

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**Impacto do Leite Instável Não Ácido na Pecuária  
Leiteira: Revisão Bibliográfica**

Beatriz Fontes Mello dos Santos

Jaboticabal – SP  
1º Semestre/2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**Impacto do Leite Instável Não Ácido na Pecuária Leiteira: Revisão  
Bibliográfica**

**Beatriz Fontes Mello dos Santos**

**Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira**

Trabalho de Conclusão de Curso (Iniciação Científica)  
apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como  
parte das exigências para graduação em Zootecnia.

Jaboticabal - SP  
1º semestre/2023

S237i Santos, Beatriz Fontes Mello dos  
Impactos do leite instável não ácido na pecuária leiteira:  
revisão bibliográfica / Beatriz Fontes Mello dos Santos. --  
Jaboticabal, 2023  
47 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado -  
Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal  
Orientador: Mauro Dal Secco de Oliveira

1. Alimentação. 2. Indústria láctea. 3. Prova do álcool.  
4. Qualidade do leite. 5. Vaca leiteira. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos  
pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

DEPARTAMENTO:

Departamento de Zootecnia

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

TÍTULO : Impacto do leite instável não ácido na pecuária leiteira: revisão bibliográfica

ACADÊMICO: Beatriz Fontes Mello dos Santos

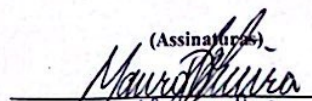

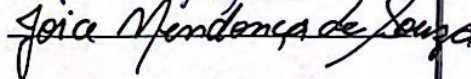
CURSO: Zootecnia

ORIENTADOR (ES): Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

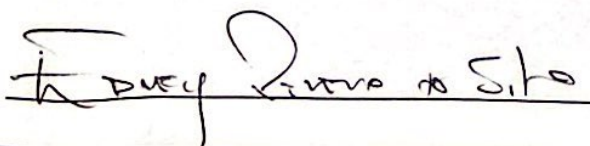
**BANCA EXAMINADORA:**

(Nomes)  
Presidente Prof. Dr. Mauro Dal Secco  
Membro Biol. Marcelle Bezerra Silva  
Membro Me. Joice Mendonça de Souza

(Assinaturas)  
  
  


Jaboticabal 03 / 02 / 2023

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 31 / 01 / 2023



Prof. Dr. EDNEY PEREIRA DA SILVA  
Chefe do Departamento de Zootecnia  
Matrícula Nº 422823-6

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu forças e foi em quem eu me segurei para continuar minha caminhada nos momentos internos mais difíceis que vivi.

Agradeço a meus pais Eliana Fontes Mello dos Santos e José Sebastião dos Santos, que sempre me deram condições e fizeram de tudo para eu chegar até onde cheguei e meus irmãos Marina Fontes Mello dos Santos e Heitor Fontes Mello dos Santos, que serviram de exemplo de como me portar para chegar nos lugares mais longes que eu desejar.

Gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira por ter me aceitado como sua orientada e ter dado todo o apoio preciso para eu estar aqui hoje. E as integrantes da banca Joice Mendonça e Marcelle Silva, que se disponibilizaram para participar do dia de hoje.

Com muito carinho, agradeço a minha companheira e apesar da distância, minha melhor amiga Larissa Clara (Rubinha), por sempre me ajudar e estar do meu lado em todas as horas que precisei.

À República Rep Hour, que me acolheu desde quando tive contato com as moradoras, que se tornaram minhas amigas e foi o lugar onde eu amadureci e aprendi a ter responsabilidades.

Aos meus amigos mais próximos da República Agrotóxicos, Joice (Choices) e Beatriz (kbresto), que tornaram meus últimos anos da faculdade mais marcantes.

A Cap. Jr., onde tive diversas experiências importantes para minha evolução pessoal e profissional, além das viagens inesquecíveis e pessoas incríveis que fizeram parte do meu caminho.

Por fim, aos demais amigos, companheiros e colegas que fizeram parte da minha trajetória e de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui.

