

UNILEÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO DOUTOR LEÃO SAMPAIO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

VITORIA KAROLINY BARRETO DE ALBUQUERQUE
YASMIN KETHYLEEN COSTA MODESTO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PESQUISA DE ADULTERAÇÃO EM
LEITE CRU COMERCIALIZADO INFORMALMENTE NO MUNICÍPIO DE
CRATO, CEARÁ**

JUAZEIRO DO NORTE - CE
2025

VITORIA KAROLINY BARRETO DE ALBUQUERQUE
YASMIN KETHYLEEN COSTA MODESTO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PESQUISA DE ADULTERAÇÃO EM
LEITE CRU COMERCIALIZADO INFORMALMENTE NO MUNICÍPIO DE
CRATO, CEARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo Científico, apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Medicina Veterinária do Centro Universitário Dr. Leão Sampaio, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Me. Maiara Leite Barberino

VITORIA KAROLINY BARRETO DE ALBUQUERQUE
YASMIN KETHYLEEN COSTA MODESTO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PESQUISA DE ADULTERAÇÃO EM
LEITE CRU COMERCIALIZADO INFORMALMENTE NO MUNICÍPIO DE
CRATO, CEARÁ**

Este exemplar corresponde à redação final aprovada do Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Medicina Veterinária do Centro Universitário Dr. Leão Sampaio, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Bacharel em Medicina Veterinária.

Data da Apresentação: 04/12/2025

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Me. Maiara Leite Barberino

Membro: Me. Hilton Alexandre Vidal Carneiro / UNILEÃO

Membro: Me. Matheus Felipe de Aquino Gomes / UNILEÃO

JUAZEIRO DO NORTE - CE
2025

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PESQUISA DE ADULTERAÇÃO EM LEITE CRU COMERCIALIZADO INFORMALMENTE NO MUNICÍPIO DE CRATO, CEARÁ

Vitoria Karoliny Barreto de Albuquerque¹
Yasmin Kethyleen Costa Modesto¹
Maiara Leite Barberino²

RESUMO

A comercialização de leite não inspecionado representa um desafio sanitário devido ao maior risco à saúde do consumidor, seja pela exposição a patógenos de doenças zoonóticas, ou a agentes físicos e químicos. Desse modo, este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química de leite não inspecionado, comercializado no município de Crato – CE, verificando sua conformidade com os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Foram obtidas 11 amostras de leite sem rótulo de inspeção em 10 bairros do município, acondicionadas em caixas térmicas e levadas para o Laboratório de Produtos de Origem Animal da UNILEÃO, onde foram armazenadas em geladeira. As análises incluíram acidez titulável, densidade, crioscopia, teste do Alizarol, presença de peroxidase, pesquisa de neutralizantes e contagem de células somáticas (CCS). Os resultados revelaram diversas inconformidades. Todas as amostras apresentaram instabilidade proteica no teste do Alizarol, indicando possível degradação microbiana ou falhas de refrigeração. Parte delas mostrou acidez abaixo do mínimo exigido, sugerindo adição de água ou uso de neutralizantes. A densidade e o índice crioscópico indicaram fraude por adição de água em algumas amostras. O teste de peroxidase foi negativo na maioria dos casos, sugerindo aquecimento prévio, e a CCS revelou níveis elevados em certas amostras, indicando manejo sanitário do rebanho deficiente. De forma geral, o estudo demonstra fragilidades relevantes na qualidade e segurança do leite comercializado informalmente, destacando a necessidade de maior fiscalização, capacitação de produtores e adoção de boas práticas para garantir um produto seguro e em conformidade com a legislação.

Palavras-chave: Adulteração; Controle sanitário; Integridade do leite; Higiene na ordenha.

ABSTRACT

The sale of uninspected milk represents a sanitary challenge due to the increased risk to consumer health, whether from exposure to zoonotic disease pathogens or to physical and chemical agents. Therefore, this study aimed to evaluate the physicochemical quality of uninspected milk sold in the municipality of Crato – CE, verifying its compliance with the parameters established by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA). Eleven samples of milk without inspection labels were obtained from 10 neighborhoods in the municipality, packaged in thermal boxes and taken to the Animal Products Laboratory of UNILEÃO, where they were stored in a refrigerator. The analyses included titratable acidity, density, cryoscopy, Alizarol test, presence of peroxidase, neutralizer search, and somatic cell count (SCC). The results revealed several nonconformities. All samples showed protein instability in the Alizarol test, indicating possible microbial degradation or refrigeration

¹ Discente do curso de Medicina Veterinária da UNILEÃO. Email: vitoriaalb67@gmail.com e yasminkethyleen@hotmail.com

² Docente do curso de Medicina Veterinária da UNILEÃO. Email: maiaraleite@leaosampaio.edu.br

failures. Some samples showed acidity below the minimum required level, suggesting the addition of water or the use of neutralizers. Density and cryoscopic index indicated adulteration by the addition of water in some samples. The peroxidase test was negative in most cases, suggesting prior heating, and the somatic cell count (SCC) revealed elevated levels in certain samples, indicating poor herd health management. Overall, the study demonstrates significant weaknesses in the quality and safety of informally marketed milk, highlighting the need for greater oversight, producer training, and the adoption of good practices to ensure a safe product that complies with legislation.

Keywords: Adulteration; Sanitary control; Milk integrity; Hygiene during milking.

