

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS - *CAMPUS* BAMBUÍ  
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

**MIRELE MARIA TEREZAN DE SOUZA**

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E  
QUALIDADE DO LEITE EM UMA PROPRIEDADE  
LEITEIRA DE GRANDE PORTE NO SUL DE MINAS GERAIS**

BambuÍ  
Janeiro de 2026

**MIRELE MARIA TEREZAN DE SOUZA**

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E  
QUALIDADE DO LEITE EM UMA PROPRIEDADE  
LEITEIRA DE GRANDE PORTE NO SUL DE MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Curso de Bacharelado em  
Zootecnia do IFMG – *Campus* Bambuí-MG  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Bacharel.

Orientador(a): Profa. Dra. Andressa Natel

Bambuí  
Janeiro de 2026

---

**Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - *Campus Bambuí***

---

S729a Souza, Mirele Maria Terezan de.

Avaliação da produção, composição e qualidade do leite em uma propriedade leiteira de grande porte no Sul de Minas Gerais [manuscrito] / Mirele Maria Terezan de Souza – 2026.

35 f. : il.

Orientadora: Andressa Natel.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus Bambuí*, 2026.

1. Bovinocultura leiteira 2. Produtividade. 3. Sistema intensivo. I. Natel, Andressa. II. Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus Bambuí*. III. Título.

CDD 637.127

---

**Catálogo: João Batista Rodrigues - CRB-6/2022**

# FOLHA DE APROVAÇÃO



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
Campus Bambuí  
Diretoria de Ensino  
Departamento de Ciências Agrárias  
Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG  
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

Mirele Maria Terezan de Souza

ESTUDO DE CASO DA VARIAÇÃO DA PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DO LEITE EM RELAÇÃO AO PERÍODO DO ANO.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais –Campus Bambuí para obtenção do grau de bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 07 de janeiro de 2026 pela banca examinadora:

Dra. Andressa Santanna Natel (orientadora)

Dra. Silvana Lúcia dos Santos Medeiros

Me. Daianne Carneiro de Oliveira Santos

Bambuí, 07 de janeiro de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Andressa Santanna Natel, Professora Substituta**, em 07/01/2026, às 18:03, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Daianne Carneiro de Oliveira Santos, Professora EBTT**, em 07/01/2026, às 19:08, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Folha de Aprovação - Graduação - TCC 2460924 SEI 23209.003937/2025-62 / pg. 1



Documento assinado eletronicamente por **Silvana Lúcia dos Santos Medeiros, Professora**, em 08/01/2026, às 09:58, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2460924** e o código CRC **2B475D59**.

23209.003934/2025-29

2460883v1

Dedico esta conquista, primeiramente, a Deus, por me conceder saúde, sabedoria e força ao longo de toda minha trajetória.

Dedico também a minha mãe e meu pai, pelo amor, apoio e incentivo constantes.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder saúde, força e sabedoria ao longo de toda a minha trajetória acadêmica.

À minha mãe e ao meu pai, meu mais profundo agradecimento, pelo amor, apoio, incentivo e dedicação em todos os momentos. Vocês foram fundamentais para a realização deste trabalho e para a minha formação pessoal e profissional, sempre acreditando em mim e me apoiando em cada etapa dessa caminhada.

À minha orientadora, deixo meu sincero agradecimento. Sua dedicação, paciência, orientação e conhecimentos compartilhados foram essenciais para a realização deste trabalho. Sua contribuição foi fundamental para o meu crescimento acadêmico, sem sua orientação este trabalho não teria alcançado o mesmo nível de qualidade.

Aos professores do curso de Zootecnia, que contribuíram significativamente para a minha formação acadêmica e profissional, transmitindo conhecimentos que levarei para toda a vida. À Fazenda Ponte Alta e a todos os profissionais envolvidos, pela colaboração e disponibilidade das informações utilizadas neste estudo.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho e para a minha formação acadêmica

*“Entrega o teu caminho ao Senhor; confia nele, e o mais Ele fará.”*

*(Salmos 37:5)*

## LISTA DE FIGURA

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1-</b> Relação entre teor de proteína bruta e nitrogênio ureico no leite (NUL) nas datas de coleta..... | 30 |
|---|----|

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1.</b> Dados climático para a cidade de Três Corações entre outubro de 2024 e setembro 2025.....   | 24 |
| <b>Tabela 2.</b> Valores médios de produção, qualidade do leite e receita bruta de uma propriedade leiteira de grande porte no Sul de MG no período de um ano..... | 26 |
| <b>Tabela 3.</b> Valores de produção, composição e qualidade microbiológica do leite em relação a pluviosidade.....  | 29 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CCS – Contagem de Células Somáticas

CPP – Contagem Padrão em Placas

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FDN – Fibra em detergente neutro

IN – Instrução Normativa

IN 76 – Instrução Normativa nº 76/2018

IN 77 – Instrução Normativa nº 77/2018

ITU – Índice de Temperatura e Umidade

LINA – Leite Instável Não Ácido

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária

MG – Minas Gerais

MS – Matéria Seca

**SOUZA, Mirele Terezan de. Avaliação da produção, composição e qualidade do leite em uma propriedade leiteira de grande porte no Sul de Minas Gerais, 2025.** (Graduação em Zootecnia). Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus Bambuí-MG*.

## **RESUMO**

A produção e a qualidade do leite podem ser influenciadas ao longo do ano por diversos fatores, como manejo nutricional, condições ambientais, sanidade do rebanho e práticas de ordenha. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção, a composição e a qualidade microbiológica do leite ao longo de um ano em uma propriedade leiteira de grande porte localizada no Sul de Minas Gerais. Para isso foi realizado um estudo de caso em um sistema intensivo de produção de leite, com vacas alojadas em instalações do tipo *compost barn*, organizadas em diferentes lotes produtivos, incluindo vacas em lactação, vacas secas e pré-parto, submetidas à ordenha mecanizada três vezes ao dia. Os dados referentes a produção de leite, aos teores de gordura e proteína, bem como indicadores de qualidade microbiológica, como contagem de células somáticas e estabilidade do leite foram coletados em sistema de gestão e fornecidos pela fazenda. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva, para avaliação da influência da estação chuvosa sobre os parâmetros produtivos da propriedade, os dados foram separados de acordo com a pluviosidade do ano (menor ou maior 50 mm) e as médias foram comparadas por teste t de *Student* a 5% de probabilidade no software R. Os resultados demonstraram que a propriedade apresentou desempenho produtivo e financeiro consistente ao longo do ano, com produtividade elevada, e todos os parâmetros de qualidade do leite dentro da legislação. A estação do ano influenciou a produção e a composição centesimal do leite, mas não alterou a qualidade microbiológica. Conclui-se que o manejo adotado na propriedade contribui positivamente para a produção e qualidade do leite produzido independente da época do ano, contudo, a estação chuvosa resultou em leite com menores teores nutricionais.

