



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

THÂMARA CRISTINA DE OLIVEIRA COSTA
WALLISSON FELIPE GILIOELLI SANTOS

FUNGOS CONTAMINANTES EM AMENDOIM PROCESSADO

INHUMAS
2023



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

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC – Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

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, 10/03/2023

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

THÂMARA CRISTINA DE OLIVEIRA COSTA
WALLISSON FELIPE GILIOELLI SANTOS

FUNGOS CONTAMINANTES EM AMENDOIM PROCESSADO

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(a): Prof. Dr. Angel José Vieira Blanco

Coorientador(a): Profa. Dra. Simone Silva Machado

INHUMAS

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Costa, Thâmara Cristina de Oliveira

C838 Fungos contaminantes em amendoim processado [Manuscrito]. / Thâmara Cristina de Oliveira Costa, Wallisson Felipe Giliolli Santos – Inhumas: IFG, 2023.

46 f. : il.

Inclui bibliografia.

Orientador: Prof. Dr. Angel José Vieira Blanco.

Trabalho de conclusão de curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – IFG/Câmpus Inhumas, 2023.

1. Amendoim. 2. Micotoxinas. 3. Fungos toxigênicos. 4. Santos, Wallisson Felipe Giliolli. 5. Blanco, Angel José Vieira (orientador). I. Título.

CDD 664.001

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

THÂMARA CRISTINA DE OLIVEIRA COSTA
WALLISSON FELIPE GILIOELLI SANTOS

FUNGOS CONTAMINANTES EM AMENDOIM PROCESSADO

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 Bacharelado 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. Simone Silva Machado.

Aprovado em _____.

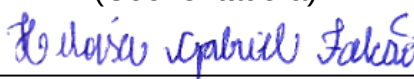
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Angel José Vieira Blanco
(Orientador)



Prof. Dra. Simone Silva Machado
(Coorientadora)



Profa. Dra. Heloísa Gabriel Falcão
(Membro interno)

Dedicamos esse trabalho aos nossos pais, Ronni Pedro, Weder Felipe, Divina Alves, Simone Gilioli, aos nossos companheiros de vida Patrick Eduardo, Kassia Kellen e ao meu irmão Itallo Eduardo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, fonte de força e inspiração, pela saúde, sabedoria e determinação que iluminaram nossos caminhos durante toda a jornada acadêmica.

Aos nossos pais, Ronni Pedro, Weder Felipe e Divina Alves, Simone Giliolli alicerces de nossa educação, cujo apoio incondicional e sacrifícios possibilitaram a realização deste trabalho. Sua dedicação é inestimável.

Aos nossos parceiros de vida, Patrick Eduardo e Kassia Kellen, pela paciência, compreensão e encorajamento constantes. Seu apoio foi fundamental nos momentos desafiadores.

Ao nosso dedicado orientador, professor Dr. Angel José Vieira Blanco, cuja experiência e orientação foram cruciais para o desenvolvimento deste trabalho. Sua sabedoria e direcionamento moldaram significativamente este projeto.

À coorientadora, professora Dr^a. Simone Silva Machado, pelo valioso suporte e sugestões que contribuíram para a qualidade deste trabalho. Sua colaboração foi fundamental.

Agradecemos à professora Dra. Heloísa Gabriel Falcão, por dedicar seu tempo e conhecimento na avaliação deste trabalho. Suas contribuições foram essenciais para nosso aprimoramento.

Agradecemos também aos queridos colegas de turma, pelo tempo de convívio e troca de conhecimentos que enriqueceram nossa jornada acadêmica.

Este trabalho é fruto do esforço coletivo e do apoio de tantos que fizeram parte desta trajetória. A todos, nosso sincero agradecimento.

Muito obrigado!

*“Feliz aquele que transfere o que sabe e
aprende o que ensina”*
Cora Coralina

RESUMO

O amendoim (*Arachis hipogea* L) é uma planta cultivada em muitas partes do planeta e é considerada uma relevante cultura alimentar, apresentando em seus grãos muitos sais minerais e vitaminas, além de gorduras e proteínas, importantes para a saúde humana. Em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, o amendoim representa uma importante fonte de renda para muitas famílias, podendo ser utilizado pelas indústrias de óleo e de ração animal. Apesar de ser uma fonte alimentar de baixo custo, o amendoim pode oferecer riscos à saúde humana, uma vez que está sujeito a contaminação por fungos produtores de micotoxinas. As micotoxinas são compostos termorresistentes, que não são completamente eliminadas depois de tratamento térmico, significando que mesmo sendo submetidos a torra ou ao cozimento os grãos de amendoim podem provocar transtornos a quem os consome. Casos envolvendo alergias, necrose de órgãos como rins e fígado e até carcinogênese, provocados por micotoxinas são amplamente registrados na literatura médica. Este trabalho de investigação se propôs a avaliar a ocorrência e a diversidade de fungos produtores de micotoxinas, em grãos de amendoim, comercializados em embalagens fechadas na cidade de Inhumas. Utilizou-se o meio BDA (batata dextrose ágar) para o isolamento de fungos. A amostragem consistiu em 200 grãos, pertencentes a cinco diferentes marcas. Metade das amostras passou por desinfecção com hipoclorito de sódio a 1%. Utilizou-se características morfológicas, (macroscópicas e microscópicas) das colônias para identificação dos gêneros aos quais os fungos isolados pertencem. Os resultados revelaram alto índice de contaminação fúngica em grãos de amendoim, sendo *Fusarium* o fungo predominante. Fungos dos gêneros *Rhizopus* e *Aspergillus* também foram identificados nas amostras. Espera-se que os resultados obtidos contribuam para aumentar as informações sobre a presença de fungos toxigênicos em grãos de amendoim, auxiliando na tomada de decisões dos órgãos reguladores e dos consumidores que fazem uso dessa importante fonte de alimentar.

Palavras-chave: *Arachis hipógea*. Micotoxinas. Fungos toxigênicos.

ABSTRACT

Peanut (*Arachis hypogaea* L) is a plant cultivated in many parts of the world and is considered a significant food crop, containing in its grains many minerals and vitamins, as well as fats and proteins that are important for human health. In underdeveloped or developing countries, peanuts represent an important source of income for many families and can be used by oil and animal feed industries. Despite being a low-cost food source, peanuts can pose risks to human health as they are susceptible to contamination by fungi producing mycotoxins. Mycotoxins are heat-resistant compounds that are not completely eliminated after thermal treatment, meaning that even when subjected to roasting or cooking, peanut grains can cause health issues for consumers. Cases involving allergies, organ necrosis such as kidneys and liver, and even carcinogenesis caused by mycotoxins are widely documented in medical literature. This research aimed to assess the occurrence and diversity of mycotoxin-producing fungi in peanuts sold in sealed packaging in the city of Inhumas. The BDA (potato dextrose agar) medium was used for fungal isolation. The sampling included 200 grains from five different brands. Half of the samples underwent disinfection with 1% sodium hypochlorite. Morphological characteristics (macroscopic and microscopic) of the colonies were used in identifying the genera to which the isolated fungi belong. The results revealed a high rate of fungal contamination in peanut grains, with 98% of the total samples showing predominance of *Fusarium* sp. Fungi from the genera *Rhizopus* and *Aspergillus* were also identified in the samples. It is expected that the obtained results will contribute to increasing information about the presence of toxigenic fungi in peanut grains, aiding regulatory bodies and consumers in decision-making regarding this important food source.

Keywords: *Arachis hypogaea*. Mycotoxins. Toxigenic fungi.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1	O AMENDOIM	10
2.2	AMENDOIM: ASPECTOS GERAIS	11
2.3	FUNGOS	12
2.4	MICOTOXINAS.....	15
2.5	QUALIDADE DO AMENDOIM	16
3	OBJETIVO GERAL	19
3.1	OBJETIVO GERAL	19
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
4	METODOLOGIA.....	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
6	CONCLUSÃO.....	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L) é uma espécie de planta herbácea, pertencente à família Fabaceae, cujos frutos se desenvolvem em vagens (leguminosas) abaixo da superfície do solo. Foi cultivado pela primeira vez, provavelmente, nos vales do Peru (GEETHA *et al.*, 2013), tendo assim origem Sul-Americana. Pertence ao gênero *Arachis*, o qual contém mais de 82 espécies silvestres (ROYAL BOTANIC GARDENS, 2022), 66 das quais ocorrendo em território brasileiro (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2022).

Aproximadamente dois terços do amendoim produzido no mundo são provenientes da China e da Índia, mas sua produção está disseminada por uma centena de países, especialmente na Ásia e na África (CHEN *et al.*, 2019), com área de cultivo aproximada em 30 milhões de hectares (NCUBE; MAPHOSA, 2020). No Brasil, o estado de São Paulo concentra a maior parte da produção, tendo sido responsável por mais de 90% do amendoim produzido na safra 2017/2018 (GRIGOLETO *et al.*, 2019).

O amendoim é a quarta principal planta oleaginosa e 13ª cultura alimentar mais importante do mundo (ISALAR *et al.*, 2021). Possui características nutritivas destacadas, constituindo-se em uma importante fonte alimentar para populações de regiões tropicais e semiáridas do planeta. Seus grãos contêm altos percentuais de óleo, proteínas, carboidratos, fósforo, cálcio, magnésio, aminoácidos, polifenóis e vitaminas (SINGH *et al.*, 2021) e podem ser consumidos, crus, torrados ou cozidos, como acontece, por exemplo, no nordeste do Brasil.