1 INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira no Brasil ocupa um papel de destaque na economia do país, figurando como o sexto maior produtor mundial de leite fluido, com uma produção de 28 milhões de toneladas métricas em 2024/2025 (USDA, 2025). A atividade está presente em todo o território nacional, sendo praticada em mais de um milhão de propriedades rurais, com diversos níveis de produção, desde pequenos até grandes produtores. Das 558 microrregiões do país, registradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 554 são produtoras de leite. Além disso, a atividade integra um setor mais amplo e relevante para a economia nacional: em 2024, o agronegócio brasileiro empregou cerca de 28,2 milhões de pessoas, correspondendo a aproximadamente 26 % dos postos de trabalho do país (CEPEA; CNA, 2025). No primeiro trimestre de 2025, esse número alcançou 28,5 milhões de trabalhadores, indicando expansão contínua do setor (CEPEA; CNA, 2025). Ainda conforme o IBGE (2025), o valor adicionado da agropecuária ao Produto Interno Bruto totalizou cerca de R\$ 655,3 bilhões em 2024.

Conforme o Art. 235 do Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que institui o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), “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” (Brasil, 2017). Seu valor nutricional deve-se à composição equilibrada, caracterizada por proteínas de alta digestibilidade, gorduras, carboidratos, vitaminas do complexo B, vitaminas lipossolúveis e minerais essenciais, especialmente cálcio e fósforo, fundamentais para o desenvolvimento e a manutenção das funções fisiológicas do organismo humano (Embrapa, 2020).

Os cuidados na manipulação, desde a ordenha até o armazenamento do leite, são essenciais para garantir um produto de qualidade. A qualidade do leite in natura determina diretamente a qualidade do produto final, seja para a produção de leite UHT (Ultra High Temperature) ou para derivados lácteos. A falta de condições higiênicas pode levar à

contaminação por patógenos, que podem causar problemas à saúde humana, como doenças zoonóticas, infecções ou intoxicações alimentares (Da Costa, 2024). Além disso, outros fatores, como dietas desbalanceadas, infecções nas glândulas mamárias, armazenamento inadequado e condições climáticas, também devem ser considerados, pois podem interferir negativamente na composição e na segurança do leite. Práticas fraudulentas utilizadas para mascarar a baixa qualidade ainda representam um desafio recorrente na comercialização; entre as irregularidades mais comuns estão a adição de água, neutralizantes, conservantes e reconstituintes (Müller, 2021).

O controle de qualidade do leite é realizado por meio da avaliação de características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais (Brasil, 2018). A legislação brasileira estabelece, por meio da Instrução Normativa Nº 76 (IN 76), de 26 de outubro de 2018, do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), os padrões mínimos de qualidade exigidos. Entre as principais análises do leite cru refrigerado estabelecidas pela IN 76 estão a contagem de células somáticas, relacionada à possível presença de mastite subclínica, e a contagem bacteriana, realizada por meio da Contagem Padrão em Placas (CPP). Também são exigidas a análise da temperatura, a pesquisa de substâncias estranhas na composição e a análise de parâmetros físico-químicos, como os limites para o teor de gordura, proteína, lactose e outros componentes (Brasil, 2018).

Os meios fraudulentos e adulterações na atividade leiteira geram séria preocupação para os órgãos de fiscalização devido ao risco iminente à saúde pública. A fraude no leite é ilegal e visa mascarar alterações ou aumentar o rendimento para fins lucrativos. Considera-se leite fraudado, adulterado ou falsificado quando ocorre a adição de água ou soro de queijo, o uso de neutralizantes de acidez, substâncias conservantes, reconstituintes de densidade, a extração de componentes (exceto gordura em leites desnatados ou semidesnatados), a rotulagem incorreta e a venda de leite cru como pasteurizado (Brasil, 2017). Quando detectadas adulterações, a fiscalização exige a proibição da comercialização, o descarte do leite adulterado, a aplicação de ações corretivas e a imposição de penalidades administrativas (Carvalho, 2024).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas e investigar indícios de adulteração em amostras de leite cru comercializado informalmente no município de Crato - CE, analisando sua conformidade com os padrões estabelecidos pelo MAPA.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

2.1.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo descritivo, de caráter quantitativo, baseado na avaliação físico-química e microbiológica de amostras de leite cru comercializado informalmente no município de Crato - CE. Estudos descritivos de corte transversal têm como finalidade caracterizar as condições de um fenômeno em um momento específico, possibilitando a identificação de padrões, frequências e não conformidades presentes nos dados analisados (Gil, 2017).

2.1.2 Local de estudo

O estudo foi conduzido no município de Crato, localizado na região do Cariri, no estado do Ceará. O município possui área de 1.138,150 km², população estimada de 138.232 habitantes e apresenta clima tropical semiárido, caracterizado por altas temperaturas médias anuais (em torno de 27 °C), baixa pluviosidade concentrada em poucos meses do ano (precipitação média anual de 800 a 900 mm) e longos períodos de estiagem, típicos dessa região do Nordeste brasileiro (IBGE, 2024). A região do Cariri, onde o Crato está inserido, possui expressiva representatividade na pecuária estadual, correspondendo a aproximadamente 15,33% do rebanho bovino e 9,4% da produção de leite do Ceará, segundo dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

2.1.3 Amostra do estudo

Foram analisadas 11 amostras de leite sem selo de inspeção, provenientes de estabelecimentos informais, incluindo padarias e mercados de hortifrutigranjeiros, situados em diferentes áreas urbanas do município de Crato - CE (Figura 1). Não foi objetivo deste estudo coletar amostras em comercios localizados na zona rural, concentrando-se apenas em estabelecimentos urbanos.

