

Capítulo 44

DOI: 10.53934/08082023-44

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE LEITE CRU NO
MUNICÍPIO DE MORRINHOS (GO) E SEU IMPACTO NA
FABRICAÇÃO DE DERIVADOS LÁCTEOS

Ana Paula Stort Fernandes *; Ana Clara Novais Ferreira ; Anderson Henrique Cruz Alves ; Wallacy Barbacena Rosa dos Santos ; Dayana Silva Batista Soares ; Ellen Godinho Pinto ; Wiaslan Figueiredo Martins 

*Email: ana.stort@ifgoiano.edu.br

Resumo

A bovinocultura de leite é um setor em amplo crescimento no estado de Goiás, em especial no município de Morrinhos, que na atualidade necessita se adaptar as novas regras de produção e qualidade impostas pelo mercado consumidor e pelas indústrias processadoras de alimentos. A Instrução Normativa 76, de 26 de novembro de 2018, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) orienta as diretrizes quanto à identidade e características do leite cru refrigerado visando aumento de produtividade e, conseqüentemente, qualidade dessa matéria-prima. Objetivou-se, avaliar a adequação de condições físico-químicas de leite cru refrigerado coletado em cinco propriedades leiteiras do município de Morrinhos (GO) quanto à legislação atual. O perfil físico-químico das amostras de leite atendeu parcialmente ao preconizado pela legislação. Uma das propriedades apresentou indicativo de Leite Instável não Ácido (LINA), pois houve instabilidade do leite quanto à grande formação de grumos e mudança de coloração, sendo este leite frequentemente rejeitado pelas indústrias; Duas propriedades apresentaram teor de lactose abaixo do permitido pela legislação. Portanto, é necessário a continuidade de monitoramento dessas propriedades leiteiras visando priorizar as Boas Práticas Agropecuárias por parte dos produtores a fim de contribuir para o alinhamento à legislação vigente, melhoria da qualidade do leite cru e, conseqüentemente, garantia de segurança dos derivados lácteos produzidos em indústrias beneficiadores de leite.

Palavras-chave: bovinocultura de leite; estabilidade da caseína; indústria de laticínios

Abstract

Dairy cattle is a growing sector in the state of Goiás, especially in the municipality of Morrinhos, which currently needs to adapt to the new rules of production and quality imposed by the consumer market and food processing industries. Normative Instruction 76, of November 26, 2018, of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply, guides

the directives regarding the identity and characteristics of refrigerated raw milk, aiming to increase productivity and, consequently, the quality of this raw material. The objective was to evaluate the adequacy of physical and chemical conditions of refrigerated raw milk collected in five dairy farms in the municipality of Morrinhos (GO) regarding current legislation. The physical-chemical profile of the milk samples partially complied with what was recommended by the legislation. One of the properties showed an indication of Non-Acid Unstable Milk, as there was milk instability in terms of the large formation of lumps and color change, and this milk is often rejected by the industries; Two properties had lactose content below the legal limit. Therefore, it is necessary to continue monitoring these dairy farms in order to prioritize Good Agricultural Practices on the part of producers in order to contribute to the alignment with current legislation, improve the quality of raw milk and, consequently, guarantee the safety of dairy products produced in milk processing industries.

Keywords: dairy cattle; casein stability; dairy industry

INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira é praticada em todo o Brasil, com produtores em vários níveis organizacionais e tecnológicos, que vão desde a agricultura familiar, pequenas cooperativas e até propriedades com elevado nível tecnológico (1).

No passado, os produtores de leite estavam principalmente preocupados em produzir grandes quantidades, sem dar muita importância à qualidade. No entanto, essa mentalidade está mudando à medida que o setor passa por um intenso desenvolvimento. Um desafio notável é a necessidade de se adaptar à realidade do mercado, o que inclui produzir leite de alta qualidade, com ênfase na concentração de seus componentes (2). Dessa forma, visando aumentar a competitividade no mercado internacional, é essencial que produtores e profissionais envolvidos na cadeia de produção do leite no Brasil se empenhem em aprimorar o processo de obtenção do leite. Isso envolve melhorar a qualidade da matéria-prima e garantir a segurança do consumidor, que está cada vez mais exigente e busca alimentos mais saudáveis (3).

