -                          |
| 4      | 20                  | 24                 | <i>A. niger</i> (7)<br><i>A. ochraceus</i> (15)<br><i>Fusarium sp.</i> (2)                           | -                          | 02                  | 02                 | <i>Fusarium sp.</i> (1) | 01                         |
| 5      | 19                  | 19                 | <i>A. niger</i> (6)<br><i>A. ochraceus</i> (8)<br><i>Fusarium sp.</i> (1)<br><i>Rhizopus sp.</i> (1) | 03                         | 0                   | 0                  | -                       | 0                          |

\* grãos de café submetidos a uma imersão de hipoclorito de sódio a 1% (2 min.) e álcool 70% (1 min.).

Fonte: Própria (2022).

Das cinco diferentes marcas analisadas, foram obtidos 110 isolados nas amostras que não passaram pelo processo de desinfestação (Figura 2) e 11 isolados nas amostras que foram submetidas ao processo de desinfestação (Figura 3).

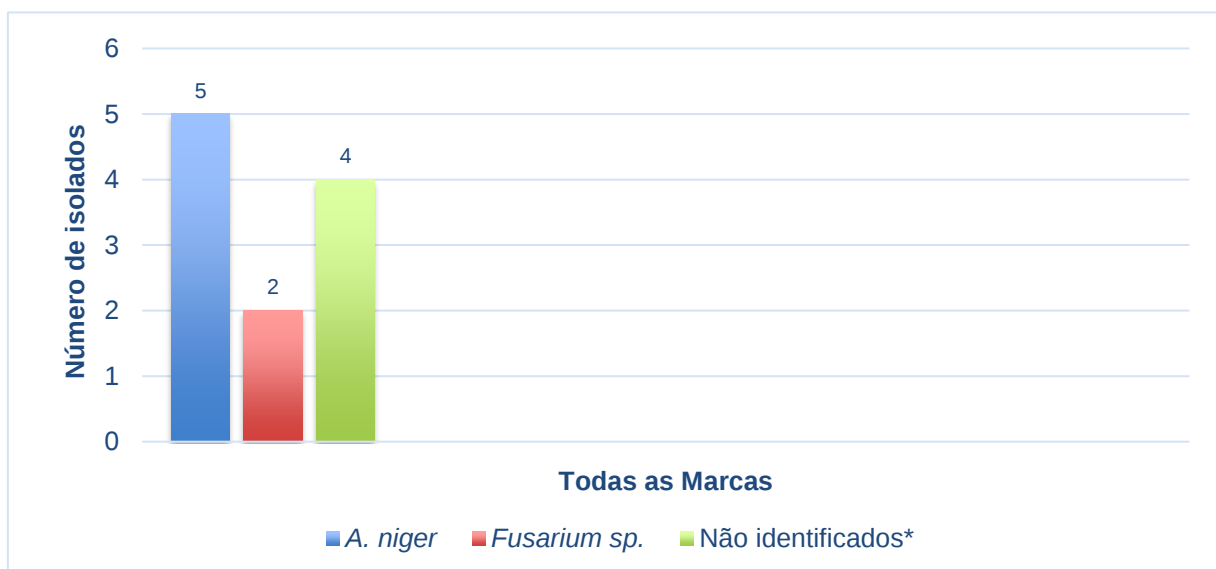
**Figura 2** – Gráfico representando os números de isolados nas amostras sem desinfestação.



\* Isolados não identificados apresentaram cinco diferentes morfologias.

Fonte: Própria (2022).

**Figura 3** – Gráfico representando os números de isolados nas amostras com desinfestação.

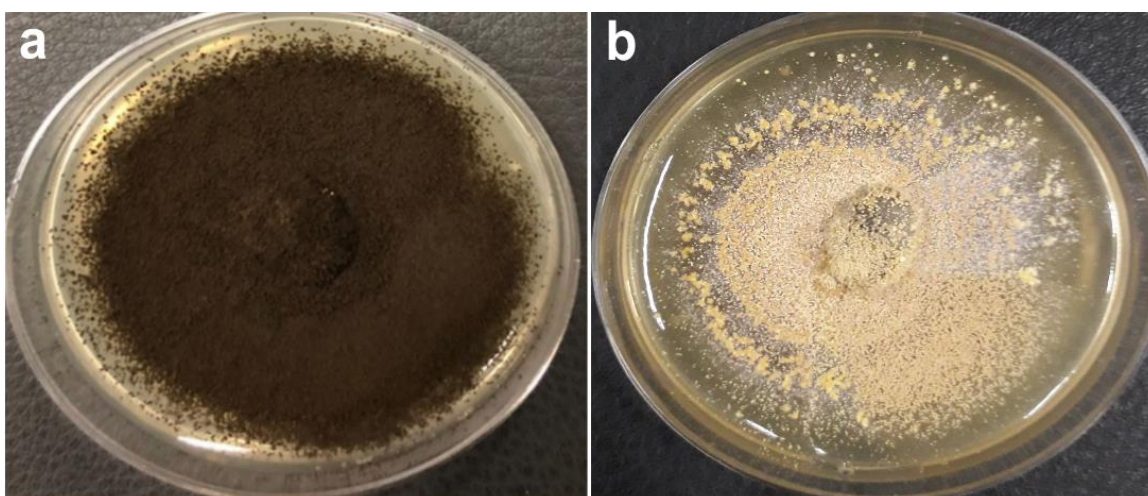


\*Isolados não identificados apresentaram três diferentes morfologias.