Para garantir a representatividade da amostra dentro do município, buscou-se incluir diferentes bairros da região urbana. Entretanto, em alguns bairros observou-se repetição de fornecedores, pela similaridade da embalagem, além da ausência de pontos de venda. Portanto, as 11 amostras foram obtidas nos bairros Vila Alta, Palmeiral, Centro, Pimenta, Seminário, Parque Granjeiro, Sossego, Ossian Araripe, Alto da Penha e Lameiro, sendo o bairro Centro foi

o único a ser representado por duas amostras, cada uma em um estabelecimento diferente, situados em pontos opostos no bairro.

Figura 1. Amostras de leite não inspecionados, comercializadas em estabelecimentos urbanos do município de Crato - CE, em outubro de 2025.



Fonte: Autoras (2025).

2.1.4 Coleta e armazenamento das amostras

As amostras de leite foram obtidas no período da manhã, em horários próximos ao da ordenha habitual, conforme informado pelos vendedores. Após a coleta, foram mantidas em suas embalagens originais e transportadas ao Laboratório de Produtos de Origem Animal do Hospital Veterinário do Centro Universitário Doutor Leão Sampaio (UNILEÃO) em caixas isotérmicas. As amostras permaneceram armazenadas sob refrigeração entre 0 °C e 8 °C até a realização das análises, que ocorreram no mesmo dia da coleta.

2.1.5 Procedimentos, análises laboratoriais e interpretação dos resultados

As análises foram conduzidas de acordo com os métodos oficiais preconizados pelo MAPA, utilizando-se protocolos descritos nos Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos (Brasil, 2022). Os resultados foram interpretados com base nos padrões estabelecidos também pelo MAPA, na Instrução Normativa nº 76/2018 (Brasil, 2018).

2.1.5.1 Teste do Alizarol

Para esta análise, empregou-se solução alcoólica de alizarol a 72 % v/v, conforme estabelece a Instrução Normativa nº 76/2018 (IN 76/2018). Foram utilizados 5 mL de leite e 5 mL do reagente, os quais foram cuidadosamente homogeneizados. Após a mistura, procedeu-se à avaliação visual do aspecto e a coloração da amostra, conforme os critérios estabelecidos para a prova de alizarol. O procedimento foi conduzido de acordo com a normativa vigente para leite cru refrigerado (Brasil, 2022).

2.1.5.2 Acidez titulável

A acidez do leite fluido foi determinada pelo método titulométrico, utilizando o Acidímetro Dornic. Titularam-se 10 mL de leite com solução de hidróxido de sódio 0,1N, na presença de fenolftaleína, até o aparecimento de coloração rosa persistente por 30 segundos, com resultados expressos em graus Dornic (Vidal, 2018).

2.1.5.3 Densidade

A densidade do leite foi aferida utilizando-se um termolactodensímetro, com correção para 15 °C baseada na tabela de correção de densidade por temperatura do leite presente no manual do equipamento. Essa correção garante que os valores obtidos em diferentes temperaturas sejam padronizados para 15 °C, atendendo ao intervalo de 1,028 a 1,034 g/mL definido pela Instrução Normativa nº 76/2018 para leite cru refrigerado, assegurando a conformidade do produto quanto à composição mínima de sólidos totais e à qualidade do leite (Brasil, 2018).

2.1.5.4 Crioscopia

A crioscopia foi realizada em crioscópio eletrônico Especial One, marca CAP-LAB, determinando o ponto de congelamento como indicador de possível adição de água. O ensaio foi conduzido conforme os procedimentos estabelecidos pela Instrução Normativa nº 76/2018 (Brasil, 2018).

2.1.5.5 Peroxidase

A pesquisa de peroxidase foi realizada utilizando tiras reagentes específicas Cap-Lab para reação de peroxidase em leite. As tiras foram imersas na amostra por 10 segundos e, após o tempo de reação indicado pelo fabricante, procedeu-se à avaliação visual da coloração resultante, conforme a escala fornecida.

2.1.5.6 Contagem de células somáticas (CCS)

A contagem de células somáticas (CCS) foi realizada utilizando o kit Somaticell® (Somaticell, EUA). Volumes iguais de leite e reagente foram misturados, o tubo tampado e invertido por 20 segundos, e a leitura foi realizada diretamente na escala graduada, expressa em milhares de células por mililitro, conforme metodologia amplamente utilizada no diagnóstico de mastite subclínica.

2.1.5.7 Neutralizantes de acidez, peróxido de hidrogênio e ureia

As pesquisas de neutralizantes da acidez, peróxido de hidrogênio e ureia foram realizadas por meio de tiras multireagentes da Cap-Lab para análise de leite, nas quais cada tira foi imersa na amostra por 10 segundos, aguardou-se 90 segundos e então efetuou-se a leitura visual, sendo a mudança de coloração utilizada para identificar a presença de cada adulterante conforme a escala fornecida pelo fabricante.

2.1.6 Análise dos dados

Os dados foram organizados em planilhas no programa Microsoft Excel®, por meio do qual foi realizada a tabulação e análise descritiva dos resultados obtidos, com cálculo de percentuais e construção de tabelas.

2.1.7 Aspectos éticos

Por se tratar de estudo a partir de amostras de leite obtidas no comércio, sem envolvimento direto de animais ou seres humanos, foi dispensada a submissão em Comitês de Ética em Pesquisa (CEP).

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade do leite comercializado de forma informal, ou seja, sem inspeção, em estabelecimentos do município de Crato - CE, foi avaliada por meio de 11 amostras, testadas em relação aos parâmetros físico-químicos estabelecidos pela legislação vigente. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição das amostras de leite de acordo com os resultados obtidos nas análises físico-químicas, no município de Crato - CE, 2025.