Atualmente, existem diversos produtos derivados do processamento do amendoim, tais como doces, confeitos, pasta/creme, manteiga, óleo, farinha, como pode ser observado facilmente em supermercados, ou mesmo em sites na internet. O amendoim também pode ser utilizado para extração de óleo (uso doméstico ou industrial) para a produção de sabão, na culinária ou ainda para a fabricação de cosméticos (ABDULLA, 2013). Além disso, seus grãos também podem ser processados para ração animal e seus resíduos podem ser transformados em fertilizantes (ISALAR *et al.*, 2021).

Produtos agrícolas como o amendoim, cultivados em áreas tropicais, normalmente quentes e húmidas, são susceptíveis à contaminação por fungos e

bactérias. Além disso, a exposição dos grãos à fatores físicos e químicos, associada à ausência de boas práticas agrícolas e de fabricação, torna possível o ataque por microrganismos deteriorantes, em qualquer fase da cadeia produtiva, (MONYOA *et al.*, 2012; EMBRAPA, 201), dentre eles fungos toxigênicos, produtores de micotoxinas.

As micotoxinas são metabólitos secundários, produzidos por inúmeras espécies de fungos filamentosos e muito perigosos a humanos e animais, uma vez que tais microrganismos podem infectar e se desenvolver em alimentos e rações. Tais metabólitos geralmente se caracterizam por serem ativos em concentrações extremamente baixas e serem resistentes a degradação (MIRABILE *et al.*, 2021). Uma vez ingerida pelo consumidor, as micotoxinas se comportam de forma tóxica, podendo provocar doenças agudas como erupções cutâneas, vômitos diarreia, cefaleia ou crônicos como nefropatias, imunossupressão e carcinogênese (FREIRE; da ROCHA, 2017).

A simples presença de fungos toxigênicos em grãos de amendoim processado não indica necessariamente a presença de micotoxinas, mas eleva a possibilidade de sua ocorrência e aponta para a baixa qualidade sanitária em que o produto se encontra. Dessa forma, a construção do presente trabalho se originou a partir da ideia (ou intenção) de aumentar a quantidade de informações sobre a ocorrência de fungos toxigênicos em amostras de amendoim processado, objetivando demonstrar para o público geral, consumidores e órgãos reguladores, o estado em que se encontra a qualidade do amendoim comercializado em Inhumas, Goiás, no que diz respeito à presença desses microrganismos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O AMENDOIM

O amendoim é uma planta leguminosa, nativa da América do Sul, cujo cultivo ocorre no Peru há pelo menos 8.500 anos. Exploradores portugueses e espanhóis, na época da colonização, teriam encontrado índios cultivando amendoim em países como México, Brasil, Argentina, Paraguai e Bolívia. Destas regiões então, o amendoim teria sido disseminado para a África, Europa, Ásia, ilhas do pacífico e Estados Unidos (HAMMONS *et al.*, 2016).

Assim como muitas outras culturas, o amendoim adquiriu maior relevância em regiões distantes de sua origem. Notavelmente, sua importância é mais evidente na Ásia, de onde provém 64% de toda a produção mundial. Na África, a produção de amendoim representa 26% da produção global (FAOSTAT, 2019) e ultrapassa a quantidade combinada de todos os outros grãos de leguminosas produzidos naquele continente (BERTIOLI *et al.*, 2011).

No Brasil, a produção de amendoim se concentra basicamente no estado de São Paulo, que totaliza 92% da produção nacional com 890 toneladas (FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE, 2023). Dados do ciclo agrícola 2018/2019, informam que o total de grãos dessa *comodity* produzidos no Brasil resultou em uma receita que ultrapassou a marca de R\$ 1 bilhão, abrangendo todos os aspectos relacionados à cultura, desde o cultivo até o processo industrial (JAMMAL, 2019).

Os dados acima mencionados sobre produção e movimentação financeira, sugerem o tamanho do impacto econômico da cultura do amendoim, que desempenha um importante papel na criação de empregos e no aumento da renda de famílias que estão envolvidas direta ou indiretamente na produção desta cultura (ALBUQUERQUE; DOS SANTOS; CAVALCANTI, 2010).

Estima-se que aproximadamente 80% da população total do continente africano dependa da agricultura como meio de subsistência (FAO, 2015). Como uma fonte de renda em períodos onde a seca é predominante, o amendoim ganhou destaque pela geração de empregos neste continente, sua manufatura teve um crescimento estimado de 130% entre os anos de 1970 e 2013, sendo a Nigéria o

principal país produtor com 39% da produção internacional e 7% da produção global, produzindo 4,9 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 5,4 milhões de hectares (LOZANO, 2016).

2.2 AMENDOIM: ASPECTOS GERAIS

O amendoim apresenta importância significativa em diversos aspectos socioeconômicos, especialmente em nações subdesenvolvidas. É uma cultura de baixo custo de produção, devido à sua resistência a pragas e doenças, que pode ser cultivada em pequenas áreas. Além disso, a demanda por amendoim é alta, tanto para consumo *in-natura* como para a produção de alimentos processados, o que cria oportunidades de negócios e aumenta as possibilidades para geração de emprego e renda (MARTINS; VICENTE, 2010).

Características químicas e nutricionais do amendoim agregam valor à sua produção e comercialização (UNICAMP, 2006), uma vez que seus grãos apresentam grande versatilidade gastronômica, podendo ser consumido de forma crua, torrado, processado ou ainda fazendo parte da elaboração de produtos como a pasta de amendoim, manteiga de amendoim, paçoca, entre outros (SALVE *et al.*, 2020). Isso ocorre porque seus grãos possuem quantidades significativas de diversos nutrientes como, proteínas, sais minerais, vitaminas, fibras e gorduras saudáveis (SOARES; VIEIRA; CARVALHO, 2021).

Os grãos de amendoim são também uma excelente fonte produtora de óleo, rico em ácidos graxos benéficos à saúde humana, possuindo características importantes para a utilização nas indústrias de alimentos e de cosméticos. Diferentemente dos demais óleos, o óleo do amendoim possui altos teores de gorduras mono e poli-insaturadas (SINGH *et al.*, 2021).

A relação entre a produção de amendoim e o cuidado com o meio ambiente é também um tema relevante, pois o cultivo desta planta pode exigir muitos cuidados com solo e assim, se não houver um manejo adequado a produtividade pode diminuir ao longo do tempo. Além disso, a disposição inadequada dos resíduos de produção pode causar degradação das terras e diminuir o potencial dos recursos ambientais locais (SOUZA *et al.*, 2010), sendo assim necessárias, estratégias adequadas para mitigar possíveis impactos.

2.3 FUNGOS

A planta do amendoim é cultivada em regiões tropicais e subtropicais, com baixa disponibilidade hídrica, em latitudes entre 10° e 30° sul (BELLETTINI; ENDO, 2001; SILVA *et al.*, 2018). Pode medir entre 30 e 50 centímetros de altura, possuir folhas alternadas, compostas por três folíolos de formato oval, com flores de coloração amarela, que se desenvolvem na base das hastes. Seus frutos surgem abaixo da superfície do solo, podendo conter formato oval, com uma película protetora de coloração castanha avermelhada e entre três a quatro grãos no interior de suas vagens (KRAPOVICKAS; GREGORY, 1994).

Devido ao fato de ser uma cultura que se desenvolve inteiramente no solo, o amendoim está sujeito à contaminação por fungos. Os fungos são organismos eucarióticos, heterotróficos, diversificados, unicelulares ou multicelulares e podem ser encontrados em praticamente todos os ambientes do planeta, principalmente no solo e em meios aquáticos (TORTORA, 2012). É raro encontrar ambientes livres da presença desses organismos, que utilizam a atmosfera como seu principal meio de sobrevivência e conseguem tolerar significativas variações de temperatura, umidade, pH e níveis de oxigênio. (JUNIOR, 2015).

De modo geral os fungos apresentam esporos que surgem em alguma parte do seu ciclo de vida. Estes esporos são corpos reprodutivos microscópicos, que comumente entram em ambientes industriais através da contaminação das matérias primas e podem ser disseminados através do ar, na forma de aerossóis ou água, sendo também carregados por animais e insetos (BERNARDI; GARCIA; COPETTI, 2019). Esta é uma forma adotada pelos fungos para que possam se propagar, colonizando novos substratos, garantindo desta forma sua sobrevivência (FERRO *et al.*, 2019).

Os fungos obtêm nutrientes através de outros seres vivos, como vegetais e animais, através da decomposição da matéria orgânica desses organismos através do parasitismo. Eles desempenham um papel importante na decomposição de matéria orgânica, na ciclagem de nutrientes, além de apresentarem grande potencial biotecnológico, sendo utilizado pela indústria farmacêutica na produção de medicamentos, produtos para higiene pessoal, na elaboração de alimentos e bebidas e na produção de biofertilizantes (DE ABREU *et al.*, 2015).

Alguns fungos, como cogumelos e trufas, são apreciados por seu sabor e valor nutricional, enquanto outros são utilizados na produção de queijos, vinhos e cervejas (BAIÃO, 2020). Apesar de serem benéficos em muitos processos, parte significativa dos fungos é toxigênica, o que indica que além de contaminarem insumos alimentícios, são venenosos e conseguem produzir toxinas perigosas, causadoras de inúmeros problemas na saúde em animais e seres humanos (ROCHA *et al.*, 2014).

No que diz respeito à contaminação fúngica do amendoim, diversos fatores estão relacionados, podendo ocorrer antes, durante e depois da colheita, principalmente devido à ausência de boas práticas ao longo da cadeia produtiva. Dessa forma, condições inadequadas de armazenamento, falta de higiene adequada durante a colheita, não conformidades durante o processamento e transporte, solo e água de irrigação contaminados e o contato com outros alimentos infectados representam circunstâncias que favorecem o processo de contaminação dos grãos de amendoim por fungos (CAVALCANTE; OLIVEIRA, 2022).

