

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO LEITE CRU REFRIGERADO NO TRAJETO DO CAMPO À INDÚSTRIA: ESTUDO DE CASO NO RIO GRANDE DO SUL

EVALUATION OF THE MICROBIOLOGICAL QUALITY OF REFRIGERATED RAW MILK ON THE WAY FROM THE FIELD TO THE INDUSTRY: A CASE STUDY IN RIO GRANDE DO SUL

Jeferson Aloísio STRÖHER^{1*}  Luís Carlos Oliveira dos SANTOS JR.² 
Marcela Mendes SALAZAR³ 

¹Doutorando em CTA pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

²Doutor em Engenharia de Alimentos, pela Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil

³doutora em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, SP, Brasil

*Autor Correspondente: jeferson.stroher1@gmail.com

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica do leite cru refrigerado em diferentes pontos de seu trajeto, a partir da propriedade rural até a indústria de laticínios, na Serra Gaúcha-RS, de acordo com os requisitos da legislação brasileira vigente. A análise microbiológica de contagem padrão em placas (CPP) foi utilizada como indicador de qualidade do leite. Os resultados indicam que o leite cru refrigerado armazenado pelo laticínio apresentou CPP acima do limite estabelecido pela legislação vigente, sugerindo a existência de pontos de contaminação no trajeto de produção, coleta e armazenamento do leite. Dentre as principais causas para a contagem elevada de CPP no leite destacam-se a falta de higiene adequada durante o processo de ordenha, o transporte inadequado do leite como as longas distâncias percorridas pelos caminhões leiteiros. Esses fatores podem comprometer a qualidade e segurança dos produtos lácteos. Portanto, este estudo reforça a importância de identificar pontos críticos de contaminação durante a produção, coleta e armazenamento do leite cru refrigerado, a fim de implementar medidas preventivas e corretivas para garantir a qualidade dos produtos lácteos. A adoção de boas práticas de higiene durante a ordenha, transporte e armazenamento do leite, bem como a refrigeração adequada, são essenciais para garantir a segurança microbiológica e a qualidade do produto final.

Palavras-chave: Transporte e armazenamento de leite; Regulamentações sanitárias; Análise microbiológica do leite; Controle de qualidade

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the microbiological quality of refrigerated raw milk at different points along its journey from the farm to the dairy industry in Serra Gaúcha-RS, in accordance with the requirements of current Brazilian legislation. The standard plate count (SPC) microbiological analysis was used as an indicator of milk quality. The results indicate that the refrigerated raw milk stored by the dairy had PPCs above the limit established by current legislation, suggesting the existence of contamination points along the milk production, collection and storage route. Among the main causes of the high PPC count in the milk are the lack of proper hygiene during the milking process, inadequate milk transportation and the long distances covered by milk trucks. These factors can compromise the quality and safety of dairy products. Therefore, this study reinforces the importance of identifying critical contamination points during the production, collection and storage of refrigerated raw milk, in order to implement preventive and corrective measures to guarantee the quality of dairy products. The adoption of good hygiene practices during milking, transportation and storage of milk, as well as adequate refrigeration, are essential to guarantee microbiological safety and the quality of the final product.

Keywords: Ttransportation and storage; Sanitary regulations; Microbiological analysis of milk; Quality control.

Citar este artigo como:

Ströher, J.A.; Santos Jr., L.C.O.; Salazar, M.M. Avaliação da qualidade microbiológica do leite cru refrigerado no trajeto do campo à indústria: estudo de caso no Rio Grande do Sul. *Nutrivisa*.v.10:e11064.2023.Doi: <https://doi.org/10.17648/nutrivisa-2023v10e11064>

INTRODUÇÃO

Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2022), a produção de leite no Brasil atingiu 23,8 bilhões de litros em 2022, registrando uma redução de 5,05% em relação ao ano anterior. A indústria leiteira brasileira é dominada por pequenos produtores, que a consideram a produção de leite uma fonte crucial de renda para suas famílias (GIMENES, BACCHI, PONCHIO, 2003). Entretanto, muitos desses produtores não conseguem atender às normas sanitárias do país para a produção de leite cru refrigerado (BRASIL, 2018A; 2020), restando-lhes a opção de vender o leite informalmente ou abandonar a produção de leite (STRÖHER et al. 2019).

A adequação às Instruções Normativas vigentes do MAPA (IN n.º 76/18 e 77/18), que regulamentam a produção e qualidade do leite cru refrigerado, tem sido um obstáculo para os pequenos produtores da agricultura familiar que enfrentam diversas dificuldades (LIMA, 2016). A diminuição na oferta de leite foi influenciada não apenas por condições climáticas desfavoráveis em algumas regiões, mas também pelos custos de produção elevados e margens estreitas na atividade (CEPEA, 2022). Além disso, esses produtores ainda apresentam objeções às mudanças e à qualificação da mão de obra na propriedade, mesmo que existam boas práticas de higiene simples, de baixo custo e eficazes (LIMA, 2016).

O leite é um alimento altamente nutritivo e de boa qualidade quando apresenta características como baixa carga microbiana e ausência de contaminantes (REIS, DE SANTANA, ROIG, 2013). A composição do leite cru refrigerado é afetada por diversos fatores, desde a genética do animal até as condições ambientais e de manejo (COSTA et al., 2017). Portanto, a falta de boas práticas agropecuárias na produção do leite cru refrigerado pode levar à sua contaminação por microrganismos indesejáveis, aumentando o valor da contagem padrão em placas alterando os atributos físico-químicos (DIAS E ANTES, 2014; EMBRAPA, 2017; DIONISIO, 2019).

A Contagem Padrão em Placas (CPP) do leite cru refrigerado é uma técnica reconhecida pela Federação Internacional de Laticínios (IDF) e pela Associação Americana de Saúde Pública (APHA) para estimar o número total de microrganismos aeróbios mesófilos no leite cru (DE CASTRO, 2007).