Fonte: Própria (2022).

Isolados encontrados nas amostras que não passaram pelo processo de desinfestação apresentaram variação fenotípica moderada, tendo sido observadas nove diferentes espécies, das quais cinco não foram identificadas. Fungos do gênero *Aspergillus* foram detectados em todas as marcas analisadas no presente trabalho, com predominância de *A. niger* (Figura 4a), ocorrendo em aproximadamente 54,55% das amostras, seguida pela espécie *A. ochraceus* (Figura 4b), encontrada em aproximadamente 29,30% das amostras.

**Figura 4** – Isolados de *A. niger* e *A. ochraceus* obtidos em grãos de café cru.



**Figura 4** – **a** - Isolado de *A. niger*; **b** – Isolado de *A. ochraceus*.

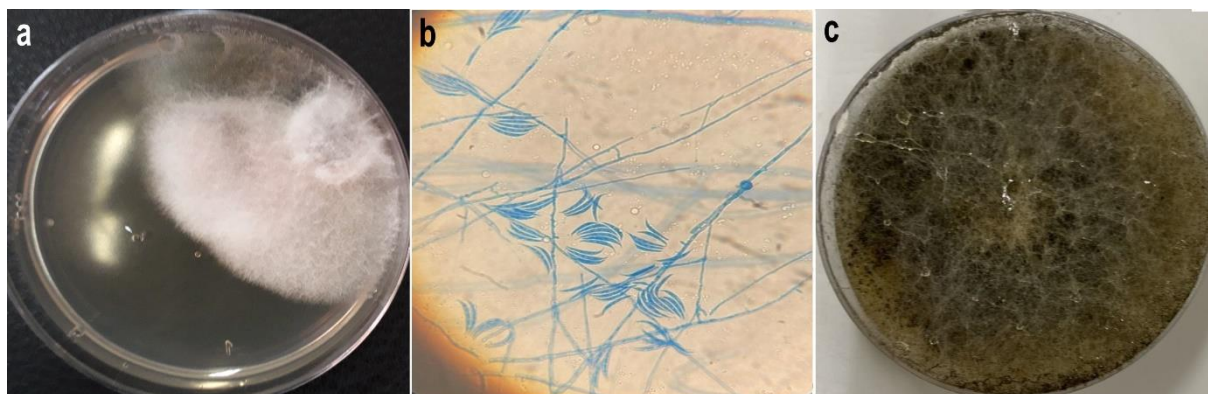
**Fonte:** Própria (2022).

A ocorrência de *A. niger* em grãos de café não é um fato novo, tendo já sido descrito por outros autores. Por exemplo: Taniwaki *et al.* (2003) isolaram fungos de grãos de café e observaram a presença de *A. niger* em 63% deles. Rezende *et al.* (2013), ao estudarem fungos ocratoxigênicos associados a grãos de café verde (*Coffea arabica* L.) em cultivo convencional e orgânico no Brasil, encontraram, no sistema de cultivo convencional, 31,87% dos grãos contaminados por *A. niger*. Oliveira (2016), analisou amostras de café cultivadas no Sul e no cerrado de Minas Gerais, observando a ocorrência de *A. niger* em 54% e 71% das amostras respectivamente.

Além de *A. niger* e *A. ochraceus*, os grãos amostrados neste trabalho apresentaram fungos de outros gêneros importantes como *Fusarium* (Figura 5a e 5b) e *Rhizopus* (Figura 5 c). Estudos anteriores, que também avaliaram grãos de café

cru, encontraram resultados semelhantes: Pasin, Almeida, Abreu (2009); Rezende (2010); Geremew *et al.* (2016); Bueno (2018) e Garrido-Ramírez *et al.* (2018).

**Figura 5** – Isolados de *Fusarium sp.* e *Rhizopus sp.* obtidos em grãos de café cru.



**Figura 5** – **a** – Isolado de *Fusarium sp.*; **b** – Estruturas reprodutivas de *Fusarium sp.*; **c** – Isolado de *Rhizopus sp.*

**Fonte:** Própria (2022).

Ao avaliarem grãos de café cru beneficiados de duas safras (2016/2017 e 2017/2018) no estado de São Paulo, Cardozo *et al.* (2019) constataram que dentre os fungos identificados, isolados de *Fusarium sp.* foram detectados em ambas as safras. Nakayama *et al.* (2020), ao analisarem a presença de fungos em grãos de café em diferentes tempos de secagem, no município de Patrocínio em Minas Gerais, observaram a predominância de *Fusarium sp.* no café cereja descascado, durante todo o tempo de secagem.