Análise	N	%
Teste do Alizarol		
Estável	3	27,3
Instável	8	72,7
Acidez titulável		
Conforme	5	45,5
Não conforme	6	54,5
Peroxidase		
Positivo	1	9,1
Negativo	10	90,9
Neutralizantes de acidez		
Detectados	2	18,2
Não detectados	9	81,8
Crioscopia		
Conforme	7	63,6
Não conforme	4	36,4
Densidade		
Conforme	7	63,6
Não conforme	4	36,4
Contagem de Células Somáticas (CCS)		
Baixa	3	27,3
Moderada	4	36,4
Alta	4	36,4

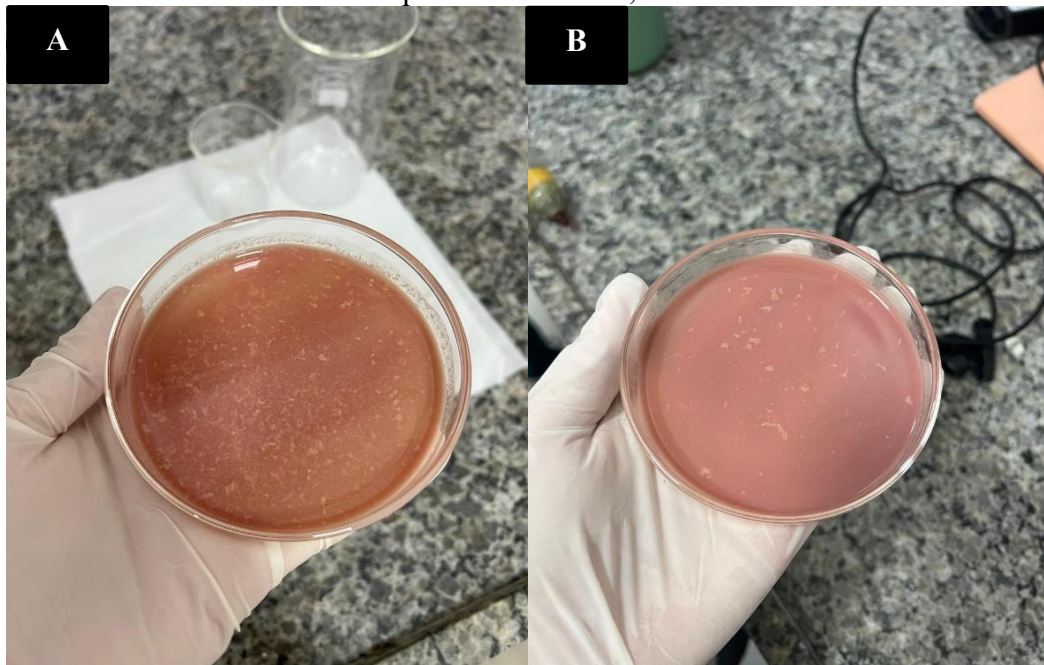
Fonte: Autoras (2025).

Na análise do Alizarol (ou prova alcoólica), 27% (n = 3) das amostras foram classificadas como *estáveis*, por apresentarem reação uniforme e ausência de grumos visíveis após a mistura com o reagente. Em contraste, 72% (n = 8) foram consideradas *instáveis*, como demonstrado na Figura 2, devido à formação de grumos e à coagulação imediata. Segundo Aragão (2021), esse comportamento é compatível com amostras que apresentam redução da estabilidade proteica, embora a metodologia não permita determinar, isoladamente, a causa exata dessa instabilidade.

O teste do Alizarol é essencial para avaliar a estabilidade térmica do leite, sendo sua aprovação requisito obrigatório para o leite cru refrigerado conforme a Instrução Normativa Nº 76 de 2018 (Brasil, 2018). A instabilidade nessa prova pode decorrer de aumento da acidez ou desnaturação proteica, frequentemente relacionados a falhas de refrigeração, elevada contagem microbiana ou deficiências higiênicas na ordenha (Fagnani *et al.*, 2016).

Assim, embora parte das amostras tenha atendido ao padrão de estabilidade, a predominância de resultados instáveis aponta para degradação da caseína e falhas nas condições higiênico-sanitárias e no controle da cadeia de frio, refletindo riscos à qualidade do produto e potenciais implicações à saúde do consumidor (Gouveia *et al.*, 2022; Lampugnani *et al.*, 2018).

Figura 2. Instabilidade observada no teste do Alizarol em duas amostras (A e B) de leite comercializado informalmente no município de Crato - CE, 2025.

