



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CÉSAR AUGUSTO PECORARO

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DOS PLANOS DE
QUALIFICAÇÃO DOS FORNECEDORES DE LEITE - PQFL:
UMA ANÁLISE EM BANCO DE DADOS DE LATICÍNIO DA
REGIÃO NORTE-CENTRAL DO PARANÁ**

CÉSAR AUGUSTO PECORARO

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DOS PLANOS DE
QUALIFICAÇÃO DOS FORNECEDORES DE LEITE - PQFL:
UMA ANÁLISE EM BANCO DE DADOS DE LATICÍNIO DA
REGIÃO NORTE-CENTRAL DO PARANÁ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Valter Harry Bumbieris Junior

Londrina
2026

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

- P369a Pecoraro, César Augusto.
Avaliação da aplicação dos planos de qualificação dos fornecedores de leite – PQFL : uma análise de banco de dados em laticínio da região norte-central do Paraná / César Augusto Pecoraro. - Londrina, 2026.
118 f. : il.
- Orientador: Valter Harry Bumbieris Junior.
Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2026.
Inclui bibliografia.
1. análise temporal; entalpia; estresse térmico; pecuária leiteira - Tese. I. Bumbieris Junior, Valter Harry . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 636

CÉSAR AUGUSTO PECORARO

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DOS PLANOS DE QUALIFICAÇÃO
DOS FORNECEDORES DE LEITE - PQFL:
UMA ANÁLISE EM BANCO DE DADOS DE LATICÍNIO DA REGIÃO
NORTE-CENTRAL DO PARANÁ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Ciência Animal da Universidade Estadual de
Londrina - UEL, como requisito parcial para a
obtenção do título de Doutor.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Valter Harry Bumbieris Junior
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof^a. Dr^a. Fabiola Cristine de Almeida Rego Grecco
Universidade Norte do Paraná - UNOPAR

Prof^a. Dr^a. Camila Bortoliero Costa Giovannetti
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^a. Dr^a. Carolina Amalia de Souza Dantas Muniz
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Rafael Fagnani
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, ____ de _____ de 2026.

A minha esposa Marcella Bordini pelo apoio e incentivo às atividades acadêmicas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, coragem, iluminação, proteção e, sobretudo, pela dádiva da vida. Reconheço nele o autor de minhas vitórias, o fundamento da minha existência, meu maior mestre e guia.

À Universidade Estadual de Londrina e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela oportunidade de formação e pelo apoio integral concedido ao longo do doutorado.

Agradeço imensamente ao meu professor orientador Valter Harry Bumbieris Junior, pela confiança, incentivo e constante apoio as minhas ideias e aspirações acadêmicas. Muito obrigado professor! Agradeço também ao apoio financeiro fornecido pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) do Leite da UEL, fomentando minhas visitas técnicas nas propriedades rurais.

Agradeço a todos os professores com os quais eu tive contato, durante o Doutorado. Apreendi muito!

A minha querida companheira, Marcella Bordini, minha profunda gratidão pelo apoio incondicional, pelo estímulo ao meu crescimento pessoal e profissional, pela partilha de ideias, respeito mútuo e serenidade nos momentos difíceis. Obrigado por acreditar em mim, compreender minhas ausências e estar sempre ao meu lado. Amo você profundamente.

A minha irmã Rosana, pelo suporte constante e pelas conversas inspiradoras. Obrigado por acreditar em mim e por me motivar a seguir em frente.

Aos meus sobrinhos Giovana, Giovani e Murilo, por me presentear com tantas alegrias e risos sinceros. Agradeço aos meus pais, por todo o suporte, fizeram-se solícitos e compreensivos.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, deixo meu sincero agradecimento. Agradeço não apenas àquelas que me ofereceram apoio, incentivo e colaboração ao longo desta jornada, mas também àquelas que, por meio de desafios e adversidades, me impulsionaram a refletir, superar limites e desenvolver habilidades essenciais para meu crescimento pessoal e acadêmico.

(...) *Todo mundo está à procura de um herói.
As pessoas precisam de alguém para se
espelharem.
Eu nunca encontrei alguém que satisfizesse
minhas necessidades, um lugar solitário para
se estar.
Então eu aprendi a depender de mim.
Eu decidi há muito tempo.
Nunca andar na sombra de ninguém.
Se eu falhei, se eu fui bem sucedido, pelo
menos eu vivi como acreditei.
Não importa o que levem de mim.
Eles não podem tirar a minha dignidade.
Porque eu encontrei o maior amor de todos
dentro de mim.
O maior amor de todos é fácil alcançar.
Aprender amar a si mesmo, é o maior amor de
todos.*

Linda Creed

PECORARO, César Augusto. **Avaliação da aplicação dos planos de qualificação dos fornecedores de leite – PQFL**: uma análise de banco de dados em laticínio da região norte-central do Paraná. 2026. 118f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2026.

RESUMO

A qualidade do leite cru refrigerado é um dos principais desafios da cadeia láctea brasileira, especialmente após a publicação das Instruções Normativas nº 76 e nº 77 (Brasil, 2018a, 2018b), que tornaram obrigatória a implementação dos Planos de Qualificação dos Fornecedores de Leite (PQFL). Apesar da relevância do setor, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial, com 35,4 bilhões de litros em 2024, e o Paraná ocupa a segunda posição nacional, evidências científicas sobre o efeito concreto dos PQFL na qualidade do leite ao longo do tempo ainda são escassas. O presente estudo objetivou avaliar os efeitos da implementação dos PQFL sobre os parâmetros composicionais e higiênico-sanitários do leite cru refrigerado na região Norte-Central do Paraná, caracterizar o índice de entalpia como indicador bioclimático regional e estimar o retorno econômico das melhorias sanitárias obtidas. Foram analisados 4.464 registros mensais de 78 propriedades leiteiras (2014–2024), avaliando gordura, proteína, lactose, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD), contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT). O índice de entalpia foi calculado a partir de dados do SIMEPAR, integrando temperatura, umidade relativa e pressão barométrica. A análise comparativa organizou os dados em dois períodos: pré-qualificação (2014–2018) e pós-qualificação (2019–2024). Os resultados demonstraram que variações climáticas, especialmente a combinação de temperatura e umidade elevadas, impactaram negativamente os componentes físico-químicos do leite, com reduções significativas em proteína, gordura e sólidos totais. Contudo, não foi verificada correlação significativa entre os indicadores sanitários (CBT e CCS) e o estresse térmico medido pela entalpia, evidenciando a efetividade dos PQFL na manutenção da qualidade higiênico-sanitária mesmo em condições climáticas adversas. No período pós-qualificação, observou-se redução expressiva da CBT e estabilização da CCS. Economicamente, o controle sanitário resultou em menor incidência de mastite, redução de perdas por descarte e aumento nas bonificações ao produtor. Conclui-se que a integração entre qualificação técnica dos fornecedores, monitoramento bioclimático e avaliação econômica dos programas é fundamental para garantir padrões consistentes de qualidade na pecuária leiteira regional.

Palavras-chave: análise temporal; entalpia; estresse térmico; pecuária leiteira; plano de qualificação de fornecedores; qualidade do leite; retorno econômico.

PECORARO, César Augusto. **Evaluation of the application of milk supplier qualification plans – PQFL**: a analysis of dairy company of Paraná's north-central region. 2026. 118p. Doctoral Dissertation (Doctorate in Animal Science) – Agrarian Science Center, State University of Londrina, Londrina, 2026.

ABSTRACT

The quality of refrigerated raw milk is one of the main challenges in the Brazilian dairy chain, especially following the enactment of Normative Instructions N°. 76 and N°. 77 (Brasil, 2018a, 2018b), which made the implementation of Milk Supplier Qualification Plans (MSQP) mandatory. Despite the sector's relevance, Brazil ranks third globally, with 35.4 billion liters in 2024, and Paraná holds the second position nationally, scientific evidence on the concrete effect of MSQP on milk quality over time remains scarce. This study aimed to evaluate the effects of MSQP implementation on compositional and hygienic-sanitary parameters of refrigerated raw milk in the North-Central region of Paraná, to characterize the enthalpy index as a regional bioclimatic indicator, and to estimate the economic return of the sanitary improvements achieved. A total of 4,464 monthly records from 78 dairy farms (2014–2024) were analyzed for fat, protein, lactose, total dry extract (TDE), non-fat dry extract (NFDE), somatic cell count (SCC), and total bacterial count (TBC). The enthalpy index was calculated from SIMEPAR data, integrating temperature, relative humidity, and barometric pressure. Data were organized into two periods: pre-qualification (2014–2018) and post-qualification (2019–2024). Results showed that climatic variations, particularly high temperature and humidity, negatively affected milk physicochemical components, with significant reductions in protein, fat, and total solids. No significant correlation was found between sanitary indicators (TBC and SCC) and heat stress measured by enthalpy, highlighting the effectiveness of PQFL in sustaining hygienic-sanitary quality under adverse climatic conditions. In the post-qualification period, a significant reduction in TBC and stabilization of SCC were observed. Economically, sanitary control resulted in lower mastitis incidence, reduced discard losses, and increased quality bonuses. It is concluded that integrating technical supplier qualification, bioclimatic monitoring, and economic assessment of training programs is essential to ensure consistent quality standards in regional dairy farming.

Keywords: dairy farming; economic return; enthalpy; heat stress; milk quality; supplier qualification plan; temporal analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Critérios exigidos para a implementação do plano de qualificação dos fornecedores de leite	26
Figura 2 – Componentes do programa de boas práticas agropecuárias (BPA), contemplados no plano de qualificação de fornecedores de leite	29
Figura 3 – Sistema de treinamento, desenvolvimento e educação (TD&E)	35
Figura 4 – Modelo de avaliação do impacto do treinamento no trabalho: IMPACT	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –Compilado de pesquisas sobre fatores que afetam o volume e composição do leite.....	16
Quadro 2 –Compilado de pesquisas sobre as principais práticas de manejo que influenciam na qualidade do leite bovino.....	18
Quadro 3 –Compilado teórico sobre sistemas extensivos de produção de leite bovino.....	19
Quadro 4 –Compilado teórico sobre sistemas intensivos de produção de leite bovino.....	21
Quadro 5 –Padrões de qualidade do leite bovino estabelecidos na instrução normativa nº 51 de 2002	24
Quadro 6 –Padrões de qualidade do leite bovino estabelecidos na instrução normativa nº 62 de 2011	24
Quadro 7 –Parâmetros físico-químicos estabelecidos pela instrução normativa nº 76 de 2018	25
Quadro 8 –Requisitos microbiológicos de contagem padrão em placas (CPP) permitidas no leite cru refrigerado na propriedade rural e no armazenamento da indústria de acordo com a instrução normativa nº 76 de 2018	26
Quadro 9 –Compilado de artigos sobre a adoção das orientações das instruções normativas nº 76 e 77 de 2018	27
Quadro 10 –Compilado de artigos sobre os principais métodos de treinamento....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APCBRH	Associação Paranaense dos Criadores da Raça Holandesa
BPA	Boas práticas agropecuárias
CBT	Contagem bacteriana total
CCS	Contagem de células somáticas
CHAs	Conhecimentos, habilidades e atitudes
CPP	Contagem padrão em placas
DIPOA	Departamento de Inspeção de Produtos de origem Animal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMPACT	Avaliação do impacto do treinamento
IN	Instrução normativa
MAPA	Ministerio da Agricultura e Pecuária
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
NUL	Nitrogenio ureico no leite
OCDE	Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico
OMC	Organização Mundial do Comercio
PAC	Programa de autocontrole
PARLEITE	Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros da APCBRH
PQFL	Programa de Qualificação dos Fornecedores de Leite
RQBL	Rede Brasileira de Qualidade do Leite
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
SFA	Superintendência Federal de Agricultura
TD&E	Treinamento, Desenvolvimento e Educação
UE	União Europeia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1	QUALIDADE DO LEITE.....	15
2.1.1	Qualidade na Ordenha.....	17
2.1.2	Qualidade na Cadeia Produtiva do Leite	18
2.2	LEGISLAÇÃO BRASILEIRA APLICADA À QUALIDADE DO LEITE CRU	23
2.2.1	Evolução das Instruções Normativas.....	23
2.2.2	Instruções Normativas nº 76 e 77 de 2018	25
2.3	PLANO DE QUALIFICAÇÃO DOS FORNECEDORES DE LEITE (PQFL)	28
2.4	INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E QUALIDADE DO LEITE	30
2.5	TREINAMENTOS E PROGRAMAS DE QUALIFICAÇÃO	32
2.5.1	Fundamentos Teóricos e Tipos de Treinamentos.....	33
2.5.2	Vantagens Econômicas e Qualidade dos Treinamentos	34
2.5.3	Avaliação de Impacto dos treinamentos	35
	REFERÊNCIAS	37
3	HIPÓTESES	62
4	OBJETIVOS	63
4.1	OBJETIVO GERAL	63
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	63
5	ARTIGO A – ENTALPIA COMO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO NA PRODUÇÃO LEITEIRA, SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE DO LEITE E VARIÁVEIS ASSOCIADAS.....	64
6	ARTIGO B – AVALIAÇÃO TEMPORAL DA QUALIDADE DO LEITE: IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DOS PLANOS DE QUALIFICAÇÃO SOBRE OS PARÂMETROS COMPOSICIONAIS E QUALITATIVOS	82

7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
	APÊNDICES.....	109
	APÊNDICE A - Instrumento de pesquisa utilizado na coleta de dados Escala de reação ao curso (ERC).....	110
	APÊNDICE B - Instrumento de pesquisa utilizado na coleta de dados Escala de reação ao desempenho do instrutor (ERDI)	112
	APÊNDICE C - Instrumento de pesquisa utilizado na coleta de dados Escala de autoavaliação de impacto no trabalho: medida em amplitude.....	114
	APÊNDICE D - Instrumento de pesquisa utilizado na coleta de dados Escala de heteroavaliação de impacto no trabalho: medida em amplitude	115
	ANEXOS.....	116
	ANEXO A - Aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos	117

1 INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do leite ocupa posição de destaque na agropecuária brasileira. Em 2024, o Brasil produziu 35,4 bilhões de litros, consolidando-se como o terceiro maior produtor mundial do setor (Embrapa, 2025). O Paraná, segundo colocado no ranking nacional com 3,62 bilhões de litros, concentra essa produção em propriedades familiares, gerando emprego e renda, mas impondo limites à padronização da qualidade (Brasil, 2024).

Esse quadro ganhou contorno normativo com as Instruções Normativas nº 76 e nº 77 do Ministério da Agricultura, em 2018 (Brasil, 2018b; Brasil, 2018c). Essas normas transferiram às indústrias a responsabilidade pela qualidade na origem através do PQFL. A partir daí, passou a ser exigido de cada laticínio ações estruturadas voltadas ao diagnóstico, à capacitação e ao monitoramento contínuo dos produtores vinculados à sua bacia de captação.

Contudo, sete anos após sua vigência, a literatura oferece evidências limitadas sobre o efeito concreto desses programas nos parâmetros de qualidade ao longo do tempo. A maioria dos estudos foca em diagnósticos pontuais ou levantamentos de conformidade municipais, sem acompanhar a trajetória das propriedades antes e depois das ações. Além disso, poucos trabalhos consideram a interferência de condições bioclimáticas sobre a qualidade e composição do leite.

Com base em dados de um laticínio do Norte-Central do Paraná, abrangendo 4.464 registros mensais de 78 propriedades por dez anos (2014–2024), a tese examina os efeitos do PQFL. A análise investiga a influência de variáveis bioclimáticas, com ênfase no índice de entalpia, sobre os parâmetros composicionais e sanitários da matéria-prima. Por fim, o estudo avalia a evolução temporal da qualidade antes e após a adoção dos planos de qualificação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A cadeia produtiva de leite e derivados constitui um setor de expressiva relevância econômica e social para o Brasil. Em 2024, a produção nacional atingiu 35,4 bilhões de litros, um incremento de 2,4% em comparação ao exercício anterior, consolidando o país como o terceiro maior produtor mundial do setor (Embrapa, 2025).

Sob a perspectiva da distribuição regional, a região Sul manteve sua hegemonia pelo terceiro ano consecutivo, sendo responsável por aproximadamente 33,6% da produção nacional (Embrapa, 2025). Nesse cenário, o estado do Paraná destaca-se como o principal produtor regional e o segundo maior no ranking nacional, com uma produção de 3,62 bilhões de litros em 2023.

Esse destaque do estado se deve, em grande parte, ao desempenho dos municípios de Castro e Carambeí (PR), que em 2023 mantiveram-se entre as maiores potências produtoras do país, registrando 454 e 269 milhões de litros, respectivamente, um crescimento de 6% para ambas em relação ao ano anterior (Embrapa, 2025).

Apesar da concentração produtiva em polos específicos, a atividade leiteira apresenta uma distribuição ampla, estando presente em 98% dos municípios brasileiros. O setor caracteriza-se pela predominância de pequenas e médias propriedades, as quais empregam cerca de 4 milhões de pessoas, operando com uma produtividade média de 2.259 litros por vaca/ano (Brasil, 2024).

Contudo, essa vasta cadeia, composto por mais de um milhão de propriedades, enfrenta um horizonte de transformações estruturais. Projeções da Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) indicam que, até 2030, a sustentabilidade no setor será restrita aos produtores que demonstrarem maior eficiência técnica e econômica, mediante a adoção de novas tecnologias e o aprimoramento da gestão (Brasil, 2024).

Alinhadas a essa necessidade de modernização, as Instruções Normativas (INs) nº 76 e nº 77 (Brasil, 2018b, 2018c) estabeleceram parâmetros qualitativos rigorosos e diretrizes para a implementação de Boas Práticas Agropecuárias. Esses dispositivos visam não apenas à conformidade técnica, mas à sensibilização de todos os elos da cadeia produtiva para a cultura da melhoria contínua da qualidade.

2.1 QUALIDADE DO LEITE

No setor agroindustrial, a qualidade consolidou-se como um conceito multifatorial e dinâmico, representando o eixo central da competitividade no mercado pecuário. Para além de configurar um diferencial mercadológico, o cumprimento de padrões rigorosos constitui uma exigência regulatória, uma vez que critérios de composição e segurança são legalmente estabelecidos e fiscalizados.

Sob a ótica de Martins (2010), a qualidade sintetiza tanto atributos tangíveis, parâmetros mensuráveis como o teor de sólidos e a carga microbiológica, quanto intangíveis, que abrangem percepções subjetivas de valor, como a confiabilidade institucional e o bem-estar animal. Dessa forma, a qualidade é definida pela capacidade intrínseca do produto em satisfazer plenamente as expectativas do consumidor final.

Nessa perspectiva, Campos (1992) expande o conceito ao associar a excelência operacional à tríade da confiabilidade, segurança e pontualidade. No cenário lácteo, tal visão converge para a busca por consistência produtiva, visando reduzir as oscilações que possam comprometer o processamento industrial. A manutenção dessa estabilidade configura-se como um desafio, visto que a qualidade do leite não constitui um parâmetro estático, mas uma variável biológica sensível a flutuações cotidianas do manejo e do ambiente.

Conforme Dürre (2004), essa natureza dinâmica demanda monitoramento ininterrupto e a adoção de rotinas preventivas, dado que falhas no sistema produtivo acarretam prejuízos econômicos severos, como o descarte de matéria-prima e a redução do rendimento industrial, além de representarem riscos à saúde pública.

Para viabilizar a gestão técnica desse cenário, a literatura especializada divide a qualidade em dois princípios: integridade e composição. A integridade refere-se à pureza físico-química e microbiológica da secreção láctea, sendo caracterizada pela ausência de contaminantes exógenos e pela preservação de seus constituintes naturais (Dürre, 2004). Este pilar é frequentemente comprometido por falhas nas práticas de higiene na ordenha ou por patologias mamárias, notadamente a mastite (Santos; Fonseca, 2019).

Em contrapartida, a composição determina o valor nutricional e o potencial de industrialização do leite. Teores de gordura, proteínas (caseínas e

soroproteínas), lactose e minerais balizam não apenas a eficiência na fabricação de derivados, mas também a estrutura de remuneração ao produtor em sistemas tecnificados (Martins *et al.*, 2013).

A síntese desses componentes é o resultado direto da interação entre o potencial genético do rebanho e o manejo nutricional adotado, processo que pressupõe a compreensão da fisiologia da lactação. No alvéolo, a unidade funcional da glândula mamária, as células epiteliais especializadas, realizam a síntese do leite a partir de precursores sanguíneos (Santos; Fonseca, 2019).

Todavia, a eficiência na extração deste volume depende de um complexo mecanismo neuroendócrino centrado na liberação de ocitocina. Eventos estressores durante o manejo estimulam a secreção de adrenalina, que atua como antagonista da ocitocina, resultando em retenção de leite residual e elevando significativamente a predisposição a infecções intramamárias (Hafez, 1995; Koenneker *et al.*, 2023).

Portanto, a qualidade final do leite configura-se como o reflexo de um equilíbrio entre genética, nutrição e bem-estar. O Quadro 1, a seguir, sintetiza os principais fatores que, segundo a literatura, exercem influência direta sobre o volume e a composição da secreção láctea bovina.

Quadro 1 – Compilado de pesquisas sobre os principais fatores que afetam o volume e composição do leite bovino

Autores	Principais fatores
Ribeiro e Copovilla (2023); Dos Santos <i>et al.</i> (2021); Wagner <i>et al.</i> (2021);	Ambientais e relacionados ao bem-estar animal
Martello <i>et al.</i> (2004); Oziemblowski <i>et al.</i> (2024); Carvalho <i>et al.</i> (2024);	Sazonais
Ferreira <i>et al.</i> (2024); Laodiim <i>et al.</i> (2024); Taherkhani <i>et al.</i> (2022);	Genéticos
Meyer <i>et al.</i> (2024) Cattaneo <i>et al.</i> (2023); Letelier <i>et al.</i> (2022);	Fisiológicos
Erickson <i>et al.</i> (2023); Timtin <i>et al.</i> (2023); Franciscatti <i>et al.</i> (2023).	Nutricionais
Perez-Hernandez <i>et al.</i> (2023); Hall <i>et al.</i> (2023); Edwards <i>et al.</i> (2022);	Manejo (como o manejo da ordenha e o número de ordenhas diárias)
Gonçalves <i>et al.</i> (2023); Ferreira e Ribeiro (2022) Damasceno <i>et al.</i> (2020);	Mastite.

Fonte: o próprio autor (2025).

2.1.1 Qualidade na Ordenha

A ordenha constitui o ponto crítico de controle na bovinocultura de leite, sendo o estágio determinante para o estabelecimento dos indicadores de Contagem Bacteriana Total (CBT) e Contagem de Células Somáticas (CCS). A redução da carga microbiológica depende da adoção de protocolos de manejo consolidados, tais como o teste da caneca de fundo escuro, voltado à detecção de mastite clínica e descarte dos primeiros jatos; o pré-dipping, para desinfecção dos tetos e redução da microbiota superficial; e o pós-dipping, que visa a selagem do canal do teto para prevenir infecções ascendentes no período interordenha.

A eficácia desses procedimentos é amplamente documentada, contudo, a adesão entre produtores é heterogênea. Baron (2016) observa que produtores integrados a programas de qualidade industrial apresentam índices de conformidade superiores (78,6%) aos produtores independentes (53,6%). Outras variáveis que impactam diretamente a qualidade incluem a higienização de equipamentos e o manejo térmico do leite, conforme detalhado no compilado de pesquisas subsequente (Quadro 2).

Quadro 2 - Compilado de pesquisas sobre as principais práticas de manejo que influenciam na qualidade do leite bovino.

Autores	Práticas de manejos
Santos, Biângulo e Pereira (2023) Ózsvári e Ivanyos (2022) Paliy <i>et al.</i> (2022) Kirsano <i>et al.</i> (2020) Skarbye <i>et al.</i> (2020)	Limpeza de ordenhadeira e equipamentos
Rust <i>et al.</i> (2023) Huang e Kusaba (2022) Swinkels <i>et al.</i> (2021)	Realização do Califórnia <i>Mastitis Test</i> -CMT
Borshch <i>et al.</i> (2023) Reichler <i>et al.</i> (2020) Cockburn <i>et al.</i> (2019)	Instalações
López-Carlos <i>et al.</i> (2023) Vaculík <i>et al.</i> (2021) Silva <i>et al.</i> (2018)	Qualidade da água
Soares <i>et al.</i> (2023) Santos <i>et al.</i> (2021)	Tanques de refrigeração comunitária
Silva <i>et al.</i> (2020) Ribeiro Júnior <i>et al.</i> (2018) Capodifoglio <i>et al.</i> (2016) Reche <i>et al.</i> (2015)	Refrigeração
Felipus <i>et al.</i> (2023) Belmar-Paredes <i>et al.</i> (2022) Dijkink <i>et al.</i> (2021) Koczura <i>et al.</i> (2020) Tryhuba <i>et al.</i> (2019) Kable <i>et al.</i> (2016) Cunha <i>et al.</i> (2013)	Coleta e transporte

Fonte: o próprio autor (2025).

2.1.2 Qualidade na Cadeia Produtiva do Leite

A necessidade de alinhamento com padrões internacionais de segurança alimentar, impulsionada pela inserção do Brasil em mercados globais e sua aproximação com a OCDE, exige a profissionalização dos sistemas produtivos (Baumann, 2021). Embora o país figure como o terceiro maior produtor mundial, sua presença no mercado externo permanece marginal devido à carência de estratégias de exportação e padronização (Leite, 2020).

A produção nacional é marcada pela coexistência de sistemas extensivos e intensivos. Os modelos baseados em pastagem, predominantes em pequenas propriedades, focam no aproveitamento de forrageiras e apresentam viabilidade econômica sob baixo investimento (Zulpo; Carvalho, 2020). Estudos indicam que o pastejo rotativo e a suplementação estratégica podem otimizar a composição química do leite e a eficiência ambiental (Delfino *et al.*, 2020; McKay *et al.*, 2022), conforme as evidências teóricas organizadas no **Quadro 3**:

Quadro 3 – Compilado teórico sobre sistemas extensivos de produção de leite bovino
(continua)

Referência	Título	Objetivo do estudo	Resultados
Dias <i>et al.</i> (2022)	Efeito do manejo do pastejo e suplementação nitrogenada sobre a produção de leite a pasto	Avaliar os efeitos dos manejos do pastejo ponta e repasse combinados a substituição parcial da proteína do suplemento por nitrogênio ureico sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, composição do leite e balanço de nitrogênio de vacas primíparas da raça Girolanda.	A combinação entre o suplemento sem ureia e o manejo de pastejo de ponta apresentou maior ingestão e retenção de nitrogênio e maior N retido (%N digerido). A combinação entre o suplemento contendo 21% de nitrogênio ureico e o pastejo de ponta pode ser utilizada sem prejuízos aos parâmetros nutricionais e produtivos das vacas.
Mckay <i>et al.</i> (2022).	Impacto de uma estratégia de alimentação com ração mista total ou baseada em pasto/silagem de pasto nos estágios iniciais da lactação de vacas leiteiras de parto na primavera sobre a produção de leite, composição e parâmetros selecionados de processabilidade do leite	Investigar o efeito da estratégia de alimentação na produção de leite em sistema de pastagem, composição e parâmetros de processabilidade selecionados nos estágios iniciais da lactação.	Vacas alimentadas com uma dieta baseada em pasto/silagem de pasto produziram leite com um tempo de coagulação de coalho desejável para processamento de leite, enquanto o maior teor de nitrogênio ureico no leite de vacas oferecidas com sistemas baseados em pastagem não impactou a processabilidade do leite.
Mazzeto <i>et al.</i> (2020).	Comparação da eficiência ambiental da produção de leite e carne bovina por meio da avaliação do ciclo de vida de sistemas pecuários interconectados.	Avaliar múltiplas cargas ambientais da produção de laticínios, expandindo os limites do LCA para considerar sistemas de produção acoplados de laticínios e carne bovina e consequências para fazendas de carne bovina em sistemas extensivos.	Fazendas leiteiras especializadas produziram leite com as menores pegadas de carbono e terra, mas fazendas de produção de leite e carne bovina de dupla finalidade resultaram em menores emissões gerais de gases de efeito estufa para a entrega de um kg de leite.
Delfino <i>et al.</i> (2020).	Influência do sistema de produção na produtividade de leite no interior do estado de São Paulo, Brasil	Avaliar a influência do sistema de produção sobre a produtividade de leite em propriedades rurais da microrregião de Birigui, São Paulo, Brasil.	O pastejo rotativo supera o semiconfinamento na produção de leite, com manejo adequado de pastagens. A eficiência exige integração entre produção e reprodução, além de foco em sustentabilidade e bem-estar animal por toda a cadeia.

Quadro 3 – Compilado teórico sobre sistemas extensivos de produção de leite bovino (conclusão)

Referência	Título	Objetivo do estudo	Resultados
Zulpo e Carvalho (2020).	Análise econômica de dois sistemas de produção de leite no meio-oeste catarinense	Avaliou a viabilidade econômica de dois sistemas, comparando-os entre si: o sistema <i>compost barn</i> (CB) e o sistema à base de pastos (BP), por meio de simulação, considerando uma superfície agrícola útil idêntica.	Concluiu-se que o sistema CB não apresenta viabilidade econômica para o cenário econômico considerado, ao passo que o sistema BP possui menor risco de investimento e demonstra viabilidade mesmo em cenários econômicos depreciados.
Cardoso <i>et al.</i> (2017).	Produção e composição química do leite de vacas em lactação mantidas a pasto submetidas à diferentes sistemas alimentares	Avaliar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, a produção e a composição química do leite de vacas em lactação mantidas a pasto sob diferentes sistemas alimentares: pasto exclusivo (PE); pasto com cana-de-açúcar e ureia (PCU); pasto com 4 kg/dia de suplemento concentrado (PSC); pasto com silagem de sorgo e 2 kg/dia de suplemento concentrado (PSC); e pasto com silagem de sorgo (PSS).	Para vacas mestiças Holandês x Zebu com produção média de 15 kg/dia, a pesquisa recomenda o sistema alimentar de pasto exclusivo da gramínea <i>Urochloa decumbens</i> durante a primavera e verão. Apesar de não atender totalmente às exigências nutricionais para o desempenho desejado, esse sistema é considerado mais viável para a produção e composição química do leite.
Silva <i>et al.</i> (2008).	Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais - Paraná	Avaliar a rentabilidade da produção de leite no sistema de produção integração lavoura pecuária.	A suplementação de 20% teve melhor desempenho econômico, e o uso de pastagem reduziu custos e aumentou a flexibilidade produtiva.

Fonte: o próprio autor (2025)

Em contrapartida, os sistemas intensivos ganham relevância pela capacidade de controle ambiental e nutricional. Destacam-se o *Free Stall*, caracterizado por baias individuais e camas inertes, e o *Compost Barn*, baseado em cama coletiva de compostagem que prioriza o bem-estar animal (Leso *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2022).

A transição para esses modelos dotados de maior densidade tecnológica é catalisada pelas exigências da IN 77, que condiciona a viabilidade da coleta de leite à manutenção das médias geométricas de CBT e CCS dentro dos

limites regulatórios. Sob essa perspectiva, a escolha do sistema deixa de ser apenas uma decisão operacional para tornar-se um imperativo de conformidade.