Segundo Rocha (2020), fungos de armazenamento, como *Aspergillus*, *Penicillium* e *Rhizopus*, crescem rapidamente sob condições favoráveis durante o cultivo, colheita, transporte e armazenamento. Christensen e Kaufmann (1965) relataram que fungos do gênero *Fusarium* eram mais comuns na casca e na mucilagem de cerejas de café, enquanto *A. ochraceus* e *A. niger* infectavam mais frequentemente grãos armazenados.

Fungos do gênero *Rhizopus sp.* não são produtores de micotoxinas, entretanto, podem ocasionar perdas significativas na cadeia produtiva do café, uma vez que sua atividade decompositora pode afetar a qualidade sanitária, física e nutricional dos grãos (PINTO, 2000). São organismos altamente saprófitas e, em alguns casos, sua incidência pode acarretar no mais destrutivo de todos os patógenos

pós-colheita, podendo causar mais de 50% de perdas durante a logística de transporte (OLIVEIRA; SANTOS FILHO, 2007).

As espécies *A. niger*, *A. ochraceus* e *Fusarium sp.* são fungos toxigênicos, potencialmente perigosos, capazes de produzir aflatoxina, OTA e Fumonisina, respectivamente, sendo por isso consideradas de alto risco à saúde humana e animal (IAMANAKA; OLIVEIRA; TANIWAKI, 2010). Alguns estudos relatam que *A. niger* também são produtores de OTA, como no trabalho de Oliveira (2016), cujos resultados demonstraram que 84% dos isolados produtores de OTA foram identificados como *A. niger*.

Rezende (2010) afirma que nas condições climáticas e ambientais do Brasil, dentre as principais espécies produtoras de OTA estão as pertencentes à Seção Nigri (*A. niger*) e à Seção Circundati (*A. ochraceus*), sendo esta última a maior produtora de OTA. Estudos dos autores Palacios-Cabreira *et al.* (2005), relatam que o café cru é um substrato adequado para o crescimento de *A. ochraceus* e produção de OTA. Rezende (2010) testou isolados de trinta amostras de grãos de café quanto à capacidade de produzir OTA, resultando em *A. ochraceus* como a principal espécie produtora desta micotoxina. Resultados semelhantes foram encontrados por Batista *et al.* (2003).

Segundo Soares, Abrunhosa e Venâncio (2013), as aflatoxinas possuem efeitos citotóxico, mutagênico, hepatotóxico, carcinogênico, teratogênico e imunossupressor. A OTA, comumente encontrada no café, possui efeitos citotóxico, nefrotóxico, teratogênico e hepatotóxico; enquanto fumonisinas apresentam efeitos citotóxicos, carcinogênico, teratogênico e hepatotóxico (ARRUDA; BERETTA, 2019; MINAMI, 2004).

De acordo com Prado (2017), dentre o grupo das Fumonisinias, a mais tóxica e mais abundante é a Fumonisina B1 (FB1) e está relacionada a leucoencefalomalacia em cavalos, edema pulmonar em suínos, hepatocarcinoma em ratos e possui propriedade carcinogênica em humanos, podendo causar principalmente câncer de esôfago.

## 6 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou resultados que confirmaram suspeita prévia, corroborando com o título escolhido. Em outras palavras, os resultados demonstraram que, de fato, fungos produtores de micotoxinas ocorrem em grãos de café crus, comercializados em vendas e supermercados de algumas cidades de Goiás. Em relação às marcas analisadas, a alta incidência de fungos toxigênicos observada aponta para uma condição inadequada para o consumo humano, uma vez que é alta a possibilidade de tais marcas conter micotoxinas nos grãos presentes em suas respectivas embalagens.

É importante destacar que as marcas de café analisadas podem representar problemas relacionados à saúde pública, uma vez que espécies importantes, associadas a transtornos graves em humanos, como *A. niger* e *A. ochraceus* foram encontradas, mas também, do ponto de vista econômico, já que a presença de *Rhizopus* sp. é frequentemente associada a perdas sensoriais e da própria matéria prima utilizada para confeccionar a bebida.