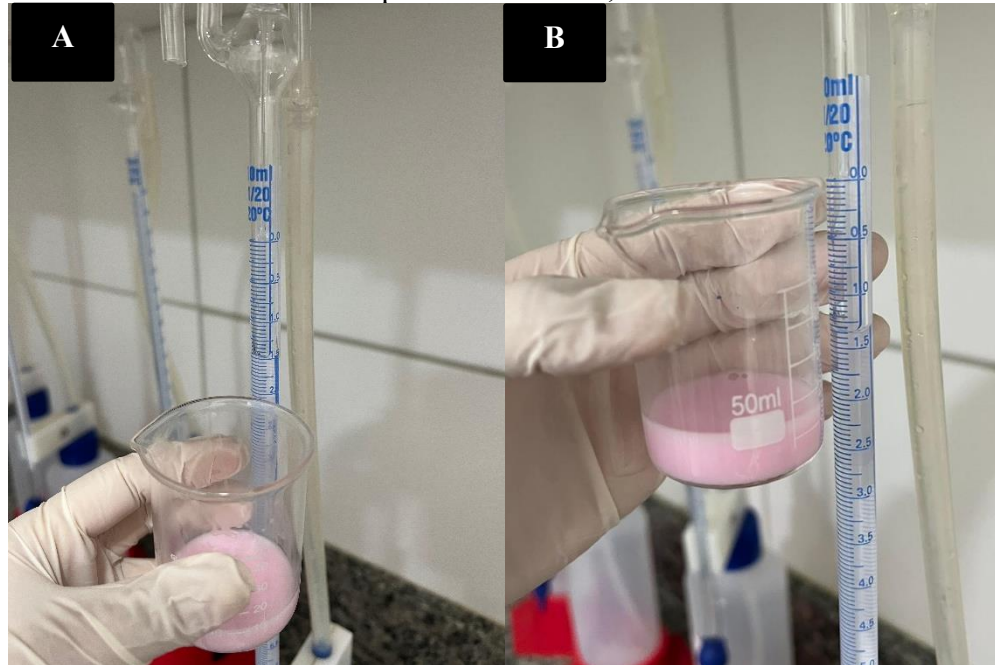


Fonte: Autoras (2025).

Na análise da acidez titulável, observaram-se resultados variados entre as 11 amostras de leite avaliadas. Em 45,5% (n = 5), os valores foram classificados como *conforme* aos limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 76/2018 (Brasil, 2018). Segundo a Instrução Normativa nº 76/2018, a acidez titulável do leite cru refrigerado deve situar-se entre 14 e 18°D, faixa utilizada como critério para a classificação das amostras analisadas neste estudo (Brasil, 2018). Por outro lado, 54,5% (n = 6) apresentaram resultados *não conformes* (Figura 3), o que pode indicar possíveis adulterações, tais como adição de água ou neutralização alcalina (Santos *et al.*, 2015; Henrique *et al.*, 2020). Embora quase metade das amostras estejam dentro dos padrões legais, a presença de resultados não conformes evidencia instabilidade na qualidade do

leite comercializado informalmente e reforça a necessidade de maior fiscalização e controle higiênico-sanitário (Brasil, 2017; Brasil, 2018).

Figura 3. Não conformidade da acidez titulável em duas amostras (A e B) de leite comercializado informalmente no município de Crato - CE, em outubro de 2025.



Fonte: Autoras (2025).

Na análise da presença da enzima peroxidase, verificou-se que a maioria das amostras, 90,9% (n = 10), apresentou reação negativa (Figura 4). Esse resultado é típico de leite submetido a aquecimento, uma vez que essa enzima é inativada em temperaturas superiores a aproximadamente 80 °C (Neves, 2021). Apenas em 9,09% (n = 1) houve resultado positivo, compatível com leite não aquecido ou apenas pasteurizado, mantido sob refrigeração adequada, preservando, portanto, a atividade enzimática natural (Aguilar, 2018).

A positividade isolada observada pode refletir diferenças no manejo, no tempo de armazenamento ou na origem da matéria-prima, indicando maior integridade do produto em comparação às demais amostras. De modo geral, os resultados evidenciaram que, embora uma amostra tenha mantido o comportamento esperado para leite cru, a predominância de reações negativas sugere que parte do produto pode ter sido submetida a aquecimento prévio ou a outras práticas de processamento com o objetivo de alterar características físico-químicas ou microbiológicas, condutas associadas a fraudes tecnológicas no setor lácteo (Ionescu et al., 2023). Tal cenário aponta para falhas no controle higiênico-sanitário e compromete a rastreabilidade do leite comercializado (Leira *et al.*, 2018).

Figura 4. Resultados de testes peroxidase positivo (a esquerda) e de adição de neutralizantes da acidez, peróxido de hidrogênio e ureia (a direita), em leite comercializado informalmente no município de Crato - CE, em outubro de 2025.



Fonte: Autoras (2025).

A análise da Contagem de Células Somáticas (CCS) nas amostras revelou que 27% (n = 3) apresentaram baixa contagem, indicando adequada saúde mamária e baixa probabilidade de mastite. Uma proporção de 36% (n = 4) foi classificada como moderada, podendo refletir a presença de mastite subclínica ou manejo insuficiente. Por fim, 36% (n = 4) das amostras apresentaram alta contagem, acima do limite máximo permitido pela IN 76/2018, como demonstrado na Figura 5, caracterizando situação crítica, com forte indicativo de mastite subclínica ou clínica ativa, além de falhas na higienização, ordenha ou bem-estar das vacas.

Esses resultados refletem processos inflamatórios, especialmente mastite subclínica, que reduzem a produção e a qualidade dos componentes sólidos, comprometendo o valor nutricional e tecnológico do leite (Molina, 2015). A alta CCS em parte substancial das amostras indica falhas significativas nos procedimentos higiênico-sanitários durante a ordenha, evidenciando manejo inadequado, possíveis problemas sanitários no rebanho e comprometimento da qualidade do leite comercializado (Oliveira, 2020).

A Contagem de Células Somáticas (CCS) é um indicador essencial da qualidade do leite, por estar diretamente vinculada à saúde da glândula mamária e às práticas de manejo adotadas na propriedade (Oliveira, 2023). Assim, torna-se imprescindível a adoção de medidas corretivas, como melhoria das práticas de ordenha, capacitação de trabalhadores e

monitoramento contínuo da saúde mamária, a fim de garantir conformidade com a legislação e assegurar a qualidade e a segurança do produto final (Coentrão et al., 2008; Guimarães, 2017).

Figura 5. Análise de Contagem de Células Somáticas (CCS) em leite comercializado informalmente no município de Crato - CE, outubro de 2025.



Fonte: Autoras (2025).