Quadro 4 – Compilado teórico sobre sistemas intensivos de produção de leite bovino
(continua)

Referência	Título	Objetivo do estudo	Resultados
Guesine <i>et al.</i> (2023)	Características físicas e ambientais do sistema <i>Compost Barn</i> e seus efeitos na integridade física, reprodução e produção de leite de gado leiteiro: uma revisão de escopo.	Revisão bibliográfica sobre os efeitos do sistema <i>Compost Barn</i> na integridade física, reprodução e produção de leite de gado leiteiro.	Analisar a demanda crescente por dados regionais no Brasil para comparar o sistema <i>Compost Barn</i> quanto à eficiência energética e desempenho temporal.
Albino, <i>et al.</i> (2018)	Comparação de populações bacterianas em material de cama, nas extremidades dos tetos e no leite de vacas alojadas em celeiros com cama de composto.	Observar as relações entre a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem de bactérias no leite, nas extremidades dos tetos de vacas lactantes e em amostras de composto da camada aerada do pacote de cama de composto.	Apesar de correlações moderadas entre pontuação de higiene, CCS e população bacteriana, a pontuação de higiene mostrou-se ineficaz para estimar a carga bacteriana no leite e nos tetos."
Jeffrey, <i>et al.</i> (2024)	Relação entre o tipo de instalação e a bacteriologia do leite do tanque a granel, a saúde do úbere, a higiene do úbere e a produção de leite em fazendas leiteiras orgânicas de Vermont.	Determinar se a qualidade do leite do tanque a granel, a saúde do úbere, a higiene do úbere e os resultados da produção de leite estavam associados ao tipo de instalação em laticínios orgânicos	A qualidade do leite e os resultados da saúde do úbere não diferiram por tipo de instalação
Lombardo, <i>et al.</i> (2010)	Associações entre higiene das vacas, lesões no jarrete e uso de <i>Free Stall</i> baias livres em fazendas leiteiras.	Avaliou medidas de conforto de vacas alojadas em sistemas <i>Free Stall</i> nos EUA.	Os sistemas <i>Free Stall</i> maiores, com camas maiores e menos obstruídas melhorou o uso das baias.
Galama, <i>et al.</i> (2020)	Revisão do simpósio: Futuro das edificações para gado leiteiro.	Descrever mudanças recentes e desenvolvimentos esperados em sistemas de alojamento para vacas leiteiras.	Sistemas de alojamento visam sustentabilidade, bem-estar e eficiência, com inovações em materiais, espaço e microclimas.

Quadro 4 – Compilado teórico sobre sistemas intensivos de produção de leite bovino (conclusão)

Referência	Título	Objetivo do estudo	Resultados
Leso, <i>et al.</i> (2020).	Revisão convidada: <i>Compost Barn</i> – (CB) para vacas leiteiras.	Analisar o conhecimento científico atual sobre o sistema <i>Compost barn</i> .	As melhorias na saúde das vacas podem compensar os custos mais altos da cama.
Silveira, <i>et al.</i> (2023).	Influência do período seco e chuvoso sobre a contagem de células somáticas e ocorrência de mastites em vacas alojadas em sistema <i>free stall</i> .	Avaliar a epidemiologia da mastite (grupos bacterianos e CCS) em uma propriedade de significativa produção no sudoeste goiano com vacas confinadas em sistema de <i>Free stall</i> .	Uma maior prevalência de mastite clínica e subclínica no período chuvoso, seja de origem contagiosa ou ambiental, bem como maiores valores de CCS no rebanho
Tse, <i>et al.</i> (2018).	Impacto dos sistemas de ordenha automática nos relatórios dos produtores de gado leiteiro sobre o gerenciamento do trabalho de ordenha, produção de leite e qualidade do leite.	Documentar o impacto da adoção de sistemas de ordenha automática em fazendas com relação às mudanças relatadas no gerenciamento do trabalho de ordenha, produção de leite, qualidade do leite.	A adoção de sistemas de ordenha automática (AMS) em fazendas leiteiras reduz a mão de obra e aumenta a produção de leite, mas tem pouco efeito na qualidade do leite.
Breitenbach, (2018).	Viabilidade econômica de sistemas de produção leiteiro semi-confinados, Free-Stall e Compost Barn.	A pesquisa avaliou produtividade, custos e viabilidade econômica de sistemas leiteiros no RS.	Sistemas semi-confinados geram maior retorno, com Free-Stall apresentando os piores resultados econômicos.
Kostomakhin, <i>et al.</i> (2020).	Características produtivas de vacas submetidas a diferentes tecnologias de alojamento.	Estudar as características produtivas de vacas em diferentes condições de alojamento.	Baias livres melhoram a reprodução, produção e estabilidade do leite, mantendo teores de gordura e proteína.
Silva, <i>et al.</i> (2019).	Análise de rentabilidade de sistemas de produção de leite em <i>compost barn</i> e <i>free stall</i> : um comparativo.	Analisou-se a rentabilidade dos sistemas <i>compost barn</i> e <i>free stall</i> para orientar a escolha da instalação.	<i>Compost barn</i> e <i>free stall</i> têm margens positivas, mas a escolha depende de manejo, produtividade, saúde e ambiente.
Lopes, <i>et al.</i> (2020).	Produção de leite em estábulos com <i>compost barn</i> e <i>free stall</i> : uma análise de lucratividade.	Analisar, comparativamente, a lucratividade dos sistemas de produção de leite <i>compost barn</i> e <i>free stall</i> .	A escolha do sistema deve considerar manejo, produtividade, reprodução, saúde, ambiente, água e cama.

Fonte: o próprio autor (2025)

2.2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA APLICADA À QUALIDADE DO LEITE CRU

A regulação do setor lácteo no Brasil é composta por um conjunto de Instruções Normativas (IN), Resoluções, Portarias e Decretos que estabelecem critérios de identidade e qualidade desde a origem até o consumo. Santana e Fagnani (2014) destacam a divisão de competências entre o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que fiscaliza as etapas produtivas e industriais, e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), responsável pelo alimento pronto para o consumo.

Embora as definições jurídicas sejam claras, Betioli (2013) ressalta que a multiplicidade de termos gera confusão entre técnicos e estudantes. Nesse sentido, os instrumentos normativos possuem funções distintas: enquanto as portarias orientam a administração e ganham força de lei ao regulamentar normas superiores (Faria, 2004), as instruções normativas detalham a aplicação de leis e decretos no âmbito da Administração Pública (Carvalho Filho, 2007). Já as resoluções, embora formalmente emanadas do Congresso Nacional, também são utilizadas por secretarias estaduais com funções equivalentes às portarias ministeriais (Betioli, 2013; Faria, 2004).

2.2.1 Evolução das Instruções Normativas

O aperfeiçoamento da qualidade do leite nacional fundamenta-se no Programa Nacional de Qualidade do Leite (PNQL), que visa assegurar a segurança alimentar e a competitividade do setor. O respaldo jurídico do programa reside no Decreto nº 9.013/2017, o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), que institui a fiscalização de todas as etapas, da sanidade do rebanho à expedição industrial (Brasil, 2017).

Historicamente, o processo de modernização iniciou-se com a Portaria nº 56/1999, que introduziu o resfriamento obrigatório nas fazendas e a coleta a granel (Dürr, 2004). Em 2002, a IN nº 51 estabeleceu os primeiros padrões para os diferentes tipos de leite e iniciou o monitoramento laboratorial mensal da Contagem Padrão em Placas (CPP) e da Contagem de Células Somáticas (CCS) (Brasil, 2002).

Quadro 5 - Padrões de qualidade do leite estabelecidos na Instrução Normativa Nº 51/2002

Regiões	Períodos e Índice medido (por propriedade rural ou tanque comunitário)			
	Até 01/07/2005	De 01/07/2005 até 01/07/2008	De 01/07/2008 até 01/07/2011	A partir de 01/07/2011
Sul, Sudeste e Centro- Oeste	Até 01/07/2005	De 01/07/2005 até 01/07/2008	De 01/07/2008 até 01/07/2011	A partir de 01/07/2011
Norte e Nordeste	Até 01/07/2007	De 01/07/2007 até 01/07/2010	De 01/07/2010 até 01/07/2012	Até 01/07/2012
Contagem Padrão em Placas (CPP/mL)	$1,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$7,5 \times 10^5$	$1,0 \times 10^5$ (individual) $3,0 \times 10^5$ (conjunto)
Contagem de Células Somáticas (cél/mL)	$1,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$7,5 \times 10^5$	$4,0 \times 10^5$

Fonte: Adaptado de Brasil (2002).

A IN nº 51/2002 previa um escalonamento rigoroso de índices que, posteriormente, foi alterado pela IN nº 62/2011 após proposição da Embrapa Gado de Leite. Esta nova norma revogou classificações anteriores (Tipos B e C) e redefiniu os prazos de conformidade regional (Brasil, 2011).

Quadro 6 - Padrões de qualidade do leite estabelecidos na Instrução Normativa nº 62 de 2011

Regiões	Períodos e Índice medido (por propriedade rural ou tanque comunitário)			
	De 01/07/2008 até 31/12/2011	De 01/01/2012 até 30/06/2014	De 01/07/2014 até 30/06/2016	A partir de 01/07/2016
Sul, Sudeste e Centro- Oeste	De 01/07/2008 até 31/12/2011	De 01/01/2012 até 30/06/2014	De 01/07/2014 até 30/06/2016	A partir de 01/07/2016
Norte e Nordeste	De 01/07/2010 até 31/12/2012	De 01/01/2013 até 30/06/2015	De 01/07/2015 até 30/06/2017	A partir de 01/07/2017
Contagem Padrão em Placas (UFC/mL)	$7,5 \times 10^5$	$6,0 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^5$
Contagem de Células Somáticas (cél/mL)	$7,5 \times 10^5$	$6,0 \times 10^5$	$5,0 \times 10^5$	$4,0 \times 10^5$

Fonte: Adaptado de Brasil (2011).

Após novas prorrogações estabelecidas pela IN nº 07/2016 e pela IN nº 31/2018, o Ministério promoveu uma reestruturação completa da legislação, culminando na publicação das Instruções Normativas nº 76 e 77 em novembro de 2018. Estas normas revogaram os dispositivos anteriores e introduziram maior objetividade aos Programas de Autocontrole (PAC), abrangendo desde o georreferenciamento de propriedades até planos detalhados de qualificação de fornecedores e transportadores.

2.2.2 Instruções Normativas nº 76 e 77 de 2018

A consolidação das INs 76 e 77 reflete a pressão por adequação aos padrões da Organização Mundial do Comércio (OMC) e a crescente exigência do consumidor por segurança alimentar e bem-estar animal (Caleffe; Langoni, 2015; Mello *et al.*, 2023). A IN nº 76 fixa os requisitos técnicos do leite cru refrigerado, exigindo resfriamento imediato na fazenda a até 4 °C e transporte à indústria em temperatura máxima de 7 °C (Brasil, 2018b).

A refrigeração é crucial para o controle da microbiota. O leite, por sua composição rica em nutrientes e pH neutro, favorece a proliferação de bactérias mesófilas (20 °C a 40 °C) e psicotróficas, que se multiplicam abaixo de 7 °C (Paulo *et al.*, 2021; Santos; Fonseca, 2001;). O manejo higiênico rigoroso associado ao armazenamento de no máximo 48 horas é essencial para mitigar esses contaminantes (Gualberto *et al.*, 2024; Santos *et al.*, 2009). Compositivamente, a norma exige um teor mínimo de sólidos totais de 11,4 g/100g, conforme detalhado nos parâmetros físico-químicos apresentados no **Quadro 7**.

Quadro 7 – Parâmetros físico-químicos estabelecidos pela instrução normativa nº 76 de 2018.

Parâmetros físico-químicos	Valores referência
Teor mínimo de gordura para leite integral	3,0 g por 100 g de leite
Teor mínimo de proteína total	2,9 g por 100 g de leite
Teor mínimo de lactose anidra	4,3 g por 100 g de leite
Teor mínimo de sólidos não gordurosos	8,4 g por 100 g de leite
Teor mínimo de sólidos totais	11,4 g por 100 g de leite
Acidez titulável	0,14 g a 0,18 g de ácido láctico por 100 mL de leite
Estabilidade ao alizarol 72% (volume por volume)	Estável ou não estável
Densidade relativa	1,028 a 1,034 a uma temperatura de 15 °C
Índice crioscópico	entre -0,530 °H e -0,555 °H (graus Hortvet)

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

O monitoramento laboratorial é realizado pela Rede Brasileira de Laboratórios de Controle de Qualidade do Leite (RBQL), composta por unidades credenciadas como o PARLEITE no Paraná. As análises mensais devem observar limites de CPP (máximo de 300.000 UFC/mL na propriedade) e CCS (limite de 500.000 células/mL). O cálculo dos resultados é realizado por média geométrica trimestral para atenuar o impacto de valores extremos e refletir a distribuição logarítmica das contagens (Santos, 2002).

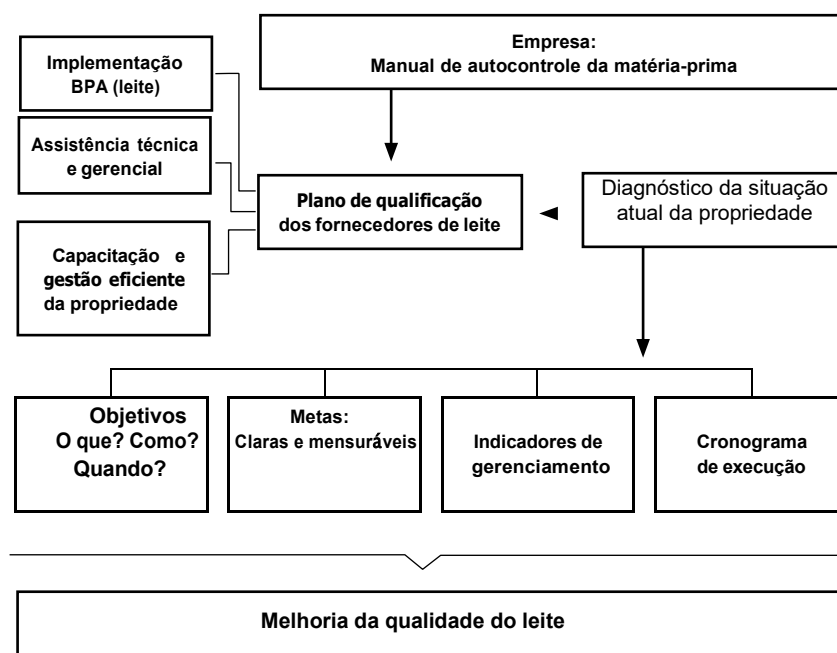
Quadro 8- Requisitos microbiológicos de contagem padrão em placas (CPP) permitidas no leite cru refrigerado na propriedade rural e no armazenamento da indústria de acordo com a instrução normativa nº 76 de 2018.

	Requisitos	Limites
Produtor	CPP/mL	Máximo 300.000
Silo	(Indústria) CPP/mL	Máximo 900.000

Fonte: Adaptado de Brasil (2018b).

A conformidade exige a ausência de resíduos de antibióticos ou substâncias adulterantes (como neutralizantes e conservantes). Simultaneamente, a IN nº 77 estabelece a obrigatoriedade do Plano de Qualificação de Fornecedores (PQFL), que integra assistência técnica e treinamento semestral para produtores e transportadores (**Figura 01**).

Figura 1 – Critérios exigidos para a implementação do plano de qualificação dos fornecedores de leite



Fonte: Adaptado de Brasil (2024)

O diagnóstico da propriedade é o estágio inicial para a implementação das Boas Práticas Agropecuárias (BPA), focando em saúde animal, higiene de ordenha e gestão socioeconômica. O monitoramento desses planos é auditado anualmente pelas empresas e fiscalizado pelo MAPA. Avanços técnicos e a

profissionalização da gestão são indispensáveis para garantir a lucratividade e a sustentabilidade da cadeia frente ao rigor fiscalizatório (Both, 2024; Junior, 2016).

Diversos estudos científicos corroboram que, embora existam carências de assistência técnica, a adesão às normativas é o principal caminho para a melhoria da qualidade do leite bovino no país (**Quadro 9**).

Quadro 9– Compilado de artigos sobre a adoção das orientações das instruções normativas nº 76 e 77 de 2018.

Autores	Conclusões
Fulber <i>et al.</i> (2024)	Observou-se uma carência na capacitação dos produtores de leite em Toledo, destacando a necessidade de adequar fatores que afetam a qualidade do leite. Muitas propriedades necessitam de acompanhamento profissional para entender e lidar com afecções e outros fatores que impactam a produção, a fim de atender às exigências das instruções normativas 76 e 77 e garantir um produto de qualidade.
Fanin <i>et al.</i> (2023)	A alta contagem de células somáticas afeta negativamente os percentuais de gordura e sólidos totais e, apesar dos avanços tecnológicos, muitos produtores ainda têm dificuldades para atender à legislação brasileira sobre qualidade do leite.
Gonçalves <i>et al.</i> (2023)	As principais políticas públicas para o setor leiteiro são o PQFL, o Programa Mais Leite Saudável e o PNQL, além de ações de sustentabilidade ambiental implementadas pelos produtores brasileiros.
Lopes <i>et al.</i> (2022)	Boas Práticas Agrícolas (BPA) durante a ordenha podem reduzir efetivamente a Contagem Padrão em Placas (CPP) e a Contagem de Células Somáticas (SCC) no leite de vaca cru, mas um programa de controle de mastite é necessário para uma melhoria significativa.
Sommer e Richter (2022)	Mesmo com medidas de controle, assistência técnica e extensão rural, ainda podem ocorrer falhas na pecuária leiteira em diversas regiões do Brasil, as quais podem ser minimizadas por meio de assistência técnica e extensão rural.
Santana <i>et al.</i> (2021)	É necessário aprimorar as boas práticas de higiene em todo o processo de obtenção e manutenção do leite cru refrigerado para melhorar a qualidade do leite bovino e atender aos requisitos da legislação federal.
Arbello <i>et al.</i> (2021)	Conclui-se que o leite dos produtores analisados atende, em sua maioria, os requisitos físico-químicos e microbiológicos estabelecidos pela legislação, o que indica uma preocupação por parte destes produtores com qualidade.

Fonte: o próprio autor.

2.3 PLANO DE QUALIFICAÇÃO DOS FORNECEDORES DE LEITE

O Plano de Qualificação de Fornecedores de Leite (PQFL), instituído pela Instrução Normativa nº 77 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), objetiva promover a melhoria contínua da cadeia produtiva láctea. Sua estrutura fundamenta-se na organização, padronização e segurança dos processos, mediadas pela implantação das Boas Práticas Agropecuárias (BPA).

O plano abrange desde o controle sanitário animal até garantias de manejo voltadas ao bem-estar animal, visando assegurar a conformidade na produção e captação do leite (Brasil, 2018c). A responsabilidade técnica e operacional pela elaboração e implementação dos planos recai sobre os laticínios. Para que os objetivos propostos sejam alcançados, a gestão deve integrar de forma sistêmica o planejamento, o monitoramento, a execução de ações corretivas e a realização de auditorias.

O processo inicia-se com um diagnóstico situacional dos fornecedores, instrumento essencial para a identificação de gargalos produtivos e para a validação das práticas já adotadas. Esse diagnóstico é operacionalizado por meio de um *checklist* oficial, desenvolvido pela Coordenação de Boas Práticas e Bem-estar Animal (CBPA/MAPA), aplicado *in loco* nas propriedades fornecedoras.

Este instrumento de avaliação permite a categorização dos fornecedores a partir de dados demográficos, estruturais e produtivos, examinando 16 parâmetros em conformidade com as Instruções Normativas nº 76 e nº 77 (Brasil, 2018b; 2018c). A partir desse levantamento, as indústrias direcionam seus esforços à verificação do Programa de Boas Práticas Agropecuárias (BPA), que compreende o conjunto de procedimentos destinados a garantir a inocuidade do produto e a eficiência das instalações e da mão de obra.

Figura 2 – Componentes do programa de boas práticas agropecuárias (BPA), contemplados no plano de qualificação de fornecedores de leite (PQFL)



Fonte: Adaptado de Viva Lácteos (2019).

Os itens que compõem o Programa de BPA são detalhados em diversos subitens que caracterizam minuciosamente as práticas de manejo. A conformidade nestes indicadores reflete diretamente na qualidade do leite captado. Os dados, coletados via assistência técnica e armazenados em sistemas físicos ou eletrônicos, permitem a estratificação dos produtores conforme critérios como volume diário, nível tecnológico, perfil microbiológico (Contagem Bacteriana Total) e celular (Contagem de Células Somáticas), facilitando a aplicação dirigida das BPA (Brasil, 2018b; Viva Lácteos, 2019).

A literatura reforça a importância de métodos robustos de avaliação. Okano *et al.* (2013) destacam que a construção de indicadores abrangendo genética, nutrição e sanidade é fundamental para identificar áreas deficitárias. Complementarmente, Vieira *et al.* (2020) sugerem que a categorização considere variáveis operacionais, como o tipo de ordenha e o sistema de resfriamento, fatores que discriminam o perfil tecnológico das propriedades.

Essa diferenciação evidencia a heterogeneidade do setor leiteiro nacional, marcado pela coexistência de grandes unidades tecnificadas e uma vasta base de pequenos produtores familiares (IPARDES, 2009). No contexto regional, como no Paraná, observam-se desafios estruturais significativos, entre eles a predominância de rebanhos mestiços e o baixo investimento em melhoramento genético, fator que limita a produtividade (Martins *et al.*, 2019). Além disso, a subutilização de crédito rural, como o PRONAF, e a escassez de assistência técnica especializada dificultam a modernização e a viabilidade econômica de pequenas e médias propriedades (Martins *et al.*, 2019; Vieira *et al.*, 2020).

Diante de tais carências, a gestão de fornecedores torna-se estratégica para o laticínio. Após a categorização, o PQFL deve prever ações corretivas, treinamentos baseados nos parâmetros normativos e diretrizes internas da indústria, tais como protocolos de recepção, controle de resíduos de antibióticos e otimização logística (Leitão; Cardoso, 2019; Lobato; De Los Santos, 2019).

Finalmente, a eficácia do plano é assegurada pelo monitoramento contínuo, realizado por meio de laudos laboratoriais, relatórios de campo e *softwares* de gestão. A progressão para novos níveis de exigência das BPA ocorre à medida que as metas de conformidade são atingidas. Para tanto, é indispensável que os laticínios mantenham um cronograma rigoroso, definindo indicadores de desempenho, metas temporais e responsabilidades claras, garantindo que o PQFL cumpra seu papel de indutor da qualidade (Viva Lácteos, 2019).

2.4 INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E ENTALPIA SOBRE A QUALIDADE DO LEITE

Na pecuária leiteira, o estresse térmico configura-se como um dos principais entraves à eficiência produtiva e à preservação do bem-estar animal. Esse desafio assume proporções críticas em regiões de clima tropical e subtropical, como o Brasil, onde a incidência prolongada de altas temperaturas e elevada umidade é

constante. A literatura científica é categórica ao demonstrar os impactos deletérios do estresse calórico sobre a fisiologia, o comportamento e, sobretudo, o desempenho zootécnico de bovinos (Castro Junior, 2019).

As vacas em lactação apresentam maior vulnerabilidade a esse fenômeno devido ao elevado aporte metabólico requerido para a manutenção da homeostase e da produção de leite. Consequentemente, observa-se não apenas a redução no volume e na qualidade do produto final, mas também o comprometimento dos índices reprodutivos, evidenciado pela queda nas taxas de concepção e pela supressão da manifestação de estro (Bertocchi *et al.*, 2014; Herbut *et al.*, 2018).

O estresse térmico pode ser definido como a sobrecarga resultante de fatores ambientais que elevam a temperatura corporal, exigindo respostas fisiológicas para o restabelecimento do equilíbrio térmico (Dikmen e Hansen, 2009). Esse processo de controle biológico, a termorregulação, fundamenta-se no balanço entre a produção de calor metabólico e as trocas térmicas com o meio. Enquanto as perdas de calor sensível (condução, convecção e radiação) prevalecem em condições moderadas, os mecanismos de calor latente (evaporação via sudorese e polipneia) tornam-se os principais dissipadores de energia em ambientes quentes (Renaudeau *et al.*, 2011).

Diante da complexidade dessas trocas, a avaliação precisa do microclima torna-se essencial. Embora o conforto térmico seja tradicionalmente mensurado por variáveis isoladas, como a temperatura de bulbo seco e a umidade relativa, uma análise confiável exige índices que integrem os múltiplos fatores determinantes do balanço térmico animal (Castro Junior, 2019).

Nesse contexto, a entalpia específica do ar emerge como um indicador psicrométrico robusto para a caracterização do ambiente. Fisicamente, a entalpia quantifica a energia total contida em uma massa de ar seco (kJ/kg), integrando simultaneamente os efeitos da temperatura e da umidade (Britto, 2010). A relevância desse índice reside em sua capacidade de associar o calor sensível (temperatura) ao calor latente (energia associada ao vapor d'água). Ao refletir a carga térmica total, a entalpia descreve com maior precisão as condições necessárias para a manutenção da homeotermia, consolidando-se como variável decisiva no planejamento de estratégias de mitigação (Baêta; Souza, 2010).

A aplicação da entalpia como métrica de ambiência, proposta inicialmente por Albright (1990), foi adaptada e validada para as condições tropicais

brasileiras por Rodrigues *et al.* (2011). Esses autores estabeleceram faixas de conforto específicas para diferentes espécies zootécnicas, permitindo que a entalpia se tornasse um critério técnico superior para o dimensionamento de instalações e manejo ambiental, superando índices baseados em combinações simplistas de variáveis.

Ademais, embora a entalpia ofereça uma visão integrada, variáveis isoladas mantêm influências específicas. A radiação solar direta, por exemplo, eleva significativamente o ganho de calor radiante, o que pode aumentar a contagem de células somáticas (CCS) e comprometer a saúde da glândula mamária (Nakamura *et al.*, 2012). Paralelamente, a precipitação influencia a umidade do solo e das instalações, podendo atuar como fator de risco para a sanidade do úbere (Delfino *et al.*, 2024). Portanto, a integração da entalpia com a análise de variáveis complementares proporciona uma compreensão holística e precisa da ambiência em sistemas de produção de leite.

2.5 TREINAMENTOS E PROGRAMAS DE QUALIFICAÇÃO

A Instrução Normativa nº 77/2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2018c) estabelece, em seu Artigo 6º, a obrigatoriedade de laticínios manterem planos de qualificação de fornecedores como parte de seus programas de autocontrole. Tais planos devem abranger assistência técnica, gerencial e a capacitação contínua de fornecedores e colaboradores, focando na gestão da propriedade, boas práticas agropecuárias e qualidade do leite (Brasil, 2018b; 2018c).

Nesse contexto, o treinamento é definido como um esforço planejado para a aquisição de competências (conhecimentos, habilidades e atitudes - CHAs) que resultem em maior eficiência operacional (Noe *et al.*, 2020; Pantoja *et al.*, 2000). Segundo Afriati e Ahmad (2022), o investimento em desenvolvimento exerce influência direta no desempenho funcional.

Contudo, a eficácia dessas ações exige estratégias distintas para os dois públicos-alvo: os fornecedores, que apresentam um perfil heterogêneo quanto a aspectos culturais, econômicos e tecnológicos, exigindo sensibilidade às suas particularidades para garantir a aceitação das instruções (Mills *et al.*, 2020); e os colaboradores, que atuam em condições mais regulares, geralmente nas sedes das

empresas, o que permite a aplicação de práticas pedagógicas mais padronizadas.

A literatura de Treinamento, Desenvolvimento e Educação (TD&E) ressalta que essas ações devem ser executadas sistematicamente para superar lacunas de desempenho e adaptar a mão de obra a novas tecnologias (Abbad *et al.*, 2012; Araújo *et al.*, 2019). Para a sustentabilidade das empresas, a transferência da aprendizagem para o ambiente de trabalho é vista como ferramenta estratégica (Abbad; Andrade, 2014), demandando avaliação constante para sanar falhas no sistema instrucional e melhorar o suporte organizacional (Araújo, 2017; Borges-Andrade, 2012).

2.5.1 Fundamentos Teóricos e Tipos de Treinamentos

A aprendizagem, sob a ótica clássica, varia desde a modificação comportamental via reforço (Skinner, 1972) até a construção social de conhecimentos e a internalização de conceitos na "zona de desenvolvimento proximal" (Vygotsky, 2007; Oliveira, 2023). Do ponto de vista da neurociência, o processo é consolidado pela neuroplasticidade, por meio da qual estímulos e experiências moldam conexões sinápticas permanentes (Cosenza; Guerra, 2011; Costa, 2023).

No público adulto, predominante nas ações de TD&E, aplica-se a andragogia, que valoriza a autonomia, a experiência prévia e a motivação intrínseca do aprendiz (Oliveira; Maciel, 2024). No setor pecuário, essas ações frequentemente ocorrem em ambientes de educação não-formal, exigindo que o mentor adapte o conteúdo à realidade rural (Pratiwi; Suzuki, 2020).

Estruturalmente, a formação divide-se entre treinamento (curto prazo, focado em habilidades específicas) e desenvolvimento (longo prazo, focado em competências futuras) (Chiavenato, 2021; Milkovich; Boudreau, 2000). O **Quadro 10** sintetiza as principais modalidades estudadas:

Quadro 10 – Compilado de artigos sobre os principais métodos de treinamento

Autores	Tipos de treinamento
Santos e Neto (2024); Frögéli <i>et al</i> (2023); Godinho <i>et al</i> (2023); Barile <i>et al.</i> (2023). Reinhart <i>et al</i> (2021);	Integração (<i>onboarding</i>)
Espina-Romero <i>et al.</i> (2023) Marle <i>et al</i> (2023). Schislyaeva e Saychenko (2022); Sutil-Martín e Otamendi (2021); Ibrahim <i>et al.</i> (2017);	Comportamental (<i>soft skill</i>)
Cortesini e Witt (2023); Weritz (2022); Henderikx e Stoffers (2022).	Gerencial
Lamri e Lubart (2023); Wibowo <i>et al.</i> (2023); Laine <i>et al.</i> (2022); Iorio <i>et al.</i> (2022); Ströher <i>et al.</i> (2021); Passos <i>et al.</i> (2021); Tiherro <i>et al.</i> (2022); Da Silva <i>et al.</i> (2020);	Técnico-operacional (<i>hard skill</i>)

Fonte: o próprio autor (2025)

No agronegócio leiteiro, o treinamento técnico-operacional destaca-se como o mais eficiente por focar no manejo, transporte e processamento, impactando diretamente a qualidade final (Laine *et al.*, 2022). Entretanto, há uma carência crônica em gestão financeira e organizacional nas propriedades (Bassotto; Machado, 2020), o que pressiona os produtores a buscarem inovações tecnológicas para manterem a competitividade (Caldas *et al.*, 2020; Henrique *et al.*, 2020).

2.5.2 Vantagens Econômicas e Qualidade dos Treinamentos

O TD&E não deve ser visto apenas como custo, mas como investimento com retornos mensuráveis. A análise de custo-benefício deve contemplar despesas de pessoal, materiais e logística (Marras, 2011). A eficiência é verificada em dois níveis: a modificação do comportamento individual e o alcance das metas organizacionais (Chiavenato, 2008).

Estudos demonstram que capacitações em boas práticas na produção leiteira elevam a renda dos participantes e melhoram parâmetros microbiológicos e nutricionais do leite (Amenu *et al.*, 2020; Chander; Chand, 2022). Khode *et al.* (2021)

reforçam que o comportamento empreendedor é a variável determinante para que o conhecimento adquirido se transforme em resultado econômico.

