

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LUCAS BRUNO DE LIMA

**VARIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DO LEITE BOVINO DE
DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS**

DOIS VIZINHOS

2026

LUCAS BRUNO DE LIMA

**VARIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DO LEITE BOVINO DE
DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS**

**Variation in the Functional Characteristics of Bovine Milk from Different
Genetic Groups**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Fabio José Maia

Coorientadora: Dra. Bruna Schmitz

DOIS VIZINHOS

2026



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LUCAS BRUNO DE LIMA

**VARIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DO LEITE BOVINO DE
DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 17 / 06 / 2026

Prof. Dr. Fabio José Maia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Bruna Schmitz
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Fernando Kuss
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Tiago Venturini
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**DOIS VIZINHOS
2026**

Dedico este trabalho à minha família, que
sempre foi meu porto seguro nos momentos de
ausência e desafio.

AGRADECIMENTOS

Nem todas as palavras do mundo seriam suficientes para expressar a gratidão que carrego no coração. Este estudo é fruto de esforço, dedicação e de muito amor, apoio e fé compartilhada.

A Deus, minha eterna gratidão por me fortalecer nos momentos de incerteza, por me amparar nos dias silenciosos e por iluminar meu caminho quando tudo parecia escuro.

À minha família, meu porto seguro, que esteve ao meu lado em todos os momentos, mesmo quando eu não conseguia expressar o que sentia. Obrigado por cada gesto de carinho, pelas palavras de incentivo e pelo amor incondicional.

Aos amigos que caminharam comigo durante essa jornada, vocês tornaram cada passo mais leve, mais rico e infinitamente mais significativo. Em especial aos que compartilham a convivência diária comigo, Luis Felipe de Proença e Vinicius Passos, obrigado por fazerem dessa caminhada uma experiência mais leve e acolhedora.

Ao meu orientador, Prof. Fabio José Maia, agradeço a orientação firme, atenta e paciente. Sua dedicação aos detalhes e sua capacidade de aliar conhecimento técnico à sensibilidade humana foram essenciais para a construção deste trabalho.

À minha coorientadora, Bruna Schmitz, meu sincero agradecimento pelo apoio constante, pelas contribuições generosas e por acreditar, ao meu lado, na relevância deste estudo. Sua escuta atenta e suas sugestões foram fundamentais em cada etapa.

E, por fim, a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta trajetória – mesmo que seus nomes não estejam aqui citados, saibam que ocupam um lugar especial na minha história e na realização deste sonho.

“No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio-termo. Ou você faz uma coisa bem-feita ou não faz.”
(SENNA, [s.d.])

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar as características físico-químicas do leite de vacas de diferentes grupos genéticos: Holandês, Jersey e Jersolando (Jersey × Holandês), considerando os parâmetros de estabilidade térmica ao álcool (ETA), acidez titulável (AT) e potencial hidrogeniônico (pH). As amostras foram coletadas em três propriedades leiteiras comerciais localizadas no município de Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. As coletas foram realizadas individualmente durante a ordenha da tarde, em duas ocasiões com intervalo de 15 dias, totalizando 144 amostras de leite provenientes de vacas dos grupos genéticos Jersey (n = 44), Holandês (n = 63) e Jersolando (n = 37). Os animais foram manejados em sistema de semiconfinado, com alimentação baseada em pastagens de *Cynodon spp.*, silagem de milho e suplementação concentrada com ração comercial e farelo de soja. As amostras foram acondicionadas em frascos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Bromatologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), onde foram realizadas as análises de ETA, AT e pH. A ETA foi determinada pelo teste do etanol em concentrações crescentes, com intervalos de 2°, de 64 a 90°GL, o pH foi mensurado em potenciômetro digital e a acidez titulável determinada por titulação com solução de NaOH 0,11 mol/L, sendo os resultados expressos em graus Dornic (°D). O delineamento experimental adotado foi em blocos inteiramente casualizados, considerando as fazendas como blocos. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento MIXED do SAS OnDemand, considerando efeitos de propriedade, grupo genético, ordem de parto e dias de prenhez. As características físico-químicas do leite variaram entre propriedades para ETA (p = 0,0379), AT (p = 0,0001) e pH (p < 0,0001). Em relação ao grupo genético, observou-se efeito significativo apenas para ETA (p = 0,0024), na qual a raça Holandês apresentou maior estabilidade térmica ao álcool em comparação aos grupos Jersey e Jersolando. A ordem de parto influenciou a AT (p = 0,0264) e o pH (p = 0,0137), com vacas primíparas apresentando maior acidez titulável e menor pH em relação às múltiparas. Os dias de prenhez não influenciaram significativamente as variáveis avaliadas (p > 0,05). Conclui-se que fatores genéticos e fisiológicos influenciam as características físico-químicas do leite, podendo impactar sua estabilidade e qualidade tecnológica.

Palavras-chave: leite bovino; estabilidade térmica ao álcool; acidez titulável; grupos genéticos; Jersolando.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physicochemical characteristics of milk from cows of different genetic groups: Holstein, Jersey, and Jersolando (Jersey $\times$ Holstein), considering the parameters of ethanol thermal stability (ETS), titratable acidity (TA), and hydrogen potential (pH). Samples were collected from three commercial dairy farms located in the municipality of Dois Vizinhos, Paraná, Brazil. Collections were performed individually during the afternoon milking on two occasions with a 15-day interval, totaling 144 milk samples obtained from Jersey ($n = 44$), Holstein ($n = 63$), and Jersolando ($n = 37$) cows. The animals were managed under a semi-confinement system, with feeding based on *Cynodon* spp. pastures, corn silage, and concentrate supplementation with commercial feed and soybean meal. The samples were stored in plastic containers and sent to the Bromatology Laboratory of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), where ETS, TA, and pH analyses were performed. ETS was determined by the ethanol test using increasing concentrations from 64 to 90°GL, pH was measured using a digital potentiometer, and titratable acidity was determined by titration with 0.11 mol/L NaOH solution, with results expressed in Dornic degrees (°D). The experimental design adopted was a completely randomized block design, considering farms as blocks. Data were subjected to analysis of variance using the MIXED procedure of SAS OnDemand, considering the effects of farm, genetic group, parity order, and days of pregnancy. Milk physicochemical variables differed among farms for ETS ($p = 0.0379$), TA ($p = 0.0001$), and pH ($p < 0.0001$). Regarding genetic group, a significant effect was observed only for ETS ($p = 0.0024$), in which Holstein cows showed greater ethanol thermal stability compared to Jersey and Jersolando groups. Parity order influenced TA ($p = 0.0264$) and pH ($p = 0.0137$), with primiparous cows showing higher titratable acidity and lower pH than multiparous cows. Days of pregnancy did not significantly influence the evaluated variables ($p > 0.05$). It was concluded that genetic and physiological factors influence the physicochemical characteristics of milk and may impact its stability and technological quality.