Espera-se que os resultados obtidos nesse trabalho de investigação possam servir de parâmetro para auxiliar na tomada de decisões por autoridades ou representantes da cadeia produtiva do café, no sentido de se alcançar melhorias no processo produtivo (da lavoura à mesa), que garantam a segurança e o bom paladar de quem consome esta importante bebida. A adoção criteriosa de boas práticas agrícolas pode ser o caminho mais viável para que essas necessidades sejam atendidas.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, J. A. S.; ROVIDA, A. F. S.; PAMPHILE, J. A. Fungos de interesse: aplicações biotecnológicas. **Uningá Review**, Maringá, v. 21, n. 1, p. 55-59, jan/mar. 2015. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uningareviews/article/view/1613/1224>. Acesso em: 11 nov. 2021.
- ALMEIDA, A. B. **Estratégias de controle e identificação de fungos produtores de ocratoxina A**. 2015. Tese (Doutorado em Microbiologia, Parasitologia e Patologia) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: [http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12239/Tese\\_Angela%20Bozza%20de%20Almeida.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12239/Tese_Angela%20Bozza%20de%20Almeida.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 14 set. 2022.
- ALVES, R. C.; CASAL, S.; OLIVEIRA, B. Benefícios do café na saúde: mito ou realidade? **Química Nova**, [S.l.], v. 32, n. 8, p. 2169-2180, nov. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/T5Fz97sh8ywywPKZhHXwWbc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 fev. 2022.
- ARRUDA, A. D.; BERETTA, A. L. R. Z. Micotoxinas e seus efeitos à saúde humana: revisão de literatura. **RBAC**, Araras, v. 51, n. 4, p. 286-289, ago. 2019. Disponível em: <https://www.rbac.org.br/wp-content/uploads/2020/04/RBAC-vol-51-4-2019-ref-779.pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.
- ASTORECA, A. *et al.* Influence of ecophysiological factors on growth, lag phase and ochratoxin A production by *Aspergillus niger* aggregate strains in irradiated corn grains. **International journal of food microbiology**, [S.l.], v. 129, n. 2, p. 174-179, fev. 2009. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160508006119?casa\\_token=eHy0m1bNZU4AAAAA:T\\_VYVmTPjwT21it8YOic-MHbv8gjelHRb9dQGvfuS4AZIBG4WhhTh2WK\\_ZkttmtuSIE1xUFR27bA](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160508006119?casa_token=eHy0m1bNZU4AAAAA:T_VYVmTPjwT21it8YOic-MHbv8gjelHRb9dQGvfuS4AZIBG4WhhTh2WK_ZkttmtuSIE1xUFR27bA). Acesso em: 14 out. 2022.
- AZEVEDO, B. C. **Qualidade de bebida e contaminações por fungos em grãos de *Coffea arábica* em diferentes sistemas de colheita e pós-colheita sob manejo orgânico em propriedade de base familiar no Caparaó capixaba**. 2019. Dissertação (Mestrado em agricultura orgânica) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/bitstream/jspui/5029/2/2019%20-%20Bruno%20Campbell%20de%20Azevedo.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2022.
- BATISTA L. R.; CHALFOUN, S.M. Incidência de ocratoxina a em diferentes frações do café (*coffea arabica* L.): bóia, mistura e varrição após secagem em terreiros de terra, asfalto e cimento. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 804-813, maio/jun., 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/YxLdTVL3swd7HpTPbPdPYNh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 jun. 2022.

BATISTA, L. R. *et al.* Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.). **International Journal of Food Microbiology**, [S. l.], v. 85, n. 3, p. 293-300, ago. 2003. Disponível em:

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160502005391?casa\\_token=t1xnoHVC1PwAAAAA:PULvUVfvmwhFr\\_d1HJ1VfvRM53Lz0xmArP3Qm-oJrdFm9nH0kAiLEHs08j63RXmwIGMYuVoeKzaV](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160502005391?casa_token=t1xnoHVC1PwAAAAA:PULvUVfvmwhFr_d1HJ1VfvRM53Lz0xmArP3Qm-oJrdFm9nH0kAiLEHs08j63RXmwIGMYuVoeKzaV). Acesso em: 23 out. 2022.

BATISTA, L. R. **Identificação potencial toxigênico e produção de micotoxinas de fungos associados a grãos de café (*Coffea arábica* L.)**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2001. Disponível em:

[file:///C:/Users/user/Downloads/Dissertacao\\_Luis%20Roberto%20Batista%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Dissertacao_Luis%20Roberto%20Batista%20(1).pdf). Acesso em: 18 jun. 2021.

BOKHARI, F. M. Mycotoxins and toxigenic fungi in arabic coffee beans in Saudi Arabia. **Advances in Biological Research**, Jeddah, Arábia Saudita, v. 1, n. 2, p. 56-66, 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Fardos-Bokhari/publication/238661541\\_Mycotoxins\\_and\\_Toxigenic\\_Fungi\\_in\\_Arabic\\_Coffee\\_Beans\\_in\\_Saudi\\_Arabia/links/5484b8250cf283750c3709bc/Mycotoxins-and-Toxigenic-Fungi-in-Arabic-Coffee-Beans-in-Saudi-Arabia.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fardos-Bokhari/publication/238661541_Mycotoxins_and_Toxigenic_Fungi_in_Arabic_Coffee_Beans_in_Saudi_Arabia/links/5484b8250cf283750c3709bc/Mycotoxins-and-Toxigenic-Fungi-in-Arabic-Coffee-Beans-in-Saudi-Arabia.pdf). Acesso em: 23 jul. 2021.