## INDÍCE

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO .....	2
3. REVISÃO DA LITERATURA .....	3
3.1 ASPECTOS SOBRE O LEITE DE VACA .....	3
3.2 DEFINIÇÃO E PARTICULARIDADES DO LINA .....	6
3.3 ESTRUTURA DAS MICELAS DA CASEÍNA DO LEITE <b>.ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>	
3.4 FATORES RELACIONADOS COM O LINA <b>.ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>	
3.4.1 PROVA OU TESTE DO ÁLCOOL.....	13
3.4.2 PROVA DO ALIZAROL .....	20
3.4.3 DETERMINAÇÃO DO PH E ACIDEZ TITULÁVEL .....	22
3.4.4 SILA E LINA.....	22
3.4.5 LINA E OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE .....	25
3.5 DIAGNÓSTICO DO LINA.....	26
3.6 PREVENÇÃO .....	27
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	29
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estrutura exibindo a micela da caseína.....	10
<b>Figura 2.</b> Porcentagem de amostras de leite alcalinas, normais, LINA, ácidas e outros nas propriedades brasileiras.....	13
<b>Figura 3.</b> Fluxograma de análises para diagnóstico de LINA.....	14
<b>Figura 4.</b> Acidímetro de salut (pistola do álcool) utilizado pelos transportadores.....	16
<b>Figura 5.</b> Fatores que possivelmente influenciam na ocorrência do LINA.....	17
<b>Figura 6.</b> Reação ao teste do álcool.....	18
<b>Figura 7.</b> Diferença do LINA em relação ao leite ácido.....	19
<b>Figura 8.</b> Avaliação da qualidade do leite submetido ao teste de alizarol.....	21
<b>Figura 9.</b> Variação nos componentes do leite instável em relação ao leite normal por diferentes autores (amostras de rebanho).....	24
<b>Figura 10.</b> Variação nos componentes do leite instável em relação ao leite normal por diferentes autores (amostras de vacas individuais).....	24
<b>Figura 11.</b> Variação nos componentes do leite instável em relação ao leite normal por diferentes autores (amostras de vacas individuais).....	25
<b>Figura 12.</b> Fluxograma de diagnóstico do LINA.....	26

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Parâmetros físico-químicos para o leite cru refrigerado.....	04
<b>Tabela 2.</b> Interpretação de resultados de pH e acidez do leite.....	21
<b>Tabela 3.</b> Classificação do LINA no noroeste do RS de acordo com acidez titulável e comparação entre SILA e LINA.....	23

## 1. INTRODUÇÃO

A pecuária de 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 (WILLERS et al., 2014). Segundo os dados fornecidos pelo IBGE (2016), o país é um dos maiores produtores de leite do mundo, com aproximadamente 34 bilhões de litros.

Para que o Brasil possa se tornar mais competitivo no mercado internacional, é necessário, dentre outros aspectos, que os produtores e técnicos ligados a cadeia produtiva busquem aprimorar o processo de obtenção do leite, melhorando a qualidade do produto e a segurança alimentar do consumidor, cada vez mais exigente, que demanda alimentos mais saudáveis (PICOLLI et al., 2014).

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 (MACHADO, 2010).

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 (FISCHER, 2010; COSTABEL et al., 2010).

## **2. OBJETIVO**

A presente revisão de literatura teve como objetivo, verificar a influência do leite instável não ácido, o que afeta a composição química e microbiológica do leite, interferindo no valor econômico e impactando a pecuária leiteira.

### **3. REVISÃO DA LITERATURA**

Foi realizada uma revisão de literatura a fim de verificar a influência do leite instável não ácido de vacas leiteiras em lactação, resultando na alteração ou não da qualidade do mesmo e concomitantemente sobre o aspecto econômico. Para tal, e maior facilidade de abordagem do tema, foram utilizados itens e sub-itens envolvendo vários aspectos, tais como: definição, limitações, fatores que afetam a qualidade química e microbiológica do leite de vacas em lactação submetidas aos mais variados sistemas de criação.

O levantamento bibliográfico é capaz de proporcionar subsídios e maiores esclarecimentos sobre a importância do leite instável não ácido de vacas leiteiras em lactação, uma vez que vários fatores estão diretamente relacionados com a obtenção higiênica do leite. Serão utilizadas informações de revistas especializadas de produção animal (nacionais e internacionais), de revistas de divulgação, de sites, boletins técnicos, teses, dissertações e de livros especializados em pecuária leiteira.

#### **3.1 Aspectos sobre o leite de vaca**

O leite é um produto de origem animal bastante consumido em todo Brasil, possui uma composição de nutrientes com elevado valor biológico (TRONCO, 2010). É oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas saudas, bem alimentadas e descansadas (BRASIL, 2002). De forma mais ampla, pode ser caracterizado como uma emulsão de glóbulos de gordura e uma suspensão de micelas de caseína, sendo que essas encontram-se suspensas em uma fase aquosa. A fase aquosa contém moléculas de lactose, proteínas, soro e minerais (GONZÁLEZ, 2001).