Assim, o leite proveniente de uma glândula mamária saudável possui CPP média que pode variar de 100 a 43.000 UFC/mL (MESQUITA et al., 2018). A CPP é uma análise essencial para verificar as condições higiênicas e sanitárias do leite cru, identificando bactérias deteriorantes (MESQUITA et al., 2018; SAMPAIO et al., 2015). A fim de assegurar a qualidade do leite, é essencial minimizar a presença de microrganismos por meio das boas práticas agropecuárias, como higienização adequada da sala de ordenha, equipamentos e do animal (BRASIL, 2018B; VIEIRA, 2019). A legislação brasileira estabelece limite máximo de CPP de 300.000 UFC/mL para o leite cru refrigerado na propriedade rural, aumentando para 900.000 UFC/mL de CPP antes do processamento na indústria e durante o transporte (BRASIL, 2018A).

Assim, o leite cru refrigerado armazenado em propriedades rurais deve ser conservado a temperatura de 5 °C por até 48 horas, chegando nos laticínios a temperatura máxima de 7 °C, podendo ocasionalmente alcançar 9 °C (BRASIL, 2018A; 2020).

A qualidade do leite cru refrigerado é afetada durante o transporte e coleta em tanques isotérmicos, seja pelas longas distâncias percorridas, ou má coleta, ou higiene dos caminhões (FELIPUS et al., 2023). Assim, para garantir a qualidade, é essencial que essas operações sejam higiênicas e padronizadas. No entanto, no Brasil, a coleta de leite enfrenta vários obstáculos, como estradas precárias, longas distâncias entre as propriedades rurais e as indústrias, falta de acesso à água clorada e potável nas propriedades, dificuldades na limpeza dos caminhões e mangueiras na indústria, bem como condições de higiene insatisfatórias ao longo de todo o processo de coleta de leite (PAIXÃO, 2011). Estudos recentes, demonstram haver problemas como o desgaste das mangueiras de coleta de leite, falta de treinamento periódico dos transportadores e a ausência de uniformes de identificação da empresa. A limpeza incorreta dos equipamentos de ordenha e de coleta do leite pode levar à formação de biofilmes, que aumentam a contaminação do leite com bactérias deteriorantes (DIAS et al., 2020; STRÖHER, 2021).

Com base nas informações previamente expostas e discutidas, o objetivo deste trabalho é avaliar qualidade microbiológica do leite cru refrigerado no trajeto desde o armazenamento nas propriedades rurais, passando pelos tanques isotérmicos de rotas e de caminhões

provenientes dos postos de refrigeração até a chegada à indústria, por meio de Contagem Padrão em Placas.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada em uma indústria de laticínios localizada na região da Serra Gaúcha-RS, durante os meses de setembro a outubro de 2021. Essa indústria é inspecionada pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) e recebe leite proveniente de 165 propriedades rurais da região. As propriedades rurais produzem média diária de leite de 385 litros/dia, enquanto os tanques de coleta possuem um volume médio de 10.000 L. A indústria recebe, em média, 120.000 L/dia de leite cru refrigerado e possui capacidade máxima de armazenamento de 100.000 litros de leite.

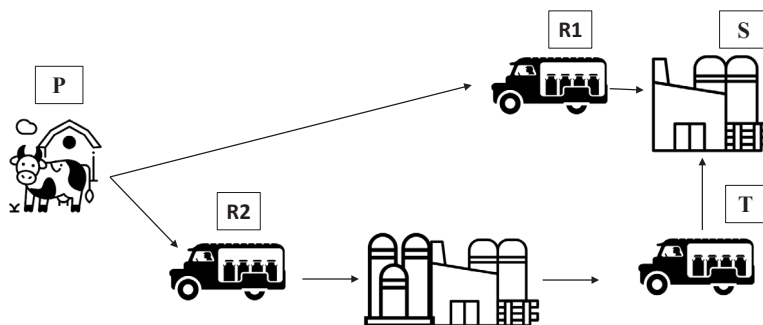
A coleta de amostras foi realizada em quatro pontos diferentes ao longo da cadeia de produção de leite (Figura 1). O primeiro ponto (P - PRODUTOR) consistiu na coleta de amostras dos tanques de resfriamento de leite das 165 propriedades rurais vinculadas ao laticínio do estudo.

A coleta de amostras foi realizada no trajeto entre o produtor e o entreposto de refrigeração. O quarto ponto de coleta (T- TERCEIROS) consistiu em amostras de leite cru refrigerado proveniente de postos de refrigeração. O quinto e último ponto de coleta de amostras do leite cru refrigerado foi no descarregamento dos silos isotérmicos da indústria (S - SILO).

Em cada ponto de coleta foram retiradas alíquotas de leite cru refrigerado, contendo 40 mL cada, em triplicata, para análise de contagem padrão em placas em laboratório, conforme metodologias estabelecidas pela Organização Internacional de Normalização (ISO) 21187 e pela Federação Internacional de Laticínios (IDF) 196:2004, adotadas pelo laboratório credenciado pela Rede Brasileira de Qualidade do Leite (RBQL) recomendada pelo MAPA (BRASIL, 2018B).

A metodologia para a análise de CPP do leite cru refrigerado avaliou a contagem total de bactérias em leite cru de vaca tratado com azidiol, por meio de técnicas de citometria de fluxo. A contagem padrão em placas (CPP), expressa em UFC/mL, foi obtida analisando individualmente a contagem individual de bactérias (IBC). Essa contagem foi convertida em uni-

Figura 1. Fluxograma de coleta das amostras de leite cru refrigerado.



PONTOS DE COLETAS

P - resfriador tipo expansão na propriedade rural.
 R1 - tanques isotérmicos provenientes das rotas de leite à indústria
 R2 - ao posto de resfriamento de leite
 T - postos de resfriamento de leite.
 S - leite cru refrigerado proveniente das rotas e dos postos de resfriamento armazenado em silos na indústria.

