



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO NORTE DE
MINAS GERAIS - *CAMPUS* SALINAS
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JOSIANE SILVA FREIRE
WISLLA ANTÔNIA OLIVEIRA VIANA

ANÁLISE DA QUALIDADE DO LEITE PASTEURIZADO INTEGRAL PADRONIZADO
COMERCIALIZADO NO NORTE DE MINAS GERAIS

SALINAS
2025

JOSIANE SILVA FREIRE
WISLLA ANTÔNIA OLIVEIRA VIANA

**ANÁLISE DA QUALIDADE DO LEITE PASTEURIZADO INTEGRAL PADRONIZADO
COMERCIALIZADO NO NORTE DE MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - *Campus* Salinas, para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientadora: Dra. Juliana Zara Brondi Mendes.

SALINAS
2025

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL - TAPD

1 - Identificação do material bibliográfico

() Tese () Dissertação (x) TCC

2 - Identificação do autor

Nome: Josiane Silva Freire

RG: MG-22.057.539

CPF: 148.887.366-69

Email: jsf1@aluno.ifnmg.edu.br

Orientadora: Dra. Juliana Zara Brondi Mendes.

3 - Identificação do documento

Curso: Engenharia de Alimentos.

Programa de Pós Graduação em:

Área de concentração:

Título: Data de defesa: 02/05/2025


4 - Informação de acesso ao documento:

Este documento é confidencial? () Sim (X) Não

Este trabalho ocasionará registro de patente? () Sim (X) Não

Este trabalho pode ser liberado para reprodução? (x) Total () Parcial

Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação supracitada, de acordo com a lei no 9610/98, com base no procedimento estabelecido para a doação e o recebimento de Trabalhos Acadêmicos, autorizo o Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Salinas (IFNMG-Salinas) a disponibilizar, de forma gratuita e sem ressarcimento dos direitos autorais, o trabalho acadêmico aqui mencionado em meio eletrônico, na Rede Mundial de Computadores, no formato digital PDF. A disponibilização ocorrerá para fins de divulgação científica gerada pelo IFNMG-Salinas, abrangendo as permissões assinaladas para leitura, impressão ou download, conforme estabelecido nas diretrizes de acesso público e acadêmico. Declaro estar ciente de que o conteúdo disponibilizado é de minha inteira responsabilidade, e que o trabalho será acessível à comunidade acadêmica e ao público externo, conforme os procedimentos e critérios definidos pelo Sistema de Bibliotecas do IFNMG-Salinas.

Documento assinado digitalmente
 JOSIANE SILVA FREIRE
Data: 05/05/2025 22:21:26-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Assinatura do autor

Observações: Em caso de mais de um autor todos deverão assinar e seu nome deverá ser preenchido no cabeçalho.

ANEXO II À Resolução CONGEC n.º 01, 09 DE ABRIL DE 2025

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL - TAPD

1 - Identificação do material bibliográfico

() Tese () Dissertação (x) TCC

2 - Identificação do autor

Nome: Wislla Antônia Oliveira Viana

RG: -

CPF: 158.051.066-39

Email: waov@aluno.ifnmg.edu.br

Orientadora: Dra. Juliana Zara Brondi Mendes.

3 - Identificação do documento

Curso: Bacharelado em Engenharia de Alimentos

Programa de Pós Graduação em:

Área de concentração:

Título: Data de defesa: 02/05/2025


4 - Informação de acesso ao documento:

Este documento é confidencial? () Sim (X) Não

Este trabalho ocasionará registro de patente? () Sim (X) Não

Este trabalho pode ser liberado para reprodução? (x) Total () Parcial

Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação supracitada, de acordo com a lei no 9610/98, com base no procedimento estabelecido para a doação e o recebimento de Trabalhos Acadêmicos, autorizo o Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Salinas (IFNMG-Salinas) a disponibilizar, de forma gratuita e sem ressarcimento dos direitos autorais, o trabalho acadêmico aqui mencionado em meio eletrônico, na Rede Mundial de Computadores, no formato digital PDF. A disponibilização ocorrerá para fins de divulgação científica gerada pelo IFNMG-Salinas, abrangendo as permissões assinaladas para leitura, impressão ou download, conforme estabelecido nas diretrizes de acesso público e acadêmico. Declaro estar ciente de que o conteúdo disponibilizado é de minha inteira responsabilidade, e que o trabalho será acessível à comunidade acadêmica e ao público externo, conforme os procedimentos e critérios definidos pelo Sistema de Bibliotecas do IFNMG-Salinas.

Documento assinado digitalmente
 WISLLA ANTONIA OLIVEIRA VIANA
Data: 05/05/2025 22:15:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Assinatura do autor

Observações: Em caso de mais de um autor todos deverão assinar e seu nome deverá ser preenchido no cabeçalho.

JOSIANE SILVA FREIRE
WISLLA ANTÔNIA OLIVEIRA VIANA


**ANÁLISE DA QUALIDADE DO LEITE PASTEURIZADO INTEGRAL PADRONIZADO
COMERCIALIZADO NO NORTE DE MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora, do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - *Campus* Salinas, para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Documento assinado digitalmente
 **JULIANA ZARA BRONDI MENDES**
Data: 06/05/2025 21:57:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Dra. Juliana Zara Brondi Mendes

Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **SUSI CRISTINA DOS SANTOS GUIMARAES MART**
Data: 06/05/2025 13:15:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Susi Cristina dos Santos Guimarães

Banca examinadora

Documento assinado digitalmente
 **KAROLINE COSTA DOS SANTOS**
Data: 06/05/2025 07:14:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Karoline Costa dos Santos

Banca examinadora

SALINAS

2025

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças ao apoio, incentivo e colaboração de diversas pessoas, às quais expressamos nossa mais sincera gratidão.

A Deus, toda a nossa gratidão por ter guiado os nossos passos, concedido forças nos momentos de desafio e sabedoria ao longo desta caminhada acadêmica.

À nossa orientadora, Juliana Zara Brondi Mendes, por sua dedicação, paciência e pelas orientações valiosas que nos guiaram durante todo o processo, contribuindo imensamente para a qualidade deste trabalho.

Aos professores e técnicos do setor de laticínios e dos laboratórios de microbiologia, química e físico-química, pelo auxílio essencial durante as análises experimentais e pela disposição em compartilhar conhecimentos e experiências.

Aos colegas e amigos que contribuíram nas etapas de coleta das amostras a serem estudadas, pelo apoio e colaboração.

Às nossas famílias, pelo amor, compreensão e apoio incondicional em todos os momentos, especialmente nos mais desafiadores.

E, por fim, uma à outra, pelo companheirismo, esforço mútuo e dedicação compartilhada ao longo de cada etapa deste trabalho. Trabalhar em dupla foi essencial para a superação dos desafios e para o crescimento pessoal e profissional de ambas.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso, o nosso muito obrigada.

"A educação é sobretudo uma questão de amor e responsabilidade que se transmite, ao longo do tempo, de geração em geração."

(Papa Francisco)

RESUMO

Segundo a Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), é considerado leite pasteurizado o leite fluido que passou por um dos processos de pasteurização especificados na legislação vigente e é automaticamente embalado em circuito fechado para consumo humano direto. Este trabalho avaliou a qualidade físico-química e microbiológica de 4 marcas de leites pasteurizados integrais padronizados comercializados em 4 diferentes cidades do Norte de Minas Gerais, para verificação dos requisitos exigidos pelas normativas e legislações vigentes. As amostras foram adquiridas em supermercados locais e analisados 3 lotes diferentes para cada marca de leite. Foram realizadas as análises de acidez titulável, gordura, densidade, sólidos não gordurosos, fosfatase alcalina, peroxidase e enterobactérias. Alguns lotes apresentaram parâmetros físico-químicos fora do padrão. Na análise de acidez titulável, houve variação no lote 3 da marca C e no lote 1 da marca D. Para a análise de gordura, apenas duas amostras (marca C e D, terceiro lote) atenderam ao mínimo exigido de 3,0%; as demais ficaram abaixo do padrão. A marca C, lote 1, também apresentou densidade fora do padrão. Na determinação do teor de sólidos não gordurosos (ESD), 25% das amostras não atenderam à exigência mínima de 8,4 g/100g, conforme a Instrução Normativa nº 76/2018. Nos testes enzimáticos, 91,67% das amostras apresentaram resultado negativo para fosfatase alcalina, conforme prevê a legislação. Da mesma forma para a peroxidase, 91,67% das amostras tiveram resultado positivo, indicando eficiência na pasteurização realizada. Os resultados da análise indicativa de Enterobacteriaceae revelaram contaminação acima do limite legal (5 UFC/mL) em todas as amostras (variando de $3,10 \times 10^2$ a $7,83 \times 10^3$ UFC/mL), sugerindo possíveis falhas pós-processamento. Contudo, devido à análise de apenas uma unidade amostral por lote, esses resultados são considerados indicativos e não conclusivos para fins legais. Dessa forma, reforça-se a necessidade de fortalecer o controle de qualidade do processamento de leite pasteurizado, a fiscalização e a capacitação de produtores.

Palavra-chave: lotes; marcas; processamento; qualidade.

ABSTRACT

According to Normative Instruction No. 76, dated November 26, 2018, from the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (MAPA), pasteurized milk is defined as fluid milk that has undergone one of the pasteurization processes specified in current legislation and is automatically packaged in a closed system for direct human consumption. This study evaluated the physicochemical and microbiological quality of four brands of standardized whole pasteurized milk sold in four different cities in Northern Minas Gerais, Brazil, to verify compliance with current legal and regulatory requirements. Samples were purchased from local supermarkets, and three different batches were analyzed for each brand. Analyses included titratable acidity, fat content, density, non-fat solids (SNF), alkaline phosphatase, peroxidase, and Enterobacteriaceae. Some batches showed physicochemical parameters outside the required standards. In the titratable acidity test, variations were observed in batch 3 of brand C and batch 1 of brand D. Regarding fat content, only two samples (brand C and D, third batch) met the minimum requirement of 3.0%; the others were below the standard. Brand C, batch 1, also showed density below the acceptable limit. For SNF, 25% of the samples did not meet the minimum requirement of 8.4 g/100g established by Normative Instruction No. 76/2018. In enzymatic tests, 91.67% of the samples were negative for alkaline phosphatase, in accordance with the legislation. Similarly, 91.67% of the samples were positive for peroxidase, indicating effective pasteurization. Enterobacteriaceae counts exceeded the legal limit (5 CFU/mL) in all samples, ranging from 3.10×10^2 to 7.83×10^3 CFU/mL, suggesting possible post-processing contamination. However, since only one sample unit per batch was analyzed, these results are considered indicative and not legally conclusive. These findings reinforce the need to strengthen quality control in the pasteurized milk processing chain, as well as inspection and producer training.