Keywords: bovine milk; ethanol stability test; titratable acidity; genetic groups; Jersolando.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVO	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 Leite 13	
3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE.....	13
3.2.1 Estabilidade térmica ao álcool.....	13
3.2.2 Acidez titulável	14
3.2.3 Potencial Hidrogeniônico.....	14
3.3 INFLUÊNCIA GENÉTICA SOBRE A COMPOSIÇÃO DO LEITE.....	15
3.3.1 Jersey.....	15
3.3.2 Holandês	15
3.3.3 Grupo genético Jersolando	16
3.4 IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DO LEITE PARA A INDÚSTRIA	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 Coleta de amostras	18
4.2. Caracterização dos animais e sistema de produção	18
4.3 Análises do leite	19
4.3.1 Estabilidade térmica ao álcool (ETA)	19
4.3.2 pH	20
4.3.3 Acidez titulável (AT).....	20
4.4 Análise estatística	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22

6 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A qualidade do leite bovino é influenciada por fatores genéticos, nutricionais, fisiológicos e ambientais, os quais podem alterar sua composição e suas características físico-químicas. De acordo com Dobranić *et al.* (2008), o grupo genético exerce influência sobre componentes do leite, como sólidos totais e volume de produção, enquanto fatores nutricionais e metabólicos afetam principalmente a composição da gordura (Carvalho, 2002). Além disso, condições de manejo, alimentação e sanidade do rebanho também podem interferir diretamente na qualidade da matéria-prima destinada ao processamento industrial.

Entre as características relacionadas à qualidade do leite, destacam-se a estabilidade térmica ao álcool (ETA), o pH e a acidez titulável (AT), parâmetros amplamente utilizados na avaliação da estabilidade físico-química do leite cru. Segundo Schmitz (2023), esses parâmetros apresentam relação direta com a aptidão do leite ao processamento industrial, influenciando sua estabilidade durante tratamentos térmicos e armazenamento.

A ETA está relacionada à estabilidade das micelas de caseína, estruturas importantes para a estabilidade térmica e para o comportamento do leite durante o processamento industrial. Segundo Lucey (2017), a estabilidade dessas micelas é fundamental para resistência do leite às condições de processamento, como tratamento térmico e homogeneização. Fatores como pH, equilíbrio mineral e concentração de cálcio iônico podem alterar a estabilidade coloidal do leite e favorecer a coagulação das proteínas (Horne, 2016; Singh *et al.*, 2021). O cálcio iônico exerce papel importante nesse processo, pois aumentos em sua concentração estão associados à redução da estabilidade das micelas de caseína (Davies; White, 1958; Tsioulpas *et al.*, 2007).

Além dos fatores físico-químicos, a nutrição também influencia a estabilidade do leite. Dietas com adequada densidade energética e equilíbrio nutricional favorecem maior estabilidade proteica e mineral, enquanto restrições alimentares e desequilíbrios nutricionais podem comprometer a qualidade do leite (Abreu, 2008; Gabbi *et al.*, 2018; Zanela *et al.*, 2006). Apesar da reconhecida influência de fatores genéticos sobre a composição do leite, ainda são escassos os estudos que avaliam o efeito de diferentes grupos genéticos sobre as características funcionais do leite bovino em sistemas de produção do Sudoeste do Paraná. Considerando as diferenças já descritas na literatura quanto à composição e às propriedades do leite produzido por vacas

Holandês e Jersey, hipotetizou-se que o leite de vacas Holandês apresentaria maior estabilidade térmica ao álcool, enquanto o leite de vacas Jersey apresentaria menor estabilidade. Essa expectativa baseou-se nas diferenças relacionadas à composição do leite, especialmente quanto ao teor de sólidos e às características das proteínas lácteas, fatores que podem influenciar a estabilidade das micelas de caseína. Para o grupo Jersolando, esperava-se comportamento intermediário, em razão de sua composição genética resultar do cruzamento entre as raças Holandês e Jersey.

Dessa forma, o conhecimento dos fatores que influenciam as características funcionais do leite é importante para compreender variações relacionadas ao manejo, ao grupo genético e às condições fisiológicas dos animais, contribuindo para a melhoria da qualidade do leite e da eficiência do processamento industrial. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a variação da estabilidade térmica ao álcool, da acidez titulável e do pH do leite bovino proveniente de diferentes grupos genéticos criados em propriedades leiteiras do Sudoeste do Paraná.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Determinar a variação das características físico-químicas do leite bovino de diferentes grupos genéticos.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar a influência de diferentes grupos genéticos (Jersey, Holandês e Jersolando) sobre as características funcionais do leite (ETA, AT e pH);

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção tem como objetivo apresentar os principais aspectos relacionados à composição do leite bovino, abordando suas características físico-químicas. Serão discutidos os fatores genéticos que influenciam a qualidade do leite, bem como a relevância dessas características para o processamento industrial e para a obtenção de produtos lácteos de qualidade.

3.1 Leite

Conforme definição estabelecida pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAP), o leite 'in natura' é caracterizado como: “Entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas” (BRASIL, 2017a).

Segundo Brito *et al.* (2021b) é uma emulsão complexa constituída por cerca de 87% de água e 12 a 13% de sólidos totais. Os principais sólidos incluem lipídios, carboidratos, proteínas, minerais e vitaminas. A composição, a distribuição e as interações desses constituintes determinam as propriedades estruturais e funcionais do leite. As micelas de caseína e os glóbulos de gordura são os principais responsáveis pelas características físicas, como estrutura e coloração dos produtos lácteos (Brito *et al.*, 2021b).

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE

3.2.1 Estabilidade térmica ao álcool

Após a ordenha e o subsequente resfriamento, a primeira análise empregada para avaliar a qualidade do leite é o teste do álcool. Esse procedimento é realizado ainda na propriedade rural, antes da coleta pelo transportador, e novamente na plataforma de recepção das indústrias de laticínios (Fischer *et al.*, 2012).

O teste do álcool tem por objetivo verificar a estabilidade das proteínas do leite frente à desidratação induzida pela adição de etanol, sendo amplamente utilizado como um indicativo da estabilidade térmica do leite durante o processamento industrial (Omoarukhe *et al.*, 2010).