2.5.3 Avaliação de Impacto dos Treinamentos

A comprovação do retorno sobre o investimento em capacitação fundamenta-se no sistema de TD&E, estruturado pelos subsistemas de diagnóstico, execução e avaliação (Abbad *et al.*, 2012). Conforme ilustrado na **Figura 3**, este sistema pressupõe um fluxo contínuo de informações que permite emitir juízos de valor sobre os resultados obtidos em ações isoladas ou conjuntos de atividades.

Figura 3 – Sistema de treinamento, desenvolvimento e educação (TD&E)



Fonte: Borges-Andrade (2006).

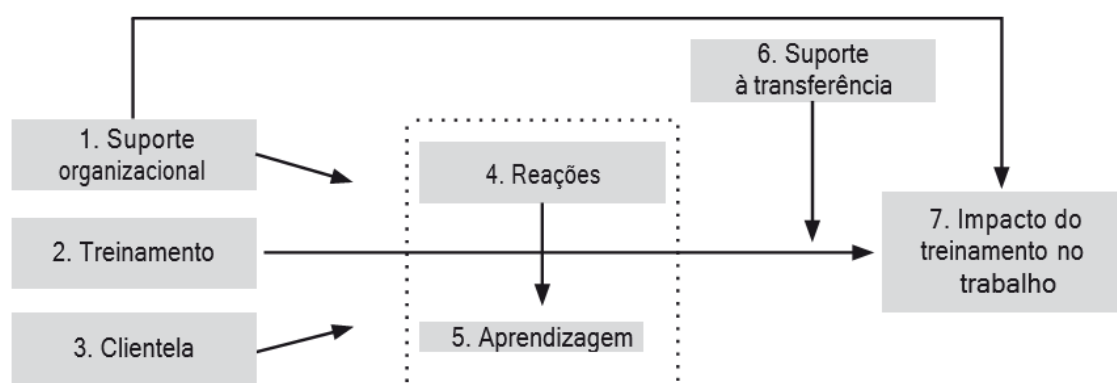
Historicamente, a avaliação de TD&E consolidou-se através dos modelos de Kirkpatrick (1976) e Hamblin (1978), que classificam os efeitos instrucionais em níveis hierárquicos. Os resultados imediatos são mensurados pela reação, que reflete a satisfação do participante quanto à utilidade e suporte do curso, e pela aprendizagem, definida como o grau de assimilação e retenção dos conteúdos (Abbad *et al.*, 2012; Borges-Andrade; Abbad; Mourão, 2012).

Essa aprendizagem é operacionalizada pelo desenvolvimento dos CHAs (conhecimentos, habilidades e atitudes). Propostos inicialmente por Parry (1997), os CHAs são elementos inter-relacionados essenciais para a execução eficaz de funções, servindo de base para aferir se o treinamento gerou competências aplicáveis ao ambiente de trabalho e, conseqüentemente, mudanças nos resultados globais da organização (Abbad *et al.*, 2012).

Ampliando essa análise, Borges-Andrade (2006) propõe o Modelo de Avaliação Integrado e Somativo (MAIS). Diferente das abordagens genéricas, o MAIS integra variáveis como necessidades de desempenho e características individuais, buscando avaliar a capacidade real do TD&E em gerar resultados concretos nos níveis individual, grupal e organizacional.

Nesta mesma linha de integração, Abbad *et al.* (2012) apresentam o Modelo IMPACT (Modelo Integrado de Avaliação do Impacto do Treinamento no Trabalho). Este modelo investiga a complexa relação entre o indivíduo, as características do treinamento e o contexto organizacional (**Figura 4**).

Figura 4 – Modelo de avaliação do impacto do treinamento no trabalho: IMPACT



Fonte: Abbad *et al.* (2012).

A eficácia de um programa, segundo Carmo e Abbad (2021), transcende a mera aquisição de conhecimento; ela reside na sua transferência para o cotidiano profissional. No modelo IMPACT, o "suporte à transferência" é uma variável crítica que ocorre no nível funcional e grupal. Isso significa que a aplicação do que foi aprendido é fortemente influenciada pelas interações com colegas, supervisores e pela cultura da equipe no ambiente imediato de trabalho.

Estudos multivariados conduzidos por Abbad *et al.* (2012) reforçam que a percepção de suporte organizacional, que abrange desde a gestão de desempenho até a valorização do colaborador, é multidimensional. Em suma, os efeitos permanentes de um treinamento no desempenho e nas atitudes dos participantes dependem, obrigatoriamente, de um ambiente organizacional que incentive e suporte o uso das novas habilidades adquiridas.

REFERÊNCIAS

- ABBAD, G. S.; BORGES-ANDRADE, J. E. Aprendizagem humana em organizações de trabalho. *In*: Zanelli, J. C.; Borges-Andrade, J. E.; Bastos, A. V. B. (org.). **Psicologia, organizações e trabalho no Brasil**. Porto Alegre: Artmed, 2014. p. 244-284.
- ABBAD, G.; PILATI, R.; BORGES, J. E.; SALLORENZO, L. H. Impacto do treinamento no trabalho - Medida em amplitude. *In*: ABBAD, G.; MOURÃO, L.; MENESES, P. P. M.; ZERBINI, T.; BORGES, J. E.; VILAS-BOAS, R. (org.). **Medidas de avaliação em treinamento, desenvolvimento e educação**: fundamentos para gestão de pessoas. Porto Alegre: Artmed, 2012. p. 145-162.
- AFRIATI, M. J.; AHMAD, M. Quality management human resource training and development. **Journal of Curriculum Indonesia**, Jakarta, n. 5, v. 1, p. 63-69, jun. 2022. Disponível em: <https://hipkinjateng.org/jurnal/index.php/jci/article/viewFile/59/56>. Acesso em: 05 set. 2024.
- AKERS, R. M. **Lactation and the mammary gland**. Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing, 2009.
- AKPAN, B. Condicionamento clássico e operante. *In*: AKPAN, Bem; KENNEDY, Teresa J. **Educação científica em teoria e prática**. Berlim: Springer, 2020. p.10-38.
- ALBINO, R. L.; TARABA, J. L.; MARCONDES, M. I.; ECKELKAMP, E. A.; BEWLEY, J. M. Comparação de populações bacterianas em material de cama, nas extremidades dos tetos e no leite de vacas alojadas em celeiros de carga com cama de composto. **Animal Production Science**, Melbourne, Victoria, Australia, v. 58, n. 1, p. 1686-1691, mar. 2018.
- ALBRIGHT, L. D. *Environment control for animals and plants*. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1990. 453 p. (ASAE Textbook, 4).
- ALESSIO, D. R. M., VELHO, J. P., MCMANUS, C., KNOB, D. A., VANCIN, F. R., ANTUNES, G. V.; DE CARLI, F. Lactose and its relationship with other milk constituents, somatic cell count, and total bacterial count. **Livestock Science**, Amsterdam, NL, n. 252, p. 104678, 2021.
- ALI, A. *et al.* Milk compositional study of metabolites and pathogens in the milk of bovine animals affected with subclinical mastitis. **Molecules**, Basel, Switzerland, v. 27, n. 1, p. 1-22, 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/molecules-27-08631-v2.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.
- ALVES, E. S. do A. *et al.* Post-dipping in milk production, composition, and quality. **Annual Research & Review in Biology**, Hooghly, India, v. 6, n. 12, p. 44-50, 2021. Disponível em: <https://journalarrb.com/index.php/ARRB/article/view/1718/3438>. Acesso em: 15 set. 2024.
- AMARAL, J. A. A. do; FREGNI, F. Fostering system thinking learning by combining problem-based learning and simulation-based learning approaches. **International**

Journal of Instruction, Berna, v. 14, n. 3, p. 1-16, jul. 2021. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1304695.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

AMENU, K. Milk symposium review: community-tailored training to improve the knowledge, attitudes, and practices of women regarding hygienic milk production and handling in Borana pastoral area of southern Ethiopia. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, n. 11, 2020. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(20\)30780-3/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(20)30780-3/pdf). Acesso em: 16 set. 2024.

ANDRADE, R. G. *et al.* Evolução recente da produção e da produtividade leiteira no Brasil. **Revista Foco**, Curitiba, v. 16, n. 5, p. 191-203, set. 2023. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/1888/1242>. Acesso em: 20 ago. 2024.

ARAUJO, M. C. S. Q.; ABBAD, G. S.; FREITAS, T. R. Avaliação de Aprendizagem, Reação e Impacto de Treinamentos Corporativos no Trabalho. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, DF, v. 35, n. 4, p. 1-11, 2019.

ARAUJO, M. C. S. Q.; ABBAD, G. S.; FREITAS, T. R. Avaliação qualitativa de treinamento. **Revista Psicologia Organizações e Trabalho**, Brasília, DF, v. 17, n. 3, p. 76-83, 2017. Disponível em: https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1984-66572017000300006&script=sci_arttext. Acesso em: 10 set. 2024.

ARBELLO, D. D. R. *et al.* Análise microbiológica e físico-química do leite produzido na cidade de Santana do Livramento–Rio Grande do Sul. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, SP, v. 10, n. 6, p. 1-11, mar. 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/15561-Article-202415-1-10-20210529.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais – conforto animal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010.

BAHARUDDIN; S. Implementação do condicionamento clássico na aprendizagem PAI Learning. **International Journal of Education and Curriculum Application**, Jacarta, n. 1, v. 3, p. 7-13, nov. 2020. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/reader/3660bccf2b2db151765984ab8e580e2baa2991f0>. Acesso em: 10 out. 2024.

BAHLO, C.; DAHLHAUS, P.; THOMPSON, H.; TROTTER, M. The role of interoperable data standards in precision farming in extensive livestock farming systems: a review. **Computers and Electronics in Agriculture**, London, v. 159, v. 156, jan. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169918312699>. Acesso em: 20 jun. 2024.

BARON, C. P.; SACHET, A. P.; SILVA-NETO, A. F.; FRANCISCATO, C. Caracterização das condições de higiene de ordenha na produção leiteira da agricultura familiar no município de Realeza - Sudoeste Paranaense. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 10, n. 4, p. 693-707, 2016. Disponível em:

<https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A4%3A7898820/detailv2?bquery=IS%201981-2965%20AND%20VI%2010%20AND%20IP%204%20AND%20DT%202016&page=1&sid=ebsco:ocu:record>. Acesso em: 16 dez. 2024.

BASSOTTO, L. C.; MACHADO, L. K. C. Gestão dos custos em uma propriedade leiteira familiar do sul de Minas Gerais. **ForScience**, Formiga, MG, v. 8, n. 2, p. 1-16, jul. 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/528-Texto%20do%20Artigo-4080-1-10-20201010.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

BAUMANN, R. Globalization, deglobalization and Brazil. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 42, n. 3, ago. 2022. Disponível em: <https://centrodeeconomiapolitica.org/repos/index.php/journal/article/view/2341/2285>. Acesso em: 04 set. 2024.

BAUMANN, R. O que esperar da membresia na OCDE? **Revista Tempo do Mundo**, Brasília, DF, v. 4, n. 25, ab. 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/revistas/index.php/rtm/article/view/296>. Acesso em: 10 set. 2024.

BELLI, C. Z. P. Qualidade do leite cru refrigerado obtido em unidades produtivas no Sudoeste do Paraná. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 16, n. 2, p. 109-120, nov. 2017. Disponível em: <file:///E:/REFER%C3%84NCIAS/7052-32085-1-PB.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2024.

BELMAR-PAREDES, G.; MONTEIRO, E.; LEONARDINI, O. A milk transportation problem with milk collection centers and vehicle routing. **ISA Transactions**, Pittsburgh, Pa, US, v. 122, n. 1, p. 294-311, mar. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0019057821002172?via%3Dihub>. Acesso em: 16 set. 2024.

BELOTI, Vanerli. **Leite**: obtenção, inspeção e qualidade. Londrina: Editora Planta, 2015. 417p.

BERTOCCI, L. *et al.* Seasonal variations in the composition of Holstein cow's milk and temperature–humidity index relationship. **Animal: The international journal of animal biosciences**, Amsterdam, NL, v. 8, n. 4, p. 667–674, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731114000032>

BETIOLI, A. B. Introdução ao direito. In: BETIOLI, A. B. **Introdução ao direito**. São Paulo: Saraiva, 2013. v. 16, p. 47-63.

BIANCONI, M. L.; CARUSO, F. Apresentação educação não-formal. **Ciência Cultura**, São Paulo, SP, v. 57, n. 4, p. 1, out. 2005. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252005000400013. Acesso em: 10 set. 2024.

BONAMIGO, A. *et al.* Diagnóstico de barreiras à produção de leite no sul do Brasil. **British Food Journal**, Londres, v. 120, 690-702. v. 120, n. 3, p. 690-702, mar. 2018. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BFJ-06-2017-0359/full/html>. Acesso em: 09 set. 2024.

BORGES, M. S.; GUEDES, C. A. M.; CASTRO, M. C. D. A gestão do empreendimento rural: um estudo a partir de um programa de transferência de tecnologia para pequenos produtores. **Revista de Ciências da Administração**, Florianópolis, v. 17, n. 43, p. 141-156, dez. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/2175-8077.2015v17n43p141>. Acesso em: 10 jul. 2024.

BORGES-ANDRADE, J. E. Avaliação integrada e somativa em TD&E. *In*: BORGES-ANDRADE J. E.; ABBAD, G. da S.; MOURÃO, L. (org). **Treinamento, desenvolvimento e educação em organizações e trabalho**: fundamentos para gestão de pessoas. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 343-58.

BORGES-ANDRADE, J. E.; ABBAD, G. S.; MOURÃO, L. Modelos de avaliação e aplicação em TD&E. *In*: ABBAD, G.; MOURÃO, L.; MENESES, P. P. M.; ZERBINI, T.; BORGES-ANDRADE, J. E.; VILAS-BOAS, R. (org.). **Medidas de avaliação em treinamento, desenvolvimento e educação**: Fundamentos para gestão de pessoas. Porto Alegre: Artmed, 2012. p. 20-35.

BORSHCH, O. V. *et al.* Ergonomic and economic indicators of milk production using different cow milking Technologies. **Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва**, Bila Tserkva, Ucrânia, v. 2, n. 1, p. 6-12, 2023. Disponível em: https://tvppt.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/pererobka/borshch_1_2023.pdf. Acesso em: 18 set. 2023.

BRADY, E. L. *et al.* The effect of nutritional management in early lactation and dairy cow genotype on milk production, metabolic status, and uterine recovery in a pasture-based system. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 104, n. 5, p. 5522-5538, 2021. Disponível em: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2821%2900205-8>. Acesso em: 16 set. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 1.812, de 8 de fevereiro de 1996**. Altera dispositivos do Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, que aprovou o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, alterado pelo Decreto nº 1.255, de 25 de junho de 1962. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/CCivil_03//decreto/1996/D1812impressao.htm. Acesso em: 10 set. 2024.

BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 10.003, 30 mar. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/arquivos-publicacoes-dipoa/perguntas-e-respostas-decreto-9-013-de-2017-regulamento-de-inspecao-industrial-e-sanitaria-de-produtos-de-origem-animal>. Acesso em: 10 set. 2024.

BRASIL. Instrução Normativa nº 62, 29 de junho de 2018. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 2, 2 jul. 2018a. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2018/08/INM00000031.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.

BRASIL. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 230, p. 9, 30 nov. 2018b. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2019/04/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-N%C2%BA-76-DE-26-DE-NOVEMBRO-DE-2018-Di%C3%A1rio-Oficial-da-Uni%C3%A3o-Imprensa-Nacional.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

BRASIL. Instrução Normativa nº 77, de 30 de novembro de 2018. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 230, p. 10, 30 nov. 2018c. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2018/12/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-N%C2%BA-77.2018.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006**. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm. Acesso em: 10 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51 de 18 setembro de 2002. **Diário Oficial União**: seção 1, Brasília, DF, p. 10, 20 set. 2002. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=141673&filenome=LegislacaoCitada%20INC%20611/2003. Acesso em: 10 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 31, de 30 de dezembro de 2011**. Portaria 352/1997 Art.null. Brasília, DF: MAPA, 2011. Disponível em: <https://sidago.agrodefesa.go.gov.br/site/adicionaispropios/protocolo/arquivos/409853.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mapa do leite**: políticas públicas e privadas para o leite. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 16 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Economia. **Circular nº 5, de 5 de fevereiro de 2019**. Brasília: Ministério da Economia, 2019a. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/atos-normativos/secex/circulares-secex/anos-anteriores/2019/circular-secex-no-5-de-5-de-fevereiro-de-2019.pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos – Arquivo Nacional. **Serviço de veterinária**. Brasília: Imprensa Nacional, 2019b. Disponível em: <https://mapa.an.gov.br/index.php/dicionario-primeira-republica/878-servico-de-veterinaria>. Acesso em: 10 set. 2024.

BREITENBACH, R. Viabilidade econômica de sistemas de produção de leite semiconfinados e confinados em Free-Stall e Compost Barn. **Food and Nutrition Sciences**, Amsterdam, NL, v. 9, n. 9, p. 609-618, maio 2018. Disponível em: https://www.scirp.org/pdf/FNS_2018052909100577.pdf. Acesso em: 10 jun. 2024.

BURKE N, A. A indústria de laticínios: processo, monitoramento, padrões e

qualidade. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.80398>. Acesso em: 10 set. 2024.

CALDAS, L. F. G. *et al.* Melhoria da qualidade do leite e perfil das propriedades leiteiras na região metropolitana de Manaus. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, São José dos Pinhais, PR, v. 3, n. 4, p. 4270-4281, out. 2020. Disponível em: [file:///C:/Users/ADMT/Downloads/admin,+Art.+123+BJAER+OUT%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ADMT/Downloads/admin,+Art.+123+BJAER+OUT%20(1).pdf). Acesso em: 20 set. 2024.

CAMPOS, V. F. Introdução. *In*: CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade total: padronização de empresas**. Belo Horizonte: QFCO, 1992. v. 1, p. 12-25.

CAPODIFOGGIO, E. *et al.* Lipolytic and proteolytic activity of pseudomonas spp. isolated during milking and storage of refrigerated raw milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 99, n. 7, p. 5214-5223, 2016. Disponível em: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:jkv&volume=10&issue=2&article=002&type=pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

CARDOSO, R. B. *et al.* Produção e composição química do leite de vacas em lactação mantidas a pasto submetidas à diferentes sistemas alimentares. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 18, n. 1, p. 113-126, mar. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/6vZxJsFFf7dWZWcNDVdHbmF/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 04 set. 2024.

CARMO, E. A. do; ABBAD, G. da S. Treinamento de equipes: uma revisão sistemática de literatura. **Pretexto**, Belo Horizonte, MG, v. 22, n. 1, p. 87-107, 2021. Disponível em: file:///C:/Users/ADMT/Downloads/ve_Eliane_Carmo_etal_FiocruzBSB_2021.pdf. Acesso em: 16 set. 2024.

CARVALHO, F. P. de *et al.* Influência do intervalo de coleta, volume de produção e sazonalidade na qualidade do leite na região de Lavras-MG. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 25, p. 78701E, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cab/a/byZ8fMWWQd9NQ8M6NXVCtFH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 set. 2024.

CARVALHO, G. R.; CARVALHO, C. De O. Questões para aumentar a competitividade do leite brasileiro. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, RJ, v. 43, n. 6, p. 16-18, 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/16-18.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2024.

CASTRO JÚNIOR, Sérgio Luís de. **Pacote tecnológico para o diagnóstico do conforto térmico dos animais de produção**. 2019. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2019.

CATTANEO, L. *et al.* Metabolic and physiological adaptations to first and second lactation in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 106, n. 5, p. 3559-3575, 2023. Disponível em:

[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(23\)00120-0/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(23)00120-0/pdf). Acesso em: 15 set. 2024.

CHANDER, R. K.; CHAND, R. Adoption, learning and enhancement of knowledge of dairy farming practices: an impact assessment. **Journal of Krishi Vigyan**, New Delhi, v. 10. n. 2, p. 6-10, 2022. Disponível em: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:jkv&volume=10&issue=2&article=002&type=pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

CHIAVENATO, I. **Recursos humanos**: o capital humano das organizações. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CHIAVENATO, I. **Treinamento e desenvolvimento de recursos humanos**: como incrementar talentos na empresa. São Paulo: Atlas, 2021.

COCKBURN, M. *et al.* Effect of milking stall dimensions on upper limb and shoulder muscle activity in milkers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 102, n. 5, p. 4563–4576, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203021930270X#>. Acesso em: 15 set. 2024.

CONSELEITE-PARANÁ - CONSELHO PARITÁRIO PRODUTORES/INDÚSTRIAS DE LEITE DO ESTADO DO PARANÁ. Calculadora. Disponível em: <https://www.sistemafaep.org.br/conseleite-parana/#calculadora>. Acesso em: 15 set. 2024.

COSENZA, Ramon M.; GUERRA, Leonor B. **Neurociência e educação**: como o cérebro aprende. Porto Alegre, RS: Artmed, 2011.

COSTA de P. N. C. *et al.* Caracterização físico-química de leite UHT integral e desnatado e de leite cru comercializados na cidade de Ituiutaba – MG. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, Uberaba, v. 5, n. 2, p. 24-32, jul./dez. 2019.

COSTA, R. L. S. Neurociência e aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 1-21, jun. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/ZPmWbM6n7JN5vbfj8hfbfK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 set. 2024.

CUNHA, A. F. *et al.* Efeitos do treinamento de transportadores de leite na determinação da qualidade do leite cru refrigerado. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, RN, v. 7, n. 3, p. 241-246, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/acta/article/view/3546/5284>. Acesso em: 15 set. 2024.

DAMASCENO, F. A. Compost barn como uma alternativa para a pecuária leiteira. *In*: DAMASCENO, F. A. **Sistemas de confinamento para bovinos leiteiros**. Divinópolis: Adelante, 2020. p. 21-30.

DAMASCENO, V. S. *et al.* Analysis of the microbiological profile of causative agents of bovine mastitis and their relationship with milk quality in a south farm of Minas Gerais. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 91409-91421 nov. 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/admin,+BJD-522.pdf>.

Acesso em: 15 set. 2024.

DE CAMPOS MELLO, F.; FORTES, A. R. S.; DE PAIVA MORAIS, G. O processo de acesso do Brasil à OCDE ao final do governo Bolsonaro. **Conjuntura Austral**, Porto Alegre, RS, v. 14, n. 66, p. 7-14, 2023. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ConjunturaAustral/article/view/128735/88751>. Acesso em: 10 set. 2024.

DE LIMA, L. P. *et al.* Evolução do marco legal do leite cru refrigerado no Brasil. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, MG, v. 75, n. 3, p. 190-203, 2020. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/810>. Acesso em: 10 set. 2024.

DELFINO, J. L. C. *et al.* Aspectos que influenciam a contagem bacteriana total e a contagem de células somáticas do leite de propriedades rurais do interior do estado de São Paulo, Brasil. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, SP, v. 31, n. 1, p. 1-12, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/382685630_aspectos_que_influenciam_a_contagem_bacteriana_total_e_a_contagem_de_celulas_somaticas_do_leite_de_propriedades_rurais_do_interior_do_estado_de_sao_paulo_brasil. Acesso em: 27 nov. 2025.

DELFINO, J. L. C.; GRASSI, T. L. M.; PONSANO, E. H. G.; NOGUEIRA, G. de P. Influência do sistema de produção na produtividade de leite no interior do estado de São Paulo, Brasil. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, SP, v. 27, n. 1, p. 1-11, 2020.

DIAS, R. K. C. B. *et al.* Efeito do manejo do pastejo e suplementação nitrogenada sobre a produção de leite a pasto. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 23, ago. 2022. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/72333/38600>. Acesso em: 03 set. 2024.

DIJKINK, B. *et al.* Evaluation of scenarios for improving the collection system for a milk factory in Ethiopia. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, Lausanne, Switzerland, v. 5, n. 10, p. 1-15, jun. 2021. Disponível em: <file:///E:/REFER%C3%80NCIAS/fsufs-05-645057.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.

DIKMEN, S.; HANSEN, P. J. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 1, p. 109-116, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030209703157>. Acesso em: 27 nov. 2025.

DOS SANTOS, B. *et al.* Importância do bem-estar animal na bovinocultura de leite. **Revista GeTeC**, Monte Carmelo, MG, v. 10, n. 26, 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/2376-Texto%20do%20Artigo-8585-1-10-20210420.pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

DÜRR, J. W. Programa nacional de melhoria da qualidade do leite: uma oportunidade única. In: DÜRR, J. W.; CARVALHO, M. P. de; SANTOS, M. V. dos (org.). **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: UPF, 2004. p. 38-55.

EDWARDS, J. P. *et al.* Reducing milking frequency from twice each day to three times each two days affected protein but not fat yield in a pasture-based dairy system. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 105, n. 5, p. 4206-4217, 2022. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(22\)00114-X/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(22)00114-X/pdf). Acesso em: 15 set. 2024.

EL-DEEB, A. A. *et al.* Implementation of pre-milking udder preparation to improve milk quality in small Buffalo dairy farm. **Alexandria Journal of Veterinary Sciences**, Alexandria, Egypt, v. 69, n. 2, p. 78-84, abr. 2021. Disponível em: <https://www.ejmanager.com/mnstemps/31/31-1616319078.pdf?t=1726607851>. Acesso em: 16 set. 2024.

EMBRAPA. **Anuário Leite 2025**: avaliação genética multirracial. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2024. Disponível em: [file:///C:/Users/ADMT/Downloads/Anuario-Leite-2024%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/ADMT/Downloads/Anuario-Leite-2024%20(6).pdf). Acesso em: 10 set. 2025.

ERICKSON, M. G. *et al.* Reducing dietary crude protein: effects on digestibility, N balance, and blood metabolites in late-lactation Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 2023. TBC. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24079>

EVANOWSKI, R. L. *et al.* Milking time hygiene interventions on dairy farms reduce spore counts in raw milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, n. 5, p. 4088-4099, 2020.

FANIN, M. *et al.* Bovine milk quality related to the minimum requirements demanded by current Brazilian legislation. **PeerReview**, United Stats, v. 5, n. 14, p.179-290, jul. 2023. ISSN: 1541-1389. Disponível em: <https://peerw.org/index.php/journals/article/view/730/458>. Acesso em: 10 set. 2024.

FARIA, E. F. de. Curso de direito administrativo positivo. *In*: FARIA, E. F. de. **Curso de direito administrativo positivo**. Belo Horizonte: Del Rey, 2004. p. 20-34.

FELIPUS, N. C. *et al.* Quality of refrigerated raw milk according to the bulk transport conditions. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, Maringá, PR, v. 45, n. 1, p. 1-8, 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/58353-Texto%20do%20artigo-751375260369-1-10-20221208.pdf>. Acesso em: 17 set. 2024.

FERREIRA, B. H. A.; RIBEIRO, L. F. Mastites causadas por *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp. e *Streptococcus uberis* relacionadas ao sistema de produção Compost Barn e o impacto na qualidade do leite. **GeTeC – Gestão, Tecnologia e Ciências**, Monte Carmelo, MG, v.11, n. 35, p. 1-18, 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/2708-Texto%20do%20Artigo-9935-1-10-20220218.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.

FERREIRA, V. N. P. *et al.* Efeito hipoalergênico das proteínas do leite A2A2. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, SP, v. 13, n. 5, p. 1-7, 2024. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/45732-Article-475582-1-10-20240508.pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

FORTES, A. R. S. Para além do pedido de adesão: as relações entre brasil e OCDE. **Revista de Estudos Internacionais**, São Paulo, v. 14, n. 1, jan. 2023. Disponível

em: <https://revista.uepb.edu.br/REI/article/view/1411/1595>. Acesso em: 10 set. 2024.

FRANCISCATTI, P. M. L. *et al.* Níveis de proteína no concentrado de vacas da raça curraleiro pé duro: consumo, digestibilidade, produção e composição do leite.

Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, Mayaguez, Porto Rico, v. 31, n. 3, p. 277-286, 2023. Disponível em:

<https://core.ac.uk/download/pdf/588467254.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.

FRANDSON, R. D.; WILKE, W. L.; FAILS, A. D. **Anatomia e fisiologia de animais de fazenda**. 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2003.

FUENTE, J.; KAUFFMAN, D.; BORUCHOVITCH, E. Contribuições passadas, presentes e futuras da teoria cognitiva social (Albert Bandura). **Frontiers in Psychology**, Lausanne, Switzerland, v. 1, n. 1, p. 1-2, ago. 2023. Disponível em:

<https://www.semanticscholar.org/reader/e91a711ba01960c6b211a7b850d004fd287be297>. Acesso em: 10 set. 2024.

FULBER, L. C. B. *et al.* Caracterização de propriedades leiteiras do município de Toledo, oeste do Paraná: Factors interfering in the quality of milk from cattle in herds of Toledo, western Paraná. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 7, p. 53985-54006, 2024. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/9+BJD+26-07+DOI+325.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

FUQUAY, J. W. *et al.* **Encyclopedia of dairy sciences**. Mississippi: Elsevier, 2011. *E-book*. Disponível em:

<https://books.google.com.br/books?id=dXE0ZfUnCKwC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 10 set. 2024.

GALAMA, P. J *et al.* Revisão do simpósio: futuro da habitação para gado leiteiro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, n. 6, p. 5759-5772, jun. 2020.

GODINHO, R. de O. **A OCDE em rota de adaptação ao cenário internacional**. Brasília: Fundação Alexandre Gusmão, 2018.

GONÇALVES, J. L. *et al.* Effect of bovine subclinical mastitis on milk production and economic performance of Brazilian dairy farms. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, SP, v. 60, n. 1, p. 1-14, 2023.

Disponível em: file:///C:/Users/ADMT/Downloads/anasilva75,+208514_finalizado.pdf. Acesso em: 10 set. 2024.