Keywords: Batches; brands; processing; quality.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivos geral.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1 Leite in natura e suas características.....	14
3.2 Produção e consumo de leite.....	16
3.3. Pasteurização.....	17
3.4 Controle de qualidade do leite pasteurizado.....	19
3.5 Aspectos microbiológicos e físico-químicos.....	20
4. METODOLOGIA.....	22
4.1 Levantamento dos pontos de vendas.....	22
4.1.1 Levantamento das marcas comercializadas disponíveis.....	22
4.2 Testes preliminares de temperatura de transporte.....	22
4.2.1 Processo de coleta das amostras.....	23
4.2.2 Condições de transporte das amostras.....	23
4.2.3 Recepção, seleção e verificação das amostras.....	24
4.3 Análises físico-químicas.....	24
4.4 Análises microbiológicas.....	25
4.5 Análise estatística.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

Segundo o RIISPOA (BRASIL, 2017), entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas, sendo que o leite de outros animais deve denominar-se segundo a espécie de que proceda. Segundo a Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), é considerado leite pasteurizado o leite fluido que passou por um dos processos de pasteurização especificados na legislação vigente e é automaticamente embalado em circuito fechado para consumo humano direto (BRASIL, 2018).

A qualidade do leite e de seus derivados é um aspecto fundamental para a saúde pública, devido ao seu elevado consumo e ao seu papel como fonte de nutrientes essenciais (BRASIL, 2019). Entretanto, a ocorrência de fraudes — como a adição de substâncias químicas não autorizadas e a adulteração de suas características físico-químicas — ainda é uma realidade preocupante em diversas regiões (SILVA et al., 2020). Essas práticas não apenas comprometem a qualidade do produto, mas também representam sérios riscos à saúde humana, podendo provocar intoxicações, reações alérgicas e facilitar o desenvolvimento de infecções (PEREIRA et al., 2021).

Nesse contexto, destaca-se a importância da inspeção sanitária rigorosa e da implementação de sistemas de controle de qualidade eficientes. A fiscalização adequada é essencial para garantir que o leite atenda às exigências estabelecidas pela legislação, protegendo o consumidor e fortalecendo a confiança na cadeia produtiva (BRASIL, 2019; OLIVEIRA; SOUZA, 2022). Além disso, o incentivo à produção responsável e o combate às fraudes contribuem para a valorização dos produtores comprometidos com boas práticas de fabricação. Assim, este trabalho evidencia a relevância da garantia de qualidade do leite como medida de proteção à saúde pública e de fortalecimento do mercado lácteo.

No Brasil, a indústria de laticínios e seus derivados é de extrema importância, além de ser um dos maiores produtores mundiais. O leite é utilizado como ingrediente em muitos produtos alimentícios, como queijos, iogurtes, manteiga e diversos derivados lácteos. Além disso, é consumido diretamente ou usado como base para bebidas lácteas e outros produtos alimentícios (BRASIL, 2017).

Sabe-se que nos dias atuais a variabilidade de métodos para adulteração dos leites está cada vez mais recorrente. Essas adulterações proporcionam ao consumidor um leite de baixa

qualidade, com seu valor nutritivo e sensorial alterado, bem como prejuízos econômicos pela diminuição do público consumidor. Para isso, faz-se necessária rigorosa fiscalização para que o leite atenda às especificações ditas nas regulamentações vigentes. O leite pasteurizado não deve apresentar substâncias estranhas à sua composição, resíduos de produtos de uso veterinário, aditivos e coadjuvantes de tecnologia (BRASIL, 2011).

Para avaliar a qualidade e verificação da conformidade com especificações das normativas e legislações vigentes, análises físico-químicas e microbiológicas e sensoriais são necessárias, possibilitando a comparação dos resultados obtidos com os requisitos estabelecidos pela legislação vigente.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos geral

Avaliar a qualidade dos leites pasteurizados integrais padronizados comercializados em diferentes cidades do Norte de Minas Gerais, para verificar a conformidade com especificações das normativas e legislações vigentes.

2.2 Objetivos específicos

- Levantar os pontos de venda;
- Levantar as marcas de leite pasteurizado integral disponíveis;
- Realizar análises microbiológicas dos leites pasteurizados;
- Realizar análises físico-químicas dos leites pasteurizados;
- Comparar os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas com os padrões e requisitos estabelecidos pela legislação brasileira para o leite pasteurizado.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Leite *in natura* e suas características

O leite é uma fonte indispensável para o consumo humano, do ponto de vista biológico e nutricional, o leite pode ser considerado um dos alimentos mais completos, pois sua

composição contém diversos constituintes. Consiste em uma uma fonte rica de nutrientes essenciais, como proteínas, gorduras, carboidratos, vitaminas e minerais (FERREIRA, 2020).

A água é o constituinte quantitativamente mais importante, no qual estão dissolvidos, dispersos ou emulsionados os demais componentes do leite. A maior parte encontra-se como água livre, embora haja água ligada a outros componentes, como proteínas, lactose e substâncias minerais (FOX; MCSWEENEY, 2006).

A gordura no leite ocorre como pequenos glóbulos contendo principalmente triacilgliceróis, envolvidos por uma membrana lipoproteica. O leite possui aproximadamente 440 ésteres de ácidos graxos e os principais são o ácido palmítico e o ácido oleico. A gordura é o constituinte que mais sofre variações em razão de alimentação, raça, estação do ano e período de lactação (FOX; MCSWEENEY, 2006).

As proteínas do leite são veículos naturais, que fornecem micronutrientes essenciais (cálcio e fósforo), aminoácidos, assim como componentes do sistema imune (imunoglobulinas e lactoferrina), essas proteínas são distribuídas em duas grandes classes, 80% de caseína e 20% de proteínas do soro, percentual que pode variar em função da raça dos animais, da ração fornecida e do país de origem (LIVNEY, 2010).

A lactose é o glicídio característico do leite, formado a partir da glicose e da galactose, sendo o constituinte sólido predominante e menos variável. Tratamentos térmicos ocasionam reações de escurecimento a partir da lactose, particularmente a reação de Maillard, com uma diminuição do valor nutricional diretamente proporcional à intensidade e o tempo de aquecimento do leite (FOX; MCSWEENEY, 2006).

Tanto no leite humano como no leite bovino estão presentes todas as vitaminas conhecidas. As vitaminas A, D, E e K estão associadas aos glóbulos de gordura e as demais ocorrem na fase aquosa do leite. A concentração das vitaminas lipossolúveis depende da alimentação do gado, exceto a da vitamina K. Esta, como as vitaminas hidrossolúveis, é sintetizada no sistema digestivo dos ruminantes (EMBRAPA, 2005).

De acordo com o MAPA, leite *in natura* é aquele obtido diretamente de animais e adquirido para consumo sem que tenham sofrido qualquer alteração. Dessa forma, é essencial ressaltar que o consumo de leite fresco apresenta riscos à saúde mediante à possível presença de microrganismos patogênicos sendo pasteurização uma forma eficaz de reduzir esses riscos e garantir a segurança e qualidade do leite para o consumidor final. Conforme o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), artigo 235, entende-se

por leite o produto obtido por ordenha completa e ininterrupta em condições higiênicas, de vacas bem alimentadas e sadias (BRASIL, 2017).

3.2 Produção e consumo de leite

A produção e o consumo de leite no Brasil são um setor crucial para a economia agrícola do país. De acordo com dados disponibilizados pela Embrapa o Brasil se destaca como um dos maiores produtores globais dessa commodity. Através de avanços tecnológicos e práticas sustentáveis, o país tem conseguido aumentar sua produtividade e qualidade do leite ao longo dos anos. Esses esforços não apenas fortalecem o mercado interno, mas também contribuem significativamente para as exportações, consolidando o Brasil como um importante player no mercado internacional de laticínios (EMBRAPA, 2024).

Nos últimos dois anos, a desaceleração das importações chinesas e o menor dinamismo econômico global resultaram em uma oferta de lácteos superior à demanda, levando à queda dos preços internacionais e desestimulando a produção. Em 2023, os principais países exportadores mostraram crescimento lento ou queda na produção de leite, com volumes estagnados nos Estados Unidos e na União Europeia e desempenho fraco na Nova Zelândia e Austrália. Apesar de alguma recuperação nos preços internacionais em 2024, a produção continua estagnada, com perspectivas de continuidade desse quadro devido à demanda chinesa menor e incertezas econômicas globais. Isso pode garantir, ainda que de forma limitada, a sustentação dos preços no mercado internacional (EMBRAPA, 2024).

Em 2022, a produção de leite no Brasil totalizou 34,6 bilhões de litros, registrando uma queda de 1,6% em comparação aos 35,18 bilhões de litros do ano anterior. A análise geográfica revela que não houve mudança significativa na distribuição territorial da produção em relação a 2021 (EMBRAPA, 2024).

As regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul continuam sendo os principais destaques na produção leiteira, com ênfase particular nos estados de Minas Gerais, Goiás, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Aspectos como o ranking estadual, captação de leite e concentração produtiva desempenham um papel crucial na dinâmica da oferta. Em 2022, observou-se um aumento na captação pelos principais laticínios, fator que pode influenciar significativamente a disponibilidade do produto no mercado (EMBRAPA, 2024).

