



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA - DEQ

CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL

DOUGLAS FIGUEIREDO FLORÊNCIO

**INCIDÊNCIA DE MICRORGANISMOS PATOGÊNICOS NA INDÚSTRIA DE
LEITE E DERIVADOS E A IMPORTÂNCIA DO USO DE FERRAMENTAS DE
QUALIDADE COMO ALTERNATIVA PARA O CONTROLE**

RECIFE

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA - DEQ

DOUGLAS FIGUEIREDO FLORÊNCIO

**INCIDÊNCIA DE MICRORGANISMOS PATOGÊNICOS NA INDÚSTRIA DE
LEITE E DERIVADOS E A IMPORTÂNCIA DO USO DE FERRAMENTAS DE
QUALIDADE COMO ALTERNATIVA PARA CONTROLE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Química Industrial da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito para a
obtenção do título de bacharel em Química
Industrial.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Sara Horácio de
Oliveira Maciel

RECIFE

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Florencio, Douglas Figueiredo.

Incidência de microrganismos patogênicos na indústria de leite e derivados e a importância do uso de ferramentas de qualidade como alternativa para controle / Douglas Figueiredo Florencio. - Recife, 2025.

40 : il., tab.

Orientador(a): Sara Horácio de Oliveira Maciel

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Química Industrial - Bacharelado, 2025.

Inclui referências.

1. APPCC. 2. Boas práticas de fabricação. 3. Microrganismos patogênicos. 4. Leite. 5. Produtos lácteos. I. Maciel, Sara Horácio de Oliveira. (Orientação). II. Título.

670 CDD (22.ed.)

DOUGLAS FIGUEIREDO FLORÊNCIO

**INCIDÊNCIA DE MICRORGANISMOS PATOGÊNICOS NA INDÚSTRIA DE
LEITE E DERIVADOS E A IMPORTÂNCIA DO USO DE FERRAMENTAS DE
QUALIDADE COMO ALTERNATIVA PARA CONTROLE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Química Industrial da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito para a
obtenção do título de bacharel em Química
Industrial.

Aprovado em: 11/04/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Sara Horácio de Oliveira Maciel

(Orientador)

Prof.^o Dr.^o Pedro Ferreira de Souza Filho

(Examinador Interno)

Prof.^a Dr.^a Gisely Alves da Silva

(Examinador Externo)

*Dedico este trabalho aos primeiros amores da
minha vida: Pai, mãe, irmãs e sobrinhos.*

AGRADECIMENTOS

Quero expressar minha profunda gratidão à minha orientadora, Dra. Sara Horácio, pelo acolhimento tão generoso, pela assistência e pelas ideias brilhantes que foram essenciais para que este trabalho se tornasse realidade. Às professoras Yeda Medeiros, Daniella Napoleão e Fernanda Honorato, minhas imensas palavras de agradecimento pelas aulas inspiradoras e pelos conselhos valiosos que sempre me deram.

À minha família, e em especial aos meus queridos pais, Célio Pires (*in memorian*) e Alba Valéria (*in memorian*), meu coração transborda de gratidão. Vocês foram a fonte de toda a minha força, sempre lutando, batalhando e dando o seu melhor para que eu tivesse o melhor, mesmo quando a vida trouxe desafios imensos. A dedicação de vocês foi incansável, e sei que lutaram por mim até o último suspiro.

Ao meu tio Clóvis, que sempre acreditou em mim, mesmo nos momentos em que eu duvidava de mim mesmo. Seu apoio, orientação e amor incondicional foram fundamentais em cada passo da minha jornada, tanto na educação quanto na vida.

Às minhas irmãs, que são, sem dúvida, os maiores presentes que a vida me deu. Hoje, posso afirmar com todo o meu coração que elas são as luzes que tornam a minha vida mais colorida, mais iluminada, repleta de amor, carinho e uma cumplicidade única. Vocês foram minhas âncoras, meu porto seguro.

Aos meus queridos sobrinhos Arthur Henrique, Anthony Célio e Beatriz Valéria, que chegaram para transformar nossas vidas de uma maneira indescritível. Vocês iluminaram nossos dias com tanta energia, alegria e amor, trazendo uma felicidade que nem imaginávamos ser possível.

Aos meus amigos de curso, Giovanna Amaral, Jurandir Júnior, Rafaela Ferreira, Pedro Manoel, Abner Neto e Anderson Silva pelo apoio principalmente nas disciplinas da Área II, companheirismo e tornar essa caminhada mais leve.

Aos meus queridos amigos de trabalho, minha gratidão é infinita por cada troca de conhecimento, por cada momento de apoio e por estarem ao meu lado durante toda a construção da minha trajetória profissional.

Aos meus amigos Elmiro Novaes, Ylanna Larissa, Igor Maciel, Ademir Vieira, Isabelle Xavier, Diana Rosa e Ana Rosa que sempre estiveram ao meu lado torcendo por cada vitória e objetivo que alcancei na vida.

“A luz do meu coração é para todos vocês.”

Kari Kamiya

RESUMO

A incidência de microrganismos patogênicos revela-se um desafio constante na indústria de alimentos. O aumento de casos de Doenças Transmitidas por Alimentos ressalta a preocupação das Boas Práticas de Fabricação (BPF) em toda a cadeia produtiva. O leite é conhecido por seu elevado valor nutricional, que reflete, mundialmente, em seu amplo consumo, seja na sua forma pura ou através de produtos derivados. Considerado como uma fonte de micro e macronutrientes, o leite configura um meio de cultura natural para o crescimento de microrganismos. Com uma multiplicidade de fatores de contaminação, o crescimento desenfreado de patógenos no leite pode levar a um aumento significativo de toxinfecções em humanos, acarretando em uma crise na saúde pública. Os patógenos de maior prevalência em amostras de leite contaminado são *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. O crescimento destes patógenos pode estar relacionado com a presença de casos de mastite bovina clínica e subclínica, má higienização em diversas etapas da cadeia produtiva de equipamentos e falhas na conformidade de procedimentos técnicos. Diante das elevadas taxas de contaminação, o processo de pasteurização foi implementado como tratamento térmico eficaz na destruição de cepas de microrganismos. Entretanto, ainda que eficaz, o processo de pasteurização é suscetível a falhas, potencializando a preocupação quanto à qualidade e à garantia do leite e seus subprodutos. Assim, a aplicação das BPF e do Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) tem se mostrado uma alternativa eficiente para garantir a segurança e a qualidade do leite e seus subprodutos. Com isso, o objetivo deste trabalho é descrever a incidência de microrganismos patogênicos presentes no leite e seus subprodutos e ressaltar a importância do uso de ferramentas de BPF e APPCC como alternativa para o controle de toxinfecções causadas por alimentos.

Palavras-chave: APPCC; Boas práticas de fabricação; Microrganismos patogênicos; Leite; Produtos lácteos;

ABSTRACT

The incidence of pathogenic microorganisms is a constant challenge in the food industry. The increase in cases of Foodborne Diseases highlights the concern for Good Manufacturing Practices throughout the production chain. Milk is known for its high nutritional value, which is reflected in its widespread consumption worldwide, whether in its pure form or through derived products. Considered a source of micro and macro nutrients, milk is a natural culture medium for the growth of microorganisms. With a multiplicity of contamination factors, the uncontrolled growth of pathogens in milk can lead to a significant increase in human food poisoning, resulting in a public health crisis. The most prevalent pathogens in contaminated milk samples are *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. The growth of these pathogens may be related to the presence of cases of clinical and subclinical bovine mastitis, poor hygiene at various stages of the production chain and equipment, and failures in compliance with technical procedures. Given the high contamination rates, the pasteurization process was implemented as an effective heat treatment to destroy strains of microorganisms. However, although effective, the pasteurization process has presented flaws, increasing concerns about the quality and safety of milk and its by-products. Thus, the application of Good Manufacturing Practices and the Hazard Analysis and Critical Control Point System has proven to be an efficient alternative to ensure the safety and quality of milk and its by-products. Therefore, the objective of this study is to describe the incidence of pathogenic microorganisms present in milk and its by-products and to highlight the importance of using GMP and HACCP tools as an alternative to control foodborne infections.