**Palavras-chave:** bovinocultura leiteira. Produtividade. Sistema intensivo.

## ABSTRACT

Milk production and quality can be influenced throughout the year by several factors, such as nutritional management, environmental conditions, herd health, and milking practices. In this context, the present study aimed to evaluate the production, composition, and microbiological quality of milk over a year on a large dairy farm located in southern Minas Gerais. To this end, a case study was conducted in an intensive milk production system, with cows housed in compost barn-type facilities, organized into different production groups, including lactating cows, dry cows, and pre-partum cows, and subjected to mechanized milking three times a day. Data regarding milk production, fat and protein content, as well as microbiological quality indicators such as somatic cell count and milk stability, were collected from a management system and provided by the farm. The data obtained were subjected to descriptive statistical analysis to evaluate the influence of the rainy season on the productive parameters of the property. The data were separated according to the annual rainfall (less than or greater than 50 mm), and the means were compared using Student's t-test at a 5% probability level in the R software. The results demonstrated that the property presented consistent productive and financial performance throughout the year, high productivity, and all milk quality parameters within the legal limits. The season influenced milk production and centesimal composition but did not alter the microbiological quality. It is concluded that the management adopted on the property contributes positively to the production and quality of milk produced regardless of the time of year; however, the rainy season resulted in milk with lower nutritional content.

**Keywords:** dairy cattle farming. Productivity. Intensive system.

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>1.1 Objetivos.....</b>   | <b>15</b> |
| <i>1.1.1 Objetivo Geral.....</i>  | <i>15</i> |
| <i>1.1.2 Objetivos Específicos .....</i>  | <i>15</i> |
| <b>1.2 Justificativa .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>  | <b>16</b> |
| <b>2.1 Classificação das propriedades leiteiras.....</b>                                    | <b>16</b> |
| <b>2.2 Produção de leite e Fatores que influenciam a produção de leite .....</b>            | <b>17</b> |
| <b>2.3 Composição e qualidade microbiológica do leite.....</b>                              | <b>18</b> |
| <i>2.3.1 Fatores que influenciam a composição e qualidade microbiológica do leite .....</i> | <i>20</i> |
| <i>2.3.2 Leite instável - LINA .....</i>  | <i>21</i> |
| <b>2.4 Legislação brasileira de qualidade do leite .....</b>                                | <b>23</b> |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>   | <b>24</b> |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>  | <b>26</b> |
| <b>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>   | <b>32</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>33</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade leiteira ocupa posição de destaque no agronegócio brasileiro, não apenas pelo volume de produção, mas também pela ampla distribuição territorial e importância socioeconômica no meio rural.

A cadeia produtiva do leite envolve diferentes etapas, desde a produção nas propriedades até o processamento industrial, contribuindo de forma significativa para a geração de emprego e renda. Nesse contexto, a sustentabilidade econômica da atividade está fortemente associada à eficiência produtiva e à qualidade do leite, fatores que influenciam diretamente a competitividade das propriedades leiteiras (ANDRADE *et al.*, 2021).

O desempenho de uma fazenda leiteira é avaliado a partir de indicadores que refletem tanto a produtividade quanto a qualidade do produto obtido. Entre os principais indicadores destacam-se a produção de leite e sua composição centesimal, com ênfase nos teores de gordura e proteína, além dos parâmetros de qualidade microbiológica, como a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem bacteriana total (CPP).

No Brasil, esses critérios são regulamentados por normas oficiais do Ministério da Agricultura e Pecuária, que estabelecem padrões mínimos para o leite cru refrigerado, visando assegurar a qualidade do produto e a segurança alimentar do consumidor (BRASIL, 2018).

Além do atendimento às exigências legais, a qualidade do leite assume papel estratégico na rentabilidade da atividade, uma vez que grande parte dos laticínios adotam sistemas de pagamento por qualidade. Nesses sistemas, produtores que entregam leite com parâmetros superiores aos mínimos exigidos recebem bonificações, enquanto aqueles que apresentam resultados insatisfatórios podem sofrer penalizações. Dessa forma, o acompanhamento contínuo dos indicadores produtivos e qualitativos torna-se essencial para a viabilidade econômica e a competitividade das propriedades leiteiras (SANTOS; FONSECA, 2007).

A produção, a composição e a qualidade microbiológica do leite são influenciadas por um conjunto de fatores inter-relacionados, incluindo genética, nutrição, manejo, sanidade do rebanho e condições ambientais.

Desequilíbrios na dieta, falhas no manejo de ordenha e problemas sanitários, como a mastite, podem comprometer tanto o volume produzido quanto os parâmetros de qualidade do leite. Esses fatores atuam de forma integrada, exigindo manejo adequado e monitoramento constante para garantir estabilidade produtiva ao longo do ano (COSTA *et al.*, 2019).

Neste estudo, a variação sazonal foi avaliada considerando dois critérios complementares: a divisão entre estação chuvosa e estação seca e a classificação dos meses de acordo com a

pluviosidade média mensal. Para essa classificação, adotou-se como ponto de corte o valor de 100 mm, sendo considerados períodos de baixa pluviosidade aqueles com valores inferiores a esse limite e períodos de alta pluviosidade aqueles com valores iguais ou superiores a 100 mm.

Essa abordagem permite uma análise mais precisa dos efeitos das condições climáticas sobre o desempenho produtivo e a qualidade do leite.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar a variação na produção, na composição e na qualidade microbiológica do leite em relação aos períodos do ano, em uma propriedade leiteira de grande porte localizada no Sul de Minas Gerais.

## **1.1. Objetivos**

### ***1.1.1 Objetivo Geral***

Avaliar a variação na produção, composição e qualidade microbiológica do leite em relação ao período do ano em uma propriedade de grande porte no Sul de Minas Gerais.

### ***1.1.2 Objetivos Específicos***

- Mensurar os dados produtivos e qualitativos do leite ao longo de um ano;
- Avaliar a produção de leite entre os meses de seca e chuva;
- Verificar o efeito dos meses do ano sobre os percentuais de gordura e proteína;
- Verificar os efeitos dos meses do ano sobre os valores qualidade microbiológica do leite (CCS e CPP);
- Identificar os problemas de qualidade no leite e ênfase no aspecto da estabilidade.

## **1.2. Justificativa**

A composição do leite pode variar de acordo com o período do ano devido às condições climáticas e mudanças na dieta, atreladas à disponibilidade e qualidade forrageira. Os meses do ano também podem deixar os animais mais susceptíveis a redução da qualidade do leite, principalmente com aumento de casos de mastite. A percepção dos problemas relacionados à qualidade do leite varia entre os diferentes agentes da cadeia produtiva e os relacionados à estabilidade são frequentemente associados ao verão.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Classificação das propriedades leiteiras

A atividade leiteira brasileira apresenta ampla diversidade de sistemas produtivos, distribuídos por praticamente todo o território nacional, o que confere ao setor grande relevância econômica e social.

O Brasil ocupa posição de destaque no cenário mundial de produção de leite, porém essa produção não ocorre de forma homogênea entre as regiões, sendo influenciada por fatores estruturais, tecnológicos e ambientais. Nesse contexto, a Região Sudeste concentra parte significativa da produção nacional, com Minas Gerais mantendo, historicamente, papel de liderança no setor leiteiro (ANDRADE *et al.*, 2021).

No estado de Minas Gerais, a pecuária leiteira constitui uma das principais atividades do meio rural, estando presente tanto em propriedades familiares quanto em sistemas empresariais mais tecnificados. A expressiva participação do estado na produção nacional está associada a aspectos como condições climáticas favoráveis, disponibilidade de recursos forrageiros e forte presença da indústria de laticínios. Além disso, a agricultura familiar responde por parcela significativa da produção estadual de leite, o que reforça a importância da atividade para a geração de renda e a fixação das famílias no campo (PAIXÃO *et al.*, 2017; EMATER-MG, 2023).