De acordo com a legislação vigente, o leite que apresentar instabilidade no teste do álcool/alizarol, com graduação alcoólica mínima de 72% v/v, não deve ser recebido pela indústria (BRASIL, 2018b). Ainda assim, muitas indústrias optam por utilizar álcool em concentrações mais elevadas, variando de 76% até 80%, com o

objetivo de identificar e aprovar apenas os leites com maior estabilidade e, teoricamente, melhor qualidade (Silva *et al.*, 2012).

3.2.2 Acidez titulável

A análise da acidez titulável do leite é um procedimento amplamente utilizado no controle de qualidade pelas indústrias de laticínios. Esse teste é fundamental para classificar o leite e serve como referência no processamento de derivados, como queijos. A acidez titulável é expressa em graus Dornic (°D) ou em porcentagem (%) de ácido láctico (Brito *et al.*, 2021a). Segundo a legislação vigente, o leite é considerado dentro dos padrões de qualidade quando apresenta acidez titulável entre 0,14 e 0,18 gramas de ácido láctico por 100 mL (BRASIL, 2018a).

Segundo Brito *et al.* (2021a), a acidez aparente do leite é decorrente da presença de constituintes naturais, como fosfatos (5°D), citratos (1°D), proteínas caseína (5 a 6°D) albumina (1°D) e dióxido de carbono dissolvido (1°D), sendo responsável por uma acidez natural entre 13 e 14 °D (Velloso, 2008 *apud* Rosa *et al.*, 2017). Essa acidez deve ser diferenciada da acidez verdadeira, resultante da atividade microbiana e da formação de ácido láctico pela fermentação da lactose.

No teste de acidez, utiliza-se uma solução básica de hidróxido de sódio (NaOH) para neutralizar os ácidos presentes na amostra de leite. Um indicador chamado fenolftaleína é adicionado para sinalizar o ponto final da reação, permanecendo incolor em meio ácido e adquirindo coloração rosa em meio alcalino. A solução de NaOH, na concentração 0,111N, é adicionada até que ocorra a mudança de cor para rosa. Cada 0,1 mL da solução utilizada corresponde a 1 grau Dornic (°D), o que equivale a 0,1 grama de ácido láctico por litro de leite (Brito *et al.*, 2021a).

3.2.3 Potencial Hidrogeniônico

Segundo Brito *et al.* (2021c), o leite fresco apresenta pH entre 6,6 e 6,8 quando analisado à temperatura de 20°C. No entanto, em situações de inflamação das glândulas mamárias, como ocorre na mastite, o pH do leite tende a se elevar, tornando-se levemente alcalino, com valores variando de 7,3 a 7,5. Leite com pH elevado têm sido relacionados com a ocorrência de mastite, principalmente em situações com altas pontuações no teste CMT (California Mastitis Test), considerado um método eficaz na identificação de infecções subclínicas na glândula mamária (Hassan, 2013; Yarabbi *et al.*, 2014).

O aumento no pH pode estar ligado à presença intensificada de leucócitos no leite, como parte da resposta inflamatória do organismo frente à infecção. Durante esse processo, ocorre uma elevação na permeabilidade da membrana epitelial dos alvéolos mamários, favorecendo a passagem de sais e íons do sangue para o leite (Hussain *et al.*, 2012).

3.3 INFLUÊNCIA GENÉTICA SOBRE A COMPOSIÇÃO DO LEITE

Segundo Ponce e Bell (1986, *apud* González; Noro, 2011), as raças de maior capacidade produtiva, como a Holandês, apresentam menor concentração de sólidos no leite, enquanto raças como a Jersey produzem leite com maior teor de sólidos, sendo mais indicadas para a produção de derivados como queijos e manteiga.

3.3.1 Jersey

Segundo González (2001), o leite da raça Jersey destaca-se pelo sabor diferenciado e pelos altos teores de gordura (5,5%), proteína (3,9%) e sólidos totais (15%). No Brasil, a raça Jersey produz entre 3.500 kg e 5.500 kg de leite por lactação de 305 dias. Devido ao seu alto teor de sólidos, o leite dessa raça costuma apresentar maior rendimento na fabricação de queijos e outros derivados lácteos. Por isso, a utilização de Jersey em cruzamentos com outras raças leiteiras tem aumentado, principalmente em regiões onde a qualidade do leite é valorizada e mais bem remunerada pelas indústrias de laticínios (Valatto; Predosa, 2018).

3.3.2 Holandês

A raça Holandês, originária da Holanda, foi desenvolvida e aprimorada com foco na produção leiteira, sendo atualmente reconhecida como a mais especializada nessa finalidade. É também a raça bovina leiteira mais amplamente difundida no cenário mundial. Há décadas, vem sendo submetida a programas intensivos de seleção e melhoramento genético voltados à produção de leite e sólidos totais (Valatto; Predosa, 2018).

A média do teor de gordura e proteína do leite de vacas da raça Holandês é de 3,64% e 3,2%, respectivamente (Dalbello *et al.*, 2015).

3.3.3 Grupo genético Jersolando

Segundo Milhomem *et al.* (2017), o grupo genético Jersolando, oriunda do cruzamento entre Jersey e Holandês, apresenta produção leiteira intermediária, com médias de 18,14 kg/dia na estação seca e 16,03 kg/dia no período chuvoso. Embora esses valores sejam inferiores aos observados em vacas com maior proporção de sangue Holandês, os animais Jersolando se destacam pela elevada qualidade do leite, especialmente quanto aos teores de gordura (3,88%) e proteína (3,34%). Essa característica é atribuída à forte influência da raça Jersey, conhecida por produzir leite com maior concentração de sólidos.

Silva (2017) afirma que a gordura é o principal componente da manteiga, que, além dela, contém água, proteínas, vitaminas, ácidos, lactose e minerais, tornando esse derivado lácteo um produto de alto valor nutritivo. De forma semelhante, a produção de queijo consiste essencialmente em um processo de separação e retenção dos componentes sólidos do leite, principalmente proteínas e gorduras, que ficam incorporados na coalhada, enquanto as proteínas solúveis do soro, a lactose e outros sólidos solúveis são removidos junto com o soro (Paula; Carvalho; Furtado, 2009). Esses atributos conferem maior valor ao leite para a produção de derivados como queijos e manteigas, tornando a raça Jersolando uma alternativa estratégica para sistemas leiteiros que priorizam não apenas o volume, mas também a qualidade do leite. Isso se reflete em melhores preços no mercado e maior retorno econômico para o produtor (Milhomem *et al.*, 2017).

3.4 IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DO LEITE PARA A INDÚSTRIA

A qualidade do leite é um fator fundamental para a indústria láctea, pois impacta diretamente a segurança alimentar, o rendimento na fabricação de derivados e a aceitação do produto pelo consumidor. Um leite de boa qualidade apresenta teores adequados de gordura, proteína e sólidos totais, além de baixos índices de contaminação microbiana e ausência de resíduos de antibióticos, contribuindo para maior estabilidade no processamento e maior vida útil dos produtos (Brito; Brito, 1998).