A indústria leiteira compreende diversas fases, desde a origem do leite, ainda nas propriedades rurais até sua chegada ao comércio varejista como produto industrializado, na forma de leite pasteurizado ou produto derivado, como queijo, iogurte entre outros. Embora todas as fases sejam importantes para a preservação da qualidade do leite, a mais importante é a de produção. Nesta fase, todos os cuidados são direcionados para as fêmeas, considerando cada animal como uma pequena indústria (4).

Os marcos regulatórios para a qualidade do leite no Brasil foram a implementação da Instrução Normativa nº 51/2002, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (5), que oficializou a implantação de um programa para controlar e padronizar a identidade e qualidade do leite, que visa, desta forma, atingir parâmetros de qualidade cada vez melhores. Essa foi alterada pela Instrução Normativa nº 62/2011 (6), que posteriormente, foi revogada pela Instrução Normativa nº 76/2018

que aprova os regulamentos técnicos que fixam a identidade e qualidade do leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A (7). Atualmente, o leite é definido por meio do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), como o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas saudáveis, bem alimentadas e descansadas (8).

Entre as análises rotineiramente realizadas para o controle da qualidade do leite, destacam-se o teste do alizarol, que pode ser utilizado como um método rápido para estimar a estabilidade das proteínas do leite durante o processamento térmico (9). Isso ocorre porque o leite com elevada acidez ou desequilíbrio salino precipita em quantidades iguais na presença de uma solução alcoólica com uma concentração específica (10). Porém, em algumas situações, o leite, mesmo estando em conformidade com os padrões de identidade e qualidade estabelecidos pela legislação em relação à acidez titulável (6), pode precipitar em uma solução alcoólica. Essa anormalidade é conhecida como Leite Instável Não Ácido (LINA) e é caracterizada pela perda de estabilidade da caseína (11). Diante do exposto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a composição físico-química do leite cru refrigerado proveniente de propriedades leiteiras do município de Morrinhos (GO) e investigar seu impacto na fabricação de derivados lácteos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em cinco propriedades leiteiras parceiras do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, situadas no entorno da cidade de Morrinhos, localizada na região Sul do estado de Goiás.

Foram coletadas amostras de leite cru em tanques de resfriamento, sendo quatro amostras de tanques individuais e uma amostra de tanque coletivo. Em todas as propriedades leiteiras, é utilizada a ordenha mecânica.

As alíquotas foram distribuídas em frascos Falcon de 40 mL contendo conservante celular Bronopol[®], homogeneizadas e alocadas em caixas isotérmicas contendo gelo. Para análise da composição química do leite foram verificados os teores de gordura, proteína, caseína, lactose, sólidos totais (ST) e sólidos não gordurosos (SNG), por métodos de infravermelho utilizando o equipamento Milkoscan 4000 Ò (Foss Electric A/S. Hillerød, Denmark). Essas amostras foram enviadas para o Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (LQL/CPA/UFG).

As alíquotas destinadas à determinação de acidez titulável (°Dornic) e alizarol a 72% foram acondicionadas em recipientes estéreis identificados e transportadas ao Laboratório de Análise de Alimentos do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos.

O teste do alizarol a 72% foi realizado de acordo com a metodologia estabelecida na Instrução Normativa nº 77 do MAPA (12). Enquanto a determinação da acidez titulável (°Dornic) foi realizada de acordo com a metodologia descrita na IN 68 do MAPA (13).

Todos os ensaios foram realizados em triplicata. Utilizou-se o software STATISTICAL[®] 7.0 (Statsoft Statistica for Windows, 2007) para a tabulação dos dados,

que foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguidos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas de acidez titulável, alizarol a 72% estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores médios das análises de alizarol a 72% e acidez titulável (°D) de amostras de leite cru coletadas em cinco tanques de refrigeração localizados no município de Morrinhos/GO.

Propriedades	Alizarol a 72%	Acidez titulável (°Dornic)
1	Estável	15
2	Estável	17
3	Estável	16
4	Instável	17
5	Estável	18

Na propriedade, antes do processamento, é realizado o teste de alizarol para avaliar a acidez do leite. Esse teste é indicador do estado de conservação do leite, uma vez que o aumento da acidez pode ocorrer devido à produção de ácido láctico, o qual é um indicativo da degradação da lactose por microrganismos. Em condições adequadas, o leite apresenta uma coloração rosa a lilás e não coagula, indicando uma acidez normal e, portanto, um leite estável, conforme exigido pela legislação atual (7).