Em 2023, foi registrado um crescimento significativo no volume de leite inspecionado em 20 estados brasileiros. Apesar dos desafios enfrentados pela cadeia láctea, houve um avanço significativo na produção primária, resultando em um aumento de 2,5% na entrada de leite inspecionado em 2023 em comparação a 2022. Este dado é de extrema importância, pois interrompe uma sequência de quedas observadas nos anos anteriores (com exceção de 2020), que resultaram em uma estagnação na oferta de matéria-prima que já perdura há uma década (EMBRAPA, 2024).

O consumo per capita de leite e derivados é moldado por fatores econômicos, demográficos e socioculturais. O crescimento econômico e o aumento da renda geralmente elevam o consumo desses produtos, que possuem alta elasticidade-renda, especialmente nas faixas de menor renda. Isso significa que um pequeno aumento na renda resulta em um aumento significativo nos gastos com produtos lácteos. Em contrapartida, em períodos de crise econômica, o consumo tende a cair devido à redução da renda disponível (EMBRAPA, 2019).

O preço também exerce um impacto relevante no consumo. A elasticidade-preço da demanda revela que aumentos nos preços provocam quedas na demanda por produtos lácteos, com variações de impacto dependendo do item específico. Além disso, mudanças demográficas, como o crescimento da população e alterações na estrutura etária, também afetam o consumo de leite e derivados (EMBRAPA, 2019).

3.3. Pasteurização

O leite pasteurizado é obtido a partir do leite natural — seja ele integral, desnatado ou semidesnatado — que passa por um processo tecnológico específico com o objetivo de eliminar microrganismos patogênicos não esporulados e reduzir significativamente a microbiota comum. Esse tratamento térmico é realizado de forma a preservar as características físico-químicas, nutricionais e sensoriais do produto, sem causar alterações substanciais (ORDÓÑEZ, 2005). As etapas envolvidas na produção do leite pasteurizado podem ser observadas de maneira resumida na Figura 1.

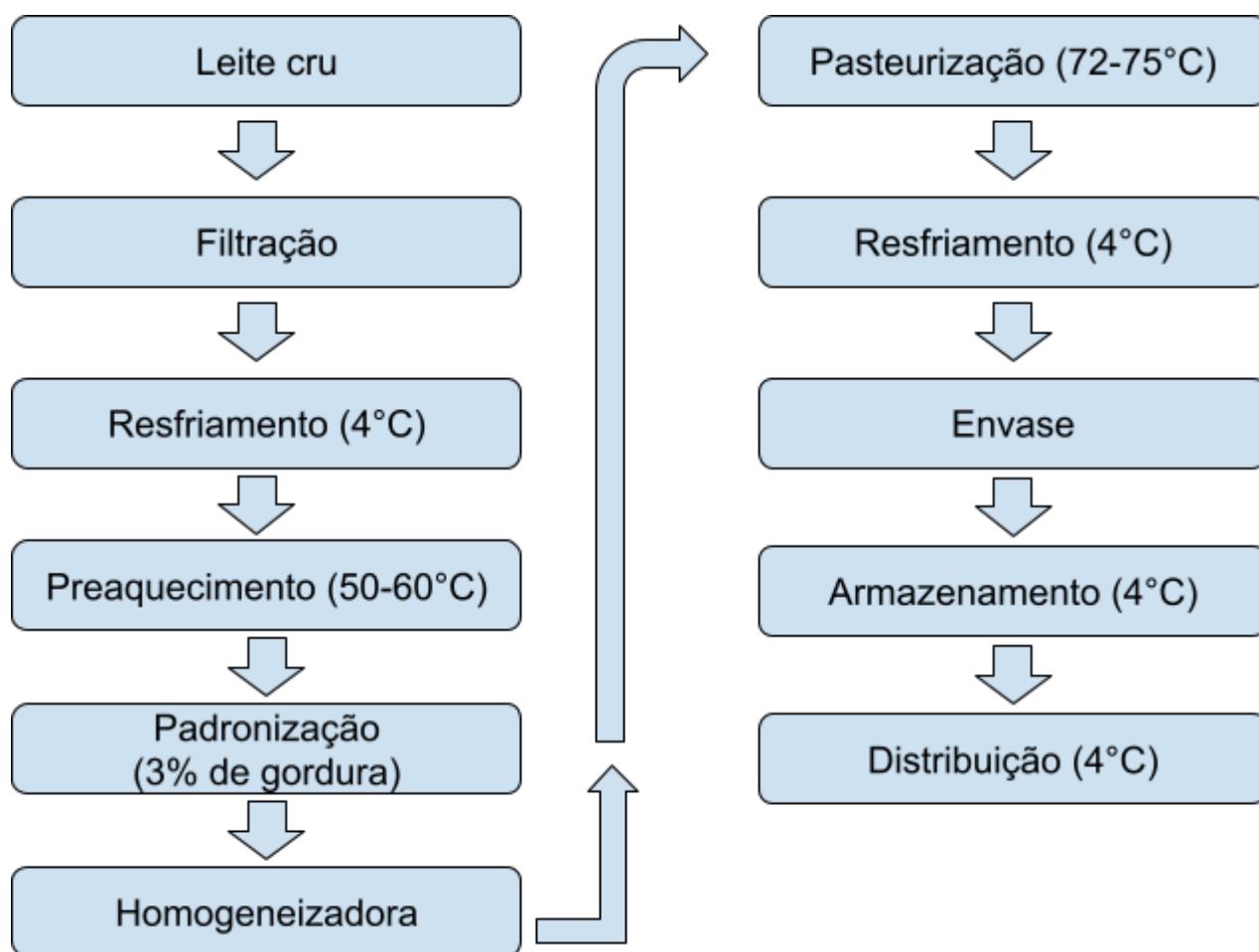


Figura 1 - Fluxograma da fabricação de leite pasteurizado.

Fonte: TRONCO, 2018.

Os tratamentos térmicos aplicados na pasteurização são classificados em duas categorias principais: Pasteurização baixa, lenta e descontínua (LTLT - Low Temperature Long Time): Caracteriza-se pelo uso de temperaturas mais baixas e tempo de exposição mais longo. Pasteurização alta, contínua, rápida, em placas (HTST - High Temperature Short Time): Utiliza temperaturas mais altas e tempos de exposição mais curtos (TRONCO, 2018).

A pasteurização baixa, também conhecida como pasteurização lenta, envolve a aplicação de temperaturas entre 62,7°C e 65°C por um período de 30 minutos. Esse processo geralmente é realizado em tanques com camisa de vapor. Após o aquecimento, circula-se água fria e gelada para resfriar o produto. De acordo com a legislação brasileira, esse método não é permitido para o beneficiamento de leite destinado ao consumo direto, sendo restrito ao processamento de subprodutos, como na fabricação de queijos (TRONCO, 2018).

A pasteurização rápida utiliza pasteurizadores de placas, que consistem em um conjunto de placas retangulares onduladas ou com nervuras. Essas placas, em número variável, são posicionadas verticalmente e fechadas umas contra as outras, sendo separadas por juntas de borracha que criam espaços de circulação. Por esses espaços, circulam leite, vapor, água quente ou fria, possibilitando a circulação em contracorrente. E as condições utilizadas na pasteurização rápida são de 72 a 75 °C por 15 a 20 segundos (TRONCO, 2018; ORDONEZ, 2005).

3.4 Controle de qualidade do leite pasteurizado

A qualidade do leite consumido é uma constante preocupação dos técnicos e autoridades ligadas à área de saúde e laticínios, bem como dos consumidores (MOORE et al., 2012). A qualidade do leite inicia-se com a ordenha dos animais, independente do tipo de ordenha – manual ou mecânica (LANGONI apud CALLEFE, 2015). MOORE (2012 apud Mareze J et al., 2015) diz que, um dos problemas mais graves relacionados a qualidade do leite são as diversas fraudes que causam prejuízos econômicos, riscos à saúde dos consumidores e, às vezes, problemas para as indústrias, como a diminuição do rendimento industrial. Muitos alimentos estão sujeitos às fraudes, mas o leite é um dos mais comumente fraudados.

Nesse sentido, faz-se necessário seguir-se as legislações vigentes, para que haja o controle no que diz respeito à qualidade do leite pasteurizado. A Instrução Normativa do MAPA nº76, de 26 de novembro de 2018, estabelece Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite pasteurizado, tendo alterações ditas pela Instrução Normativa nº 58, de 6 de novembro de 2019 e posteriormente IN nº 55, de 30 de setembro de 2020.

Para estabelecimento de critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial, o que impacta na qualidade do leite pasteurizado, tem-se a Instrução Normativa nº 77 de 26 de novembro de 2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Além da IN Nº 76 E 77, existem outras normativas que complementam a legislação do leite, como o Programa Nacional de Qualidade do Leite – PNQL que possui como missão promover a melhoria da qualidade do leite no Brasil, garantir a segurança alimentar da

população, assim como agregar valor aos produtos lácteos, evitar perdas e aumentar a competitividade em novos mercados (MAPA).

Sabe-se que, o leite é um produto de fácil contaminação por microrganismos patogênicos, principalmente em regiões subdesenvolvidas, ou em ambientes que não possuem a estrutura adequada para o manejo leiteiro. Com isso, as empresas do ramo lácteo se veem obrigadas a implantar as BPF, (Boas Práticas de Fabricação), APPCC (Análise de perigos e pontos críticos de controle) e os POP's (procedimento operacional padrão) que padronizam as atividades operacionais, relacionados não somente ao tratamento do produto em si, mas também as instalações, equipamentos, materiais, utensílios e higiene em todas as etapas do processo (OLIVEIRA, 2016).

O controle de qualidade do leite in natura é um processo essencial para garantir a segurança alimentar e a conformidade com padrões sanitários. Aqui estão alguns aspectos importantes do controle e qualidade do leite cru: higiene na ordenha, refrigeração imediata, testes de qualidade, controle de microrganismos, contagem de células somáticas, monitoramento de resíduos, regulamentações locais, treinamento dos produtores e rastreabilidade. O controle é uma parte importante da indústria de laticínios porque não só ajuda a reduzir os custos e a aumentar a rentabilidade, mas também ajuda a garantir a segurança alimentar dos consumidores (SEBRAE, 2023).

