



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
CURSO DE ZOOTECNIA

BRUNA LETÍCIA SANTOS PEREIRA

OCORRÊNCIA DE FUNGOS FILAMENTOSOS E LEVEDURAS EM QUEIJO
ARTESANAL DE ORIGEM BUBALINA PRODUZIDO NA BAIXADA
MARANHENSE

SÃO LUÍS

2025

BRUNA LETÍCIA SANTOS PEREIRA

**OCORRÊNCIA DE FUNGOS FILAMENTOSOS E LEVEDURAS EM QUEIJO
ARTESANAL DE ORIGEM BUBALINA PRODUZIDO NA BAIXADA
MARANHENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado junto ao Curso de Zootecnia da
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA),
para a obtenção do título de Bacharel em
Zootecnia.

Orientadora: Profa. Dr^a. Amanda Mara Teles

SÃO LUÍS

2025

Pereira, Bruna Letícia Santos.

Ocorrência de fungos filamentosos e leveduras em queijo artesanal de origem bubalina produzido na Baixada Maranhense. / Bruna Letícia Santos Pereira. – São Luís, MA, 2025.

51 f.

Monografia (Curso de Zootecnia) – Universidade Estadual do Maranhão, 2025.

Orientadora: Profa. Dra. Amanda Mara Teles.

1. Derivados Lácteos. 2. Fungos Filamentosos. 3. Micotoxinas.
4. Agricultura Familiar. I. Título.

CDU: 602.3:582.281.21/.23 (812.1)

BRUNA LETÍCIA SANTOS PEREIRA

**OCORRÊNCIA DE FUNGOS FILAMENTOSOS E LEVEDURAS EM QUEIJO
ARTESANAL DE ORIGEM BUBALINA PRODUZIDO NA BAIXADA
MARANHENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado junto ao Curso de Zootecnia da
Universidade do Maranhão (UEMA), para a
obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em: 08/07/2025



Documento assinado digitalmente
AMANDA MARA TELES
Data: 17/07/2025 09:28:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dr^a. Amanda Mara Teles
Orientadora
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA



Documento assinado digitalmente
DANILO CUTRIM BEZERRA
Data: 18/07/2025 15:26:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Danilo Cutrim Bezerra
1º Membro
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA



Documento assinado digitalmente
NANCYLENI PINTO CHAVES BEZERRA
Data: 17/07/2025 16:26:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dr^a. Nancyleni Pinto Chaves Bezerra
2º Membro
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

SÃO LUÍS
2025

*Dedico este trabalho a toda a minha família, que
sempre me apoiou e torceram pelo meu sucesso!*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pois sem sua graça e força, nada seria possível. Ele me concedeu a coragem necessária para superar as barreiras da vida e os desafios da faculdade, e sou profundamente grata por tudo o que ele tem feito em minha jornada.

Aos meus familiares, meu eterno agradecimento. Minha mãe, Zandra Maria Nina Santos, meu pai, Jorge Cordeiro Pereira, e minha irmã, Beatriz Nina Santos Pereira, foram os pilares fundamentais de todo o meu percurso. Sempre estiveram ao meu lado, apoiando-me em cada luta e conquista, fazendo o possível e o impossível para que eu nunca desistisse. O amor, a confiança e o incentivo de vocês me deram forças para acreditar no meu potencial e seguir em frente.

Ao meu namorado e companheiro, Marenilson Madeira Silva, agradeço de coração por estar sempre ao meu lado, apoiando-me e ajudando sem medir esforços. Você tem sido meu parceiro incansável, não só nos momentos difíceis, mas também nas vitórias. Não é à toa que estamos juntos há tanto tempo, caminhando para mais uma década de companheirismo, com a certeza de que muitos mais anos virão.

A minha tia Kátia Nina, que sempre acreditou em mim, que sempre me deu oportunidades de crescer na vida, mesmo com pouca condição, me deu a oportunidade de morar em outro país.

Agradeço à minha orientadora, Profa. Dr^a Amanda Mara Teles, por sua paciência e dedicação imensuráveis. Mesmo diante de um tema complexo, como os fungos, ela me guiou com cuidado e transmitiu seu vasto conhecimento de forma clara e acessível. Sou grato por cada ensinamento, que me permitiu crescer acadêmica e pessoalmente.

À minha Profa. Dr^a Nancyleni Chaves Pinto Bezerra, expresse minha profunda gratidão por abrir as portas do Laboratório de Microbiologia de Alimentos e Água – LMAA e me acolher no projeto de iniciação científica e, posteriormente, no projeto de TCC. Seu jeito encantador de ensinar, sua voz doce e sua leveza ao compartilhar seu conhecimento são um exemplo de como a educação pode ser transformadora. Sou grata por tudo o que aprendi com você.

Não poderia esquecer, todos os membros do Laboratório de Microbiologia de Alimentos e Água – LMAA, em especial os que eu tive mais contatos, Juliana Caldas, Greiciene, Gisely Jovita, André, Carlos Alberto Bezerra e Ester Clévia, meu muito obrigada to^c pelo acolhimento, ensinamentos e pela partilha de conhecimentos.

Agradeço também a todos os professores do Departamento de Zootecnia, especialmente à Professora Elba Chaves, ao Professor Danilo Cutrim, ao Professor Helder Luís e à Professora

Valéria Apolinário, que, com suas orientações, contribuíram para minha formação acadêmica de maneira significativa.

Ao Professor Raimundo Calixto, do Departamento de Engenharia Agrônômica, meu sincero agradecimento. Além de ser um professor exemplar, você se mostrou um grande amigo e mentor, sempre disposto a ceder seu tempo e compartilhar sua sabedoria. Agradeço pelas viagens aos congressos e feiras agropecuárias, pelas lições valiosas de que não existem barreiras quando se tem determinação, e pelo apoio incansável aos alunos do curso de Zootecnia. Sua presença sempre cativante fez toda a diferença em minha trajetória.

Não poderia deixar de agradecer aos meus amigos e companheiros de graduação, Alessandro Neves, Carolyne Maya, Christtian Carvalho, Iago Baima, Kayron Araújo, Janderson Galvão e Jenyffer Cristine. Nossa amizade foi além de simples companheirismo de sala de aula, nos tornamos uma grande família. Que essa amizade perdure por toda a vida e seja passada para as futuras gerações. E ao novo amigo que a SAGRIMA me deu, Glaudiston Santos, que apesar de pouco tempo, mostrou ser uma pessoa de bom coração.

Imensa gratidão, ao curso de Zootecnia e à Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) pela formação acadêmica e por terem sido parte fundamental da minha caminhada. Foram 5 anos de muito aprendizado, desafios e conquistas que levarei para toda a vida. A cada professor, servidor e colegas que fizeram parte da minha jornada, muito obrigada. Essa etapa se encerra, mas o carinho e o orgulho por fazer parte dessa instituição permanecem para sempre.

Muito Obrigada!

*“Suba ao primeiro degrau com fé.
Não é necessário que veja toda a
escada, apenas dê o primeiro
passo”*

Martin Luther King

RESUMO

A produção artesanal de queijos é uma tradição cultural consolidada, que contribui para a identidade regional e o desenvolvimento econômico local. Na Baixada Maranhense, essa atividade é fundamental para a economia de pequenos produtores familiares que utilizam técnicas herdadas de gerações anteriores e matérias-primas locais. Contudo, esses produtos lácteos apresentam alta suscetibilidade à contaminação microbiológica, o que representa um risco para a saúde pública e exige atenção para garantir a qualidade e a segurança desse derivado lácteo. Neste sentido, objetivou-se com o estudo verificar a ocorrência de fungos filamentosos e leveduras em queijo artesanal de origem bubalina produzido na Baixada Maranhense. Para esse fim, foram coletadas 20 amostras de queijos, produzidos nos municípios de São Bento e Viana, ambos situados na Baixada Maranhense. Os queijos, foram transportados em caixas isotérmicas até a Universidade Estadual do Maranhão onde foi realizada a enumeração de fungos filamentosos e leveduras e a identificação dos fungos filamentosos por meio das características morfológicas, tanto macroscópicas (coloniais) quanto microscópicas (estruturas celulares). Os resultados do estudo demonstram a presença de bolores e leveduras em 100 % (n= 20/20) das amostras de queijos avaliados com populações fúngicas que variaram de $1,9 \times 10^3$ a $1,4 \times 10^7$ UFC/grama. Foram identificados dois gêneros de fungos, o *Aspergillus* sp. e o *Penicillium* sp. Conclui-se existir elevada ocorrência de fungos filamentosos e leveduras nas amostras de queijo artesanal, com a existência de dois gêneros fúngicos microtoxigênicos, o que se configura em risco para a segurança microbiológica dos consumidores e a necessidade urgente de implementação de boas práticas de fabricação e políticas públicas para garantir a qualidade e a inocuidade desse importante produto artesanal.

PALAVRAS-CHAVE: Derivado lácteo. Fungos filamentosos. Micotoxinas. Agricultura familiar.

ABSTRACT

Artisanal cheese production is a consolidated cultural tradition that contributes to regional identity and local economic development. In Baixada Maranhense, this activity is essential for the economy of small family producers who use techniques inherited from previous generations and local raw materials. However, these dairy products are highly susceptible to microbiological contamination, which poses a risk to public health and requires attention to ensure the quality and safety of this dairy product. In this sense, the objective of the study was to verify the occurrence of filamentous fungi and yeasts in artisanal cheese of buffalo origin produced in Baixada Maranhense. For this purpose, 20 samples of cheeses produced in the municipalities of São Bento and Viana, both located in Baixada Maranhense, were collected. The cheeses were transported in isothermal boxes to the State University of Maranhão, where the enumeration of filamentous fungi and yeasts was performed and the identification of filamentous fungi through morphological characteristics, both macroscopic (colonial) and microscopic (cellular structures). The results of the study demonstrate the presence of molds and yeasts in 100% (n = 20/20) of the cheese samples evaluated, with fungal populations ranging from 1.9×10^3 to 1.4×10^7 CFU/gram. Two genera of fungi were identified, *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp. It is concluded that there is a high occurrence of filamentous fungi and yeasts in the artisanal cheese samples, with the existence of two microtoxigenic fungal genera, which constitutes a risk to the microbiological safety of consumers and the urgent need to implement good manufacturing practices and public policies to guarantee the quality and safety of this important artisanal product.