O teste é altamente empregado nas indústrias de beneficiamento de leite para atestar sua estabilidade térmica, ou seja, para saber se o leite resiste aos processos térmicos de pasteurização. O método baseia-se no fato que a fração proteica do leite é diretamente influenciada pelo aumento da acidez juntamente a função desidratante do álcool. Com acidez acima de 20 °D, o leite apresenta grumos, ou seja, partículas proteicas desestabilizadas que podem coagular a partir da ação do álcool (14).

Verificou-se que a propriedade 4 apresentou resultado em desacordo com a legislação vigente em relação ao teste de alizarol a 72%. A amostra apresentou-se ligeiramente ácida, com formação de grumos. Segundo Castanheira (15), o teste do alizarol busca verificar a instabilidade do leite quando há grande formação de grumos e sua coloração poderá ser violeta ou amarelada, sendo frequentemente rejeitada pelas indústrias.

A verificação da acidez titulável do leite consiste na titulação de determinada massa da amostra por uma solução alcalina de concentração conhecida, utilizando como indicador solução de fenolftaleína (13). De acordo com os dados apresentados, a acidez do leite expressa em Dornic (°D) oscilou em torno de 15 a 18 °D nas amostras coletadas nos tanques de refrigeração. O valor determinado pelo método Dornic, análise quantitativa, confirma que todas as amostras estão de acordo com a IN 76/2018 (7).

Ao correlacionar o teste do alizarol a 72% com a titulação Dornic, observa-se que na amostra de leite da propriedade 4 ocorreu a perda de estabilidade da proteína, resultando em precipitação e formação de coágulos durante o teste de alizarol, mesmo sem apresentar uma acidez superior a 18 °D. Isso indica a possibilidade de ser um Leite Instável Não Ácido (LINA). Embora esse problema seja frequente, as causas dessa instabilidade não são bem definidas, podendo estar relacionadas à mastite em vacas, ao período do ano ou à alimentação do rebanho (16). Esses resultados sugerem inicialmente a ocorrência de LINA, porém estudos mais detalhados são necessários para confirmação. Segundo Zanela (17), a principal alteração observada no LINA é a ausência de estabilidade da proteína caseína ao álcool, resultando em precipitação positiva, sem haver acidez elevada do leite.

O Leite Instável Não Ácido (LINA) é um problema que acomete toda a cadeia produtiva leiteira, pois nele as características físico-químicas foram alteradas, principalmente com a instabilidade da caseína, a proteína do leite que está presente em 95% na forma de partícula coloidal, mais conhecida como micelas. A perda da estabilidade do leite LINA não está relacionada à microrganismos que acometem o leite, mas sim ao manejo incorreto do animal durante a fase de lactação, com fatores nutricionais e fatores não nutricionais como: a restrição alimentar dos animais, com níveis de restrição de 40%, já foi possível encontrar o LINA, além de manifestar rapidamente após dois dias de restringir a dieta do animal (18).

O leite LINA não é prejudicial à saúde, porém ele não é aceito na indústria porque durante o processo de pasteurização começa a se formar grumos, normalmente ele é descartado ou o produtor pode usar na fabricação de queijo e outros derivados do leite na própria propriedade (19).

Os resultados das análises físico-químicas do leite cru refrigerado, apresentados na Tabela 2, foram comparados com os padrões estabelecidos pela IN 76/2018 (7). Essas análises permitem a detecção de fraudes e não conformidades no leite.

Tabela 2 - Valores médios das análises físico-químicas de amostras de leite cru coletadas em cinco tanques de refrigeração localizados no município de Morrinhos/GO.