Keywords: Dairy products; Good manufacturing practices; HACCP; Milk; Pathogenic microorganisms

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Mastite Bovina severa.	16
Figura 2 -	Princípios do APPCC	
Figura 3 -	Exemplo de Árvore Decisória.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Bactérias patogênicas presente no leite.....	18
Tabela 2 -	Microrganismos de maior prevalência relatados em amostras de leite...	28
Tabela 3 -	Microrganismo de maior prevalência isolados em casos de mastite bovina.....	29

LISTA DE ABREVIACÕES

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CBT	Contagem Bacteriana Total
DTAs	Doenças Transmitidas por Alimentos
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MG	Minas Gerais
MS	Ministério da Saúde
NASA	<i>Aeronautic sand Space Administration</i>
PI	Piauí
PCC	Pontos Críticos de Controle

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Leite.....	16
<i>3.1.1 Bactérias patogênicas presentes no leite.....</i>	<i>17</i>
3.2 Mastite Bovina.....	19
3.3 Pasteurização	20
3.4 Boas Práticas de Fabricação (BPF).....	20
3.5 Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).....	22
4 METODOLOGIA	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

O leite é um fluido secretado por fêmeas mamíferas amplamente consumido em todo território brasileiro devido ao seu grande valor nutricional. Introduzido desde o início da vida do ser humano e considerado como uma ótima fonte de lipídeos, proteínas, carboidratos, vitaminas e cálcio, o leite está presente na alimentação diária de grande parte da população mundial seja na sua forma pura, por meio de receitas ou através do consumo de produtos derivados (Ferreira, 2016; Alothman *et al.*, 2018; Barros, 2022; Alkmim, 2022; Costa Junior, 2022).

Com o amplo consumo de produtos lácteos e o destaque no âmbito socioeconômico, o Brasil tornou-se um dos maiores produtores de leite do mundo (Cordeiro, 2018; USDA, 2020; Ribeiro; Roldão Neto, 2024). No entanto, por se tratar de um produto com características ideais para o crescimento de diferentes microrganismos, a produção em ampla escala sem condições higiênico-sanitárias adequadas pode levar a um aumento significativo de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) (Ferreira *et al.*, 2016; Alkmim, 2022; Barros, 2022; Pereira; Zanardo, 2020).

As DTAs são originadas pela ingestão de alimentos ou água contaminados, gerando uma sintomatologia típica de infecção do trato gastrointestinal, a exemplo, vômitos, diarreia, dores abdominais e, em casos mais graves, febre e dores de cabeça, podendo levar a óbito pacientes imunossuprimidos, idosos, crianças e gestantes (Silva, 2016; BRASIL, 2017; Barros, 2022). Dentre os microrganismos mais frequentes em infecções advindas da contaminação de alimentos estão a *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* (Silva, 2016; Alkmim, 2022).

De modo geral, a contaminação em alimentos é a capacidade de transmitir agravos à saúde do indivíduo através da presença de contaminantes biológicos, químicos e físicos (Septimio; Sousa; Álvares 2021). Tais contaminações podem ser classificadas por contaminação primária, direta e cruzada. A contaminação primária está associada ao período de produção da matéria-prima; a contaminação direta se relaciona com processos de manipulação ou contato direto com contaminantes químicos, físicos e biológicos; a cruzada, por sua vez, apresenta natureza imperceptível, podendo ocorrer quando o contaminante, que está presente em matérias-primas, alimentos e superfícies, entram em contato com o alimento inócuos (Alkimim, 2022).

Associados a sérios agravos nas condições de saúde pública, o aumento de DTAs apresentam-se de forma significativa e a execução de práticas inadequadas durante o

processamento dos alimentos colaboram para a emergência destas doenças (Oliveira, 2021). Neste sentido, a segurança dos alimentos em conjunto com a gestão/controle de qualidade relaciona fundamentos básicos para que o processo de produção de alimentos possa ser realizado de maneira segura, prevenindo os riscos associados à alimentação e ao aparecimento de DTAs (Pandolfi; Moreira; Teixeira, 2020; Pereira; Zanardo, 2020; Maia, 2023).

A fim de alcançar a qualidade em seus processos, as indústrias de alimento utilizam ferramentas de qualidade com o objetivo de analisar e propor soluções para os problemas que forem visualizados, potencializando a sua uniformidade e a garantia no controle de falhas (Pessoa, 2018; Costa, 2022). Dentre a adoção de ferramentas de qualidade na produção de alimentos, estão as Boas Práticas de Fabricação (BPFs) (Ribeiro; Souza, 2022).

As BPFs são caracterizadas por medidas essenciais para a garantia da qualidade higiênico-sanitária, conformidade nos processos de produção de alimentos e integridade dos produtos (Nunes, 2024). As BPFs são instituídas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Ministério da Saúde (MS) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Vanzella; Santos, 2015). As medidas de BPFs apresentam quatro grupos como requisito, sendo eles: manipuladores de alimentos, ambiente, manipulação segura de alimentos e por último, processos de controle e garantia da qualidade de alimentos (Ribeiro; Souza, 2022).

Com o foco na segurança alimentar, adjacente ao controle de qualidade, as Boas Práticas de Fabricação caracterizam-se como pré-requisitos para implantação de sistemas de qualidade como Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) (Vanzella; Santos, 2015). O APPCC tem como finalidade a garantia da segurança nos processos de produção, manipulação, transporte, distribuição e consumo, tendo como base a aplicação de princípios técnico-científicos (Pereira; Zanardo, 2020). Assim, o sistema de APPCC está presente em distintas etapas do processo de produção dos alimentos, tornando capaz a identificação de pontos falhos e o controle de perigos (Vanzella; Santos, 2015; Pereira; Zanardo, 2020).

Com isso, esse trabalho tem o objetivo de destacar a importância do uso de ferramentas de BPF e APPCC como alternativa para o controle de microrganismos presentes no leite e seus derivados, garantindo a melhoria das condições higiênico-sanitárias, a eliminação de riscos e a segurança alimentar do consumidor.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar uma revisão da literatura descrevendo a incidência de microrganismos patogênicos presentes no leite e seus subprodutos e destacar a importância do uso de ferramentas de Boas Práticas de Fabricação e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle como alternativas para o controle de toxinfecções causadas por alimentos.

2.2 Objetivos Específicos

- Descrever a incidência de microrganismos patogênicos presentes no leite cru e pasteurizado;
- Analisar estudos científicos referentes à incidência de microrganismos patogênicos no leite em distintas regiões do Brasil;
- Abordar o uso de ferramentas de BPF e APPCC como alternativa para o controle de Doenças Transmitidas pelo leite.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Leite

O sistema de produção leiteira figura um espaço de destaque socioeconômico mundial em consequência ao elevado valor nutricional do leite e seus subprodutos. Devido à crescente procura por alimentos de origem animal em decorrência de seus aspectos nutricionais, o controle sanitário é essencial para manutenção da qualidade dos laticínios (Agga *et al.*, 2019).

O leite é obtido a partir da ordenha completa e ininterrupta de vacas sadias e é conhecido como excelente fonte de micro e macronutrientes (Tenório *et al.*, 2019). Historicamente, com base em seu valor nutricional, o leite representa um dos grandes vetores responsáveis pela economia e política desde o período da Primeira República, junto ao café (Silva *et al.*, 2022). Ainda que com a vasta relevância para a indústria alimentícia, o leite e seus subprodutos encontram-se entre os alimentos que mais causam intoxicações alimentares (Chacon, 2018; Macêdo, 2020).

Tendo em sua composição cerca de 80% de água e apresentando pH próximo a neutralidade, além da presença de carboidratos, proteínas e lipídeos, o leite apresenta um ambiente suscetível ao crescimento e proliferação de microrganismo (Macêdo, 2020; Weber; Ruffato, 2020; Abreu *et al.*, 2021; Silva, 2022). A contaminação dos produtos lácteos pode ocorrer desde a ordenha até o processamento e armazenamento (Chacon, 2018; Oliveira, 2019). Os perigos da contaminação são definidos a partir de sua natureza química, física e microbiológica.

Os perigos químicos se dão através da contaminação por agrotóxicos, presença de antibióticos, pesticidas e outros produtos químicos. Os perigos físicos se relacionam com a presença de corpos estranhos, como pregos, pedaço de madeira e cacos de vidro. As fontes de contaminação microbiológicas, por sua vez, dividem-se em duas formas: interna e externa. A contaminação externa é caracterizada pela falta de higiene na ordenha do gado e exposição dos úberes ao ambiente, equipamentos e tubulações sujas. A contaminação interna é indicada pela presença de microrganismos nos úberes, seja associada à colonização ou processos infecciosos denominados de mastite (Alegbeleye *et al.*, 2018; Oliveira, 2019; Weber *et al.*, 2019; Alkmin, 2022; Costa Junior, 2022).