A qualidade da matéria prima é um dos maiores obstáculos ao desenvolvimento e fortalecimento da indústria de laticínios no Brasil. Assim, a qualidade do leite in natura é influenciada por variáveis zootécnicas associado ao manejo, nutrição, potencial genético dos animais, fatores relacionados a ordenha e armazenamento do leite. Nesse sentido, a relevância de saber da composição química do leite para lidar com o processamento do produto tanto para a indústria quanto para outras empresas afetam consequentemente na qualidade do produto final (FERREIRA, 2020).

3.5 Aspectos microbiológicos e físico-químicos

O leite quando formado é completamente estéril, porém, se contamina em seguida por bactérias que habitam os canais galactóforos, podendo ser contaminado antes mesmo de ser vertido para o meio externo. Após sua saída para o exterior, o leite fica exposto a

contaminações por diferentes fontes e inúmeros tipos de microrganismos (MILLOGO, 2010 apud SILVA 2019).

A avaliação da contaminação microbiológica do leite é um dos parâmetros importantes para determinar sua vida útil, e também para que os mesmos não ofereçam riscos à saúde dos consumidores. Devido a sua riqueza em nutrientes, torna-o susceptível ao ataque de um grande número de microrganismos, provenientes do próprio animal, do homem, assim como também dos utensílios usados no momento da ordenha (LEITE et al., 2000 apud ROCHA 2015).

As análises microbiológicas do leite fornecem informações úteis que refletem as condições sob as quais o leite foi produzido e armazenado. Altas contagens microbianas em um alimento indicam matéria prima contaminada, más condições sanitárias ou temperaturas impróprias de processamento e armazenamento (PIETROWSKI et al., 2008 apud ROCHA 2015).

Para garantir a procedência e a qualidade do leite que chega até os consumidores, o MAPA, junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), fiscalizam a qualidade do leite, realizando testes físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, assim como o Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), para o estado de Minas Gerais.

Além das análises microbiológicas, têm-se os testes físico-químicos que avaliam se os valores nutricionais do produto condizem com os descritos na embalagem e visam avaliar o valor alimentar e ainda detectar possíveis fraudes no leite. Portanto, as análises desta natureza possibilitam verificar a qualidade do leite produzido e comparar os resultados com os requisitos estabelecidos pelas legislações vigentes. Para isso o leite pasteurizado integral deve atender parâmetros físico-químicos da Instrução Normativa nº76, de 26 de novembro de 2018 (BRASIL, 2018).

As maiores preocupações quanto à qualidade físico-química do leite estão associadas ao estado de conservação, à eficiência do seu tratamento térmico e integridade físico-química, principalmente aquela relacionada à adição ou remoção de substâncias químicas próprias ou estranhas à sua composição. A fraude pode ocorrer devido à adição de água ao leite, que vai alterar o seu índice de crioscopia, ou mesmo a adição de qualquer outra substância que poderá também alterar outros parâmetros físico-químicos como a densidade, acidez e teor de sólidos não gordurosos. Há também riscos destas substâncias serem prejudiciais à saúde do consumidor (ABRANTES et al., 2014).

4. METODOLOGIA

4.1 Levantamento dos pontos de vendas

Para a aquisição das amostras de leite pasteurizado integral, foi realizado um levantamento dos pontos de venda em cidades do Norte de Minas Gerais. A escolha das cidades levou em consideração 3 fatores principais: a disponibilidade de leite pasteurizado integral nos supermercados, a viabilidade logística para o transporte até o local das análises (Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Salinas) e a suspeita de adulterações nos leites de uma das marcas escolhidas, através da avaliação sensorial das características do mesmo.

As cidades selecionadas foram Salinas, Porteirinha, Janaúba e Montes Claros. Essas cidades foram escolhidas devido à presença regular de leite pasteurizado integral padronizado nos estabelecimentos comerciais e à sua representatividade geográfica, cobrindo diferentes áreas do Norte de Minas Gerais. Além disso, essas cidades estão localizadas em pontos de fácil acesso para a coleta das amostras, o que facilitou a logística do trabalho.

4.1.1 Levantamento das marcas comercializadas disponíveis

Com base no levantamento de dados realizado nos pontos de venda, foram selecionadas quatro marcas que comercializam leite pasteurizado integral padronizado, codificadas como Marca A (Salinas), Marca B (Janaúba), Marca C (Porteirinha) e Marca D (Montes Claros). As amostras foram adquiridas nos supermercados das cidades das respectivas marcas selecionadas para estudo. Foram analisados 3 lotes diferentes para cada marca de leite pasteurizado integral, totalizando 12 amostras.

4.2 Testes preliminares de temperatura de transporte

Com o objetivo de garantir a integridade das amostras de leite pasteurizado integral durante todo o processo de transporte e análise, foram realizados testes preliminares. Esses testes tinham como foco avaliar a viabilidade do transporte das amostras dentro das condições de temperatura exigidas pela legislação. De acordo com a Instrução Normativa MAPA nº 76, de 26

(2018), o leite deve ser mantido em uma faixa de temperatura entre 4 e 7°C, com a obrigatoriedade de que, ao chegar aos pontos de venda, a temperatura não ultrapasse os 7°C.

Para realizar esses testes, foram acondicionadas duas embalagens de leite em poliestireno expandido da marca Isopor®, um material comum para o transporte de produtos perecíveis, que foi utilizado para simular as condições reais de transporte. O leite foi envolto por pedras de gelo e o poliestireno expandido foi vedado com fita adesiva. Além disso, foi considerado que o clima da cidade de Salinas, Minas Gerais, onde as análises foram realizadas, possui condições meteorológicas semelhantes às das cidades de origem das amostras. As embalagens foram monitoradas quanto à temperatura com o auxílio de um termômetro de mercúrio, até que esta superasse o limite de 7°C. Durante o experimento, verificou-se por quanto tempo o leite conseguiria ser mantido dentro da faixa de temperatura estabelecida pela legislação.

Com base nisso, foi estimado o tempo necessário para o transporte do leite de cada cidade até o Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Salinas, sendo possível manter a temperatura dentro da faixa estipulada pela legislação, do transporte até a conclusão das análises, sem comprometer a qualidade das amostras.

4.2.1 Processo de coleta das amostras

As amostras foram coletadas nos pontos de venda previamente catalogados. No momento da compra observou-se fatores como data de fabricação, data de validade, sua denominação como leite pasteurizado integral padronizado e condições ambientais de exposição do leite, para que esses fatores não influenciassem nos resultados das análises a serem feitas. Com relação a data de fabricação do leite, priorizou-se a compra de leites com datas de fabricação mais recentes, para que a validade fosse maior, dando mais segurança tanto para o tempo de transporte dos leites quanto para os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas, tendo como objetivo a isenção de erros nos resultados das análises, influenciados por essas variáveis.

4.2.2 Condições de transporte das amostras

As amostras foram transportadas em suas embalagens originais, dentro de poliestireno expandido, da marca Isopor®. O poliestireno expandido foi acrescido de camada superficial de pedras de gelo. Em seguida, duas embalagens de leites pasteurizados integrais da respectiva marca, foi colocada sobre as pedras de gelo e em seguida o recipiente recebeu mais pedras de gelo

e posteriormente vedado com fita adesiva da marca Adelbras®, para que o leite chegasse no local de realização das análises sem que houvesse alterações do mesmo.

Algumas das compras dos diferentes lotes de leites foram realizadas através de terceiros, o que não viabilizou o uso de termômetros no momento da compra. Esses procedimentos foram realizados para todos os lotes de leites adquiridos.

4.2.3 Recepção, seleção e verificação das amostras

Após a chegada dos leites para análises, tirou-se o lacre de fita adesiva do poliestireno expandido, com gelo. As embalagens dos leites foram higienizadas superficialmente, assim como a tesoura para corte, para que não houvesse contaminação do leite por parte externa no momento da abertura. Foi aferida a temperatura externa onde as embalagens de leite estavam contidas e uma amostra foi retirada para aferição da temperatura, com o auxílio de um termômetro de mercúrio, higienizado.

Vendo que os leites estavam em temperatura entre 4 a 7°C e sem modificação sensorial perceptível, as amostras foram consideradas aptas e em condições de serem analisadas. Para os lotes de leite adquiridos que observou-se modificações sensoriais perceptíveis, bem como alteração não desejáveis na temperatura, as mesmas foram descartadas e novos lotes de leite foram adquiridos.

Esses processos e cuidados desde a compra dos leites pasteurizados integrais até o momento das análises, foram realizados na obtenção de todos os três lotes distintos de cada marca, sendo que as análises foram realizadas em ordem criteriosa visando diminuir erros por alteração das amostras.

4.3 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas nos Laboratórios de Físico-Química e Bromatologia do Departamento de Alimentos do IFNMG - Campus Salinas. As amostras de leites pasteurizados integrais foram analisadas quanto a acidez titulável (determinação da acidez em graus Dornic), teor de gordura (pelo método de Gerber), densidade relativa (15/15°C), teor de sólidos não gordurosos (Extrato Seco Desengordurado, pelo disco de Ackermann), testes enzimáticos: prova da fosfatase alcalina (tiras para reação de fosfatase

alcalina no leite, da marca Cap-Lab®) e prova de peroxidase. Para estas referidas análises foram utilizadas as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz, 2008.

A escolha dos parâmetros avaliados teve como base os critérios estabelecidos pela Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018, do MAPA, que define os padrões de identidade e qualidade do leite pasteurizado. Para homogeneização das amostras foi utilizado agitador vórtex, para que não houvesse diferença entre as amostras coletadas para cada análise a ser realizada. Todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata.