De acordo com Venturini, Sarcinelli e Silva (2007), o leite considerado ideal é aquele que possui alto valor nutritivo, sabor agradável e está livre de microrganismos patogênicos e contaminantes, como antibióticos, pesticidas, adição de água e impurezas.

Nesse contexto, a avaliação das características físico-químicas do leite é essencial para garantir sua qualidade, segurança e conformidade com a legislação vigente. Tanto o leite cru refrigerado quanto o leite tipo A podem ser utilizados na produção de leite UHT, desde que atendam aos requisitos da Portaria nº 38/2018 do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAP).

O leite tipo A é definido como o “leite fluido, produzido, beneficiado e envasado exclusivamente em granja leiteira, submetido a um dos processos de pasteurização previstos na legislação vigente e destinado ao consumo humano direto” (BRASIL, 2018).

Entre os principais parâmetros exigidos por essa norma destacam-se: teor mínimo de gordura de 3,0 g/100 g para o leite integral; proteína mínima de 2,9 g/100 g; sólidos não gordurosos com no mínimo 8,4 g/100 g; sólidos totais iguais ou superiores a 11,4 g/100 g; acidez titulável entre 0,14 e 0,18 g de ácido láctico/100 mL; densidade relativa entre 1,028 e 1,034 g/mL a 15 °C; índice crioscópico entre -0,512°C e -0,536°C; e estabilidade ao teste do álcool/alizarol a 72% (v/v) (BRASIL, 2018).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta de amostras

As amostras foram coletadas em propriedades leiteiras localizadas no município de Dois Vizinhos, Paraná, Brasil (25°44'5" S; 53°3'31" W), com altitude aproximada de 509 m acima do nível do mar. O clima da região é classificado como subtropical úmido, com verão quente (Cfa), segundo a classificação de Köppen (Köppen, 1931).

As vacas utilizadas no experimento foram provenientes de três propriedades leiteiras comerciais e pertenciam a três grupos genéticos distintos: Jersey, Holandês e Jersolando. As amostras individuais de leite cru foram coletadas durante a ordenha da tarde. Durante a coleta das amostras, foram registradas informações individuais dos animais, incluindo grupo genético, dias de prenhez e ordem de parto, com o objetivo de caracterizar os animais avaliados e possibilitar a análise da influência desses fatores sobre as características funcionais do leite.

Foram realizadas duas coletas em cada propriedade, com intervalo de 15 dias entre elas, durante o período de julho a setembro de 2025. Ao final do período de amostragem, foram obtidas 144 amostras de leite, distribuídas entre os grupos genéticos da seguinte forma: Jersey (n = 44), Holandês (n = 63) e Jersolando (n = 37).

Embora tenham sido inicialmente avaliadas 172 vacas em lactação nas três propriedades estudadas, o número total de amostras de leite efetivamente analisadas foi de 144. Essa diferença está associada à indisponibilidade de algumas amostras para análise, seja por perdas durante a coleta ou por não atenderem aos critérios de qualidade (leite de colostro) estabelecidos para inclusão no estudo.

4.2. Caracterização dos animais e sistema de produção

Os animais foram manejados conforme as práticas adotadas em cada propriedade, em sistema de produção do tipo semiconfinamento. A alimentação baseou-se em volumoso proveniente de pastagens de *Cynodon* spp. (Tifton 85) e de *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst (grama-estrela-africana), com suplementação de silagem de milho fornecida após a ordenha, associada ao fornecimento de ração comercial (concentrado) e farelo de soja. A água foi disponibilizada ad libitum, e os animais foram submetidos a duas ordenhas diárias, realizadas por meio de sistema de ordenha mecânica.

Tabela 1 – Caracterização das vacas avaliadas nas propriedades estudadas, considerando raça, ordem de parto (OP) e dias de prenhez (DP).

Propriedade	N	Holandês	Jersey	Jersolando
1	54	21 (38,89%)	16 (29,63%)	17 (31,48%)
2	48	8 (16,67%)	38 (79,17%)	2 (4,17%)
3	68	44 (62,86%)	4 (5,71%)	22 (31,43%)
Total	172	73	58	41
Ordem de parto (OP)				
Propriedade	N	Primíparas	Multíparas	
1	54	18 (33,33%)	36 (66,67%)	
2	42	22 (52,38%)	20 (47,62%)	
3	66	28 (42,42%)	38 (57,58%)	
Total	162	68	94	
Dias de prenhez (DP)				
Propriedade	N	≤ 90 dias	> 90 dias	
1	54	52 (96,30%)	2 (3,70%)	
2	46	38 (86,36%)	8 (18,18%)	
3	70	56 (80,00%)	14 (20,00%)	
Total	170	146	24	

Fonte: Autoria própria, 2026.

4.3 Análises do leite

As amostras foram coletadas individualmente por meio de um coletor de amostras da marca Eurolatte, acoplado ao sistema de ordenha canalizada. Em seguida, foram acondicionadas em frascos plásticos de 120 mL, mantidas sob refrigeração e transportadas ao Laboratório de Bromatologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Cada amostra foi analisada individualmente para determinação das características funcionais (pH, acidez titulável e estabilidade térmica ao álcool). O frasco contendo as amostras foi mantido refrigerado e sem tampa durante a noite, até a realização das análises na manhã seguinte, para permitir a liberação do CO₂ dissolvido.

4.3.1 Estabilidade térmica ao álcool (ETA)

A determinação da ETA do leite foi realizada conforme o método descrito por Davies e White (1958). Para a execução do teste, foram preparadas soluções de etanol com concentrações crescentes de 64 a 90°GL, com incrementos de 2° entre diluições. Em seguida, foram transferidos 2 mL de leite e 2 mL da solução alcoólica correspondente em placas de Petri previamente higienizadas. Cada mistura foi

homogeneizada por meio de movimentos circulares suaves e observada contra um fundo escuro, para facilitar a visualização de partículas coaguladas. O resultado foi expresso como o menor teor alcoólico capaz de provocar a coagulação visível do leite.

4.3.2 pH

A aferição do pH do leite foi realizada utilizando um potenciômetro Thermo Scientific Orion®, modelo Dual Star™, marca Analyser. Antes das análises, o equipamento foi calibrado com soluções padrão de pH 4,0 e pH 7,0, seguindo as recomendações do fabricante. As amostras foram analisadas diretamente, com o eletrodo sendo imerso em aproximadamente 30 mL de leite previamente homogeneizado. Cada leitura foi registrada somente após a estabilização do valor no visor do equipamento, garantindo maior precisão nas medições.