3.1.1 Bactérias patogênicas presentes no leite

As bactérias patogênicas são caracterizadas pela capacidade de causar infecções e toxinfecções, sendo encontradas em alimentos crus ou armazenados e manipulados de maneira incorreta (Alkmin, 2022). A falta de higiene na ordenha, má higienização de equipamentos e água suja, também podem ser considerados fatores de risco para o aumento da carga microbiana em alimentos (Costa Junior, 2022). Além da mastite bovina, a produção de enzimas proteolíticas e lipolíticas microbianas, destacam-se como uma das principais causas de contaminação na indústria de laticínios (Rodrigues, 2021).

A ação enzimática resulta em alterações físico-químicas e sensoriais dos produtos lácteos, sendo causadas, por sua vez, por bactérias denominadas psicrotróficas, mesófilas e termófilas, além dos coliformes totais e termotolerantes (Andrade; Montanhini; Ribeiro 2021; Rodrigues, 2021). As bactérias do grupo mesófilas se proliferam em ambientes com temperatura entre 20 °C e 40 °C e atuam na fermentação da lactose, elevando a acidez do leite. Os microrganismos presentes nestes grupos estão associados às infecções intramamárias, a exemplo, a mastite bovina (De Andrade; Montanhini; Ribeiro 2021; Rodrigues, 2021).

Dentre as bactérias psicrotróficas estão as *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Enterobacter* e *Pseudomonas*. As psicrotróficas se desenvolvem durante o resfriamento do leite, sendo capazes de se multiplicar e produzir enzimas proteolíticas e lipolíticas responsáveis pela deterioração físico-química do leite cru (De Andrade; Montanhini; Ribeiro 2021; Rodrigues, 2021; Silva *et al.*, 2021). As termófilas, por sua vez, resistem à pasteurização devido a sua capacidade de suportar altas temperaturas (Rodrigues, 2021).

Os coliformes totais e termotolerantes são indicadores das baixas condições higiênico-sanitárias e contaminação fecal e do risco da presença de microrganismos patogênicos, respectivamente. Assim, estes patógenos representam um potencial acerca da deterioração de alimentos (Chacon, 2018; Rodrigues; Moura, 2021; Barros, 2022). Além do perfil de temperatura, as bactérias patogênicas podem ser classificadas quanto ao grau de perigo, sendo divididas como: grau biológico grave, moderado com amplo poder de disseminação e moderados com poder limitado de disseminação (Tabela 1) (Alkmin, 2022).

Tabela 1. Bactérias patogênicas presente no leite

Microrganismos	Habitat	Perfil de Temperatura	Perigo Biológico
<i>Aeromonas</i> spp.	água, solo, vegetais, alimentos e fezes humanas;	Psicrotrófica	Moderada e com potencial de disseminação limitada
<i>Bacillus cereus</i>	Solo;	Mesófila	Moderada e com potencial de disseminação limitada
<i>Brucella</i> spp.	Animais;	Mesófila	Graves
<i>Camphylobacter jejuni</i>	Trato intestinal de animais domésticos;	Mesófila	Moderada e com potencial de disseminação limitada
<i>Clostridium botulinum</i>	Solo, água não tratada, trato intestinal de mamíferos, fezes humanas;	Psicrotrófica	Graves
<i>Escherichia coli</i>	Trato intestinal de humanos e animais de sangue quente;	Colifome termotolerante	Moderados e com potencial de disseminação ampla
<i>E. coli</i> enteroinvasiva	Trato intestinal de humanos e animais de sangue quente;	Colifome termotolerante	Moderados e com potencial de disseminação ampla
<i>E. coli</i> O157:H7	Trato intestinal de bovinos;	Colifome termotolerante	Moderados e com potencial de disseminação ampla
<i>Listeria monocytogenes</i>	Solo, água, esgoto, fezes de animais, vegetação em decomposição;	Psicrotrófica	Graves
<i>Salmonella</i> spp.	Trato intestinal de mamíferos, em homens e insetos;	Mesófila	Moderados e com potencial de disseminação ampla
<i>Salmonella paratyphi</i>	Trato intestinal de mamíferos, em homens e insetos;	Mesófila	Graves
<i>Salmonella typhi</i>	Trato intestinal de mamíferos, em homens e insetos;	Mesófila	Graves
<i>Shigella</i> spp.	Trato intestinal de homens;	Psicrotrófica	Moderados e com potencial de disseminação ampla
<i>Shigella dysenteriae</i>	Trato intestinal de homens;	Psicrotrófica	Graves
<i>Staphylococcus aureus</i>	Mucosa Nasal, pele e cabelos;	Mesófila	Moderada e com potencial de disseminação limitada

Fonte: adaptado de Alkmin (2022).

Assim, a avaliação da contaminação microbiológica classifica a vida útil do alimento através da técnica quantitativa de Contagem Bacteriana Total (CBT) no leite. Os parâmetros

de qualidade, por sua vez, possuem a capacidade de discriminar as condições inferiores de higiene nas etapas produtivas e garantir a inocuidade e as características físico-químicas, nutricionais, sensoriais do leite e seus derivados (Chacon, 20218; Barros, 2022; Nunes, 2024).

3.2 Mastite Bovina

Associada à redução do rendimento na produção e diminuição na qualidade do leite, a mastite bovina é definida como um processo inflamatório das glândulas mamárias (Figura 1), causada por bactérias, fungos, parasitos e lesões traumáticas (Alkmin, 2022; Costa Junior, 2022). A mastite pode ser de acompanhada de infecção ou não, se diferenciando pela presença de sinais visíveis e alterações no aspecto do leite. A forma subclínica (não infecciosa), por sua vez, é representada através de alterações microscópicas, químicas e teciduais (Cheng; Han, 2020; Damasceno *et al.*, 2020; Costa Junior, 2022).

Figura 1 – Mastite Bovina severa



Fonte: Ribeiro *et al.* (2008).

Associadas carência nos processos higiênico-sanitários e problemas relacionados com ordenha, as infecções bacterianas são apontadas como os principais agentes responsáveis pela mastite bovina. Dentre os patógenos isolados na mastite, destacam-se *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Mycoplasma bovis*, e *Corynebacterium* spp. Tendo como principal agente *S. aureus*, a mastite pode se espalhar de forma contagiosa entre bovinos (Bhat *et al.*, 2017; Zimmermann; Araújo, 2017; Damasceno *et al.*, 2020; Costa Junior, 2022). Ambas as

formas possuem como sintomas prevalentes a sensibilidade local, eritema da mama, febre e fadiga (Costa Junior, 2022).

3.3 Pasteurização

Diante das elevadas taxas de contaminação e a facilidade de crescimento e proliferação de bactérias patogênicas, o processo de pasteurização foi implementado na indústria alimentícia como um método antimicrobiano (Alkmin, 2022; Costa Junior, 2022). A pasteurização consiste em um tratamento térmico que tem como objetivo a destruição de isolados patogênicos e deteriorantes (Chacon, 2018). É um processo que elimina os microrganismos patogênicos através do calor, mas não o torna estéril. De forma geral, o procedimento térmico corresponde ao aquecimento do leite a 60 °C, seguido de um resfriamento brusco. Existem tratamentos de pasteurizações equivalentes; a escolha da temperatura para pasteurização é baseada no tempo de morte térmica dos microrganismos patogênicos mais resistentes que devem ser eliminados. Podem ser classificados de acordo com o tempo de duração do processo e temperatura pré-determinada (Chacon, 2018; Alkmin, 2022).

A pasteurização lenta é definida pelo aquecimento do leite a 60 °C a 65 °C, por cerca de 30 minutos, seguido do resfriamento imediato a temperatura de 4 °C e 6 °C. A pasteurização rápida consiste no aquecimento do leite a 75 °C, por 15 a 20 segundos, seguido do resfriamento a temperatura máxima de 4 °C (Chacon, 2018). Ainda que tenha como objetivo a destruição de microrganismos, melhora da segurança alimentar e aumento da vida útil do leite, relatos de processos infecciosos em indivíduos após consumo de leite pasteurizado tem se tornado frequentes (Vidal *et al.*, 2017). Além da contaminação pós-pasteurização devido a fatores relacionado a má higienização de equipamentos e manipulação inadequada, algumas espécies podem sobreviver as altas temperaturas, propagando-se no produto final, resultando em uma das principais causas de deterioração do leite (Chacon, 2018; Calahorrano-Moreno *et al.*, 2022; Costa Junior, 2022; Ribeiro; Roldão Neto, 2024).

3.4 Boas Práticas de Fabricação (BPF)

As Boas Práticas de Fabricação podem ser definidas como um conjunto de normas obrigatórias que estabelecem e padronizam procedimentos e conceitos de boa qualidade para

produtos, processos e serviços, visando atender aos padrões mínimos estabelecidos por órgãos reguladores governamentais nacionais e internacionais, cuja obrigação é zelar pelo bem-estar da sociedade (Rainho, 2023; Nunes, 2024). Atrelado ao aumento do consumo de alimentos, os mecanismos de qualidade precisam de constantes atualizações a fim de manter a segurança dos produtos (Ribas; Ribeiro, 2021).