Os principais gêneros de fungos frequentemente encontrados em grãos de amendoim são *Aspergillus*, *Penicilium*, *Rhizopus* e *Fusarium* (VISOTTO *et al.*, 2008). *Aspergillus* sp. e *Penicilium* sp. geralmente estão associadas à baixa qualidade fisiológica dos grãos, envolvendo problemas relacionados a tamanho, cor, integridade da casca, textura e sabor (SABBADINI *et al.*, 2009).

O gênero *Aspergillus* abrange mais de 340 espécies de fungos filamentosos oficialmente aceitas (Bennett, 2010). São organismos reconhecidos por sua notável capacidade reprodutiva (através da liberação de conídios) e por sua marcante versatilidade metabólica. Conseguem prosperar facilmente em ambientes com baixa umidade e atividade de água, espalhando-se por uma grande variedade de habitats terrestres (BORGES *et al.*, 2012).

Fungos do gênero *Aspergillus* são os principais causadores da deterioração de produtos agrícolas. Suas espécies também produzem importantes micotoxinas, oferecendo risco a saúde humana e de animais, com destaque para *A. Flavus*, *A. Parasiticus*, *A. Niger* e *A. Ochraceus* (KLICH, 2002). Não obstante, *A. Flavus*, *A. Niger* e *A. fumigatus* podem causar aspergilose, que se caracteriza através de problemas pulmonares, alergias e comprometimento sistêmico (LIRA, 2022).

Penicillium é um gênero de fungo que compreende aproximadamente 150 espécies descritas. A maioria delas é deteriorante, pode decompor alimentos e atacar

plantas e animais em condições de baixas temperaturas (HECK *et al.*, 2021). Apresenta características bastante peculiares quando observadas ao microscópio tornando a identificação bastante complexa, principalmente em razão da quantidade de ramificações de suas hifas e pelo tamanho e forma de seus conídios (CHALFOUN; BATISTA, 2003).

Uma característica particularmente interessante em fungos do gênero *Penicillium* é a sua capacidade de produzir lipases (SILVA, 2022). Lipases extraídas de bolores, tais como *Penicillium*, possuem diversas aplicações na área médica, na produção de fármacos, nas indústrias de cosméticos e de alimentos e também na produção de biodiesel (HECK *et al.*, 2021).

O gênero *Fusarium* compreende fungos fitopatógenos que atacam diversas espécies de plantas utilizadas na alimentação humana, causando danos consideráveis às culturas em todo o mundo. *Fusarium* sp. são responsáveis por uma doença genericamente conhecida como fusariose, que pode afetar tanto a parte aérea quanto as raízes das plantas. Suas espécies mais comuns são *Fusarium oxysporum* e *Fusarium solani*, que afetam culturas como tomate, batata, banana e milho (PINARIA; LIEW; BURGESS, 2010).

A infecção por *Fusarium* pode ocorrer por diferentes formas, incluindo contaminação a partir de outros grãos infectados, através do solo, ou mesmo pela água utilizada na irrigação (NELSON *et al.*, 1992). Para controlar o crescimento desses fungos, normalmente utiliza-se técnicas agronômicas como rotação de culturas, grãos certificados, além do uso de fungicidas específicos. No entanto, o manejo integrado é a melhor estratégia para prevenção e controle da doença (LESLIE; SUMMERELL, 2019).

O gênero *Fusarium* produz uma variedade de micotoxinas, sendo as mais importantes os tricotecenos (vomitoxina e T-2 entre outras), as fumonisinas, a zearalenona, a moniliformina e o ácido fusárico. No geral, espécies de *Fusarium* podem produzir diferentes micotoxinas, dependendo das condições de cultivos (SANTIN *et al.*, 2021).

Rhizopus é um dos principais grupos de fungos causadores de mofos da coloração preta em alimentos (frutas, vegetais e grãos). O fungo *Rhizopus* utiliza condições como temperaturas entre 20° C e 30° C e lugares com alta umidade para se desenvolver (SILVA *et al.*, 2021). Todavia, também são fáceis de encontrar no

ambiente. Estes microrganismos além de deteriorantes de alimentos, podem causar doenças em humanos, sendo a mais importante delas a zigomicose cerebral, que acomete principalmente os pulmões, o tecido subcutâneo e o trato gastrointestinal, atingindo até os vasos sanguíneos quando já muito disseminada (RODRIGUES, 2009).

2.4 MICOTOXINAS

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos toxigênicos filamentosos que causam reações tóxicas quando ingeridas por humanos ou animais. *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicillium* são os fungos mais abundantes que contaminam os alimentos e produzem micotoxinas antes, durante e após a colheita (BINDER *et al.*, 2007).

As micotoxinas podem ser classificadas de acordo com a espécie de fungo produtor, por sua estrutura química e pelo seu mecanismo de ação. Uma mesma espécie de fungo pode produzir diferentes micotoxinas, dependendo das condições ambientais em que esse microrganismo se desenvolve. Por outro lado, uma única micotoxina pode ser produzida por diferentes espécies de fungos. Embora existam numerosos fungos capazes de produzir micotoxinas, os gêneros mais significantes do ponto de vista técnico são *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. As micotoxinas podem assumir diversas conformações estruturais (HUSSEIN; BRASEL, 2001). Das cerca de 300 substâncias identificadas como micotoxinas, as mais estudadas incluem aflatoxinas, tricotecenos, fumonisinas, ocratoxina A, alcaloides do esporão do centeio e patulina (BANDO *et al.*, 2007).

As micotoxinas podem ser prejudiciais à saúde humana e animal, e a ingestão de alimentos contaminados pode causar efeitos tóxicos agudos e crônicos, incluindo problemas hepáticos, renais e neurológicos. A aflatoxina é considerada um carcinógeno humano e está associada a uma maior incidência de câncer hepático (COSTA; VERZELETTI; WAGNER, 2014). De acordo com Liu; Wu (2018), a aflatoxina pode ser responsável por induzir o carcinoma hepatocelular em uma faixa de 4,6% a 28,2% dos casos em todo o mundo.

Inúmeros trabalhos têm mostrado que a presença de aflatoxina causada por *Aspergillus* sp. em amendoim é um problema global (SANTOS *et al.*, 2018; LIEN,

2019; ARISTIL, 2020; QIN *et al.*, 2020; MASAKA *et al.*, 2022). Alternativamente, muitos trabalhos vêm demonstrando ao longo dos últimos anos que outras micotoxinas também podem ocorrer em amendoim, como a ocratoxina A, produzida por *Aspergillus niger*, *Aspergillus carbonarius*, (MAGNOLI *et al.*, 2006), *Aspergillus Ochraceus* e *Penicillium* (KRSKA *et al.*, 2012) e a zearalenona por *Fusarium* (SANGARE-TIGORI *et al.*, 2006; KRSKA *et al.*, 2012).

A fim de minimizar a contaminação por micotoxinas no amendoim, é considerável a implementação de medidas de controle em todas as etapas da cadeia produtiva, desde o cultivo até o processamento e armazenamento. Algumas dessas medidas incluem a seleção de grãos de alta qualidade, o uso de práticas agronômicas adequadas, o controle da umidade e temperatura durante o armazenamento e o processamento, utilização de métodos de detecção e análise para identificar a presença de micotoxinas, além das boas práticas de fabricação (SAITA; PANDOLFI, 2019).

2.5 QUALIDADE DO AMENDOIM

Garantir um produto com qualidade adequada ao consumidor, é um processo que envolve conscientização, comprometimento e persistência de agentes relacionados à cadeia de produção do amendoim e derivados. A qualidade do amendoim pode ser definida por diversos fatores, dentre eles o processo de colheita, que é uma etapa essencial na qualidade no produto final (SCALCO; QUEIROZ; MACHADO, 2008).

Costa *et al.* (2019) enfatizam que nos sistemas de produção, os processos de colheita e pós-colheita são a base para a obtenção de produtos de alta qualidade. O processo de manuseio do amendoim, quando não realizado de forma adequada, pode promover o crescimento de fungos, levar a fermentações indesejáveis e produzir micotoxinas como a ocratoxina (OTA), que podem prejudicar a saúde de humanos (ROCHA *et al.*, 2014).

As etapas de pós-colheita, envolvem processos que devem ser realizados de forma adequada, para evitar que os grãos do amendoim sofram a contaminação por fungos, como o *Aspergillus*. A contaminação pode ocorrer de forma primária no solo, sendo está uma grande indicação de baixa qualidade durante as operações de

beneficiamento (SUASSUNA *et al.*, 2005).

De modo geral, as etapas de beneficiamento para a qualidade dos grãos envolvem: a colheita que deve ser executada durante o estágio de maturação da planta e suas vagens; seguida da secagem, que deve ser realizada o mais rápido possível. Deve-se colocar as vagens para cima, facilitando a absorção de vento e luz solar, minimizando a atividade de água e posteriormente a umidade. A seguir, a etapa de limpeza, visa a retirada de todas as impurezas, que são decorrentes do campo (folhas, galhos, pedras e outros materiais considerados corpos estranhos), para isso os grãos de amendoim são submetidos a processos como o peneiramento e ventiladores para facilitar a extração das sujidades (ZANUTTO, 2021). Após o processo de limpeza, os amendoins serão submetidos ao processo de classificação com diferentes critérios quanto a cor, tamanho e qualidade do grão, que ajudam a distinguir quais os melhores lotes para comercializar (SANTOS *et al.*, 2009).