O segundo e o terceiro pontos de coletas de amostras foram nos tanques isotérmicos das rotas de leite (R1 e R2) que transportam o leite das propriedades rurais até o laticínio. Na rota 1 a coleta de amostras ocorreu no trajeto do produtor até à indústria e na rota

2 a coleta de amostras foi realizada no trajeto entre o produtor e o entreposto de refrigeração. O quarto ponto de coleta (T- TERCEIROS) consistiu em amostras de leite cru refrigerado proveniente de postos de refrigeração. O quinto e último ponto de coleta de amostras do leite cru refrigerado foi no descarregamento dos silos isotérmicos da indústria (S - SILO).

outras partículas. Então uma amostra é encaminhada por um capilar até a câmara de fluxo, onde as células são alinhadas. Sendo que o feixe laser ilumina as bactérias coradas, gerando fluorescência. Assim, esta luminescência é capturada pelo sistema óptico e transformada em contagem de bactérias, expressada em IBC.

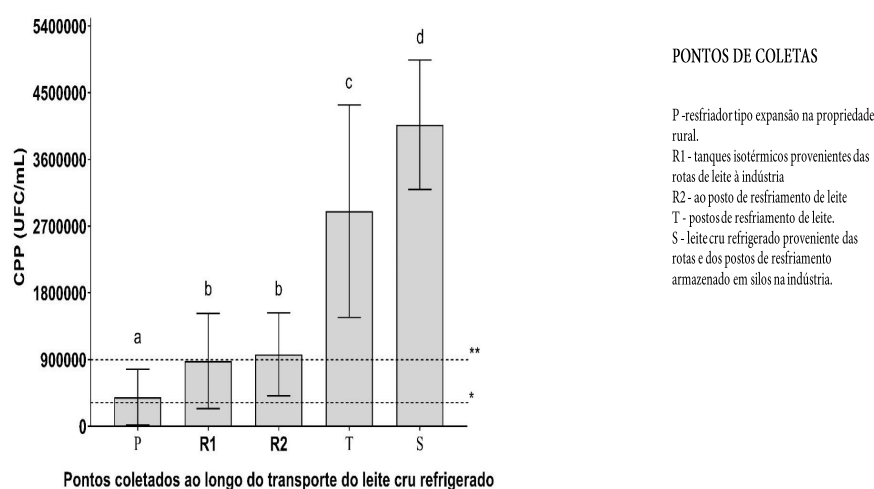
Na hora da coleta, as amostras foram identificadas para manter o anonimato dos produtores e transportadores de leite. A coleta das amostras seguiu as boas práticas de higiene e fabricação, sendo realizada com o auxílio de uma concha higienizada (álcool 70%), empregando-se luvas e máscara descartáveis. Após a coleta, as amostras foram armazenadas em geladeira

a diferença mínima significativa para $\alpha = 0,05$, usando o programa GraphPad Prism 8.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A garantia da qualidade e segurança do leite é de extrema importância para sua viabilidade comercial, enfatizando a necessidade de assegurar esses aspectos desde a etapa de produção até a chegada à indústria. Os resultados das análises microbiológicas realizadas ao longo do percurso do leite cru refrigerado podem ser observados na Figura 2.

Figura 2. Análise da contagem de contagem padrão em placas em pontos de coletas ao longo do transporte do leite cru refrigerado



Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si segundo o teste de Tukey ($p < 0,05$).

* Representa o limite máximo de 300.000 UFC/mL para o leite cru refrigerado proveniente dos pontos (P).

** Representa o limite máximo de 900.000 UFC/mL para o leite cru refrigerado proveniente dos pontos (R1, R2, T e S).

doméstica a 5 °C por 24 horas antes de serem encaminhadas para o Laboratório Serviço de Análise em Rebanhos Leiteiros (SARLE), em Passo Fundo-RS. A temperatura do leite foi medida por meio de um termômetro tipo espeto (-10 a 200 °C ± 0,1 °C) (Cap-lab®, SP) no momento da coleta das amostras.

Os resultados foram avaliados estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) usando o programa Statística® 7.0 (STATSOFT, 2007). Também foram realizados ensaios de correlação usando o teste de Pearson para dados com distribuição paramétrica e calculada

Os resultados da CPP do leite cru refrigerado coletado na propriedade rural (P) apresentaram uma média de 392.000 ± 297.000 UFC/mL, possuindo o resultado mais baixo de 8.000 UFC/mL, enquanto o mais alto foi 1.501.000 UFC/mL, respectivamente. Havendo 24 produtores (52%) inconforme à legislação brasileira (BRASIL, 2018B) que estabelece um limite máximo de 300.000 UFC/mL. A falta de conformidade com as BPA nas propriedades rurais é preocupante para a segurança e qualidade do leite produzido. Os desafios técnicos e restrições de recursos enfrentados pelos

produtores dificultam a adoção de práticas adequadas. A resistência de alguns produtores em adotar metodologias simples para atender às BPA compromete a integridade do processo produtivo e a conformidade com os padrões estabelecidos. A falta de conformidade de metade dos produtores impacta negativamente tanto a qualidade do leite produzido por eles quanto a composição dos tanques de coleta, prejudicando os produtores que já estão investindo em BPA. Medidas corretivas abrangentes, incluindo conscientização, capacitação e supervisão adequada dos produtores, são necessárias para melhorar a conformidade e a qualidade do leite em todo o sistema de produção.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os resultados de CPP das amostras de leite cru refrigerado coletadas nos tanques isotérmicos dos caminhões na chegada à indústria (R1) e ao posto de resfriamento de leite (R2), esse resultado mostra a importância do fator tempo no aumento da CPP. O leite coletado das rotas (R1) apresentou uma média de 880.000 ± 446.000 UFC/mL, possuindo as extremidades de 189.000 UFC/mL e 3.259.000 UFC/mL, respectivamente. A CPP do leite cru refrigerado após a sua coleta (transporte) e armazenado nos silos isotérmicos na indústria deve ser de no máximo 900.000 UFC/mL (BRASIL, 2018A), portanto, o resultado mediano esteve conforme o limite máximo estabelecido pela legislação e uma das hipóteses para isso, pode ser que pelo cumprimento do prazo de coleta do leite em no máximo 48 horas após a ordenha o número de microrganismos não tenha aumentado significativamente. No entanto, ainda assim, o leite de quinze transportadores de leite (30%) do percurso R1, possuíram o seu resultado em desacordo à legislação brasileira para a CPP do leite cru refrigerado, mesmo possuindo o cumprimento do prazo máximo de coleta do leite cru refrigerado na propriedade. Por outro lado, o leite cru refrigerado proveniente da coleta nas propriedades rurais em sua chegada no posto de resfriamento de leite (R2) apresentou uma média de CPP de 969.000 ± 463.000 UFC/mL, apresentando o resultado mais baixo e o mais alto de 192.000 e 2.210.000 UFC/mL, respectivamente, possuindo desacordo em 20 (40%) amostras de leite cru refrigerado, conforme estipulado por Brasil (2018).