As Boas Práticas de Fabricação representam uma das mais importantes ferramentas de qualidade e deve ser aplicada desde a recepção da matéria-prima, processamento, até a expedição do produto (Texeira; Oliveira, 2021). Desta maneira, as BPFs são compostas por requisitos de quatro grupos: a) manipuladores de alimentos; b) ambiente; c) manipulação segura de alimentos e; d) processos de controle e garantia da qualidade de alimentos (Sousa; Ribeiro, 2022).

Relacionados ao requisito dos manipuladores de alimentos está o comportamento adequado nos processos de fabricação, assim como as normas de higiene e saúde. A respeito do ambiente, estão envolvidas questões acerca da localização e estrutura. Enquanto isso, as condições de armazenamento, pré-preparo, preparo e cuidados pós preparo se associam ao requisito da manipulação segura. No que diz respeito aos processos de controle de qualidade, todos os requisitos se associam em conjunto com os processos de controle de higienização e cuidados preventivos (Sousa; Ribeiro, 2022).

Ao longo dos anos, os processos de fabricação passaram por diversas atualizações, especificamente na industrialização de produtos alimentícios. No Brasil, a partir da Portaria nº 16, de 06 março de 1995, as BPFs foram instituídas para todos os estabelecimentos produtores (Vanzella; Santos, 2015). Em 1997, a Portaria nº 368, do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento aprovou o Regulamento Técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de BPF para estabelecimentos produtores de alimentos. A ampla atuação da ferramenta e a representação dentro do manual de boas práticas de fabricação foi regulamentada em 1999 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (Texeira; Oliveira, 2021; Sousa; Ribeiro, 2022; Brugeff; Peixoto; Daniele, 2022; Nunes, 2024).

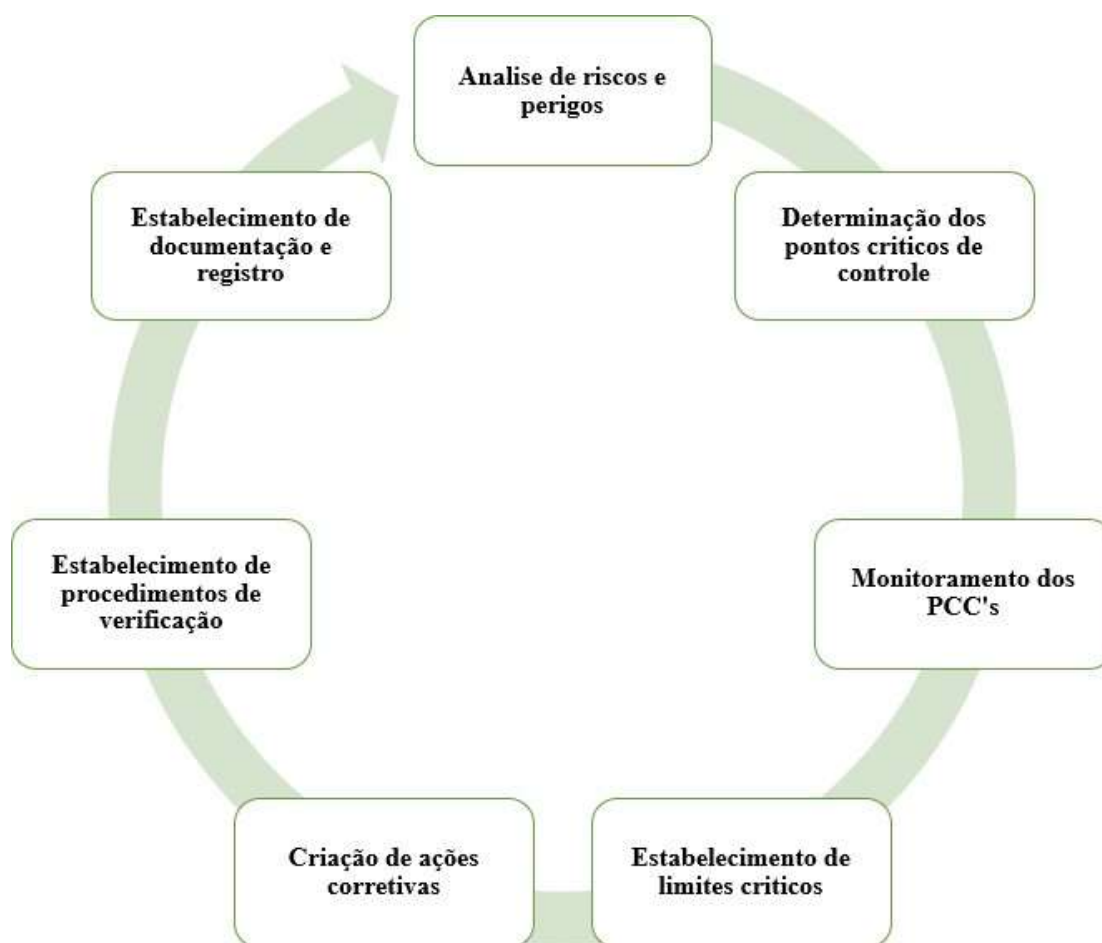
De forma geral, as BPFs estabelecem os requisitos essenciais de higiene, visando assegurar a segurança, qualidade e integridade dos produtos (Texeira; Oliveira, 2021; Sousa; Ribeiro, 2022; Nunes, 2024). Assim, além de atender as exigências do mercado e o requisito estabelecidas na legislação, a ferramenta BPF é considerada um pré-requisito para a implantação de sistemas de qualidade, como Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), sendo base da atuação em processos que assegurem a saúde, segurança e bem-estar do consumidor (Vanzella; Santos, 2015; Texeira; Oliveira, 2021; Sousa; Ribeiro, 2022).

3.5 Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)

O sistema APPCC originou-se na década de 50 em indústrias químicas sendo, posteriormente, adaptado para a área de alimentos, em 1960, a pedido da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), onde foi responsável por manter a inocuidade de alimentos fornecido aos astronautas livres de riscos à saúde (Vanzella; Santos, 2016; Rabelo, 2022). No Brasil, o APPCC surgiu em 1993, sendo relacionado a procedimentos para pescados. No entanto, ainda no mesmo ano, o Ministério da Saúde estabeleceu a aplicação em todas as indústrias alimentícias (Buzinaro; Gasparotto, 2019; Oliveira, 2021).

O programa é concebido e implantado por uma equipe de APPCC, que trabalha de acordo com os sete princípios estabelecidos pela comissão CODEX Alimentarius, um órgão consultor formado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS). A equipe APPCC deve ser composta por: 1. microbiologistas; 2. engenheiros; 3. gerentes de produção; 4. pessoal de produção; 5. gerente de asseguarção da qualidade; 7. líder.