P	Gordura (g/100 g)	Proteína (g/100 g)	Lactose (g/100 g)	Caseína (g/100 g)	SNG (g/100 g)	ST (g/100 g)
1	3,79 ± 0,00 ^c	3,34 ± 0,00 ^b	3,86 ± 0,00 ^c	2,59 ± 0,00 ^b	7,97 ± 0,00 ^d	11,77 ± 0,01 ^d
2	4,01 ± 0,01 ^a	3,33 ± 0,00 ^c	4,55 ± 0,01 ^a	2,66 ± 0,00 ^a	8,66 ± 0,00 ^a	12,67 ± 0,01 ^a
3	3,61 ± 0,00 ^d	3,04 ± 0,00 ^e	4,08 ± 0,00 ^d	2,35 ± 0,00 ^c	7,82 ± 0,00 ^e	11,44 ± 0,01 ^e
4	3,53 ± 0,00 ^e	3,26 ± 0,00 ^d	4,43 ± 0,00 ^c	2,58 ± 0,00 ^b	8,49 ± 0,00 ^c	12,02 ± 0,00 ^c
5	3,80 ± 0,00 ^b	3,35 ± 0,00 ^a	4,50 ± 0,00 ^b	2,67 ± 0,00 ^a	8,63 ± 0,00 ^b	12,43 ± 0,00 ^b

Legenda: P = Propriedades; SNG = Sólidos Não Gordurosos; ST = Sólidos Totais

Médias de três repetições ± Desvio padrão médio. Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Com relação aos parâmetros físico-químicos, a legislação vigente preconiza, dentre outros padrões, os valores mínimos de gordura e proteína de 3,0 g/100 g de leite e 2,9 g/100 g de leite, respectivamente. De acordo com a Tabela 2, foi possível verificar

que as cinco propriedades leiteiras tiveram os resultados para esses parâmetros dentro das especificações.

Vale destacar que o pagamento por qualidade do leite é comumente utilizado em laticínios, considerando os teores de proteína e gordura como os principais parâmetros analisados, uma vez que esses dois fatores estão diretamente relacionados com o rendimento e a qualidade do produto (20).

A quantidade de proteína do leite é uma das principais variáveis de avaliação da qualidade do leite, sendo também utilizada por alguns estabelecimentos no Brasil como parâmetro de pagamento diferenciado aos produtores (21). Ainda, esse componente possui um alto valor tecnológico para os laticínios, uma vez que é da fração de proteína bruta da qual se origina o coágulo do leite utilizado na fabricação de queijos (22).

Ainda segundo Silva et al. (22), para a indústria de laticínios, a gordura tem grande valor no rendimento de produtos, pois quanto mais gordura presente, maior o rendimento dos produtos derivados. Além disso, ela é utilizada na fabricação de produtos com alto valor agregado como manteiga, sorvete e creme de leite. Este parâmetro é também utilizado por algumas indústrias como um diferencial no pagamento de produtores.

Em relação ao teor de lactose, a propriedade 1 e 3 não atingiram o valor mínimo exigido pela legislação de 4,3 g de lactose/100 g de leite cru (7). O teor de lactose está diretamente ligado à quantidade de leite produzido – quanto maior a concentração de lactose, maior rendimento do leite – além de ser inversamente proporcional ao teor de proteína e gordura (23).

A composição de lactose pode variar em função, principalmente, da raça, tipo de alimentação oferecida aos animais, bem como o seu estágio de lactação. Sua presença no leite é primordial para as indústrias no processamento de produtos fermentados, uma vez que a lactose é fermentada por bactérias lácteas adicionadas para produção de derivados como iogurte, bebidas lácteas fermentadas, queijos, manteiga, entre outros (21).

Os sólidos totais englobam todos os componentes do leite, ou seja, a gordura, carboidratos, proteínas, sais minerais e vitaminas, exceto a água. A legislação vigente determina para o teor de sólidos totais um valor mínimo de 11,4 g/100 g de leite cru. Verificou-se que todas as propriedades rurais apresentaram valores igual ou superiores ao estabelecido pela legislação.

Em relação aos sólidos não gordurosos, esse abrange todos os componentes sólidos do leite, com exceção da gordura. É exigido um valor mínimo de 8,4 g/100 g de leite cru, valor esse que não foi alcançado nas propriedades 1 e 3.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se concluir que os teores de gordura, proteína e sólidos totais encontrados nas amostras de leite das propriedades leiteiras investigadas estão de acordo com as especificações estabelecidas pela legislação vigente. Esses resultados ressaltam a importância de monitorar e garantir a composição

físico-química adequada do leite, uma vez que ela impacta diretamente a qualidade e o processamento dos produtos lácteos.

Sugere-se que estudos adicionais sejam realizados para investigar as possíveis causas das variações encontradas nos teores de lactose e sólidos não gordurosos nessas propriedades específicas.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos pela bolsa de Iniciação Científica concedida para realização da pesquisa.