KEY-WORDS: Dairy derivative. Filamentous fungi. Mycotoxins. Family farming.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDA	Ágar Batata Dextrose
BM	Baixada Maranhense
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IG	Indicação Geográfica
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MG	Minas Gerais
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PNAG	Programa Nacional de Alimentos Escolar
QMA	Queijo Minas Artesanal
UFC	Unidade Formadora de Colônia

SUMÁRIO

<i>CAPÍTULO I</i>	12
1. INTRODUÇÃO GERAL	13
1.1 JUSTIFICATIVA.....	14
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 GERAL.....	15
1.2.2 ESPECÍFICOS.....	15
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)	15
REFERÊNCIAS.....	15
<i>CAPÍTULO II</i>	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 QUEIJOS ARTESANAIS	18
2.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E CULTURAL DA PRODUÇÃO ARTESANAL DE QUEIJOS.....	19
2.3 PRODUÇÃO DE QUEIJO ARTESANAL NO MARANHÃO E NA BAIXADA MARANHENSE ...	20
2.4 BUBALINOCULTURA.....	22
2.5 PRODUÇÃO DE LEITE DE BÚFALA	22
2.6 CONTAMINAÇÃO ALIMENTAR POR FUNGOS.....	23
2.7 FUNGOS TOXIGÊNICOS E SUAS MICOTOXINAS EM ALIMENTOS.....	24
2.8 FATORES DE RISCOS RELACIONADOS A CONTAMINAÇÃO DE QUEIJOS	25
REFERÊNCIAS.....	26
<i>CAPÍTULO III</i>	30
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 ÁREA DE ESTUDO E AMOSTRAS	31
3.2 ENUMERAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE FUNGOS FILAMENTOSOS E LEVEDURAS	31
REFERÊNCIAS.....	32
<i>CAPÍTULO IV</i>	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
REFERÊNCIAS.....	44
<i>CAPÍTULO V</i>	48
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção de queijos artesanais é uma atividade tradicional que tem suas raízes a milhares de anos, sendo um patrimônio cultural de diversos povos e regiões ao redor do mundo. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2018), os queijos artesanais são produtos que refletem as características tradicionais, culturais e regionais do local de origem, elaborados com técnicas passadas de geração em geração. No Brasil, esse tipo de produção tem ganhado crescente valorização tanto no mercado interno quanto externo, devido à sua qualidade sensorial e autenticidade e seu papel na economia de pequenas comunidades rurais (Abraq, 2020).

Diferentes dos industrializados, os queijos artesanais, são produzidos em pequena escala, com uso limitado de aditivos químicos e com forte influência das condições ambientais locais, como clima, vegetação e microbiota. Segundo Dias *et al.* (2019), essas características conferem um sabor e aroma únicos, além de contribuírem para a valorização da cultura e da economia regional. Sobretudo, para o desenvolvimento socioeconômico de territórios historicamente marginalizados, como é o caso da Baixada Maranhense.

Para Costa *et al.* (2021), os queijos produzidos na Baixada Maranhense, na sua maioria são de leite de búfala (*Bubalus bubalis*) e destacam-se por sua qualidade sensorial excepcional, inseridos na base da economia de muitos Municípios da região. A produção é realizada por pequenos produtores que utilizam técnicas herdadas de gerações anteriores, empregando mão de obra familiar e matérias-primas locais.

Embora desempenhe um papel fundamental, a cadeia produtiva do queijo na Baixada Maranhense enfrenta desafios como a informalidade, a ausência de certificações sanitárias e a dificuldade de acesso a políticas públicas de apoio governamentais. Iniciativas de capacitação técnica e de regularização sanitária são essenciais para o fortalecimento da atividade e para a inserção dos produtos no mercado formal (Silva *et al.*, 2022).

Dentre os microrganismos que pode estar presentes nos queijos artesanais, destacam-se os fungos filamentosos e leveduras, que podem causar alterações indesejáveis, como sabor, textura, aroma, além de apresentar riscos à saúde pública. O Brasil, por ser um país tropical, possui condições favoráveis ao crescimento de fungos toxigênicos, situação que se agrava pela utilização de práticas agrícolas inadequadas e pelo fato desses metabólitos secundários tóxicos possuírem alta estabilidade química (Oliveira, 2011).

Ainda que a produção de queijos artesanais da Baixada Maranhense apresente uma atividade de grande relevância econômica e cultural, existe uma carência de estudos sobre a qualidade microbiológica desses produtos (Anvisa, 2013). Dessa forma, o monitoramento de

fungos unicelulares e multicelulares em produtos lácteos é fundamental para garantir a segurança do alimento ao consumidor e a inocuidade.

1.1 Justificativa

A produção de queijos artesanais no Brasil desempenha papel essencial na economia de base familiar e na segurança alimentar de diversas Regiões brasileiras. No estado do Maranhão, especialmente na região da Baixada Maranhense, essa prática está intimamente ligada à agricultura familiar, que utilizam técnicas empíricas na produção de alimentos, incluindo o queijo artesanal.

A produção de queijo a partir do leite de búfala tem ganhado destaque no Maranhão, em especial pela sua qualidade nutricional e pelo reconhecimento de produtos locais. Contudo, a maior parte desses queijos é produzida de forma artesanal, com técnicas tradicionais e, muitas vezes, em ambientes com infraestrutura sanitária limitada, o que eleva os riscos de contaminação microbiológica, notadamente por fungos. Esses microorganismos não apenas comprometem a qualidade sensorial e a aceitação do produto pelo consumidor, mas também representam risco à saúde pública, uma vez que várias espécies fúngicas são capazes de produzir micotoxinas, substâncias químicas com alto potencial tóxico, mutagênico, imunossupressor e até carcinogênico (Pitt; Hocking, 2009; Iarc, 2020).

A ausência de políticas públicas específicas e a escassez de dados científicos regionais sobre a contaminação fúngica em queijos da Baixada Maranhense agravam esse cenário, dificultando a implementação de medidas de controle sanitário e de valorização segura desses produtos no mercado. Os resultados obtidos com esta pesquisa poderão subsidiar ações de capacitação técnica, regulamentação sanitária adequada e fortalecimento das cadeias produtivas locais, além de preencher uma lacuna no conhecimento regional e contribuir para a promoção da saúde pública, a valorização da produção artesanal com qualidade e a sustentabilidade socioeconômica dos pequenos produtores

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

- Avaliar a ocorrência de fungos filamentosos e leveduras em queijo artesanal de origem bubalina produzidos por agricultores familiares da Baixada Maranhense.

1.2.2 Específicos

- Isolar e identificar fenotipicamente, por meio de características macroscópicas de fungos filamentosos em amostras de queijo artesanal.
- Determinar, por meio de características microscópicas, o gênero de fungos filamentosos presentes em amostras analisadas.

1.3 Estrutura do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)

O trabalho de Conclusão de Curso (TCC) está dividido em cinco (05) capítulos:

- **Capítulo I:** refere-se à introdução do trabalho, onde está incluída a justificativa do estudo, além dos objetivos geral e específicos.
- **Capítulo II:** encontra-se a fundamentação teórica.
- **Capítulo III:** é apresentado a metodologia.
- **Capítulo IV:** encontram-se os resultados e discussão da pesquisa.
- **Capítulo V:** refere-se as considerações finais.

REFERÊNCIAS

ABRAQ. Associação Brasileira Dos Produtores De Queijo Artesanal. **Queijos artesanais brasileiros: tradição, qualidade e identidade.** Brasília: ABRAQ, 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011**. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. Brasília: ANVISA, 2013.

COSTA, R. M. *et al.* Potencial socioeconômico da produção de queijo artesanal na Baixada Maranhense. **Revista Agroecossistemas**, v. 13, n. 1, p. 33-42, 2021.

DIAS, R. S. *et al.* Diversidade microbiana e segurança de queijos artesanais brasileiros: desafios e oportunidades. **Food Microbiology**, v. 82, p. 111-119, 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization. **The future of food and agriculture: alternative pathways to 2050**. Rome: FAO, 2018.

IARC. International Agency for Research on Cancer. **Mycotoxins in food**. Lyon: World Health Organization, 2020.

OLIVEIRA, D. S. *et al.* Políticas públicas e o fortalecimento da produção de queijos artesanais no Maranhão. **Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 13, n. 1, p. 210-228, 2023.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and food spoilage**. 3. ed. New York: Springer, 2009.

SILVA, T. M. D. *et al.* Serviço de Inspeção Municipal em municípios maranhenses como ferramenta de desenvolvimento local e inclusão social. In: SOUSA, J. S. (Org.) **A economia do desenvolvimento: do crescimento econômico ao desenvolvimento sustentável**. 1. ed. Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2023. p. 156-171.

CAPÍTULO II

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Queijos Artesanais

A fabricação artesanal de queijos é uma atividade tradicional que tem suas raízes a milhares de anos, sendo um patrimônio cultural e gastronômico em diversas regiões do mundo. Países como França, Itália e Suíça são reconhecidos por sua diversidade e tradição queijeira, valorizando as tradicionais técnicas manuais e ingredientes locais. Esses produtos possuem características únicas relacionadas à origem do leite, clima, práticas de produção e microrganismos presentes na região (Fox et al., 2017).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2018), os queijos artesanais são produtos que refletem as características tradicionais, culturais e regionais do local de origem, elaborados com técnicas passadas de geração em geração. Enquanto a legislação brasileira define queijo artesanal como aquele elaborado com leite cru ou pasteurizado, proveniente de produção própria ou de propriedades vizinhas, respeitando práticas tradicionais e com rastreabilidade garantida (Brasil, 2020). No Brasil, o queijo artesanal tem ganhado destaque tanto no mercado interno quanto externo, devido à sua qualidade sensorial e autenticidade (Abraq, 2020).