A maior safra de amendoim é colhida durante a estação chuvosa, o que dificulta a sua secagem. Como o grão deve ser ensacado com umidade máxima de 8%, de acordo com a IN n° 32, de 24 de agosto de 2016 (BRASIL, 2016), após a colheita, é recomendável que o mesmo seja submetido imediatamente à secagem para evitar problemas de umidade, podendo ser realizada de forma natural ou artificial. Faz-se necessário para evitar o reumedecimento do grão e mitigar o desenvolvimento de fungos e outros problemas relacionados à qualidade do amendoim. Uma vez reumidecido durante as etapas de beneficiamento, os grãos ficam ainda mais suscetíveis ao ataque por fungos (AGROBYTE, 2005). Além disso, é importante eliminar vagens e grãos quebrados, pois eles podem afetar a conservação do amendoim (SILVA, 2005).

O armazenamento do amendoim deve ser planejado de modo que se evite a deterioração pela umidade e que estenda a vida útil do produto. Segundo Santos (2005), é recomendável que os sacos sejam empilhados em paletes de madeira, facilitando a circulação do ar ao redor dos grãos, em local com paredes de camadas duplas, piso liso, proteção eficiente, seco e com avaliação regular da umidade do produto, a fim de garantir que esteja dentro dos padrões aceitáveis (CASTRO, 2010). Além disso, é preciso realizar um monitoramento constante para identificar a presença de pragas e roedores, tomando as medidas necessárias para controlá-los. Se possível, é indicado conservar o amendoim em temperaturas entre 15 a 25°C (COX,

2012) e durante o transporte certificar-se de que as condições da embalagem sejam adequadas para evitar danos que comprometam a integridade dos grãos e a contaminação cruzada (SILVA, 2005).

Os grãos de amendoim, como várias outras leguminosas, mesmo após a etapa de armazenamento, continuam com o processo de metabolismo ainda ativo. Mesmo com a taxa de respiração diminuta, existem algumas condições que podem influenciar este processo como, condições de temperatura e umidade relativa que podem agilizar a deterioração do amendoim (NUNES *et al.*, 2021).

SCALCO (2008) enfatiza que a gestão da qualidade na cadeia produtiva do amendoim é de suma importância, não só para manter a qualidade do produto, o que é inquestionável, mas também para aprimorar as práticas e procedimentos das atividades que compõem toda a cadeia a fim de reduzir perdas, desperdício e, portanto, custo.

De acordo com SANTOS e FONSECA (2010) o *Codex Alimentarius* destaca os cuidados necessários aos alimentos, que no geral devem apresentar baixa contaminação bacteriana, ausência de resíduos de microrganismos e medicamentos veterinários patogênicos ao homem e contaminação mínima de agentes químicos ou toxinas microbianas. Como os grãos do amendoim se desenvolvem embaixo da terra, a exposição à ataques por microrganismos se torna maior e, uma vez contaminados, conduzem a problemas relacionados à segurança alimentar e à ocorrência de fungos aflatoxigênicos (ROLLEMBERG *et al.*, 2018). Aflatoxina é o nome dado a um grupo de substâncias muito semelhantes, tóxicas para humanos e animais, produzidas principalmente por duas subespécies do fungo *Aspergillus*, denominadas *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, quando a umidade do produto, umidade relativa e a temperatura ambientais são favoráveis (BINDER *et al.*, 2007).

O consumo de produtos com aflatoxina pode levar a problemas como danos nos rins, cirrose hepática, febre e câncer de fígado. Em países africanos e asiáticos, onde alimentos contaminados com aflatoxinas são amplamente consumidos, a incidência de câncer de fígado é de aproximadamente 13 casos por 100.000 habitantes por ano (FONSECA, 2004).

Sob ponto de vista econômico, a presença desse fungo reduz a composição dos preços pagos aos produtores (LASCA, 2004). A Associação Brasileira da Indústria de Chocolate, Cacao, Amendoim, Confeitos e Derivados (ABICAB) lançou, em 2001,

uma marca de qualidade que não apenas possui um aspecto mercadológico, mas está diretamente ligada à qualidade das matérias-primas adquiridas pela indústria.

O selo ABICAB emerge como uma ferramenta de certificação, assegurando a excelência dos produtos das indústrias. Este selo, indicador de qualidade e confiabilidade, premia produtos elegíveis conforme rigorosos padrões ABICAB, abrangendo qualidade dos ingredientes, processos de fabricação, segurança alimentar, conformidade regulatória, além de garantir que os produtos estejam isentos de micotoxinas. Os critérios de certificação envolvem diversas etapas da cadeia produtiva, avaliando origem e qualidade dos ingredientes, higiene, rastreabilidade, normas sanitárias, responsabilidade socioambiental e compromisso com a excelência, desta forma trazendo benefícios para empresas e consumidores, conferindo reputação de qualidade, credibilidade, diferencial competitivo, conquista de novos mercados e fidelização do consumidor para as empresas, enquanto que para os consumidores, representa a garantia de produtos seguros, autênticos e de qualidade, promovendo a proteção da saúde e satisfação (ABICAB, 2022).

3 OBJETIVO GERAL

3.1 OBJETIVO GERAL

- Investigar a ocorrência de fungos toxigênicos em grãos de amendoim que passaram pelo processo de secagem, torrefação, descascamento e embalados em sacos plásticos, em estabelecimentos comerciais da cidade de Inhumas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inocular sementes de amendoim de cinco marcas diferentes, comercializadas cruas, com pele, sem a vagem, com película vermelha;
- Isolar cepas de fungos de 200 grãos de amendoim;
- Purificar cepas de fungos isoladas utilizando meios de cultura específicos;
- Identificar os fungos isolados através de técnica de microcultivo, utilizando descritores morfológicos, macroscópicos e microscópicos.

4 METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados em ambiente asséptico, na câmara de fluxo laminar, do laboratório de microbiologia do Campus Inhumas, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (Figura 1). Foram utilizados 200 grãos de amendoim processado, cru, descascado, apresentando somente a película externa, de cinco diferentes marcas, selecionadas de acordo com a popularidade, comercializadas em embalagens de plástico, em temperatura ambiente e adquiridas na cidade de Inhumas,

Figura 1 – Câmara de fluxo laminar, asséptica, onde foi realizada a inoculação dos grãos de amendoim amostrados em meio de cultura.

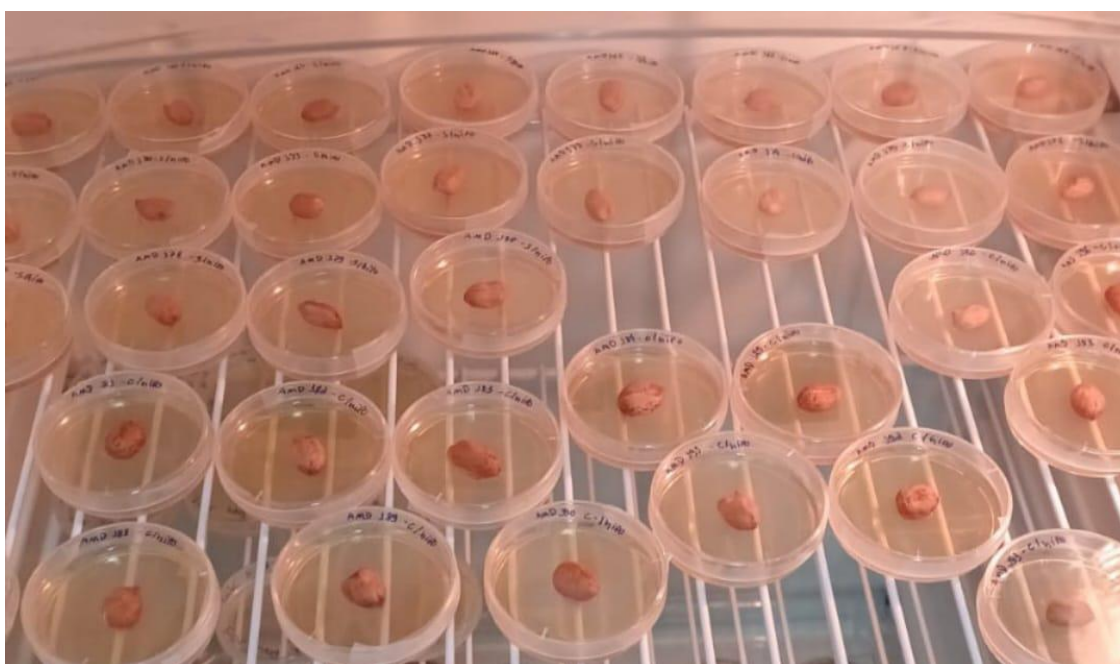


Fonte: Própria (2023)

De cada uma das marcas selecionadas foram amostrados, de forma aleatória, 40 grãos, que foram separados em dois lotes: em um dos lotes (50% dos grãos) foi realizada uma desinfestação superficial com hipoclorito de sódio a 1%, durante dois minutos. O outro lote de grãos não passou por desinfestação superficial com hipoclorito. O tratamento diferencial dado aos grãos teve como objetivo avaliar os níveis de contaminação a que os grãos foram submetidos ao passarem pelas etapas de beneficiamento e armazenamento.

Os grãos tratados com hipoclorito de sódio foram mergulhados posteriormente em álcool etílico 70% (1 minuto), para remoção de hipoclorito residual e depois mergulhados em água destilada estéril (1 minuto), para remoção do álcool residual. Após o procedimento de desinfestação, todos os grãos foram inoculados em placas de Petri de poliestireno, contendo meio de cultura BDA. Em cada placa foi inoculado apenas um grão. Após inoculação, as placas foram incubadas em incubadora BOD, durante sete dias, a uma temperatura de 28°C (Figura 2).

Figura 2 - Placas de Petri contendo meio BDA, inoculadas com os grãos de amendoim com e sem desinfestação amostrados aleatoriamente.