GONÇALVES, L. M. *et al.* Cadeia produtiva de leite no Brasil: competitividade, sustentabilidade e políticas públicas. **GeSec - Revista de Gestão e Secretariado**, São José dos Pinhais, PR, v. 14, n. 5, p. 7765-7786, 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/3+GeSec+12-05+DOI+2150.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

GUALBERTO, M. do C.; BRITO, I. B. de; VIEIRA, Í. S. Influência do tempo e da temperatura de armazenamento na contagem bacteriana total e no teor de sólidos do leite cru refrigerado. 2024. **Revista de Ciências da Univértix**, Matipó, MG, v. 1, n. 1, p. 1-15, mar. 2024. Disponível em: <https://philpapers.org/archive/GUAIDT.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

- GUESINE, G. D.; SILVEIRA, R. M. F.; DA SILVA, I. J. O. Características físicas e ambientais do sistema de celeiro de compostagem e seus efeitos na integridade física, reprodução e produção de leite de gado leiteiro: uma revisão de escopo. **Journal of Animal Behavior and Biometeorology**, Mossoró, RN, v. 11, n. 2, p. 1-10, 2023. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/3930a194-7315-4e31-9cc7-186492ad1040/3134980-Physical%20and%20environmental%20characteristics%20of%20the%20compost%20barn%20system%20and%20its%20effects%20on%20the%20physical....pdf>. Acesso em: 01 set. 2024.
- GULIŃSKI, P. *et al.* Melhorando a eficiência do uso de nitrogênio de vacas leiteiras em relação à ureia no leite – uma revisão. **Animal Science Papers and Reports**, Magdalenka, Poland, v. 34, n. 1, p. 5-24, 2016. Disponível em: file:///C:/Users/ADMT/Downloads/Improving_nitrogen_use_efficiency_of_dai.pdf Acesso em: 10 set. 2024.
- HAFEZ, E. S. E. **Reprodução animal**. 6. ed. São Paulo: Manole, 1995. 582p.
- HALL, L. S. *et al.* Effect of altering milking interval when milking 3 times in 2 days on milk and component yields in pasture-based dairy systems. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 106, n. 11, p. 7737-7749, 2023. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(23\)00474-5/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(23)00474-5/pdf). Acesso em: 17 set. 2024.
- HAMBLIN, A. C. **Avaliação e controle do treinamento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978.
- HANLING, H. H. *et al.* Uneven milking intervals are adequate to achieve the benefits of increased milking frequency in early lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 104, n. 8, p. 9355-9361, 2021. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(21\)00572-5/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(21)00572-5/pdf). Acesso em: 16 set. 2024.
- HAYES, E. *et al.* Trend analysis and prediction of seasonal changes in milk composition from a pasture-based dairy research herd. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 106, n. 4, p. 2326-2337, 2023. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(23\)00037-1/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(23)00037-1/pdf), Acesso em: 16 set. 2024.
- HENRIQUE, J. C.; OLIVEIRA, L. D. M. de; NUNES, E. L. Análise da cadeia agroindustrial do leite. **Revista Brasileira de Pesquisas Agrícolas**, Brasília, DF, v. 1, n. 02, p. 1-9, out. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Leandro-Oliveira-26/publication/346396926_Analise_da_cadeia_agroindustrial_do_leite/links/5fbfa54792851c933f5d737b/Analise-da-cadeia-agroindustrial-do-leite.pdf. Acesso em: 15 set. 2024.
- HERBUT, P.; ANGREGKA, S.; WALCZAK, J. Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle – a review. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, NL, v. 62, n. 12, p. 2089–2097, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1629-9>

HOF, G. *et al.* Nitrogênio da ureia do leite como ferramenta para monitorar a nutrição proteica de vacas leiteiras. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 12, p. 3333-3340, 1997. Disponível em:

file:///E:/REFER%C3%80NCIAS/%E2%80%9CMilk%20urea%20nitrogen%20as%20a%20tool%20to%20monitor%20protein%20metabolism%20in%20dairy%20cows%E2%80%9D.pdf. Acesso em: 10 set. 2024.

HOTT, M. C.; ANDRADE, R. G.; MAGALHÃES, W. C. P. de. **Anuário de leite 2024: avaliação genética multirracial**. 2024. Disponível em:

file:///C:/Users/ADMT/Downloads/Anuario-Leite-2024%20(4).pdf. Acesso em: 07 ago. 2024.

http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/sumario_executivo_atividade_leiteira_para_na.pdf. Acesso em: 28 jun. 2024.

HUANG, C.-H.; KUSABA, N. Association between differential somatic cell count and California Mastitis Test results in Holstein cattle. **JDS Communications**, Champaign, v. 3, n. 1, p. 441-445, 2022. Disponível em:

[https://www.jdscommun.org/article/S2666-9102\(22\)00120-X/pdf](https://www.jdscommun.org/article/S2666-9102(22)00120-X/pdf). Acesso em: 15 set. 2024.

IBGE. **Pesquisa trimestral do leite: síntese de indicadores 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html>. Acesso em: 19 set. 2024.

ILMIANI, A. M.; WAHDAH, N.; MUBARAK, M. R. The application of Albert Bandura's social cognitive theory: a process in learning speaking skill. **Jurnal Pendidikan Bahasa Arab dan Kebahasaaraban**, Palanka, v. 2, n. 5, p. 181-192, mar. 2021.

Disponível em: file:///C:/Users/ADMT/Downloads/12945-47413-1-PB.pdf. Acesso em: 10 set. 2024.

IORIO, S. *et al.* Soft skills are hard skills: a historical perspective. **Medicina**, Basel, Switzerland, v. 58, n. 8, p. 1044, ago. 2022. Disponível em:

file:///C:/Users/ADMT/Downloads/medicina-58-01044.pdf. Acesso em: 10 set. 2024.

IPARDES - INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caracterização socioeconômica da atividade leiteira no Paraná: sumário executivo**. Curitiba: IPARDES, 2019. Disponível em:

IPARDES - INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caracterização socioeconômica da atividade leiteira no Paraná: sumário executivo**. Curitiba: IPARDES, 2009. Disponível em:

http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/sumario_executivo_atividade_leiteira_para_na.pdf. Acesso em: 14 set. 2024.

IRIE, Y. *et al.* Cleaning procedures and cleanliness assessments of bucket milkers and suckling buckets on Japanese dairy farms. **Journal of Veterinary Medical Science (Online)**, Tokyo, Japan, v. 83, n. 5, p. 863-868, 2021. Disponível em:

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jvms/83/5/83_20-0432/_pdf-char/en. Acesso em: 15 set. 2024.

IVEMEYER, S. *et al.* Effect of human-animal relationship and management on udder health in Swiss dairy herds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, n. 12, p. 5890-5902, 2011. Disponível em:

<https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2811%2900625-4>. Acesso em: 15 set. 2024.

JANK, M. S.; GALAN, V. B. Sistemas de produção de leite. *In*: JANK, M. S.; GALAN, V. B. **O agribusiness do leite no Brasil**. São Paulo: Milkbuzz, 1999. p. 15-63.

JEFFREY, C. *et al.* Relationship between facility type and bulk tank milk bacteriology, udder health, udder hygiene, and milk production on Vermont organic dairy farms.

Journal of Dairy Science, Champaign, v. 107, n. 10, Jun. 2024. DOI: 10.3168/jds.2023-24576

KABLE, M. R. *et al.* The core and seasonal microbiota of raw bovine milk in tanker trucks and the impact of transfer to a milk processing facility. **American Society for Microbiology**, Washington, DC, v. 7, n. 4, p. 1-13, 2016. Disponível em:

<https://journals.asm.org/doi/epub/10.1128/mbio.00836-16>. Acesso em: 15 set. 2024.

KAROUANI, Y. Milk-run collection monitoring system using the internet of things based on swarm intelligence. **International Journal of Information Systems and Supply Chain Management**, Hershey, PA, v. 15, n. 3, p. 1-17, 2010. Disponível em:

<https://www.igi-global.com/viewtitle.aspx?TitleId=290018&isxn=9781683180265>. Acesso em: 15 set. 2024.

KHODE, N. *et al.* Effects of dairy farm training: a path analysis. **Indian Journal of Extension Education**, New Delhi, v. 57, n. 4, p. 7-12, Oct. 2021. Disponível em:

file:///C:/Users/ADMT/Downloads/2.+IJEE+Vol.+57(4)-2021.pdf. Acesso em: 15 set. 2024.

KIRKPATRICK, D. L. Evaluation of training. *In*: CRAIG, R. L.; BITTEL, L. R. (org). **Training and development handbook**. New York: McGraw Hill, 1976. t. III, p. 87-112.

KIRSANO, V. V. *et al.* Influence of devices for cleaning the milk pipes of the milking units on the ecology of milk production. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, Bristol, v. 422, n. 1, p.1-7, 2020. DOI: 10.1088/1755-

1315/422/1/012075

KOCZURA, M. *et al.* Consequences of walking or transport by truck on milk yield and quality, as well as blood metabolites, in Holstein, Montbéliarde, and Valdostana dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, n. 4, p. 3470–3478, 2020.

Disponível em: file:///E:/REFER%C3%80NCIAS/PIIS0022030220301235.pdf. Acesso em: 17 set. 2024.

KOENNEKER, K. *et al.* Comparative assessment of the stress response of cattle to common dairy management practices. **Animals**, Basel, Switzerland, v. 13, n. 13, p. 2115, 2023. Disponível em:

<https://pdfs.semanticscholar.org/a6fa/bfcffb1afc1e97d2696ae059a4073726b1ed.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.

KOSTOMAKHIN, N.; GORELIK, O.; NEVEROVA, O.; KHARLAP, S.; GORELIK, A.

Qualidades produtivas de vacas sob diferentes tecnologias de alojamento. **Técnico Chefe Zootécnico**, Moscou, n. 10, p. 1-10, jun. 2020. DOI: 10.33920/sel-03-2010-04

KUČEVIĆ, D. *et al.* Effect of post - milking teat dipping on hygienic quality of cow's milk. **Biotechnology in Animal Husbandry (Online)**, Serbia, v. 29, n. 4, p. 665-673, 2013. Disponível em: <https://doiserbia.nb.rs/img/doi/1450-9156/2013/1450-91561304665K.pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

KUMAR, A. Effects of loose housing designs on expressions of milking parlour behaviours and milk yield of crossbred Jersey cows. **Journal of Animal Research**, Gwalior, v. 10, n. 2, p. 315-323, abr. 2020. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/6c64249007f70f5bd2e7eac92eb7f0f0/1?pqorigsite=gscholar&cbl=2032155#:~:text=It%20was%20concluded%20that%20staying,compositions%20in%20Jersey%20crossbred%20cows>. Acesso em: 04 set. 2024.

LADYKA, V. *et al.* Determining the influence of raw milk protein composition on cheese yield and nutrient content. **Eastern-European Journal of Enterprise Technologies**, Kharkiv, Ukraine, v. 6, n. 11, p. 33-41, dez. 2023. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/reader/cd60dcb3233377cc74eeb5b63943cc353c30635f>. Acesso em: 15 set. 2024.

LAINE, J. *et al.* Systematic review of intelligent tutoring systems for hard skills training in virtual reality environments. **International Journal of Technology in Education and Science**, Istanbul, Turkey, v. 6, n. 2, p. 178-203, 2022. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1345531.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

LAMPREIA, L. F. P. Resultados da rodada do Uruguai: uma tentativa de síntese. **Estudos Avançados**. Coleção Documentos. Série Assuntos Internacionais, São Paulo, SP, v. 9, n. 5, p. 247-260, abr. 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/qHYyRtYTgWGDGBbhP6Ycn6k/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15. Set. 2024.

LAODIIM, T. *et al.* Genetic factors influencing milk and fat yields in tropically adapted dairy cattle: insights from quantitative trait loci analysis and gene associations. **Animal Bioscience**, Seoul, v. 37, p. 576-590, 2024. Disponível em: <https://www.animbiosci.org/upload/pdf/ab-23-0246.pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

LEITE, J. L. B. **O Comércio internacional do agronegócio do leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2020. (Circular Técnica, n. 121). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1126796/1/Circular-tecnica-121.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2024.

LESO, L. *et al.* Revisão convidada: celeiros de compostagem para vacas leiteiras. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, n. 2, p. 1072-1099, fev. 2020. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(19\)31071-9/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(19)31071-9/fulltext). Acesso em: 30 ago. 2024.

LETELIER, P. *et al.* Production performance of Holstein cows at 4 stages of lactation fed 4 dietary crude protein concentrations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 105, n.12, p.1-16, 2022. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/7d99/d3b4e717fffe3a453a6fee43530c93aea8b4.pdf>.

Acesso em: 16 set. 2024.

LOMBARDO, J. E. *et al.* Associações entre higiene das vacas, lesões no jarrete e uso de baias livres em fazendas leiteiras dos EUA. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 10, p. 4668-4667, maio 2024.

LOPES, C. *et al.* Influência das boas práticas agropecuárias na contagem padrão em placas (CPP) e na contagem de células somáticas (CCS) no leite cru/ influência das boas práticas agrícolas na contagem padrão em placas (CPP) e na contagem de células somáticas (CCS) no leite de vaca cru. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 21519-21536, mar. 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/admin,+BJD+383.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

LOPES, M. A. *et al.* Milk-production in Barns with Compost Bedding and Free Stall: a profitability analysis. In: COPPOLA, A. *et al.* (ed.). **Innovative biosystems**. Mid-Term AIIA 2019. Cham, SW: Springer Nature, 2020. p. 215-222. (Lecture Notes in Civil Engineering, v. 67). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-39299-4_24

LOPES, V. P.; MAIA, J. A. R. Períodos críticos ou sensíveis: revisitar um tema polêmico à luz da investigação empírica. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 128-40, dez. 2000. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rpef/article/view/138608/133992>. Acesso em: 10 set. 2024.

LÓPEZ-CARLOS, M. A. *et al.* Effect of milking hygiene, herd size, water hardness and temperature-humidity index on milk quality of dairy farms. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 52, p. 1-17, 2023. Disponível em: https://rbz.org.br/wp-content/uploads/articles_xml/1806-9290-rbz-52-e20210189/1806-9290-rbz-52-e20210189.pdf. Acesso em: 15 set. 2024.

LU, H. *et al.* Phenotypic and genetic effects of season on milk production traits in dairy cattle in the Netherlands. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 104, n. 4, p. 1-12, nov. 2021. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(21\)00174-0/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(21)00174-0/pdf). Acesso em: 16 set. 2024.

MAIZTEGUI, J. A. *et al.* Relationship of cation-anion balance in the prepartum rations of primiparous holstein cows with colostrum and milk composition, and milk production. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, São José dos Pinhais, PR, v. 4, n. 4, p. 5816-5828, out. 2021. Disponível em: [file:///C:/Users/ADMT/Downloads/admin,+ART+079+BJAER+\(1\).pdf](file:///C:/Users/ADMT/Downloads/admin,+ART+079+BJAER+(1).pdf). Acesso em: 16 set. 2024.

MARRAS, J. P. **Administração de recursos humanos**: do operacional ao estratégico. 15. ed. São Paulo: SaraivaUni, 2016.

MARRAS, J. P. **Administração de recursos humanos**: do operacional ao estratégico. 14. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

MARTELLO, L. S. *et al.* Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, p. 181-191, 2004. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/TjDySX7PHNw39Ng5NzbmRXw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 set. 2024.

MARTINS M. L. *et al.* Qualidade do leite cru dos tanques de expansão individuais e coletivos de um laticínio do município de Rio Pomba, MG: um estudo de caso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, MG, v. 68, n. 392, p. 24-32, dez. 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/26-55-1-SM.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

MARTINS, A. S. *et al.* (org.). **Desafios e avanços da cadeia produtiva do leite**. 5. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2019. *E-book*.

MARTINS, R. A. Gestão da qualidade agroindustrial. *In*: BATALHA, O. M. **Gestão agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010. p. 503-584.

MAZZETTO, A. *et al.* Comparison of the environmental efficiency of milk and beef production through life cycle assessment of interconnected livestock systems. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, NL, v. 27, dez. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620341536>. Acesso em: 11 jun. 2024.

MCKAY, Z. *et al.* Impact of a total or pasture/silage-based mixed ration feeding strategy in the early lactation stages of spring-calving dairy cows on milk production, composition and selected milk processability parameters. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, Dublin, v. 61, n. 2, ago. 2022. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/e27301350>. Acesso em: 16 mar. 2024.

MEYER, I. *et al.* The impact of automated, constant incomplete milking on energy balance, udder health, and subsequent performance in early lactation of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 107, n. 1, p.641-654, 2024. Disponível em: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2823%2900670-7>. Acesso em: 16 set. 2024.

MILKOVICK, G. T., BOUDREAU, J. W. **Administração de RH**. São Paulo, SP: Editora Atlas, 2000.

MILLS, K. W. *et al.* Revisão de literatura de pós-graduação: desafios e oportunidades para a gestão de recursos humanos em fazendas leiteiras. **Journal of Dairy Science**, Champaign, n. 1, v. 104, p. 1192-1202, ago. 2020. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(20\)30936-X/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(20)30936-X/pdf). Acesso em: 06 set. 2024.

MONARDES, H. Reflexões sobre a qualidade do leite. *In*: DÜRR, João Walter; CARVALHO, Marcelo Pereira de; SANTOS, Marcos Veiga dos (org.). **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: UPF Editora, 2024. p. 11-37.

MRODE, R. *et al.* Genomic prediction of crossbred dairy cattle in Tanzania: a route to productivity gains in smallholder dairy systems. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 104, n. 11, p. 11779-11789, 2021. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(21\)00779-7/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(21)00779-7/pdf). Acesso em: 16 set. 2024.

MU, T. *et al.* Regulation of milk fat synthesis. **Frontiers in Nutrition**, Lausanne, Switzerland, v. 8, p.1-15, nov. 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/fnut-08-765147.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

MÜLLER, E. E. Qualidade do leite, células somáticas e prevenção da mastite. *In*: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2., 2002, Maringá. **Anais eletrônicos** [...]. Maringá: UEM, 2002. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~freitasjaf/artigos/qualidadeleitem.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

NAKAMURA, A. Y. *et al.* Correlação entre as variáveis climáticas e a qualidade do leite de amostras obtidas em três regiões do estado do Paraná. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 103–108, jul. 2012. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/4211>. Acesso em: 27 nov. 2025.

NANTES, J. F. D.; SCARPELLI, M. Elementos de gestão na produção rural. *In*: BATALHA, M. O. (org.). **Gestão agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas. 2010. p. 629-664.

NOE, R. *et al.* **Fundamentos da gestão de recursos humanos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Chicago: Mc Graw Hill Education, 2020.

OKANO, M. T. *et al.* Construção de indicadores e métodos para a classificação de produtores de leite para melhoria do desempenho dos sistemas de produção. **GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, SP, v. 8, n. 4, p. 45-59, dez. 2013. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/gepros/article/view/798/513>. Acesso em: 10 set. 2024.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 2023.

OLIVEIRA, M. X. S. *et al.* Inclusion of soybean and linseed oils in the diet of lactating dairy cows makes the milk fatty acid profile nutritionally healthier for the human diet. **PLOS One**, California, US, v. 16, n. 2, p. e0246357, 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/journal.pone.0246357.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.

OLIVEIRA, S. K. L. de; MACIEL, C. M. L. A. Andragogia um ensino para adultos: breve revisão sistemática. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, Londrina, v. 25, n. 1, 2024. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/14+-+Andragogia+um+Ensino+-+10854.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

OZIEMBLOWSKI, M. M. *et al.* Análise da variação da composição e qualidade do leite na região de água santa de acordo com as diferentes épocas e anos. **Revista Orbis Latina**, Foz do Iguaçu, PR, v. 14, n. 1, p. 38-47, 2024. Disponível em: file:///C:/Users/ADMT/Downloads/ARTIGO+3_AN%C3%81LISE+DA+VARIA%C3%87%C3%83O+DA+COMPOSI%C3%87%C3%83O+E+QUALIDADE+DO+LEITE+NA+REGI%C3%83O+DE+%C3%81GUA+SANTA.pdf. Acesso em: 16 set. 2024.

ÓZSVÁRI, L.; IVANYOS, D. The use of ceiling disinfectants and order machine

cleaners on Dutch-Friesian holiday commercial farms. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, Switzerland, n. 9, n. 1, p. 1-15, out. 2022. Disponível em: [file:///C:/Users/ADMT/Downloads/fvets-09-956843%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/ADMT/Downloads/fvets-09-956843%20(2).pdf). Acesso em: 15 set. 2024.

PALIY, A. *et al.* Determinando o modo efetivo de operação para o sistema de lavagem da linha de fornecimento de leite da máquina de ordenha. **Eastern-European Journal of Enterprise Technologies**, Kharkiv, Ukraine, v. 5, n. 119, p. 74-81, 2022. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/cede/4ce4f55ce3695dc312149be0022439da567e.pdf>. Acesso em: 18 set. 2024.

PANTOJA, M. J.; LIMA, S. M. V.; ANDRADE, J. E. B. Avaliação de impacto de treinamento na área de reabilitação: preditores individuais e situacionais. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 46-56, abr./ jun. 2001. ISSN: 0080-2107. Recurso digital.

PARRY, S. **The managerial mirror**: competences. New York: Human Resource, 1997.

PAULO, I. de A.; MONTANHINI, M. T. M.; RIBEIRO, L. F. Consequência da presença de bactérias psicotróficas em leite e derivados. **GeTeC – Gestão, Tecnologia e Ciências**, Monte Carmelo, MG, v. 10, n. 25, p. 1-8, 2021. Disponível em: [file:///C:/Users/ADMT/Downloads/2324-Texto%20do%20Artigo-8389-1-10-20210223%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ADMT/Downloads/2324-Texto%20do%20Artigo-8389-1-10-20210223%20(1).pdf). Acesso em: 10 set. 2024.

PEREZ-HERNANDEZ, G. *et al.* Milk production and anatomical udder capacity changes of udder halves subjected to increased milking frequency at two stages of lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 106, n. 12, p. 9855-9867, 2023. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(23\)00576-3/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(23)00576-3/pdf). Acesso em: 15 set. 2024.

PINHEIRO, W. S. Estratégias inovadoras para o desenvolvimento pessoal e profissional em ambientes corporativos. **Revista Foco**, Curitiba, n. 4, v. 17, p. 01-45, mar. 2024. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/FOCO+016.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

PIOVESAN, R. T.; LIMA, A. J. P. de; PETTENON, C. da S.; PIOVESAN, M. T. Sistemas de criação na bovinocultura leiteira e reprodução social de agricultores no médio alto Uruguai/RS. **Revista Grifos**, Chapecó, SC, v. 31, n. 57, p. 1-19, 2022. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/grifos/article/view/6724>. Acesso em: 23 jul. 2024.

POKHREL, M. M. Psychoanalysis theory and its educational implication. **Yearly Peer Reviewed Journal**, Sotang, n. 3, v. 2, p. 74-82, set. 2021. Disponível em: [file:///C:/Users/ADMT/Downloads/Mohan+Mani+Pohrel%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ADMT/Downloads/Mohan+Mani+Pohrel%20(1).pdf). Acesso em: 25 jun. 2024.

PRATIWI, A.; SUZUKI, A. O local do treinamento importa? Evidências de um experimento de campo randomizado na Indonésia rural. **Agricultural and Food**

Economics, Florença, v. 1, n. 8, p. 1-23, jan. 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/s40100-019-0146-4.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

propriedades rurais no Município de Timbiras, Maranhão. **Global Science Technology**, Rio Verde, GO, v. 13, n. 01, p. 18-31, abr. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Oswaldo-Sobrinho/publication/342850771_Caracterizacao_de_sistemas_produtivos_de leite_bovino_em_propriedades_rurais_no_municipio_de_Timbiras_Maranhao/links/5f08a40f92851c52d626c715/Caracterizacao-de-sistemas-produtivos-de-leite-bovino-em-propriedades-rurais-no-municipio-de-Timbiras-Maranhao.pdf. Acesso em: 10 set. 2024.

RAMOS, M. C. **Análise da viabilidade econômica na produção de leite em sistemas de confinamento free stall**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, MG, Lavras, 2015. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/10575/1/TESE_An%C3%A1lise%20da%20viabilidade%20econ%C3%B4mica%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20leite%20em%20sistemas%20de%20confinamento%20free-stall.pdf. Acesso em: 10 jun. 2024.

RECHE, N. L. M. *et al.* Multiplicação microbiana no leite cru armazenado em tanques de expansão direta. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 45, n. 5, p. 828-834, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/NMQkJt8gd87RXDqHJsyLcby/>. Acesso em: 15 set. 2024.

REICHLER, S. J. *et al.* Interventions designed to control postpasteurization contamination in high-temperature, short-time-pasteurized fluid milk processing facilities: a case study on the effect of employee training, clean-in-place chemical modification, and preventive maintenance programs. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, n. 8, p. 7569-7584, 2020. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(20\)30413-6/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(20)30413-6/pdf). Acesso em: 16 set. 2024.

REIS, R. B.; COMBS, D. Atividade leiteira nos Estados Unidos da América. *In*: MADALENA, F. E.; MELO, L. L.; HOLANDA, E. V. **Produção de leite e sociedade: Uma análise crítica da cadeia do leite no Brasil**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2021. 185p.

RENAUDEAU, D. *et al.* Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal: The international journal of animal biosciences**, Amsterdam, NL, v. 6, n. 5, p. 707-728, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731111002448>. Acesso em: 27 nov. 2025.

REZENDE, A. V. S.; DOMINGUES, C. R. Gestão de propriedades de produção leiteira: um estudo bibliométrico. **Desafio Online**, Campo Grande, MS, v. 8, n. 3, p. 482-501, dez. 2020.

RIBEIRO JÚNIOR, J. C. *et al.* The main spoilage-related psychrotrophic bacteria in refrigerated raw milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 101, n. 1, p. 75-83, 2018. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217309530>. Acesso em: 15 set. 2024.

RIBEIRO, L. F.; COPOVILLA, C. C. Bem-estar animal e sua relação com a qualidade do leite: bem-estar animal e a qualidade do leite. **GeTeC – Gestão, Tecnologia e Ciências**, Monte Carmelo, MG, v. 12, n. 37, 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/2882-Texto%20do%20Artigo-11036-1-10-20230309.pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

RODRIGUES, V. C. *et al.* A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, NL, v. 55, p. 455-459, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/45098244_A_correct_enthalpy_relationship_as_thermal_comfort_index_for_livestock. Acesso em: 27 nov. 2025.

ROTTA, N. T. Plasticidade cerebral e aprendizagem. *In*: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. **Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2016. p. 469- 486.

RUST, J. D. *et al.* A study of the effectiveness of a detergent-based California mastitis test (CMT), using Ethiopian and Nigerian domestic detergents, for the detection of high somatic cell counts in milk and their reliability compared to the commercial UK CMT. **Gates Open Research**, Seattle, WA, v. 5, n. 146, p. 1-22, jun. 2023. Disponível em: file:///E:/TESE/814d50c8-5658-449c-8dc4-0554443408d6_13369_-_andrew_peters_v2.pdf. Acesso em: 15 set. 2024.

RYBAK, O. Milk fat in structure formation of dairy products: a review. **Ukrainian Food**, Kyiv, Ukraine, v. 5, n. 3, p. 499-514, 2016. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/da5f/7ea12d66043cb159ea950d973013d542c48d.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

SALGADO, V. T.; BRESSAN, R. N. The eu-mercosur association agreement and brazilian foreign policy. **Cadernos Argentina Brasil**, Rio de Janeiro, v. 9, abr. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.12957/neiba.2020.50950>

SANTANA, A. *et al.* Análise de indicadores higiênico-sanitários no leite bovino cru refrigerado comercializado na microrregião de Ji-Paraná, Rondônia, BR. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, SP, v. 10, n. 2, p. 1-11, fev. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11999/11523>. Acesso em: 10 set. 2024.

SANTANA, E. H. W. de; FAGNANI, R. Apresentação. *In*: SANTANA, E. H. W. de; FAGNANI, R. **Legislação brasileira de leite e derivados**. Londrina: Unopar Editora, 2014. v. 4, p. 7-10.

SANTOS, M. R. L.; BIÂNGULO, T. R.; PEREIRA, L. J. Avaliação microbiológica de sistema de ordenhadeira mecânica. **Científic@ Multidisciplinary Journal**, Goianésia, GO, v. 10, n. 2, p. 1-8, 2023. Disponível em: <https://revistas2.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/view/6822/5038>. Acesso em: 17 set. 2024.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. **Controle da mastite e qualidade do leite:**

desafios e soluções. Piracicaba: ESALQ, 2019. 300p.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. da. Importância e efeito de bactérias psicrotróficas sobre a qualidade do leite. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, SP, v. 15, n. 82, p. 13-19, 2001. Disponível em: <file:///E:/REFER%C3%80NCIAS/Import%C3%A2ncia%20e%20efeito%20de%20bact%C3%A9rias%20psicrotr%C3%B3ficas.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

SANTOS, P. A. *et al.* Efeito do tempo e da temperatura de refrigeração no Desenvolvimento de microrganismos psicrotróficos em leite Cru refrigerado coletado na macrorregião de Goiânia, Goiás. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 4, p. 1237-1245, out. 2009. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/3522/5946>. Acesso em: 10 set. 2024.

SANTOS, P. P. *et al.* Aplicação do ciclo PDCA integrado ao plano de qualificação de fornecedores de leite. **Revista Ifes Ciência**, Vitória, ES, v. 7, n. 1, p. 01-14, 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/clainer,%201063+Editor+Rev+Port+Ing+Conf+Autores+Paginado.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

SAUPE, R.; YOSHIOCA, M. R.; ARRUDA, A. L. G. de. Andragogia na educação em enfermagem. **Cogitare Enfermagem**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 74-80, jul. 1998. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/44332-167415-1-PB.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

SERON, L. de C. Aprendendo com o inconsciente: abordagens psicanalíticas em psicologia educacional. **Psicologia Educacional na Prática**, Rio de Janeiro, n. 37, v. 1, p. 234 – 234, fev. 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02667363.2021.1911519>. Acesso em: 15 mar. 2024.

SHARIF, A.; MUHAMMAD, G. Somatic cell count as an indicator of udder health status under modern dairy production: a review. **Pakistan Veterinary Journal**, Faisalabad, PK, v. 28, n. 4, p. 194–200, 2008. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20093266282>. Acesso em: 12 set. 2024.

SILVA, C. G. *et al.* Influência da sanificação da água e das práticas de ordenha na qualidade do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, MG, v. 70, n. 2, p. 615-622, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/j8xjWQTxGKSvPZCn7SFL9xp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 set. 2024.

SILVA, G. R. de O. *et al.* Análise de rentabilidade de sistemas de produção de leite em *compost barn* e *free stall*: um comparativo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 3, p. 1165-1184, jun. 2019. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/8641/f61ab91544c0b78dd5053aeca7bd781e4e11.pdf?_gl=1*f7dulo*_gcl_au*MTQ4NDc0ODM1NS4xNzI1NDYyNDMy*_ga*MTU1MTEyNTAzNi4xNzI1NDYyNDMy*_ga_H7P4ZT52H5*MTcyNTQwNDUyOS4yLjEuMTcyNTQwNTkwOS40LjAuMA. Acesso em: 10 jun. 2024.

SILVA, H. A. da *et al.* Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais – Paraná. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais – Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 38, n. 2, p. 445-450, abr. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/t3kfS9rHTvpG9mppdmHYqKb/>. Acesso em: 02 set. 2024.

SILVA, L. S. *et al.* Sources of psychrotrophic contamination and proteolysis indices in raw milk. **International Journal of Development Research**, Ahmedabad, Gujarat, India, v. 10, n. 4, p. 35176-35180, abr. 2020. Disponível em: <https://journalijdr.com/sites/default/files/issue-pdf/18638.pdf>. Acesso em: 17 set. 2024.

SILVA, S. *et al.* Precision technologies to address dairy cattle welfare: focus on lameness, mastitis and body condition. **Animals**, Basel, Switzerland, v. 11, p. 1-17, 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/animals-11-02253-v3.pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

SILVEIRA, Â. V. B. de A. S. *et al.* Influência do período seco e chuvoso sobre a contagem de células somáticas e ocorrência de mastites em vacas alojadas em sistema *free stall*. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, n. 17, v. 3, p. 1-10, jul. 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/737-5669-1-PB.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

SIMÕES, M. S.; KYRILLOS NETO, F.; CALZAVARA, M. G. P. Educational teaching systems: discipline requirements and student's performance from a psychoanalytical perspective. **Psicologia Escolar e Educacional**, São João Del Rei, MG, v. 27, n. 2, p. 1-8, set. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pee/a/vFmgWBvN7LLbd7P7hTB4Tdk/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SKARBYE, A. P. *et al.* Effect of automatic cluster flushing on the concentration of *Staphylococcus aureus* in teat cup liners. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, n. 6, p. 5431-5439, 2020. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(20\)30233-2/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(20)30233-2/fulltext). Acesso em: 15 set. 2024.