As amostras coletadas nas variáveis R1 e R2 apresentaram, em média, o mesmo tempo de percurso, destacando a relevância dos postos de resfriamento na manutenção da CPP do leite cru refrigerado. Isso

é evidenciado pelo fato de que amostras coletadas em diferentes caminhões demonstraram resultados similares (Figura 2). O aumento progressivo da CPP está diretamente relacionado à reprodução dos microrganismos presentes no leite, enfatizando a extrema importância da observância do tempo e temperatura adequados. É importante salientar que, apesar de os resultados médios de R1 e R2 estarem conforme à legislação, ainda foram identificadas amostras fora dos padrões estabelecidos. Essa constatação provavelmente reflete a baixa qualidade microbiológica do leite proveniente das propriedades rurais.

Por outro lado, foi observada uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre a CPP do leite cru refrigerado coletado oriundo das propriedades rurais (P) e todos os pontos de coleta (R1, R2, T e S), dos postos de resfriamento de leite (T) e no leite armazenado nos silos isotérmicos da empresa (S). O tempo de coleta do leite cru refrigerado pode influenciar diretamente na CPP do leite, uma vez que o leite é um alimento altamente perecível e suscetível à contaminação microbiana, além da sua microbiota endógena (DOS SANTOS et al., 2009). Quanto mais tempo o leite permanecer exposto a condições inadequadas de transporte e armazenamento, maior será a proliferação de bactérias e outros microrganismos, o que pode levar a um aumento na CPP.

Portanto, é plausível inferir que durante esse intervalo de tempo, as condições de transporte e armazenamento do leite podem não ter sido adequadas, resultando na proliferação bacteriana e, consequentemente, no aumento da CPP do leite cru refrigerado, conforme ilustrado na Figura 2. Isso é corroborado pelas médias dos pontos T e S, que excederam significativamente os limites estabelecidos pela legislação. Além disso, como mencionado anteriormente, é importante considerar que a higienização dos equipamentos de ordenha, da coleta e dos caminhões de leite são fatores relevantes na contaminação do produto, associados igualmente à falta de adoção das BPA nas propriedades leiteiras.

O resultado médio das amostras de leite cru refrigerado coletadas dos caminhões provenientes de postos de refrigeração de leite (T), foi de $2.901.000 \pm 1.228.000$ UFC/mL, apresentando os resultados entre 850.000 e 5.877.000 UFC/mL. Todavia, nesta condição, houve o desacordo em 49 amostras de leite cru

refrigerado (98%), mostrando que o índice de inconformidade é proeminente.

Por fim, a média de CPP do leite cru refrigerado coletado dos silos isotérmicos (S) armazenados na indústria, oriundos do leite coletado dos pontos (R1 e T), foi de $4.068.000 \pm 730.000$ UFC/mL, possuindo os seus limites de 2.580.000 e 5.985.000 UFC/mL, respectivamente. Assim como a situação das amostras de leite (T), todas as 50 amostras de leite cru refrigerado (100%) coletadas nos silos de leite do estabelecimento, possuíam desacordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2018A). É importante ressaltar que esta etapa apresentou as maiores contagens quando comparada com as demais etapas do processo de produção do leite. Uma das possíveis explicações para esses resultados elevados é o tempo prolongado de armazenamento do leite antes de sua industrialização, além de uma possível má higienização dos caminhões, silos e equipamentos (DOS SANTOS et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2018). Portanto, é fundamental serem adotadas práticas rigorosas de higiene e manutenção adequada dos equipamentos de armazenamento, a fim de garantir a qualidade do leite e minimizar a contaminação microbiológica.

O tempo médio de coleta/transporte de leite cru refrigerado nas rotas R1 e R2 foi de no máximo 9 horas, com uma distância média de 250 km. Os postos de refrigeração mais próximos da fábrica estão a uma distância de 120 km e o mais distante a 510 km. É fundamental minimizar a jornada de transporte para evitar a multiplicação de microrganismos patogênicos e até os endógenos e reduzir a CPP do leite. Segundo Felipus et al. (2023), isso pode ser alcançado por medidas como alterações na logística de transporte como, a diminuição da duração das rotas.

Brasil et al. (2012) constataram que a CPP do leite cru refrigerado armazenado em tanques isotérmicos foi menor do que a do leite armazenado em silos isotérmicos no laticínio. Melo (2020) concluiu que a CPP do leite cru refrigerado aumentou em todas as etapas do processamento, o que violou a legislação brasileira (BRASIL, 2018A). Da mesma forma, Felipus (2017) encontrou níveis elevados de CPP (aumento de 303%) no leite armazenado em silos isotérmicos na indústria em comparação com os tanques de expansão na fazenda. Além disso, Pagno et al. (2013) identificaram um aumento de 123% na CPP do leite cru refrigerado entre a coleta e a chegada ao laticínio.