BORGES, J. G. *et al.* Fungos Toxigênicos em grãos de café armazenados. **VI Simpósio de Pesquisa dos cafés do Brasil**, Lavras, 2009. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2758/374.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 nov. 2021.

BRANDO, C. H. J. Harvesting and green coffee processing. In: Wintgens, J.N. (Ed.), **Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. A Guidebook for Growers, Processors, Traders and Researchers**, p. 610-723, 2009. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113026432>. Acesso em: 18 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Detecção e identificação de fungos de importância médica**. Brasília - DF, 2004. 27p.

Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/microbiologia/mod\\_7\\_2004.pdf](http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/microbiologia/mod_7_2004.pdf). Acesso em: 29 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 07, de 18 de fevereiro de 2011, dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília - DF, 22 fev. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Café no Brasil e Ementário do Café**. Brasília, DF: Mapa, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em: 12 de junho de 2022.

BUENO, J. **Comparação da incidência de fungos ocratoxigênicos e ocratoxina A em café com broca e sem broca**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ital.sp.gov.br/jspui/bitstream/123456789/92/1/Dissertacao%20Josiane%20Bueno.pdf>. Acesso em: 14 maio 2022.

CAMPOS, R. S. *et al.* Fungos micotoxigênicos e ocratoxina A em cafés com permanência prolongada na planta e no solo, colhidos nas regiões do cerrado mineiro e baiano. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 136-148, jul/dez. 2009. Disponível em: [http://200.235.128.121/bitstream/handle/123456789/5749/Coffee%20Science\\_v4\\_n2\\_p136-148\\_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://200.235.128.121/bitstream/handle/123456789/5749/Coffee%20Science_v4_n2_p136-148_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 18 nov. 2022.

CARDOZO, G. M. B. Q. *et al.* Avaliação de infestação e de fungos em duas safras de cafés. *In*: X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2019, Vitória. **Embrapa Café**, 2007. Disponível em: [http://tot.dti.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12496/386-2494-1-PB\\_X-SPCB-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tot.dti.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12496/386-2494-1-PB_X-SPCB-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 24 nov. 2022.

CARVALHO, A. C. *et al.* Panorama e importância econômica do café no mercado internacional de commodities agrícolas: uma análise espectral. **Revista Agroecossistemas**, Pará, v. 9, n. 2, p. 223-249, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/view/5003/4647>. Acesso em: 22 mar. 2022.

CHALFOUN, S. M. *et al.* Efeito da cafeína e do ácido cafeico sobre o desenvolvimento de fungos e síntese de micotoxinas em café (*Coffea arabica* L.). *In*: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais [...]** Brasília: Embrapa café, 2007. Disponível em: [http://sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2242/179995\\_Art094f.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2242/179995_Art094f.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 18 jun. 2022.

CHALFOUN, S. M.; BATISTA, L. R. **Fungos associados a frutos e grãos de café: *Aspergillus* e *Penicillium***. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

CHALFOUN, S. M.; CORRÊA, T. B. S. Micotoxinas em café: riscos e controle. *In*: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1., 2002, Brasília. **Embrapa Café**, Belo Horizonte: Minasplan, 2002. v. 2, p. 1490. Disponível em: [http://www.sbi-cafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/540/166699\\_Art11f.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbi-cafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/540/166699_Art11f.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 18 jun. 2022.

CHRISTENSEN, C. M.; KAUFMANN, H. H. Deterioration of stored grains by fungi. **Annual Review of Phytopathology**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 69-84, set. 1965. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.py.03.090165.000441?journalCode=phyto>. Acesso em: 22 nov. 2022.

DE HOOG, G. S. *et al.* **Atlas of clinical fungi**: Centraalbureau voor Schimmelcultures. Utrecht, Holanda, 2000.

DIOGO, M. S. et al. Ação de actinobactérias da Caatinga no controle de *Aspergillus niger* produtor de enzimas, ácido cítrico e micotoxinas. In: **Embrapa Meio Ambiente-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2020, Campinas. Anais... Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2020. RE20405., 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1126342/1/Leme-Acao-actinobacterias-2020.pdf>. Acesso em: 23 out. 2022.

DURÁN, C. A. A. et al. Café: aspectos gerais e seu aproveitamento para além da bebida. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 107-134, 2017. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v9n1a10.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2021.

EMBRAPA. **Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura do Café**. Brasília: EMBRAPA/SEDE, 2004. 83 p. (Qualidade e Segurança dos Alimentos). Projeto PAS Campo. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE/EMBRAPA, 2004.

FRAGA, M. E. et al. **Fungos potencialmente ocratoxigenos em café**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2003. Disponível em: [http://sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5709/Documentos\\_53.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5709/Documentos_53.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 17 jun. 2021.

GARRIDO-RAMÍREZ, E. R. et al. Identificación de hongos y micotoxinas asociadas a granos de café (coffea l.) en Chiapas, Mexico. **AGROProductividad**, Chiapas, México, v. 11, n. 12, p. 57-65, dez. 2018. Disponível em: <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1307/1068>. Acesso em: 19 set. 2022.