SKINNER, B. F. **Tecnologia do ensino**. São Paulo: Herder: Edusp, 1972.

SOARES, K. D. A. *et al.* Bacterial count and somatic cell count in milk from community tanks in Alagoas. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, São Paulo, SP, v. 1, n. 12, p. 05-14, dez. 2023. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/wp-content/uploads/2023/12/community-tanks-1.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.

SOMMER, S. F.; RICHTER, M. F. Qualidade do leite e caracterização de diferentes regiões geográficas do Brasil: uma revisão de literatura. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, RS, v. 28, n. 1, p. 193-205, mar. 2022. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/reader/f48d6d4e99cdce68a872f47c39f3518eada7f982>. Acesso em: 10 set. 2024.

SOUZA, F. A. de A. *et al.* Prevalência de lesões podais e grau de claudicação em vacas da raça Jersey, em lactação, mantidas em sistema de confinamento “free-stall”. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 8098-8106, jan. 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/43528/pdf>. Acesso em: 05 mar. 2024.

STANOJEVIĆ, N.; ZAKIĆ, K. China and deglobalization of the world economy. **National Accounting Review**, Springfield, 2023, v. 5, n. 1, mar. 2023. Disponível em: <https://www.aimspress.com/article/doi/10.3934/NAR.2023005?viewType=HTML>. Acesso em: 08 ago. 2024.

SWINKELS, J. M. *et al.* Randomized controlled field trial comparing quarter and cow level selective dry cow treatment using the California Mastitis Test. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 104, n. 8, 2021. Disponível em: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2821%2900556-7>. Acesso em: 15 set. 2024.

TABILI, A. F.; JACOMETO, M. C. D. Fatores influenciadores no processo de aprendizagem: um estudo de caso. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 34, n. 103, p. 75-86, set. 2017. Disponível em: <https://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v34n103/08.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

TAHERKHANI, L. *et al.* The candidate chromosomal regions responsible for milk yield of cow: a GWAS meta-analysis. **Animals**, Basel, Switzerland, v. 12, n. 582, p. 1-9, 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/ADMT/Downloads/animals-12-00582.pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

THORSTENSEN, V.; MOTA, C. R.; THOMAZELLA, F. **OCDE e a nova demanda da agricultura**: produtividade e políticas agrícolas sustentáveis. São Paulo: FGV EESP, 2019. (Working Paper Series, 510, CCGI n. 16 set. 2019).

TIMTIN, M. *et al.* Impact of varying levels of pasture allowance on the nutritional quality and functionality of milk throughout lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 106, n. 10, p. 6597-6622, 2023. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(23\)00433-2/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(23)00433-2/pdf). Acesso em: 10 set. 2024.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 4. ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 2010. 195 p.

TRYHUBA, A. *et al.* Parameters and indicators of milk truck functioning at dairy processing enterprises. **Engineering for rural Development**, Jelgava, v. 22, n. 24, p. 979-984, 2019. Disponível em: <https://www.iitf.lbtu.lv/conference/proceedings2020/Papers/TF232.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.

TSE, C.; BARKEMA, H. W.; DEVRIES, T. J.; RUSHEN, J.; PAJOR, E. A. Impacto dos sistemas de ordenha automática nos relatórios dos produtores de gado leiteiro sobre o gerenciamento do trabalho de ordenha, produção de leite e qualidade do leite. **Animal: The international journal of animal biosciences**, Amsterdam, NL, v. 12,

n. 12, p. 2649-2656, fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731118000654>

VACULÍK, P. *et al.* Water consumption in the automatic milking systems. **Acta Technologica Agriculturae**, Bratislava, SK, v. 3, n.1, p. 136-142, 2021. Disponível em: <https://intapi.sciendo.com/pdf/10.2478/ata-2021-0023>. Acesso em: 15 set. 2024.

VIEIRA, R. E. C. *et al.* Caracterização de sistemas produtivos de leite bovino em

VILLETZAZ, M. *et al.* Associations between on-farm animal welfare indicators and productivity and profitability on Canadian dairies: I. On freestall farms. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 102, n. 5, p. 4341- 4351, 2019. Disponível em: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2819%2930241-3>. Acesso em: 15 set. 2024.

VIVA LÁCTEOS. Associação Brasileira de Laticínios. **Manual para elaboração do Plano de Qualificação de Fornecedores de Leite (PQFL)**. [Brasília, DF]: Viva Lácteos; [Belo Horizonte]: Silemg, 2019. Disponível em: <https://www.vivalacteos.org.br/wp-content/uploads/2019/11/Manual-PQFL-Viva-Lacteos.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3317710/mod_resource/content/2/A%20formacao%20social%20da%20mente.pdf. Acesso em: 07 set. 2024.

WAGNER, K. *et al.* The effects of farming systems (organic vs. conventional) on dairy cow welfare, based on the welfare quality protocol. **Animal: The international journal of animal biosciences**, Amsterdam, NL, v. 15, n. 8, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731121001440?via%3Dihub>. Acesso em: 16 set. 2024.

WATTERS, R. D. *et al.* The effect of manual and mechanical stimulation on oxytocin release and milking characteristics in Holstein cows milked 3 times daily. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, n. 3, p. 1721-1729, 2015. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(15\)00009-0/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(15)00009-0/pdf). Acesso em: 15 set. 2024.

YING, K. A critical analysis of China' s implementation of the Marrakesh Treaty. **SHS Web of Conferences**, Sintok, Kedah Darul Aman, Malaysia, v. 162, n. 1, p. 1-8, 2023. Disponível em: https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2023/11/shsconf_adcs2023_01029.pdf. Acesso em: 16 set. 2024.

YOON, Y. *et al.* Microbial benefits and risks of raw milk cheese. **Food Control**, Guildford, GB, v. 63, p. n. 2, p. 201-2015, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713515302863>. Acesso em: 10 set. 2024.

ZERBINI, T.; COELHO JUNIOR, F. A.; ABBAD, G. S.; MOURÃO, L.; ALVIM, S.; LOIOLA, E. Transferência de treinamento e impacto do treinamento no trabalho em profundidade. *In*: ABBAD, G.; MOURÃO, L.; MENESES, P. P. M.; ZERBINI, T.;

ANDRADE, J. E. B. (org.). **Medidas de avaliação em treinamento, desenvolvimento e educação**: fundamentos para gestão de pessoas. Porto Alegre: Artmed, 2012. p. 127-144.

ZHAO, Y. Acetate regulates milk fat synthesis through the mammalian target of rapamycin/eukaryotic initiation factor 4E signaling pathway in bovine mammary epithelial cells. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 104, n. 1, p. 337-345, ago. 2021.

ZULPO, A. P.; CARVALHO, T. B. de. Análise econômica de dois sistemas de produção de leite no meio-oeste catarinense. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 37-41, ago. 2020. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/546/937>. Acesso em: 04 set. 2024.

ZURBRIGG, K. *et al.* Tie-stall design and its relationship to lameness, injury, and cleanliness on 317 Ontario Dairy Farms. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 9, maio. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030205730034>. Acesso em: 08 jul. 2024.

3 HIPÓTESES

- I. O índice de entalpia específica do ar, por integrar simultaneamente a temperatura de bulbo seco, a umidade relativa e a pressão barométrica local, é capaz de delimitar zonas de conforto térmico fisiologicamente distintas entre categorias de bovinos leiteiros, refletindo com maior precisão as diferenças nas demandas metabólicas e na capacidade termorreguladora de cada categoria do que indicadores baseados em variáveis climáticas isoladas.
- II. A implementação dos Planos de Qualificação de Fornecedores de Leite, a partir de 2019, está associada a uma melhoria significativa na qualidade do leite, evidenciada pela redução dos valores médios de Contagem Bacteriana Total (CBT) e Contagem de Células Somáticas (CCS), no período de 2019 a 2024, quando comparados ao histórico de 2014 a 2018.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da implementação dos Planos de Qualificação de Fornecedores de Leite sobre a qualidade do leite cru refrigerado na região Norte-Central do Paraná, por meio da análise temporal dos parâmetros microbiológicos e composicionais ao longo do período de 2014 a 2024, da caracterização do índice de entalpia específica do ar como indicador bioclimático regional.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Analisar a relação entre a participação de produtores em treinamentos sobre boas práticas na produção leiteira e a evolução dos parâmetros de qualidade do leite, com ênfase na Contagem Bacteriana Total (CBT) e na Contagem de Células Somáticas (CCS).
- b) Investigar, por meio de séries temporais, a evolução dos parâmetros de qualidade do leite entre 2014 e 2024, considerando a implantação dos Planos de Qualificação de Fornecedores de Leite em 2019 como marco de intervenção.
- c) Caracterizar o índice de entalpia específica do ar como indicador bioclimático regional, com base na série histórica de 2014 a 2024, descrevendo sua variação sazonal e identificando os períodos de maior pressão térmica sobre vacas em lactação na região Norte-Central do Paraná.

5 ARTIGO A – A ENTALPIA COMO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO NA PRODUÇÃO LEITEIRA, SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE DO LEITE E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS ASSOCIADAS

Enthalpy as an index of thermal comfort in dairy production, its relationship with milk quality, and associated climatic variables

ABSTRACT: Heat stress impairs productive efficiency and milk quality in subtropical regions, making bioclimatic indicators essential for management decisions. This study aimed to characterize the specific air enthalpy index as a thermal comfort indicator for dairy cattle and to evaluate its influence on milk compositional and sanitary parameters. Monthly climatological data from Cândido de Abreu/PR (SIMEPAR, 2014–2024) and 4,464 milk samples from 78 farms were analyzed for fat, protein, lactose, total solids (TS), non-fat dry extract (NFDE), somatic cell count (SCC), and total bacterial count (TBC), using linear regression and Pearson correlation ($p < 0.05$). Results showed a marked seasonal contrast, with critical enthalpy levels in summer, when lactating cows remained predominantly outside the thermoneutral zone. Enthalpy negatively affected protein ($R^2 = 0.248$), TS ($R^2 = 0.164$), NFDE ($R^2 = 0.198$), fat, and lactose. TBC showed no significant correlation with enthalpy, suggesting that management and hygiene factors are more determinant for microbial load. Precipitation and solar radiation also negatively influenced physicochemical components, albeit with smaller magnitude. It is concluded that enthalpy is an effective tool for monitoring bovine thermal comfort, and that seasonal heat stress significantly impairs milk compositional quality, reinforcing the need for heat mitigation strategies in regional dairy farming.

Keywords: bioclimatic variables; dairy farming; enthalpy; heat stress; milk quality; thermal comfort.

A entalpia como índice de conforto térmico na produção leiteira, sua relação com a qualidade do leite e variáveis climáticas associadas

RESUMO: O estresse térmico compromete a eficiência produtiva e a qualidade do leite em regiões subtropicais, tornando essencial o uso de indicadores bioclimáticos para subsidiar decisões de manejo. Este estudo objetivou caracterizar o índice de entalpia específica do ar como indicador de conforto térmico para bovinos leiteiros e avaliar sua influência sobre os parâmetros composicionais e sanitários do leite. Foram analisados dados climatológicos mensais do município de Cândido de Abreu/PR (SIMEPAR, 2014–2024) e 4.464 amostras de leite de 78 propriedades, avaliando gordura, proteína, lactose, sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD), contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT), por meio de regressão linear e correlação de Pearson ($p < 0,05$). Os resultados evidenciaram marcado contraste sazonal, com entalpia crítica no verão, período em que vacas em lactação permaneceram predominantemente fora da zona de termoneutralidade. A entalpia exerceu efeito negativo significativo sobre proteína ($R^2=0,248$), ST ($R^2=0,164$), ESD ($R^2=0,198$), gordura e lactose. A CBT não se correlacionou significativamente com a entalpia, indicando maior influência de fatores de manejo e higiene sobre a carga microbiana. Precipitação e radiação solar também afetaram negativamente os componentes físico-químicos, porém com menor magnitude. Conclui-se que a entalpia é ferramenta eficaz para monitoramento do conforto térmico, e que o estresse calórico sazonal compromete expressivamente a qualidade composicional do leite, reforçando a necessidade de estratégias de mitigação térmica na pecuária leiteira regional.

Palavras-chave: conforto térmico; entalpia; estresse térmico; pecuária leiteira; qualidade do leite; variáveis bioclimáticas.

1 INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do leite é um dos segmentos mais importantes da pecuária brasileira, pois impulsiona o desenvolvimento regional, a geração de renda, a fixação do produtor no campo e a segurança alimentar da sociedade. Nesse contexto, o Brasil se consolida como o terceiro maior produtor mundial, tendo alcançado uma produção de 35,7 bilhões de litros em 2024 (EMBRAPA, 2025). Dentre os estados, o Paraná se destaca expressivamente, ocupando a segunda posição nacional com cerca de 4,6 bilhões de litros produzidos (EMBRAPA, 2025).

Diante desse expressivo volume de produção de leite, surge a crescente exigência por qualidade, segurança e sustentabilidade na produção reflete não apenas as demandas do mercado consumidor, mas também as atualizações promovidas pelas Instruções Normativas 76 e 77, publicadas em 2018 (Brasil, 2018a; Brasil, 2018b). Essas normas estabelecem novos parâmetros de manejo e boas práticas que visam aprimorar a qualidade do leite, abrangendo desde o transporte e armazenamento até a qualificação dos profissionais envolvidos e o controle sanitário do rebanho.

Dentre os indicadores qualitativos do leite, destacam-se os composicionais (gordura, proteína, lactose e sólidos totais, e sanitários, contagem de células somáticas (CCS) e a contagem bacteriana total (CBT), cujos limites são definidos pelas Instruções Normativas em vigor. Esses indicadores são avaliados mensalmente pelos laticínios e suscetíveis a fatores como alimentação, lactação, raça e, sobretudo, variáveis climáticas (Chen *et al.*, 2023; Jain *et al.*, 2022).

Consideramos que as variáveis climáticas, a radiação solar, medida pela energia incidente sobre uma unidade de área (Wh/m^2), e a precipitação (medida em milímetros) impactam e exercem forte influência na zona de conforto térmico das vacas leiteiras, prejudicando sua homeostase e, conseqüentemente, o seu bem-estar (Becker *et al.*, 2020; Polskyvon; Keyserlingk, 2017). Esse desequilíbrio provoca a translocação de nutrientes requeridos pela lactação para a ativação de mecanismos termorreguladores, o que resulta na redução dos componentes do leite (Henry *et al.*, 2018).

Ademais, essas variáveis ambientais influenciam diretamente a contagem bacteriana total (CBT) e a contagem de células somáticas (CCS) no leite por meio de mecanismos indiretos ligados a condições de estresse e higiene. A

precipitação excessiva, característica do período chuvoso, aumenta a contaminação ambiental por lama, esterco e umidade, elevando a proliferação bacteriana nos tetos das vacas e, conseqüentemente, a CBT no leite (Borghetti *et al.*, 2009; Caroprese *et al.*, 2012).

Por sua vez, a radiação solar elevada promove o estresse térmico, especialmente nos meses mais quentes, podendo causar uma depressão no sistema imune da vaca devido ao aumento dos níveis de cortisol, um hormônio relacionado ao estresse, impactando severamente a resposta imunológica do animal (Bagath *et al.*, 2019; Sejian *et al.*, 2018).

Essas condições de temperatura e umidade são quantificadas pelo índice de entalpia (h), um parâmetro físico que reflete a carga térmica ambiental, calculado com base na temperatura do ar, umidade relativa e pressão barométrica local (Sarnighausen, 2019). Esse índice descreve as condições psicrométricas das trocas de calor sensível e latente entre animais e ambiente, influenciando diretamente a homeotermia e a produtividade (Baêta; Souza, 2010).

Inicialmente proposto por Albright (1990) como entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco) e adaptado por Rodrigues *et al.* (2011) para produção animal, o índice de entalpia permite classificar níveis de conforto, alerta e estresse calórico, auxiliando decisões de manejo ambiental em sistemas de criação animal.

Este estudo objetivou caracterizar o índice de entalpia como indicador de conforto térmico, avaliar sua influência na qualidade do leite e associar variáveis climáticas aos parâmetros de qualidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma análise histórica mensal dos dados climatológicos para o município de Cândido de Abreu, localizado no estado do Paraná, Brasil, situado a uma altitude de aproximadamente 540 metros, entre as coordenadas 24°34'15,88"S de latitude e 51°20'32,61"W de longitude (Figura 1). A base de dados climatológicos foi extraída do Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná (SIMEPAR), sediado em Curitiba, abrangendo o período de 2014 a 2024.

As variáveis meteorológicas analisadas foram temperatura do ar, equivalente à temperatura de bulbo seco (mínima, média e máxima, em °C), umidade relativa do ar (mínima, média e máxima, em %), precipitação pluviométrica (mm) e radiação solar global (Wh/m²). Essas grandezas foram selecionadas por representarem elementos essenciais do clima, permitindo a avaliação integrada de conforto térmico, condições ambientais para produção leiteira e servindo como dados fundamentais para o cálculo da entalpia específica do ar.

O índice de entalpia específica do ar (kJ kg⁻¹ de ar seco) foi calculado e proposto neste estudo com base na série histórica de Cândido de Abreu, utilizando a equação originalmente proposta por Albright (1990) e adaptada por Rodrigues *et al.* (2011), que integra temperatura do bulbo seco, umidade relativa e pressão atmosférica local (Equação 1). Foram obtidas as entalpias mínima, média e máxima a partir das respectivas temperaturas registradas.

$$h = 1.006 \cdot T_s + \frac{UR}{\rho_B} 10^{\frac{7.5 \cdot T_s}{237.3 + T_s}} \cdot (71.28 + 0.052 \cdot T_s) \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde, a entalpia específica do ar úmido, h , é expressa em kJ por kg de ar seco e representa o conteúdo total de energia térmica do ar. O termo 1,006 corresponde ao calor específico do ar seco, em kJ kg⁻¹ °C⁻¹, funcionando como coeficiente que converte variações de temperatura em variações de energia. A variável T_s indica a temperatura de bulbo seco (temperatura do ar), em °C, associada

ao calor sensível da mistura ar-vapor. A umidade relativa do ar (UR), expressa em %, e a pressão barométrica atmosférica local, p_B , em mmHg, são utilizadas para quantificar a contribuição do vapor d'água para a entalpia.

As constantes 7,5 e 237,3 integram a expressão empírica da pressão de vapor de saturação em função da temperatura, enquanto os valores 71,28 e 0,052 são coeficientes empíricos que representam a parcela de calor latente associada ao vapor d'água, ajustando essa contribuição de acordo com a temperatura do ar.

Inicialmente, foram calculados valores de entalpia específica a partir das faixas de conforto térmico estabelecidas para cada categoria de bovinos leiteiros (Tabela 1), com o objetivo de propor um índice de entalpia de referência para as condições climáticas da região. A partir dessas faixas ideais, determinaram-se os intervalos de entalpia crítica inferior, de conforto e crítica superior.

Tabela 1 - Faixas de temperatura crítica inferior TCI (C°), temperatura de conforto térmico TCT (C°), temperatura crítica superior TCS (C°) e umidade relativa para diferentes categorias de bovinos leiteiros

CATEGORIA	TCI (C°)	TC (C°)	TCS (C°)	Faixa de UR _{conforto} (%)
Bezerro	< 24	25 - 30	31 >	60 - 70
Novilhas	< 14	15 - 27	28 >	60 - 70
Vacas lactação	< 4	5 - 24	25 >	60 - 70
Vacas secas	< 4	5 - 25	26 >	60 - 70

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados de Fuquay (1981), Baccari Junior, (1998), West (2003)

Posteriormente, esse índice foi comparado às entalpias médias mensais obtidas com base nas variáveis meteorológicas do período histórico, permitindo identificar, para cada mês, se os animais estavam expostos a condições de entalpia abaixo da zona de conforto (crítica inferior), dentro da zona de conforto ou acima dela (crítica superior).

Os resultados são apresentados em gráficos de perfis de entalpia média e máxima estimadas por meio de acréscimos de temperatura conforme os cenários indicados, apresentando ainda os limites de entalpia de conforto térmico para cada categoria, assim como valores médios de entalpia que ocorreram ao longo dos 10 anos utilizados para o estudo.

Os dados sobre a composição do leite foram obtidos por meio da análise histórica do banco de dados de um laticínio localizado na mesma região do

estudo, abrangendo o período de 2014 a 2024. Nesse intervalo, foram consideradas 4.464 análises de leite provenientes de 78 produtores, cada um representando uma propriedade distinta.

O perfil tecnológico dessas propriedades foi bastante heterogêneo, variando desde sistemas mais simples, com ordenha manual e resfriadores de imersão, até sistemas mais tecnificados, com ordenha canalizada e tanques de expansão. O rebanho da região é composto predominantemente por animais mestiços com graus variados de sangue zebuino e taurino, com provável predominância de sangue Holandês; contudo, não foi possível caracterizar com precisão o padrão racial, uma vez que essas informações derivam de um banco de dados secundário.

As variáveis composicionais avaliadas foram: teor de gordura (g/100 g), proteína total (g/100 g), lactose (g/100 g), sólidos totais (g/100 g) e extrato seco desengordurado ou sólidos não gordurosos (g/100 g), em conformidade com as unidades adotadas pelas Instruções Normativas nº 76 e nº 77 do MAPA. Além disso, foram considerados indicadores sanitários do leite, incluindo a contagem de células somáticas (CS/mL) e a contagem bacteriana total, expressa como unidades formadoras de colônias por mililitro (UFC/mL).

Para a análise dos dados, foi aplicada regressão das variáveis de qualidade do leite em função da entalpia, e a associação entre variáveis climáticas e de qualidade do leite foi avaliada por meio da correlação linear de *Pearson*. Em todas as análises, adotou-se um nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os limites de entalpia crítica inferior (ECI), entalpia de conforto (EC) e entalpia crítica superior (ECS) variaram entre as categorias de bovinos leiteiros, refletindo as diferenças nas respectivas zonas de conforto térmico (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores considerados para entalpia crítica inferior (ECI), entalpia de conforto (EC) e entalpia crítica superior (ECS), dependendo da categoria de bovinos.

Categoria	ECI	EC	ECS
	(kJ por kg de ar)		
Bezerro	36,64 - 47,23	59,82 - 76,78	86,34 - 107,34
Novilhas	18,88 - 27,27	33,62 - 66,24	75,33 - 94,31
Vacas lactação	4,27 - 11,26	14,44 - 56,78	65,35 - 82,54
Vacas secas	4,27 - 11,26	14,44 - 66,73	68,57 - 86,34

Fonte: o próprio autor.

Com base na série histórica, as médias mensais de temperatura (mínima, média e máxima, em °C), assim como da umidade relativa do ar (%), foram estimados os valores mínimos, médios e máximos de entalpia do ar para cada mês, permitindo caracterizar os períodos com maior carga térmica ambiental (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores mínimos, médios e máximos mensais de temperatura do ar, entalpia e umidade relativa, calculados a partir da série histórica de 2014 a 2024.

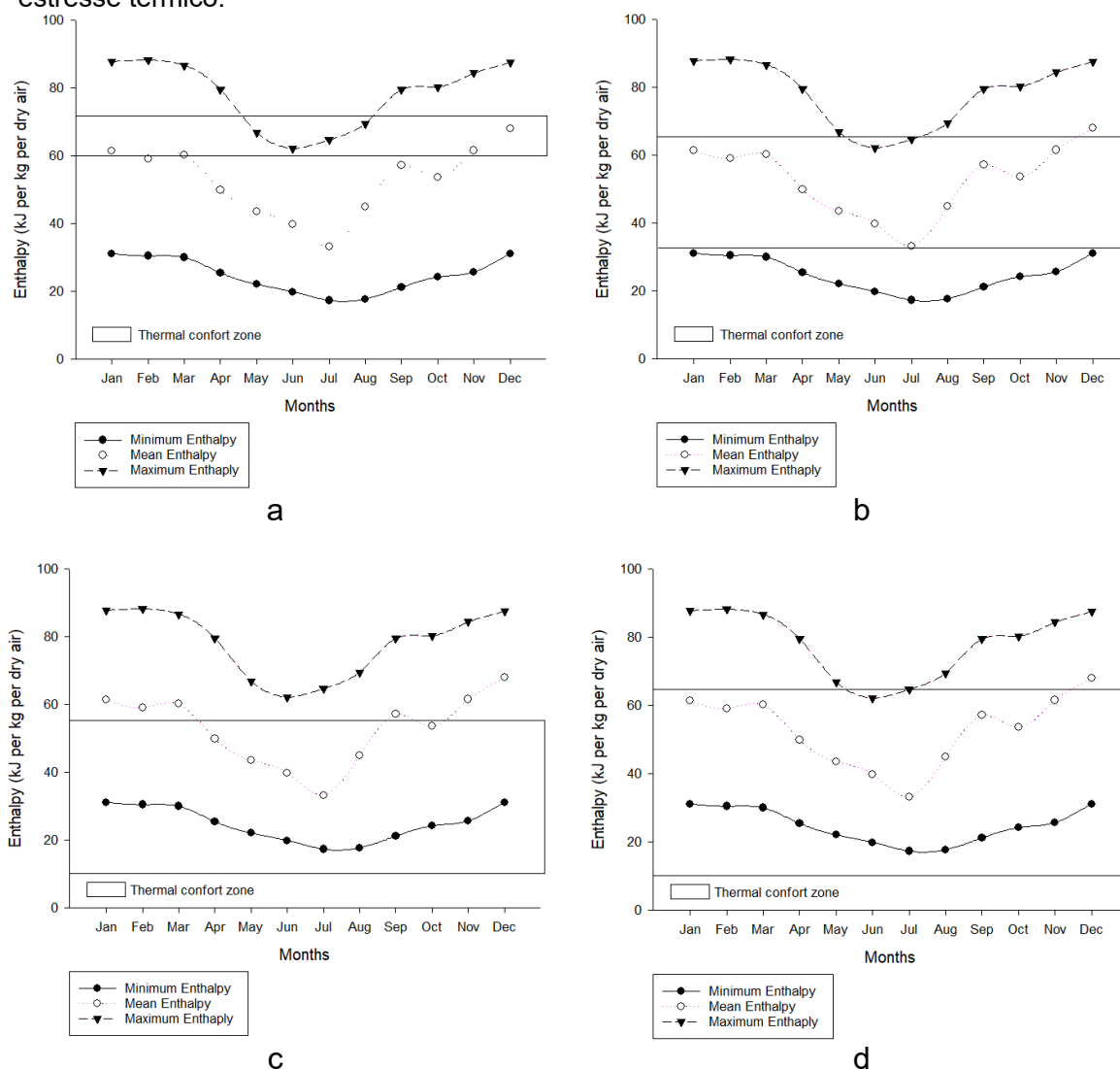
Meses	Temperatura (°C)			Entalpia (kJ por kg por ar seco)			UR (%)
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	
Janeiro	19,45	23,30	31,40	31,15	61,44	87,89	83,0
Fevereiro	19,10	22,80	31,50	30,5	59,13	88,28	81,2
Março	18,60	23,00	31,10	30,04	60,29	86,72	79,7
Abril	16,15	19,80	29,20	25,43	49,94	79,60	84,2
Mai	13,42	17,10	25,50	22,09	43,52	66,94	85,3
Junho	12,07	15,50	24,00	19,89	39,84	62,23	81,1
Julho	11,05	13,30	24,80	17,35	33,29	64,72	83,2
Agosto	11,92	18,40	26,30	17,76	44,92	69,55	71,2
Setembro	14,95	23,10	29,20	21,18	57,16	79,60	71,9
Outubro	16,61	21,30	29,40	24,22	53,64	80,33	82,1
Novembro	17,47	24,20	30,50	25,69	61,60	84,42	78,6
Dezembro	19,90	25,6	31,30	31,09	67,98	87,50	81,3

Fonte: O próprio autor.

A caracterização bioclimática das zonas de conforto térmico para categorias de bovinos leiteiros, com base no índice de entalpia delimitam as faixas de termoneutralidade específicas: 45-65 kJ/kg para vacas em lactação, 42-68 kJ/kg para

novilhas e 40-70 kJ/kg para bezerros, identificando regiões de alerta e estresse térmico (Figura 1).

Figura1 - apresenta a entalpia de conforto térmico das categorias de bovinos leiteiros (bezerros - a; novilhas - b; vacas em lactação - c; vacas secas - d) em relação às entalpias máxima, média e mínima registradas ao longo do ano. A barra horizontal em cada gráfico indica a faixa de entalpia considerada de conforto térmico para o animal de cada categoria, evidenciando a posição relativa da zona de termoneutralidade e períodos de risco para estresse térmico.



Fonte: O próprio autor (2025).

Observou-se contraste sazonal na carga de entalpia do ambiente, com valores muito acima da zona de conforto no verão e ligeiramente abaixo no inverno. Durante o verão, a entalpia máxima manteve-se de forma consistente acima da zona de conforto para todas as categorias, indicando forte pressão de calor e maior probabilidade de estresse térmico, sobretudo em vacas em lactação e vacas secas, cujas demandas metabólicas e exigências de conforto são mais elevadas.

Em relação ao período de inverno, embora a entalpia mínima frequentemente se situasse próxima ou ligeiramente abaixo do limite inferior de conforto, o afastamento em relação à zona de termoneutralidade foi menos intenso, sugerindo que, nas condições estudadas, o calor excessivo no verão representa um desafio mais crítico ao bem-estar e ao desempenho dos bovinos leiteiros do que o frio do inverno.

Em relação aos bezerros, a entalpia máxima ocasionalmente ultrapassa a faixa de conforto no verão, porém o ponto crítico situa-se no inverno, quando a entalpia média se aproxima do limite inferior e a mínima se localiza bem abaixo. Esses resultados corroboram a literatura ao indicar maior susceptibilidade dos animais jovens ao estresse térmico por frio, em razão da menor reserva de tecido adiposo e da imaturidade dos mecanismos de termorregulação nesta fase inicial de vida (Wang *et al.*, 2020).

As novilhas apresentaram a menor amplitude anual de entalpia, mantendo-se predominantemente próximas ao centro da faixa termoneutra, o que as caracteriza como a categoria menos afetada pelas variações térmicas do ambiente. Entretanto, de acordo com Wang *et al.* (2020), são descritas alterações fisiológicas e redução de desempenho em novilhas expostas a episódios de calor mais intenso, sugerindo que essa relativa estabilidade não as torna imunes ao estresse térmico. Em relação às vacas secas, a entalpia média permanece dentro ou muito próxima da faixa de conforto na maior parte do ano, com risco relevante apenas no verão, quando a entalpia máxima se projeta acima do intervalo de conforto.

Em relação às vacas em lactação, por outro lado, a entalpia média manteve-se acima da zona de conforto na maior parte do ano, com valores compatíveis com conforto térmico restritos a poucos meses concentrados no inverno. Segundo Chen *et al.* (2024) essa exposição prolongada ao calor é consistente com o maior risco de estresse térmico nessa categoria, uma vez que o elevado metabolismo associado à produção de leite aumenta a geração de calor endógeno e dificulta a dissipação da carga térmica para o ambiente, condição amplamente descrita como determinante de queda na produção (Becker *et al.*, 2020), piora da qualidade do leite e comprometimento da saúde e da longevidade produtiva das vacas. Esse padrão indica que, para essa categoria, o estresse térmico por calor é praticamente constante fora do período de inverno, reforçando a necessidade de estratégias específicas de mitigação durante os demais meses.