Referências

1. Willers CD, Ferraz SP, Carvalho LS, Rodrigues LB. Determination of indirect water consumption and suggestions for cleaner production initiatives for the milk-producing sector in a Brazilian middle-sized dairy farming. *J. Clean. Prod.* 2014; v. 72, p. 146-152.
2. Thaler Neto A. Melhoramento genético aplicado à produção do leite. In: Simpósio de Bovinocultura de Leite, 2. Chapecó - SC. Anais... Chapecó: Núcleo Oeste de Médicos Veterinários. 2006; p. 143-161.
3. Picolli T, Zani JL, Bandeira, FS, Roll VFB, Ribeiro MER, Vargas GD et al. Manejo de ordenha como fator de risco na ocorrência de micro-organismos em leite cru. *Semin Cienc Agrar.* 2014; v.35, p. 2471-2480.
4. Germano PML, Germano MIS. Higiene e vigilância sanitária de alimentos: qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos. 2008.
5. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Aprova os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel, em conformidade com os Anexos a esta Instrução Normativa. *Diário Oficial da União.* 20 set 2002.
6. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. *Diário Oficial da União.* 30 dez 2011.
7. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. 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.* 30 nov. 2018.
8. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Decreto no 9013, 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. 30 mar. 2017.
9. Horne DS, Muir, DD. Alcohol and heat stability of Milk protein. JDS. 1990; v. 73; p. 3613-3626.
 10. Chavez MS, Negri LM, Taverna MA and Cuatrín A. Bovine milk composition parameters affecting the ethanol stability. JDR. 2004; v. 71; p. 201–206.
 11. Marques LT. Ocorrência do leite instável não ácido (LINA) e seu efeito sobre a composição química e aspectos físicos. Dissertação de Mestrado. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2004.
 12. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa nº 77 de 26 de novembro de 2018. Aprova os critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. Diário Oficial da União. 30 nov. 2018.
 13. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Decreto nº 9013, 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. 30 mar. 2017.
 14. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Diário Oficial da União. 14 dez. 2006.
 15. Tronco VM. Manual de Inspeção da Qualidade do Leite. 4ª edição. Santa Maria: Editora UFSM; 2010.
 16. Castanheira ACG. Manual básico de controle de qualidade de leite e derivados. São Paulo: Cap Lab Indústria e Comércio Ltda; 2010.
 17. Marques LT, Zanela MB, Ribeiro MER, Stumpf Junior W, Fischer V. Ocorrência do leite instável ao álcool 76% e não ácido (LINA) e efeito sobre os aspectos físico-químicos do leite. Rev. Bras. Agrociênc. 2007; v.13; p1-p7.
 18. Zanela MB. Caracterização do leite produzido no Rio Grande do Sul, ocorrência e indução experimental do Leite Instável Não Acido (LINA). Tese de Doutorado. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2004.
 19. Machado SC. Fatores que afetam a estabilidade do leite bovino. Tese de Doutorado. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2010.
 20. Fischer V, Zanela MB, Marques LT. Alimentação de vacas leiteiras: reflexos sobre a produção leiteira e características físico-químicas do leite. In: Avanços Científicos e Caminhos para Inovações na América Latina. Ribeiro MER, Zanela MB, Schafhauser J. JR (editores). Embrapa: Pelotas. 2010; p. 125-138.
 21. González FHD, Noro G, Marques LT, Vidal, LEB, Zanela MB, Ribeiro MER et al. Qualidade do leite bovino: variações no trópico e no subtropico. Passo Fundo: Universidade Passo Fundo; 2011.
 22. Reis GL, Alves AA, Lana AMQ, Coelho SG, Souza MR, Cerqueira MMOP, Penna CFAM, Mendes EDM. Procedimentos de coleta de leite cru individual e sua relação com a composição físico-química e a contagem de células somáticas. Ciênc Rural. 2007. v.37(4); p. 1134- 1138.
 23. Silva G, Silva, DAMA, Farreira BPM. Processamento do leite. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 2007.
 24. Angulo JDF. Evolução da qualidade do leite cru refrigerado na mesorregião da zona da mata norte de minas gerais frente à vigência das instruções normativas nº

51/2002 e nº 62/2011 do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Tese de Doutorado. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa; 2018.