Fonte: Própria

Em algumas placas observou-se o crescimento de mais de um tipo de fungo (Figura 3), sendo necessária a realização de repicagem para a purificação dos isolados. A repicagem foi realizada com o auxílio de ponteiras esterilizadas em autoclave, transferindo-os para novas placas de Petri contendo BDA e incubado novamente por sete dias, a 28°C de temperatura. O procedimento adotado para o isolamento de fungos no presente trabalho está descrito em Rezende *et al.*, (2013), tendo sido utilizadas algumas adaptações.

Após o isolamento e a obtenção das culturas puras, os isolados foram identificados utilizando-se a técnica de microcultura (RIDDELL, 1950). A identificação de cada isolado foi realizada por meio da observação de padrões morfológicos

tradicionalmente utilizados, conforme descrito por DE HOOG *et al.*, (2000), KERN e BLEWINS (1999) e por PITT e HOCKING (2009).

Todos os objetos e utensílios utilizados durante os experimentos foram esterilizados em autoclave antes serem levados à capela de fluxo laminar. O controle da contaminação para evitar resultados falso-positivos foi realizado utilizando-se placas de Petri contendo BDA. Para isso, uma placa contendo o meio foi deixada sem tampa em um canto da capela de fluxo laminar durante os inóculos, sendo posteriormente tampada e incubada com as demais. Tal procedimento demonstrou que o ambiente onde estava sendo realizados os experimentos não provocou contaminação externa, uma vez que todas as placas controle avaliadas não apresentaram crescimento fúngico.

Figura 3 - Placa contendo BDA e grão de amendoim contaminado por dois tipos de fungos



Fonte: Própria

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras analisadas no presente trabalho apresentaram elevados índices de contaminação, observando-se a presença de pelo menos um microrganismo contaminante em 98% dos grãos avaliados. Em algumas placas observou-se o crescimento de mais de um tipo de microrganismo (Figura 4). Os 200 grãos avaliados resultaram na obtenção de 102 isolados de fungos, dos quais aproximadamente 23,5% pertencem ao gênero *Fusarium*, 16,5% ao gênero *Rhizopus*, 11% ao *Aspergillus niger*, único microrganismo identificado em nível de espécie, além de outros achados de fungos não identificados e microrganismos que juntos somam 47% (Tabela 1).

Figura 4 – Placas de Petri com diferentes tipos de contaminação.



Fonte: Própria (2023)

Tabela 1 – Números em % de fungos isolados nos grãos de amendoim amostrados.

Amostras	<i>Aspergillus Niger</i>		<i>Rhizopus sp.</i>		<i>Fusarium sp.</i>		Outros			
	Nº de Isolados	%	Nº de Isolados	%	Nº de Isolados	%	Nº de fungos não identificados	%	Nº de Outros Microrganismos	%
A1	5	2,5	2	1	5	2,5	3	1,5	25	12,5
A2	10	5	13	6,5	7	3,5	4	2	6	3
A3	3	1,5	10	5	5	2,5	8	4	12	6
A4	3	1,5	7	3,5	15	7,5	3	1,5	12	6
A5	1	0,5	1	0,5	15	7,5	13	6,5	8	4
TOTAL	22	11	33	16,5	47	23,5	31	15,5	63	31,5

Fonte: Própria (2023)

O tratamento adotado para desinfestação dos grãos (descrito na metodologia) não resultou em diferença quanto aos níveis de contaminação. Entretanto, observou-se que quase todas as amostras que passaram por desinfestação não apresentaram crescimento de fungos, mas sim de outros microrganismos endofíticos (Figura 5). Esses resultados sugerem que a maior parte dos fungos identificados nas amostras estavam na superfície dos grãos e provavelmente os infectaram durante alguma etapa pós-colheita.

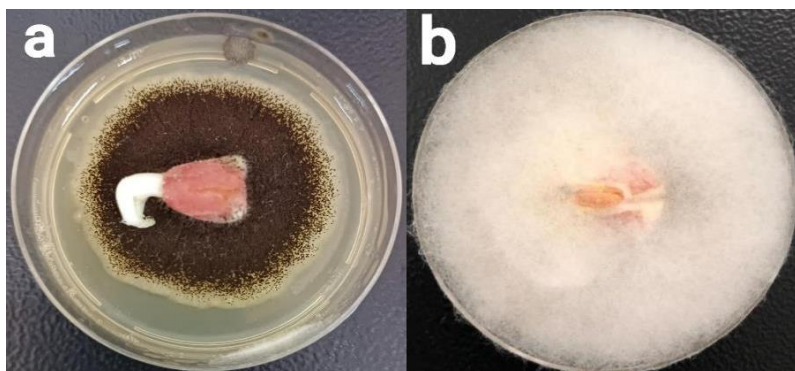
Figura 5 – Microrganismos endofíticos encontrados em grãos de amendoim processado.



Fonte: Própria (2023)

A análise dos resultados permitiu observar também que, de forma geral, as marcas de amendoim analisadas possuem baixo nível de qualidade higiênico-sanitária, estando assim inadequadas para o consumo humano ou animal, uma vez que *Aspergillus* e *Fusarium* são fungos toxigênicos, produtores de micotoxinas e foram identificados em todas as marcas analisadas. (Tabela 1, Figura 6).

Figura 6 – Placas contendo isolados de *Aspergillus* e *Fusarium* em grãos de amendoim.



Fonte: Própria (2023)

De forma geral, fungos do gênero *Aspergillus* são motivo de preocupação recorrente para a indústria de alimentos, dado que suas espécies possuem a habilidade de produzir uma série de micotoxinas, que podem causar problemas sérios de saúde em humanos e animais (COSTA, 2014). *Aspergillus niger*, por exemplo, identificado em todas as marcas de amendoim analisadas no presente trabalho, é uma espécie reconhecidamente toxigênica, produtora de ocratoxinas (MIRABILE *et al.*, 2021), cujos efeitos em humanos e animais incluem imunossupressão, carcinogênese, teratogênese entre outros (MAZIEIRO; BERSOT, 2010; HOELTZ *et al.*, 2012). Dentro do grupo das ocratoxinas, a ocratoxina A é uma das mais estudadas, dado seu potencial de difusão e à importância toxicológica (MIRABILE *et al.*, 2021). A ocratoxina A tem ação carcinogênica e efeitos nefrotóxicos que conduzem à nefropatia, condição que afeta o funcionamento dos rins (PERAICA; DOMIJAN; SARIĆ, 2008; MANNAA; KIM, 2017).

Outras espécies do gênero *Aspergillus* também produzem micotoxinas importantes, com rica descrição na literatura científica. As Aflatoxinas, produzidas por *Aspergillus parasiticus* e *Aspergillus flavus* e geralmente encontradas em alimentos armazenados como os grãos de amendoim analisados neste estudo podem causar câncer de fígado, aberrações cromossômicas, entre outros graves problemas (SMITH *et al.*, 2015; AWUCHI *et al.*, 2020; DIOGO *et al.*, 2020). A Esterigmatocistina, produzida por *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus nidulans* e *Aspergillus rugulosus* também causa câncer hepático, além de poder se transformar quimicamente em oito diferentes compostos capazes de inibir a síntese de DNA (ARRUDA; BERETTA, 2019).

Os resultados obtidos nas análises com amendoim amostrado presente trabalho, corroboram uma série de estudos anteriormente realizados no Brasil e descritos a seguir.

Nóbrega e Suassuna em (2004), realizaram uma análise sanitária em 300 grãos de amendoim, provenientes de cinco cidades diferentes, no estado da Paraíba. O estudo revelou a presença de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* e *Fusarium sp.*, entre outros, e apontou contaminação em 71,66% das amostras analisadas. Os autores enfatizaram que o controle de umidade e temperatura, auxiliam na prevenção da infecção dos grãos de amendoim por fungos, tanto para produtos *in natura* quanto para produtos industrializados.

Nakai *et al.*, (2008), monitoraram a microflora do amendoim durante 12 meses, na região de Tupã, São Paulo. Nesse trabalho, os autores utilizaram tanto a casca quanto os grãos de amendoim como substrato para isolamento dos fungos. Os resultados desse estudo demonstraram a prevalência de *Fusarium* sp. na casca e *Aspergillus* e *Penicillium* nos grãos. De acordo com os autores, os resultados podem ser explicados pelo fato de que *Fusarium* sp., considerado como fungo de campo, está diretamente em contato com a casca do amendoim no solo, enquanto *Aspergillus* e *Penicillium*, considerados fungos de armazenamento, são bem adaptados às condições ambientais a que são submetidos durante esta etapa da cadeia produtiva.

O trabalho de Atayde *et al.*, (2012), também apontou a presença de fungos do gênero *Aspergillus*, *Fusarium*, *Rhizopus* sp, além de *Penicilium*, durante as análises sobre a diversidade fúngica e a presença de Aflatoxinas em diferentes espécies de amendoim, de diferentes regiões do estado de São Paulo.

Bonifácio *et al.*, em (2015), avaliou amendoim comercializado a granel na cidade de Ji-Paraná, Rondônia. Os resultados revelaram altos índices de contaminação por fungos também encontrados nas amostras de amendoim processado analisadas no presente trabalho, como *Aspergillus* sp. e *Rhizopus* sp. Tais níveis de contaminação, de acordo com os autores, podem ser explicados, provavelmente, pela adoção de práticas inadequadas iniciadas ainda no campo e também durante as etapas de pós-colheita.