Apesar da expressividade do setor, observa-se grande variabilidade no nível tecnológico adotado pelas propriedades leiteiras mineiras. Estudos indicam que coexistem sistemas de produção com baixo grau de especialização e outros altamente tecnificados, principalmente no que se refere ao manejo nutricional, reprodutivo e sanitário. Essa heterogeneidade resulta em diferenças marcantes de produtividade e eficiência entre as propriedades, refletindo diretamente nos resultados econômicos da atividade (DANTAS *et al.*, 2016).

A cadeia produtiva do leite em Minas Gerais caracteriza-se pela integração de diversos segmentos, abrangendo desde a produção de insumos, passando pela atividade desenvolvida nas fazendas, até o processamento industrial, distribuição e comercialização dos produtos lácteos. Essa estrutura complexa impõe exigências crescentes relacionadas à qualidade do leite, regularidade na oferta e adoção de práticas de manejo mais eficientes, de modo a atender às demandas do mercado consumidor (ANDRADE *et al.*, 2021).

Aspectos relacionados à eficiência reprodutiva também exercem influência direta sobre o desempenho produtivo e econômico dos sistemas leiteiros. Indicadores como intervalo entre partos, taxa de prenhez e número de inseminações por concepção estão diretamente associados à produtividade do rebanho e à sustentabilidade da atividade.

Dessa forma, o manejo reprodutivo adequado torna-se fundamental para a manutenção da eficiência produtiva nas propriedades leiteiras da região (BERGAMASCHI *et al.*, 2019).

A compreensão do panorama da pecuária leiteira no Brasil e, em especial, em Minas Gerais é essencial para a adequada contextualização do presente estudo, conduzido em uma propriedade de grande porte localizada no Sul do estado.

Esse entendimento possibilita melhor interpretação das variações observadas na produção, na composição e na qualidade do leite ao longo do ano, bem como na identificação dos principais desafios enfrentados pelo sistema produtivo avaliado.

## **2.2. Produção de leite e Fatores que influenciam a produção de leite**

A produção de leite é resultado da interação entre fatores genéticos, nutricionais, fisiológicos e de manejo, que determinam a capacidade das vacas de expressarem seu potencial produtivo. Em sistemas tropicais, como os encontrados no Brasil, essa interação torna-se ainda mais relevante, uma vez que as condições ambientais, associadas ao manejo adotado, influenciam diretamente o desempenho dos rebanhos. Nesse contexto, a produtividade leiteira depende não apenas do manejo diário, mas da consistência das práticas adotadas ao longo do tempo (CASSOLI; MACHADO, 2018).

Entre os fatores mais determinantes da produção de leite destacam-se a nutrição, cujo impacto sobre o consumo de matéria seca e o fornecimento adequado de energia e nutrientes é essencial para sustentar a lactação. Dietas bem formuladas, com equilíbrio entre carboidratos, proteína e fibra efetiva, contribuem para maior persistência da curva de lactação e para a manutenção da saúde ruminal, refletindo positivamente no volume de leite produzido (SANTOS *et al.*, 2017).

A genética também exerce influência significativa sobre o desempenho produtivo. Raças especializadas, como a Holandesa, apresentam elevado potencial de produção, porém menor tolerância ao calor, enquanto raças zebuínas e seus cruzamentos possuem maior adaptação às condições tropicais, embora com menor produção individual.

Dessa forma, a produtividade observada em cada propriedade resulta da interação entre o genótipo utilizado e o ambiente ao qual o rebanho está exposto (CARVALHO *et al.*, 2020).

O estado fisiológico das vacas, especialmente o estágio de lactação, condiciona naturalmente a produção de leite. A lactação apresenta um pico nas primeiras semanas pós-parto, seguido por declínio gradual ao longo dos meses. Condição corporal inadequada, distúrbios metabólicos no período pós-parto e a ocorrência de mastite subclínica podem intensificar essa redução produtiva, comprometendo o desempenho do rebanho (COSTA *et al.*, 2019).

Além disso, fatores relacionados ao manejo do sistema produtivo exercem influência direta sobre a produção de leite. Aspectos como conforto animal, rotina de ordenha, disponibilidade de água, bem-estar e qualidade das instalações interferem no consumo alimentar e na eficiência produtiva das vacas. Sistemas bem estruturados e manejados de forma regular tendem a apresentar maior estabilidade produtiva ao longo do ano.

As condições ambientais, embora relevantes para o desempenho produtivo, serão abordadas de forma mais detalhada em seção específica, considerando os efeitos da sazonalidade e da pluviosidade sobre a produção, a composição e a qualidade microbiológica do leite, especialmente no contexto do presente estudo realizado em uma propriedade de grande porte no Sul de Minas Gerais.

### **2.3 Composição e qualidade microbiológica do leite**

A composição do leite é determinada por uma combinação de fatores fisiológicos, nutricionais, ambientais e genéticos, que influenciam diretamente a proporção de seus componentes — como gordura, proteína, lactose, minerais e vitaminas. Esses constituintes variam entre animais, entre fases da lactação e até mesmo entre dias consecutivos de ordenha, tornando a composição um importante indicador da saúde e do manejo nutricional do rebanho.

De acordo com Cassoli e Machado (2018), a composição do leite reflete o balanço metabólico da vaca e pode ser utilizada para identificar falhas no manejo alimentar, desequilíbrios nutricionais e problemas de saúde.

A gordura e a proteína são os componentes mais sujeitos a variações, especialmente em função da dieta. A gordura do leite é sensível à quantidade e ao tipo de fibra da dieta, enquanto a proteína está relacionada ao suprimento de aminoácidos metabolizáveis e à degradação ruminal da proteína ingerida (SANTOS *et al.*, 2017).

Já a lactose, por ser sintetizada a partir da glicose no metabolismo da vaca, tende a ser o componente mais estável, sendo pouco afetada por variações alimentares, embora diminua em casos de mastite ou estresse metabólico (CASSOLI; MACHADO, 2018).

Além dos componentes físico-químicos, a qualidade microbiológica do leite é um dos principais parâmetros utilizados para avaliar a integridade do produto e as condições higiênico-sanitárias da ordenha.

A contagem de células somáticas (CCS) é empregada mundialmente como indicador da saúde da glândula mamária, sendo que valores elevados estão associados à presença de mastite subclínica, redução da produção de leite e piora na qualidade dos derivados lácteos (COSTA *et al.*, 2019).

Já a contagem bacteriana total ou contagem padrão em placas (CPP) reflete diretamente as condições de higiene no processo de ordenha, limpeza dos equipamentos, refrigeração e armazenamento do leite.

O aumento da CCP ocorre, principalmente, pela contaminação ambiental ou falhas no manejo de ordenha, como higienização inadequada dos tetos, falhas no sistema de limpeza do equipamento ou demora no resfriamento do leite.

Segundo Ribeiro *et al.* (2020), a alta carga bacteriana é uma das principais causas de descontos no pagamento por qualidade, comprometendo a rentabilidade das propriedades. A composição e a qualidade microbiológica também são fortemente influenciadas por fatores ambientais e pela época do ano.