4.4 Análises microbiológicas

Foram realizadas análises microbiológicas de enterobactérias para os 3 diferentes lotes de leites pasteurizados integrais padronizados, das 4 marcas em estudo (A, B, C e D). A análise baseia-se na inoculação das diluições desejadas das amostras testadas em ágar cristal violeta vermelho neutro bile glicose (VRBG), cuja composição evidencia a habilidade dos microrganismos fermentarem a glicose com produção de ácido, reação indicada por uma viragem do indicador a vermelho e a precipitação de sais biliares ao redor das colônias. A seletividade é exercida pela presença de cristal violeta e bile no meio (Instrução Normativa SDA - 62, de 26/08/2003).

As análises microbiológicas realizadas seguiram a metodologia descrita pelo Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água, segundo o método de plaqueamento APHA 9.62:2015 para contagem de enterobactérias em alimentos (SILVA et al., 2017), conforme determinação da Instrução Normativa MAPA nº58, de 06 de novembro de 2019 que altera a Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018 para leite pasteurizado. De cada amostra foram retirados 25 mL para diluição em 225 mL de água peptonada a 0,1%. Em seguida, foram realizadas diluições até 10⁻⁴ em tubos de ensaio contendo o mesmo diluente. Após as diluições, foram realizadas as inoculações, em duplicata, em placas contendo ágar VRBG (Violet Red Bile Glucose). As placas foram incubadas a 35 °C por 24h.

A contagem foi feita apenas em placas com 15 a 150 colônias típicas de enterobactérias, identificadas como: Cor vermelho púrpura, $\geq 0,5$ mm de diâmetro e halo avermelhado de precipitação de sais biliares. Determinou-se o número de UFC/ mL multiplicando o número de colônias típicas pelo inverso da diluição.

$$\text{UFC/mL} = \frac{\text{número de colônias típicas}}{\text{fator de diluição}}$$

Onde:

UFC = unidade formadora de colônias

A Instrução Normativa nº 58 diz que o número ideal de amostras por lote para esse tipo de análise é de cinco unidades de amostragem ($N = 5$), para que os resultados possam ser considerados representativos, ou seja, que reflitam com precisão as condições microbiológicas de todo o lote analisado. Devido a viabilidade financeira, por parte do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Salinas, foi possível realizar a análise de apenas uma unidade de amostra por lote, correspondendo a uma embalagem de 1 litro. Essa abordagem é considerada uma análise indicativa, e não representativa, pois fornece apenas uma ideia pontual da qualidade microbiológica da amostra analisada.

4.5 Análise estatística

Foi utilizado inicialmente, o software Microsoft Excel® para a organização e tabulação dos resultados. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos experimentais. Quando identificadas diferenças significativas, aplicou-se o teste de Tukey para comparações múltiplas entre as médias, a fim de identificar quais grupos diferem entre si. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (versão 4.3.2), adotando-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Foram comparados os lotes de uma mesma marca e também os lotes entre as diferentes marcas. O uso do software R foi justificado por sua ampla aplicação em pesquisas científicas e sua confiabilidade em procedimentos estatísticos complexos (R CORE TEAM, 2023).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram analisados de forma comparativa, considerando as especificações estabelecidas pelas Instruções Normativas e demais regulamentos aplicáveis. Os resultados das análises físico-químicas podem ser observados na Tabela 1, abaixo.

Tabela 01: Análises físico-químicas de 3 lotes de 4 marcas distintas de leite pasteurizado comercializados no Norte de MG.

Parâmetros	Marcas	Lotes	Média repetições \pm DP	Média Lote \pm DP
Acidez ($^{\circ}$ D)	A	1	15,50 \pm 0,00b	15,83 \pm 0,25AB
		2	16,67 \pm 0,00a	
		3	15,83 \pm 0,29ab	
	B	1	16,67 \pm 0,58ab	16,67 \pm 0,59AB
		2	16,00 \pm 0,00b	
		3	17,17 \pm 0,29a	
	C	1	14,00 \pm 0,00a	14,00 \pm 2,15B
		2	17,00 \pm 0,00b	
		3	12,83 \pm 0,29c	
	D	1	19,00 \pm 0,00a	18,00 \pm 1,00A
		2	17,00 \pm 0,00b	
		3	18,00 \pm 0,00c	
	A	1	1,50 \pm 0,00a	1,50 \pm 0,03B
		2	1,80 \pm 0,06b	
		3	1,00 \pm 0,00c	
	B	1	1,70 \pm 0,17a	1,67 \pm 0,03AB
		2	1,67 \pm 0,15a	

Gordura (%)		3	1,57±0,12a	
		1	3,00±0,00a	
	C	2	2,83±0,21a	2,83±0,11AB
		3	1,00±0,06b	
		1	3,00±0,00a	
	D	2	3,00±0,00a	3,00±0,00A
		3	3,00±0,00a	
		1	1,032±0,00a	
	A	2	1,031±0,00a	1,030±0,00BC
		3	1,032±0,00a	
Densidade (%)		1	1,030±0,00a	
	B	2	1,030±0,00a	1,030±0,00A
		3	1,030±0,00a	
		1	1,029±0,00a	
	C	2	1,030±0,00b	1,030±0,00C
		3	1,030±0,00c	
		1	1,033±0,00a	
	D	2	1,032±0,00a	1,030±0,00AB
		3	1,032±0,00a	
		1	9,99±0,08a	
	A	2	10,04±0,06a	10,03±0,03B
		3	10,03±0,02a	
		1	10,65±0,21a	
	B	2	10,68±0,15a	10,65±0,12AB
		3	10,46±0,14a	

EST (%)		1	11,05±0,00a	
	C	2	11,48±0,24a	11,05±1,39AB
		3	8,89±0,07b	
		1	11,93±0,00a	
	D	2	11,86±0,00b	11,86±0,06A
		3	11,81±0,00c	
		1	8,49±0,08a	
	A	2	8,33±0,06b	8,49±0,36B
		3	9,03±0,02c	
		1	8,85±0,03b	
	B	2	8,98±0,03a	8,96±0,07A
		3	8,96±0,03a	
ESD (%)		1	8,055±0,00a	
	C	2	8,58±0,04b	8,05±0,36AB
		3	7,89±0,01c	
		1	8,93±0,00a	
	D	2	8,86±0,00b	8,86±0,06A
		3	8,81±0,00c	

Nota: Os valores estão expressos como média ± desvio padrão. Letras sobrescritas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística significativa entre as médias, conforme análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Fonte: autoral, 2025.

As análises mostraram variações significativas na acidez entre marcas e lotes de leite pasteurizado. A marca D apresentou a maior acidez ($18,00 \pm 1,00$ °D), diferindo das demais, enquanto a marca C teve a menor média ($14,00 \pm 2,15$ °D). As marcas A e B mostraram valores intermediários e semelhantes entre si. Diferenças também foram observadas entre lotes da mesma marca, especialmente na marca C. Apesar das variações, todos os valores estão dentro dos limites permitidos pela legislação.

De acordo com a Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018, a acidez do leite pasteurizado deve ser de 0,14 a 0,18 em g de ácido láctico/100mL, o que representa 14°D e 18°D, respectivamente. Dito isso, observou-se que houve alteração no lote 3 da marca C (baixa acidez) e no lote 1 da marca D (acidez levemente aumentada), representando alteração em aproximadamente 16,66% das amostras analisadas.

A acidez elevada ou reduzida pode indicar problemas no processo de produção, transporte, armazenamento ou adulteração, comprometendo a conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira. O leite pode ser encontrado com acidez superior a 0,18 g de ácido láctico por 100 mL ($\text{pH} < 6,6$). A causa mais provável dessa condição é o elevado nível de ácido láctico produzido pela fermentação da lactose (açúcar do leite) por bactérias ou a presença de colostro ($\text{pH} 6,0$) (KOBELITZ, 2011 apud NASCIMENTO 2020).

Segundo PACHECO et al., 2022, a adição de água ao leite também pode causar uma diluição dos componentes naturais, reduzindo sua acidez titulável e elevando o pH. Já a adição de neutralizantes, como o hidróxido de sódio, reduz artificialmente a acidez, podendo até tornar o leite alcalino, mascarando sinais de deterioração.

Os teores de gordura variaram entre marcas, com destaque para as marcas D ($3,00 \pm 0,00\%$) e C ($2,83 \pm 0,11\%$), ambas com maiores médias estatisticamente superiores à marca A ($1,50 \pm 0,03\%$). A marca B apresentou valor intermediário ($1,67 \pm 0,03\%$), sem diferença significativa em relação às marcas A e C (letra AB). Observa-se ainda uniformidade nos valores da marca D, enquanto as marcas A e B mostraram maior variação entre os lotes. Os resultados indicam que algumas marcas mantêm teores mais elevados de gordura, o que pode refletir diferenças na padronização ou no tipo de leite utilizado.

De acordo com a Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018, o leite pasteurizado classificado como integral deve conter no mínimo 3,0% de gordura (BRASIL, 2018). Considerando esse parâmetro, a maioria das amostras analisadas encontra-se em não conformidade com a legislação vigente, o que caracteriza um desvio de padrão é possível infração quanto à

identidade do produto. Já o termo padronizado, refere-se à padronização da gordura no valor mínimo estipulado para leite integral. Dessa forma, a gordura excedente do leite poderá ser utilizada em outros fins melhorando a economia da empresa.

A redução no teor de gordura encontrado em vários lotes pode ser atribuída a diferentes fatores. Dentre os mais prováveis, destacam-se a retirada intencional de gordura para fins comerciais, como o uso em derivados lácteos, ou ainda condições fisiológicas e ambientais, como a alimentação inadequada dos animais, o estágio da lactação e a estação do ano, que influenciam diretamente a composição do leite (GONÇALVES et al., 2021).

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Machado et al. (2018), que observaram que diversas amostras de leite integral apresentaram teores de gordura inferiores a 3,0%, indicando uma possível despadronização ou rotulagem inadequada do produto. Da mesma forma, Gonçalves et al. (2021) também relataram valores reduzidos de gordura, sugerindo que práticas como padronização indevida e falhas no controle de qualidade são recorrentes em diversas regiões do país (Machado et al. (2018).