GEREMEW, T. et al. Occurrence of toxigenic fungi and ochratoxin A in Ethiopian coffee for local consumption. **Food Control**, Addis Ababa, Etiópia, v. 69, p. 65-73, nov. 2016. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713516301943?casa\\_token=fhphcw8mwqMAAAAA:4hY0vbHSUpeaw7Ms1pbgUle1B9OmU3CHDo8K0ZzTgthGJtD67iHtXz2kN1PWkPQz5L8\\_czWjkkAQ](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713516301943?casa_token=fhphcw8mwqMAAAAA:4hY0vbHSUpeaw7Ms1pbgUle1B9OmU3CHDo8K0ZzTgthGJtD67iHtXz2kN1PWkPQz5L8_czWjkkAQ). Acesso em: 11 nov. 2022.

HYDE, K. D. The numbers of fungi. **Fungal Diversity**, Chiang Rai, Tailândia, v. 114, n. 1, p. 1-1, maio 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s13225-022-00507-y.pdf>. Acesso em: 19 set. 2022.

IAMANAKA, B. T. **Avaliação da micobiota de grãos de café e dos metabolitos fungicos na qualidade da bebida**. 2010. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1611219>. Acesso em: 26 jun. 2021.

IAMANAKA, B. T.; OLIVEIRA, I. S.; TANIWAKI, M. H. Micotoxinas em alimentos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 7, p. 138-161, 2010. Disponível em: <https://ead.codai.ufpe.br/index.php/apca/article/view/128>. Acesso em: 12 ago. 2022.

KERN, M. E.; BLEVINS, K. S. **Micologia Médica** - Texto e Atlas, 2. ed. [S.l.]: Premier, p. 256, 1999.

LAZZARINI, W.; MORAES, F. R. P. Influência dos grãos deteriorados ("tipo") sobre a qualidade da "bebida" de café. **Bragantia**, Campinas, v.17, n. 7, p. 109-118, dez. 1958. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/KjDkyRz4kpL4WxpmSkmh-hCd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 nov. 2022.

MARROQUIN-CARDONA, A. G. *et al.* Mycotoxins in a changing global environment – A review. **Food and Chemical Toxicology**, [S.l.], v. 69, p. 220-230, jul. 2014. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691514002075?casa\\_token=qVsdznZriigAAAAA:l4YHmbrWeM1Zmf1GL1swcbDYExCKCQDGDuFh1xv9OWgzQ1hAbYF41tI21eP-Pb4STQuDI6SFXk7J](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691514002075?casa_token=qVsdznZriigAAAAA:l4YHmbrWeM1Zmf1GL1swcbDYExCKCQDGDuFh1xv9OWgzQ1hAbYF41tI21eP-Pb4STQuDI6SFXk7J). Acesso em: 13 set. 2022.

MELLO, D. C. Qualidade nutricional do café orgânico. **Higiene alimentar**, [S.l.], v. 30, n. 256-257, p. 26-32, maio/jun. 2016. Disponível em: <https://higienealimentar.com.br/wp-content/uploads/2020/06/n256-257-Qualidade-nutricional-do-caf%C3%A9-org%C3%A2nico.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2022.

MELO, M. P. D. E. **Espécies biológicas e filogenéticas do complexo *Fusarium fujikuroi***. 2014. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

MINAMI, L. *et al.* Fumonisin: toxicological effects, mechanism of action and biomarkers for exposure assesment. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v. 25, N. 3, p. 207-224, jul/set. 2004. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Elisabete-Ono/publication/277828532\\_Fumonisin\\_efeitos\\_toxicologicos\\_mecanismo\\_de\\_acao\\_e\\_biomarcadores\\_para\\_avaliacao\\_da\\_exposicao/links/55c6b44808aeb9756743a07d/Fumonisin-efeitos-toxicologicos-mecanismo-de-acao-e-biomarcadores-para-avaliacao-da-exposicao.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Elisabete-Ono/publication/277828532_Fumonisin_efeitos_toxicologicos_mecanismo_de_acao_e_biomarcadores_para_avaliacao_da_exposicao/links/55c6b44808aeb9756743a07d/Fumonisin-efeitos-toxicologicos-mecanismo-de-acao-e-biomarcadores-para-avaliacao-da-exposicao.pdf). Acesso em: 27 nov. 2022.

NAKAYAMA, C. C. *et al.* Sucessão de microrganismos em diferentes estádios de secagem do café e sua influência na bebida. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 2402-2418, jan. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6155/5472>. Acesso em: 24 nov. 2022.