Os queijos artesanais se diferenciam dos industrializados por serem produzidos em pequena escala, com uso limitado de aditivos químicos e com forte influência das condições ambientais locais, como clima, vegetação e microbiota. Segundo Dias et al. (2019), essas características conferem um sabor e aroma únicos, além de contribuírem para a valorização da cultura e da economia regional. Essa diversidade microbiana nativa, que inclui bactérias lácticas e fungos benéficos, desempenha um papel crucial no processo de maturação e na formação das propriedades sensoriais dos queijos (Fox et al., 2017).

A legislação vem evoluindo para reconhecer e regulamentar a produção artesanal, com destaque para o selo Arte, instituído em 2018, que permite a comercialização interestadual de produtos artesanais de origem animal (BRASIL, 2018).

Para isso a produção deve observar normas sanitárias específicas, como as estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelas secretarias estaduais de Agricultura. Além disso, o controle de qualidade microbiológica é essencial para garantir a segurança alimentar desses produtos (Parente et al., 2020).

De acordo com o MAPA (2019), estima-se que existem mais de 170 mil produtores de queijos artesanais no Brasil, onde existe a produção com leite de diferentes espécies animais,

como bovinos (*Bos indicus* e *Bos taurus*), principalmente nas regiões centro-oeste, sudeste e sul, bubalinos (*Bubalus bulalus*), tradicionalmente processado na região norte e ovinos (*Ovis aries*) e caprinos (*Capra hircus*), que se destacam na região nordeste (Chaves et al., 2021).

O leite desses animais, possuem um rico valor nutricional nas dietas dos humanos, apresentando uma composição nutricional composta por proteínas, gorduras, vitaminas e minerais. O queijo se torna um alimento no mesmo nível das carnes, ovos e oleaginosas, principalmente por suas proteínas e alto valor nutricional (Fonseca, 2024).

Entre eles, destacam-se produções como o Queijo Minas Artesanal (QMA), o Queijo Coalho no Nordeste, o Queijo Serrano na região Sul e o Queijo Marajó na região Norte. Esses produtos, muitas vezes feitos com leite cru, refletem técnicas herdadas de gerações e são importantes fontes de renda para agricultores familiares (Brasil, 2020).

O estado de Minas Gerais é o maior produtor de queijos artesanais, com uma produção anual superior a 29 mil toneladas, dentre eles está o tradicional QMA, produzido em diversas regiões (Ferreira e Ferreira, 2011). Já o queijo do marajó é produzido apenas na Ilha de Marajó, no estado do Pará, na região norte do Brasil (Pará, 2011). Caso seja adicionado manteiga durante o cozimento da massa, o queijo é classificado com queijo manteiga, ou queijo tipo creme quando se adiciona creme de leite à massa (Adepará, 2013).

No Nordeste brasileiro, os queijos artesanais mais populares são o queijo coalho e o manteiga, que são produzidos e consumidos localmente, representam uma parcela significativa na renda dos produtores dessa região (Mesquita; Rocha; Carneiro, 2010). Além destes, destacam-se os queijos Serrano e Colonial, típicos da região sul (Epagri, 2011; Ambrosini et al., 2020).

2.2 Importância Socioeconômica e Cultural da Produção Artesanal de Queijos

A produção artesanal de alimentos, incluindo queijos, desempenha um papel fundamental na sustentabilidade econômica e social de comunidades rurais. Ela gera emprego e renda, promove a inclusão social e contribui para a segurança alimentar (Souza et al., 2021). Além disso, a produção artesanal, em grande parte é realizada por agricultores familiares, sendo essencial para a manutenção da vida rural e para a preservação dos saberes tradicionais.

Segundo Martins et al. (2020), os queijos artesanais também desempenham um papel importante na valorização territorial, funcionando como elemento de identidade cultural e atração turística. Eventos como feiras e festivais de queijo, movimentam a economia local e

reforçam os laços entre produtores e consumidores. De acordo com Lemos et al. (2018), a presença desses produtos no turismo rural fortalece a imagem das comunidades e atrai consumidores em busca de autenticidade e qualidade.

A crescente valorização dos produtos artesanais tem impulsionado políticas públicas voltadas ao fortalecimento da agroindústria familiar. A inclusão desses produtos em programas institucionais de compras governamentais, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), tem contribuído para sua inserção no mercado formal (Brasil, 2022). De acordo com dados do Relatório Socioeconômico da Cadeia Produtiva do Leite no Rio Grande do Sul, 7.690 produtores produzem derivados lácteos, entre eles o queijo colonial, por exemplo, em agroindústrias próprias legalizadas (187) ou em instalações domésticas (7.503), o que demonstra o grande número de famílias envolvidas e a oportunidade para o desenvolvimento nessa produção (EMATER/RS-ASCAR, 2019).

A regulamentação da produção de queijos artesanais no Brasil tem avançado nos últimos anos, com o objetivo de garantir a segurança dos alimentos sem comprometer as especificidades tradicionais desses produtos, pois vem ganhando destaque no mercado tradicional, com o grande número de pequenos e micro laticínio. A Lei n.º 13.860/2019 estabeleceu diretrizes para a elaboração e comercialização de queijos artesanais, reconhecendo sua importância cultural e econômica (Brasil, 2019).

O Selo Arte, instituído pelo Decreto n.º 9.918/2019, permite a comercialização interestadual de produtos alimentícios artesanais de origem animal que atendam a requisitos de boas práticas agropecuárias e de fabricação (Brasil, 2019). Essa iniciativa representa um avanço significativo para os pequenos produtores, ampliando o acesso a novos mercados, estaduais e nacionais.

Entretanto, ainda existem desafios relacionados à adequação sanitária das unidades produtivas, à capacitação dos produtores e à fiscalização. É necessário um equilíbrio entre a exigência sanitária e a preservação das características tradicionais dos produtos, de modo a não inviabilizar a produção artesanal (Pereira et al., 2021). Segundo Silva et al. (2019), a atuação integrada entre órgãos reguladores e associações de produtores é essencial para a efetiva implementação das normas e o fortalecimento do setor.

2.3 Produção de Queijo Artesanal no Maranhão e na Baixada Maranhense

No estado do Maranhão, a produção de queijo artesanal representa uma importante atividade econômica para diversas comunidades rurais. Como por exemplo, a Baixada

Maranhense, região de grande relevância ambiental e cultural, destaca-se como um dos polos de produção, com características da agroindústria familiar de base tradicional, com técnicas informais e de forma clandestina.

Segundo Costa et al. (2021), os queijos produzidos na BM são reconhecidos por sua qualidade sensorial excepcional, estando na base da economia de muitos municípios da região. A produção é realizada, em sua maioria, por pequenos produtores que utilizam técnicas herdadas de gerações anteriores, empregando mão de obra familiar e matérias-primas locais. De acordo com Andrade et al. (2020), essa produção ainda necessita de estudos detalhados sobre a microbiota envolvida, o que poderia favorecer estratégias de valorização e certificação de origem.

O município de São Bento na BM, concentra boa parte da bacia leiteira bubalina, responsável pela produção do seu tradicional queijo, característicos da região e símbolo da cultura local. Ele ocorre em pequena escala, com técnicas tradicionais e de baixa qualidade sanitária, porém com um produto de qualidade sensorial excepcional, estando na base econômica de pequenos e médios produtores da região.

Por ser um produto característico da cidade, e estar inserido em uma região deprimida economicamente, o surgimento de uma Indicação Geográfica (IG) do queijo de São Bento tem sido apontado por alguns autores e instituições do Maranhão como uma alternativa para o desenvolvimento da região (Nascimento, et al, 2012). Pois mesmo com ações desenvolvidas pelo MAPA e outros órgãos governamentais, apenas três queijos ganharam IG: Minas Canastra e Minas Serro, ambos de Minas Gerais, e Colônia de Witmarsum (Paraná) (Araújo, 2020). Um dos queijos mais consumidos no Brasil é feito de leite de búfala que é o queijo mussarela sendo um produto rico em cálcio, contém minerais (potássio e fósforo) e vitaminas 16 do complexo lipossolúvel A, B e D. Também possui um elevado teor proteico, a caseína tem maior predominância no queijo (Menegon, 2019).

Apesar da importância, a cadeia produtiva do queijo na BM enfrenta desafios como a informalidade, a ausência de certificações sanitárias e a dificuldade de acesso a políticas públicas de apoio governamentais. Iniciativas de capacitação técnica e de regularização sanitária são essenciais para o fortalecimento da atividade e para a inserção dos produtos no mercado formal (Silva et al., 2022).

A valorização do queijo artesanal maranhense pode contribuir para a preservação da cultura local, a geração de renda e a promoção do desenvolvimento territorial sustentável. O reconhecimento da singularidade desses produtos é um passo importante para a construção de políticas públicas mais sensíveis às especificidades regionais (Oliveira et al., 2023).

2.4 Bubalinocultura

Os búfalos são animais do reino Animalia, da classe dos Mamíferos, ordem Artiodáctilo, Subordem Ruminantia, Família Bovidae, Subfamília Bovinae que é subdividida em três grupos: bovinos (*Bos taurus*), sincerinós (*Syncerus caffer*) e bubalinos (*Bubalus bubalis*). Os búfalos domésticos (*Bubalus bubalis*) tem origem a partir do búfalo selvagem (*Bubalus arnee*), conhecido como Arni, que habitava a região norte da Índia, Sri Lanka e Indochina (Coelho, 2019).

A bubalinocultura é uma atividade que utiliza poucos recursos tecnológicos, cerca de 97% do total de 200 milhões de cabeças do rebanho mundial está localizado nos países asiáticos. O Brasil se destaca com um importante centro de criação de bubalinos fora da Ásia. Segundo o IBGE (2024), o efetivo do rebanho brasileiro alcançou aproximadamente 1,5 milhões de cabeça em 2022, com destaque no estado do Pará com o maior produtor.