O efeito da entalpia sobre os indicadores composicionais e sanitários do leite foi avaliado por meio de modelos de regressão, conforme apresentado na (Tabela 4). Os resultados indicam que a entalpia exerce uma influência significativa em diversos constituintes do leite, embora com coeficientes de determinação (R^2) variando de baixos a moderados, o que sugere a presença de outros fatores além da entalpia na determinação da composição do leite.

Tabela 4 - Médias $\pm$ erro padrão de lactose (LACT, %), proteína (PROT, %), gordura (GOR, %), sólidos totais (ST, %), extrato seco desengordurado (ESD, %), CCS ($\times 10^3$ células mL^{-1}) e CBT ($\times 10^3$ UFC mL^{-1}) do leite cru (2014–2024). Equações de regressão da composição química e indicadores de qualidade do leite em função da entalpia do ar de secagem (kJ kg^{-1} ar seco)

Variável	Média $\pm$ EP	Valor-p	Equação – R^2
LAC (%)	4,461 $\pm$ 0,004	0.0275*	Y= 4,205+0,0112 x Entalpia-0,00012 x Entalpia ² R^2 : 0.087 Pmax: 46,7 kJ. kg^{-1} ar seco
PROT (%)	3,201 $\pm$ 0,004	<.0001*	Y = 3,351-0,0027 x Entalpia R^2 : 0.248
GOR (%)	3,704 $\pm$ 0,011	0,0001*	Y= 3,972 -0,00464 x Entalpia
ST (%)	12,304 $\pm$ 0,013	<.0001*	Y = 12,824-0,00941 x Entalpia R^2 : 0.164
ESD (%)	8,605 $\pm$ 0,006	<.0001*	y = 8,856-0,0386 x Entalpia R^2 : 0.198
(log ₁₀) CCS	2,543 $\pm$ 0,006	0.0247*	y = 2,461-0,0013 x Entalpia R^2 : 0.254
(log ₁₀) CBT	2,004 $\pm$ 0,011	0.3053 ^{ns}	-

CCS ($\times 1000$ cel/mL): (log₁₀ CCS); CBT ($\times 1000$ UFC/mL:log₁₀ CBT); R^2 : coeficiente de determinação; Pmax: ponto de máximo; *significativo ($p < 0,05$); ns: não significativo;

Fonte: o próprio autor (2025)

A lactose apresentou uma relação quadrática com a entalpia, com um aumento inicial seguido de estabilização ou leve declínio em níveis mais elevados, sugerindo adaptações fisiológicas das vacas frente ao estresse térmico, possivelmente relacionadas a variações na osmolaridade do leite e metabolismo energético (Lima *et al.*, 2019). Essa dinâmica pode ser interpretada como uma resposta compensatória para manter o equilíbrio osmótico e a oferta de energia durante condições climáticas adversas.

Por outro lado, a proteína apresentou redução linear conforme o aumento da entalpia, indicando que o estresse térmico prejudica a síntese proteica mamária por conta do menor consumo alimentar e alterações metabólicas (Brasil *et al.*, 2018). A gordura e os sólidos totais também decresceram com a elevação da entalpia, sugerindo que o estresse térmico e hídrico afeta o metabolismo lipídico e mobiliza reservas corporais para funções vitais, prejudicando a qualidade do leite (Calhau, 2018).

Ademais, a contagem de células somáticas apresentou redução significativa com o aumento da entalpia, o que pode indicar menor resposta inflamatória sob condições ambientais de alto estresse térmico, ainda que a interpretação dessa redução exija cautela por possíveis efeitos sobre a resposta imunológica das vacas (Tazzo *et al.*, 2024). A não-significância da contagem bacteriana sugere que outros fatores ligados a higiene e de manejo são mais determinantes para a carga microbiana do leite do que as condições ambientais medidas pela entalpia.

Esses resultados reforçam evidências anteriores na literatura que associam variações climáticas, especialmente a combinação de temperatura e umidade expressa pela entalpia, à qualidade composicional do leite e à saúde das vacas leiteiras (Chen *et al.*, 2024; Graczcki *et al.*, 2022). Portanto, a entalpia se consolida como um indicador climático relevante para monitorar e ajustar práticas de manejo visando a manutenção da qualidade do leite em condições ambientais variáveis e potencialmente adversas.

A matriz de correlação revela relações estatisticamente significativas entre as variáveis climáticas entalpia (ENT), radiação (RAD), precipitação (PREC) e os componentes do leite, demonstrando a complexa influência do ambiente sobre a qualidade da produção láctea (Figura 3).

Figura 1 - Matriz de correlações (acima) e p valores (abaixo) entre variáveis climáticas entalpia (ENT), radiação (RAD) e precipitação (PREC) e de qualidade do leite gordura (GOR), proteína (PROT), lactose (LACT), sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD), contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT).

	ENT	RAD	PREC	GOR	PROT	LACT	ST	ESD	CCS	CBT
ENT	1	0,61* 0,0001	0,93* 0,0001	-0,05* 0,0001	-0,09* 0,0001	-0,04* 0,005	-0,09* 0,0001	-0,10* 0,0001	0,03 ^{ns} 0,07	0,002 ^{ns} 0,84
	RAD	1	0,38* 0,0001	-0,03* 0,076	-0,09* 0,0001	0,03* 0,038	-0,04* 0,007	-0,04* 0,006	0,03* 0,034	0,043* 0,003
		PREC	1	-0,048* 0,0012	-0,07* 0,0001	-0,06* 0,0001	-0,08* 0,0001	-0,099* 0,0001	0,029* 0,047	0,024* ^{ns} 0,096
			GOR	1	0,115* 0,0001	-0,115* 0,0001	0,834* 0,0001	-0,009 ^{ns} 0,539	0,185* 0,0001	0,024 ^{ns} 0,108
				PROT	1	0,038* 0,009	0,388* 0,0001	0,682* 0,0001	0,107 0,0001	0,072* 0,0001
					LACT	1	0,024 ^{ns} 0,113	0,363* 0,0001	-0,284 0,0001	-0,073* 0,0001
						ST	1	0,370* 0,0001	0,110* 0,0001	0,02 ^{ns} 0,1383
							ESD	1	-0,111* 0,0001	-0,001 ^{ns} 0,941
								CCS	1	0,262* 0,0001

Fonte: o próprio autor (2025).

*significativo; ^{ns}: não significativo

Os resultados apontam correlações negativas estatisticamente significativas entre entalpia e os componentes do leite gordura (GOR), proteína (PROT), lactose (LACT), sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD) e contagem celular somática (CCS), variando de -0,04 a -0,10 ($p \leq 0,005$). A correlação para contagem bacteriana total (CBT) foi positiva, porém não significativa (0,03; $p=0,07$). Isso sugere que aumentos na entalpia, um índice que combina temperatura e umidade e está relacionado ao estresse térmico, têm um efeito ligeiramente negativo sobre a qualidade do leite e a sanidade mamária (Chen *et al.*, 2024).

Os resultados da análise evidenciam correlações estatisticamente significativas entre a radiação solar e diversos componentes do leite, embora com magnitudes pequenas e direções heterogêneas. A gordura (GOR) e a proteína (PROT) apresentaram correlação negativa, indicando que maiores níveis de radiação tendem a associar-se à ligeira redução desses componentes, possivelmente decorrente do estresse térmico imposto pela radiação direta, que compromete processos metabólicos da síntese láctea (Becker *et al.*, 2020).

Em contraste, a lactose (LACT), a contagem celular somática (CCS) e a contagem bacteriana total (CBT) exibiram correlações positivas, sugerindo que a radiação pode estimular alterações metabólicas ou microbianas no leite, influenciando sua composição química e qualidade sanitária (Chen *et al.*, 2024).

O impacto negativo sobre gordura e proteína corroboram evidências anteriores sobre a redução da qualidade nutricional do leite sob condições ambientais adversas (Chen *et al.*, 2024). No entanto, o aumento de parâmetros associados à saúde mamária e à microbiologia do leite indica que a radiação pode também atuar como fator modulador da imunidade e da contaminação bacteriana (Graczcki *et al.*, 2022).

Resultados similares têm sido reportados em contextos de clima tropical e subtropical, onde a interação entre radiação e estresse térmico é determinante para produtividade e qualidade leiteira (Silva *et al.*, 2012). Entretanto, a baixa magnitude das correlações alerta para a necessidade de estudos complementares que considerem variáveis adicionais e análises multifatoriais para melhor compreensão dos mecanismos envolvidos.

Em relação à precipitação, apresenta correlações negativas estatisticamente significativas com os principais componentes do leite: gordura (GOR) ($r = -0,048$, $p = 0,0012$), proteína (PROT) ($r = -0,07$, $p < 0,0001$), lactose (LACT) ($r = -0,06$, $p < 0,0001$), sólidos totais (ST) ($r = -0,08$, $p < 0,0001$) e extrato seco desengordurado (ESD) ($r = -0,099$, $p < 0,0001$). Esses resultados indicam que aumentos na precipitação estão associados a ligeiras reduções na concentração desses constituintes químicos do leite.

A associação negativa da precipitação com esses componentes indica que condições de maior índice pluviométrico podem influenciar a disponibilidade e qualidade da forragem, bem como o conforto térmico dos animais, impactam diretamente a composição do leite. Tal efeito pode estar relacionado à modificação do metabolismo das vacas em ambientes mais úmidos e ao estresse provocado pela umidade elevada, que influenciam a síntese das proteínas e lipídios no leite (Zorzella *et al.*, 2015)

Em relação aos indicadores microbiológicos, a precipitação apresentou correlações positivas, porém pequenas, com a contagem de células somáticas (CCS) ($r = 0,029$, $p = 0,047$) e de contagem bacteriana total (CBT) ($r = 0,024$, $p = 0,096$, não significativa), sugerindo que as condições de maior umidade relativa do ar e chuvosas podem favorecer a proliferação microbiana no ambiente e, consequentemente, no leite, embora o efeito seja discreto e possa depender de fatores relacionados ao manejo e higienização.

Em síntese, os dados indicam que a precipitação exerce influência modesta, porém consistente, sobre a composição química do leite, especialmente nos componentes nutritivos, e pode exercer leve impacto na qualidade sanitária, reforçando a complexidade das interações entre fatores ambientais e produtivos na pecuária leiteira. Esses resultados estão em concordância com estudos anteriores que destacam o papel da disponibilidade hídrica e condições climáticas na qualidade do leite, especialmente em sistemas baseados em pastagens (Nakamura *et al.*, 2012; Zorzella *et al.*, 2015).

4 CONCLUSÕES

O índice de entalpia configura-se como um indicador relevante e sensível para avaliar o conforto térmico em diferentes categorias de bovinos leiteiros. O estudo demonstrou que as variações na entalpia refletem diretamente nas zonas de conforto térmico, sendo observados períodos críticos especialmente durante o verão, quando o estresse térmico compromete significativamente a qualidade e a composição do leite.

Adicionalmente, outras variáveis climáticas, como radiação solar e precipitação, bem como seus efeitos multifatoriais, exerceram influência significativa, embora de menor magnitude, sobre a qualidade composicional e sanitária do leite.

Em conclusão, os resultados reforçam a importância do índice de entalpia como ferramenta de monitoramento do bem-estar térmico dos animais e destacam a necessidade de estratégias de manejo e mitigação do estresse térmico, especialmente nos meses mais quentes, visando preservar a produtividade, a qualidade e a sanidade do leite produzido.

REFERÊNCIAS

- ALBRIGHT, L. **Environment control for animals and plants**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers Michigan, 1990. 453p.
- BACCARI, J. F. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em climas quentes. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1998, Piracicaba, SP. **Anais** [...]. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 24-67.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais**: Conforto animal. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 269p.
- BAGATH, M *et al.* 2019. The impact of heat stress on the immune system in dairy cattle: A review. **Research in Veterinary Science**, Amsterdam, NL, v. 126, p. 94–102, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.08.011>. Acesso em: 29 nov. 2025.
- BECKER, C. A.; COLLIER, R. J.; STONE, A. E. Invited review: Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, p. 6751-6770, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17929>. Acesso em: 29 nov. 2025.
- BORGHETTI, P. *et al.* Infection, immunity and the neuroendocrine response. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, Amsterdam, NL, v. 130, n. 3-4, p.141-162, 2009.
- BRASIL, L. H. de A. *et al.* Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça Alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, dez. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000600006>
- BRASIL. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 230, p. 9, 30 nov. 2018a. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2019/04/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-N%C2%BA-76-DE-26-DE-NOVEMBRO-DE-2018-Di%C3%A1rio-Oficial-da-Uni%C3%A3o-Imprensa-Nacional.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 77, de 30 de novembro de 2018. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 230, p. 10, 30 nov. 2018b. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2018/12/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-N%C2%BA-77.2018.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Produção Animal. **Mapa do leite**: políticas públicas e privadas para o leite. Brasília: MAPA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 28 nov. 2025.
- CALHAU, P. H. S. **Propriedades termofísicas e de superfície de leite e de soro de leite em pó reconstituídos**. 2018. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.

CAROPRESE, M. *et al.* Effects of shade and flaxseed supplementation on welfare of lactating ewes under high ambient temperatures. **Small Ruminants Research**, Amsterdam, NL, v. 102, n. 2-3, p. 177–185, 2012.

CHEN, L. *et al.* Effects of heat stress on feed intake, milk yield, milk composition, and feed efficiency in dairy cows: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 107, p. 3207-3218, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24059>

EMBRAPA. **Anuário Leite 2025**: avaliação genética multirracial. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2024. Disponível em: [file:///C:/Users/ADMT/Downloads/Anuario-Leite-2024%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/ADMT/Downloads/Anuario-Leite-2024%20(6).pdf). Acesso em: 10 set. 2025.

FUQUAY, J. W. Heat stress as it affects animal production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 1, n. 52, p. 164 – 174, jan. 1981. DOI: 10.2527/jas1981.521164x. PMID: 7195394

GRACZCKI, G. L. *et al.* Estresse térmico em vacas leiteiras: revisão. **PUBVET: Medicina Veterinária e Zootecnia**, Londrina, v. 16, n. 03, a1065, p. 1–4, mar. 2022. e-ISSN 1982-1263. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n03a1065.1-4>

HENRY, B. K.; ECKARD, R. J.; BEAUCHEMIN, K. A. Revisão: adaptação dos sistemas de produção de gado ruminante às mudanças climáticas. **Animal: The international journal of animal biosciences**, Amsterdam, NL, v. 12, p. s445-s456, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731118001301>

JAIN, G. *et al.* A review on factors affecting milk yield and composition of bovine. **Journal of Experimental Zoology**, India, v. 25, n. 2, p. 2163-2171, 2022. Disponível em: <https://connectjournals.com/03895.2022.25.2163>. Acesso em: 28 nov. 2025.

NAKAMURA, A. Y. *et al.* Correlação entre as variáveis climáticas e a qualidade do leite de amostras obtidas em três regiões do estado do Paraná. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 103-108, jul. 2012. Disponível em: [file:///C:/Users/ADMT/Downloads/admin,+4211-13243-1-CE%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/ADMT/Downloads/admin,+4211-13243-1-CE%20(3).pdf). Acesso em: 29 nov. 2025.

SARNIGHAUSEN, V. C. R. *et al.* Estimation of thermal comfort indexes for production animals using multiple linear regression models. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, Mossoró, RN, v. 7, n. 2, p. 73-77, 2019. Disponível em: <https://10.31893/2318-1265jabb.v7n2p73-77>. Acesso em: 29 nov. 2025.

SEJIAN, V. *et al.* Effect of unilateral adrenalectomy on the blood biochemistry of Black Bengal goats (*Capra hircus*). **Turk Journal of Veterinary Animal Science**, Ankara, TKI, v. 32, n. 4, p. 249–254, 2008.

SILVA, T. P. Efeito da exposição à radiação solar sobre parâmetros fisiológicos e estimativa do declínio na produção de leite de vacas mestiças (Holandês × Gir) no sul do estado do Piauí. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, PI, v. 3, n. 4, p. 299–305, 2012. Disponível em: <https://comunicata.emnuvens.com.br/comunicata/article/view/117/141>. Acesso em: 29 nov. 2025.

TAZZO, I. F. *et al.* Temperature and Humidity Index (THI) during the 2021/2022 summer and its impact on dairy cattle in Rio Grande do Sul, Brazil. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 25, e77035P, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v25e-77035P>

WANG, Jingjun *et al.* Heat stress on calves and heifers: a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, London, v. 11, n. 79, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00485-8>

ZORZELLA, M. D. *et al.* Efeito da temperatura e da precipitação pluviométrica sobre a composição química do leite cru. **Modelagem Matemática e Aplicações**, New York, NY, v. 3, n. 1, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5540/03.2015.003.01.0364>

6 ARTIGO B – AVALIAÇÃO TEMPORAL DA QUALIDADE DO LEITE: IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DOS PLANOS DE QUALIFICAÇÃO SOBRE OS PARÂMETROS COMPOSICIONAIS E QUALITATIVOS

Temporal assessment of milk quality: implementation impacts of qualification programs on compositional and qualitative parameters

ABSTRACT: Refrigerated raw milk quality depends on farm management practices, nutrition, and health factors, making continuous monitoring of physicochemical and microbiological parameters essential for dairy chain competitiveness. This study aimed to evaluate the effects of the Milk Supplier Qualification Plan (MSQP) implementation on raw milk quality in the North-Central region of Paraná, through a temporal database analysis. A total of 4,464 monthly records from 78 farms (2014–2024) were organized into two periods, pre-qualification (2014–2018) and post-qualification (2019–2024), and assessed for fat, protein, lactose, total solids (TS), non-fat dry extract (NFDE), somatic cell count (SCC), and total bacterial count (TBC) using linear regression ($p < 0.05$). Fat remained relatively stable between periods (3.74% vs. 3.66%), while protein, lactose, TS, and NFDE showed decreasing linear trends, more pronounced in the post-qualification period. SCC remained stable and below 300,000 cells/mL in both periods, with a slight reduction after 2019. TBC showed a significant linear decline in the pre-qualification period ($R^2 = 0.275$), reaching values below 200,000 CFU/mL in the post-qualification period. It is concluded that MSQP was effective in improving microbiological indicators but insufficient alone to promote lasting compositional gains, reinforcing the need to integrate precision nutrition, thermal management, and udder health into qualification strategies.

Keywords: good agricultural practices; milk quality; supplier qualification; temporal analysis; total bacterial count.

Avaliação temporal da qualidade do leite: impactos da implantação dos planos de qualificação sobre os parâmetros composicionais e qualitativos

RESUMO: A qualidade do leite cru refrigerado é condicionada por fatores de manejo, nutrição e sanidade, sendo fundamental o monitoramento contínuo dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos para garantir a competitividade da cadeia láctea. Este estudo objetivou avaliar os efeitos da implementação do Plano de Qualificação de Fornecedores de Leite (PQFL) sobre a qualidade do leite in natura na região Norte-Central do Paraná, por meio de análise temporal de banco de dados. Foram analisados 4.464 registros mensais de 78 propriedades (2014–2024), organizados em dois períodos: pré-qualificação (2014–2018) e pós-qualificação (2019–2024), avaliando gordura, proteína, lactose, sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD), contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT), por regressão linear ($p < 0,05$). Os resultados demonstraram que a gordura manteve relativa estabilidade entre os períodos (3,74% vs. 3,66%), enquanto proteína, lactose, ST e ESD apresentaram tendências lineares decrescentes, mais acentuadas no período pós-qualificação. A CCS permaneceu estável e abaixo de 300.000 céls/mL nos dois períodos, com discreta redução após 2019. A CBT apresentou queda linear significativa no período pré-qualificação ($R^2 = 0,275$), atingindo valores inferiores a 200.000 UFC/mL no período pós-qualificação. Conclui-se que o PQFL foi efetivo na melhoria dos indicadores microbiológicos, mas insuficiente, isoladamente, para promover incrementos composicionais duradouros, reforçando a necessidade de integrar nutrição de precisão, manejo térmico e saúde do úbere às estratégias de qualificação.

Palavras-chave: análise temporal; boas práticas agropecuárias; contagem bacteriana total; qualidade do leite; qualificação de fornecedores.

1 INTRODUÇÃO

A regulamentação técnica brasileira estabelece requisitos voltados à elevação dos padrões de qualidade e segurança do leite, contemplando a adoção de instrumentos como o Plano de Qualificação de Fornecedores de Leite (PQFL) e o Programa de Boas Práticas Agropecuárias (BPA) em unidades industriais e propriedades rurais. Tais diretrizes são formalizadas por normativas específicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que consolidam parâmetros para o aprimoramento da cadeia produtiva do leite (Brasil, 2018a).

Destacam-se a elaboração e execução do Plano de Qualificação de Fornecedores de Leite (PQFL) e do Programa de Boas Práticas Agropecuárias (BPA), integrados ao Programa de Autocontrole (PAC) das empresas. Esses programas orientam a capacitação, o monitoramento e a melhoria contínua nas propriedades rurais, assegurando a conformidade com normas legais e a qualidade do leite desde sua origem.

As indústrias, por sua vez, assumem a responsabilidade de garantir a segurança e a qualidade dos produtos lácteos, implementando controles rigorosos em todas as etapas, desde a coleta na fazenda, armazenamento refrigerado, transporte, recepção, processamento até a distribuição. A produção primária exige organização das instalações, manutenção de equipamentos e treinamento dos envolvidos, conforme estipulado pelas normativas.

A qualidade do leite *in natura* constitui um dos pilares fundamentais para a sustentabilidade da cadeia produtiva leiteira, influenciando diretamente a segurança alimentar, o rendimento industrial e a competitividade econômica do setor (Costa *et al.*, 2025). No contexto brasileiro, a produção leiteira enfrenta desafios associados à variabilidade na composição físico-química e microbiológica do leite, frequentemente vinculada a práticas de manejo inadequadas nas propriedades rurais e à infraestrutura deficiente de armazenamento e resfriamento (Marcondes *et al.*, 2017).

As Instruções Normativas nº 76 e 77 de 2018 estabelecem limites máximos de 300.000 UFC/mL para contagem bacteriana total (CBT) e 500.000 cél/mL para contagem de células somáticas (CCS), parâmetros cruciais para avaliar a higiene do processo e a saúde do rebanho (Brasil, 2018a; Brasil, 2018b).

Segundo Condiotto *et al.* (2020) e Bánkuti *et al.* (2020), a qualidade do leite depende de fatores como higienização dos equipamentos de ordenha, manejo sanitário dos animais e resfriamento pós-ordenha, sendo que falhas nessas etapas podem elevar a carga microbiana, aumentar a incidência de mastite subclínica e comprometer atributos físico-químicos do leite, como teores de gordura, proteína e lactose.

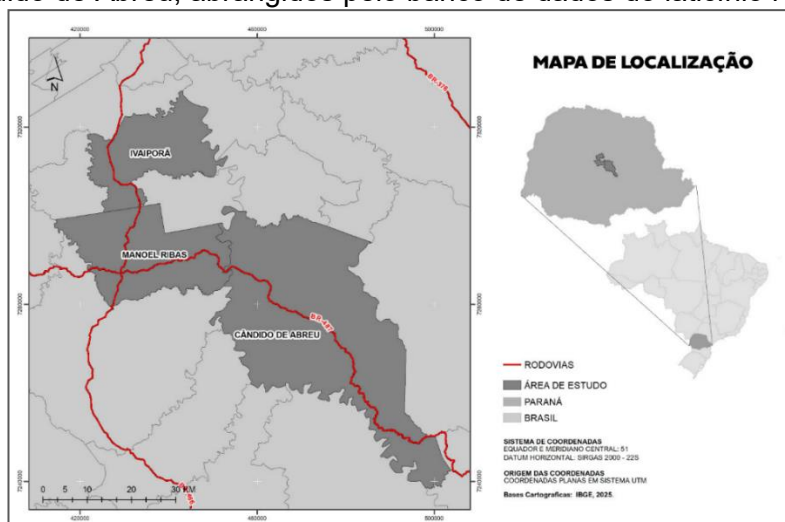
No cenário da produção leiteira brasileira, programas de qualificação de produtores, como o (PQFL), destacam-se como estratégias promissoras para promover boas práticas agrícolas (BPA), visando reduzir contaminações e melhorar a qualidade do leite (Kitole, 2025; Martins *et al.*, 2025). A análise temporal da qualidade do leite, focada em parâmetros físico-químicos e microbiológicos, como contagem bacteriana total (CBT) e de células somáticas (CCS), é essencial para avaliar a eficácia dessas práticas e do PQFL, garantindo segurança alimentar e competitividade da cadeia leiteira.

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da implementação do PQFL na qualidade do leite *in natura* na região Norte-Central do Paraná, por meio de uma análise em banco de dados com enfoque temporal. Para isso, foi realizada a avaliação da evolução dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos ao longo de 10 anos (2014–2024). Especificamente, busca-se investigar as variações na CBT, CCS, gordura, proteína, lactose, extrato seco total e extrato seco desengordurado antes e após a adoção de práticas de qualificação.

2 MATERIAL E METODOS

O estudo foi realizado na região Norte-Central do estado do Paraná, Brasil, abrangendo os municípios de Cândido de Abreu, Ivaiporã e Manoel Ribas (Figura 1). Essa área constitui uma importante bacia leiteira do estado do Paraná, e acordo com a classificação climática de Köppen (1936), a região apresenta clima Subtropical Úmido (Cfa). Foram utilizados dados secundários provenientes do banco de dados de um laticínio regional, o qual mantém programa de controle de qualidade e bonificação aos fornecedores.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo na região Norte-Central do estado do Paraná, Brasil. Destacam-se os municípios de Ivaiporã, Manoel Ribas e Cândido de Abreu, abrangidos pelo banco de dados do laticínio regional



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE (2025).

Foram analisados 4.464 registros mensais de amostras de leite cru refrigerado (LCR), provenientes de 78 propriedades leiteiras distintas. As amostras corresponderam ao leite de mistura obtido mensalmente nos tanques de resfriamento de cada propriedade, abrangendo o intervalo temporal de janeiro de 2014 a dezembro de 2024.

Cada registro contemplou informações sobre a composição físico-química (teores de gordura (GOR, %), proteína (PROT, %), lactose (LACT, %), extrato seco total (EST, %), extrato seco desengordurado (ESD, %), além de parâmetros de qualidade microbiológica e sanitária, incluindo a contagem de células somáticas (CCS, $\times 10^3$ céls/mL) e contagem bacteriana total (CBT, UFC/mL) do leite, permitindo a análise temporal da qualidade.

As análises físico-químicas e microbiológicas das amostras foram realizadas de forma sistemática e contínua em laboratórios da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), em Curitiba, PR. Essa instituição, acreditada pela Rede Brasileira de Laboratórios de Análise de Leite (RBQL), assegurou a padronização metodológica e a confiabilidade dos resultados obtidos ao longo de todo o período avaliado.

Para fins comparativos, a análise temporal foi organizada em dois períodos distintos, definidos de acordo com a implementação dos planos de qualificação dos fornecedores de leite. O primeiro período, denominado pré-qualificação (2014–2018), corresponde à fase anterior à consolidação desses planos, quando ainda não havia adoção das práticas recomendadas. O segundo período, denominado pós-qualificação (2019–2024), refere-se à etapa posterior à implementação efetiva dos planos, marcada pela adoção das práticas de manejo e higiene orientadas pelo laticínio, o que possibilitou maior padronização e controle da qualidade do leite.

O estudo contemplou a avaliação de dois aspectos principais da qualidade do leite cru refrigerado (LCR). O primeiro correspondeu à composição físico-química, mensurada por meio dos teores de gordura (GOR, %), proteína (PROT, %), lactose (LACT, %), extrato seco total (EST, %) e extrato seco desengordurado (ESD, %). O segundo referiu-se à qualidade microbiológica e sanitária, avaliada pela contagem de células somáticas (CCS, $\times 10^3$ céls/mL) e pela contagem bacteriana total (CBT, UFC/mL). Essas variáveis permitiram a análise temporal da qualidade do leite ao longo do período estudado, possibilitando a comparação entre o cenário anterior à existência dos planos de qualificação e o período posterior à sua adoção pelos fornecedores.

As variáveis CCS e CBT foram transformadas por logaritmo na base 10 (Geus *et al.*, 2024; Vargas *et al.*, 2014). Para verificar o efeito dos anos, esses foram considerados de 1 a 11, respectivamente aos anos de 2014 a 2024. Para a análise dos dados, foi aplicada regressão das variáveis de qualidade do leite em função dos períodos antes e após a implantação dos planos de qualificação. Em todas as análises, adotou-se um nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de regressão para os componentes químicos e indicadores de qualidade do leite cru refrigerado na região estudada, discriminando os períodos pré-intervenção (2014–2019) e pós-intervenção/treinamentos (2020–2024) (Tabela 1).

Tabela 1 - Médias $\pm$ erro padrão de gordura (GOR, %), proteína (PROT, %), lactose (LACT, %), sólidos totais (ST, %), extrato seco desengordurado (ESD, %), CCS ($\times 10^3$ células mL^{-1}) e CBT ($\times 10^3$ UFC mL^{-1}) do leite cru (2014–2024). Equações de regressão da composição química e indicadores de qualidade do leite em função dos períodos antes (2014 – 2019) e pós treinamentos (2020 – 2024)

Componente	Período	Média $\pm$ EP	p-Valor	Equação
GOR	2014 - 2019	3,74 $\pm$ 0.01	0.9286 ^{ns}	-
	2020 - 2024	3,66 $\pm$ 0.01	0.0522 ^{ns}	-
PROT	2014 - 2019	3.28 $\pm$ 0.02	<.0001*	Y = 3,285-0,044272x+0,005185x ² R ² :0.247
	2020 - 2024	3.68 $\pm$ 0.23	0.0116*	Y = 3,682-0,122855x+0,007662x ² R ² :0.217
LAC	2014 - 2019	4.51 $\pm$ 0,01	<.0001*	Y = 4.510444-0,011600x R ² :0.084
	2020 - 2024	4.61 $\pm$ 0,04	<.0001*	Y = 4.615887-0,019824x R ² :0.122
ST	2014 - 2019	12.63 $\pm$ 0,97	<.0001*	Y = 12.635156-0,151308x+0,016836x ² R ² :0.190
	2020 - 2024	14.39 $\pm$ 0.86	0.0063*	Y = 14.395679-0,514404x+0,030175x ² R ² :0.114
ESD	2014 - 2019	8,81 $\pm$ 0.04	<.0001*	Y = 8.811637-0,092111x+0,009229x ² R ² :0.188
	2020 - 2024	9.25 $\pm$ 0.36	0.0324*	Y = 9.255944-0,164698x+0,009835x ² R ² :0.215
CCS (log10)	2014 - 2019	2.59 $\pm$ 0,01	0.0903 ^{ns}	-
	2020 - 2024	2.47 $\pm$ 0,01	0.1564 ^{ns}	-
CBT (log10)	2014 - 2019	2.41 $\pm$ 0.06	<.0001*	Y = 2.41-0,0547x R ² :0.275
	2020 - 2024	1.97 $\pm$ 0,01	0.0593 ^{ns}	-

CCS ($\times 1000$ cel/mL): ($\log_{10}$ CCS); CBT ($\times 1000$ UFC/mL: $\log_{10}$ CBT); R²: coeficiente de determinação; Pmax: ponto de máximo; *significativo (p<0,05); ns: não significativo;

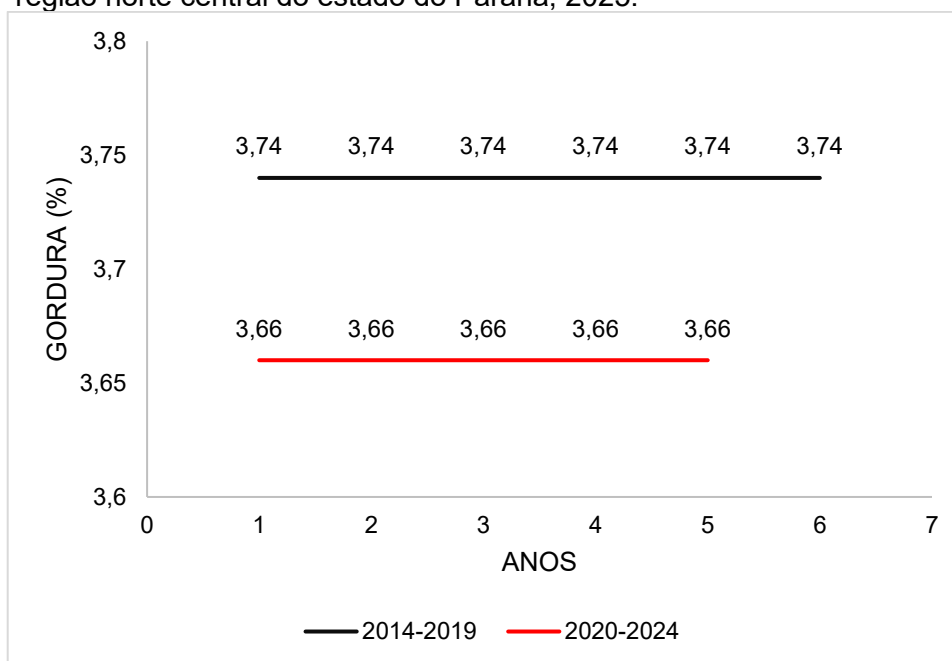
Fonte: o próprio autor (2025).