Em períodos de calor intenso, vacas tendem a consumir menos alimento, alterar o metabolismo energético e apresentar maior predisposição a doenças, o que pode reduzir a gordura e a proteína do leite, além de aumentar os riscos de mastite (BERNABUCCI *et al.*, 2014).

Esses efeitos sazonais são relevantes no contexto deste estudo, já que a propriedade analisada está localizada no Sul de Minas Gerais, região onde a combinação entre temperatura e umidade frequentemente supera os limites de conforto térmico.

Dessa forma, compreender os fatores que influenciam a composição e a qualidade microbiológica do leite é essencial para interpretar as variações encontradas ao longo do ano, bem como para discutir os impactos do manejo, da nutrição e das condições ambientais sobre os resultados obtidos na propriedade estudada.

### 2.3.1 Fatores que influenciam a composição e qualidade microbiológica do leite

A composição e a qualidade microbiológica do leite são determinadas por uma série de fatores relacionados ao animal, ao ambiente e ao manejo adotado na propriedade. Esses fatores atuam de forma integrada, influenciando tanto os teores de gordura, proteína e lactose quanto os indicadores microbiológicos, como a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem bacteriana total (CPP).

De acordo com Cassoli e Machado (2018), a avaliação desses parâmetros é fundamental para compreender a eficiência produtiva e as condições higiênico-sanitárias dos sistemas leiteiros.

Entre os fatores ligados ao animal, destacam-se a genética, o estágio de lactação e a saúde da glândula mamária. Vacas em início de lactação tendem a apresentar maior produção de leite, porém com variações na composição, enquanto alterações sanitárias, especialmente a mastite subclínica, estão diretamente associadas ao aumento da CCS e à redução da qualidade do leite (COSTA *et al.*, 2019).

A genética também influencia a composição, uma vez que raças especializadas possuem maior potencial produtivo, porém podem apresentar maior sensibilidade a fatores ambientais.

A nutrição exerce papel central na determinação da composição do leite. Dietas equilibradas em energia, proteína e fibra efetiva favorecem a síntese de gordura e proteína láctea, além de contribuir para a estabilidade do metabolismo ruminal. Por outro lado, deficiências nutricionais ou desequilíbrios na dieta podem resultar em queda nos teores de sólidos do leite e maior predisposição a distúrbios metabólicos (SANTOS *et al.*, 2017).

As condições ambientais também interferem diretamente na composição e na qualidade microbiológica do leite, especialmente em regiões de clima tropical. Situações de estresse térmico reduzem o consumo alimentar, alteram o metabolismo das vacas e aumentam a suscetibilidade a doenças, o que pode refletir em piora da composição do leite e elevação da CCS (BERNABUCCI *et al.*, 2014).

Além disso, ambientes com maior umidade e acúmulo de matéria orgânica favorecem a contaminação microbiológica do leite.

A época do ano exerce influência direta sobre a composição e a qualidade microbiológica do leite, especialmente em regiões com alternância entre períodos chuvosos e secos. Durante a estação chuvosa, a maior umidade ambiental favorece o acúmulo de matéria

orgânica nas áreas de circulação dos animais, aumentando o risco de contaminação do leite e elevando os valores de CPP, além de contribuir para o aumento da CCS em função da maior incidência de mastite ambiental. Estudos conduzidos em sistemas tropicais indicam que esses efeitos são intensificados quando associados a falhas no manejo higiênico-sanitário (RANGEL *et al.*, 2013).

No período seco, por sua vez, observa-se frequentemente melhora nos parâmetros microbiológicos do leite, em razão das condições ambientais mais secas e da menor pressão de patógenos. Entretanto, a composição do leite pode ser afetada negativamente quando há redução na oferta e na qualidade das forragens, especialmente em sistemas dependentes de pastagens.

A diminuição do consumo de nutrientes pode resultar em queda nos teores de gordura e proteína do leite, caso não haja suplementação adequada. Por outro lado, em sistemas com manejo nutricional eficiente, o período seco pode favorecer maior estabilidade dos componentes do leite e menores valores de CCS e CPP (CUNHA *et al.*, 2014; RIBEIRO *et al.*, 2016).

A pluviosidade constitui um indicador climático relevante por refletir, de forma integrada, alterações na umidade ambiental, no conforto térmico dos animais e nas condições de higiene do ambiente de produção.

Períodos com maior precipitação tendem a intensificar desafios sanitários e microbiológicos, enquanto períodos de menor pluviosidade favorecem maior estabilidade ambiental. Assim, a utilização da pluviosidade como critério de classificação permite avaliar de maneira objetiva os efeitos das condições climáticas sobre a composição e a qualidade microbiológica do leite.

O manejo de ordenha e a higiene dos equipamentos são fatores determinantes para a qualidade microbiológica do leite. Práticas inadequadas, como falhas na higienização dos tetos, limpeza insuficiente dos equipamentos e atraso no resfriamento do leite, contribuem para o aumento da CPP, comprometendo a segurança e a qualidade do produto (RIBEIRO *et al.*, 2020).

Dessa forma, a adoção de boas práticas de manejo é essencial para garantir a produção de leite com qualidade adequada aos padrões exigidos pela legislação brasileira.

### **2.3.2 Leite instável – LINA**

O leite instável não ácido, conhecido como LINA, é caracterizado pela instabilidade das proteínas do leite ao teste do álcool ou do alizarol, mesmo quando o produto apresenta acidez

dentro dos padrões normais. Essa condição representa um problema recorrente na cadeia leiteira brasileira, pois o leite pode ser rejeitado pela indústria no momento da recepção, gerando prejuízos econômicos ao produtor, apesar de não apresentar sinais evidentes de deterioração microbiológica (EMBRAPA, 2012).

A instabilidade do leite está relacionada, principalmente, a alterações no equilíbrio entre os sais minerais e as proteínas, especialmente a caseína.

Segundo Walstra, Wouters e Geurts (2006), a estabilidade do leite depende da integridade das micelas de caseína, que podem ser afetadas por mudanças na concentração de cálcio iônico, fósforo e outros componentes do sistema coloidal do leite. Quando esse equilíbrio é comprometido, ocorre a coagulação proteica na presença de álcool, caracterizando o LINA.

Diversos fatores estão associados à ocorrência do leite instável não ácido. Entre eles, destacam-se a nutrição inadequada, o estresse térmico, o estágio de lactação e o estado fisiológico das vacas. Dietas com deficiência energética, baixo teor de fibra efetiva ou desequilíbrios minerais podem alterar o metabolismo animal e refletir negativamente na estabilidade do leite (ZANELA *et al.*, 2006).

Além disso, vacas em final de lactação tendem a produzir leite mais concentrado em sais minerais, o que pode aumentar a incidência de instabilidade.

As condições ambientais também exercem influência significativa. Em regiões tropicais, o estresse térmico reduz o consumo de matéria seca e provoca alterações metabólicas que afetam a composição do leite, favorecendo a ocorrência de LINA.

Estudos apontam que períodos de altas temperaturas e umidade estão frequentemente associados ao aumento de casos de leite instável, mesmo em propriedades com bom controle higiênico-sanitário (EMBRAPA, 2012).

Do ponto de vista prático, o LINA representa um desafio para produtores e indústrias, pois não está diretamente associado à contaminação microbiológica ou à mastite, dificultando sua identificação e controle.