No Brasil, oficialmente são reconhecidas quatro raças de búfalos, com grande potencial para leite e carne, divididos em dois grupos: búfalos de rios (Murrah, Mediterrâneo e Jafarabadi) e o búfalo do pântano (Carabao). A disseminação mundial na criação de búfalos, foi devido a superioridade econômica apresentada em relação aos outros ruminantes domésticos, principalmente no que diz respeito à rusticidade e adaptação às várias condições climáticas, no manejo do rebanho, eficiência de conversão alimentar, fertilidade e longevidade (Domenico, 2023).

2.5 Produção de Leite de Búfala

A produção de leite é a característica mais relevante dos búfalos, sendo essencial compreender o gerenciamento tanto da produção, quanto do produto para garantir o êxito financeiro na atividade leiteira. Esses animais têm uma habilidade natural de transformar forragens de baixa qualidade e restos de culturas de terrenos menos produtivos em carne e leite de excelente qualidade. Ademais, eles possuem uma vida útil produtiva prolongada, com potencial para até nove ou dez partos, além de uma produção diária que varia de 7 a 11 litros de leite (Viana, 2022)

O leite de búfala, apresenta características únicas, quando comparados ao leite bovino, possuem vantagens nutricionais, com maiores teores em sólidos totais, gorduras, proteínas, cálcio e fósforo. É mais concentrado que o leite bovino, apresentando menos água e mais matéria seca, possuem um sabor mais adocicado, apesar de não possuir mais lactose que o leite bovino (Macedo et al, 2001). O leite de búfala é duas vezes mais rico em gordura, com relação ao leite de gado, isso contribui para o seu elevado valor energético e nutricional.

No Brasil possuem queijos que são tradicionalmente, feitos com leite de búfalas. O rendimento da produção de derivados lácteos de bubalinos, podem ser observados na produção do queijo muçarela. Com cinco litros de leite de búfala são suficientes para a produção de 1 kg de muçarela de búfala, em contrapartida, são necessários 10 litros de leite bovinos para produzir 1 kg de muçarela. Esse fator possibilita que a indústria pague mais pelo leite de búfala em relação ao leite bovino (Cavalli e Pereira, 2020).

2.6 Contaminação Alimentar por Fungos

A globalização facilitou a troca de informações sobre a qualidade dos alimentos disponíveis para o consumo humano, elevando as expectativas dos consumidores em relação aos padrões desses produtos. Com isso, a Organização Mundial de Saúde (OMS), tem enfatizado sobre a importância de minimizar a contaminação de alimentos por agentes biológicos, vírus, bactéria, protozoário, helmintos e fungos (Balbani; Butugan, 2001).

Uma das principais causas de perdas econômicas e riscos à saúde pública em todo o mundo, é a contaminação de alimentos por fungos, principalmente os pertencentes aos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria* e *Myrothecium*, que se desenvolvem em diversas condições ambientais, principalmente nos alimentos armazenados de forma inadequada, com altos teores de umidades e temperaturas.

Os fungos estão amplamente distribuídos na natureza e são contaminantes comuns de alimentos, grãos e rações, que por apresentarem nutrientes como carboidratos, proteínas e lipídeos constituem um substrato adequado para o desenvolvimento de microrganismos (Gourama; Bullerman, 1995). Determinados fungos contaminam produtos agrícolas, colonizando alimentos durante o cultivo, colheita, transporte e armazenamento, no qual produzem metabólitos secundários tóxicos denominados micotoxinas, que podem provocar intoxicações em seres humanos e animais (Bennet; Richard, 1994). Além disso, muitos fungos deteriorantes têm potencial toxigênico, agravando ainda mais os riscos associados à sua

presença. Portanto, é necessário a eficiência do controle na produção dos alimentos para reduzir a contaminação por micotoxinas e o surgimento de intoxicação em seres humanos.

Produtos lácteos, em destaque o queijo artesanal, apresentam elevada suscetibilidade à contaminação fúngica devido ao seu teor de umidade, pH e composição nutricional favorável ao crescimento microbiano (Lima et al., 2019). Os fungos filamentosos e as leveduras podem introduzir nesses produtos, durante o processamento, pela manipulação ou utensílios e ambiente contaminados, durante a fabricação. Os queijos frescos em relação os queijos maturados, apresentam maior susceptibilidade a contaminação e desenvolvimento microbiano, especialmente quando é mantido e/ou manipulado em condições inadequadas. Porém algumas espécies de fungos são desejáveis em determinados queijos, como *Penicillium camemberti* ou *Penicillium roqueforti*, já outros podem representar risco à saúde e segurança alimentar, sobretudo aqueles capazes de produzir micotoxinas.

No Brasil, por ser um país tropical, possui condições favoráveis ao crescimento de fungos toxigênicos, situação que se agrava pela utilização de práticas agrícolas inadequadas e pelo fato das micotoxinas possuírem alta estabilidade química. (Oliveira, 2011).

2.7 Fungos Toxigênicos e suas Micotoxinas em Alimentos

Os fungos tóxicos geram metabólitos secundário, conhecidos como micotoxinas, que podem ter impactos negativos na saúde humana e animal, mesmo em níveis mínimos. As substâncias tóxicas são produzidas principalmente pelos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. O crescimento desses fungos é influenciado por elementos como temperatura, umidade, presença de oxigênio e a composição do alimento (Batista et al., 2020).

O termo micotoxinas, vem do grego “mykes”, que significa fungo e do latim “toxican” que significa toxinas. São contaminantes de difícil controle em alimentos e mesmo após a eliminação dos fungos, eles continuam presentes no alimento. O conceito de micotoxinas refere-se a um conjunto de compostos produzidos por certas espécies de fungos durante seu desenvolvimento, que provocam enfermidades ou até mesmo a morte quando consumidos em grandes quantidades. Porém, é importante enfatizar que nem todos os fungos são capazes de produzir toxinas.

As principais micotoxinas, sob a perspectiva toxicológica, são as perspectivas toxicológicas, são as Aflatoxinas, Ocratoxina A, Fumonisin, Zearaleona e Tricotecenos (Fonseca et al., 2018). A Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer (IARC, 2012)

classifica as aflatoxinas produzidas principalmente por *Aspergillus flavus* e *A. parasiticus*, como carcinogênicas.

O monitoramento da presença de fungos e micotoxinas em produtos lácteos é fundamental para garantir a segurança do consumidor e a conformidade com os limites estabelecidos pela legislação sanitária (ANVISA, 2013). A principal preocupação recai sobre a Aflatoxina M1, uma variedade hidroxilada da aflatoxina B1, que pode ser eliminada no leite de animais que consumiram rações contaminadas, pois é resistente ao tratamento térmico e pode ser encontrada em leite pasteurizado e seus derivados como queijos.

2.8 Fatores de Riscos Relacionados a Contaminação de Queijos

Os microrganismos podem ser encontrados no meio ambiente, nos animais, nas plantas e no próprio ser humano. Portanto, qualquer alimento, seja ele natural ou industrializado, pode estar ou não contaminado. Para assegurar a proteção de um produto destinado ao consumo humano, é necessário garantir a segurança do mesmo, deve ser meticulosamente preparada e armazenado e transportado adequadamente (Feitosa et al., 2008).

O alimento seguro é aquele que não oferece risco à saúde do consumidor. O leite utilizado na produção de queijos artesanais, é necessário ser de boa qualidade e livre de quaisquer perigos, sejam eles químicos, físicos ou biológicos, visto que este é utilizado in natura (Campelo, 2002). Para o processo de fabricação de queijos, a matéria prima deve ser obtida em condições higiênico sanitário ideais e conservadas em locais adequados até o seu beneficiamento, as instalações e equipamentos devem ser higienizados corretamente, os manipuladores devem estar sempre com a saúde comprovada. Vários trabalhos acadêmicos com queijo artesanal, mostram que os produtos apresentaram condições higiênicas insatisfatórias (Ornellas, 2005; Borelli, 2006; Martins, 2006).

Alguns fatores devem ser levados em considerações, para que um alimento seja seguro para o consumo, como por exemplo: a higiene: ambiental dos alimentos, utensílios e equipamentos das mãos do manipulador; a temperatura da conservação da matéria-prima, de manipulação e preparo; do armazenamento do alimento; da exposição e distribuição; tempo do armazenamento, da manipulação e preparo, além da exposição e distribuição (Amson et al., 2006; Who, 2013).

Segundo Dores e Ferreira (2012) os derivados lácteos, principalmente os queijos artesanais necessitam seguir normas rigorosas de higiene. As condições sanitárias inadequadas

no manejo do rebanho, controle de qualidade do insumo, no beneficiamento e armazenamento, podem levar à produção de um item inadequado e expor os consumidores a infecções e intoxicações.

REFERÊNCIAS

ABRAQ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE QUEIJO

ADEPARÁ - AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO PARÁ. Portaria nº 481, de 26 de fevereiro de 2013. Aprova o regulamento técnico de produção do Queijo do Marajó e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado do Pará*, Belém, 7 mar. 2013.

AMSON, G. V. et al. Levantamento de dados epidemiológicos relativos à ocorrências/surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTAs) no Estado do Paraná – Brasil, no período de 1978 a 2000. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1139–1145, nov./dez. 2006.

ANDRADE, L. F. et al. Caracterização da produção de queijos artesanais no estado do Maranhão. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v. 50, n. 3, p. 1–9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/01038478cr20190645>. Acesso em: 11 jun. 2025.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011**. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. Brasília: ANVISA, 2013.

ARAÚJO, J. P. A.; CAMARGO, A. C.; CARVALHO, A. F.; NERO, L. A. Uma análise histórica crítica sobre o desenvolvimento das normas brasileiras relacionadas a queijos artesanais. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 72, n. 5, p. 1845–1860, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11766>. Acesso em: 11 jun. 2025.

ARTESANAL. *Queijos artesanais brasileiros: tradição, qualidade e identidade*. Brasília: ABRAQ, 2020.