4.3.3 Acidez titulável (AT)

A AT do leite, expressa em g de ácido láctico por 100 mL ou em graus Dornic (°D), foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Vidal e Saran Netto (2018). Inicialmente, foram pipetados 10 mL da amostra de leite em um Erlenmeyer de 125 mL, aos quais foram adicionadas três gotas da solução indicadora de fenolftaleína a 1%.

Em seguida, procedeu-se à titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,11 mol/L, adicionada gradualmente por meio de uma bureta previamente calibrada. Durante a titulação, o material foi agitado manualmente, de forma contínua, até a observação da viragem da coloração, caracterizada pelo aparecimento de tonalidade rosa persistente por, no mínimo, 30 segundos.

4.4 Análise estatística

A pesquisa foi conduzida adotando-se um delineamento em blocos inteiramente casualizados (DBIC), no qual as fazendas foram consideradas como blocos e os grupos genéticos constituíram o fator principal avaliado. Os dias de prenhez foram categorizados em duas classes: classe_DP 1 ($DP \leq 90$ dias) e classe_DP 2 ($DP > 90$ dias). A ordem de parto também foi classificada em duas categorias: classe_OP 1 (primíparas, $OP = 1$) e classe_OP 2 (multíparas, $OP = 2$).

Os dados foram analisados utilizando modelos lineares mistos (PROC MIXED), considerando grupo genético, ordem de parto e classe de prenhez como efeitos fixos e fazenda e animal como efeitos aleatórios.

Foram considerados estatisticamente significativos os efeitos que apresentaram valor de p inferior a 0,05 ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis físico-químicas do leite bovino variaram entre propriedades, grupos genéticos e ordem de parto ($p < 0,05$), enquanto os dias de prenhez não influenciaram os parâmetros avaliados (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias da estabilidade térmica ao álcool (ETA), acidez titulável (AT) e pH do leite bovino em função da propriedade, grupo genético, ordem de parto e dias de prenhez.

	n	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3	P-valor
ETA (°GL)	127	83,69 ± 1,04 ^a	83,31 ± 1,42 ^{ab}	80,13 ± 1,07 ^b	0,0379
AT (°D)	126	18,20 ± 0,05 ^b	16,42 ± 0,06 ^c	20,22 ± 0,05 ^a	0,0001
pH	128	6,82 ± 0,03 ^b	7,17 ± 0,04 ^a	6,68 ± 0,03 ^c	<0,0001
Médias das características funcionais do leite de acordo com o grupo genético					
	n	Holandês	Jersey	Jersolando	P-valor
ETA (°GL)	127	85,64 ± 1,09 ^a	79,41 ± 1,30 ^b	82,08 ± 1,41 ^b	0,0024
AT (°D)	126	18,57 ± 0,05	17,90 ± 0,06	18,37 ± 0,06	0,7175
pH	128	6,90 ± 0,03	6,89 ± 0,04	6,89 ± 0,04	0,9297
Médias das características funcionais do leite de acordo com a ordem de parto					
	n	Primíparas	Múltiparas		P-valor
ETA (°GL)	127	82,33 ± 0,95	82,42 ± 0,84		0,9347
AT (°D)	126	18,45 ± 0,04 ^a	17,71 ± 0,04 ^b		0,0264
pH	128	6,85 ± 0,03 ^b	6,92 ± 0,02 ^a		0,0137
Médias das características funcionais do leite de acordo com os dias de prenhez					
	n	≤ 90 dias	> 90 dias		Pr > F
ETA (°GL)	127	83,17 ± 1,04	81,92 ± 1,71		0,6264
AT (°D)	126	18,19 ± 0,04	18,67 ± 0,07		0,7786
pH	128	6,85 ± 0,03	6,93 ± 0,05		0,3140

Fonte: Autoria própria, 2026.

ETA= estabilidade térmica ao álcool (°GL); AT= acidez titulável (°D); pH= potencial hidrogeniônico.

O leite coletado na propriedade 1 apresentou a maior estabilidade térmica ao álcool (83,69°GL), enquanto o leite da propriedade 3 obteve o menor valor (80,13°GL). Vale ressaltar que a propriedade 3 possuía a maior proporção de vacas da raça Holandês (62,86%), grupo genético que apresentou maior estabilidade térmica ao álcool quando avaliado isoladamente. Em contrapartida, a propriedade 2, composta predominantemente por vacas Jersey (79,17%), apresentou estabilidade intermediária (83,31°GL), semelhante à observada na propriedade 1. Esses resultados evidenciam que a estabilidade do leite é uma característica multifatorial, não sendo determinada exclusivamente pelo grupo genético. Essas variações corroboram os achados de Fischer *et al.* (2012) e Walstra, Wouters e Geurts (2006), que destacam a influência de fatores extrínsecos sobre a estabilidade do leite, especialmente aqueles relacionados ao manejo nutricional e ao equilíbrio mineral.

Segundo Zanela *et al.* (2006), a restrição alimentar aumenta a ocorrência de leite instável não ácido (LINA), sugerindo relação entre desequilíbrio nutricional e redução da estabilidade do leite. Os autores observaram que vacas Jersey submetidas à redução de 40% das exigências nutricionais apresentaram maior instabilidade ao álcool, associada a alterações metabólicas e desequilíbrios minerais que comprometem a estabilidade das micelas de caseína. De forma semelhante, Marques *et al.* (2010) verificaram que vacas submetidas a dietas com adequado balanceamento energético e proteico produziram leite mais estável na prova do álcool, enquanto condições de menor aporte nutricional esteve associada à redução da estabilidade. Os autores atribuíram esse resultado à melhora do estado metabólico dos animais e à manutenção do equilíbrio mineral e da hidratação das micelas de caseína.

No presente estudo, entretanto, a composição racial das propriedades não refletiu diretamente os resultados observados para ETA. A propriedade com maior participação de vacas Holandesas não apresentou a maior estabilidade térmica ao álcool, enquanto a propriedade com predominância de vacas Jersey não apresentou a menor ETA. Em conjunto, esses resultados sugerem que fatores relacionados ao ambiente produtivo e ao manejo podem exercer influência mais expressiva sobre a estabilidade térmica do leite do que a composição racial do rebanho. Apesar da menor estabilidade observada na propriedade 3, os valores permaneceram dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente. Assim, as diferenças observadas sugerem influência de fatores nutricionais, metabólicos e ambientais sobre a estabilidade do leite, sem caracterizar, necessariamente, um leite inadequado para processamento industrial.