Recentemente, Felipus et al. (2023) concluíram que o transporte de leite cru em caminhões a granel e sua transferência para a indústria de laticínios comprometem a qualidade microbiológica do leite, afetando a contagem de células somáticas (CCS) e a CPP, embora sem impactar sua composição ou características físico-químicas. Segundo o estudo conduzido por Mörschbacher et al. (2017), a qualidade microbiológica do leite cru refrigerado pode variar dependendo do momento em que é analisado. Os resultados revelaram uma maior presença de microrganismos psicrótrópicos na propriedade rural em comparação com o caminhão de transporte na chegada à indústria.

Consoante com o estudo conduzido por Ströher et al. (2023), que investigaram os atributos de qualidade do leite cru refrigerado, incluindo a CPP, comparando-os com os dados socioeconômicos das propriedades, coletado em 35 propriedades rurais pertencentes a produtores de leite situados na região do Vale do Taquari-RS, identificaram que a média da CPP foi de 111.000 UFC/mL. Adicionalmente, foi identificado que 3 produtores (8,57%) apresentaram valores acima de 300.000 UFC/mL, configurando-se em não conformidade com os parâmetros estabelecidos por Brasil (2018). Em outro estudo, conduzido por Ströher et al. (2021), verificou-se uma melhora na qualidade microbiológica do leite cru refrigerado (CPP) e uma redução em sua temperatura após a implementação de melhorias na propriedade com o apoio e orientação de profissionais especializados.

Strassburger et al. (2022) verificaram um aumento significativo da contagem de microrganismos psicrótrópicos desde o produtor rural até a indústria, recomendando que a legislação brasileira estabeleça também um padrão para este microrganismo. De acordo com Santos (2019), a coleta de leite é afetada pelo clima, com o tempo médio de percurso aumentando durante a estação chuvosa. Durante as estações seca e chuvosa, foram registrados tempos médios de percurso de 10,59 e 10,91 horas, respectivamente, e distâncias médias percorridas pelos caminhões de 247,4 e 252,45 km, respectivamente. Esses achados destacam a importância de um controle rigoroso da refrigeração do leite durante o transporte para evitar a multiplicação de microrganismos patogênicos. É essencial que as empresas estabeleçam uma logística eficiente e bem planejada, garantindo um tempo mínimo de percurso entre as fazendas produtoras e a fábrica de

processamento para preservar a qualidade do leite e garantir a segurança alimentar dos consumidores.

A temperatura é um parâmetro crucial para assegurar a qualidade do leite. Segundo a legislação vigente, a temperatura máxima permitida para o leite na propriedade rural é de 5 °C. Após a ordenha, o leite deve ser refrigerado a essa temperatura em um prazo de até 3 horas. Posteriormente, ao chegar aos postos de resfriamento de leite ou à indústria, a temperatura máxima permitida varia entre 7 °C e, ocasionalmente, 9 °C (BRASIL, 2018A; 2020).

A temperatura média na propriedade rural (P) foi de $3,49 \pm 0,33$ °C (Figura 3). O leite das rotas (R) apresentou uma temperatura média de $6,06 \pm 0,79$ °C na chegada à indústria, enquanto o leite proveniente dos postos de refrigeração de leite (T) registrou uma média de $4,97 \pm 0,68$ °C. Por fim, o leite cru refrigerado armazenado nos silos do laticínio apresentou uma temperatura média de $4,03 \pm 0,33$ °C, todas elas conforme a legislação brasileira (BRASIL, 2018A; 2020). No experimento, foram analisados os valores mínimos e máximos das variáveis de temperatura. Os resultados revelaram que a temperatura (P) variou entre 2,2 °C e 4,0 °C. Para a temperatura (R1), os valores ficaram entre 3,2 °C e 8,8 °C, enquanto para a temperatura (R2), variaram de 2,0 °C a 6,8 °C. Na variável temperatura (T), os registros indicaram uma faixa de 3,2 °C a 6,8 °C. Por fim, a temperatura (S) apresentou valores mínimos de 2,0 °C e máximos de 5,3 °C.

A Figura 3, apresenta a correlação dos parâmetros de CPP e temperatura do leite cru refrigerado nos quatro pontos coletados. Nos pontos de coleta nos resfriadores de leite na propriedade (P), e no leite coletado das rotas (R1), observou correlação fraca entre a temperatura e CPP do leite ($r=0,26$; $p>0,05$) e ($r=0,23$; $p>0,05$), respectivamente, enquanto, na coleta do leite dos caminhões, após o seu carregamento ainda no posto de refrigeração de leite para a sua expedição à indústria (R2), não apresentou correlação com a temperatura do leite ($r=-0,10$; $p<0,05$). Resultados semelhantes, sem apresentar correlação entre a CPP do leite e a sua temperatura, foram observados no leite cru refrigerado, em sua chegada na indústria oriundo dos postos de refrigeração de leite (T) e nos silos isotérmicos (S) ($r=-0,12$; $p<0,05$) e ($r=-0,10$; $p<0,05$), respectivamente, indicando que outros fatores podem estar relacionados com o aumento na CPP do leite. É importante destacar

que todas as temperaturas médias registradas estavam conforme a legislação brasileira (BRASIL, 2018A; 2020).