Assim, estratégias como o ajuste nutricional, o monitoramento do equilíbrio mineral das dietas, a melhoria do conforto térmico e o acompanhamento do estágio de lactação do rebanho são fundamentais para reduzir a ocorrência desse problema.

A compreensão do leite instável é essencial para interpretar variações na qualidade do leite e para discutir perdas econômicas observadas ao longo do período avaliado na propriedade estudada.

## 2.4 Legislação brasileira de qualidade do leite

A qualidade do leite cru produzido no Brasil é regulamentada por normas oficiais estabelecidas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), com o objetivo de garantir a segurança alimentar, a padronização do produto e a proteção do consumidor. Essas normas também visam promover melhorias nos sistemas produtivos, incentivando a adoção de boas práticas agropecuárias nas propriedades leiteiras.

No contexto atual, os principais instrumentos legais que regem a produção e a comercialização do leite são as Instruções Normativas nº 76 e nº 77, publicadas em 2018 (BRASIL, 2018a; BRASIL, 2018b).

A Instrução Normativa nº 76 estabelece os padrões de identidade e qualidade do leite cru refrigerado, do leite pasteurizado e do leite pasteurizado tipo A. Entre os parâmetros definidos estão os limites máximos permitidos para contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CPP), além de critérios relacionados à composição do leite, como teores mínimos de gordura, proteína e sólidos não gordurosos. Esses padrões são fundamentais para assegurar a qualidade do leite destinado ao processamento industrial e ao consumo humano (BRASIL, 2018a).

Complementarmente, a Instrução Normativa nº 77 dispõe sobre os procedimentos a serem adotados na produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru nas propriedades rurais. Essa normativa enfatiza a implementação de boas práticas de manejo, incluindo higiene de ordenha, controle sanitário do rebanho, resfriamento adequado do leite e manutenção dos equipamentos utilizados no processo produtivo. A IN 77 também estabelece responsabilidades para produtores, transportadores e indústrias, reforçando a importância da rastreabilidade e do controle da qualidade em toda a cadeia produtiva (BRASIL, 2018b).

O cumprimento das exigências legais estabelecidas pelas Instruções Normativas nº 76 e nº 77 representa um desafio para muitos produtores, especialmente aqueles com menor nível de tecnificação. No entanto, a adequação às normas contribui para a melhoria da qualidade do leite, redução de perdas, valorização do produto e maior competitividade no mercado.

Dessa forma, a legislação brasileira de qualidade do leite desempenha papel fundamental no desenvolvimento sustentável da cadeia leiteira e na garantia de um produto seguro e de qualidade para o consumidor final.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma pesquisa descritiva, de abordagem quantitativa, no modelo de estudo de caso, em uma propriedade leiteira de grande porte localizada no município de Três Corações, no Sul do estado de Minas Gerais. Os dados utilizados no estudo referem-se ao período de outubro de 2024 a setembro de 2025, abrangendo a estação chuvosa e a estação seca.

O volume médio de precipitação mensal permite a distinção de duas estações bem definidas ao longo do ano, na região estudada: estação chuvosa, compreendendo os meses de outubro a abril, com precipitação média mensal igual ou superior a 100 mm, e estação seca, abrangendo os meses de maio a setembro, com precipitação inferior a 100 mm (INMET, 2025).

Dessa forma, além da classificação por estação do ano, os meses foram também agrupados de acordo com a pluviosidade média mensal, sendo considerados períodos de alta pluviosidade aqueles com valores  $\geq 100$  mm e períodos de baixa pluviosidade aqueles com valores  $< 100$  mm.

Os dados de precipitação e temperatura foram obtidos a partir da plataforma Clima-Data (2025) para o município de Três Corações – MG, classificado climaticamente como subtropical úmido (Cfa).

As informações referem-se aos meses de outubro a dezembro de 2024 e janeiro a setembro de 2025 e estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Dados climático para a cidade de Três Corações entre outubro de 2024 e setembro 2025

| Meses/ano    | Variáveis         |        |                   |      |
|--------------|-------------------|--------|-------------------|------|
|              | Temperatura (o.C) | UR (%) | Pluviosidade (mm) | ITU  |
| Outubro/24   | 21.5              | 67     | 128               | 57%  |
| Novembro/24  | 21.1              | 76     | 210               | 68.6 |
| Dezembro/24  | 21.9              | 79.0   | 253.0             | 69.9 |
| Janeiro/25   | 22.3              | 78     | 284               | 70.4 |
| Fevereiro/25 | 23%               | 76     | 179               | 70.5 |
| Março/25     | 21.7              | 78     | 186               | 69.6 |
| Abril/25     | 20.5              | 75     | 70                | 67.8 |
| Maió/25      | 17.9              | 73     | 51                | 64.1 |
| Junho/25     | 16.9              | 72     | 24                | 62.7 |

|             |      |    |    |      |
|-------------|------|----|----|------|
| Julho/25    | 16.7 | 68 | 21 | 62.1 |
| Agosto/25   | 18.2 | 61 | 28 | 63.5 |
| Setembro/24 | 20.2 | 61 | 83 | 66.2 |

---

UR: umidade relativa, ITU: índice de temperatura e umidade

FONTE: da autora

A propriedade avaliada apresenta sistema de produção intensiva, voltada à produção de leite em escala comercial, com manejo que prioriza a eficiência produtiva, o bem-estar animal e a qualidade do leite. A fazenda dispõe de infraestrutura compatível com sistemas de grande porte, atendendo às exigências técnicas e sanitárias vigentes.

As vacas são ordenhadas três vezes ao dia, em sistema de ordenha mecanizada, utilizando equipamentos adequados à capacidade produtiva da propriedade. Os animais permanecem alojados em instalações do tipo *compost barn* e são distribuídos em diferentes lotes de acordo com a fase produtiva e fisiológica, sendo organizados em lote 1, lote 2 e lote 3, compostos por vacas em lactação com diferentes níveis de produção, além dos grupos de vacas secas e de pré-parto, possibilitando manejo mais preciso e eficiente.

O rebanho é composto por aproximadamente 520 vacas, predominantemente da raça Holandesa, sendo cerca de 83% dos animais em lactação, o que corresponde a aproximadamente 435 vacas em produção. A produção média individual era de cerca de 46 kg de leite por vaca por dia, resultando em uma produção diária superior a 20.000 litros de leite, caracterizando a propriedade como um sistema leiteiro de grande porte e alta intensidade produtiva.

A alimentação é fornecida no cocho, sendo formulada conforme as exigências nutricionais de cada lote. As dietas são compostas por volumosos e concentrados, incluindo silagem de milho, bagaço de cana, milho grão moído fino, caroço de algodão e sorgo úmido, com o objetivo de atender às demandas energéticas e proteicas dos animais e contribuir para a manutenção da produção, da composição e da qualidade do leite.

As pesagens de leite foram realizadas duas vezes ao mês, por meio de sensores de peso e medidores de fluxo de alta precisão integrados ao sistema de ordenha, com os dados registrados e enviados para software de gestão.

As informações referentes à composição do leite foram obtidas a partir dos registros disponibilizados pela indústria de laticínios, consistindo nas médias das concentrações de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, estrato sólido desengordurado (ESD) e nitrogênio

ureico no leite (NUL), bem como da contagem de células somáticas (CCS) e da contagem padrão em placas (CPP).