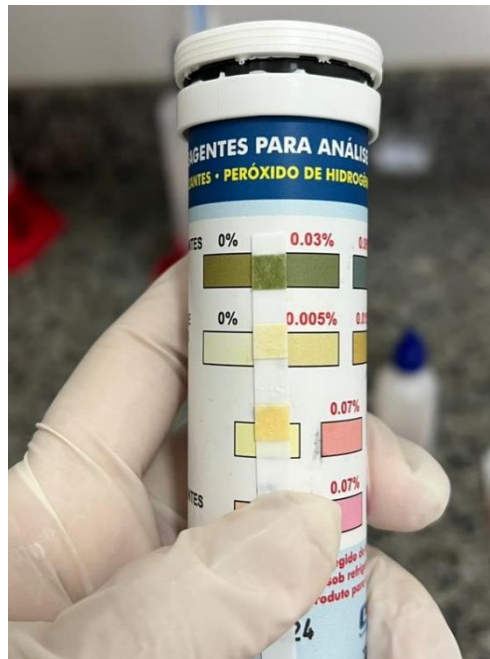
Nos testes específicos para pesquisa de adulterações químicas, o achado de maior relevância foi a presença de substâncias neutralizantes de acidez, detectadas em 18% ($n = 2$) das amostras (Figura 6). Este resultado constitui uma evidência direta de adulteração fraudulenta, confirmando o uso de compostos alcalinos para ocultar a acidez aumentada do leite. Por sua vez, a pesquisa de peróxido de hidrogênio e ureia apresentou resultado não detectado em todas as amostras avaliadas. Contudo, a detecção inequívoca de neutralizantes, mesmo em baixo teor, configura uma grave inconformidade com a legislação e compromete a segurança e a integridade do leite comercializado informalmente na região.

Os neutralizantes de acidez, o peróxido de hidrogênio e a ureia são substâncias frequentemente adicionadas de forma fraudulenta ao leite com o objetivo de mascarar alterações decorrentes da deterioração microbiana (Bezerra, 2024). Durante o processo fermentativo, microrganismos convertem a lactose em ácido lático, elevando a acidez do produto. Para ocultar esse aumento, utilizam-se compostos como carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, capazes de elevar artificialmente o pH e conferir falsa aparência de frescor (Sales, 2020). Tais fraudes são particularmente preocupantes porque alteram a composição natural do leite e dificultam a

identificação de problemas sanitários, além de representarem risco direto ao consumidor (Abrantes, 2014).

A adição de substâncias conservadoras, como o peróxido de hidrogênio, visa retardar o crescimento microbiano, prolongando indevidamente a vida útil do produto. Já a ureia pode ser utilizada para elevar o teor de sólidos não gordurosos, criando a falsa impressão de melhor qualidade nutricional. Substâncias neutralizantes, como o hidróxido de sódio, também podem ser empregadas para reduzir a acidez aumentada pela atividade de microrganismos mesófilos, interferindo nos parâmetros físico-químicos utilizados para avaliar a integridade do leite (Silva, 2022).

Figura 6. Interpretação da análise de adição de neutralizantes de acidez, peróxido de hidrogênio e ureia, em leite comercializado informalmente no município de Crato - CE, em outubro de 2025.



Fonte: Autoras (2025).

No presente estudo, observou-se variação significativa entre as amostras analisadas. De acordo com a Instrução Normativa nº 76/2018, o índice crioscópico é adotado como critério oficial para a detecção de possíveis diluições por adição de água em leite cru refrigerado (Brasil, 2018). Das 11 amostras avaliadas, 63% (n = 7) apresentaram ponto de congelamento conforme o padrão normativo, indicando leite íntegro ou com mínima interferência na concentração de solutos. Já 36% (n = 4) apresentaram ponto de congelamento não conforme, como ilustrado na Figura 7, sugerindo alterações relevantes compatíveis com diluição por adição de água ou com a presença de neutralizantes e outros solutos, como bicarbonato de sódio, capazes de modificar

a concentração iônica do leite e alterar artificialmente seu ponto de congelamento (Teixeira, 2019).

A crioscopia é um dos métodos mais relevantes para avaliar a autenticidade e a integridade do leite, baseando-se na medida da depressão do ponto de congelamento do produto. O Índice Crioscópico corresponde exatamente à diferença entre o ponto de congelamento do leite e o da água, sendo amplamente empregado para a detecção de fraudes por adição de água, já que qualquer diluição eleva o ponto de congelamento, tornando-o menos negativo. Em condições normais, o leite apresenta ponto crioscópico médio, podendo variar discretamente em função da composição química, dos sólidos totais, da alimentação e do estágio de lactação (Schihneider, 2016).

Figura 7. Resultado de uma análise da crioscopia em amostra de leite comercializado informalmente no município de Crato - CE, em outubro de 2025.

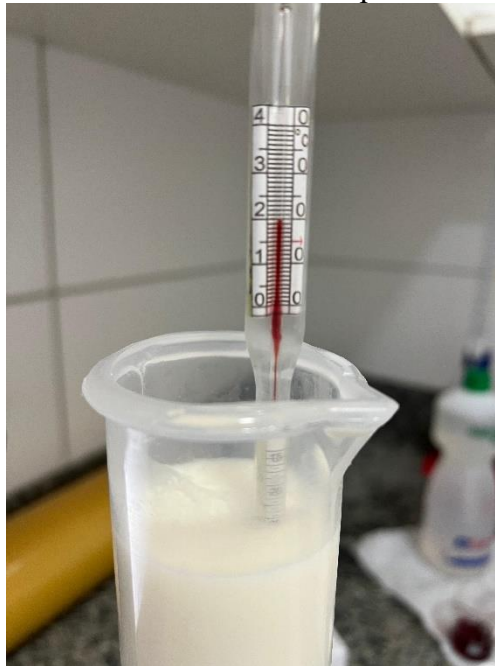


Fonte: Autoras (2025).