A (Tabela 1) apresenta as estatísticas descritivas e os resultados da

análise de regressão cujos dados são visualmente representados nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, detalhando a evolução temporal de cada componente analisado.

O teor médio de gordura manteve relativa estabilidade ao longo dos dez anos de avaliação, com valores próximos a 3,7% e redução discreta entre os dois períodos analisados (Figura 2). Antes da implantação do programa de melhoria da qualidade do leite, a média situou-se em torno de 3,74%; posteriormente, passou para 3,66%, evidenciando leve oscilação que não comprometeu o atendimento ao parâmetro mínimo exigido pela legislação brasileira (Brasil, 2018). A amplitude reduzida dessa variação sugere que o componente gordura é menos sensível a alterações estruturais do sistema produtivo quando comparado a outros indicadores físico-químicos.

Figura 2 - Teor de gordura do leite durante os períodos avaliados na região norte central do estado do Paraná, 2025.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Estudos demonstram que dietas excessivamente ricas em carboidratos rapidamente fermentáveis podem reduzir o pH ruminal e provocar quedas expressivas no teor de gordura, em função do desvio de precursores lipogênicos e da maior produção de ácidos graxos voláteis (Kozerski *et al.*, 2017). Além disso, o estresse térmico, frequente em regiões tropicais, reduz o consumo de matéria seca e altera o metabolismo energético, contribuindo para reduções adicionais na gordura (Teixeira *et al.*, 2018a).

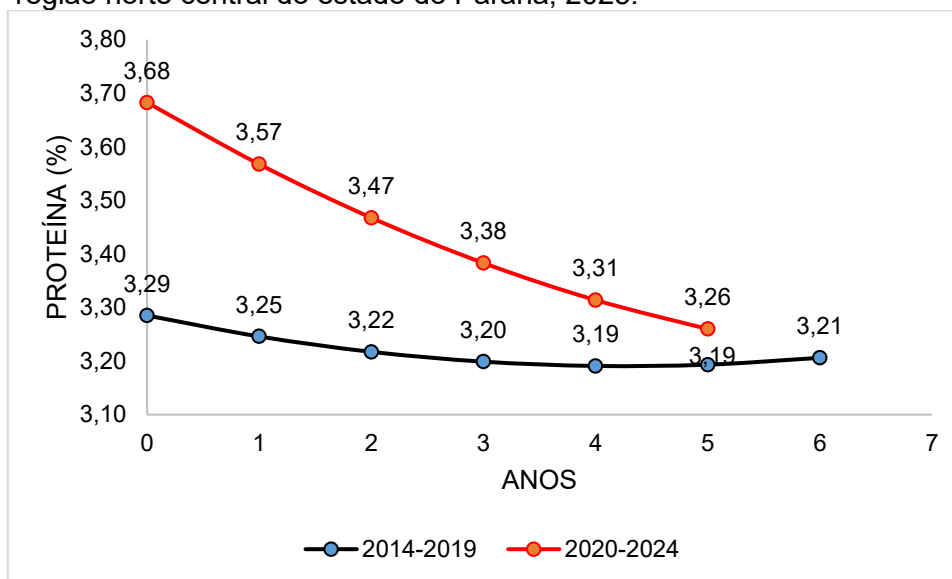
A literatura sobre programas de pagamento por qualidade aponta que o principal impacto dessas iniciativas recai sobre indicadores microbiológicos, em especial a contagem bacteriana total e a contagem de células somáticas, enquanto os sólidos do leite, como gordura e proteína, frequentemente apresentam oscilações discretas (Botaro; Gameiro; Santos, 2013; Mendes *et al.*, 2021). Isso sugere que, embora o programa implementado tenha fortalecido boas práticas sanitárias, sua influência direta sobre a composição do leite é limitada quando não acompanhada de manejo nutricional direcionado.

Portanto, a modesta redução da gordura entre os períodos avaliados provavelmente decorre de ajustes nutricionais, variações no perfil produtivo dos rebanhos e influência sazonal, mais do que de efeito direto do programa. Estratégias que priorizem o fornecimento de fibra de alta qualidade, o manejo do estresse térmico e dietas com adequada densidade energética têm maior potencial de impactar positivamente esse componente (Müller *et al.*, 2021; Nogara *et al.*, 2019). Assim, a manutenção da gordura dentro da faixa de normalidade sugere que as propriedades conseguiram preservar o equilíbrio nutricional, mesmo diante de mudanças estruturais observadas no sistema produtivo.

Com relação à proteína, a evolução do teor ao longo dos dois períodos avaliados apresentou um comportamento linear decrescente mais evidente que o observado para a gordura, demonstrando maior sensibilidade desse componente às variações ambientais e nutricionais (Figura 3). Entre 2014 e 2019, a queda foi moderada, variando de 3,29% para 3,19%. Entretanto, no período 2020 e 2024, a redução foi mais acentuada, iniciando em 3,68% e alcançando 3,26%. Apesar dessa tendência, os valores permaneceram dentro da faixa de referência nacional, geralmente entre 3,0% e 3,4% (Embrapa, 2021; Müller *et al.*, 2021).

A proteína do leite depende diretamente da síntese microbiana no rúmen, e esta, por sua vez, está vinculada à disponibilidade de energia fermentável, à qualidade da fibra e ao sincronismo entre carboidratos e nitrogênio na dieta. Pequenas inconsistências no manejo alimentar são suficientes para provocar variações expressivas na proteína, o que explica os padrões mais instáveis observados nos últimos anos (Faep, 2016). Pesquisas recentes revelam que a digestibilidade da fibra, o perfil de aminoácidos microbianos e a eficiência metabólica em sistemas tropicais respondem rapidamente a mudanças de manejo, refletindo-se na composição proteica (Ferreira *et al.*, 2023; Lopes *et al.*, 2021).

Figura 3 - Teores de proteína do leite para os períodos analisados na região norte central do estado do Paraná, 2025.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025

Diferentemente da gordura, a proteína do leite sofre impacto mais direto do estresse térmico. Em ambientes quentes, a redução do consumo de matéria seca e o aumento da demanda metabólica para dissipação de calor reduzem a eficiência de utilização do nitrogênio, resultando em queda do teor proteico (Souza *et al.*, 2021). Essa relação foi reforçada por estudos que demonstraram reduções de até 0,2 ponto percentual em períodos de maior estresse térmico em rebanhos tropicais (Teixeira *et al.*, 2022). Além disso, a sazonalidade da produção forrageira influencia diretamente a disponibilidade de nutrientes essenciais à síntese proteica (Almeida *et al.*, 2023; Nogara *et al.*, 2019).

A análise integrada do programa de qualidade evidencia que melhorias sanitárias não se traduzem necessariamente em incremento composicional. Estudos nacionais apontam que, embora programas de bonificação reduzam indicadores microbiológicos e ampliem o controle higiênico-sanitário, a resposta em proteína depende predominantemente da consistência do manejo nutricional (Botaro; Gameiro; Santos, 2013; Gomes *et al.*, 2022; Mendes *et al.*, 2021). Assim, a queda mais acentuada entre 2020 e 2024 sugere influência conjugada de fatores ambientais, flutuações na qualidade das dietas e possíveis mudanças no perfil produtivo dos rebanhos.

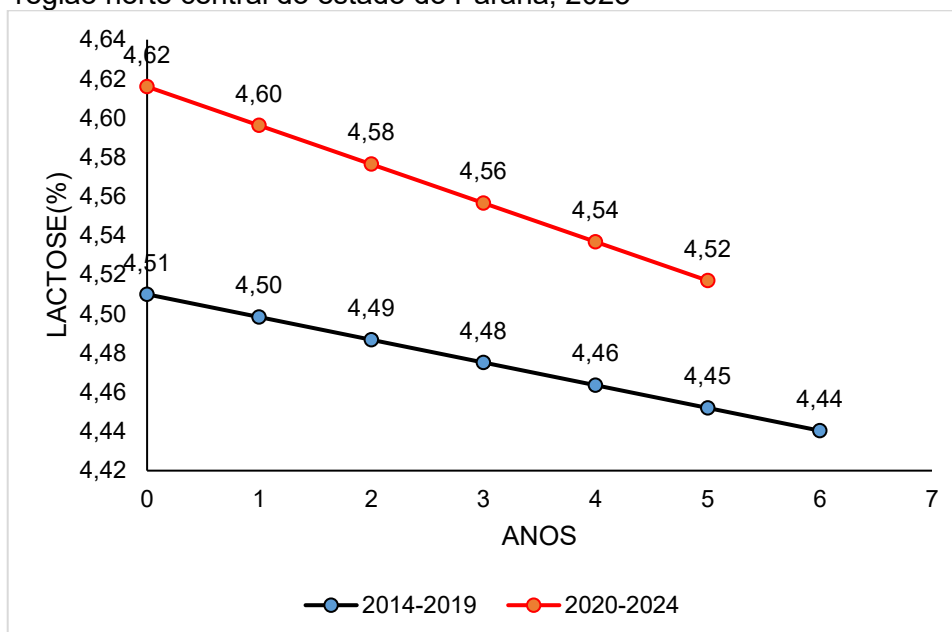
Portanto, ao contrário da relativa estabilidade observada na gordura, a proteína demonstrou comportamento mais dinâmico e vulnerável a condições

nutricionais e climáticas. A estabilidade ou incremento desse componente requer estratégias de maior precisão, envolvendo correção de desequilíbrios nutricionais, manejo térmico eficaz e planejamento forrageiro integrado. Essas ações são consideradas essenciais para melhorar o teor proteico em sistemas tropicais e minimizar perdas decorrentes das variáveis ambientais (Lopes *et al.*, 2021; Teixeira *et al.*, 2022).

Para a lactose, a evolução dos teores ao longo dos períodos avaliados caracteriza uma função linear decrescente tanto entre 2014 e 2019 quanto entre 2020 e 2024 (Figura 4). No primeiro intervalo, os valores reduziram-se gradualmente de aproximadamente 4,50% para 4,44%, enquanto no segundo período a queda foi mais evidente, iniciando em 4,61% e atingindo cerca de 4,52%. Embora a magnitude da redução seja modesta, a tendência consistente de declínio sugere influência conjunta de fatores metabólicos, sanitários e nutricionais que podem afetar o desempenho das células secretoras da glândula mamária.

A lactose é o principal carboidrato do leite e representa o componente que mais diretamente reflete a saúde da glândula mamária, pois sua síntese depende da integridade do epitélio secretor e da pressão osmótica intracelular. Por essa razão, pequenas reduções são frequentemente associadas a quadros subclínicos de mastite, diminuição da eficiência metabólica da *glândula* ou estresse fisiológico (Embrapa, 2021; Faep, 2016). Diferentemente da gordura e da proteína, que podem sofrer variações expressivas decorrentes da dieta, a lactose tende a permanecer estável e oscila somente em condições que afetam o tecido secretor.

Figura 4 - Teores de lactose do leite para os períodos analisados na região norte central do estado do Paraná, 2025



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Estudos realizados em propriedades brasileiras indicam que a lactose apresenta maior sensibilidade a alterações sanitárias do que a componentes nutricionais, sendo comumente utilizada como indicador indireto de mastite subclínica. Pesquisas apontam que reduções de 0,05% a 0,10% na lactose podem estar associadas a aumento moderado da contagem de células somáticas ou a desafios infecciosos leves, ainda que não suficientemente intensos para alterar outros sólidos do leite (Gomes *et al.*, 2022; Müller *et al.*, 2021). Essa relação sugere que a queda observada ao longo dos períodos pode estar vinculada a oscilações na saúde do úbere, mesmo diante de programas de melhoria da qualidade.

Além disso, a lactose é influenciada por condições ambientais, como estresse térmico. Em ambientes quentes, a redução no consumo de matéria seca e a redistribuição do metabolismo energético comprometem a síntese de lactose, componente que exige aporte constante de glicose sanguínea (Souza *et al.*, 2021; Teixeira *et al.*, 2018b). Esses fatores podem explicar a queda mais acentuada observada no segundo período, possivelmente associada ao aumento da pressão térmica experimentada em anos consecutivos, algo relatado com frequência em sistemas tropicais (Almeida *et al.*, 2023).

No que se refere aos impactos do programa de melhoria da qualidade, a literatura evidencia que tais iniciativas tendem a influenciar mais diretamente

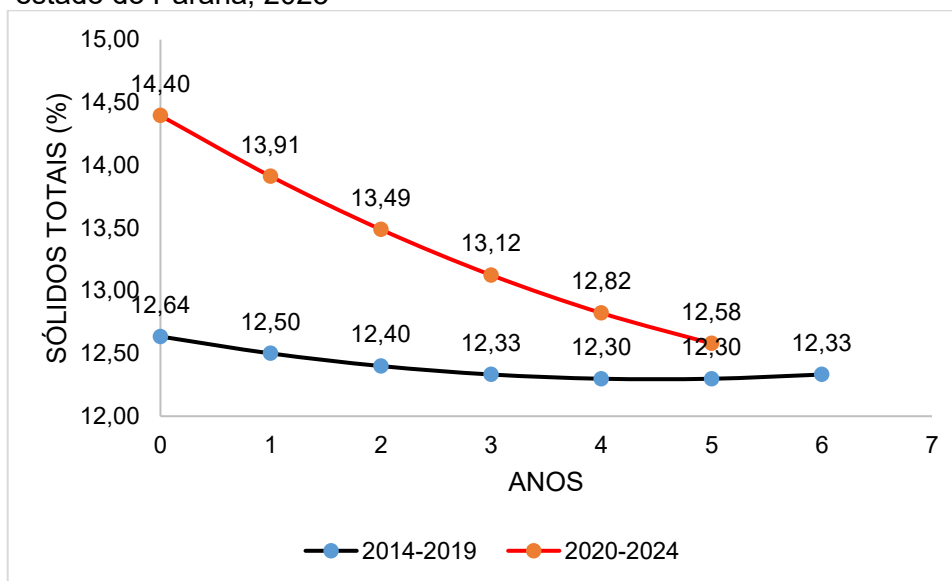
indicadores microbiológicos e higiênico-sanitários do que a composição química do leite (Botaro; Gameiro; Santos, 2013; Mendes *et al.*, 2021). A ausência de estabilização ou incremento no teor de lactose durante o segundo período sugere que, embora a assistência técnica tenha aprimorado boas práticas higiênicas, a manutenção da integridade da glândula mamária pode ter sido comprometida por desafios ambientais e de manejo não totalmente controlados.

Portanto, a tendência de queda da lactose indica necessidade de atenção específica à saúde do úbere, ao manejo de ordenha e às estratégias de mitigação do estresse térmico, uma vez que esses fatores apresentam maior poder explicativo sobre esse componente em comparação às variáveis exclusivamente nutricionais. A manutenção de bons índices sanitários e de condições ambientais adequadas constitui estratégia fundamental para preservar a integridade do epitélio mamário e garantir teores de lactose compatíveis com padrões desejáveis.

Na análise dos sólidos totais, verificou-se o comportamento de função linear decrescente, tanto entre 2014 e 2019 quanto entre 2020 e 2024 (Figura 4). No primeiro intervalo, a redução foi mais branda, variando de aproximadamente 12,60% para 12,35%. No segundo período, entretanto, a queda foi mais expressiva: de cerca de 14,45% para 12,55%. Essa diferença entre as duas fases sugere uma possível mudança no perfil composicional do leite após a implementação do programa, refletindo ajustes nos sistemas produtivos ou alterações ambientais e nutricionais mais intensas no segundo quinquênio.

A redução dos sólidos totais observada ao longo dos anos é um achado coerente com estudos que demonstram a sensibilidade desse indicador às variações nutricionais, ambientais e fisiológicas das vacas leiteiras, especialmente em regiões de clima tropical. Os sólidos totais representam a soma de gordura, proteína, lactose, sais minerais e outros sólidos, sendo fortemente influenciados pelo nível energético da dieta, relação volumoso: concentrado, fibra fisicamente efetiva, qualidade das forragens e estabilidade ruminal.

Figura 5 - Teores de sólidos totais do leite na região norte central do estado do Paraná, 2025



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Segundo Brito *et al.* (2020), a composição do leite em sistemas tropicais sofre alterações sazonais marcantes, com redução dos sólidos em períodos de maior estresse térmico e menor disponibilidade de forragens de alta qualidade, características agravadas após 2020 por eventos climáticos atípicos registrados em diversos estados brasileiros. Da mesma forma, pesquisas recentes apontam que a instabilidade nutricional decorrente de flutuações no preço e oferta de insumos após a pandemia impactou diretamente a composição do leite, especialmente gordura e sólidos totais (Santos *et al.*, 2023).

Outro fator relevante é a qualidade do volumoso. Estudos de Carvalho *et al.* (2021) mostram que forragens tropicais colhidas em estádios avançados de maturidade apresentam maior teor de fibra indigestível, reduzindo a digestibilidade total da dieta e o aporte energético, o que diminui a síntese de gordura e, consequentemente, os sólidos totais. A tendência de queda mais acentuada no período 2020–2024 pode refletir exatamente essa limitação nutricional, associada à variabilidade climática que afetou pastagens e produção de silagem.

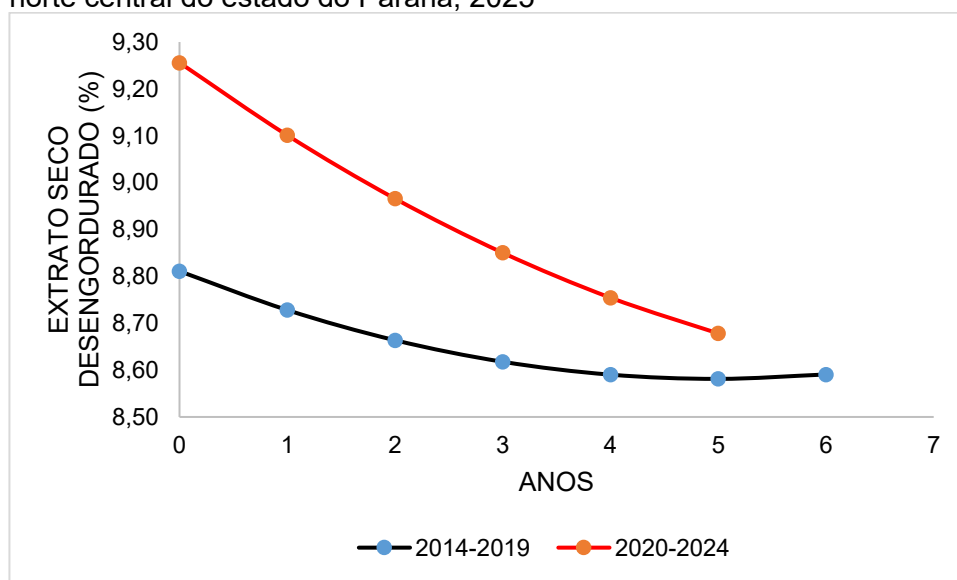
Além disso, investigações recentes destacam o papel da saúde ruminal como determinante da composição láctea. Reduções na fibra fisicamente efetiva, acidose subclínica e dietas de baixa efetividade ruminal diminuem a produção de ácidos graxos voláteis, especialmente acetato, essencial para síntese de gordura no leite (Gomes *et al.*, 2022). Assim, déficits nutricionais e manejo inadequado podem

explicar a maior queda observada após 2020.

Por fim, é relevante considerar que a composição do leite também responde a questões genéticas e de manejo reprodutivo. A intensificação produtiva e a adoção de vacas de maior mérito genético, sem ajustes equivalentes no manejo nutricional, tendem a ampliar a diluição dos sólidos (Oliveira *et al.*, 2019). Isso reforça a necessidade de estratégias integradas que aliem nutrição, bem-estar e genética para manutenção dos sólidos totais.

A evolução dos valores de extrato seco desengordurado (ESD) ao longo dos períodos avaliados apresenta também uma função linear decrescente, tanto entre 2014 e 2019 quanto entre 2020 e 2024 (Figura 6). No primeiro intervalo, o ESD reduziu-se de aproximadamente 8,80% para 8,58%, enquanto no segundo período a queda foi mais acentuada, partindo de 9,28% e chegando a valores próximos de 8,70%. Essa tendência indica que houve diminuição progressiva da fração sólida não lipídica do leite, refletindo modificações simultâneas nos teores de proteína, lactose e minerais.

Figura 6 - Evolução do extrato seco desengordurado do leite na região norte central do estado do Paraná, 2025



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

O ESD é um indicador importante porque sintetiza a porção sólida do leite que não inclui gordura, sendo diretamente influenciado pela proteína, lactose e cinzas. Por isso, costuma ser um marcador sensível da qualidade intrínseca do leite, principalmente em relação ao funcionamento da glândula mamária e ao estado

nutricional e sanitário do rebanho (Embrapa, 2014b; Faep, 2016). A queda observada ao longo dos anos sugere que alterações sistêmicas, e não apenas pontuais, ocorreram no perfil metabólico e produtivo dos animais.

A literatura mostra que o ESD tende a diminuir quando há redução no teor de proteína ou lactose, componentes diretamente associados à síntese microbiana e à integridade do epitélio secretor. Estudos indicam que vacas expostas a condições de menor ingestão de nutrientes, dietas de menor densidade proteica e energética, ou estresse fisiológico apresentam declínios consistentes no ESD (Ferreira *et al.*, 2023; Gomes *et al.*, 2022). Assim, a queda mais profunda entre 2020 e 2024 parece acompanhar as tendências já verificadas nesses componentes, sugerindo interação entre fatores nutricionais, manejo e ambiente.

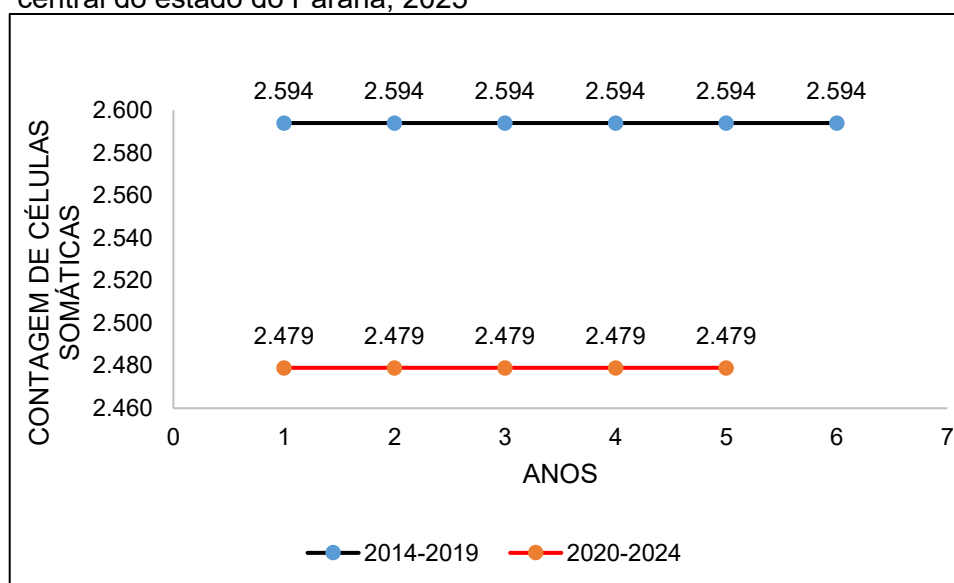
O estresse térmico também exerce influência relevante sobre o ESD. Em sistemas tropicais, a elevação da temperatura ambiente compromete a ingestão de matéria seca, altera a partição de energia e reduz a síntese de lactose e proteína, resultando em diminuições progressivas no extrato seco desengordurado (Souza *et al.*, 2021; Teixeira *et al.*, 2018b). Desse modo, a maior intensidade da queda no período mais recente pode refletir o aumento de estressores ambientais observados nos últimos anos, amplamente relatado para rebanhos leiteiros de regiões quentes (Almeida *et al.*, 2023).

Além disso, o ESD é sensível a alterações na saúde da glândula mamária. Processos inflamatórios, mesmo subclínicos, reduzem a síntese de lactose e comprometem a integridade das células secretoras, levando à queda nos sólidos não gordurosos. Diversos autores apontam correlação negativa entre ESD e contagem de células somáticas, especialmente quando o desafio sanitário persiste ao longo do tempo (Müller *et al.*, 2021). Portanto, a tendência observada indica que melhorias no manejo sanitário, embora presentes, podem não ter sido suficientes para estabilizar o componente.

Por fim, programas de pagamento por qualidade frequentemente promovem avanços sanitários, porém nem sempre resultam em incrementos composicionais, especialmente nos sólidos não gordurosos (Botaro; Gameiro; Santos, 2013; Mendes *et al.*, 2021). Assim, o declínio observado no ESD, sobretudo no segundo período, reforça que intervenções focadas exclusivamente em higiene e infraestrutura não garantem elevação dos sólidos do leite sem estratégias nutricionais robustas, mitigação de estresse térmico e melhoria contínua da saúde do úbere.

Na contagem de células somáticas verificou-se um comportamento de estabilidade linear, sem tendência crescente ou decrescente perceptível nos dois períodos avaliados (Figura 7). Entre 2014 e 2019, os valores mantiveram-se próximos de 259.000 células/mL, enquanto entre 2020 e 2024 a CCS permaneceu estabilizada em torno de 248.000 células/mL. Embora essa variação seja modesta, cerca de 10.000 células/mL, ela indica melhora discreta após a implementação do programa de qualidade do leite.

Figura 7 - Contagem de células somáticas (CCS) do leite na região norte central do estado do Paraná, 2025



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

A CCS é um dos mais importantes indicadores sanitários da glândula mamária e reflete, de maneira sensível, a presença de processos inflamatórios, especialmente mastite subclínica. A estabilidade observada sugere que, ao longo dos dez anos de monitoramento, as propriedades conseguiram manter um padrão relativamente constante de saúde do úbere, evitando oscilações abruptas que são comuns em rebanhos com manejo irregular (Embrapa, 2021). Valores médios abaixo de 300.000 células/mL são considerados satisfatórios em rebanhos comerciais, e ambos os períodos avaliados se mantiveram dentro dessa faixa.

A leve redução observada após 2020 pode estar associada aos efeitos positivos do programa de melhoria da qualidade, uma vez que intervenções voltadas à higiene de ordenha, periodicidade de manutenção de equipamentos, protocolos de desinfecção de tetos e treinamento de ordenhadores costumam refletir

diretamente na redução da CCS (Botaro; Gameiro; Santos, 2013). Além disso, a literatura demonstra que programas de pagamento por qualidade incentivam práticas de manejo mais rigorosas, o que contribui para maior estabilidade sanitária (Mendes *et al.*, 2021).

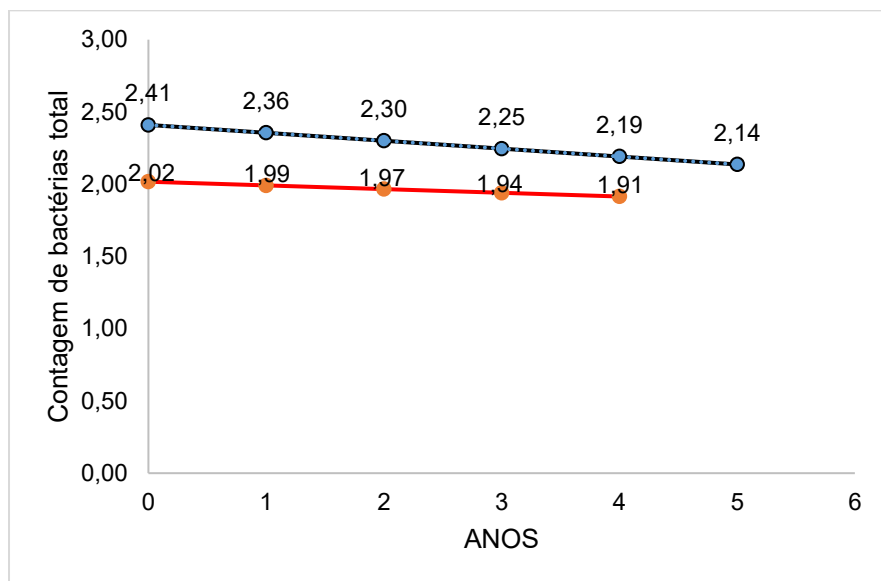
A estabilidade da CCS também pode indicar que não ocorreram desafios infecciosos significativos ou mudanças drásticas no manejo ao longo dos períodos. Estudos mostram que oscilações na CCS estão frequentemente associadas a falhas pontuais no manejo de ordenha, no conforto térmico ou na nutrição mineral, especialmente no fornecimento de zinco, selênio e vitamina E, que desempenham papel fundamental na imunidade da glândula mamária (Faep, 2016; Gomes *et al.*, 2022). A ausência de oscilações bruscas ao longo dos anos sugere que esses elementos foram relativamente bem manejados durante todo o período analisado.

Outro aspecto a ser considerado é a influência das condições climáticas. Em sistemas tropicais, o estresse térmico pode aumentar a CCS devido à imunossupressão e à maior predisposição a infecções intramamárias (Teixeira *et al.*, 2018b). Entretanto, a ausência de flutuações expressivas nos valores indica que as propriedades podem ter adotado estratégias efetivas de mitigação, como sombreamento, ventiladores ou ajustes de manejo alimentar, que reduziram os impactos do calor sobre a glândula mamária (Almeida *et al.*, 2023).

Portanto, a análise da CCS (log10) revela que, embora a melhora após 2020 tenha sido discreta, o sistema como um todo manteve um padrão sanitário estável e satisfatório. Isso reforça a importância de programas contínuos de capacitação, monitoramento sanitário e adoção de boas práticas de ordenha, que constituem a base para a manutenção da saúde mamária em rebanhos leiteiros.