Em Ijuí, RS, Krahm *et al.*, (2020) avaliaram diferentes amostras de amendoim, incluindo grãos com cascas, grãos comercializados a granel e grãos industrializados sem cascas, confirmando a presença de *A. niger*, *A. flavus*, *A. nidulans*. Os autores afirmaram que estes fungos podem ser comumente encontrados em quase todos os estágios cadeia produtiva, e apontaram que a presença desses organismos no produto é consequência de falhas nas etapas operacionais de sanitização, facilitando sua propagação, podendo comprometer a saúde do consumidor através substâncias tóxicas, tais como as Aflatoxinas e Ocratoxinas.

Assim como *Aspergillus niger*, isolados do gênero *Fusarium* identificados no presente estudo representam um importante achado do ponto de vista higiênico-sanitário, no que se refere às marcas de amendoim processado analisadas. Apesar desses organismos serem comumente encontrados em amostras de amendoim (GONÇALEZ *et al.*, 2008; DE OLIVEIRA; CASTILHO, 2011; SANTOS, 2013),

espécies de *Fusarium* sp. são produtoras de perigosas micotoxinas e a sua presença nos grãos pode ser decorrente de diversos fatores, tais como temperatura, umidade, resíduos de outras plantas contaminadas, além de práticas inadequadas ao longo da cadeia de produção.

Uma das micotoxinas produzidas por espécies de *Fusarium* é a Fumonisina, metabólito secundário produzido por esses fungos e associado a transtornos de saúde em humanos e animais com efeitos hepatotóxicos, carcinogênicos, teratogênicos e citotóxicos, podendo provocar leucoencefalomalacia em cavalos, edema pulmonar em suínos, além de câncer em humanos, sendo o principal o câncer de esôfago (ARRUDA; BERETTA, 2019; PRADO, 2017).

Fusarium sp. também podem produzir outras micotoxinas importantes, listadas pela literatura, como a Zearalenona, sintetizadas principalmente por *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium graminearum* e *Fusarium roseum* (SMITH e HENDERSON, 1991). Zearalenona está associada a problemas como atrofia muscular, redução dos níveis de testosterona e infertilidade (RICHARD, 2007).

O trabalho de Amancio *et al.*, (2023), sobre o crescimento de fungos produtores de micotoxinas em grãos de amendoim cru in natura, sem a vagem e amendoim torrado sem a vagem, realizado em Juiz de Fora, MG, resultados aproximados aos obtidos no presente estudo. *Fusarium* foi o grupo mais incidente (23,3%), seguido por *Aspergillus* (20%), *Penicillium* (13,3%), *Alternaria* (13,1%) e *Rhizopus* (10%).

A ocorrência de fungos deteriorantes, produtores de micotoxinas, em outros produtos agrícolas é relativamente comum. Sabbadini *et al.*, (2009) estudou a ocorrência de fungos toxigênicos em grãos de milho e feijão, comercializados no município de Campo Mourão, encontrando elevados índices de infecção por fungos de armazenamento como *Aspergillus* e *Rhizopus*. Em café, comercializado em Inhumas, GO e no seu entorno, LIMA (2022), observou a presença de fungos do gênero *Aspergillus*, *Fusarium* e *Rhizopus*, em grãos crus, secos, sem casca e prontos para a torrefação e consumo.

Como amplamente discutido anteriormente, dois dos três gêneros de fungos identificados no presente trabalho, *Aspergillus* e *Fusarium* são conhecidos produtores de micotoxinas cujos efeitos nocivos a humanos e animais estão vastamente descritos em registros científicos, na literatura especializada no tema. *Rhizopus* sp., também identificado nos grãos de amendoim analisados, produz micotoxinas menos

estudadas, sem muita descrição na literatura sobre seus efeitos em humanos. Esses fungos são deteriorantes potenciais, que com sua atividade saprofítica, alteram as características sensoriais dos grãos, ocasionando perdas econômicas significativas (PINTO, 2000).

6 CONCLUSÃO

As cinco marcas de amendoim processado, analisadas neste trabalho, encontram-se em condições higiênico-sanitárias inadequadas para o consumo humano ou mesmo para composição de ração animal, uma vez que em todas elas foram identificadas organismos toxigênicos, potencialmente produtores de micotoxinas, cujos efeitos em animais e humanos podem ocasionar graves problemas de saúde.

REFERÊNCIAS

ABDULLA, N.Q.F. Evaluation of fungal flora and mycotoxin in some important nut products in Erbil local markets. **Res. J. Environ. Earth Sci.**, 5, p. 330-336, 2013.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/325247278_Evaluation_of_Fungal_Flora_and_Mycotoxin_in_Some_Important_Nut_Products_in_Erbil_Local_Markets. Acesso em: 24 jan. 2024.

ABICAB, **PRÓ-AMENDOIM QUALIDADE**. Disponível em:

<https://www.abicab.org.br/páginas/amendoim/pro-amendoim/>. Acesso em: 11 set. 2023.

AMANCIO, M. Z. *et al.* Crescimento de fungos produtores de micotoxinas em grãos de amendoim. **Hig. alimentar**, p. e1123-e1123, 2023. Disponível em:

<https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/biblio-1434269>. Acesso em: 23 jan. 2024

ARRUDA, A. D.; BERETTA, A. L. R. Z. Micotoxinas e seus efeitos à saúde humana: revisão de literatura. **RBAC**, v. 51, n. 4, p. 286-9, 2019. Disponível em:

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=ARRUDA%2C+A.+D.%3B+BERETTA%2C+A.+L.+R.+Z.+Micotoxinas+e+seus+efeitos+%C3%A0+sa%C3%BAde+humana%3A+revis%C3%A3o+de+literatura.+RBAC%2C+v.+51%2C+n.+4%2C+p.+286-9%2C+2019.&btnG. Acesso em: 02 ago. 2023.

ATAYDE, D. D. *et al.* Mycobiota and aflatoxins in a peanut variety grown in different regions in the state of São Paulo, Brazil. **Crop Protection**, v. 33, p. 7-12, 2012.

Disponível

em:

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=ATAYDE%2C+D.+D.+et+al.+Mycobiota+and+aflatoxins+in+a+peanut+variety+grown+in+different+regions+in+the+state+of+S%C3%A3o+Paulo%2C+Brazil.+Crop+Protection%2C+v.+33%2C+p.+7-12%2C+2012.&btnG. Acesso em: 22 jan. 2024.

AWUCHI, C. G. *et al.* Aflatoxins in foods and feeds: A review on health implications, detection, and control. **Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci**, v. 9, p. 149-155, 2020.

Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219411003693?casa_token=mu0PK8L9iJ4AAAAA:Yhq0bSJ7CulAL3mxKb3n6ajc2U9GOIZiFGYdlc68Z6ziWxxAVwJeX1Uh1_H4K-vbqKTTlgRkcSw. Acesso em: 4 nov. 2023.

BAIÃO, A. L. P. **Aspectos atuais da utilização dos fungos para benefício da vida humana**. 2020. Tese (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade de Lisboa, 2020. Disponível em:

<https://repositorio.ul.pt/handle/10451/53283>. Acesso em: 18 nov. 2023.

BANDO, É. *et al.* Biomarcadores para avaliação da exposição humana às micotoxinas. **Revista Brasileira da Patologia Médica**, v. 43, n. 3, p. 175-180, jun. 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/jbpm/a/fPH8QwLfdZVHrtqShN7sG4S/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 8 nov. 2023.

BELLETTINI, N. M. T.; ENDO, R. M. Comportamento do amendoim “das águas”, *Arachis hypogaea* L., sob diferentes espaçamentos e densidades de semeadura. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.23, p.1249-1256. Disponível em: <https://www.sciarp.org/reference/referencespapers?referenceid=1444673>. Acesso em: 18 nov. 2023.

BENNETT, J.W. An overview of the genus *Aspergillus*. In: **Aspergillus: Molecular Biology and Genomics**, v.5, p.23-34, 2010. Disponível em: <https://www.caister.com/aspergillus>. Acesso em: 25 out. 2023.

BERNARDI, A. O.; GARCIA, M. V.; COPETTI, M. V. Food industry spoilage fungi control through facility sanitization. **Current Opinion in Food Science**, v. 29, p. 28-34, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214799319300360>. Acesso em: 30 nov. 2023.

BERTIOLI, D. J. *et al.* An overview of peanut and its wild relatives. **Plant Genetic Resources**, v. 9, n. 1, p. 134-149, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/231885966_An_overview_of_peanut_and_its_wild_relatives. Acesso em: 16 set. 2023.

BINDER, E. M. *et al.* Worldwide occurrence of mycotoxins in commodities, feeds and feed ingredients. **Animal feed science and technology**, v. 137, n. 3-4, p. 265-282, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/222818227_Worldwide_occurrence_of_mycotoxins_in_commodities_feeds_and_feed_ingredients. Acesso em: 8 out.2023.

BONIFÁCIO, T.Z. *et al.* Avaliação da contaminação fúngica em amendoim comercializado a granel no município de Ji-Paraná-RO. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v.2, n.1, p.17-29, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/47808136_TAXONOMIA_DEL_GENERO_ARACHIS_LEGUMINOSAE_Taxonomy_of_the_genus_Arachis_Leguminosae. Acesso em: 8 dez.2024.

CAVALCANTE, B. D. J.; OLIVEIRA, F. H. P. C. de. **Análise de fungos em amendoins comercializados no município de Ipojuca** (Pernambuco-Brasil). Ed. AMPLLA. v.3 p. 19, 2022. Disponível em: <https://ampllaeditora.com.br/books/2022/01/DesafiosSegurancaAlimentar.pdf#page=20>. Acesso em: 14 mar.2023.

CHALFOUN, S. M.; BATISTA, L. R. **Fungos associados a frutos e grãos de café: Aspergillus e Penicillium**. Brasília: Embrapa, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/cS48JKbwxHw8ytDfGyhkb5t/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.