As análises de composição, CCS e CPP foram realizadas duas vezes ao mês em laboratório integrante da Rede Brasileira de Qualidade do Leite (RBQL), na Clínica do Leite, Piracicaba – SP.

As variáveis de produção, composição e qualidade do leite foram organizadas em planilhas eletrônicas e agrupadas de acordo com os períodos de alta e baixa pluviosidade. Os dados foram submetidos à estatística descritiva, incluindo média, desvio-padrão, valores mínimo e máximo.

Posteriormente, foram avaliados quanto à normalidade e homogeneidade, sendo aplicado o teste t de *Student* para comparação das médias, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico R.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios, desvios-padrão, mínimos e máximos referentes às variáveis de produção, composição, qualidade microbiológica e receita bruta do leite de uma propriedade leiteira de grande porte no Sul de Minas Gerais, no período de outubro de 2024 a setembro de 2025, estão apresentados na Tabela 2.

Observou-se variação média em torno de 1.000 kg de leite em relação à média mensal, com valores mínimos e máximos entre aproximadamente 21 e 25 mil kg de leite por mês, indicando oscilações produtivas ao longo do ano.

**Tabela 2.** Valores médios de produção, qualidade do leite e receita bruta de uma propriedade leiteira de grande porte no Sul de MG no período de um ano

| Variáveis          | DPM       |       |          |          |
|--------------------|-----------|-------|----------|----------|
|                    | Média     | (±)   | Mínimo   | Máximo   |
| Produção (kg)      | 22.859.96 | 953.9 | 21.174.4 | 25.320.0 |
| Gordura (%)        | 3.22      | 0.069 | 3.02     | 3.42     |
| Proteína (%)       | 3.36      | 0.047 | 3.23     | 3.49     |
| Lactose (%)        | 4.73      | 0.032 | 4.67     | 4.82     |
| Sólidos Totais (%) | 12.27     | 0.128 | 12.02    | 12.59    |
| ESD (%)            | 9.05      | 0.083 | 8.87     | 9.23     |

|                               |           |         |           |           |
|-------------------------------|-----------|---------|-----------|-----------|
| NUL (%)                       | 13.19     | 0.819   | 11.5      | 15.1      |
| CCS (cel/ml 10 <sup>3</sup> ) | 268.21    | 21.77   | 210       | 314       |
| CPP (ufc/ml 10 <sup>3</sup> ) | 5.88      | 2.59    | 2         | 23        |
| Receita Bruta Leite (R\$)     | 61.181.67 | 2.980.9 | 54.433.03 | 68.069.66 |
| Bonificação Gordura (R\$)     | 1.036.68  | 43.25   | 682.82    | 1060.3    |
| Bonificação Proteína (R\$)    | 1.226.38  | 97.19   | 954.25    | 1420.8    |
| Bonificação CCS (R\$)         | -870.31   | 509.5   | -1431.4   | 1060.3    |
| Bonificação CPP (R\$)         | 793.97    | 217.2   | 0         | 1166.3    |

DPM: desvio padrão da média; ESD: extrato sólido desengordurado; NUL: nitrogênio ureico no Leite; CCS: contagem de células somáticas; CPP: contagem em placa padrão  
 FONTE: da autora

Os teores médios de gordura e proteína permaneceram dentro dos padrões adequados para o leite cru refrigerado, refletindo manejo nutricional adequado e relativo equilíbrio da dieta ao longo do ano.

O estresse térmico é apontado como um dos principais fatores responsáveis pela redução na síntese de gordura e proteína do leite, em função da diminuição do consumo alimentar e de alterações no metabolismo energético (BAUMGARD; RHOADS, 2013).

A lactose apresentou baixa variação durante o período avaliado, com valores entre 4,7% e 4,8%, comportamento esperado, uma vez que esse componente apresenta maior estabilidade em comparação à gordura e à proteína.

Os sólidos totais e o extrato sólido desengordurado acompanharam o comportamento dos principais constituintes do leite, refletindo a composição global do produto e a interação entre nutrição, fisiologia animal e ambiente.

Em relação à qualidade microbiológica, a contagem de células somáticas (CCS) manteve-se, em média, abaixo do limite estabelecido pela legislação brasileira, indicando adequado controle da saúde da glândula mamária.

Entretanto, a variação observada ao longo do ano sugere influência das condições ambientais, especialmente em períodos de maior umidade, que favorecem a ocorrência de mastite ambiental. Estudos indicam que a CCS tende a aumentar em épocas chuvosas em função da maior pressão de patógenos no ambiente (EL-TARABANY; EL-TARABANY, 2015).

A contagem padrão em placas (CPP) apresentou valores médios compatíveis com boas práticas de higiene na ordenha e adequado resfriamento do leite, embora o valor máximo

observado indique possíveis falhas pontuais no manejo. Esses resultados reforçam a importância do controle rigoroso da higienização dos equipamentos, da rotina de ordenha e do ambiente, especialmente em períodos de maior umidade.

Do ponto de vista econômico, a receita bruta do leite refletiu diretamente as variações da produção e da qualidade do produto entregue à indústria. As bonificações associadas aos teores de gordura e proteína evidenciam que a composição do leite contribuiu positivamente para a rentabilidade da atividade.

Por outro lado, as penalizações relacionadas à CCS demonstram o impacto negativo da qualidade microbiológica sobre o preço recebido pelo produtor, uma vez que o sistema de pagamento do laticínio adota faixas de CCS que resultam em bonificação para valores mais baixos e penalização quando os limites estabelecidos são ultrapassados (SANTOS; FONSECA, 2007).

Nesse contexto, a bonificação e a penalização do leite são definidas de acordo com os critérios de pagamento por qualidade adotados pelo laticínio. Quando o leite apresenta teores adequados ou superiores de gordura e proteína, aliados a baixos valores de contagem de células somáticas (CCS) e contagem padrão em placas (CPP), o produtor recebe um acréscimo no valor pago por litro, caracterizando a bonificação.

Em contrapartida, quando parâmetros de qualidade, principalmente a CCS, ultrapassam as faixas estabelecidas, ocorre a penalização, com redução no preço do leite.

Dessa forma, a qualidade do leite exerce papel determinante sobre a receita da propriedade, reforçando a importância do manejo nutricional, sanitário e higiênico para a maximização da rentabilidade ao longo do ano.

O nível de pluviosidade ao longo do ano influenciou significativamente a produção e a composição do leite (Tabela 3), não sendo observadas diferenças estatísticas para os parâmetros de qualidade microbiológica e para o NUL ( $P > 0,05$ ).

A produção de leite não se manteve constante ao longo do período analisado, sendo observados valores médios de 22,3 mil kg no período de alta pluviosidade e 23,4 mil kg no período de baixa pluviosidade.

Condições associadas à elevação da temperatura e da umidade podem comprometer o conforto térmico das vacas, reduzindo o consumo de matéria seca e, conseqüentemente, a

produção de leite. Em contrapartida, períodos com clima mais ameno tendem a favorecer maior regularidade produtiva (WEST, 2003).