Os leites disponíveis no mercado para consumo direto podem ter vida útil curta (3 a 6 dias sob refrigeração) e longa (estável durante meses a temperatura ambiente). Entre os primeiros estão: o leite pasteurizado certificado, o leite pasteurizado e o leite concentrado pasteurizado. O primeiro procede de granjas cujos animais e instalações tem garantia sanitária; o segundo é o leite natural de animais saudáveis, geralmente uma mistura procedente de diversas granjas, sendo posteriormente pasteurizado nas indústrias lácteas; o terceiro é o leite natural, como o anterior, mas privado da parte da água (ORDONEZ et al., 2005).

No Brasil, o setor de laticínios ganhou relevância e porte industrial na passagem para o século 20. O aproveitamento de leite e a produção de seus derivados permaneceram, durante mais de três séculos, como atividade artesanal e doméstica nas fazendas. Mais tarde, com a modernização do setor leiteiro, foi necessária a padronização do leite comercializado no país e a unificação dos sistemas de controle (ALMEIDA-MURADIAN & PENTEADO, 2007).

O leite é um alimento de alto valor nutritivo, fonte de proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas e sais minerais. Contém em torno de 87,6% de água, 12,4% de sólidos totais, 4,52% de lactose, 3,61% de gordura e 3,28% de proteína. A caseína é a principal proteína do leite, enquanto a lactose é o açúcar característico e o sólido mais predominante (GERMANO; GERMANO, 2008).

Em relação ao aspecto e cor, o leite é um líquido branco, opalescente e homogêneo. Possui sabor e odor característicos, e deve ser isento de sabores e odores estranhos (BRASIL, 2011). Os requisitos físico-químicos estabelecidos pela Instrução Normativa – 62 (IN-62) para o leite cru refrigerado estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos para o leite cru refrigerado.

<b>Requisitos</b>	<b>Limites</b>
Matéria gorda (g/100 g)	Mínimo de 3,0
Densidade relativa a 15°C (g/mL)	1,028 a 1,034
Acidez em ácido láctico (g/100 mL)	0,14 a 0,18
Extrato seco desengordurado (g/100 g)	Mínimo de 8,4
Índice crioscópico	-0,512° C a -0,531°C
Proteínas (g/100 g)	Mínimo de 2,9

Fonte: Brasil (2011).

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 (GERMANO; GERMANO, 2008).

Do ponto de vista tecnológico, a qualidade da matéria prima é um dos maiores entraves na questão de desenvolvimento e consolidação da indústria de laticínios no Brasil. De modo geral, o controle da qualidade do leite, nas últimas décadas, tem se restringido a prevenção de adulterações do produto *in natura* baseado na determinação da acidez, índice crioscópico, densidade, percentual de gordura e extrato seco desengordurado. A contagem global de microrganismos aeróbios mesófilos (indicadores de qualidade microbiológica do produto) tem sido utilizada somente para leite cru do tipo A e B (OLIVEIRA et al., 1999).

O leite de qualidade pode ser compreendido como aquele que cuja composição química (gorduras, proteínas, lactose e minerais), organoléptica (sabor, odor e aparência) e número de células somáticas (todas as células de um organismo multicelular, com exceção dos gametas), atendam os parâmetros de qualidade exigidos internacionalmente, devendo ainda ser isento de resíduos de antibióticos, desinfetantes ou adulterantes, originados de rebanho com sanidade controlada (RIBEIRO, 2006).

Composto por diferentes substâncias, o leite apresenta como função fornecer nutrientes e proteção imunológica ao neonato. Além dessas funções biológicas, o leite oferece possibilidades de processamento industrial para obtenção de diversos produtos destinados à alimentação humana (FONSECA, 2007).

A qualidade desse produto é definida por parâmetros de composição química, características físico-químicas e higiene. A presença e os teores de proteínas, gorduras, lactose, sais minerais e vitaminas determinam a qualidade da composição, que, por sua vez, é influenciada pela alimentação, manejo, genética e raça do animal. Fatores ligados a particularidades de cada animal, como o período de lactação, o escore corporal ou situações de estresse também são importantes quanto a qualidade composicional (BRITO; BRITO, 2009).

Os produtores de leite possuem um desafio de entregar um leite de qualidade ao laticínio, que posteriormente, chegará na mesa do consumidor. Porém, nem é sempre isso que acontece, no Brasil ainda há a ocorrência de vacas que possuem déficit nutricional por dietas desbalanceadas, restrições alimentares, jejum e estresse térmico, que são fatores que contribuem para que a instabilidade do leite, assim como a fase de lactação (BARDUCO, 2022).