Os valores de densidade apresentaram pouca variação entre marcas, com médias que variaram de 1,030 a 1,033 g/cm³. A marca B obteve a maior média ($1,030 \pm 0,00A$), sem diferença significativa em relação às marcas D e A, mas estatisticamente superior à marca C ($1,030 \pm 0,00C$), que apresentou a menor média. Apesar das pequenas diferenças, todos os valores estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, indicando que os produtos não apresentam sinais de adulteração por adição de água.

De acordo com a Instrução Normativa nº 76/2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a densidade do leite pasteurizado deve estar entre 1,028 e 1,034 g/mL a 15 °C (BRASIL, 2018). Com base nesses critérios, nota-se que apenas uma das amostras não atendeu à exigência legal mínima.

A conformidade da densidade pode indicar ausência de adulteração por adição de água, prática comum para aumentar o volume do leite de forma fraudulenta. No entanto, é importante destacar que a densidade isoladamente não é um indicador conclusivo de qualidade ou fraude, pois ela pode ser mascarada com a adição de solutos, como sal ou soro, para compensar a diluição (GONÇALVES et al., 2021). Assim, é essencial que este parâmetro seja avaliado em conjunto com outros, como crioscopia, acidez e sólidos totais.

Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2021), em um estudo realizado no Distrito Federal, onde a densidade das amostras de leite UHT integral permaneceu dentro dos

padrões legais, mas fraudes foram detectadas por meio da crioscopia. Os autores destacaram que a adição de substâncias como formol e álcool pode mascarar a adição de água, dificultando a detecção de adulterações apenas pela densidade. De forma semelhante, Oliveira et al. (2020) demonstraram que a densidade do leite pode ser manipulada com a adição de reconstituintes, como cloreto de sódio e sacarose, não sendo suficiente, por si só, para assegurar a autenticidade do leite. Isso evidencia que a densidade adequada observada nas amostras deste estudo não exclui a possibilidade de adulterações, que devem ser investigadas por outras análises complementares, como a crioscopia.

Para determinação do teor de sólidos não gordurosos do leite pasteurizado integral obteve-se o teor de sólidos totais e o teor de gordura do mesmo. Os resultados obtidos mostram que, na análise do extrato seco total, as marcas A, B e D não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre seus lotes, indicando boa padronização e constância na composição do leite processado. Em contrapartida, a marca C demonstrou variações significativas entre os lotes, com destaque para o lote 3, que apresentou o menor valor ($8,89 \pm 0,07\%$), diferindo estatisticamente dos demais. Essa variação pode indicar inconsistência no controle da matéria-prima ou no processo de padronização do leite antes da pasteurização.

Na comparação entre marcas, a marca D apresentou o maior valor médio de EST ($11,86 \pm 0,00\%$), significativamente superior ao da marca A ($10,03 \pm 0,03\%$) ($p < 0,05$). As marcas B ($10,04 \pm 0,03\%$) e C ($10,65 \pm 0,13\%$) não diferiram estatisticamente das demais, situando-se em uma faixa intermediária. Esses resultados indicam que a marca D se destaca pelo maior teor de sólidos totais, o que pode refletir em melhor qualidade nutricional do leite.

Para o extrato seco desengordurado, as marcas A, B e D mantiveram consistência entre seus lotes, sem diferenças estatísticas relevantes. Já a marca C apresentou variações significativas entre os lotes, sendo o lote 3 o que registrou o menor valor ($7,89 \pm 0,01\%$), estatisticamente inferior aos demais. Na comparação entre marcas, os maiores valores médios de ESD foram observados nas marcas B ($8,96 \pm 0,03\%$) e D ($8,86 \pm 0,00\%$), sem diferença significativa entre elas. A marca C apresentou o menor valor médio ($8,05 \pm 0,13\%$), significativamente inferior às demais ($p < 0,05$).

O teor de sólidos não gordurosos do leite pasteurizado, de acordo com a Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018 deve ser no mínimo 8,4 g/100g. Dito isso, 25% das amostras analisadas não estão em conformidade com a legislação vigente.

Em média, o EST no leite encontra-se entre 12% e 13% (BRASIL, 2011). O EST compreende as proteínas, a lactose, a gordura e os sais minerais presentes no leite, sendo importante

para o rendimento dos produtos derivados, quanto maior a quantidade de sólidos totais, melhor o rendimento deste leite para a indústria de laticínios. O ESD reflete o mesmo, uma vez que esta variável é obtida pela diferença entre o EST e o teor de gordura (SANTOS, 2020).

Um aumento do nível de energia relacionado à alimentação das vacas pode conduzir a um aumento de até 0,2% no percentual de ESD (NASCIMENTO, 2020). Já a diminuição do valor ESD pode indicar que houve alterações nos nutrientes encontrados no leite, como alteração nas proteínas e carboidratos.

De acordo com PACHECO et al., 2021, amostras de leite ricas em ESD apresentam maiores valores de densidade. Quando a vaca produz um leite com maior teor de ESD em virtude de uma adequação no manejo, naturalmente aumenta-se também o seu teor de gordura. Entretanto, como o ESD possui maior densidade e está em maior concentração do que a gordura, consequentemente ocorre o aumento da densidade quando se produz leite com maior teor de extrato seco total (EST).

De acordo com a Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018, após a pasteurização, o leite deve apresentar teste qualitativo negativo para fosfatase alcalina e positivo para peroxidase. Os resultados obtidos estão expressos na tabela 2, abaixo.

Tabela 02: Análises físico-químicas de fosfatase alcalina e peroxidase, de leites pasteurizados comercializados no Norte de MG.

Análise	Marcas	Lotes	Resultado do Teste
Fosfatase Alcalina	A	1	-
		2	-
		3	-
	B	1	-
		2	-
		3	+
	C	1	-
		2	-
		3	-
	D	1	-
		2	-
		3	-
Peroxidase	A	1	+
		2	+
		3	+
	B	1	+
		2	+
		3	+

C	1	+
	2	-
	3	+
D	1	+
	2	+
	3	+

Nota: (+): resultado positivo; (-): resultado negativo.

Fonte: Autoria própria, 2025.

Houve variação no lote 3 da marca B e para todos os outros lotes das marcas analisadas obteve-se resultado negativo para fosfatase alcalina,. Assim, 91,67% das amostras analisadas, atenderam o padrão exigido pela legislação vigente.

A fosfatase alcalina pode indicar se a pasteurização atingiu a temperatura suficiente para eliminar os patógenos do leite, ou se ocorreu contaminação do leite pasteurizado com leite cru dentro do pasteurizador (TRONCO, 2008 apud SEIXAS, 2014). Outra possibilidade é a renaturação após certo período de estocagem do leite e produtos lácteos. Harvey Fram (1957) foi um dos primeiros pesquisadores a detectar isso, mostrando que ao armazenar o leite em temperaturas inadequadas, a enzima pode ser reativada.

Já para as análises de peroxidase, o lote 2 da marca A, apresentou resultado negativo para peroxidase, o que pode indicar um aquecimento excessivo do leite no processo de pasteurização. Os resultados negativos representaram 8,33% das amostras analisadas. Para os resultados positivos para peroxidase, sugere-se que a pasteurização foi realizada com temperatura mínima suficiente para inativar a fosfatase, mas não a peroxidase. Embora essa prática seja tecnicamente aceita, ela oferece uma margem reduzida de segurança microbiológica, especialmente em regiões com limitações na cadeia de frio (ALMEIDA; FREITAS; SILVA, 2017).

A ausência de peroxidase em leites pasteurizados pode ser associada a fraudes por superaquecimento do leite para mascarar baixa qualidade microbiológica da matéria prima. Mas, também, pode ser decorrente de falhas durante o processamento do leite e no tempo/temperatura da pasteurização.. De qualquer forma, esse aumento do binômio tempo/temperatura poderá causar alteração no valor nutritivo, físico e químico deste alimento, com modificação e redução de suas qualidades sensoriais e nutricionais (SEIXAS, 2014).

A Tabela 3 apresenta os resultados da análise indicativa de enterobactérias obtidas das amostras de leite pasteurizado integral, provenientes das quatro marcas comerciais distintas selecionadas para o estudo (identificadas como marcas A, B, C e D), com três lotes analisados por

marca. As contagens foram expressas em unidades formadoras de colônias por mililitro (UFC/mL), considerando as diluições de 10^{-1} a 10^{-4} .

Tabela 3 - Análises microbiológicas de determinação e contagem de enterobactérias em leites pasteurizados integrais padronizados.

Marcas	Lotes	Enterobactérias (UFC/mL)*
A	1	-
	2	$2,16 \times 10^3$
	3	$2,13 \times 10^3$
B	1	$3,10 \times 10^2$
	2	$2,85 \times 10^3$
	3	-
C	1	$4,60 \times 10^3$
	2	$7,55 \times 10^3$
	3	$2,06 \times 10^3$
D	1	$1,39 \times 10^3$
	2	$7,83 \times 10^3$
	3	$2,06 \times 10^3$

NOTA: Padrões microbiológicos segundo IN nº 58/2019: enterobactérias: 5 UFC/mL; *Os resultados correspondem à média ponderada para cada lote analisado; - indica que não houve formação de 15 a 150 colônias para se considerar.

Fonte: Autoria própria, 2025.

Segundo a Instrução Normativa Nº 58/2019 do MAPA e IN nº 161/2022, a avaliação microbiológica para Enterobacteriaceae em leite pasteurizado deve ser realizada com cinco unidades amostrais por lote ($N = 5$). De acordo com os critérios microbiológicos estabelecidos, nenhuma amostra pode apresentar unidades formadoras de colônias (UFC) por mililitro, ou seja, o valor m é igual a 0. O critério de aceitação permite que até dez amostras ($c = 10$) entre as analisadas apresentaram contagens acima de " m ", o que na prática significa que qualquer detecção de Enterobacteriaceae torna a amostra insatisfatória, pois o valor M (limite máximo) não é definido, indicando tolerância zero, conforme apresentado na Tabela 3. As análises realizadas neste estudo

utilizaram apenas uma unidade amostral por lote, devido à limitação de recursos, usando assim, amostras indicativas.