BALBANI, A. P. S.; BUTUGAN, O. Contaminação biológica de alimentos. *Pediatria*, v. 23, n. 4, p. 320–328, 2001.

BATISTA, L. R. et al. Avaliação da contaminação fúngica e toxigênica em alimentos armazenados. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 43, n. 3, p. 512–520, 2020.

BENNET, G. A.; RICHARD, J. L. Liquid chromatographic method for analysis of the naphthalene dicarboxialdehyde derivative of fumonisins. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists International*, Arlington, v. 77, n. 2, p. 501–506, 1994.

BORELLI, B. M. et al. Yeast populations associated with the artisanal cheese produced in the region of Serra da Canastra, Brazil. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 22, p. 1115–1119, 2006.

COELHO, A. S. ***Cenário da bubalinocultura no Brasil***. 2019. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, 2019.

COSTA, R. M. et al. Potencial socioeconômico da produção de queijo artesanal na Baixada Maranhense. ***Revista Agroecossistemas***, v. 13, n. 1, p. 33–42, 2021.

DIAS, R. S. et al. Diversidade microbiana e segurança de queijos artesanais brasileiros: desafios e oportunidades. ***Food Microbiology***, v. 82, p. 111–119, 2019.

DOMENICO, V. L. D. ***Monitoramento da qualidade do leite de búfala produzido na estação experimental agrônômica da UFRGS e desenvolvimento do queijo colonial bubalino***. 2023. 88 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.

DORES, M. T. ***Queijo Minas Artesanal da Canastra maturado à temperatura ambiente e sob refrigeração***. 2007. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

DORES, M. T.; FERREIRA, C. L. L. F. Queijo Minas Artesanal, tradição centenária: ameaças e desafios. ***Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável***, v. 2, n. 2, p. 26–34, dez. 2012.

EPAGRI – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. ***O queijo artesanal serrano nos campos do Planalto das Araucárias catarinenses***. Florianópolis, SC: EPAGRI, 2011. 122 p.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. ***The future of food and agriculture: alternative pathways to 2050***. Rome: FAO, 2018.

FEITOSA, T. et al. Segurança microbiológica dos alimentos. In: BASTOS, M. S. R. (Org.). ***Ferramentas da ciência e tecnologia para a segurança dos alimentos***. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; Banco do Nordeste do Brasil, 2008.

FERREIRA, E. G.; FERREIRA, C. L. L. F. Implicações da madeira na identidade e segurança de queijos artesanais. ***Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes***, Juiz de Fora, v. 66, n. 381, p. 13–20, 2011.

FONSECA, A. S. ***Avaliação microbiológica do queijo de búfala de São Bento-MA***. 2024. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual do Maranhão, São Bento, MA, 2024.

FONSECA, H. et al. Micotoxinas em alimentos e seus efeitos toxicológicos. ***Revista Ciência Animal Brasileira***, v. 19, p. 1–12, 2018.

FOX, P. F. et al. ***Fundamentals of cheese science***. 2. ed. New York: Springer, 2017.

GOURAMA, H.; BULLERMAN, L. B. Detection of molds in food and feeds: potential rapid and selective methods. ***Journal of Food Protection***, Des Moines, v. 58, n. 12, p. 1389–1394, 1995.

IARC – INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Aflatoxins*. Lyon: IARC, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal: Tabela 3939 – Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 abr. 2025.

LEMOS, A. L. et al. Turismo rural e produtos tradicionais: uma análise da valorização dos queijos artesanais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 45–63, 2018.

LIMA, J. R. et al. Ocorrência de fungos em queijos artesanais comercializados no nordeste do Brasil. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 74, n. 4, p. 187–195, 2019.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.

Governo regulamenta o Selo Arte, que vai permitir a venda interestadual de alimentos artesanais. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/governo-regulamenta-o-selo-arte-que-vai-permitir-a-venda-interestadual-de-alimentos-artesanais>. Acesso em: 13 maio 2025.

MARTINS, C. R. et al. Produção artesanal de alimentos e desenvolvimento local: estudo em comunidades do semiárido. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 58, n. 2, p. 287–304, 2020.

MARTINS, J. M. **Características físico-químicas e microbiológicas durante a maturação do queijo minas artesanal da região do Serro**. 2006. 158 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

MESQUITA, I. V. U.; ROCHA, L. C. S.; CARNEIRO, L. C. Produção de queijo de manteiga artesanal. In: *V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica*, 2010, Maceió. Anais [...]. Maceió, 2010.

NASCIMENTO, J. S. et al. Indicações geográficas: agregação de valor aos produtos brasileiros e maranhenses. *Revista GEINTEC*, v. 2, n. 4, p. 353–364, 2012.

OLIVEIRA, D. S. et al. Políticas públicas e o fortalecimento da produção de queijos artesanais no Maranhão. *Desenvolvimento Regional em Debate*, v. 13, n. 1, p. 210–228, 2023.

ORNELAS, E. A. **Diagnóstico preliminar para caracterização do processo e das condições de fabricação do queijo artesanal da Serra da Canastra** – MG. 65 f. 2005. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

PARÁ. Lei nº 7.565, de 25 de setembro de 2011. Dispõe sobre normas para licenciamento de estabelecimentos processadores, registro e comercialização de produtos artesanais comestíveis de origem animal e vegetal no Estado do Pará, e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado do Pará*, Belém, 26 out. 2011.

PARENTE, E.; COCOLOIN, L.; DE FILIPPIS, F. *The microbiota of dairy products*. London: Academic Press, 2020.

PEREIRA, C. L. et al. Desafios da regulamentação de produtos artesanais: análise da Lei do Selo Arte. *Revista Direito e Desenvolvimento*, João Pessoa, v. 12, n. 2, p. 95–110, 2021.

SILVA, M. A. et al. Queijos artesanais no Maranhão: panorama da produção e alternativas para regularização sanitária. *Revista Extensão Rural*, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 75–89, 2022.

SILVA, W. P. et al. Participação social e políticas públicas para alimentos artesanais no Brasil. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 53, n. 1, p. 123–140, 2019.

SOUZA, J. P. et al. Agricultura familiar e produção artesanal de alimentos no Brasil. *Cadernos de Agroecologia*, Brasília, v. 16, n. 1, p. 1–10, 2021.

VIANA, C. F. **Detecção de adulteração por adição de leite bovino ao leite bubalino utilizando redes neurais artificiais e outras técnicas de mineração de dados.** Tese (Doutorado) apresentado à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Prevention of foodborne disease: Five keys to safer food. 2013.

Capítulo III

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo e Amostras

Como universo da pesquisa optou-se por centrar as discussões nos municípios de São Bento e Viana, estado do Maranhão, ambos localizados na Região da Baixada Maranhense (IBGE, 2017). Para Almeida *et al.* (2015), a base da produção de queijo artesanal está centrada em municípios da Baixada Maranhense e segundo o último censo censitário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), São Bento apresenta aproximadamente 45.989 habitantes e IDH de 0,602 e Viana, 51.442 residentes com IDH de 0,618.

Foram obtidas 20 amostras (aproximadamente 100 gramas de cada amostra) de queijo artesanal (manteiga e coalho) produzidas com leite de origem bubalina, sendo 10 amostras oriundas do município de São Bento e 10 de Viana. As amostras foram cuidadosamente coletadas em sacos plásticos esterilizados e identificadas (data da coleta, hora e local de produção).

As amostras de queijo foram oriundas de produtores de leite de búfala, considerando os seguintes critérios de inclusão na pesquisa: sistema de agricultura familiar e produção leiteira máxima de até 100 litros/dia oriundas de fêmeas bubalinas.

3.2 Enumeração e Identificação de Fungos Filamentosos e Leveduras

Para Enumeração e identificação de fungos filamentosos e leveduras foram pesadas $25 \pm 0,2$ g do queijo de cada amostra, adicionado a 225 mL de água peptonada tamponada a 0,1%, correspondendo à primeira diluição (10^{-1}), a amostra permaneceu em repouso, sendo homogeneizada manualmente a cada 5 minutos durante um período total de 30 minutos. Na sequência, mais duas diluições sucessivas (10^{-2} , 10^{-3}) foram preparadas em tubos de ensaio contendo 9 mL de água peptonada tamponada a 0,1%.

Após a diluição das amostras a técnica utilizada foi o plaqueamento em profundidade, utilizando 1 mL das diluições seriadas (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) com a utilização do Ágar Batata Dextrose (BDA) acidificado com solução de ácido tartárico a 10%. Após o procedimento, as placas foram incubadas em estufa a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por até sete (07) dias, em ausência de luz. A enumeração das colônias fúngicas foi realizada nas placas que

apresentaram de 10 a 150 UFC/g, segundo ISO 21527-1:2008 e ISO 21527-2:2008 citados no Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos de Silva *et al.* (2017). Os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por grama.

Após enumeração, as colônias fúngicas filamentosas foram selecionadas, isoladas e purificadas por meio de repicagens sucessivas e semeadura em meio BDA. Posteriormente, os fungos que se desenvolveram foram analisados e identificados. A identificação foi fundamentada na morfologia macroscópica e características das colônias (anverso e reverso do crescimento fúngico na placa de petri) de acordo com Sidrim, Brilhante e Rocha (2004): (i) forma (circular ou irregular); (ii) pigmentação (dependendo da cor); (ii) textura (algodonosas, furfuráceas, penugentas, arenosas ou pulverulentas, veludosas, membranosas, glabras, cremosas), (iii) bordas (lisas, franjeadas, onduladas, pregueadas, remadas, lobuladas e filamentosas); (iv) tamanho (pequeno, médio e grande - medição do seu diâmetro em mm); e, (v) brilho (opaco, moderado e intenso).