**Tabela 3.** Valores de produção, composição e qualidade microbiológica do leite em relação a pluviosidade

| Variáveis                     | Pluviosidade  |       |                 | CV    | p_valor |
|-------------------------------|---------------|-------|-----------------|-------|---------|
|                               | Alta (>100mm) | CV    | Baixa (<100 mm) |       |         |
| Produção (kg)                 | 22.299.17     | 6.09  | 23.420.83       | 3.34  | 0.02    |
| Gordura (%)                   | 3.18          | 2.31  | 3.26            | 2.63  | 0.03    |
| Proteína (%)                  | 3.33          | 1.71  | 3.39            | 1.53  | 0.02    |
| Lactose (%)                   | 4.71          | 0.44  | 4.75            | 0.96  | 0.01    |
| Sólidos Totais (%)            | 12.17         | 1.17  | 12.37           | 0.86  | <0.01   |
| ESD (%)                       | 8.98          | 1.02  | 9.11            | 0.59  | <0.01   |
| NUL (mg/dL)                   | 13.7          | 6.17  | 13.53           | 9.91  | 0.26    |
| CCS (cel/ml 10 <sup>3</sup> ) | 270.9         | 10.61 | 265.5           | 31.78 | 0.63    |
| CPP (ufc/ml 10 <sup>3</sup> ) | 6.58          | 8.74  | 5.17            | 8.61  | 0.85    |

CV: Coeficiente de variação; ESD: estrato sólido desengordurado; NUL: nitrogênio ureico no Leite; CCS: contagem de células somáticas; CPP: contagem em placa padrão

FONTE: da autora

Em relação à composição do leite, os teores de gordura e proteína foram significativamente maiores no período de baixa pluviosidade em comparação ao período de alta pluviosidade. Condições ambientais adversas, como calor excessivo e elevada umidade, afetam negativamente o metabolismo ruminal e a síntese de ácidos graxos voláteis, resultando em menores teores de gordura e proteína no leite (AULDIST; HUBBLE, 1998).

Dessa forma, a redução da pluviosidade, associada a condições térmicas mais favoráveis, contribui para a melhoria da composição centesimal do leite.

A lactose apresentou pequenas variações entre os períodos avaliados, com valores ligeiramente superiores durante a baixa pluviosidade. Embora seja um componente relativamente estável, alterações no metabolismo energético decorrentes de estresse ambiental podem influenciar indiretamente sua síntese (FOX *et al.*, 2015).

Os sólidos totais e o ESD acompanharam o comportamento da gordura e da proteína, apresentando valores superiores no período de baixa pluviosidade. Esse resultado indica melhoria global da composição do leite em condições ambientais mais favoráveis, refletindo

positivamente no rendimento industrial e na remuneração do produtor (AULDIST; HUBBLE, 1998).

O nitrogênio ureico no leite (NUL) apresentou valores mais elevados no período de alta pluviosidade, porém dentro da faixa considerada adequada para essa variável (10 a 14 mg/dL), indicando equilíbrio relativo entre proteína e energia na dieta (POTENCIANO, 2020).

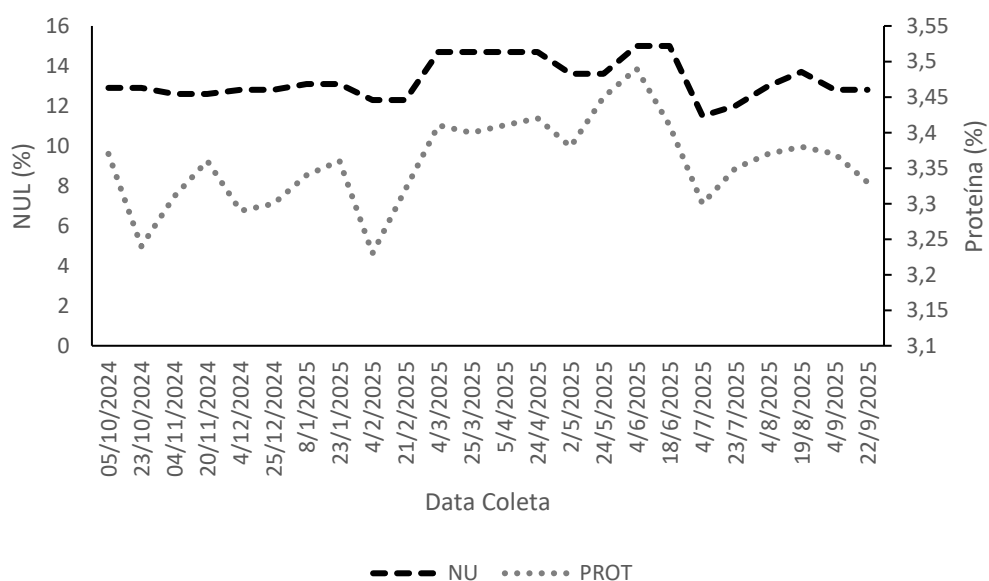
Quanto aos parâmetros de qualidade microbiológica, não foram observadas diferenças significativas para CCS e CPP entre os períodos de alta e baixa pluviosidade. Esses resultados indicam que, apesar das variações ambientais, as práticas de manejo sanitário e de higiene adotadas na propriedade foram eficientes para manter a qualidade microbiológica do leite.

Sistemas bem manejados são capazes de minimizar os efeitos negativos da umidade e da temperatura sobre a saúde da glândula mamária (BOHMANOVA; MISZTAL; COLE, 2007). O NUL é uma importante ferramenta de monitoramento nutricional, permitindo identificar possíveis desequilíbrios na dieta.

Nas coletas realizadas entre 04/03 e 24/04, foram observados valores elevados de NUL (14,7 e 15,0 mg/dl, respectivamente), acompanhados de elevados teores de proteína do leite.

Essa condição sugere possível desbalanço entre fornecimento de proteína degradável no rúmen e a disponibilidade de energia fermentescível, resultando em menor eficiência de utilização do nitrogênio dietético (KOHN *et al.*, 2005).

**Figura 1.** Relação entre teor de proteína bruta e nitrogênio ureico no leite (NUL) nas datas de coleta



FONTE: do autor

Na Figura 1 podemos observar, que nos períodos em que o teor de proteína do leite se manteve elevado, os valores de NUL também apresentaram tendência de aumento, sugerindo desequilíbrio entre o suprimento de proteína degradável no rúmen e a disponibilidade de energia na dieta. Essa condição indica menor eficiência na utilização do nitrogênio pelos microrganismos ruminais, resultando em maior excreção de ureia no leite.

O NUL é amplamente utilizado como indicador do balanço proteína: energia da dieta em vacas leiteiras. Valores elevados de NUL estão associados, principalmente, ao excesso de proteína degradável no rúmen ou à deficiência de energia fermentescível, o que limita a incorporação do nitrogênio microbiano e aumenta a concentração de ureia no sangue e, conseqüentemente, no leite.

Segundo Jonker, Kohn e Erdman (1998), concentrações elevadas de NUL refletem ineficiência na utilização do nitrogênio dietético e podem indicar necessidade de ajustes na formulação da dieta.

Os fatores sazonais também podem influenciar essa relação. Em períodos de maior estresse térmico, o consumo de energia pode ser reduzido, agravando o desbalanço entre proteína e energia.

Broderick (2003), destaca que o ajuste adequado da relação proteína degradável: energia é fundamental para manter níveis adequados de NUL e maximizar a eficiência produtiva e reprodutiva dos animais.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O sistema produtivo apresentou capacidade de manter desempenho produtivo e geração de receita ao longo do ano, mesmo diante das variações climáticas, que resultaram em alterações na produção e na composição do leite.