O comportamento da contagem de bactérias totais (CBT – log10) ao longo dos períodos avaliados indica uma tendência linear decrescente tanto entre 2014 e 2019 quanto entre 2020 e 2024 (Figura 8). No primeiro intervalo, os valores diminuíram gradualmente de aproximadamente 240.000 UFC/mL para cerca de 215.000 UFC/mL. Já no segundo período, após a implementação do programa de melhoria da qualidade, a CBT partiu de cerca de 200.000 UFC/mL e reduziu-se até valores próximos de 190.000 UFC/mL. Essa queda consistente ao longo dos anos indica avanços progressivos no manejo higiênico-sanitário das propriedades monitoradas.

Figura 8 - Contagem de bactérias totais (CBT – log10) do leite na região norte central do estado do Paraná, 2025.



Fonte: elaborada pelo autor, 2025.

A CBT é um dos principais indicadores da qualidade microbiológica do leite cru refrigerado, refletindo diretamente as condições higiênicas de ordenha, armazenamento e refrigeração. A redução observada nos dois períodos demonstra que as propriedades conseguiram manter práticas regulares de manejo, ainda que mais expressivas após o início do programa de qualidade em 2020. De acordo com Embrapa (2021), melhorias na CBT são normalmente os primeiros resultados detectáveis quando programas de capacitação e monitoramento são introduzidos, uma vez que intervenções simples, como higienização de tetos, manutenção do equipamento de ordenha e limpeza adequada dos utensílios, possuem impacto direto sobre esse indicado.

Estudos nacionais destacam que programas de pagamento por qualidade ou monitoramento contínuo promovem reduções significativas na CBT, especialmente quando enfatizam higiene de ordenha e refrigeração adequada. Em cooperativas do Sul do Brasil, Botaro, Gameiro e Santos (2013) demonstraram que a adoção de bonificação por qualidade resultou em queda expressiva da CBT em curto prazo, comportamento semelhante ao observado no presente estudo. Pesquisas mais recentes reforçam que melhorias microbiológicas têm resposta mais rápida e consistente do que mudanças nos componentes sólidos do leite (Gomes *et al.*, 2022; Mendes *et al.*, 2021).

Outro fator determinante é a eficiência da refrigeração. Temperaturas

inadequadas no tanque de expansão podem favorecer a multiplicação bacteriana, mesmo em situações de boa prática de ordenha. A literatura descreve que a manutenção do leite abaixo de 4 °C é essencial para a preservação da qualidade microbiológica (Faep, 2016). A tendência descendente observada nas propriedades avaliadas sugere que tanto a higiene quanto a refrigeração foram conduzidas de maneira satisfatória ao longo dos dez anos monitorados.

Além disso, fatores ambientais e sazonais também podem influenciar a CBT. Períodos quentes e de maior umidade favorecem a proliferação de microrganismos, especialmente quando o manejo higiênico não é rigoroso (Almeida *et al.*, 2023). A estabilidade da redução durante todo o intervalo indica que as propriedades adotaram medidas preventivas de maneira consistente, reduzindo assim o impacto das variações climáticas.

No contexto do programa de melhoria implementado em 2020, a CBT comportou-se de forma particularmente favorável, com valores iniciais já inferiores aos do período anterior e com tendência de queda ainda mais acentuada. Isso sugere que práticas implementadas nesse intervalo, como treinamentos, revisão de protocolos, investimentos em equipamentos ou mudanças estruturais, tiveram impacto concreto sobre a qualidade microbiológica, diferentemente do observado para gordura e proteína, cujas respostas foram menos expressivas. Tal comportamento está de acordo com achados da literatura, que destaca que indicadores microbiológicos são os que mais respondem às ações de manejo e controle higiênico-sanitário (Ferreira *et al.*, 2023; Lopes *et al.*, 2021).

De forma geral, os resultados confirmam que tanto antes quanto depois de 2020 houve avanço na qualidade microbiológica do leite produzido nas propriedades avaliadas. Contudo, após a implementação do programa de melhoria, a taxa de redução foi mais pronunciada, evidenciando o impacto positivo das intervenções e indicando que investimentos contínuos em treinamento e boas práticas representam estratégia eficaz para manter e melhorar a CBT em rebanhos leiteiros.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos ao longo de dez anos de monitoramento indicam que a implementação do programa de melhoria da qualidade do leite esteve associada, principalmente, a avanços nos indicadores microbiológicos (CBT e, em menor escala, CCS), enquanto os parâmetros composicionais apresentaram alterações discretas, em geral caracterizadas por tendências de redução, mas mantendo-se dentro de faixas consideradas adequadas para rebanhos leiteiros brasileiros.

Do ponto de vista sanitário, a manutenção da CCS em patamares abaixo de 300.000 células/mL e a redução consistente da CBT demonstram que as intervenções voltadas à higiene de ordenha, refrigeração e capacitação de produtores foram efetivas, alinhando-se às evidências de que indicadores microbiológicos respondem rapidamente às melhorias de manejo.

Em síntese, o programa de qualidade mostrou-se eficaz para elevar o padrão higiênico-sanitário do leite, mas não foi suficiente, isoladamente, para promover incrementos duradouros na composição química. Os achados reforçam a necessidade de integrar ações de nutrição de precisão, manejo de pastagens, mitigação do estresse térmico e saúde do úbere às iniciativas de pagamento por qualidade, de modo a consolidar ganhos simultâneos em composição e segurança do leite produzido nas propriedades avaliadas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. L.; FERREIRA, L. S.; MENDONÇA, F. C. Sazonalidade e variação composicional do leite em sistemas tropicais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, MG, v. 78, n. 3, p. 168–178, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5935/2238-6416.20230022>

BÁNKUTI, F. I. *et al.* Farmers' actions toward sustainability: a typology of dairy farms according to sustainability indicators. **Animal: The international journal of animal biosciences**, Amsterdam, NL, v. 14, supl. 2, p. 417–423, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731120000750>

BÁNKUTI, F. I. *et al.* Farmers' actions toward sustainability: a typology of dairy farms according to sustainability indicators. **Animal: The international journal of animal biosciences**, Amsterdam, NL, v. 14, supl. 2, p. 417–423, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731120000750>

BOTARO, B. G.; GAMEIRO, A. H.; SANTOS, M. V. Quality based payment program and milk quality in dairy cooperatives of Southern Brazil: an econometric analysis. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 70, n. 1, p. 21–26, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162013000100003>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite Cru Refrigerado. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 9, 30 nov. 2018. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/dipoa_baselegal/in_76-2018_rtiq_leite.pdf. Acesso em: 17 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018. Estabelece critérios para o controle higiênico-sanitário na produção de leite cru refrigerado. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 10, 30 nov. 2018. Disponível em: resumo técnico no MilkPoint. Acesso em: 17 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 76/2018**. Regulamentos Técnicos da Produção, Identidade e Qualidade do Leite Cru Refrigerado. Brasília, DF: MAPA, 2018. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2019/04/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-N%C2%BA-76-DE-26-DE-NOVEMBRO-DE-2018-Di%C3%A1rio-Oficial-da-Uni%C3%A3o-Imprensa-Nacional.pdf>. Acesso em: 30 de nov., 2025.

BRITO, L. F.; KAVAS, M.; TENESA, A.; ØDEGÅRD, J.; HICKEY, J. M. Seasonality and environmental effects on milk composition traits in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, n. 11, p. 10955–10970, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18389>

CANDIOTTO, L. *et al.* Milk quality in small farms from Southern Region of Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 50, n. 10, 2020. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200337>. Acesso em: 03 set. 2025.

CARVALHO, A. F.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; PINA, D. S.; MARTINS, L. S. Chemical composition and nutritional value of tropical forages harvested at different maturity stages. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, NL, v. 279, p. 115032, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115032>

COSTA, H. B. A. *et al.* Assessment of the dairy chain sustainability through best management practices: Brazil's programs. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 26, 2025. DOI: 10.1590/1809-6891v26e-79031P

DOI: <https://doi.org/10.37496/rbz502020012>

EMBRAPA. **Produção e qualidade do leite no Brasil**: panorama técnico-científico. , Brasília: Embrapa Gado de Leite, 2014a. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1124858/1/CT-123.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2025.

EMBRAPA. **Qualidade do leite no Brasil**: avanços e desafios. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2021.

EMBRAPA. **Qualidade físico-química, higiênico-sanitária e composicional do leite cru**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2014b. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1018827/1/Doc158leite.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2025.

FAEP – FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ. **Manual de boas práticas na produção de leite**. Curitiba: FAEP, 2016. Disponível em: https://www.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2025/04/PR.0353-Qualidade-do-Leite_web.pdf. Acesso em: 25 nov. 2025.

FERREIRA, M. G.; LIMA, P. R.; ANDRADE, C. S. Nutritional determinants of milk protein variability in dairy herds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 58, p. 1–12, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2023.v58.02023>.

GEUS, Y. *et al.* Total bacterial count and somatic cell count in bulk and individual goat milk around kidding: Two longitudinal observational studies. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 107, p. 5427–5437, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24574>.

GOMES, T. R.; SILVA, L. P.; SANTOS, J. C. Composição química do leite em fazendas brasileiras: influência do manejo e da dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, MG, v. 74, n. 5, p. 1031–1042, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12724>

IBGE. **Mapas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-estaduais/15977-mapas-fisicos-dos-estados.html>. Acesso em: 13 set. 2025.

KÖPPEN, W. **Das geographische System der Klimate**. In: Köppen, W.; Geiger, R. (ed.). *Handbuch der Klimatologie*. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1936. p. 1-44.

KOZERSKI, N. D.; SANTOS, G. T.; BRANCO, R. H. *et al.* Aspectos que influenciam

a qualidade do leite. **UFMS/FAMEZ**, Campo Grande, MS, 2017. Disponível em: <https://famez.ufms.br/files/2015/09/ASPECTOS-QUE-INFLUENCIAM-A-QUALIDADE-DO-LEITE.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2025.

LOPES, F. C.; DAMASCENO, J. C.; MELLO, R. O. Precision feeding and milk composition in tropical dairy systems. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 104, n. 4, p. 4001–4015, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19456>.

MARCONDES, M. I. *et al.* Impact of farm size on milk quality in the Brazilian dairy industry according to the seasons of the year. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 47, n. 11, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20161004>

MENDES, A. R.; SOUSA, R. S.; MARTINS, C. F. *et al.* Dairy quality management promotes economic and sanitary benefits. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. 1–12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.10000>

MÜLLER, T.; OLIVEIRA, C. A. F.; MOREIRA, M. A. S. Quality of bovine milk produced in Brazil. **Vigilância Sanitária em Debate**, Rio de Janeiro, RJ, v. 9, n. 4, p. 36–46, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22239/2317-269x.01833>

NOGARA, K. F.; FRANZÓI, M. A.; SCHNEIDER, C. R. Influence of the seasons on the quality and composition of milk from dairy farms. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 20, n. 3, p. 1–10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v20e-43657>

OLIVEIRA, M. N.; CAMPOS, M. M.; PEDROSA, V. B.; SANTOS, R. P.; MENDONÇA, L. F. Influence of genetic selection and high milk yield on dairy cow milk components and metabolic balance. **Dairy Science and Technology**, Les Ulis, França, FR, v. 98, p. 455–468, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13594-019-00593-y>

PUC-GO - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS. **Relatórios técnicos sobre qualidade do leite e fatores produtivos**. Goiânia: PUC-GO, 2020.

SANTOS, G. T.; SCHMIDT, P.; LISBOA, L. M.; DAMASCENO, J. C.; VEIGA, D. F. Impact of feed costs and nutritional constraints on milk composition in tropical dairy systems after global supply chain disruptions. **Brazilian Journal of Animal Production**, Viçosa, MG, v. 44, n. 2, p. 251–267, 2023.

SOUZA, A. R. L.; FERREIRA, M. S.; LIMA, P. R. Alterações fisiológicas e produtivas de vacas leiteiras sob estresse térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 50, n. 4, p. e20210012, 2021.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* Heat stress and nitrogen metabolism in dairy cows under tropical conditions. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, DE, v. 106, n. 2, p. 450–462, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/jpn.13637>

TEIXEIRA, P. C.; SOUZA, A. R. L.; MARQUES, J. A. Impactos do estresse térmico na produção e qualidade do leite em sistemas tropicais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 22, n. 8, p. 554–560, 2018b. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n8p554-560>

TEIXEIRA, P. C.; SOUZA, A. R. L.; MARQUES, J. A. Use of milk composition stress–

comfort ratio to monitor heat stress in dairy cows. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 22, n. 8, p. 561–567, 2018a. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n8p561-567>

VARGAS, D. P. *et al.* Correlações entre contagem de células somáticas e parâmetros físicoquímicos e microbiológicos de qualidade do leite. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 15, n. 4, p. 473–483, out./dez. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v15i420637>

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo principal analisar os efeitos da implementação dos Programas de Qualificação de Fornecedores de Leite (PQFL) sobre a qualidade do leite cru refrigerado na região Centro-Norte do Paraná, fundamentando-se nos parâmetros regulatórios estabelecidos pelas Instruções Normativas nº 76 e nº 77 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Para isso, adotou-se uma abordagem metodológica baseada na análise de série histórica entre os anos de 2014 e 2024, que possibilitou a avaliação temporal tanto da qualidade composicional quanto sanitária do leite, considerando os impactos da entalpia e variáveis bioclimáticas, além de incorporar uma análise econômica dos programas de capacitação técnica relacionados ao manejo.

Os resultados indicam que a entalpia, como um importante indicador bioclimático, não apresentou correlação significativa com os parâmetros higiênico-sanitários, como a Contagem Bacteriana Total (CBT) e a Contagem de Células Somáticas (CCS), mas afetou negativamente os componentes físico-químicos do leite, como os sólidos totais, a proteína e a gordura. Isso evidencia que os desafios climáticos associados ao estresse térmico têm impacto direto na composição nutricional do leite, exigindo a adoção de estratégias específicas para reduzir esses efeitos e garantir a qualidade do produto final.

No que diz respeito à qualidade sanitária, observou-se uma redução expressiva e contínua dos indicadores críticos de higiene, resultado da efetiva implementação dos PQFL e das ações do programa de treinamentos. Dessa forma, os programas de qualificação revelam-se instrumentos essenciais para reforçar a sustentabilidade econômica e a segurança sanitária na cadeia produtiva do leite.

A análise integrada desses achados reforça que a qualidade do leite na região depende da complexa interação entre fatores ambientais e práticas de manejo aprimoradas por programas de treinamento. Enquanto a qualidade higiênico-sanitária evoluiu de forma satisfatória, consolidando melhores resultados, a composição do leite permanece vulnerável às variações ambientais, especialmente ao estresse térmico característico do clima subtropical.

Esse cenário aponta para a necessidade de ampliar o foco das ações e das intervenções técnicas para além do controle sanitário, englobando medidas de

adaptação e mitigação dos efeitos climáticos sobre os componentes nutricionais do leite.

Por fim, conclui-se que a trajetória da qualidade do leite cru refrigerado no Centro-Norte do Paraná reflete a convergência de três pilares fundamentais: conformidade normativa, capacitação técnica constante e adaptação aos desafios ambientais. A consolidação dos padrões higiênico-sanitários e a demonstração do retorno financeiro positivo dos Programas de Qualificação de Fornecedores de Leite (PQFL) evidenciam que esses esforços são fundamentais para a competitividade do setor leiteiro regional.

Contudo, considerando as realidades distintas observadas na região, com avanços sanitários expressivos contrastando com vulnerabilidades composicionais ligadas ao estresse térmico, é importante fortalecer os treinamentos e o acompanhamento contínuo dos produtores. Essas ações devem priorizar soluções inovadoras que visem à melhoria da ambiência animal e dos manejos adaptativos, alinhadas às condições bioclimáticas locais.

Tal abordagem integrada não apenas reduz os impactos da entalpia sobre componentes como sólidos totais, proteína e gordura, mas também potencializa ganhos econômicos, como a redução de mastite e bonificações por qualidade.

Dessa forma, o desenvolvimento de estratégias personalizadas, com monitoramento técnico e treinamentos, assegura a estabilidade composicional do leite diante das adversidades climáticas futuras. Isso reforça a excelência do produto final, o fortalecimento da cadeia produtiva e a resiliência do setor frente a variações regionais.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Instrumento de pesquisa utilizado na coleta de dados. Escala de reação ao curso (ERC). Adaptado de Abbad *et al.* (2012).

ESCALA DE REAÇÃO AO CURSO (ERC)						
NOME DO CURSO:					TURMA:	
NOME DO PARTICIPANTE:						
Caro participante, Este questionário tem o objetivo de colher informações acerca de diferentes aspectos do treinamento que acaba de ser ministrado, visando ao contínuo aperfeiçoamento dos treinamentos oferecidos pela presente pesquisa. Procure responder de forma mais precisa possível às questões que se seguem. Desde já agradecemos a sua colaboração. Ao lado de cada indicador há uma escala com seis conceitos de julgamento (ótimo, muito bom, bom, regular, ruim e não se aplica – NA). Leia cada indicador cuidadosamente, escolha o ponto da escala que melhor descreve a sua opinião acerca do módulo e assinale com um “X” dentro do espaço correspondente ao seu julgamento.						
INDICADORES						
QUANTO À PROGRAMAÇÃO	ÓTIMO	MUITO BOM	BOM	REGULAR	RUIM	N/A
1. Clareza na definição dos objetivos do treinamento.						
2. Compatibilidade dos objetivos do treinamento com suas necessidades do produtor.						
3. Carga horária programada para atividades teóricas.						
4. Ordenação dos conteúdos programáticos.						
5. Carga horária programada para as atividades práticas.						
6. Carga horária diária.						
7. Adequação dos conteúdos objetivos do treinamento.						
APOIO AO DESENVOLVIMENTO DO TREINAMENTO	ÓTIMO	MUITO BOM	BOM	REGULAR	RUIM	N/A
8. Qualidade das instalações.						
9. Qualidade e organização do material didático utilizado.						
10. Qualidade da alimentação.						
APLICABILIDADE E UTILIDADE DO TREINAMENTO	ÓTIMO	MUITO BOM	BOM	REGULAR	RUIM	N/A
11. Utilização dos conhecimentos e habilidades obtidas no treinamento para resolução de problemas na propriedade rural.						
12. Possibilidade de aplicação, em curto prazo, os conhecimentos adquiridos nas suas tarefas diárias.						

13. Possibilidade de divulgação do treinamento e conhecimentos para outros funcionários, familiares e produtores.						
APLICABILIDADE E UTILIDADE DO TREINAMENTO	ÓTIMO	MUITO BOM	BOM	REGULAR	RUIM	N/A
14. Assimilação do conhecimento transmitido no treinamento.						
15. Capacidade de reconhecer as situações de trabalho onde é correto aplicar os novos conhecimentos.						
16. Possibilidade de melhorar seu desempenho no trabalho com o uso das novas habilidades.						
17. Capacidade de transmitir os conhecimentos adquiridos aos demais colaboradores da propriedade rural.						
18. Contribuição do treinamento para sua interação com outros produtores, técnicos e profissionais envolvidos na cadeia leiteira.						
19. Contribuição do treinamento para sua interação com outros produtores.						
20. Estímulo decorrente do treinamento para aplicar, na propriedade rural, os conhecimentos e habilidades aprendidas.						
21. Intenção de aplicar na propriedade rural os conhecimentos adquiridos no treinamento						
SUPORTE ORGANIZACIONAL	ÓTIMO	MUITO BOM	BOM	REGULAR	RUIM	N/A
22. Possibilidades de aquisição dos instrumentos, materiais, suprimentos, equipamentos e demais recursos necessários ao uso das novas habilidades.						
23. Oportunidades de colocar em prática as novas habilidades na propriedade rural.						
24. Possibilidade de modificar a realidade da propriedade rural, aplicando os conhecimentos e habilidades aprendidas no treinamento.						

APÊNDICE B

Instrumento de pesquisa utilizado na coleta de dados. Escala de reação ao desempenho do instrutor (ERDI). Adaptado de Abbad *et al.* (2012).

ESCALA DE REAÇÃO AO DESEMPENHO DO INSTRUTOR (ERDI)						
NOME DO CURSO:					TURMA:	
NOME DO PARTICIPANTE:						
Caro participante, Este questionário tem o objetivo de colher informações acerca de diferentes aspectos do treinamento que acaba de ser ministrado, visando ao contínuo aperfeiçoamento dos treinamentos oferecidos pela presente pesquisa. Procure responder de forma mais precisa possível às questões que se seguem. Desde já agradecemos a sua colaboração. Ao lado de cada indicador há uma escala com seis conceitos de julgamento (ótimo, muito bom, bom, regular, ruim e não se aplica – NA). Leia cada indicador cuidadosamente, escolha o ponto da escala que melhor descreve a sua opinião acerca do módulo e assinale com um “X” dentro do espaço correspondente ao seu julgamento.						
INDICADORES						
DESEMPENHO DIDÁTICO	ÓTIMO	MUITO BOM	BOM	REGULAR	RUIM	N/A
1. Clareza na definição dos objetivos do treinamento.						
2. Compatibilidade dos objetivos do treinamento com suas necessidades do produtor.						
3. Carga horária programada para atividades teóricas.						
4. Ordenação dos conteúdos programáticos.						
5. Carga horária programada para as atividades práticas.						
6. Carga horária diária.						
7. Adequação dos conteúdos objetivos do treinamento.						
APOIO AO DESENVOLVIMENTO DO TREINAMENTO	ÓTIMO	MUITO BOM	BOM	REGULAR	RUIM	N/A
8. Qualidade das instalações.						
9. Qualidade e organização do material didático utilizado.						
10. Qualidade da alimentação.						
APLICABILIDADE E UTILIDADE DO TREINAMENTO	ÓTIMO	MUITO BOM	BOM	REGULAR	RUIM	N/A
11. Utilização dos conhecimentos e habilidades obtidas no treinamento para resolução de problemas na propriedade rural.						
12. Possibilidade de aplicação, em curto prazo, os conhecimentos adquiridos nas suas tarefas diárias.						

13. Possibilidade de divulgação do treinamento e conhecimentos para outros funcionários, familiares e produtores.						
APLICABILIDADE E UTILIDADE DO TREINAMENTO	ÓTIMO	MUITO BOM	BOM	REGULAR	RUIM	N/A
14. Assimilação do conhecimento transmitido no treinamento.						
15. Capacidade de reconhecer as situações de trabalho onde é correto aplicar os novos conhecimentos.						
16. Possibilidade de melhorar seu desempenho no trabalho com o uso das novas habilidades.						
17. Capacidade de transmitir os conhecimentos adquiridos aos demais colaboradores da propriedade rural.						
18. Contribuição do treinamento para sua interação com outros produtores, técnicos e profissionais envolvidos na cadeia leiteira.						
19. Contribuição do treinamento para sua interação com outros produtores.						
20. Estímulo decorrente do treinamento para aplicar, na propriedade rural, os conhecimentos e habilidades aprendidas.						
21. Intenção de aplicar na propriedade rural os conhecimentos adquiridos no treinamento						
SUPORTE ORGANIZACIONAL	ÓTIMO	MUITO BOM	BOM	REGULAR	RUIM	N/A
22. Possibilidades de aquisição dos instrumentos, materiais, suprimentos, equipamentos e demais recursos necessários ao uso das novas habilidades.						
23. Oportunidades de colocar em prática as novas habilidades na propriedade rural.						
24. Possibilidade de modificar a realidade da propriedade rural, aplicando os conhecimentos e habilidades aprendidas no treinamento.						

APÊNDICE C

Instrumento de pesquisa utilizado na coleta de dados. Escala de autoavaliação de impacto no trabalho: medida em amplitude. Adaptado de Abbad *et al.* (2012).

ESCALA DE AUTOAVALIAÇÃO DE IMPACTO NO TRABALHO: MEDIDA EM AMPLITUDE				
NOME DO PARTICIPANTE:				
Caro participante, A seguir, apresentamos algumas afirmativas relacionadas ao treinamento realizado no ambiente de trabalho e ao suporte oferecido pela organização para a aplicação de novas habilidades. Suas respostas serão fundamentais para avaliar e aperfeiçoar os treinamentos oferecidos pelo laticínio, garantindo uma melhor integração entre teoria e prática. As informações fornecidas serão tratadas com total confidencialidade, analisadas de forma agrupada e combinadas com os dados coletados de outros participantes. A precisão e o cuidado ao responder o questionário são essenciais para a qualidade dos resultados deste processo de avaliação. Por isso, pedimos que dedique o tempo necessário e não deixe nenhuma questão em branco. Leia atentamente as afirmações a seguir e avalie o quanto cada uma reflete sua percepção sobre o impacto do treinamento “Manejo da ordenha aplicado à qualidade do leite” nas suas atividades profissionais, considerando o período transcorrido desde a conclusão do curso até o momento atual. Para responder, escolha o número na escala que melhor representa sua situação e insira-o nos parênteses à esquerda de cada frase.				
5 Concordo totalmente com a afirmativa	4 Concordo com a afirmativa	3 Não concordo nem discordo da afirmativa	2 Discordo um pouco da afirmativa	1 Discordo totalmente da afirmativa
I. Impacto do treinamento no trabalho				
()	1. Utilizo, com frequência, em meu trabalho, o que foi ensinado no treinamento.			
()	2. Aproveito as oportunidades que tenho para colocar em prática o que me foi ensinado.			
()	3. As habilidades que aprendi no treinamento fizeram com que eu cometesse menos erros em meu trabalho e em atividades relacionadas ao conteúdo do treinamento.			
()	4. Recordo-me bem dos conteúdos ensinados no treinamento.			
()	5. Quando aplico o que aprendi no treinamento, executo meu trabalho com maior rapidez.			
()	6. A qualidade do meu trabalho melhorou nas atividades diretamente relacionadas ao conteúdo do treinamento.			
()	7. A qualidade do meu trabalho melhorou mesmo naquelas atividades que não apreciam estar relacionadas ao conteúdo do treinamento.			
()	8. Minha participação no treinamento serviu para aumentar minha motivação no trabalho.			
()	9. Minha participação nesse treinamento aumentou muito minha autoconfiança. (Agora tenho mais confiança na minha capacidade de executar meu trabalho com sucesso).			
()	10. Após minha participação no treinamento, tenho sugerido, com maior frequência, mudanças nas rotinas de trabalho.			
()	11. Esse treinamento que fiz me tornou mais receptivo a mudanças no trabalho.			
()	12. O treinamento que fiz beneficiou meus colaboradores, família, aprenderam comigo algumas novas habilidades			

APÊNDICE D

Instrumento de pesquisa utilizado na coleta de dados. Escala de heteroavaliação de impacto do treinamento no trabalho: medida em amplitude. Adaptado de Abbad *et al.* (2012).

ESCALA DE HETEROAVALIAÇÃO DE IMPACTO DO TREINAMENTO NO TRABALHO – MEDIDA EM AMPLITUDE				
NOME DO PARTICIPANTE:				
Orientação geral,				
A seguir, apresentamos algumas afirmativas que descrevem possíveis situações enfrentadas pelo produtor acima referido após a conclusão do último treinamento do qual participou. As respostas que você dará irão subsidiar a avaliação do impacto e aprimoramento dos treinamentos oferecidos por sua organização. Suas respostas deverão se referir ao produtor acima citado e ao ambiente de trabalho que o cerca. Suas respostas individuais serão confidenciais, analisadas de forma agrupada e em conjunto com outras informações obtidas junto a uma grande amostra de participantes dos treinamentos oferecidos pelo laticínio. A qualidade dos resultados desse trabalho de avaliação de treinamento dependerá muito do seu empenho em responder ao questionário com precisão e cuidado. Por favor, não deixa questões sem resposta.				
5 Concordo totalmente com a afirmativa	4 Concordo com a afirmativa	3 Não concordo nem discordo da afirmativa	2 Discordo um pouco da afirmativa	1 Discordo totalmente da afirmativa
II. Impacto do treinamento no trabalho				
()	1. O produtor utiliza, com frequência, em seu trabalho atual, o que lhe foi ensinado no treinamento.			
()	2. O produtor aproveita as oportunidades que tem para colocar em prática o que aprendeu no treinamento.			
()	3. As habilidades que o produtor aprendeu no treinamento fizeram com que cometesse menos erros em seu trabalho em atividades relacionadas ao conteúdo do treinamento.			
()	4. O produtor parece se recordar bem dos conteúdos ensinados no treinamento.			
()	5. Quando aplica o que aprendeu no treinamento, o produtor executa seu trabalho com mais rapidez.			
()	6. A qualidade do trabalho melhorou nas atividades diretamente relacionadas ao conteúdo do treinamento.			
()	7. A qualidade do seu trabalho melhorou mesmo naquelas atividades que não pareciam estar relacionadas ao conteúdo do treinamento.			
()	8. A participação do produtor no treinamento aumentou sua motivação para o trabalho.			
()	9. Depois do treinamento, esse produtor tem se mostrado mais autoconfiante. (Ele agora parece mais confiante em sua própria capacidade de exercer as tarefas com sucesso.).			
()	10. Este produtor tem feito sugestões de mudanças nas rotinas de trabalho com mais frequência, desde que retomou o treinamento.			
()	11. O treinamento tornou o produtor mais receptivo as mudanças no trabalho.			
()	12. O treinamento que este produtor fez beneficiou seus colaboradores e familiares, que aprenderam com ele alguma nova habilidade.			

ANEXOS

ANEXO A

Aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Avaliação da Aplicação dos Planos de Qualificação dos Fornecedores de Leite - PQFL:
Uma análise comparativa de banco de dados dos laticínios

Pesquisador: César Augusto Pecoraro

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 85775225.9.0000.5231

Instituição Proponente: CCA - Departamento de Zootecnia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.395.944

Apresentação do Projeto:

Trechos extraídos do original do(a) pesquisador(a):

Apoio Financeiro: Financiamento Próprio

Introdução

¿Após a publicação das Instruções Normativas Números 76 e 77 em 2018 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018), pontos importantes da cadeia leiteira passaram a ser exigidos, tanto para os produtores de leite, quanto para as indústrias de laticínios. Destacam-se a elaboração, o desenvolvimento e a implantação do Plano de Qualificação de Fornecedores de Leite (PQFL), bem como o Programa de Boas Práticas Agropecuárias (BPA).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o PQFL é uma ferramenta de controle elaborada pelas indústrias para desenvolvimento de políticas relacionadas a seus fornecedores e a melhoria da qualidade do leite. Ele deve contemplar a assistência técnica e gerencial, bem

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL**



Continuação do Parecer: 7.395.944

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO.pdf	13/01/2025 18:13:24	César Augusto Pecoraro	Aceito
Solicitação registrada pelo CEP	Modelo_de_carta_resposta.pdf	13/01/2025 18:11:08	César Augusto Pecoraro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_PRODUTORES_CESAR.pdf	13/01/2025 18:09:32	César Augusto Pecoraro	Aceito
Orçamento	GASTOS_FINANCEIROS_DA_PESQUI SA.pdf	13/01/2025 18:08:39	César Augusto Pecoraro	Aceito
Brochura Pesquisa	BROCHURA_DE_PESQUISA_2025.pdf	13/01/2025 18:07:57	César Augusto Pecoraro	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_ANTERIOR_CONSUBS TANCIADO CEP 7021606.pdf	13/01/2025 18:01:49	César Augusto Pecoraro	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	13/01/2025 18:00:53	César Augusto Pecoraro	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 19 de Fevereiro de 2025

Assinado por:
Alessandra Lourenço Cecchini Armani
(Coordenador(a))