Para identificação dos fungos filamentosos isolados a nível de gênero, foi avaliada a morfologia microscópica, com auxílio das chaves de identificação de Silveira (1995), Lacaz *et al.* (1998), Kawashima, Soares, Massaguer (2002).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V. M. *et al.* Identificação geográfica para o queijo de São Bento como estratégia de desenvolvimento territorial para a microrregião da Baixada Maranhense. **Cadernos de Prospecção**, v. 8, n. 4, p. 808-816, 2015.
- DALCERO, A. *et al.* Mycoflora and naturally occurring mycotoxins in poultry feeds in Argentina. **Mycopathologia**, v. 141, n. 1, p. 37-43, 1998.
- DALCERO, A. *et al.* Mycoflora and incidence of aflatoxin B1, zearalenone and deoxynivalenol in poultry feeds in Argentina. **Mycopathologia**, v. 137, n. 3, p. 179-184, 1997.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/viana.html>. Acesso em: 22 maio 2025.
- KAWASHIMA, L. M.; SOARES, L. M. V.; MASSAGUER, P. R. de. The development of an analytical method for two mycotoxins, patulin and verruculogen, and survey of their presence in commercial tomato pulp. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 269-273, 2002.
- KNASMULLER, S. *et al.* Structurally related mycotoxins ochratoxin A, ochratoxin B, and citrinin differ in their genotoxic activities and in their mode of action in human-derived liver

(Hep G2) cells: implications for risk assessment. **Nutrition and Cancer**, v. 50, n. 2, p. 190-197, 2004.

LACAZ, C. S. et al. **Guia para identificação: fungos, actinomicetos, algas de interesse médico**. 1. ed. São Paulo: Sarvier, 1998. 445 p.

SIDRIM, J. J. C.; BRILHANTE, R. S. N.; ROCHA, M. F. G. Aspectos gerais de fungos filamentosos e dimórficos na apresentação filamentosa. In: SIDRIM, J. J. C.; ROCHA, M. F. G. (org.). **Micologia médica à luz de autores contemporâneos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 83-86.

SILVEIRA, V. D. **Micologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995.

Capítulo IV

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A enumeração dos fungos filamentosos e leveduras isolados de queijo artesanal da Baixada Maranhense está sumarizada na Tabela 1, em que se constata esse grupo de microrganismos em 100 % (n= 20/20) das amostras avaliadas com populações que variaram de $1,9 \times 10^3$ a $1,4 \times 10^7$ UFC/grama.

Tabela 1. Enumeração de bolores e leveduras em queijo artesanal de origem bubalina da Baixada Maranhense

Amostras	Enumeração de Fungos
	Filamentosos e Leveduras (UFC/g)
1	$2,4 \times 10^6$
2	$2,4 \times 10^6$
3	$1,8 \times 10^6$
4	$7,7 \times 10^5$
5	$2,4 \times 10^6$
6	$8,4 \times 10^5$
7	$4,8 \times 10^6$
8	$5,4 \times 10^4$
9	$3,3 \times 10^6$
10	$1,4 \times 10^6$
11	$6,6 \times 10^6$
12	$9,6 \times 10^6$
13	$1,4 \times 10^7$
14	$1,2 \times 10^7$
15	$1,3 \times 10^7$
16	$6,8 \times 10^5$
17	$7,3 \times 10^5$
18	$1,9 \times 10^3$
19	$9,2 \times 10^3$
20	$3,4 \times 10^5$

Onde: UFC = Unidades formadoras de colônias;

No Brasil, não há limite estabelecido na legislação brasileira atual para fungos filamentosos e leveduras em queijos. A Instrução Normativa (IN) nº 161, de 1º de julho de 2022, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária - ANVISA, que estabelece os padrões microbiológicos para alimentos expostos a venda, estabelece o limite de $5,0 \times 10^2$ para bolores e leveduras em queijos ralados ou em pó. Ao considerar a referida IN, as 20 amostras analisadas estariam fora do padrão recomendado.

Com base nos resultados obtidos, constata-se alta população fúngica nas amostras analisadas, configurando um produto de baixa qualidade microbiológica. Para Amorim *et al.* (2014), queijos artesanais não passam por controle de qualidade, sendo elaborados e

comercializados sem cuidados higiênico-sanitários. Isso resulta em uma série de problemas na qualidade dos queijos que resultam em altos níveis de contaminação, atribuídos à manipulação excessiva, ausência de boas práticas agropecuárias e de fabricação, alto teor de umidade, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos.

Para Beletsiotis (2011), derivados lácteos, como o queijo, possuem pH reduzido, em relação ao leite, o que favorece a proliferação de fungos, que geram gases, sabores indesejados, rancidez e outras modificações sensoriais indesejáveis. A contaminação fúngica ocorre após o processamento, diminuindo a durabilidade desses produtos ou até mesmo do leite coletado de animais que ingeriram rações contaminadas.

O crescimento de fungos filamentosos em alimentos, além de deteriorar o alimento, pode gerar a produção de micotoxinas, que são toxinas produzidas durante o metabolismo secundário dos fungos. Diniz (2002) infere que essas toxinas mesmo quando consumidas em pequenas quantidades, absorvidos ou inalados, podem provocar problemas diversos, como náuseas, vômitos, descoordenação motora e até mesmo óbito.

Os gêneros fúngicos *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. são os mais comuns em alimentos e considerados os principais produtores das toxinas, com destaque para a aflatoxina e ocratoxinas em alimentos (Anido, 2010). Silva (2012) analisou cinco marcas de queijo manteiga comercializado no estado de Alagoas e constatou que em quatro das marcas houve presença do gênero fúngico *Aspergillus* sp., sendo a espécie *A. flavus* a mais frequente, identificada em três amostras. Já, o gênero *Penicillium* foi identificado em duas das quatro marcas avaliadas. Já César (2019) ao analisar 55 amostras de queijo minas artesanal constataram que 29,2 % estavam contaminadas por *Aspergillus* e 10,9 % por *Penicillium*.

Segundo Barros *et al.* (2019). Essa situação recorrente no Brasil, torna os queijos artesanais susceptíveis à contaminação microbiana e as boas práticas de fabricação (BPF) se reverterem de grande importância para garantir a qualidade do queijo artesanal, mantendo-o seguro quanto ao padrão de inocuidade.

Realizou-se a identificação dos fungos filamentosos isolados dos queijos artesanais inicialmente pela morfologia macroscópica, observando as características coloniais, sendo identificados vinte e sete isolados (Tabelas 2 e 3), o que comprova uma grande diversidade fúngica.

As características visuais observadas na superfície das colônias fúngicas, como textura, superfície, bordas, topografia, cor, aspecto, pigmento e tempo de crescimento seguiu a mesma metodologia utilizada por Vecchia e Castilhos-Fortes (2007), Uwadiae e Ebonne (2011) e

Cardoso Filho *et al.* (2013) que relataram a identificação de fungos filamentosos por meio da morfologia macroscópica e características das colônias.

A aparência do reverso das colônias, incluindo superfície, bordas, topografia, cor e pigmento são características que complementam as observações do anverso, ajudando a diferenciar espécies que podem ter colônias semelhantes na parte superior, mas diferentes na parte de trás. Essas informações são fundamentais porque diferentes espécies de fungos apresentam padrões distintos na aparência das colônias, o que permite uma identificação preliminar (Sidrim; Brilhante; Rocha, 2004; Carvalho, 2013; Figueiredo *et al.*, 2020).

Tabela 2. Morfologia macroscópica e características de 20 isolados de fungos filamentosos, anverso das colônias, obtidos de queijo artesanal oriundos de leite bubalino da Baixada Maranhense

Anverso das Colônias								
Isolados Fúngicos (n= 20)	Textura	Superfície	Bordas	Topografia	Cor	Aspecto	Pigmento	Tempo de Crescimento
3	Pulverulenta	Lisa	Regulares	Plana	Preta	Seco	Ausência	Rápido
3	Algodonosa	Fissurada	Radiada	Plana	Preto borda branca	Seco	Presença	Rápido
3	Algodonosa	Fissurada	Regulares	Pregueada	Cinza com borda branca	Seco	Ausência	Rápido
3	Algodonosa	Fissurada	Irregulares	Plana	Amarela com preto e borda branca	Úmido	Ausência	Rápido
3	Camurça	Fissurada	Radiada	Umbilicada	Verde escuro borda branca	Úmido	Ausência	Rápido
3	Algodonosa	Lisa	Radiada	Plana	Amarela, centro preto e borda branca	Seco	Ausência	Intermediário
3	Algodonosa	Lisa	Radiada	Umbilicada	Verde, centro branco e borda branca	Seco	Ausência	Rápido

Tabela 3. Morfologia macroscópica e características de 20 isolados de fungos filamentosos, reverso das colônias, obtidos de queijo artesanal oriundos de leite bubalino da Baixada Maranhense

Isolados Fúngicos (n= 20)	Reverso das Colônias				
	Superfície	Bordas	Topografia	Cor	Pigmento
3	Lisa	Irregulares	Plana	Parda	Ausência
3	Rugosa	Radiada	Plana	Amarelo com borda branca	Presença
3	Lisa	Regulares	Pregueada	Creme	Ausência
3	Lisa	Irregulares	Pregueada	Creme	Ausência
3	Fissurada	Radiada	Pregueada	Creme, centro pardo e borda branca	Ausência
3	Fissurada	Irregulares	Pregueada	Creme e borda branca	Ausência
3	Lisa	Radiada	Plana	Creme e borda branca	Ausência

Na Tabela 4 são fornecidos detalhes das estruturas microscópicas dos 27 isolados fúngicos, como hifas, conidióforos, vesículas, fiálides e conídios. Essas características são essenciais para uma identificação definitiva, pois muitas espécies de fungos podem ter colônias semelhantes visualmente, mas diferem em suas estruturas microscópicas. Por exemplo, o tipo de hifa (septada ou hialina), forma e tamanho de conidióforos, presença de vesículas e forma dos conídios são critérios diagnósticos importantes na taxonomia fúngica.