A acidez titulável variou entre as propriedades, com valores entre 16,42 e 20,22°D. O maior valor de AT foi verificado no leite coletado na propriedade 3 (20,22°D), ultrapassando o limite máximo de 18°D estabelecido pela legislação vigente (BRASIL, 2018). Embora esse resultado se aproxime da classificação de leite “ligeiramente ácido” proposta por Rodrigues *et al.* (1995 *apud* Brito *et al.*, 2021a), o pH médio do leite coletado na propriedade ($6,68 \pm 0,03$) manteve-se dentro da faixa considerada normal para o leite fresco. Segundo Brito e Brito (1998), valores elevados de acidez titulável nem sempre indicam deterioração microbiana, podendo refletir características tamponantes do leite. Além disso, o valor do pH é inversamente proporcional à acidez titulável, ou seja, quanto menor o pH, maior a AT e vice-versa

(MAPA/SDA/CGAL, 2013), comportamento observado na propriedade 3, que apresentou maior AT e menor pH em relação às demais.

O pH do leite apresentou variação entre 6,68 a 7,17 entre as propriedades avaliadas. Em condições normais, o leite bovino apresenta pH entre 6,6 e 6,8 (BRITO *et al.*, 2021c). No presente estudo, o valor de pH observado no leite coletado na propriedade 2 ($7,17 \pm 0,04$) ficou acima da faixa considerada adequada, podendo indicar alterações fisiológicas. Segundo Hassan (2013) e Yarabbi *et al.* (2014), aumentos no pH do leite podem ocorrer em situações de inflamação da glândula mamária, como na mastite. Esse aumento do pH pode estar relacionado à resposta inflamatória do tecido mamário, que promove maior presença de leucócitos no leite e aumento da permeabilidade da membrana epitelial dos alvéolos mamários (Hussain *et al.*, 2012). A perda da integridade da barreira sangue-leite favorece alterações na composição mineral do leite, incluindo aumento das concentrações de sódio e cloro, além do aumento da contagem de células somáticas (Wellnitz; Bruckmaier, 2021). Essas alterações contribuem para modificações na composição físico-química do leite, incluindo elevação do pH.

Em relação ao grupo genético, observou-se diferença significativa apenas para a estabilidade térmica ao álcool ($p = 0,0024$), na qual vacas Holandês apresentaram maior estabilidade ($85,64^{\circ}\text{GL}$) em comparação às vacas Jersey e ao grupo genético Jersolando (Jersey $\times$ Holandês). Esse resultado indica que o leite das vacas Holandesas resistiu a maiores concentrações de álcool sem coagular, sugerindo maior estabilidade das micelas de caseína. Variantes genéticas das proteínas do leite, especialmente das caseínas, podem influenciar a composição proteica e as propriedades físico-químicas do leite (Heck *et al.*, 2009). Além disso, diferenças entre grupos genéticos também podem estar associadas a variações em parâmetros como pH, acidez e concentração de cálcio iônico, os quais desempenham papel central na estabilidade coloidal do leite (Schmitz *et al.*, 2024). No presente estudo, entretanto, não foram observadas diferenças significativas para acidez titulável e pH entre os grupos genéticos, sugerindo comportamento fisiológico semelhante desses parâmetros sob as condições experimentais avaliadas.

Resultados semelhantes foram observados por Neves *et al.* (2025), que verificaram associação entre menores concentrações de cálcio iônico e maior estabilidade do leite ao álcool em rebanhos Holandês e Jersey. Esses resultados reforçam a importância do equilíbrio mineral na manutenção da estabilidade das

micelas de caseína. Dessa forma, a maior estabilidade observada no leite da raça Holandês no presente estudo pode estar relacionada à melhor manutenção desse equilíbrio, reduzindo a predisposição à agregação das micelas e favorecendo maior resistência à coagulação alcoólica em comparação aos grupos Jersey e Jersolando. Entretanto, a propriedade com maior proporção de vacas Holandesas apresentou a menor ETA entre as propriedades avaliadas, sugerindo que fatores inerentes ao ambiente de produção também influenciam essa característica. Assim, os resultados reforçam que a estabilidade térmica do leite possui natureza multifatorial, sendo determinada pela interação entre fatores genéticos e ambientais.

A ordem de parto exerceu efeito sobre a acidez titulável e o pH do leite. Vacas primíparas apresentaram maior acidez titulável ($18,45 \pm 0,04^{\circ}\text{D}$) e menor pH (6,85) em comparação às multíparas. Resultados semelhantes foram relatados por Schmitz *et al.* (2025), que observaram valores de $18,35 \pm 0,36^{\circ}\text{D}$ para AT em vacas primíparas. Segundo os autores, vacas primíparas apresentaram maior acidez titulável em relação às multíparas, resultado também descrito por Toffanin *et al.* (2015) e Visentin *et al.* (2018).

Diferenças na composição do leite ao longo das lactações podem estar associadas a alterações fisiológicas e metabólicas relacionadas à ordem de parto. Malchiodi *et al.* (2018) relataram que vacas de primeira lactação podem apresentar maior proporção de proteínas do leite, especialmente frações de caseína, refletindo diferenças composicionais associadas à ordem de parto. Como as caseínas possuem grupos ácidos em sua estrutura, maiores concentrações dessas proteínas podem contribuir para o aumento da acidez natural do leite.

Entretanto, Schmitz *et al.* (2025) destacaram que a maior acidez titulável observada em vacas primíparas não esteve diretamente associada aos principais componentes tradicionalmente relacionados à acidez, como proteína total, caseína e fósforo inorgânico (Veloso, 1998 *apud* Schmitz *et al.*, 2025), sugerindo que outros mecanismos fisiológicos relacionados ao metabolismo e à dinâmica da lactação também possam influenciar a acidez natural do leite.

O pH mais elevado observado nas vacas multíparas (6,92) pode estar relacionado a alterações fisiológicas da glândula mamária decorrentes das sucessivas lactações, que modificam a permeabilidade epitelial e favorecem mudanças na composição do leite (Norberg *et al.*, 2004). Essas alterações podem resultar em aumento da concentração de cloreto e da contagem de células somáticas, bem como

em redução da lactose, modificando o equilíbrio entre os constituintes do leite e contribuindo para maiores valores de pH e menores valores de acidez titulável (Summer *et al.*, 2009; Visentin *et al.*, 2018).