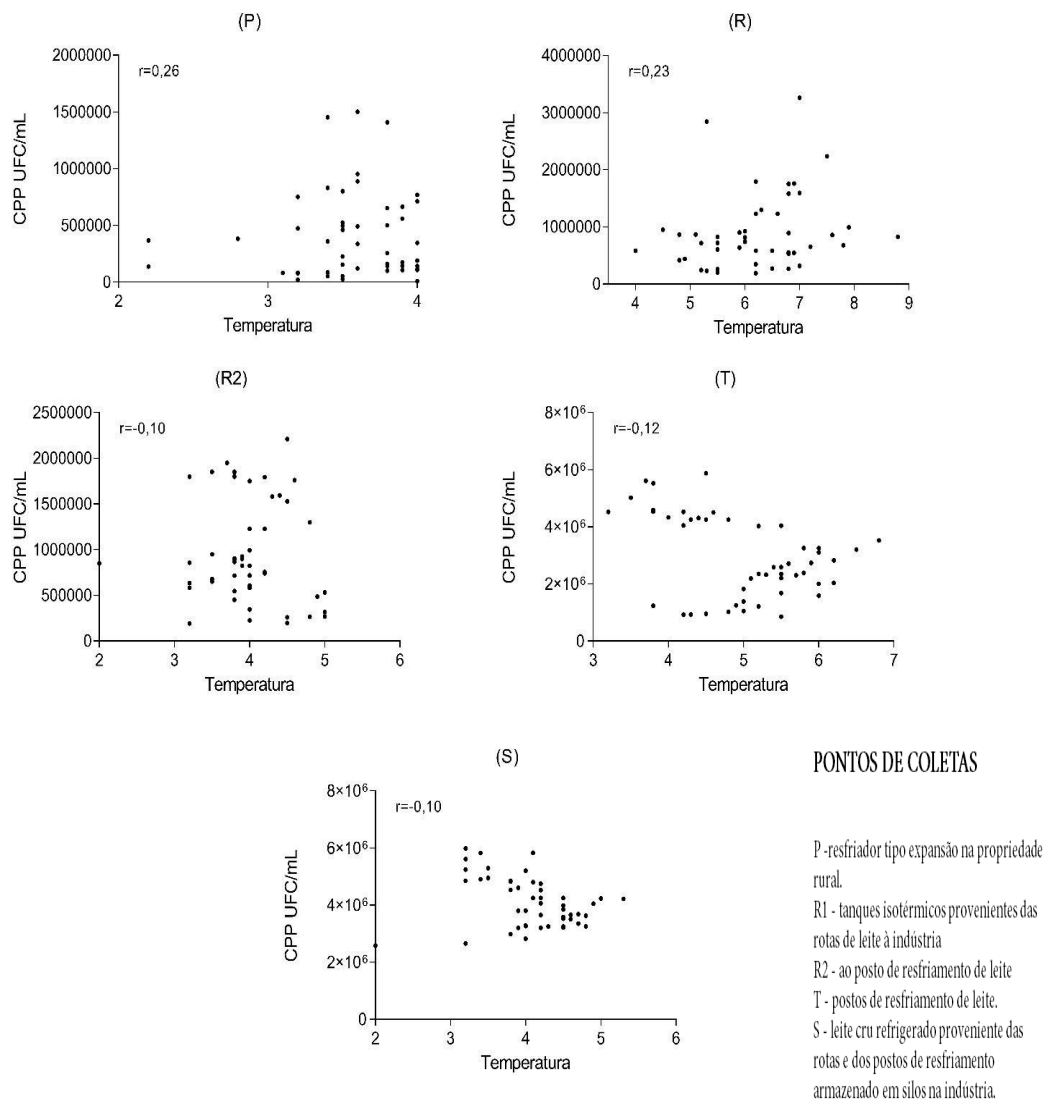
Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2018A), o leite cru refrigerado na propriedade rural deve ser mantido a uma temperatura de até 4 °C e atingir essa temperatura em no máximo 3 horas. No entanto, a entrada em vigor da IN n.º 55 trouxe alterações nas temperaturas de conservação e expedição do leite cru refrigerado em postos de refrigeração, bem como em sua conservação na indústria antes da pasteurização e no armazenamento na propriedade rural (BRASIL, 2020). Nessas etapas, a temperatura do leite foi aumentada de 4 °C para 5 °C. Além disso, a IN n.º 55 estabeleceu que a temperatura de armazenamento do leite na indústria pode chegar até 7 °C, desde que a contagem de microrganismos patogênicos (CPP) não ultrapasse 300.000 UFC/mL antes da pasteurização.

Estudos realizados por Santos (2019) indicaram que não houve diferença entre a temperatura de coleta e a temperatura de recepção do leite cru refrigerado na plataforma, com uma média de 4,0 e 6,0 °C, respectivamente. Por outro lado, Felipus (2017) constatou um aumento significativo nas médias das temperaturas do leite coletado nas propriedades rurais em comparação com o leite dos tanques isotérmicos dos caminhões. Já Müller et al. (2022) sugerem que o tempo de armazenagem do leite na propriedade rural pode ter um impacto na elevação da CPP do leite.

Esses estudos mostram a importância de monitorar e controlar a temperatura do leite durante todas as etapas do processo de produção, transporte e armazenamento, a fim de garantir a qualidade e segurança do produto final. É fundamental que os produtores e indústrias de laticínios, estejam cientes das normas e regulamentos estabelecidos pela legislação brasileira e os sigam rigorosamente para garantir que o leite e seus derivados estejam conforme os padrões de qualidade e segurança estabelecidos.

Portanto, neste estudo, foi constatado que a temperatura do leite cru refrigerado estava consoante à legislação (BRASIL, 2018A; 2020) em todos os pontos de coleta, o que indica que as diretrizes estabelecidas foram devidamente seguidas. Como resultado dessa conformidade, não foi identificada qualquer correlação entre a temperatura e o aumento da CPP do leite. No entanto, outros fatores, como o tempo de armazenamento do leite e a adoção das BPA desde a ordenha, exercem uma influência significativa sobre a CPP.

Figura 3. Correlação da CPP (UFC/mL) x temperatura (°C) do leite cru refrigerado, considerando os quatro pontos de coleta.



Assim, é crucial conscientizar todos os participantes da cadeia de produção de leite sobre a importância desses parâmetros, sendo tão relevantes quanto a temperatura. Adicionalmente, sugere-se a necessidade de estabelecer, por meio de legislação específica, um tempo de armazenamento padronizado para o leite em todo o processo produtivo. Essa medida visa garantir a qualidade do leite destinado aos consumidores e assegurar a sustentabilidade das propriedades rurais envolvidas na produção leiteira. Ao implementar essa medida, será possível manter o leite como uma fonte de subsistência confiável para os pequenos produtores,

garantindo que eles permaneçam envolvidos na atividade agrícola.