Tabela 4. Características microscópicas de 20 isolados de fungos filamentosos, anverso das colônias, obtidos de queijo artesanal oriundos de leite bubalino da Baixada Maranhense

Isolados Fúngicos (n= 20)	Hifas	Conidióforo/	Vesícula	Fiálides	Conídios
3	Septada e escura	Longo, liso e escuro	Esférica	Irradiada ao redor da vesícula	Circular, liso e escuro
3	Lisa e escura	Longo, liso, escuro e bisseriado	Esférica	Irradiada ao redor da vesícula	Circular, liso e escuro
3	Lisa e escura	Longo, liso e hialino	Esférica	Irradiada ao redor da vesícula	Circular, liso e escuro
3	Lisa e escura	Longo, liso e escuro	Achatada	Formada na vesícula	Circular, liso e escuro
3	Lisa e hialina	Longo e liso	Em forma de frasco	Formada na vesícula	Circular, liso e colunar
3	Septada e hialina	Longo e liso	Achatada	Formada na vesícula	Circular e liso
3	Septada e hialina	Curto e liso	Ausente	Em forma de frasco	Circular e liso

Rakiya *et al.* (2024) realizaram um estudo para isolar e identificar diversas espécies de fungos filamentosos e utilizaram metodologia similar a desta pesquisa, com a identificação dos isolados em nível de espécie. Foram considerados pelos pesquisadores citados, características macroscópicas (cor e natureza do crescimento fúngico tanto na superfície do meio de crescimento quanto no verso) e microscópicas (natureza das hifas, presença ou ausência de esporos e outras estruturas microscópicas), com o auxílio de um microscópio óptico com lentes objetivas de 10 a 100x.

O gênero fúngico de maior ocorrência nos queijos artesanais avaliados foi o *Aspergillus* sp. e, o desenvolvimento deles e as espécies identificadas, com as respectivas características macroscópicas e microscópicas podem ser observadas nas Figura 1 e 2.

Figura 1. Visualização macroscópica (culturas fúngicas em placa de petri contendo ágar batata dextrose, com sete dias de crescimento– anverso e reverso) e microscópica de fungos filamentosos (fotografias de microscopia 100x) do gênero *Aspergillus*: (A) *Aspergillus niger*, (B) *Aspergillus neoniger* e (C) *Aspergillus hubkae*.

A - *Aspergillus niger*



B - *Aspergillus neoniger*

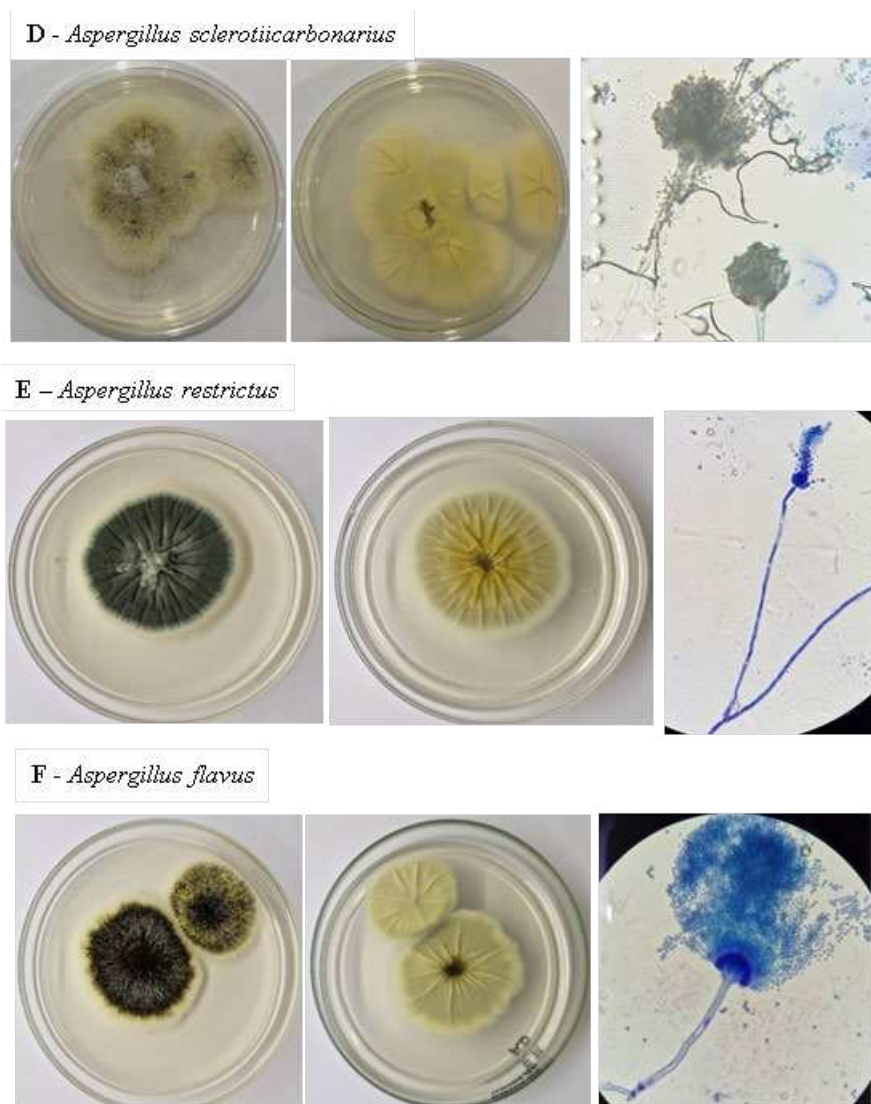


C - *Aspergillus hubkae*



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 2. Visualização macroscópica (culturas fúngicas em placa de petri contendo ágar batata dextrose, com sete dias de crescimento– anverso e reverso) e microscópica de fungos filamentosos (fotografias de microscopia 100x) do gênero *Aspergillus*: (D) *Aspergillus sclerotiicarbonarius*, (E) *Aspergillus restrictus* e (F) *Aspergillus flavus*



Fonte: Arquivo dos autores.

Com as chaves de identificação utilizadas foi possível identificar seis espécies de *Aspergillus*: *A. niger*, *A. neoniger*, *A. hubkae*, *A. sclerotiicarbonarius*, *A. restrictus* e *A. flavus*. De acordo com Carvalho (2013), saber identificar e diferenciar uma espécie em relação a outra é fundamental.

O *Aspergillus* sp. é caracterizado por rápido crescimento, seus conídios e vesículas são globosos, sendo encontrado em solo e como patógeno de plantas, animais e insetos (Stevens et al, 2000; Klich, 2002).

O grupo fúngico dos *Aspergillus* sp. possuem características macroscópicas, de uma colônia aveludada e pulverulenta, com colorações que variam entre verde, preta, amarelo e marrom, e com um crescimento rápido. A identificação correta desse gênero é muito importante, pois muitas espécies de fungos são fenotipicamente idênticas. Essa espécie é costumeiramente reconhecida por deteriorar alimentos, pois possuem uma alta produção de micotoxinas e algumas são fenotipicamente descritas como patógenos humanos e animais (Carvalho, 2013).

Segundo Kabak, (2006), os integrantes do gênero *Aspergillus* sp. são produtores de metabólito secundário, a aflatoxina que está associada às condições inadequadas de secagem e armazenamento de grãos, além de fatores intrínsecos do substrato (atividade da água, temperatura, pH e nutrientes). A aflatoxina contamina as *commodities* agrícolas e os animais de produção e está diretamente relacionada ao aumento da mortalidade e perdas econômicas pela redução do valor dos grãos, dos animais e seus derivados. A aflotoxina é a mais detectada em queijos (Rodrigues *et al.*, 2009; Zain, 2011).

Outra micotoxina produzida por fungos do gênero *Aspergillus* é a ocratoxina A, metabólito altamente tóxico, oferecendo maior risco aos humanos por seus efeitos carcinogênicos, teratogênicos, imunossupressores e hepatotóxicos (Pitt; Hocking, 2009).

Porém de acordo com Samson *et al.* (2024), muitas espécies de *Aspergillus* são utilizadas na biotecnologia para a produção de uma variedade de metabólitos, como por exemplo, antibióticos, ácidos orgânicos, fármacos, enzimas e como agentes em fermentações.

Das seis espécies identificadas no presente trabalho e com base nas revisões literárias, as que produzem metabólitos secundários (micotoxinas), são as *A. niger* e *A. flavus*. As demais, ainda possuem registros limitados na literatura, devido à falta de dados os efeitos potenciais à saúde humana são desconhecidos.

O *A. niger* é um contaminante comum em alimentos, caracterizada macroscopicamente como um mofo-preto em algumas frutas e legumes como uva, cebola e amendoim, de fácil propagação em diferentes ambientes. Segundo Diogo (2020), *A. niger* são produtores de ocratoxina, que podem causar nefrotoxicidade e tumores renais em diversos animais e além disso são perigosos para os seres humanos. A ocratoxina é metabolizada de forma lenta e tem 35,5 dias ativa, isso significa que uma vez ingerida, permanece no organismo por um longo período (Prado, 2015). Ela é uma toxina de armazenamento a granel de grãos, em condições de umidades altas.

Na cadeia produtiva de produtos lácteos, a contaminação por aflatoxina ocorre pelo uso do leite contaminado com Aflatoxina M1 (AFM1). Segundo Trombete, Fraga e Saldanha (2013), quando um animal ingere o alimento contaminado com AFB1, 0,5 a 5% da toxina é biotransformada no fígado em AFM1, ao ser eliminado no leite e, posteriormente transformado em queijo, o nível de AFM1 nos queijos são mais altos em relação ao leite. Constituindo um problema de saúde pública e mundial, pois esses derivados são intensivamente consumidos pelos humanos.

A ingestão de aflatoxina pode levar à intoxicação aguda ou crônica. O transtorno tóxico agudo, conhecido como aflatoxicose é caracterizado pelos seguintes sintomas: falta de apetite, temperatura amena, depressão, hepatite aguda, sangramento e necrose. Na crônica, o efeito prolongado provocado pelo consumo de baixa dose está ligado, em humanos, ao desenvolvimento de carcinoma hepatocelular (Hussein; Brasel, 2001; Oliveira; Germano, 1997).