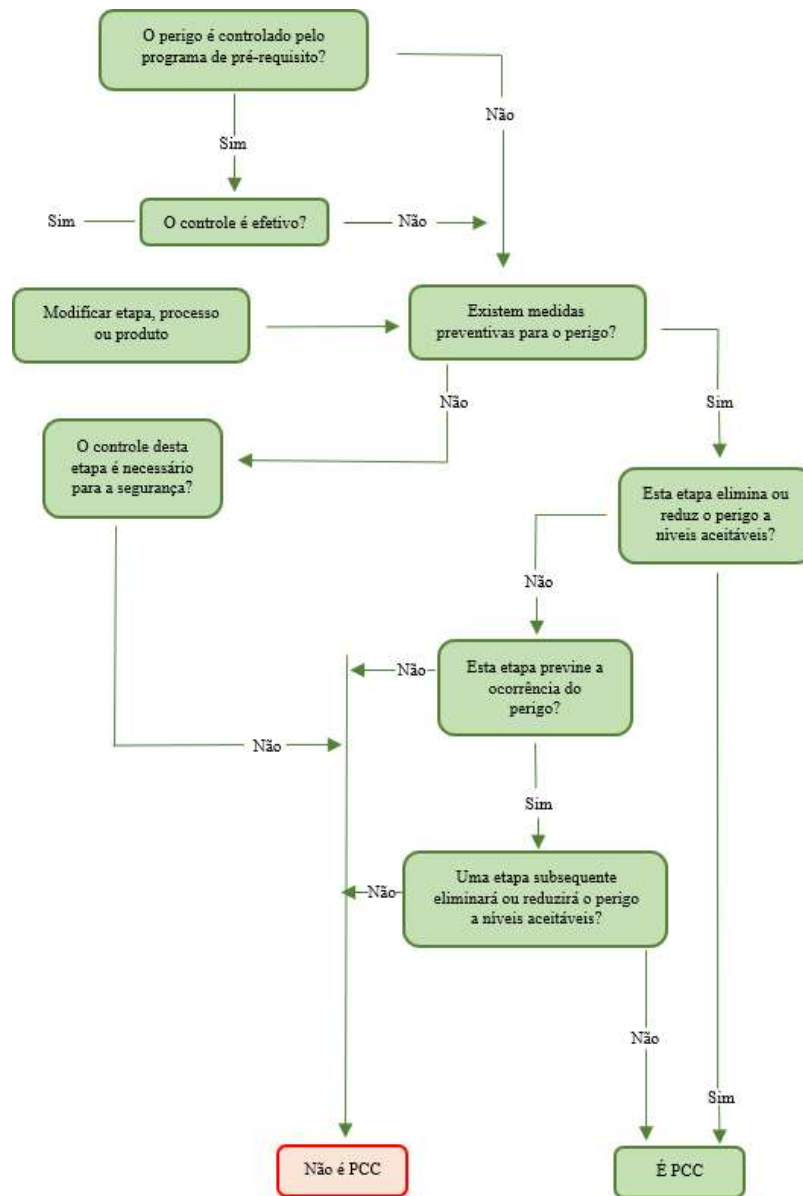
O sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle se fundamenta na aplicação de princípios técnicos e científicos, tendo como objetivo a análise de perigos específicos e medidas preventivas para seu controle (Vanzella; Santos, 2015; Veronezi; Caveião, 2015; Oliveira; 2021; Rabelo, 2022). A fim de garantir a inocuidade dos processos de produção, manipulação, transporte, distribuição e consumo de alimentos, o sistema APPCC é baseado nos sete princípios: análise de perigos, determinação dos Pontos Críticos de Controle (PCC), estabelecer os limites críticos, estabelecer o sistema de monitoramento, estabelecer ações corretivas, procedimentos de verificação e registros e documentos (Figura 2) (Oliveira, 202; Alkmin, 2022).

Figura 2 – Princípios do APPCC

Fonte: Alkmim, 2022.

A análise de perigos se refere a probabilidade e severidade de cada perigo, ou seja, determina todos os perigos potenciais, em todas as etapas do processo, desde a matéria-prima até o produto final (Dutra, 2019). Na determinação dos Pontos Críticos de Controle ocorre a prevenção, eliminação ou redução dos perigos, sendo assim, considerada uma das etapas mais importantes. No processo de determinação do PCC, é possível realizar um diagrama, chamado de Árvore Decisória (Figura 3), a fim de facilitar a visão dos perigos existentes (Alkmim, 2022; Rabelo, 2022).

Figura 2. Exemplo de Árvore Decisória.



Fonte: Adaptado de Rabelo (2022).

O terceiro critério pode ser considerado a continuação do segundo, uma vez que, é um parâmetro utilizado para determinar os limites críticos de cada perigo encontrado na etapa do PCC (Alkmin, 2022). O quarto princípio é determinado pela monitorização de cada PCC, tornando possível evidenciar a redução do controle do PCC e, fornecer informação quanto a modificação ou adequação de etapas, visando manter a produção dentro dos limites críticos (Alkmin, 2022; Rabelo, 2022). O princípio cinco está associado ao estabelecimento de ações corretivas com base em cada PCC identificado. O sexto princípio é caracterizado pela ação

avaliativa, se pauta na verificação dos resultados do sistema APPCC. Por fim, o sétimo princípio trata do registro e documentação de todas as etapas anteriores.

De modo geral, o APPCC baseia-se na avaliação completa do processo, sendo capaz de identificar perigos de uma linha de produção, com predominância nos perigos de origem microbiológica, além dos físicos e químicos (Oliveira, 2021; Alkmin, 2022). Este método de qualidade busca caracterizar matérias-primas e fatores intrínsecos e extrínsecos de todo histórico do produto (Oliveira, 2021). O sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle, por fim, oferece uma abordagem racional para o controle de perigos com finalidade de evitar desvios no padrão de qualidade e garantir a segurança alimentar do consumidor (Vanzella; Santos, 2015; Alkmin, 2022; Nunes, 2024).

4 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura conduzida através da identificação e seleção de estudos científicos publicados entre janeiro de 2014 a dezembro de 2024, utilizando as seguintes bases de dados: *PubMed*, *Springer*, *Science Direct* e *Scielo*. Serão utilizados os seguintes descritores em língua inglesa e portuguesa: Leite cru e Pasteurizado; Microrganismos Patogênicos; Doenças Transmitidas por Alimentos; Boas Práticas de Fabricação; Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). *Raw and Pasteurized Milk*; *Pathogenic Microorganisms*; *Foodborne Diseases*; *Good Manufacturing Practices*; *Hazard Analysis and Critical Control Points*. Serão incluídos artigos (a) que foram realizados no Brasil, (b) que foram publicados em inglês e português. Além disto, o Google Acadêmico foi utilizado para pesquisas adicionais e identificação de estudos que não foram identificados nas bases de dados utilizadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incidência de microrganismos patogênicos no leite cru configura um desafio constante para indústria de alimentos e representa um elevado risco a saúde pública (Leite, 2024). Por se tratar de um alimento de grande valor nutricional e composição química variada, o leite torna-se um meio de cultura natural, criando um ambiente propício para o crescimento de microrganismos (Cardoso; Polegatti, 2019; Weber; Rufatto, 2020). Dada a capacidade de multiplicação destes microrganismos, a presença de patógenos e toxinas causadoras de toxinfecções alimentares comprometem a qualidade do leite e seus subprodutos nas distintas etapas da cadeia produtiva (Martins *et al.*, 2021; Stroher; Santos Junior; Salazar, 2023).

A ocorrência da contaminação do leite e produtos lácteos tem sido observada desde a ordenha até o envasamento e consumo, podendo assim, ocorrer durante a produção, manipulação, transporte e armazenamento (Porcellato *et al.*, 2018). De acordo com Murphy *et al* (2016), a qualidade do leite cru pode afetar a produção, o rendimento, a qualidade e a segurança dos produtos lácteos por meio de falhas nos processos industriais e a inadequada implementação das medidas de controle de qualidade durante as etapas de produção. A composição bacteriana do leite pode ser variada em quantidade e diversidade dependendo da origem de contaminação (Leite, 2024). Os patógenos de maior prevalência relatados em amostras de leite contaminado são *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica* e *Staphylococcus aureus* (Tabela 2) (Brito *et al.*, 2021).

Tabela 2 - Microrganismos de maior prevalência relatados em amostras de leite.

Microrganismos de maior prevalência no leite	
Microrganismos	Autores / ano
<i>Salmonella</i> spp.	Amorim; Nascimento (2017); Bettanin (2019); Gasparotto et al., (2019); Brito (2021); Martins et al., (2021); Ramos (2021), Coelho (2023).
<i>Escherichia coli</i>	Ribeiro et al., (2014); Cunha et al., (2016); Silva et al., (2017); Bettanin (2019); Brito (2021); Martins et al., (2021); Ribeiro et al., (2024).
<i>Listeria monocytogenes</i>	Brito (2021); Martins et al., (2021).
<i>Staphylococcus aureus</i>	Fischer et al., Jardim et al., Maiolino et al., Ribeiro et al., Saab et al., (2014); Da cunha et al., (2016); Zimmermann; Araújo (2017); Bettanin (2019); Gasparotto et al., (2019); Damasceno et al., (2020); Martins et al., (2021).
<i>Streptococcus</i> spp.	Ribeiro et al., (2014); Damasceno et al., (2020).

A mastite bovina tem sido descrita como uma das causas para o aumento da incidência de microrganismos patogênicos no leite (Damasceno *et al.*, 2020). De acordo com Zimmermann e Araújo (2017), *Staphylococcus aureus* é um dos agentes causais mais prevalentes nas manifestações subclínicas da mastite. No estudo de Ribeiro *et al.*, (2014), foi constatada a presença de isolados de *Staphylococcus aureus* (coagulase positiva), *E. coli* e *Streptococcus* sp., em bovinos em lactação no município de Rio Pomba – MG. Na pesquisa realizada em animais positivos para mastite, por Bettanin (2019), no Paraná, foi identificada a presença de *Staphylococcus* spp., Enterobactérias, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas* spp., tendo como maior prevalência as cepas de *Staphylococcus* spp. (coagulase negativa). O resultado obtido por Bettanin (2019) é semelhante ao encontrado por Mota *et al.*, (2012), onde isolados de *Staphylococcus* sp., corresponderam à maior prevalência em casos de mastite bovina no estado de Pernambuco.