A composição do leite permaneceu adequada durante todo o período avaliado, com teores de gordura e proteína compatíveis com os padrões exigidos pela legislação vigente e pelos critérios de pagamento por qualidade adotados pela indústria.

Da mesma forma, os indicadores de qualidade microbiológica mantiveram-se dentro dos limites estabelecidos, evidenciando eficiência no manejo sanitário e nas práticas de ordenha adotadas na propriedade.

Com base nos resultados obtidos, recomenda-se a continuidade do monitoramento dos indicadores produtivos e de qualidade do leite, com atenção especial aos períodos de maior pluviosidade, nos quais foram observadas variações na composição do leite.

Ajustes pontuais no manejo nutricional, visando melhor equilíbrio entre proteína e energia da dieta, podem contribuir para maior estabilidade dos componentes do leite ao longo do ano.

Além disso, a adoção e manutenção de estratégias voltadas ao conforto térmico dos animais devem ser consideradas como forma de reduzir os impactos das variações climáticas sobre o desempenho produtivo e a qualidade do leite.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, K. D.; RANGEL, A. H. N.; ARAÚJO, V. M.; MEDEIROS, H. R.; BEZERRA, K. C.; BEZERRIL, R. F.; LIMA JÚNIOR, D. M. **Qualidade do leite bovino nas diferentes estações do ano no estado do Rio Grande do Norte**. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, Niterói, v. 21, n. 3, p. 213–216, jul./set. 2014.
- ANDRADE, R. G. *et al.* **Concentração e distribuição do leite no Brasil**. Revista de Política Agrícola, Brasília, v. 30, n. 3, p. 21–34, 2021.
- AULDIST, M. J.; HUBBLE, I. B. **Effects of nutrition on milk yield, milk composition, and processing properties**. Journal of Dairy Research, v. 65, n. 3, p. 497–513, 1998.
- BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P. **Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics**. Annual Review of Animal Biosciences, v. 1, p. 311–337, 2013.
- BERGAMASCHI, M. *et al.* **Reproductive traits and economic performance in dairy cattle**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá, v. 41, e45123, 2019.
- BERNABUCCI, U. *et al.* **Dairy cows under heat stress: physiological effects and management strategies**. Animal, Cambridge, v. 8, p. 67–80, 2014.
- BOHMANOVA, J.; MISZTAL, I.; COLE, J. B. **Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress**. Journal of Dairy Science, v. 90, n. 4, p. 1947–1956, 2007.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Estabelece os padrões de identidade e qualidade do leite cru refrigerado, do leite pasteurizado e do leite pasteurizado tipo A. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2018a.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018. Dispõe sobre os critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2018b.
- BRODERICK, G. A. **Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows**. Journal of Dairy Science, v. 86, n. 4, p. 1370–1381, 2003.
- CARVALHO, B. C. *et al.* **Genetic and environmental factors affecting milk production in tropical systems**. Tropical Animal Health and Production, Dordrecht, v. 52, p. 123–130, 2020.

CASSOLI, L. D.; MACHADO, P. F. **Qualidade do leite no Brasil: evolução, desafios e oportunidades**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 47, p. 1–12, 2018.

COLLIER, R. J.; HALL, L. W.; RUNGRUANG, S.; ZIMBLEMAN, R. B. **Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance of dairy cows**. Journal of Dairy Science, v. 95, n. 9, p. 5391–5403, 2012.

COSTA, H. N. *et al.* **Impact of subclinical mastitis on milk yield and composition**. Pesquisa Veterinária Brasileira, Rio de Janeiro, v. 39, n. 3, p. 226–233, 2019.

CUNHA, R. P. L. *et al.* **Efeito da sazonalidade sobre a composição e a qualidade microbiológica do leite cru refrigerado**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 66, n. 2, p. 489–496, 2014.

DANTAS, V. V. *et al.* **Typology of dairy production systems in the Eastern Amazon, Pará, Brazil**. Livestock Research for Rural Development, Cali, v. 28, n. 6, 2016.

EL-TARABANY, A. A.; EL-TARABANY, M. S. **Impact of climatic conditions on milk production, composition and somatic cell count in Holstein cows**. Journal of Dairy Research, v. 82, n. 3, p. 323–330, 2015.

EMATER-MG. **Agricultura familiar e produção de leite em Minas Gerais**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2023.

EMBRAPA **Gado de Leite. Leite instável não ácido (LINA): causas e estratégias de controle**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2012. (Circular Técnica).

FOX, D. G. *et al.* **Predicting nitrogen excretion and utilization efficiency in dairy cattle**. Journal of Dairy Science, v. 98, n. 3, p. 1734–1746, 2015.

GUERRA, M. S. S.; BÁNKUTI, F. I.; SILVA, A. A. S. **Agroecological practices and typology of milk production systems in Brazilian rural settlements**. Journal of Sustainability Research, v. 6, e240012, 2024.

JONKER, J. S.; KOHN, R. A.; ERDMAN, R. A. **Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows**. Journal of Dairy Science, v. 81, n. 10, p. 2681–2692, 1998.

KOHN, R. A.; DINNEEN, M. M.; RUSSEK-COHEN, E. **Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats**. Journal of Animal Science, v. 83, n. 4, p. 879–889, 2005.

KOHN, R. A.; KALSCHUR, K. F.; RUSSEK-COHEN, E. **Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and nitrogen utilization efficiency in dairy cows.** Journal of Dairy Science, v. 88, n. 7, p. 2418–2429, 2005.

OKANO, M. T.; VENDRAMETTO, O.; SANTOS, O. S. **Construção de indicadores e métodos para classificação de produtores de leite.** Revista Gepros, Bauru, v. 9, n. 4, p. 77–95, 2014.

PAIXÃO, M. G. *et al.* **Milk quality and financial management in different dairy production scales in Minas Gerais.** Revista Ceres, Viçosa, v. 64, n. 3, p. 343–351, 2017.

RANGEL, A. H. N.; ARAÚJO, V. M.; BEZERRA, K. C.; MEDEIROS, H. R.; LIMA JÚNIOR, D. M. **Influência da estação do ano na qualidade do leite bovino.** Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v. 20, n. 2, p. 85–90, 2013.

RIBEIRO, J. M. *et al.* **Factors associated with bacterial contamination and bulk tank milk quality.** Food Control, Oxford, v. 112, p. 107–115, 2020.

RIBEIRO, L. F. *et al.* **Variação sazonal da contagem de células somáticas e da contagem bacteriana total em leite cru refrigerado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, n. 9, p. 1240–1247, 2016.

SANTOS, F. A. P. *et al.* **Influence of nutritional strategies on milk production under tropical conditions.** Journal of Dairy Science, Champaign, v. 100, p. 1–12, 2017.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. **Estratégias para controle da mastite e melhoria da qualidade do leite.** São Paulo: Manole, 2007.

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

WEST, J. W. **Effects of heat-stress on production in dairy cattle.** Journal of Dairy Science, v. 86, n. 6, p. 2131–2144, 2003.

ZANELA, M. B. *et al.* **Factors affecting milk stability in dairy cows.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 41, n. 5, p. 799–805, 2006.