CHEN, T. *et al.* Detection of peanut leaf spots disease using canopy hyperspectral reflectance. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 156, p. 677-683, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330063787_Detection_of_peanut_leaf_spot_s_disease_using_canopy_hyperspectral_reflectance. Acesso em: 17 jul.2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira, Grãos**, v. 8, n. 3, Safra 2020/21. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 19 dez. 2020.

COSTA, F. D.; VERZELETTI, F. B.; WAGNER, R. Isolamento e identificação das aflatoxinas B1 e B2 of *Aspergillus parasiticus* em alimentos. **Cadernos da Escola de Saúde**, v. 1, n. 11, 6 mar. 2017. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernossaude/article/view/2403>. Acesso em: 28 jan.2024.

DE ABREU, J. A. S.; ROVIDA, A. F. DA S.; PAMPHILE, J. A. Fungos de interesse: aplicações biotecnológicas. **Uningá Review**, v. 21, n. 1, 2015. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uningareviews/article/view/1613/1224>. Acesso em: 7 de dez. 2023.

DE ALBUQUERQUE M. F., P. DOS SANTOS, R. C. A cultura do amendoim no Nordeste: Situação atual e perspectivas. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 7, p. 192-208, 2010. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=DE+ALBUQUERQUE+M.+F.%2C+P.+DOS+SANTOS%2C+R.+C.+A+cultura+do+amendoim+no+Nord+este%3A+Situa%C3%A7%C3%A3o+atual+e+perspectivas.+Anais+da+Academia+Pernambucana+de+Ci%C3%A2ncia+Agron%C3%B4mica%2C+v.+7%2C+p.+192-208%2C+2010.&btnG=. Acesso em: 5 maio.2023.

DE HOOG, G. S. *et al.* **Atlas of Clinical Fungi**, Utrecht, The Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelcultures, 2 ed., 2000. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/Atlas_of_Clinical_Fungi_Second_Edition.html?id=clv_CWVR1GoC&redir_esc=y. Acesso em: 3 out.2023.

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-Acaoactinobacterias-2020.pdf>. Acesso em: 24 de set. de 2023.

EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Elementos de Apoio para as Boas Práticas Agrícolas e o Sistema APPCC (Série Qualidade e Segurança dos Alimentos)**. Convênio PAS, 2a Edição. Brasília. DF, 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/118534/elementos-de-apoio-para-as-boas-praticas-agricolas-e-o-sistema-appcc>. Acesso em: 20 jan.2024.

Fabaceae. In: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22797> Acesso em: 19 jun. 2023.

FAO. **Oleaginosas mais cultivadas no mundo/amendoim**. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 20 nov. 2015.

FAOSTAT, FAO Statistics. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome, Italy, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf>. Acesso em: 04 nov.2023.

FERRO, R. *et al.* Monitorização de esporos de fungos em Lisboa, 2014-2016. **Revista Portuguesa de Imunoalergologia**, v. 27, p.29-39, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331749300_Monitorizacao_de_esporos_de_fungos_em_Lisboa_2014_-2016. Acesso em: 20 nov.2023.

FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE. Disponível em: <https://ipad.fas.usda.gov/countrysummary/Default.aspx?id=BR&crop=Peanut>. Acesso em: 07 nov. 2023.

FREIRE, F.D.C.O.; da ROCHA, M.E.B. Impact of mycotoxins on human health. **Fungal Metabolites**, p. 239-261. Springer, Cham, 2017. Disponível em: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-25001-4_21. Acesso em: 20 jan.2024.

GEETHA, K. N. *et al.* **An overview on Arachis hypogaea plant**. **Int. J. Pharm. Sci. Res.**, n.4, v.12, p. 4508-4518, 2013. Disponível em: <https://ijpsr.com/bft-article/an-overview-on-arachis-hypogaea-plant/>. Acesso em: 24 jan.2024.

GLOBO RURAL. **Pró-Amendoim completa 20 anos e setor comemora avanço no mercado internacional**. Globo rural, 2021. Disponível em: <https://globorural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2021/01/pro-amendoim-completa-20-anos-e-setor-comemora-avanco-no-mercado-internacional.html>. Acesso em: 21 de abr. de 2023.

GRIGOLETO, M. R. P. *et al.* Health aspects and ideal temperature for germination of peanut seeds. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 2, p. 233-243, 2019. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=GRIGOLETO%2C+M.+R.+P.+et+al.+Health+aspects+and+ideal+temperature+for+germination+of+peanut+seeds.+Journal+of+Seed+Science%2C+v.+41%2C+n.+2%2C+p.+233-243%2C+2019.&btnG=. Acesso em: 23 jan.2024.

GUERRA, F. L. *et al.* Análise das condições favoráveis à formação de bolor em edificação histórica de Pelotas, RS, Brasil. **Ambiente Construído**, v. 12, p. 7-23, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/b9rRtqsrPpNFWjKW8YF7GBx/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 jan. 2023.

HAMMONS, R. O.; HERMAN, Danielle; STALKER, H. T. **Origem e história inicial do amendoim**. Amendoim. AOCS Press, 2016. p. 1-26. Disponível em: <https://www.infoescola.com/plantas/amendoim/>. Acesso em: 23 jan.2024.

HECK, J. *et al.* **Uma abordagem sobre a produção de lipases do gênero *Penicillium* e suas potenciais aplicações biotecnológicas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR, 2021. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/5816>. Acesso em: 23 jan.2024.

HOELTZ M. *et al.* **Ocratoxina A: análise da qualidade de vinhos brasileiros e importados. Braz.** J.Food Technol. Campinas, v. 15, n. spe, p. 58-63, maio 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/SSK4Lgq5QqDfVzGvd5wv8cP/>. Acesso em: 23 jan.2024.

HUSSEIN, H. S.; BRASEL, J. M. Toxicidade, metabolismo e impacto das micotoxinas em humanos e animais. **Toxicologia**, v. 167, n. 2, pág. 101-134, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11567776/>. Acesso em: 23 jan.2024.

IAMANAKA, B. T.; OLIVEIRA, I. S.; TANIWAKI, M. H. Micotoxinas em alimentos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 7, p. 138-161, 2010. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3605648/mod_resource/content/1/Micotoxinas_Final.pdf. Acesso em: 8 dez.2023.

ISALAR, O.F. *et al.* Contaminantes Fúngicos Associados a Sementes de Amendoim (*Arachis hypogaea*). **Jornal de Bioinformática e Biologia de Sistemas**, v. 4, p. 182-193, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133338/1/637.pdf>. Acesso em 22 jul. 2023.

JAMMAL, D. G.(org.). **A cultura do amendoim e seus reflexos econômicos, sociais e técnicos. Jaboticabal**: AREA Jaboticabal, 2019. Disponível em: https://areajaboticabal.org.br/pdf/livro_02.pdf. Acesso em: 8 dez.2023. Junho, 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19110333/>. Acesso em: 24 jan.2024.

KERN, M. E.; BLEVINS, K. S. **Micologia médica** – Texto e Atlas. 2 ed. São Paulo: PREMIER, p. 256, 1999. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001233939>. Acesso em: 8 dez.2023.

KLICH, M. A. **Identification of common *Aspergillus* species**. Netherlands: Ed. CBS, Advances in Microbiology, v.5 n.4, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjm/a/nZ6gRFdLHQS7XQJk9d5yNzL/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 8 dez. 2023. E-book.

KRAHN C. O *et al.* **Identificação de Fungos Potencialmente Toxigênicos em amostras de amendoim comercializados na cidade Ijuí**, RS, 2020. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/18536>. Acesso em: 25 de nov. de 2023.

KRAPOVICKAS, A.; GREGORY W.C. Taxonomía del género *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, v. 8, n. 4, p. 1-186, 1994. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/47808136_TAXONOMIA_DEL_GENERO_A_RACHIS_LEGUMINOSAE_Taxonomy_of_the_genus_Arachis_Leguminosae. Acesso em: 8 dez.2023.

LEITE JUNIOR, D. P. **Avaliação eco-epidemiológica da aerobiologia fúngica em acervos bibliográficos de Cuiabá e Várzea Grande: impacto na saúde humana e ocupacional**. 2015. Tese (doutorado em Medicina) - Programa de pós-graduação em ciências da saúde área de concentração: Doenças infecciosas e parasitárias subárea: Infecções fúngicas de interesse médico e veterinário. Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso, 2015. Disponível em: <https://ri.ufmt.br/handle/1/2494>. Acesso em: 23 jan.2024.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. The *Fusarium* laboratory manual. John Wiley & Sons. **Boletim Técnico, Micotoxinas On-line**, n. 7, 2019. Disponível em: www.agrobyte.com.br/amendoim.htm. Acesso em: 09 abr. 2023.

LIEN, K. W.; WANG, X.; PAN, M. H.; LING, M. P. **Assessing Aflatoxin Exposure Risk from Peanuts and Peanut Products Imported to Taiwan**. *Toxins* (Basel). 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6651/11/2/80>. Acesso em: 8 dez.2024.

LIMA, J. F. R. **Ocorrência de fungos produtores de micotoxinas em grãos de café comercializados em Goiás**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Inhumas, Goiás, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/1387>. Acesso em: 25 de nov. 2023.

LIRA, D. N. O. **Produção de Extrato Enzimático do Fungo *Aspergillus Flavus* com Atividade Amilolítica**, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) – Universidade Federal Maranhão, 2022. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/6399>. Acesso em: 24 jan.2024.