NOONIM, *et al.* Isolation, identification and toxigenic potential of ochratoxin A-producing *Aspergillus* species from coffee beans grown in two regions of Thailand. **International journal of food microbiology**, [S.l.], v. 128, n. 2, p. 197-202, dez. 2008. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160508004364?casa\\_token=2YkmlSZr5VYAAAAA:46NvtspDKW6sZgxUDP4hPvTjTe6adovidqazSXPHExJQE6nK8sejgilo2iHKi\\_BDCxqpRYieB6H](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160508004364?casa_token=2YkmlSZr5VYAAAAA:46NvtspDKW6sZgxUDP4hPvTjTe6adovidqazSXPHExJQE6nK8sejgilo2iHKi_BDCxqpRYieB6H). Acesso em: 21 jun. 2021.

OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS FILHO, H. P. Podridão de *Rhizopus*. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Comunicado Técnico**, n. 26, dez. 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/655529/1/mamao26.pdf>. Acesso em: 22 set. 2022.

OLIVEIRA, G. **Incidência de fungos do gênero *Aspergillus* seção *circumdati* e *nigri* em grãos de café cultivados em minas gerais e o efeito *in vitro* de fatores abióticos no crescimento e na biossíntese de ocratoxina A**. 2016. Tese (Doutorado em Ciência dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016. Disponível em: [http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9108/Tese\\_Gislaine%20Oliveira.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9108/Tese_Gislaine%20Oliveira.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 20 set. 2022.

OLIVEIRA, M. C. F.; MATTOS, M. C.; RODRIGUES FILHO, E. (org.). **Tópicos em química microbiana: oportunidades acadêmicas e biotecnológicas**. E-book. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2021. (Estudos da Pós-Graduação). Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/60039>. Acesso em: 18 ago. 2022.

PALACIOS-CABRERA, H. *et al.* Growth of *Aspergillus ochraceus*, *A. carbonarius* and *A. niger* on culture media at different water activities and temperatures. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 24-28, mar. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjm/a/VY63W7MHHXhgMVYxzcpjYzw/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 13 set. 2022.

PARIZZI, F. C. **Incidência de Fungos da Pré-colheita ao Armazenamento de Café**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/497/187110f.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 jun. 2021.

PASIN, L. A. A. P.; ALMEIDA, J. R. D.; ABREU, M. S. D. Fungos associados a grãos de cinco cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Acta Botanica Brasilica**, [S.l.], v. 23, n. 4, p. 1129-1132, dez. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/cS48JKbwxHw8ytDfGyhkb5t/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 jun. 2021.

PERRONE, G. *et al.* Biodiversity of *Aspergillus* species in some importante agricultural products. **Studies in Micology**, Utrecht, Holanda, v. 59, n. 1, p. 53-66, 2007. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/wfbi/sim/2007/00000059/00000001>. Acesso em: 23 ago. 2022.

PINTO, N. F. J. A. **Doenças: qualidade sanitária de grãos**. 4. ed. [S.l.]: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/491896/4/Qualidadesanitaria.pdf>. Acesso em: 18 set. 2022.

PITT, J.I.; HOCKING, A.D. **Fungi and Food Spoilage**. 3. ed. New York: Springer Science and Business Media, 2009.

PRADO, A. S. **Boas práticas agrícolas e certificação na cafeicultura**. 2014. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014. Disponível em: [http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6437/Dissertacao\\_Agda%20Silva%20Prado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6437/Dissertacao_Agda%20Silva%20Prado.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 17 out. 2022.

PRADO, G. Contaminação de alimentos por micotoxinas no Brasil e no mundo. **Revista de Saúde Pública do SUS/MG**, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 13-26, 2017. Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/298-1007-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/298-1007-1-PB%20(2).pdf). Acesso em: 18 out. 2021.

REZENDE, E. F. **Biodiversidade, fungos ocratoxigênicos e ocratoxina A em grãos de café (*Coffea arabica* L.) de cultivo convencional e orgânico**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010. Disponível em: [http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6788/Dissertacao\\_Elisangela%20de%20Fatima%20Rezende.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6788/Dissertacao_Elisangela%20de%20Fatima%20Rezende.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 14 abr. 2022.

REZENDE, E. F. *et al.* Potencial enzimático e toxigênico de fungos isolados de grãos de café. **Coffe Science**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 63-70, jan/mar. 2013. Disponível em: [http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/357/pdf\\_116](http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/357/pdf_116). Acesso em: 12 set. 2022.

ROCHA, M. P. *et al.* Sistema de armazenamento e incidência dos principais fungos produtores de micotoxinas em grãos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 50176-50193, jul. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13763/11518>. Acesso em: 28 ago. 2022.

SANTIAGO, W. D. *et al.* Standardization of an analytical method to quantify ochratoxin A in green coffee beans by high performance liquid chromatography. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 9, n. 8, p. e39985070-e39985070, jun. 2020. Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/5070-Article-24421-1-10-20200621%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/5070-Article-24421-1-10-20200621%20(5).pdf). Acesso em: 21 nov. 2022.