Finalmente, os dias de prenhez não exerceram efeito sobre as variáveis avaliadas ($p>0,05$). Embora Schmitz *et al.* (2025) tenham observado redução da estabilidade térmica ao álcool em estádios gestacionais mais avançados, especialmente após 180 dias de prenhez, possivelmente associada ao aumento da concentração de cálcio iônico, tal parâmetro não foi avaliado no presente estudo. A ausência de efeito dos dias de prenhez pode estar relacionada à distribuição dos animais avaliados, uma vez que mais de 80% das vacas de todas as propriedades encontravam-se com até 90 dias de gestação. Além disso, apenas 24 animais foram classificados no grupo com mais de 90 dias de prenhez, reduzindo a representatividade de vacas em estádios gestacionais mais avançados. Dessa forma, a limitada variação entre os grupos avaliados pode ter dificultado a detecção de possíveis alterações fisiológicas decorrentes da gestação sobre as características funcionais do leite. Assim, os resultados obtidos não necessariamente contradizem os achados de Schmitz *et al.* (2025), cujos efeitos foram observados principalmente em vacas em fases mais avançadas da gestação.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a estabilidade ao álcool, a acidez titulável e o pH do leite bovino variaram entre propriedades, grupos genéticos e ordem de parto. Nas condições avaliadas, o grupo genético Holandês apresentou maior estabilidade ao álcool em comparação aos grupos Jersey e Jersolando. Vacas primíparas apresentaram maior acidez titulável e menor pH em relação às múltiparas. Os dias de prenhez não influenciaram as variáveis analisadas. As diferenças observadas entre propriedades sugerem que fatores inerentes ao ambiente de produção podem influenciar as características funcionais do leite. Estudos futuros incluindo variáveis relacionadas à composição, sanidade da glândula mamária e perfil mineral do leite poderão ampliar a compreensão dos mecanismos envolvidos nessas respostas.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. S. **Leite instável não ácido e propriedades físico-químicas do leite de vacas Jersey**. 2008. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

BRASIL. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 62, p. 1–76, 30 mar. 2017a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm. Acesso em: 24 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018**. Aprova os Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Diário Oficial da União: seção 1, n. 230, p. 9, 30 nov. 2018b. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-mapa-76-de-26-11-2018,1213.html>. Acesso em: 24 maio 2025.

BRITO, J. R. F.; BRITO, M. A. V. P. Qualidade higiênica do leite. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1998. 17 p. (**Documentos, 62**). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/593346/1/Qualidadehigienicadoleite.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2026.

BRITO, M. A. *et al.* **Acidez titulável**. Brasília, DF: Embrapa, 2021a. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/testes-de-qualidade/acidez-titulavel. Acesso em: 24 maio 2025.

BRITO, M. A. *et al.* **Composição**. Brasília, DF: Embrapa, 2021b. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/composicao. Acesso em: 26 abr. 2025.

BRITO, M. A. *et al.* **pH do leite**. Brasília, DF: Embrapa, 2021c. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/testes-de-qualidade/ph-do-leite. Acesso em: 25 maio 2025.

CARVALHO, G. F. *et al.* Milk yield, somatic cell count and physicochemical characteristics of raw milk collected from dairy cows in Minas Gerais state. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE QUALIDADE DO LEITE E CONTROLE DA MASTITE, Ribeirão Preto, 2002. **Anais...** Ribeirão Preto, 2002.

DALBELLO, S. *et al.* Comparativo da variação da relação do teor de gordura e proteína do leite no tanque de resfriamento em relação à média dos animais da raça Holandês. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFC – MIC, 5., 2015, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Instituto Federal Catarinense – Câmpus Concórdia,

2015. ISSN 2317-8671. Disponível em: <https://www.ifc-concordia.edu.br>. Acesso em: 1 jun. 2025.

DAVIES, D. T.; WHITE, J. C. D. The relation between the chemical composition of milk and the stability of the caseinate complex: II. Coagulation by ethanol. **Journal of Dairy Research**, London, v. 25, n. 2, p. 256-266, 1958.

DOBRANIĆ, V.; NJARI, B.; SAMARDŽIJA, M.; MIOKOVIĆ, B.; RESANOVIĆ, R. The influence of the season on the chemical composition and the somatic cell count of bulk tank cow's milk. **Veterinarski Arhiv**, v. 78, n. 3, p. 235–242, 2008.

FISCHER, V. *et al.* Leite instável não ácido: um problema solucionável? **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 838–849, set. 2012.

FISCHER, V.; ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; MARQUES, L. T.; STUMPF, W.; FRUSCALSO, V.; BARBOSA, R. S. Estabilidade do leite: uma visão revisada sobre o tema. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 9, p. 1943-1951, 2012.

GABBI, A. M. *et al.* Different levels of supplied energy for lactating cows affect physicochemical attributes of milk. **Journal of Animal and Feed Sciences**, Jabłonna, Poland, v. 27, n. 1, p. 11-17, 2018.

GONZÁLEZ, F. H. D. *et al.* Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

HORNE, D. S. Ethanol Stability and Milk Composition. In: McSweeney, P. L. H.; O'Mahony, James A. (ed.). **Advanced Dairy Chemistry: Volume 1B: Proteins: Applied Aspects**. 4. ed. New York: Springer, 2016. p. 225-246.

HASSAN, H. J. Variations in milk composition of some farm animals resulted by sub-clinical mastitis in Al-Diwania Province. **Basrah Journal of Veterinary Research**, v. 12, n. 17, 2013.

HECK, J. M.; SCHENNINK, A.; VAN VALENBERG, H. J.; BOVENHUIS, H.; VISKER, M. H.; VAN ARENDONK, J. A.; VAN HOOIJDONK, A. C. Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 3, p. 1192-1202, 2009. DOI: 10.3168/jds.2008-1208.

HUSSAIN, R.; KHAN, A.; JAVED, M. T.; RIZVI, F. Possible risk factors associated with mastitis in indigenous cattle in Punjab, Pakistan. **Pakistan Veterinary Journal**, v. 32, n. 4, p. 605–608, 2012.

KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science**. Berlin: Walter de Gruyter, 1931.

LUCEY, J. A. **Formation, structural properties, and rheology of acid-coagulated milk gels**. In: McSWEENEY, P. L. H. *et al.* Cheese. San Diego: Academic Press, v. 1, 2017. p. 179-197.

MALCHIODI, F.; CECCHINATO, A.; PENASA, M.; CIPOLAT-GOTET, C.; BITTANTE, G. Milk protein composition in purebred Holsteins and in first- and second-generation crossbred cows from Swedish Red, Montbéliarde and Brown Swiss bulls. **Animal**, v. 12, n. 2, p. 188–196, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731117003640>.

MARQUES, L. T.; FISCHER, V.; ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; STUMPF JUNIOR, W.; MANZKE, N. Fornecimento de suplementos com diferentes níveis de energia e proteína para vacas Jersey e seus efeitos sobre a instabilidade do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 12, p. 2724-2730, 2010.