No município de Viçosa, em Minas Gerais, Da Cunha *et al.* (2016) investigaram a presença de mastite em 617 animais, onde 44 apresentavam um quadro positivo para mastite clínica. Ao final do estudo, observou-se que as maiores porcentagens de agentes etiológicos isolados, na ordem, foram: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Escherichia coli*

e leveduras (Da Cunha *et al.*, 2016). Os estudos como o de Jardim *et al.* (2014), Maiolino *et al.* (2014) e Saab *et al.* (2014) corroboram a presença de isolados de *S. aureus* e *S. agalactiae* como frequentemente relatados em casos de mastite bovina subclínica. Ainda a respeito da prevalência de isolados de *Staphylococcus* spp., Damasceno e colaboradores (2020) identificaram a presença de isolados de *Staphylococcus aureus* (37,5%), *Escherichia coli* (25,0%) e *Streptococcus* sp. (12,5%) em 27 vacas em lactação na região sul de Minas Gerais (Tabela 3).

Tabela 3 - Microrganismo de maior prevalência isolados em casos de mastite bovina.

Mastite bovina			
Ano	Autores	Microrganismos	Região
2014	Jardim et al.	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Streptococcus dysgalactiae</i> , <i>Streptococcus uberis</i> , <i>Corynebacterium</i> spp. e <i>Streptococcus intermedius</i> .	Paraná
2014	Maiolino et al.	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Corynebacterium</i> sp., <i>Streptococcus</i> spp., <i>Streptococcus agalactiae</i> e <i>Escherichia coli</i> .	São Paulo
2014	Saab et al.	<i>Staphylococcus</i> coagulase negativa, <i>Streptococcus</i> spp., <i>Corynebacterium bovis</i> , <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva, <i>Corynebacterium</i> spp e <i>Candida</i> spp	Paraná
2014	Ribeiro et al.	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>E. coli</i> e <i>Streptococcus</i> spp.	Minas Gerais
2016	Cunha et al.	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus agalactiae</i> , <i>Escherichia coli</i> e leveduras	Minas Gerais
2017	Zimmermann e Araújo	<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Streptococcus</i> spp; <i>Enterococcus</i> spp.; <i>Escherichia coli</i> ; <i>Yersinia</i> ssp; <i>Klebsiela</i> spp.	Paraná
2019	Bettanin	<i>Staphylococcus</i> spp., Enterobactérias, <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Pseudomonas</i> spp.	Paraná
2020	Damasceno	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> e <i>Streptococcus</i> spp.	Minas Gerais

A prevalência desses isolados é um dado preocupante para a saúde humana, uma vez que suas enterotoxinas termorresistentes persistem ativas após a pasteurização (Zimermann; Araújo, 2017). No estudo de Bettanin (2019), o grupo das Enterobactérias foi o segundo microrganismo com maior prevalência dos isolados. Sendo de origem entérica, esses patógenos representam como principal fonte de infecção o contato com umidade, lama e fezes de animais (Tabela 3) (Bettanin, 2019).

A presença de isolados de *E. coli* e outros microrganismos da família *Enterobacteriaceae* evidenciam a necessidade de implementação das boas práticas sanitárias na produção leiteira e manejo adequado durante a ordenha (Ribeiro *et al.*, 2014). Silva e colaboradores (2017) caracterizaram a presença das enterobactérias como indicadoras das condições higiênico sanitárias durante manuseio e fabricação de alimentos derivados do leite. Nos estudos de Gasparotto *et al.* (2019) e Martins *et al.* (2021), realizados nos estados de Rondônia e Minas Gerais, respectivamente, a presença de bactérias do grupo dos coliformes em amostras de queijo refletiram a falta de higiene no processamento e na manipulação dos alimentos e caracterizaram *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *Salmonella* spp. e *E. coli* como as principais ameaças à segurança alimentar dos queijos.

Do Nascimento Dias *et al.* (2015) avaliaram as condições higiênico-sanitárias da produção de queijo coalho, na cidade de Parnaíba (PI), através da detecção de microrganismos indicadores. Todas as amostras analisadas apresentaram elevados números de isolados coliformes totais e termotolerantes. Ainda, Coelho *et al.* (2023) identificaram a alta prevalência de contaminação microbiológicas por isolados de *E. coli* e *Salmonella* spp., em queijo do tipo Minas Frescal, encontrados no Espírito Santo. A presença destes microrganismos patogênicos pode ser controlada pela pasteurização, que apresenta, por sua vez, capacidade de destruição de isolados patogênicos e deteriorantes, através de um tratamento térmico (Chacon, 2018).

Estudos como o de Cardoso e Polegatti (2019), realizado no estado do Paraná, evidenciaram a eficácia da pasteurização para a diminuição de contagem bacteriana e de células somáticas. No entanto, embora seja um processo eficaz, a presença de microrganismos termodúricos após a pasteurização relatada por pesquisadores, como Leide (2015) e Brito *et al.* (2021), refletem possíveis falhas nos processos de tratamentos térmicos, má higienização de utensílios e/ou condições inadequadas de armazenamento. Dentre os microrganismos termorresistentes, destacam-se bactérias dos gêneros *Micrococcus*, *Enterococcus*, alguns *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Corynebacterium* e esporos de *Bacillus* (Leite, 2024).

Os microrganismos psicotrópicos representam um vasto problema para a cadeia produtiva do leite. A presença de patógenos pertencentes à família *Enterobacteriaceae* em leites pasteurizados tem sido relatada frequentemente por diversos autores. Silva *et al.* (2022) e Ribeiro (2024) identificaram a presença de cepas de *E. coli* no leite pós pasteurização, em amostras obtidas nas cidades do Rio de Janeiro e Monte Carmelo (MG), respectivamente, e salientaram necessidade do monitoramento contínuo e controle de qualidade em todas as etapas, desde a produção e ordenha até a distribuição.

Amorim e Nascimento (2017) e Ramos *et al.* (2021), destacaram a contaminação de produtos lácteos por *Salmonella* spp., *Serratia* e *E. coli*. Ainda, Silva *et al.* (2021) detectaram a presença de isolados do gênero *Klebsiella* e *Serratia*, esta, por sua vez, associada a degradação de produtos lácteos pela produção de proteases (Amorim; Nascimento, 2017). Estudos, como o de Monteiro *et al.* (2015), demonstraram ainda a presença de *C. jejuni* em amostras de leite pasteurizado e UHT mantidos sob refrigeração, em Uberlândia (MG).

Tais estudos ressaltam que a elevada presença de microrganismos em amostras de leite pasteurizado pode estar relacionada a falhas no processo do tratamento térmico, como também, a contaminação pós-pasteurização. Condições higiênico-sanitárias inadequadas durante o envasamento e manipulação, exposição à luz, falha no controle de temperatura durante o armazenamento e distribuição e má-higiene de utensílios e equipamentos são fatores que contribuem para a contaminação cruzada (Santos; Balsamo, 2024).

Chacon (2018) identificou as não conformidades sanitárias de equipamentos utilizados em uma indústria de alimentos no estado do Rio Grande do Norte. Em seu estudo, foi possível relacionar a incidência de microrganismos patogênicos no leite pasteurizado com as falhas sanitárias encontradas nas tubulações e tanques de armazenamento, destacando ainda a não conformidade nos parâmetros de temperatura na armazenagem. De acordo com Stroher e colaboradores (2023), a temperatura é um parâmetro crucial para assegurar a qualidade do leite. Seu estudo ressaltou a importância do monitoramento e controle da temperatura em todas as etapas do processo de produção. Ainda, Chacon (2018) salientou o favorecimento do crescimento de microrganismos em temperatura de refrigeração inadequada em casos de contaminação pós-pasteurização.

Tendo em vista a multiplicidade de fatores de contaminação e a diversidade patogênica encontrada nas amostras de leite cru e pasteurizado, os sistemas de controles de riscos têm sido aplicados como alternativa para a redução de toxinfecções causadas por alimentos. No estudo de Ströher e colaboradores (2023), foi destacado a importância da identificação dos pontos críticos para o emprego de ações corretivas, a fim de garantir a

melhora da qualidade do leite. Chacon (2018) identificou a não conformidade em relação as condições higiênico-sanitária como incrustações nos encaixes das tubulações, soldas não sanitárias, em contato com o leite e avaliou parâmetros referentes a armazenagem e frigorificação, através da aplicação do *checklist* utilizado na etapa de análise de riscos e perigos no sistema APPCC. As condições sanitárias e de higiene apresentaram desconformidade em mais de 50%. Este estudo enfatizou a necessidade de sistemas de controle de perigos na indústria de laticínios.