De acordo com a Agência Internacional De Investigação do Câncer IARC (IARC), as aflatoxinas estão classificadas no grupo 1, como as mais potentes para humanos (IARC, 1993). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC), nº 07 de 18 de fevereiro de 2011, estabeleceu o limite máximo permitido de 5 µg/kg de aflatoxina em cereais e derivados (Silva, 2021).

Outro gênero identificado como contaminante fúngico nos queijos avaliados foi o *Penicillium* sp. Suas características macroscópicas e microscópicas podem ser visualizadas na Figura 3.

Figura 3. Visualização macroscópica (culturas fúngicas em placa de petri contendo ágar batata dextrose, com sete dias de crescimento– anverso e reverso) e microscópica de fungos filamentosos (fotografias de microscopia 100x) do gênero *Penicillium* sp.

Penicillium sp.



Fonte: Arquivo dos autores.

Penicillium sp. é um fungo conhecido por causar contaminação alimentar, estão distribuídos em todo o mundo. Referente a macromorfologia, as colônias de *Penicillium* sp., são bastantes esporulentos, por isso estão presentes no ar e nos solos, apresentam grandes variedades de cores vivas – laranja, amarelo, verde acinzentado, cinza, azul e branco - formando colônias de micélios densa e compacta com margens bem definidas. Em relação a textura, as colônias, podem ser flocosas, velutinosas, fasciculadas e simetosas. Os conidióforos são classificados em: fiálides solitárias, monoverticilados, biverticilados, divaricados e quaterverticilados (Matão, 2023).

O gênero *Penicillium* sp. é marcado por seu potencial deteriorante, apresentam impactos negativos e positivos sobre a vida humana. Porém na indústria de alimentos, existem algumas espécies como o *P. camemberti* utilizadas na produção dos queijos brancos. *P. roquefort* é usado na fermentação dos queijos azuis e *P. glaucum*, *P. bilaiae* e, *P. candida*, estão ligados na fabricação de determinados tipos de queijos (Santos, 2021). Já o fungo *P. commune* é um importante agente deteriorante de alimentos, principalmente em queijos, incluindo os embalados a vácuo, tornando o sabor desagradável (Kure *et al.*, 2002).

O *Penicillium* sp., produz uma grande variedade de metabólitos secundários tóxicos à saúde humana, encontrados principalmente em alimentos. As principais são a ocratoxina A, rubrosulfina, patulina e citrinina. Essas micotoxinas causam grandes prejuízos na agricultura e na indústria de alimentos como as culturas de cereais, trigos, nozes, milho e amendoim e os alimentos como queijo, presunto, enlatados e embutidos. O consumo excessivo pelos seres vivos das micotoxinas podem levar a efeitos carcinogênicos, infecções respiratórias, neurotóxicos, nefrotóxicos ou imunossupressores (Figueiredo *et al.*, 2020).

De acordo com Souza (2016) avaliaram a ocorrência de fungos deteriorantes e micotoxinas em amostras de queijo parmesão, e encontraram isolados fúngicos pertencentes ao gênero *Penicillium* sp. Segundo a FAO (2002), 25% dos alimentos podem estar contaminados com fungos produtores de micotoxinas, ocasionando elevada perda econômica para indústria alimentícia, além dos agravos à saúde humana e animal. A contaminação de alimentos é um sério problema mundial.

REFERÊNCIAS

ANVISA. **Resolução RDC nº 07, de 18 de fevereiro de 2011.** Regulamento técnico sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/res0007_18_02_2011_rep.html#:~:text=

=RESOLU%C3%87%C3%83O%20N%C2%BA%207%2C%20DE%2018,Regulamento%20aprovado%20pelo%20Decreto%20n%C2%BA. Acesso em: 13 maio 2025.

BELETSIOTIS, E.; GHIKAS, D.; KALANTZI, K. Incorporation of microbiological and molecular methods in HACCP monitoring scheme of molds and yeasts in a Greek dairy plant: a case study. *Procedia Food Science*, v. 1, p. 1051–1059, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.157>. Acesso em: 2 jun. 2025.

CARDOSO FILHO, F. das C. et al. Monitoramento de fungos toxigênicos e aflatoxinas em rações utilizadas em piscicultura. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 14, n. 3, p. 305–311, 2013.

CÉSAR, I. C. da R. **Caracterização de fungos filamentosos do queijo Minas artesanal da região da Canastra**. 2019. 61 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2019.

DINIZ, S. P. S. S. *Micotoxinas*. 2. ed. Campinas: Editora Rural, 2002.

DIOGO, M. S. et al. Ação de actinobactérias isoladas na Caatinga no controle de *Aspergillus niger*. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2020, Campinas. *Anais [...]*. Campinas: PUCC, 2020. ISBN 978-65-88414-00-2.

FIGUEIREDO, C. N. et al. **Diversidade taxonômica e identificação de *Penicillium***. In: SOARES, A. C. F.; EVANGELISTA-BARRETO, N. S.; MARBACH, P. A. S. (Orgs.). *Tópicos em microbiologia agrícola*. 1. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2020. Cap. 10, p. 245–265. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349763928_Diversidade_taxonomica_e_identificacao_de_Penicillium. Acesso em: 29 maio 2025.

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

IARC - INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. *Toxicological monographs: some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins*. Lyon: World Health Organization, v. 56, p. 489, 1993. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/mono56.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2025.

KABAK, B. et al. Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 16, p. 78–88, 2006. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408390500436185>. Acesso em: 13 maio 2025.

KLICH, M. A. **Identificação de espécies comuns de *Aspergillus***. Utrecht, Holanda: Centraalbureau voor Schimmelcultures, 2002.

KURE, C. F. et al. Differentiation of *Penicillium commune* and *Penicillium palitans* isolates from cheese and indoor environments of cheese factories using M13 fingerprinting. *Food Microbiology*, v. 19, n. 2–3, p. 151–157, abr. 2002.

MATÃO, F. A. **Ocorrência de fungos em tambaquis (*Colossoma macropomum*) oriundos de cultivos da região metropolitana de São Luís - MA**. 2023. 54 f. Trabalho de Conclusão

de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, São Luís, 2023.

OLIVEIRA, C. A. F.; GERMANO, P. M. L. Aflatoxinas: conceitos sobre mecanismos de toxicidade e seu envolvimento na etiologia do câncer celular. *Revista de Saúde Pública*, v. 31, p. 417–424, 1997.

PRADO, G. Contaminação de alimentos por micotoxinas no Brasil e no mundo. *Revista de Saúde Pública do SUS/MG*, v. 2, n. 2, p. 13–25, 2015.

RODRIGUES, P. 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, Amsterdam, v. 129, n. 2, p. 187–193, 2009.

Disponível em:

http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/11244/1/Rodrigues_International%20Journal%20of%20Food%20Microbiology.pdf. Acesso em: 11 maio 2025.

SAMSON, R. A.; FRISVAD, J. C. *Penicillium* subgenus *Penicillium*: new taxonomic schemes, mycotoxins and other extrolites. *Studies in Mycology*, v. 49, p. 1–251, 2004.

SIDRIM, J. J. C.; BRILHANTE, R. S. N.; ROCHA, M. F. G. **Aspectos gerais de fungos filamentosos e dimórficos na apresentação filamentosa.** In: SIDRIM, J. J. C.; ROCHA, M. F. G. *Micologia médica à luz de autores contemporâneos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 83–86.

SILVA, C. S. da. **Métodos de prevenção e controle do fungo *Aspergillus* em alimentos: revisão bibliométrica.** 2021. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade Universitária em Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2021.

SILVA, V. L. de M. **Caracterização físico-química e de fungos filamentosos em queijo de manteiga comercializado no estado de Alagoas.** 2019. 51 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Faculdade de Nutrição, Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

SOUZA, C. D. O. et al. *Escherichia coli* enteropatogênica: uma categoria diarreio gênica versátil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, v. 7, n. 2, p. 79–91, 2016.

STEVENS, D. A. et al. **Diretrizes práticas para doenças causadas por *Aspergillus*.** *Clinical Infectious Diseases*, v. 30, p. 696–709, 2000.

TROMBETE, F. M.; FRAGA, M. E.; SALDANHA, T. Contaminação de queijos por aflatoxina M1: uma abordagem sobre a ocorrência e prevenção. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 68, n. 392, p. 40–48, maio/jun. 2013.

UWADIAE, R. E.; EBONNE, J. Benthic fungal and molluscan assemblages of a tropical mangrove swamp: impact of sediment characteristics on biodiversity and ecosystem function. *Researcher*, v. 3, n. 9, p. 41–59, 2011.

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

ZAIN, M. E. Impact of mycotoxins on humans and animals. *Journal of Saudi Chemical Society*, v. 15, n. 2, p. 129–144, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319610310000827>. Acesso em: 11 jun. 2025.

Capítulo V

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, concluiu-se existir elevada ocorrência de fungos filamentosos e leveduras nas amostras de queijo artesanal, com a existência de dois gêneros fúngicos microtoxigênicos, o que se configura em risco para a segurança microbiológica dos consumidores e a necessidade urgente de implementação de boas práticas de fabricação (BPF) e políticas públicas para garantir a qualidade e a inocuidade desse importante produto artesanal.

A contaminação fúngica observada pode ser atribuída a múltiplos fatores, como práticas higiênico-sanitárias inadequadas, ausência de controle efetivo no processo de fabricação e armazenamento dos queijos e a falta de capacitação técnica dos produtores. Isso reforça a necessidade de implementação urgente de BPF e de ações de vigilância sanitária voltadas à regularização da produção de queijos artesanais.

Com isso, destaca-se a importância de iniciativas para os produtores locais, com o intuito de promover a conscientização sobre os riscos associados à contaminação fúngica e a adoção de práticas que assegurem a inocuidade dos alimentos. A valorização da produção artesanal deve estar em parceria com a garantia da qualidade e segurança dos produtos ofertados à população. Destaca-se a urgência de políticas públicas e ações de extensão rural que incentivem a regularização sanitária e o fortalecimento sustentável da cadeia produtiva de lácteos na Baixada Maranhense.