Das 11 amostras analisadas, 63,6% (n = 7) apresentaram densidade relativa corrigida para 15 °C dentro do intervalo estabelecido pela Instrução Normativa nº 76/2018 (Brasil, 2018), sendo classificadas como conformes, enquanto 36,4% (n = 4) apresentaram valores abaixo do limite mínimo, caracterizando-se como não conformes. A Figura 8 exemplifica uma das amostras fora do padrão, evidenciando visualmente a não conformidade. Reduções na densidade podem indicar adição de água, desnate parcial ou menor concentração de sólidos totais, refletindo possíveis adulterações ou inadequações no manejo e armazenamento do leite. Embora a maioria das amostras esteja em conformidade, a presença de resultados não

conformes evidencia inconsistências na qualidade do leite comercializado informalmente, ressaltando a necessidade de fiscalização e de estratégias de educação sanitária para produtores e comerciantes (Brasil, 2017).

Figura 8. Análise de densidade com termolactodensímetro em uma amostra de leite não inspecionado, comercializado informalmente no município de Crato - CE, em outubro de 2025.



Fonte: Autoras (2025).

3 CONCLUSÃO

O leite cru comercializado informalmente no município de Crato – CE apresenta fragilidades significativas em sua qualidade físico-química e sanitária, com diversas amostras fora dos padrões da Instrução Normativa nº 76/2018. Foram detectadas alterações compatíveis com adulterações, presença de substâncias químicas não autorizadas, elevados níveis de células somáticas e instabilidade proteica, comprometendo a segurança alimentar, a qualidade nutricional e a integridade do produto. Esses achados indicam falhas na cadeia informal de produção e comercialização, incluindo manejo inadequado, armazenamento e transporte deficientes, bem como ausência de controle higiênico-sanitário, expondo os consumidores a riscos potenciais à saúde pública.

A adoção de medidas corretivas é imprescindível, incluindo fiscalização mais rigorosa, implementação de boas práticas agropecuárias e higiênico-sanitárias, e capacitação contínua dos produtores. Paralelamente, políticas públicas que promovam a formalização da cadeia

produtiva e a conscientização sobre os riscos do leite irregular são fundamentais para garantir a conformidade legal, assegurar a segurança e qualidade do produto, e fortalecer a confiança dos consumidores no leite comercializado.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, M. R.; CAMPÊLO, C. S.; SILVA, J. B. A. Fraude em leite: métodos de detecção e implicações para o consumidor. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 73, n. 3, 2014.
- AGUILAR, C. E. G.; VIDAL, A.; NETTO, A. **Análises físico-químicas e microbiológicas de leite**. In: **OBTENÇÃO E PROCESSAMENTO DO LEITE E DERIVADOS**. São Paulo: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, 2018.
- ARAGÃO, E. de M. **Principais fraudes no leite de bovinos: tipos, métodos de detecção e impactos na saúde pública**. Universidade Federal de Sergipe. p. 41, 2021.
- BEZERRA, Luana. Fraude intencional em leite UHT integral para avaliação da eficácia do teste de densidade e acidez titulável. **Pubvet**, [S. l.], v. 16, n. 07, 2022.
- BRASIL, 2017. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 mar. 2017.
- _____. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Aprovado pelo **Decreto n. 10.468 de 18 de agosto de 2020**. Brasília, 2020. Brasília. 2020.
- _____. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Instrução Normativa nº 76, de 26 de outubro de 2018**. Estabelece os requisitos técnicos de identidade e qualidade do leite cru refrigerado. Diário Oficial da União, Brasília, 26 out. 2018.
- _____. Ministério da Agricultura e Pecuária. **MAPA do Leite**. 2025.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos oficiais de análise do leite**. Brasília: MAPA, 2017.
- _____. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Métodos oficiais para análise de produtos de origem animal**. Brasília: MAPA, 2022.
- CARVALHO, V. V. S.; MARIANO, J. A. R.; DE OLIVEIRA, H. J. B.; DA SILVA, D. V. Fraudes no leite: tipos e principais métodos de obtenção de resultados. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 9, n. 1, 2024.
- CEPEA; CNA. Mercado de Trabalho do Agronegócio Brasileiro – 4º trimestre de 2024. Piracicaba: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada; Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2025a. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/upload/kceditor/files/01%20Boletim%20%2B%20Sum%C3%A1rio>

%20-%20Mercado%20de%20Trabalho%20do%20Agroneg%C3%B3cio%20-%204T2024.pdf. Acesso em: 20 nov. 2025.

CEPEA; CNA. Mercado de Trabalho do Agronegócio Brasileiro – 1º trimestre de 2025. Piracicaba: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada; Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2025b. Disponível em: https://www.cepea.org.br/upload/kceditor/files/02%20Boletim%20%20-%20Mercado%20de%20Trabalho%20do%20Agroneg%C3%B3cio%20-%201T2025_CNA.20jun2025_rev1.pdf. Acesso em: 20 nov. 2025.

COENTRÃO, C. M., SOUZA, G. N., BRITO, J. R. & LILENBAUM, W. Fatores de risco para mastite subclínica em vacas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 60(2), 283–288, 2008.