Almeida e Tarrento (2021) utilizaram o sistema APPCC para identificar e avaliar os perigos de contaminação em uma produção de leite no estado de São Paulo. Fazendo uso das 7 etapas que contempla o sistema, foi possível identificar os pontos críticos nos riscos biológicos, enfatizando os parâmetros sanitários como maior causador do crescimento de microrganismos. Nunes (2024) aplicou o sistema APPCC em uma indústria de laticínios localizada no estado de Alagoas, onde realizou a análise de dados de conformidades e não conformidades da empresa, com o objetivo de investigar e mitigar fatores que pudessem afetar a qualidade higiênico-sanitária dos alimentos. No último mês do estudo, após a aplicação do sistema APPCC, a empresa atingiu 100% de conformidade.

6 CONCLUSÃO

A presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes é um desafio prevalente para a indústria de alimentos e a saúde pública. *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica* e *Staphylococcus aureus* são os principais microrganismos isolados em casos de contaminação no leite cru e em seus subprodutos. Em concomitância ao elevado número de Doenças Transmitidas por Alimentos, tem sido relatado globalmente a multiplicidade de fatores de contaminação e falhas em todas as etapas da cadeia produtiva.

No Brasil, foram descritos diversos estudos que destacaram a prevalência de isolados patogênicos em leite cru, pasteurizado e subprodutos, destacando a influência de múltiplos fatores, como a presença de mastite bovina, higienização das mãos e equipamentos durante a manipulação, contaminação pós-pasteurização, especialmente durante a embalagem e controle de temperatura durante o armazenamento e distribuição, na vida útil do leite. Ainda, estudos ressaltam a importância das Boas Práticas de Produção e do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle na garantia da conformidade dos procedimentos e equipamentos utilizados em todas as fases da produção do leite. A análise de perigos e riscos nas distintas etapas, com registro e implementação de mudanças são essenciais para garantia de um produto seguro e de qualidade.

Neste contexto, o presente trabalho permitiu descrever distintos estudos que corroboram a incidência de microrganismos patogênicos no leite cru e pasteurizado, podendo destacar a importância do uso de ferramentas de BPF e APPCC como alternativa para o controle de toxinfecções causadas por alimentos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Hadassa et al. Gestão de qualidade no transporte de alimentos perecíveis. **São Paulo**, n. 3, 2021.
- AGGA, Getahun E. et al. Persistence of antibiotic resistance genes in beef cattle backgrounding environment over two years after cessation of operation. **PloSone**, v. 14, n. 2, p. e0212510, 2019.
- ALEGBELEYE, Oluwadara Oluwaseun et al. Hazards of a ‘healthy’ trend? An appraisal of the risks of raw milk consumption and the potential of novel treatment technologies to serve as alternatives to pasteurization. **Trends in Food Science & Technology**, v. 82, p. 148-166, 2018.
- ALOTHMAN, Mohammad et al. Relationship between total microbial numbers, volatile organic compound composition, and the sensory characteristics of whole fresh chilled pasteurized milk. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 15, p. 69-75, 2018.
- ALKMIM, Leticia Dias. Análise de perigos à saúde e à qualidade presentes na matéria-prima leite. 2022.
- AMORIM, Angelo MB; NASCIMENTO, Janaína dos Santos. A highlight for non-Escherichia coli and non-Salmonella sp. Enterobacteriaceae in dairy foods contamination. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, p. 930, 2017.
- ANDRADE PAULO, Isadora de; MONTANHINI, Maike Taís Maziero; RIBEIRO, Laryssa Freitas. Consequência da presença de bactérias psicrófilas em leite e derivados. **Revista GeTeC**, v. 10, n. 25, 2021.
- BARROS, Tâmya Albuquerque. Pontos de contaminação na produção de derivados lácteos em uma pequena indústria de laticínios. 2022.
- BETTANIN, Jonas et al. Frequência de isolamentos dos Agentes etiológicos da Mastite Bovina no Sudoeste Paranaense. 2019.
- BUZINARO, David Vinícios Chiarello; GASPAROTTO, Angelita Moutin Segoria. Como a implementação das boas práticas de fabricação (BPF) auxiliam a competitividade e a qualidade em uma indústria. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 371-382, 2019.
- BHAT, Adil Majid et al. Incidence of bovine clinical mastitis in Jammu region and antibiogram of isolated pathogens. **Veterinary world**, v. 10, n. 8, p. 984, 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Doenças transmitidas por alimentos (DTA). <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/doencas-transmitidas-por-alimentos-dta>. (2017).

BRITO, Maria Aparecida et al. Tipos de Microrganismos. **Embrapa Gado de Leite**, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/qualidade-higienica/microrganismos/tipos-de-microrganismos. Acesso em: 29 jan 2025.

BRUGEFF, Eduarda de Cássia Lima; PEIXOTO, Maíra Kaviski; DANIELE, B. I. E. R. Boas práticas de fabricação em indústrias de leite e derivados registradas no Serviço de Inspeção Municipal. **Ciência Animal**, v. 32, n. 1, p. 32-44, 2022.

CALAHORRANO-MORENO, Micaela Belen et al. Contaminants in the cow's milk we consume? Pasteurization and other technologies in the elimination of contaminants. **F1000Research**, v. 11, 2022.

CARDOSO, Adriano Ramos; POLEGATTI, Leonardo Puggina. Comparativo de análise físico-química e microbiológica em leite cru e leite pasteurizado. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG*, v. 2, n. 2, 2019.

COELHO, Alicy Ferreira et al. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE QUEIJOS TIPO MINAS FRESCAL DE DIFERENTES ORIGENS DO SUL DO ESPÍRITO SANTO. **Cadernos Camilliani e-ISSN: 2594-9640**, v. 20, n. 4, p. 75-93, 2024.

CORDEIRO, Rebecca Cristina Galvão. Processo de produção do leite pasteurizado e produtos lácteos a partir de leite cru bovino. 2018.

COSTA, Daniela Pereira Campos da. Verificação da implementação do sistema APPCC em uma indústria de alimentos de médio porte para adequação à ISO 22000. 2022.

COSTA JUNIOR, Sérgio Dias da. Diversidade fenotípica e genética de cepas de *Escherichia coli* isoladas de leite bovino, *caracara plancus* e isolados clínicos: uma abordagem One health. 2022.

CHACON, Tiago de Araújo. Mapeamento de pontos de contaminação em uma indústria de laticínios e sua influência na qualidade microbiológica do leite pasteurizado. 2018.

CHENG, Wei Nee; HAN, Sung Gu. Bovine mastitis: Risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments—A review. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 33, n. 11, p. 1699, 2020.

DA CUNHA, Adriano França et al. Prevalência, etiologia e fatores de risco de mastite clínica em rebanhos leiteiros de Viçosa-MG. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 1, p. 48-54, 2016.

DAMASCENO, Vanessa Souza et al. Análise do perfil microbiológico de agentes causadores de mastite bovina e sua relação com a qualidade do leite em uma fazenda do Sul de Minas Gerais. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 91409-91421, 2020.

SILVA, Agnaldo Cândido da; SILVA, Frederico Fonseca da; BETT, Vanderlei. A prevalência de mastites em vacas leiteiras do município de Carlinda (MT), no ano de 2016. **PubVet**, v. 11, p. 744-839, 2017.

ALMEIDA, James Marita Paes de; TARRENTO, Gilson Eduardo. Contaminação Do Leite Em Diferentes Pontos Do Processo De Produção De Uht, E A Ferramenta APPCC. In: **X JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica**. 2021.

ANDRADE PAULO, Isadora de; MONTANHINI, Maike Taís Maziero; RIBEIRO, Laryssa Freitas. Consequência da presença de bactérias psicrotróficas em leite e derivados. **Revista GeTeC**, v. 10, n. 25, 2021.

DUTRA, Luiza. Sistema APPCC sem mistérios – Dicas para a elaboração e implementação. Food Safety Brazil, 2019. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/sistema-appcc-sem-misterios-dicas-para-implementacao/>. Acesso em: 10 dez 2024.

FISCHER, Geferson et al. Manejo de ordenha como fator de risco na ocorrência de microorganismos em leite cru. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2471-2480, 2014.

FERREIRA, Rafael de Sousa. et al. Avaliação microbiológica de diferentes tipos de leite comercializado em Sobral, Ceará. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 18, n. 2, p. 67-74, 2016.