Tabela 4 - Parâmetro microbiológico de Leite Pasteurizado e Leite Pasteurizado tipo A.

Microrganismo	N	c	m	M
Enterobacteriaceae (UFC/mL)	5	10	0	-

Nota: N = Número de amostras; c = Número máximo de amostras com resultado acima do valor de m; m = Limite máximo aceitável; M = Limite superior.

Fonte: Autoria própria, 2025.

Assim, embora não conclusivos para fins legais, os resultados obtidos são insatisfatórios, pois em todos os casos com crescimento microbiano, as contagens observadas ultrapassam amplamente o limite máximo permitido (5 UFC/mL), com valores que variaram de $3,10 \times 10^2$ a $7,83 \times 10^3$ UFC/mL, indicando possível falha no processo de pasteurização ou contaminação pós-processo.

Apesar de os resultados das análises microbiológicas de enterobactérias indicarem contaminação acima dos limites estabelecidos pela legislação, os testes de fosfatase alcalina e peroxidase apresentaram resultados dentro dos padrões esperados, sugerindo que o processo de pasteurização foi realizado de forma adequada. Contudo, a presença elevada de enterobactérias nas amostras, mesmo com pasteurização eficaz, pode-se sugerir outros fatores, como contaminação pós-processo.

As Enterobactérias, que são microrganismos membros da família Enterobacteriaceae, são denominadas como bactérias Gram negativas e têm características morfológicas de bastonetes retos, que não possuem esporos patogênicos, e com processo de respiração anaeróbica facultativa e oxidase negativa, conseguindo produzir ácidos e gás em fermentação de glicose e outros tipos de carboidratos. Sua distribuição é diversa, podendo ser encontrada em alimentos, água, insetos e no homem. Possuem cerca de 44 gêneros e 176 espécies, incluindo tipos de microrganismos como a Escherichia, Salmonella, bactérias dos grupos coliformes totais e coliformes termotolerantes, entre outros (SILVA et al. 2017).

De acordo com Amorim e Nascimento (2017) discorre em seu trabalho, sobre como a presença de microrganismos da família Enterobacteriaceae podem estar presentes em insumos

pasteurizados devido a falha no processo de pasteurização ou contaminação após esse tratamento térmico. É importante ressaltar que durante uma análise microbiológica, há vários elementos que devem ser analisados, visto que qualquer objeto pode ser uma fonte de contaminação. Desde o armazenamento no local de compra, o transporte das amostras, os utensílios e equipamentos utilizados nas análises e o técnico responsável por elas, é preciso tomar muito cuidado para que não haja contaminação cruzada (SANTOS et al., 2024).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo avaliou a qualidade de leites pasteurizados integrais padronizados comercializados em municípios do Norte de Minas Gerais, verificando a conformidade dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos com a legislação vigente. Os resultados obtidos revelaram que parte das amostras apresentou teor de gordura inferior ao mínimo exigido e resultados microbiológicos insatisfatórios, indicando possíveis adulterações ou inadequações no processamento, transporte ou armazenamento. Embora a maioria das amostras tenha atendido aos requisitos de densidade e sólidos não gordurosos, destaca-se a importância de análises complementares, como a crioscopia, proteína total e lactose, para uma avaliação mais precisa da qualidade do leite, bem como suas unidades amostrais. As análises enzimáticas mostraram que, enquanto a maioria das amostras apresentou resultado negativo para fosfatase alcalina, sugerindo pasteurização adequada, a ausência de peroxidase em um dos lotes indicou possível superaquecimento do produto. No que se refere à análise microbiológica, foi observada a presença de enterobactérias em concentrações superiores aos limites permitidos, evidenciando falhas nas práticas higiênico-sanitárias durante a produção, armazenamento ou na comercialização do leite. Diante dos resultados encontrados, conclui-se que é necessário intensificar o controle de qualidade por parte das indústrias e reforçar a fiscalização pelos órgãos competentes. Ademais, é fundamental promover a capacitação dos produtores e a conscientização dos consumidores para garantir a oferta de um alimento seguro e de qualidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, Maria Rociene; DA SILVA CAMPÊLO, Carla; DA SILVA, Jean Berg Alves. Fraude em leite: Métodos de detecção e implicações para o consumidor. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 73, n. 3, p. 244-251, 2014.

ALMEIDA, A. L. F.; FREITAS, A. C. D.; SILVA, C. F. da. Controle da pasteurização do leite: importância da avaliação enzimática. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 72, n. 3, p. 170–179, 2017. Disponível em: <https://www.rilct.emnuvens.com.br>. Acesso em: 15 abr. 2025.

ALMEIDA, D. P. de; FREITAS, C. F.; SILVA, F. L. Análise da presença de fosfatase e peroxidase no leite pasteurizado. Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 37, n. 1, p. 12-17, 2017.

AMORIM, A. M. B.; NASCIMENTO, J. S. A Highlight for Non-Escherichia coli and Non-Salmonella sp. Enterobacteriaceae in Dairy Foods Contamination. Frontiers in Microbiology. v. 8, 2017.

ANUÁRIO DO LEITE 2024. Disponível em: <file:///C:/Users/biblioteca.aluno/Downloads/Anuario-Leite-2024.pdf>. Acesso em: 19 de julho de 2024.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Anvisa avalia risco da presença de formol e ureia no leite. Brasília. 2013.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária. Instrução normativa nº 62. Brasília - D.F: 24 p. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018**. Diário Oficial da União, Brasília, 2019.

BRASIL. Decreto n. 9.013 de 29 de março de 2017. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal - RIISPOA. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 de novembro de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 77, de 26 de novembro de 2018. Critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 de novembro de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 161, de 1º de setembro de 2022. Estabelece os critérios e procedimentos para o controle higiênico-sanitário na produção de leite e derivados. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 02 set. 2022. p. 3.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Dispõe sobre os regulamentos técnicos de identidade e qualidade do leite. Diário Oficial da União, Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Dispõe sobre os requisitos para produção de leite cru refrigerado e o leite pasteurizado. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Aprova o Regulamento Técnico que fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 6, 30 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Estabelece os critérios para produção e qualidade do leite cru refrigerado, do leite pasteurizado e do leite pasteurizado tipo A. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 30 nov. 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55830515. Acesso em: 15 abr. 2025.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Métodos Oficiais para Análise de Produtos de Origem Animal / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : MAPA, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DE BEBIDA LÁCTEA. Instrução Normativa Nº 16 de 23 de agosto de 2005. Departamento de Inspeção de Produto de Origem Animal. Brasília, 2005. Diário Oficial da União, Brasília. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed., 1. reimpr. – Brasília : Ministério da Saúde, 2014. 156 p. : il.

BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F. Qualidade do leite. Capítulo 3. 2009.

CALDEIRA, L. A. et al. Qualidade do leite pasteurizado tipo C comercializado na cidade de Viçosa, MG. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 65, n. 376, p. 14–19, 2010. Disponível em: <https://www.rilct.emnuvens.com.br>. Acesso em: 15 abr. 2025.

CALLEFE, João Luis Revolta; LANGONI, Helio. Qualidade do leite: uma meta a ser atingida. Veterinária e Zootecnia, v. 22, n. 2, p. 151-162, 2015.

CASTANHEIRA, A.C.G. Manual Básico de Controle de Qualidade de Leite e Derivados - comentado. Cap-Lab, 1ª Ed., São Paulo, julho de 2010.

DA SILVA, Neusely et al. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. Editora Blucher, 2017.

DE MELLO SPADETTO, Renan et al. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO LEITE IN NATURA UTILIZADO EM LATICÍNIO DO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Revista Ifes Ciência, v. 7, n. 1, p. 01-10, 2021.

DIPOA . NORMAS TÉCNICAS DE INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS PARA USINAS DE BENEFICIAMENTO DE LEITE. Disponível em: <<https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202207/08102851-1178624570usina-de-beneficiamento-de-leite.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2023.

DRECHSLER, C. I. Análises de controle de qualidade no recebimento do leite na indústria de laticínios Lac Lelo. 2013. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Alimentos, FAI - Faculdade de Itapiranga, Itapiranga, 2013.

EMBRAPA Gado de Leite. Mercado consumidor de leite e derivados: análise e tendências. 1. ed. 2019. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199791/1/CT-120-MercadoConsumidorKenny_a.pdf. Acesso em: 19 de julho de 2024.

FERREIRA, Ana Paula Damasceno. Produção, qualidade físico-química e microbiológica de leite pasteurizado comercializado no Brasil: Uma Revisão. Orientador: Carissa Michelle Goltara Bichara. 2020. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA, 2020.

FOX, P. F.; McSWEENEY, P. L. H. Dairy chemistry and biochemistry. London: Blackie Academic & Professional, 2006.

FRANCISLANEO, A.; QUEIROZ, S. TEMPO DE VIDA ÚTIL DE LEITE PASTEURIZADO PADRONIZADO DE DIFERENTES MARCAS COMERCIALIZADAS NA REGIÃO DE

LONDRINA - PR. Disponível em:
<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12418/2/LD_COALM_2012_2_11.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.

GONÇALVES, J. L.; PAULA, M. C.; SIQUEIRA, J. M. Qualidade físico-química do leite pasteurizado integral comercializado no sul do Brasil. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 76, n. 3, p. 185–194, 2021. DOI: <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v76i3.1114>.

GONÇALVES, L. T. S. et al. Variações na composição físico-química do leite em diferentes sistemas de produção. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 76, n. 1, p. 30-38, 2021.

GONÇALVES, M. C. et al. Avaliação físico-química e microbiológica do leite cru refrigerado em propriedades rurais do estado de Minas Gerais. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 15, n. 1, p. 3627–3640, 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>. Acesso em: 15 abr. 2025.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985, p. 207-208.

KLESTA, A. Metodologias de análise para detectar fraudes no leite. Disponível em: . Acesso em: 29 jul. 2023.

KOBLITZ, M. G. B. Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

LANGONI H. Qualidade do leite: utopia sem um programa sério de monitoramento da ocorrência de mastite bovina. Pesq. Vet. Bras. 2013, 33(5):620-626.