Nos últimos anos, a atividade leiteira no Rio Grande do Sul vem experimentando um intenso processo de seleção, com redução significativa no número de produtores, principalmente aqueles de menor escala de produção (GARZÃO et al., 2023). Os produtores que permanecem na atividade, por sua vez, estão se especializando cada vez mais, através de maiores investimentos em tecnologias, instalações e equipamentos para aumentar a produção e garantir a qualidade do produto (LUCCA et al., 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do estudo evidenciam que o armazenamento e o tempo transcorrido do leite cru refrigerado podem afetar a qualidade final do produto, sendo fundamental adotar medidas preventivas, como um controle rigoroso em todas as etapas de armazenamento, transporte e processamento do leite, para garantir a segurança alimentar e cumprir a legislação em vigor. Além disso, a constatação de que a CPP aumenta em todas as etapas de processamento reforça a necessidade de um controle sanitário adequado em todas as fases da produção e do processamento do leite. Assim, é importante que a empresa identifique os pontos críticos e implemente ações corretivas para melhorar a qualidade do leite, tendo em vista que resultados elevados de CPP podem estar relacionados a diversos fatores, como a qualidade da matéria-prima, tempo de armazenamento e higienização dos equipamentos.

É fundamental conscientizar, capacitar e envolver todos os envolvidos na produção do leite cru refrigerado, seja produtores, transportadores de leite e laticínios, no controle do tempo de transporte, na adesão às BPA na propriedade e na garantia de higiene durante todo o processo, desde a fazenda até a indústria. Isso implica em manter o leite cru refrigerado em baixas temperaturas, produzindo um leite de qualidade consoante às diretrizes brasileiras. Ademais, é relevante conscientizar sobre os riscos da contaminação microbiológica. Investir em infraestrutura, como tanques isotérmicos adequados e sistemas eficientes de refrigeração nas propriedades, assegura a qualidade do leite, cumprindo com as regulamentações brasileiras, visando a produção de produtos lácteos de excelência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 55. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-55-de-30-de-setembro-de-2020-280529682>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

_____. R.B.; da SILVA, M.AP.; CARVALHO, T.S.; CABRAL, J.F.; NICOLAU, E.S.; NEVES, R.B.S. Avaliação da qualidade do leite cru em função do tipo

de ordenha e das condições de transporte e armazenamento. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 67, n. 389, p. 34–48, 2012.

_____. a. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 76. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

_____. b. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 77. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Captação nacional de leite caiu 5,05% em 2022. Canal do Leite, [S.l.], [s.d.]. Disponível em: <<https://canaldoleite.com/noticias/cepea-captacao-nacional-de-leite-caiu-505-em-2022/>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

CNA BRASIL. Comunicado Técnico, outubro de 2021. Pesquisa Pecuária Municipal 2020. Edição n.º 30, 2021. Disponível em: <cnabrasil.org.br/storage/arquivos/Comunicado-Tecnico-CNA-ed-30_2021.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

COSTA, H.N.; LAGE, C.F.A.; MALACCO, V.M.R.; FACURY, E.J.; CARVALHO, A.Ú. Estimativa das perdas de produção leiteira em vacas mestiças Holandês x Zebu com mastite subclínica baseada em duas metodologias de análise. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 69, p. 579-586, 2017.

DE CASTRO, J. F. Azidiol comprimido como conservante do leite cru destinado à contagem bacteriana por citometria de fluxo. [dissertação de mestrado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

DIAS, J.A.; BELOTI, V.; DE OLIVEIRA, A. M. Ordenha e boas práticas de produção. Embrapa Rondônia-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2020.

DIAS, J.A.; ANTES F.G. Qualidade físico-química, higiênico-sanitária e composicional do leite cru: indicadores e aplicações práticas da Instrução Normativa

62. In: Rondônia E, editor. Base de Dados da Pesquisa Agropecuária, 2014.

DIONÍSIO, J.A. R. Qualidade do leite cru refrigerado recebido por usina de beneficiamento fiscalizada pelo serviço de inspeção federal em Palmeira dos Índios - AL. [Trabalho de Conclusão de Curso] Bacharelado em Medicina Veterinária – Unidade Acadêmica de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2019.

DOS SANTOS, P.A.; SILVA, M.A.P.; ANASTÁCIO, P.I.B.; SANTOS JUNIOR, H.A dos.; SILVA, J.W da.; NICOLAU, E.S. Avaliação do tempo de armazenamento sobre parâmetros de qualidade do leite cru refrigerado. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 64, n. 367, p. 35-41, 2009.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Agronegócio do Leite: Composição, 2017. Disponível em: <https://www.agencia.cnpia.embrapa.br/Agencia8/AG01/composicao_leite/AG01_128_21720039243.html>. Acesso em: 10 abr. 2023.

FELIPUS, N. C. Impacto do Transporte a Granel na Qualidade Microbiológica e Físico-Química e na Composição do Leite Cru Refrigerado em Indústria De Laticínios. 2017. 93 pag. [s.l.] Tese Mestrado em Ciência Animal-Universidade do Estado de Santa Catarina, 2017.

FELIPUS, N.C.; BAJALUK, S.A.B.; NETO, A.; KNOB, D.A, ALESSIO, D.R.M. Quality of refrigerated raw milk according to the bulk transport conditions. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 45, p. e58353, 2023.

GARZÃO, M.O.; BERTALUCI, J.L.; BOSCARDIN, M.; CAMARA, S.B.; ANDREATTA, T. Atividade leiteira no estado do rio grande do Sul: uma análise regionalizada a partir dos censos agropecuários de 2006 e 2017. V Colóquio Nacional e Internacional de Pesquisas em Agronegócios. Disponível em: <<https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/569/2023/03/atividade-leiteira-no-estado-rs-uma-analise-regionalizada.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

GIMENES, R. M.; BACCHI, M. R. P.; PONCHIO, L. A. Influência da escolaridade na produção e na renda dos produtores de leite nos Estados de São Paulo e Paraná. *Agropecuária; resumos*, 2003.