GASPAROTTO, Paulo Henrique Gilio. Avaliação microbiológica para detecção de *Staphylococcus aureus* em queijos tipo Muçarela. **Revista Ciência e Saúde Animal**, v. 1, n. 1, 2019.

JARDIM, Júlia Gazzoni et al. Perfil etiológico da mastite bovina na bacia leiteira do oeste paranaense, Brasil. 2014.

LEITE, Bruno José Nogueira Romão et al. A Influência dos Microrganismos na Produção e Qualidade de Leite e seus Subprodutos. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 7, n. 15, p. e151371-e151371, 2024.

MACÊDO, Wanderson Ricardo Fonseca de. Perfil dos manipuladores de alimentos e grau de conhecimento sobre as Boas Práticas de Fabricação (BPF) em laticínios da regional de Açailândia. 2020.

MAIA, Alanna Karine Barros et al. Métodos de controle de qualidade adotados pelas indústrias de alimentos. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 11, p. e111121143460-e111121143460, 2023.

MAIOLINO, Sérgio Ricardo et al. Eficácia'in vivo'da cefoperazona sódica, gentamicina e ciprofloxacino no tratamento intramamário da mastite clínica bovina. 2014.

MARTINS, Niádene Rodrigues Trindade et al. Avaliação microbiológica do queijo Minas comercializado na região de Montes Claros/MG. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, 2021.

MONTEIRO, Guilherme Paz et al. Sobrevivência de *Campylobacter jejuni* em amostras de leite pasteurizado e UHT artificialmente contaminados e mantidas sob refrigeração. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, p. 280-285, 2015.

MOTA, Rinaldo Aparecido et al. Participação dos *Staphylococcus* spp na etiologia das mastites em bovinos leiteiros no estado de Pernambuco (Brasil). **Ciência Animal Brasileira/Brazilian Animal Science**, v. 13, n. 1, p. 124-130, 2012.

MURPHY, Steven C. et al. Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 12, p. 10128-10149, 2016.

NASCIMENTO DIAS, Jhones do et al. Avaliação das condições higiênico-sanitárias de leite cru e queijo coalho comercializados em mercados públicos no norte do Piauí. **Saúde e Pesquisa**, v. 8, n. 2, p. 277-284, 2015.

NUNES, Rayane Silva. Diagnóstico de conformidades e gestão das boas práticas de fabricação em um laticínio na cidade de Batalha–AL. 2024.

OLIVEIRA, Alex Cordeiro de. **Processo industrial sanitário de produção de leite pasteurizado**. Uberlândia, 2019.

OLIVEIRA, Patricia campos de et al. Revisão: Implantação das boas práticas de fabricação na indústria Brasileira de alimentos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e35810111687-e35810111687, 2021.

PANDOLFI, Izabela Andrade; MOREIRA, Larissa Quirino; TEIXEIRA, Estelamar Maria Borges. Segurança alimentar e serviços de alimentação-revisão de literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 42237-42246, 2020.

PEREIRA, Wellington Boaz Bitencourt; ZANARDO, Vivian Polachini Skzypek. Gestão de boas práticas em uma cantina escolar. **Vivências**, v. 16, n. 30, p. 193-200, 2020.

PESSÔA, Matheus Henrique Leal et al. Ferramentas da qualidade: um estudo de caso aplicado a uma indústria do setor alimentício. 2018.

PORCELLATO, Davide et al. Microbial diversity of consumption milk during processing and storage. **International journal of food microbiology**, v. 266, p. 21-30, 2018.

RABELO, Israel Freitas. O sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) como meio de asseguarção do direito do consumidor no setor lácteo. 2022.

RAINHO, Bárbara Cláudia Campos. **Gestão da qualidade na indústria farmacêutica**. 2023. Tese de Doutorado.

RIBAS, ALEXANDRA ZILCE BUCHMANN; RIBEIRO, LARYSSA FREITAS. Implementação de Boas Práticas de Fabricação em Agroindústrias Familiares no Paraná. **Revista GeTeC**, v. 10, n. 26, 2021.

RIBEIRO, Marcio. Garcia et al. Peracute bovine mastitis caused by *Klebsiella pneumoniae*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 485–488, 2008.

RIBEIRO, Wanessa Oliveira et al. Enumeração de microrganismos causadores da mastite bovina e estudo da ação de antimicrobianos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 1, p. 45-52, 2014.

RIBEIRO, Laryssa Freitas; SOUSA, Melícia de Cardoso. Boas práticas na produção de alimentos a importância de diretrizes e manuais de boas práticas na produção alimentícia e gestão da qualidade do produto final. **Revista GeTeC**, v. 11, n. 36, 2022.

RIBEIRO, Laryssa Freitas; ROLDÃO NETO, Antônio Carlos. CONTAGEM DE *Escherichia coli* EM LEITE PASTEURIZADO. **Revista GeTeC**, v. 16, 2024.

RODRIGUES, Bruna Moura. Inativação fotodinâmica de microrganismos contaminantes do leite. 2021.

SAAB, Andreia Bittar et al. Prevalência e etiologia da mastite bovina na região de Nova Tebas, Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 835-843, 2014.

SANTOS, Luiza Andrade; BALSAMO, Rayane. Avaliação Da Qualidade Microbiológica De Leite Pasteurizado Comercializado No Distrito Federal (Medicina Veterinária). **Repositório Institucional**, v. 3, n. 1, 2024.

SEPTIMIO, Indiara Alves; SOUSA, Sandra Cristina de; ÁLVARES, Paulo Henrique de Melo. Curso de Boas Práticas para Manipuladores de Alimentos. Brasília, DF. 2021. Disponível em: https://www.ceasa.df.gov.br/wpcontent/uploads/2021/07/Apostila/Curso-manipuladores-de-alimentos_final.pdf. Acesso em: 13 dez. 2024.

SILVA, Danielle Carmo da. Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) em steaks preparados em serviço de alimentação. 2016.

SILVA, Renato Roberto et al. Influência das contagens de células somáticas e dos microrganismos psicrotróficos sobre os parâmetros físico-químicos de qualidade e índice proteolítico em leite UHT. 2021.

SILVA, Ana Luiza Ferreira Santos et al. Detecção de Enterobacteriaceae em leite pasteurizado e avaliação da atividade proteolítica. **Open Science Research**, v. 5, p. 326-336, 2022.

STRÖHER, Jeferson Aloísio; SANTOS JUNIOR, Luís Carlos Oliveira dos; SALAZAR, Marcela Mendes. Avaliação da qualidade microbiológica do leite cru refrigerado no trajeto do campo à indústria: estudo de caso no Rio Grande do Sul. **Nutrivisa Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, v. 10, n. 1, p. e11064-e11064, 2023.

TENÓRIO, A. I. G. et al. **Metabolismo de minerais em animais: Cálcio**. 2019. 23f. (Monografia), Disciplina de Princípios de Nutrição Animal do curso de Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo - Pirassununga - São Paulo - Brasil, 2019.

TEIXEIRA, Gabriela Fagundes; OLIVEIRA PAZZOTI, Geisa Simplicio de. Implantação de boas práticas de fabricação e procedimentos operacionais padronizados em uma indústria de alimentos. **Revista Científica Unilago**, v. 1, n. 1, 2021.

USDA, United States Department of Agriculture. Dairy: World Markets and Trade. Dez. 2020. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/dairy-world-markets-and-trade>>. Acesso em 13 dez 2024.

VANZELLA, Elídio; SANTOS, Wagner Silva. O controle de qualidade, por meio das ferramentas BPF e APPCC, em uma linha de produção de uma indústria de alimentos. **Destarte**, v. 5, n. 2, p. 76-90, 2015.

VERONEZI, Camila Teodoro; CAVEIÃO, Cristiano. A importância da implantação das boas práticas de fabricação na indústria de alimentos. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, v. 8, n. 4, p. 90-103, 2015.

VIDAL, Ana et al. Pseudomonas spp.: contamination sources in bulk tanks of dairy farms. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, p. 941-948, 2017.

WEBER, Mareike; LIEDTKE, Janine; PLATTES, Susanne; et al. Bacterial Community composition of biofilms in milking machines of two dairy farms assessed by a combination of culture-dependent and –independent methods. **PLOS ONE**, v. 14, n. 9, p. e0222238, 2019. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0222238>>. Acesso em: 4 dez. 2024.

WEBER, Laís Dayane; RUFFATO, Bruna. avaliação microbiológica de leite cru em função de diferentes formas de coleta. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, v. 3, n. 1, 2020.

ZIMERMANN, Katia Fabiane; ARAUJO, Maria Eugênia Moraes. Mastite bovina: agentes etiológicos e susceptibilidade a antimicrobianos. **Revista Campo Digital**, v. 12, n. 1, 2017.