DA COSTA, A. C. S.; CARVALHO, J. F.; MELO, A. L.; SANTOS, A. L. H.; SOARES, M. E.; SANTOS, J. V. B.; JESUS, J. V.; MARINHO, G. L. O. C.; NASCIMENTO, T. V. C.; LIMA, V. F. S. Avaliação da contaminação de leite cru bovino por oocisto de *Cryptosporidium* sp. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. e69008-e69008, 2024.

DE OLIVEIRA, P. V. C., NETO, E. D. S. L., LUCENA, N. M., ABRANTES, M. R., DA SILVA, J. B. A., DE AZEVEDO NETO, C. O., ... & MEDEIROS, D. A. S. (2020). Avaliação da qualidade do leite cru e prevalência de mastite no município de Mossoró-RN. **Brazilian Journal of Development**, 6(8), 2020.

EMBRAPA. **Leite e derivados: composição e propriedades nutricionais**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2020.

EMBRAPA. **O leite na agropecuária brasileira: importância econômica e social**. Agência de Informação Tecnológica, Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite, 2020. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/importancia.html>. Acesso em: 20 nov. 2025.

FAGNANI, R.; BATTAGLINI, A. P. P.; BELOTI, V.; PAVÃO, A. P.; ARAÚJO, J. P. Estabilidade do leite ao álcool: ainda pode ser um indicador confiável? **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, p. 31848, 2016.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOUVEIA, F. M; D.; FRANCO, A. B.; MOURÃO, A. C.; FREITAS, T. M. S. Mastite bovina e as suas consequências na saúde pública. **Pubvet**, [S. l.], v. 16, n. 10, 2022.

GUIMARÃES, A. J. S. Avaliação da qualidade do leite cru refrigerado em relação ao enquadramento legal e o efeito da sazonalidade sobre o preço pago aos produtores. **In Programa de Pós-graduação: Vol. Master of**. 2017.

HENRIQUE, J. C., Oliveira, L. D. M., & Nunes, E. L. Análise da cadeia agroindustrial do leite. **Revista Brasileira de Pesquisas Agrícolas**, 1(02), 2. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Contas Nacionais Trimestrais: Indicadores de Volume e Valor Corrente – 4º trimestre de 2024. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9300-contas-nacionais-trimestrais.html>. Acesso em: 20 nov. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Crato (CE)**. Cidades, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/crato>. Acesso em: 20 nov. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Resultados definitivos. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/>. Acesso em: 27 nov. 2025.

IONESCU, A.-D.; CÎRÎC, A. I.; BEGEA, M. A Review of Milk Frauds and Adulterations from a Technological Perspective. **Applied Sciences**, v. 13, n. 17, 2023. DOI: 10.3390/app13179821.

LAMPUGNANI, C., PERIN, A. P., ZIECH, R. E., CAXIAS JÚNIOR, O. A., MONTANHINI, M. T. M., BERSOT, L. S. Qualidade do leite cru refrigerado e características da produção leiteira na mesorregião oeste paranaense, Brasil. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, 73(1), 19–26, 2018.

LEIRA, M.; LEIRA, M. H.; BOTELHO, H. A.; SANTOS, H. C. D. A. S. D.; BATISTA, B. B.; BOTELHO, J. H. V.; PESSOA, G. O. Fatores que alteram a produção e a qualidade do leite: Revisão. **Pubvet**, [S. l.], v. 12, n. 05, 2018.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos oficiais de análise do leite**. Brasília: MAPA, 2017.

MOLINA, C.H.A.; CENTENARO, G.S. FURLAN, V.J.M. Qualidade do leite cru comercializado informalmente no município de Itaquí-RS. **Revista visa em debate: sociedade, ciência e tecnologia**. Rio de Janeiro, v. 3, n. 4, p. 106-113 2015.

MÜLLER, T.; REMPEL, C. Qualidade do leite bovino produzido no Brasil—parâmetros físico-químicos e microbiológicos: uma revisão integrativa. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 9, n. 3, p. 122-129, 2021.

NEVES, A. C. D.; MOREIRA, P. I. O.; RIBEIRO, L. F. AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE DIFERENTES MARCAS DE LEITE ULTRA HIGH TEMPERATURE (UHT). **Revista GeTeC**, 2021.

OLIVEIRA, J. H. S.; OLIVEIRA, M. V. C.; JUNQUEIRA, K. R.; LOPES, O. C. S.; FREITAS, T. M. S. Avaliação do leite cru refrigerado em diferentes tempos de armazenamento. **Pubvet**, v. 17, n. 10, p. 1470, 2023.

USDA Foreign Agricultural Service. **Produção de leite fluido**. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/0223000>. Acesso em: 02 abr. 2025.

SALES, G. L. Leite: ser ou não ser? eis a questão! **Research, Society and Development.** 9 (5), 1-21. 2020.

SANTOS, F. A. *et al.* Controle de qualidade do leite cru: acidez e adulterações. **Revista Brasileira de Leite**, v. 66, n. 3, p. 45-52, 2015.

SILVA, M. S. **Avaliação da influência de diferentes concentrações de neutralizantes sob diferentes condições de acidez na capacidade de detecção dos métodos oficiais de análises qualitativa em leite.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG, Itumbiara, 37 p. 2022.

SCHNEIDER, M. A. Controle de qualidade e Inspeção de Produtos de Origem Animal. Trabalho de Conclusão de Curso em Medicina Veterinária. **Universidade Federal do Paraná, Palotina.** 91f. 2016.

TEIXEIRA, R. D. **Efeitos da adição do citrato de sódio sobre o índice crioscópico e a estabilidade da proteína do leite.** Uniceplac. 2019.

VIDAL, A. M. C.; NETTO, A. S. (Orgs.). Obtenção e processamento do leite e derivados. Pirassununga: **Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo**, 2018.