LIU, Y.; WU, F. Global burden of aflatoxin-induced hepatocellular carcinoma: a risk assessment. **Environmental Health Perspectives**, v.18, n.6, p. 818-824, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20172840/>. Acesso em: 24 jan.2024.

LOZANO, M. G. Amendoim (*Arachis hypogaea* L.): **composição centesimal, ácidos graxos, fatores antinutricionais e minerais em cultivares produzidas no Estado de São Paulo**. 2016. Tese (Mestrado Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós – Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2016. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/111141/tde-15082016-125036/pt-br.php>. Acesso em: 8 dez. 2023.

MARTINS, R.; VICENTE, J. R. **Demandas por inovação no amendoim paulista**. **Economia**, v. 28, p. 2, 2010. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/IE/2010/tec5-0510.pdf>. Acesso em: 24 jan.2024.

MINISTRO DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. (2016). **Instrução Normativa N° 32, de 24 de Agosto de 2016**. Disponível em: https://sistemasweb.agricultura.gov.br/conjurnormas/index.php/INSTRU%C3%87%C3%83O_NORMATIVA_N%C2%BA_32,_DE_24_DE_AGOSTO_DE_2016. Acesso em: 21 dez. 2023.

MIRABILE, G. *et al.* Fungal Contaminants and Mycotoxins in Nuts. In: RAO, V. *et al.* (Ed.). **Nuts and Nut Products in Human Health and Nutrition**. BoD–Books on Demand, 2021. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/78732>. Acesso em: 08 dez. 2023

MONYOA, E.S. *et al.* Occurrence and distribution of aflatoxin contamination in groundnuts (*Arachis hypogaea* L.) and population density of Aflatoxigenic *Aspergilli* in Malawi. **Crop Protection**, v.42, p.149-155, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219412001998>. Acesso em: 9 out.2023.

NAKAI, V. K.; *et al.* Distribution of fungi and aflatoxins in a stored peanut variety. **Food Chemistry**, v. 106, p. 285-290, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/20825672/Distribution_of_fungi_and_aflatoxins_in_a_stored_peanut_variety. Acesso em: 9 out.2023.

NCUBE, J.; MAPHOSA, M. Estado atual do conhecimento sobre aflatoxinas de amendoim e sua gestão de uma perspectiva de melhoramento de plantas: Lições para a África. **Scientific African**, v. 7, p. 264, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227620300028>. Acesso em: 25 nov.2023.

NELSON, P. E. *et al.* *Fusarium*: diseases, biology, and taxonomy. Pennsylvania State: **University Press**, v.117, p.29-36,1992. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00497276>. Acesso em: 18 set.2023.

NÓBREGA, F. V. A.; SUASSUNA, N. D. Análise sanitária de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) armazenadas em algumas áreas do estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 4, n. 2, p. 2, jul./dez., 2004. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/500/50040207.pdf>. Acesso em: 07.nov.2023.

PERAICA M. DOMIJAN A.M. SARIC M. Teorias micotóxicas e do ácido aristolóquico do desenvolvimento da nefropatia endêmica. **Arquivos de Higiene Industrial e Toxicologia**, v.59, n. 1, 2008. Disponível em: <https://hrcak.srce.hr/file/34417>. Acesso em: 19.jun.2023.

PINARIA, A. G.; LIEW, E. C. Y.; BURGESS, L. W. Espécies de *Fusarium* associadas à podridão do caule da baunilha na Indonésia. **Australasian Plant Pathology**, v. 39, p. 176-183, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1071/AP09079.pdf>. Acesso em: 19.jun.2023.

PINTO, N. F. J. A. **Doenças:** qualidade sanitária de grãos. ed.4. 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**. New York: Springer Science and Business Media, v. 519, p. 388. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-92207-2>. Acesso em: 14 maio.2023.

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: <http://revistageraisaude.mg.gov.br/index.php/gerais41/article/view/298>. Acesso em: 6 nov.2023.

RICHARD, H. Some major mycotoxins and their mycotoxicoses: **an overview**. **Int J Food Microbiol.**, v. 119, p. 3-10, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17719115/>. Acesso em: 24 jan.2024.

ROCHA, M. E. B. da *et al.* Micotoxinas e seus efeitos na saúde humana e animal. **Controle alimentar**, v. 36, n. 1, pág. 159-165, 2014. Disponível em: <https://www.rbac.org.br/artigos/micotoxinas-e-seus-efeitos-saude-humana-revisao-de-literatura/>. Acesso em: 24 jan.2024.

RODRIGUES, Paula *et al.* A polyphasic approach to the identification of aflatoxigenic and non-aflatoxigenic strains of *Aspergillus* section *Flavi* isolated from Portuguese almonds. **International journal of food microbiology**, v. 129, n. 2, p. 187-193, 2009. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160508006156?casa_token=yN_5PXDUMEAAAAA:onUyvEivEaBf0AL3MwlhCmGF_6Wlk5OSp0Z8DtTWxaCYjGkPBQWWZwTyqFDaOCskRNloRUHqoDoz. Acesso em: 0 28 jan. 2024.

SABBADINI, A. M. *et al.* **Ocorrência de fungos toxicológicos em grãos coletados no município de campo mourão e a relação destes com o desenvolvimento de doenças**. In: VI EPCC Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar, 2009. Disponível em: <https://rdu.unicesumar.edu.br/xmlui/handle/123456789/5542>. Acesso em: 24 jan.2024.

SALVE, A. R., Leblanc, J. G., & Arya, S. S. Effect of processing on polyphenol profile, aflatoxin concentration and allergenicity of peanuts. **Journal of Food Science and Technology**, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8196134/>. Acesso em: 24 jan.2024.

SANTIN, E. *et al.* Micotoxinas do *Fusarium* spp na avicultura comercial. **Ciência Rural**, v. 31, p. 185-190, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/qzdKN7WCj4wDzNb8qFVFmvx/>. Acesso em: 8 dez.2023.

SANTOS, A. C. *et al.* Occurrence and exposure assessment to aflatoxins in peanuts commercialized in the northwest of Paraná, Brazil. **Ciência Rural**, v. 48, 2018.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/PYSGKSYGFJndb8jZsP7QtJp/?lang=en>. Acesso em: 24 jan.2024.

SANTOS, F. *et al.* Qualidade de sementes de amendoim armazenadas no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 72, p. 310-317, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/M6hVLjrkrTrZ7C5m4hzJsXS/?lang=pt>. Acesso em: 14 maio. 2023.

SILVA, L. N. B. da. **Identificação e caracterização filogenética de genes codificantes de lipases no gênero *Penicillium***. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia) - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, POA, 2022. Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia. Disponível em: <https://l1nk.dev/qnUoU>. Acesso em: 24 jan.2024.

LIMA, J. F. R. **Ocorrência de fungos produtores de micotoxinas em grãos de café comercializados em Goiás**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Inhumas, Goiás, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/1387>. Acesso em: 25 de nov. 2023.

SILVA, R. M. *et al.* Eficiência da aplicação de nutrientes via semente e foliar na cultura do amendoim. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 2, p. 97-101, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.32404/rean.v5i2.1533>. Acesso em: 15 nov. 2023.

SILVA, S. R. A. *et al.* Potencial biotecnológico de colagenase produzida por fungo isolado da caatinga. **Agricultura e agroindústria no contexto do desenvolvimento rural sustentável**, v. 1, n. 1, p. 262-273, 2021. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/artigos/potencial-biotecnologico-de-colagenase-produzida-por-fungo-isolado-da-caatinga>. Acesso em: 24 jan.2024.

SINGH, A. *et al.* Functional uses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed storage proteins. **Grain and seed proteins functionality**, p. 121-142, 2021. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/75883>. Acesso em: 24 jan.2024.

SMITH L.E. *et al.* The Potential Role of Mycotoxins as a Contributor to Stunting in the SHINE Trial. **Clinical Infectious Diseases**. v. 61, n.7, p. 733-737, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4657594/>. Acesso em: 24 jan.2024.

SMITH, J.E., HENDERSON, R.S. **Mycotoxins and animal foods**. Ed: Athens - CRC. P.108. 1991. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/qzdKN7WCj4wDzNb8qFVFmvx/>. Acesso em: 24 jan.2023.

SOARES, G. C.; VIEIRA, F. G. A.; DE CARVALHO, R. M. M. Extração e caracterização das propriedades físico-químicas do óleo de amendoim através do planejamento fatorial. **Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v. 13, 2021. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrrj.edu.br/index.php/revistapct/article/view/1961>. Acesso em: 17 jan.2023.

SOUZA, A. M.; FERNANDES, C. R.; BOAS, P. R. V. Caracterização da produção e do comércio de amendoim no Brasil: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 9, n. 2, p. 363-393, 2010. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/issue/view/1364>. Acesso em: 24 jan.2024.

TORTORA, G.; CASE, C. L.; FUNKE, B. R. **Microbiologia**. São Paulo: Editora Atheneu, 2012. Disponível em: [file:///C:/Users/Acer/Downloads/Microbiologia%2012ed%20-Tortora%20-%20Cap.8%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Acer/Downloads/Microbiologia%2012ed%20-Tortora%20-%20Cap.8%20(1).pdf). Acesso em: 8 dez.2023.

UNICAMP, Organizadores NEPA. **TACO–Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Editora: Fórmula, Campinas, SP, 2006. Disponível em: https://www.cfn.org.br/wpcontent/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf. Acesso em: 17 jan.2024.

VISOTTO, L. E. *et al.* Isolamento de fungos toxigênicos em grãos de café (*Coffea arabica* L.) e avaliação da produção IN VITRO de ocratoxina A. **R. Bras. Armaz.**, Especial Café, n. 10, p. 49-57, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.32404/rbac.v10i0.1057>. Acesso em: 08 jun. 2023.