Legislação: Instrução Normativa MAPA - 76, de 26/11/2018. Disponível em: <<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-mapa-76-de-26-11-2018,1213.html>>. Acesso em: 19 nov. 2023.

LEITE JR, A. F. S.; TORRANO, A. D. M.; GELLI, D. S. Qualidade microbiológica do leite tipo C pasteurizado, comercializado em João Pessoa, Paraíba. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 14, n. 74, p. 45-49, 2000.

LEITE, José Luiz Bellini; STOCK, Lorildo Aldo; RUBACK, Bruna. Leite no mundo: produção, rebanho e produtividade continuam em crescimento. ROCHA, DT et al. Pecuária leiteira de precisão. Anuário do Leite, p. 74-77, 2022.

LIVNEY, Y. D. Milk proteins as vehicles for bioactives. *Current Opinion in Colloid & Interfaces Science, Israel*, v. 15, p. 73– 83, 2010.

MACHADO, C. S. et al. Avaliação do teor de gordura em leite UHT e pasteurizado. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 9, n. 2, p. 55-63, 2018.

MACHADO, P. F. et al. A composição do leite e os fatores que a influenciam. *Informativo Técnico do Instituto de Zootecnia, Campinas*, v. 45, p. 1–12, 2018. Disponível em: <https://www.iz.sp.gov.br>. Acesso em: 15 abr. 2025.

MACHADO, P. F.; SANTOS, G. T.; ZANELA, M. B. Avaliação da qualidade do leite integral comercializado em diferentes regiões do Brasil. *Ciência Animal Brasileira, Goiânia*, v. 19, e38513, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1089-6891v19e-38513>.

MAREZE, Juliana et al. Detecção de adulterações do leite pasteurizado por meio de provas oficiais. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 36, n. 1Supl, p. 283-290, 2015.

MILLOGO, V.; SVENNERSTEN SJAUNJA, K.; OUÉDRAOGO, G. A.; AGENÄS, S. Raw Milk hygiene at farms, processing units and local markets in Burkina Faso. *Food Control*, v.21, p. 1070-1074, 2010.

MOORE, J.C; SPINK, J.; LIPP, M. Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010. *Journal of Food Science, Chicago*, v. 77, n. 4, p.118-126, 2012.

MOURA, L. B. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE LEITE PASTEURIZADO TIPO C DESTINADO AO PROGRAMA LEITE É SAÚDE NO CEARÁ. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 7, n. 5, p. 87-90, 2012 (Edição Especial).

NASCIMENTO, Izaac Adonai do. Análises dos parâmetros físico-químicos do leite bovino cru refrigerado dos pequenos agropecuaristas do sertão de angicos segundo a IN76/2018. 2020.

NASCIMENTO, Sara dos Santos et al. Desenvolvimento de microdispositivo a base de papel para avaliação da acidez do leite. 2020.

NOGARA, K. F. Crioscopia do leite: para que serve e o que ela indica?. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria-de-laticinios/crioscopia-do-leite-para-que-serve-e-o-que-ela-indica-224870/>>. Acesso em: 24 abr. 2025.

OLIVEIRA, A. P. et al. Fraudes no leite e seus impactos na qualidade nutricional. *Revista de Alimentos e Nutrição*, v. 30, n. 1, p. 40-48, 2019.

OLIVEIRA, J. P. et al. Avaliação físico-química e microbiológica do leite cru refrigerado em propriedades leiteiras. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 14, n. 1, p. 47–57, 2020. Disponível em: <https://www.rbhanimal.org.br/index.php/contatos/article/view/840>. Acesso em: 15 abr. 2025.

OLIVEIRA, Jaqueline de et al. Uso de critérios para avaliação da qualidade microbiológica de um laticínio. 2016. Disponível em: <https://rd.uff.br/handle/prefix/467>. Acesso em: 06 julh. 2024.

OLIVEIRA, M. G. de et al. Qualidade físico-química do leite pasteurizado tipo C comercializado na microrregião de Ubá-MG. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 26, n. 4, p. 197–201, 2019. Disponível em: <https://rbci.vet.br>. Acesso em: 15 abr. 2025.

OLIVEIRA, P. R.; SOUZA, T. M. Boas práticas de produção e a importância da inspeção sanitária no leite. *Revista de Ciências Agropecuárias*, v. 15, n. 2, p. 88-95, 2022.

ORDÓÑEZ, Juan A.; colaboradores. *Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origem Animal*. Vol. 2. Porto Alegre : Artmed, 2005.

PACHECO, A. F. C. et al. Acidez do leite: definição, fatores de alteração e análises. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria-de-laticinios/acidez-do-leite-definicao-fatores-de-alteracao-e-analises-228850/>>. Acesso em: 23 abr. 2025.

PACHECO, A. F. C. et al. Densidade do leite: definição, fatores de alteração e análises. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria-de-laticinios/densidade-do-leite-definicao-fatores-de-alteracao-e-analises-226505/>>. Acesso em: 24 abr. 2025.

PEREIRA, D. B. C.; SILVA, P. H. F. da.; DE OLIVEIRA, L. L.; COSTA JUNIOR, L. C. G. C. *Físico-química do leite e derivados – Métodos analíticos*. 2. ed. revisada e ampliada. Juiz de Fora-MG: Oficina de Impressão Gráfica e Editora Ltda., 2001. 234 p.

PEREIRA, J. F. et al. Impacto das adulterações do leite na saúde humana: revisão sistemática. *Journal of Food Safety and Quality*, v. 5, n. 3, p. 112-120, 2021.

PIETROWSKI, G.A.M.; OTT, A.P.; SIQUEIRA, C.R.;

SILVEIRA, F.J.; BAYER, K.H.; CARVALHO, T. Avaliação da Qualidade Microbiológica de Leite Pasteurizado Tipo C Comercializado na Cidade de Ponta Grossa-PR. In: VI Semana

de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná -UTFPR. Campus Ponta Grossa -Paraná -Brasil. Anaisda VI Semana de Tecnologia em Alimentos. UTFPR, 2008. v. 02, n. 36, ISSN:1981-366X.

R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 23 abr. 2025.

ROBERTS, Jeff; MYRRHA, Nathalia. SEBRAE: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. In: Institutional Case Studies on Necessity Entrepreneurship. Edward Elgar Publishing, 2016. p. 160-178.

ROCHA, P. C. A.; CUNHA, L. M. M.; MACHADO, A. V.; COSTA, R. de O. Análises Microbiológicas do Leite e Tipos de Adulterações. Revista Brasileira de Agrotecnologia, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 01-06, 2015. Disponível em: <https://gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/3685>. Acesso em: 10 abr. 2025.

RUBENS, R. et al. Técnicas analíticas para o controle de qualidade de leites e derivados. Universidade do Estado do Pará. Disponível em: <<https://paginas.uepa.br/eduepa/wp-content/uploads/2019/06/TECNICAS-DE-ANALISE-02-03-2018.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2024.

SALVADOR, F. C.; BURIN, A. S.; FRIAS, A. A. T.; OLIVEIRA, F. S.; FAILA, N. Avaliação da qualidade microbiológica do leite pasteurizado comercializado em Apucarana-PR e região. Revista F@pciência, v.9, n. 5, p.30 – 41, 2012.

SANTOS, F. A. P. dos et al. Avaliação da qualidade do leite pasteurizado tipo C comercializado em supermercados. Revista Saúde e Meio Ambiente, v. 9, n. 2, p. 60–67, 2020. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br>. Acesso em: 15 abr. 2025.

SANTOS, J. R. A. et al. A crioscopia como método de detecção de fraude por adição de água ao leite. Ciência Animal Brasileira, v. 21, n. 1, p. 1-8, 2020.

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.

SANTOS, N. A. F. et al. Avaliação da composição e qualidade físico-química do leite pasteurizado pradonizado comercializado na cidade de São Luís, MA. Arquivos do Instituto Biológico, v. 78, p. 109-113, 2020.

SEIXAS, Felipe Nael et al. Comparação de métodos para detecção de fosfatase alcalina e peroxidase em leite. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 69, n. 1, p. 17-24, 2014.

SILVA, Bárbara Ponzilacqua et al. Caracterização da produção e qualidade do leite em propriedades de agricultura familiar na região sul do Rio Grande do Sul. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 74, n. 4, p. 231-239, 2019.

SILVA, M. J. da et al. Avaliação da qualidade do leite UHT integral comercializado no Distrito Federal. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, p. e43610716730, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16730>. Acesso em: 15 abr. 2025.

SILVA, Osman Alexandre da. Avaliação da qualidade do leite cru produzido no município de Areia-PB. 2017.

SILVA, R. A.; SANTOS, M. J.; LIMA, L. G. Fraudes em produtos lácteos: riscos e desafios para a segurança alimentar. *Revista Brasileira de Qualidade do Leite*, v. 2, n. 1, p. 35-42, 2020.

TAMANINI, Ronaldo et al. Avaliação da qualidade microbiológica e dos parâmetros enzimáticos da pasteurização de leite tipo “C” produzido na região norte do Paraná. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 28, n. 3, p. 449-454, 2007.

TRONCO, Vania Maria. Manual para Inspeção da Qualidade do Leite. 5. ed. 1. reimp. Santa Maria: Editora UFSM, 2018.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. *Dairy Science and Technology*. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2006.

WENCESLAU, S. et al. Sazonalidade e rotas de coleta influenciam a ocorrência de leite instável não ácido, a densidade e a crioscopia do leite fornecido a um laticínio no Norte de Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 72, n. 4, p. 1385–1394, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/mkHKs8szNdkJHSRB4STCPcP/>. Acesso em: 15 abr. 2025.

YAMAZI, A. K.; MORAES, P. M.; VIÇOSA, G. N.; ORTOLANI, M. B. T.; NERO, L. A. Práticas de produção aplicadas no controle de contaminação microbiana na produção de leite cru. *Biosciência*, v.26, n.4, p. 610- 618, 2010.