MAPA/SDA/CGAL. Laboratório Nacional Agropecuário (LANAGRO/RS). Laboratório de Produtos de Origem Animal Método de Ensaio. MET. **Determinação de acidez titulável em leite fluido**. p. 1 – 4, 22 abr. 2013.

MILHOMEM, K. L. DE M. *et al.* Parâmetros fisiológicos de vacas Jersolando e Mestiças Holandês-Gir. In: **Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE)(ISSN 2447-8687)**. 2017.

NEVES, T. F. F.; FISCHER, V.; SOLANO, F. B.; PEREIRA, J. R. A.; MARTINS, A. S. S. Milk stability: physicochemical and performance parameters in highly technified Holstein and Jersey herds. **Food Science & Nutrition**, v. 13, n. 10, e71095, 2025. .

NORBERG, E.; HOGEVEEN, H.; KORSGAARD, I. R.; FRIGGENS, N. C.; SLOTH, K. H. M. N.; LØVENDAHL, P. Electrical conductivity of milk: ability to predict mastitis status. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 4, p. 1099–1107, 2004.

OMOARUKHE, E. D. *et al.* Effects of different calcium salts on properties of milk related to heat stability. **International Journal of Dairy Technology**, v. 63, p. 504–511, 2010.

PAULA, J. C. J. de; CARVALHO, A. F. de; FURTADO, M. M. Princípios básicos de fabricação de queijo: do histórico à salga. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 64, n. 367/368, p. 19–25, mar./jun. 2009.

PONCE, P.; BELL, A. Influência genética sobre a composição do leite. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; NORO, G. (Org.). **Qualidade do leite bovino: variações no trópico e no subtropical**. Passo Fundo: UPF Editora, 2011. p. 34-35.

ROSA, P. P.; ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; FLUCK, A. C.; ANGELO, I. D. V.; FERREIRA, O. G. L.; COSTA, O. A. D. Fatores etiológicos que afetam a qualidade do leite e o Leite Instável Não Ácido (LINA). Embrapa. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 18, n. 12, p. 1-17, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1082774/fatores-etiológicos-que-afetam-a-qualidade-do-leite-e-o-leite-instavel-nao-acido-lina>. Acesso em: 24 maio 2025.

SCHMITZ, B. **Características funcionais do leite bovino: efeitos do período de lactação e de grupos genéticos**. 2023. Dissertação (Mestrado) -- Universidade

Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

SCHMITZ, B.; COSTA, O. A. D.; FLUCK, A. C.; BORBA, L. P.; RANGEL, A. H. N.; FISCHER, V. Variation in bovine milk stability according to lactational stage and genetic group. **Journal of Dairy Research**, 2024. DOI: 10.1017/S0022029924000372.

SCHMITZ, B. **Efeitos de fatores genéticos, fisiológicos e sazonais na composição físico-química e minerais do leite bovino**. 2025. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2025.

SILVA, L. C. C. da. *et al.* Estabilidade térmica da caseína e estabilidade ao álcool 68, 72, 75 e 78%, em leite bovino. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 67, n. 384, p. 55–60, jan./fev. 2012. Acesso em: 10 maio. 2025.

SILVA, F. T. **Manteiga - Portal Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/lacteos/manteiga>. 2017. Acesso em: 13 jun. 2025.

SINGH, J. *et al.* Ultra high temperature stability of milk protein concentrate: effect of mineral salts addition. **Journal of Food Engineering**, v. 300, n. 110503, 2021. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2021.110503.

SUMMER, A.; FRANCESCHI, P.; MALACARNE, M.; FORMAGGIONI, P.; TOSI, F.; TEDESCHI, G.; MARIANI, P. Influence of feeding flavouring-appetizing substances on activity of cows in an automatic milking system. **Italian Journal of Animal Science**, v. 8, supl. 2, p. 435-437, 2009. DOI: 10.4081/ijas.2009.s2.435.

STUMPF, M. T. *et al.* **Severe feed restriction increases permeability of mammary gland cell tight junctions and reduces ethanol stability of milk**. *Animal*, Cambridge, v. 7, n. 7, p. 1137-1142, 2013.

TSIOULPAS, A.; LEWIS, M. J.; GRANDISON, A. S. **Effect of minerals on casein micelle stability of cows' milk**. *Journal of Dairy Research*, v. 74, n. 2, p. 167-173, 2007. DOI: 10.1017/S0022029906002330.

TOFFANIN, V.; DE MARCHI, M.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; CASSANDRO, M. Effectiveness of mid-infrared spectroscopy for prediction of the contents of calcium and phosphorus, and titratable acidity of milk and their relationship with milk quality and coagulation properties. **International Dairy Journal**, v. 41, p. 68-73, 2015. DOI: 10.1016/j.idairyj.2014.10.002.

VALOTTO, A. A.; PEDROSA, V. B. **Melhoramento genético em bovinocultura de leite**. Curitiba: SENAR-AR/PR, 2018. 108 p. ISBN 978-85-7565-165-0.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. DA S. **Obtenção de Leite**. AGAIS. 2007. Disponível em: https://www.agais.com/telomc/b01207_obtencao_leite.pdf. Acesso em: 2 jun. 2025.

VIDAL, A. M. C.; SARAN NETTO, A. **Obtenção e processamento do leite e derivados**. Pirassununga: Universidade de São Paulo, 2018. Disponível em: Portal de Livros Abertos da USP. Acesso em: 24 maio 2025.

VISENTIN, G.; PENASA, M.; NIERO, G.; CASSANDRO, M.; DE MARCHI, M. Phenotypic characterisation of major mineral composition predicted by mid-infrared spectroscopy in cow milk. **Italian Journal of Animal Science**, v. 17, n. 3, p. 549-556, 2018. DOI: 10.1080/1828051X.2017.1398055.

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

WELLNITZ, O.; BRUCKMAIER, R. M. Invited review: the role of the blood-milk barrier and its manipulation for the efficacy of the mammary immune response and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 104, n. 6, p. 6376-6388, 2021. DOI: 10.3168/jds.2020-20029. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20029>.

YARABBI, H. *et al.* Effect of somatic cells on the physic-chemical and microbial properties of raw milk in different seasons. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**, v. 4, n. 2, p. 289-298, 2014.

ZANELA, M. B.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M. E. R.; BARBOSA, R. S.; MARQUES, L. T.; STUMPF JUNIOR, W.; ZANELA, C. Leite instável não-ácido e composição do leite de vacas Jersey sob restrição alimentar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 835-840, maio 2006.