SILVA, C. F. *et al.* Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of *Coffea arabica* in Brazil. **International journal of food microbiology**, [S.l.], v. 60, n. 2-3, p. 251-260, set. 2000. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160500003159?casa\\_token=83ZIKlnk5A4AAAAA:TjoFBFFqFWOTRrenE-OkEh6m4Uf\\_L5wUI97MS9anl37vuYHLUIUi0kZINmZGPL-AcP6mRQZPLDE](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160500003159?casa_token=83ZIKlnk5A4AAAAA:TjoFBFFqFWOTRrenE-OkEh6m4Uf_L5wUI97MS9anl37vuYHLUIUi0kZINmZGPL-AcP6mRQZPLDE). Acesso em: 11 ago. 2022.

SILVA, C. J. A.; MALTA, D. J. N. A importância dos fungos na biotecnologia. **Caderno de Graduação: Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT-PERNAMBUCO**, Recife, v. 2, n. 3, p. 49-66, jul. 2016. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/facipesaude/article/view/3210/2080>. Acesso em: 11 ago. 2022.

SILVA, C. S. **Métodos de prevenção e controle do fungo *Aspergillus* em alimentos**: revisão bibliométrica. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Caxias do Sul, 2021. Disponível em: [https://repositorio.ue-rgs.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1905/\\_metodos\\_de\\_prevencao\\_e\\_controle\\_do\\_fungo\\_aspergillus\\_em.pdf?sequence=-1&isAllowed=y](https://repositorio.ue-rgs.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1905/_metodos_de_prevencao_e_controle_do_fungo_aspergillus_em.pdf?sequence=-1&isAllowed=y). Acesso em: 18 jun. 2022.

SILVA, J. S.; ROBERTO, C. D.; NOGUEIRA, R. M. **A importância das operações de pós-colheita na ocorrência de fungos produtores de OTA e na qualidade do café**. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais** [...] Brasília: Embrapa café, 2007. Disponível em: [http://www.sbi-cafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2469/179995\\_Art144f.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbi-cafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2469/179995_Art144f.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 21 ago. 2022.

SIMÕES, R. O.; FARONI, L. R. D'A.; QUEIROZ, D. M. Qualidade dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) em coco processados por via seca. **Revista caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 139-146, abr/jun. 2008. Disponível em: <https://www.re-dalyc.org/pdf/2371/237117611018.pdf>. Acesso em: 14 out. 2022.

SOARES, C. M. G.; ABRUNHOSA, L.; VENÂNCIO, A. **Fungos produtores de micotoxinas**. [S. l.]: Portuguese Society for Microbiology Magazine, set. 2013. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/27316/3/Fungos%20produtores%20de%20micotoxinas%20-%20Microbiologia.pdf>. Acesso em: 22 out. 2021.

SOUZA, D. R. *et al.* Efeitos tóxicos dos fungos nos alimentos. **Revinter**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 73-84, jun. 2017. Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/281-1358-1-PB%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/281-1358-1-PB%20(5).pdf). Acesso em: 24 abr. 2022.

SOUZA, M. C. M. **Cafés sustentáveis e denominação de origem**: a certificação de qualidade na diferenciação de cafés orgânicos, sombreados e solidários. 2006. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: [http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8990/Tese\\_Souza%2c%20Maria%20Celia%20Martins%20de.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8990/Tese_Souza%2c%20Maria%20Celia%20Martins%20de.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 18 set. 2022.

SOUZA, R. A. **Fungos endofíticos em folhas de cafeeiro**: diversidade e potencial entomopatogênico sobre a broca do café. 2019. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) - Instituto Biológico - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, São Paulo, 2019. Disponível em: <http://repositoriobiologico.com.br/jspui/bitstream/123456789/115/1/RICARDO%20AUGUSTO%20DE%20SOUZA.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2022.

TANIWAKI, M. H. *et al.* The source of ochratoxin A in Brazilian coffee and its formation in relation to processing methods. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 82, n. 2, p. 173-179, Abr. 2003. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160502003100?casa\\_token=15eitthhXUMAAAAA:knpwGw9v6a2Cy9SRP5butiDz5j5CxuTuxrYeDq9UaHuPrDQLM91LeNT9UQzB024tKeKzKPoFP1l1](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160502003100?casa_token=15eitthhXUMAAAAA:knpwGw9v6a2Cy9SRP5butiDz5j5CxuTuxrYeDq9UaHuPrDQLM91LeNT9UQzB024tKeKzKPoFP1l1). Acesso em: 11 ago. 2022.

URBANO, G. R. *et al.* Occurrence of ochratoxin A: producing fungi in raw Brazilian coffee. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 64, n. 8, p. 1226-1230, Ago. 2001. Disponível em: <https://meridian.allenpress.com/jfp/article/64/8/1226/170043/Occurrence-of-Ochratoxin-A-Producing-Fungi-in-Raw>. Acesso em: 24 set. 2022.

ZUCCHI, T. D.; MELO, I. S. Controle biológico de fungos aflatoxigênicos. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. P. 69-84. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/579993/1/2009CL03.pdf>. Acesso em: 23 out. 2022.