LIMA, G. Produção e composição do leite e escores de condição corporal e de locomoção em vacas Girolando no Alto Sertão de Sergipe [trabalho de conclusão de curso]. Nossa Senhora da Glória: Universidade Federal de Sergipe, 2021. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/14632>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

LUCCA, E. J.; AREND, S. C. A pecuária leiteira e o desenvolvimento da Região Noroeste do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, v. 7, n. 3, p. 107-142, 2020.

MELO, I.H.S. Qualidade microbiológica e físico-química do leite em fazendas e postos de refrigeração na região sudoeste do estado de Minas Gerais, Brasil [tese de doutorado]. Lisboa: Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, 2022.

MESQUITA, A.A; BORGES J; PINTO S.M; LUGLI F.D.F; CASTRO A.C.D.O; OLIVEIRA M.R.D. Contagem bacteriana total e contagem de células somáticas como indicadores de perdas de produção de leite. *Pubvet*, v.12, n.6, p.1-8, 2018.

MÖRSCHBÄCHER, V; REMPEL, C.; MACIEL, M. Microbiological quality of refrigerated raw milk in the dairy farm and after transport to the processing dairy plant. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 84, 2018.

MÜLLER, T; JACHETTI MACIEL, M.; REMPEL, C. Qualidade físico-química e microbiológica do leite bovino do Vale do Taquari no Rio Grande do Sul, Brasil. *Brazilian Animal Science*, v. 23, n. 1, 2022. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/vet/article/view/72986>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

PAGNO, J.T; GODOI C.C; MARTINS A.S; PEDROSA HORST J.Á; WARKENTIN M. Influência do transporte do leite a granel sobre a qualidade microbiológica do leite cru refrigerado – correlação entre tempo de coleta e a contagem bacteriana total. *Veterinária e Zootecnia*, v. 20, n. 2, p. 92-93, 2013.

PAIXÃO, M.G.; DOMINGO, E.C.; GAJO, AA.; TORRES, L.M.; ABREU, L.R.; PINTO, S.M. Carretagem de Leite a Granel: Um Estudo de Caso. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 66, n. 382, p. 42-47, 2011.

REIS, K. T. M. G.; DE SANTANA, E. H. W.; ROIG, S. M. Qualidade microbiológica do leite cru e pasteurizado produzido no Brasil: revisão. *Journal of Health Sciences*, 2013.

SAMPAIO, V.S.C.; SOUZA, F.N.; SARAIVA, C.J.C.; SANTOS, R.P.; LEITE, M.O.; RESENDE, G.M.; GONÇALVES, N.C.; DIONIZIO, F.L.; CERQUEIRA, M.M.O.P. Influência de diferentes tipos de micro-organismos na contagem bacteriana total por citometria de fluxo do leite cru refrigerado. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 67, p. 607-612, 2015.

SANTOS, L.M. Impacto do transporte a granel na contagem bacteriana total do leite. Trabalho de Conclusão de Curso (BACHARELADO EM ZOOTECNIA) – Unidade Acadêmica de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2019.

STATSOFT INC. Statistica data analysis system version 7.0. Tulsa: Statsoft Inc., 2007.

STRASSBURGER, A.H.; NETO, A.T.; de OLIVEIRA MENDES, R.M.; MARAFON, F.; COSTELLA, M.F.; LAJÚS, C.R.; MELLO, J.M.M.; ONOFRE, S.B.; DALCANTON, F. Avaliação de microrganismos psicrófilos ao longo das etapas de produção, coleta e transporte do leite cru resfriado. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 5, p. e41611528202–e41611528202, 11 abr. 2022.

STRÖHER, J.A. CAXAMBU, S.; de Freitas, A.S.; ERHARDT, M.M.; SANTOS JR., L.C.O. dos. Avaliação socioeconômica e parâmetros de qualidade do leite cru refrigerado de pequenas propriedades leiteiras do Vale do Taquari, RS. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 40, n. 0, p. 27206, 23 maio 2023.

STRÖHER, J.A.; BENINCÁ, T.; PADILHA, R.L.; SANTOS JR., L.C.O. dos. Avaliação da qualidade do leite cru refrigerado de propriedades leiteiras do

Vale do Taquari - RS. In: Congresso Internacional da Agroindústria, 2., 2021, Recife. *Anais. Recife: IIDV*, 2021. p. 20. CIAGRO 2021. DOI: <https://doi.org/10.31692/IICIAGRO.0109>.

STRÖHER, J.A.; DOS SANTOS Jr, L.C.O.; ERHARDT, M.M.; CAXAMBU, S. O impacto das novas legislações brasileiras em pequenas propriedades leiteiras do sul do Brasil. In: Seminário Internacional de Desenvolvimento Rural Sustentável, Cooperativismo e Economia Solidária, 13., 2019, Castanhal-Pará-Brasil. *Anais [...]*. Disponível em: <http://www.sicoopes.com.br/2019/XIII_ANAIS.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

STRÖHER, J.A.; DOS SANTOS Jr, L.C.O.; NUNES, M.R dos S., SCHRÖETTER, L.F. Avaliação das boas práticas de coleta de leite cru refrigerado de transportadores da Serra Gaúcha. In: Simpósio de Alimentos, 11., 2021, Passo Fundo. *Anais [...]*. Passo Fundo: UPF, 2021. Disponível em: <www.upf.br/uploads/Conteudo/simposio-sial-anais/2020/Ciencia/C-35.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

TEIXEIRA, S.R.; MENDONÇA, L.C.; DUTRA, A. de S.; MONTEIRO, R. P. Embrapa Gado de leite. Manual de manutenção da qualidade do leite cru refrigerado armazenado em tanques coletivos para produtores, técnicos, transportadores e coletadores de amostras de leite. 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173327/1/Documentos-213.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

VIEIRA, M.A.C.G. Assistência técnica x qualidade do leite: importância das boas práticas de produção na fazenda para as indústrias de laticínios. Trabalho de Conclusão de Curso (BACHARELADO EM ZOOTECNIA) – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2019.

Recebido em 14-07-2023

Aceito em 06-09-2023