### **3.2 Definição e particularidades do leite instável não ácido (LINA)**

O leite instável não ácido (LINA) é definido como produto que apresenta perda da estabilidade da caseína do leite ao teste do etanol (MACHADO, 2010). Contudo, este fato causa significativos prejuízos econômicos a toda cadeia produtiva, pois o leite é rejeitado ou subvalorizado pela indústria, mesmo apresentando níveis de acidez considerados normais pelos padrões do MAPA (RIBEIRO et al., 2006). A precipitação da proteína no teste do álcool pode ocorrer sem haver acidez acima de 0,18g/ácido láctico/100 mL de leite, caracterizando como um problema que acomete rebanhos leiteiros e/ou indústrias lácteas (BRASIL 2016).

Erroneamente, o leite instável na prova do álcool (método rápido para estimar a estabilidade das proteínas presentes no leite) é interpretado como ácido, o que contribui para mal-entendidos entre a indústria e produtores, pois grande parte das amostras de leite que precipita nesse teste, apresenta resultados normais de acidez nos testes que avaliam diretamente (pH ou acidez titulável), como mostram os estudos de (MARQUES et al., 2007; ZANELA et al., 2009 e MACHADO, 2010).

Além disso, o leite com baixa estabilidade térmica pode coagular durante o processo de pasteurização ou Ultra Alta Temperatura (UAT), aderindo-se aos equipamentos de processamento, o que resulta em elevação dos custos de limpeza e aumento no descarte de leite (BRASIL et al., 2017).

Assim sendo, na intenção de recolher um produto com maior estabilidade, as indústrias laticinistas aumentaram o teor de etanol na mistura alcoólica de 72 para 76, 78 e mesmo 80 ou 82%, na pressuposição de que as amostras de leite que não coagulam em concentrações cada vez maiores de álcool, seriam mais estáveis termicamente durante o processo industrial, o que, a partir de 74% de etanol, não se verifica (SHEW, 1981; MOLINA et al., 2001; CHAVEZ et al., 2004). Todavia, esses procedimentos aumentam o número de resultados positivos ao teste, penalizando especialmente os produtores de pequena produção e não garante à indústria um produto com melhor estabilidade térmica.

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. Também foi observado que a baixa disponibilidade de matéria seca ou a restrição do tempo de pastejo contribuiu para que o leite ficasse instável (SGARBIERI, 2005; BELOTI, 2015; STUMPF et al., 2016)

Já os fatores não nutricionais como o tempo de lactação (os animais apresentam maior incidência no começo da lactação, pela baixa estabilidade do colostro), o estresse térmico (com o aumento da temperatura as vacas se alimentam menos, a temperatura retal e a frequência respiratória aumenta, fazendo com que ocorra a acidose metabólica e a alcalose respiratória), a mastite (apesar que a comunidade científica possuem opiniões divergentes se o LINA e mastite possuem relação) e o Ca iônico (foram encontrados em amostras positivas valores elevados de Ca).

Por fim, pode-se afirmar que o Leite Instável Não Ácido (LINA) é algo que é indesejável para os produtores e laticínios, pois a partir do momento que foi detectado será descartado, causando perdas para toda a cadeia produtiva do leite (BARDUCO, 2022).

### **3.3 Estrutura das micelas da caseína do leite**

Para entender melhor o LINA, é necessário conhecer de que forma as proteínas estão distribuídas no leite e a estrutura das micelas de caseína. As proteínas do leite podem ser divididas em duas grandes classes, as caseínas e as proteínas do soro, tendo um percentual de 80% e 20%, respectivamente (BELOTI, 2015).

As caseínas são as que possuem maior importância para a indústria (SGARBIERI, 2005), sendo classificadas em quatro subgrupos principais,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$  e  $\kappa$ . Elas são fosfoproteínas, as quais possuem sequências fosforiladas, através das quais pode interagir com fosfato de cálcio, tornando-o capaz de sequestrar fosfato de cálcio, formando minúsculos agrupamentos de íons circundados por uma camada de proteína (HOLT, 2004).

Além disso, encontram-se no leite em forma de micelas, nas proporções aproximadas de 4:1:3,5:1,5 (DALGLEISH, 2011). Essas micelas são compostas por 93% de caseínas e o restante, 7%, por cálcio inorgânico (2,87%), fosfato (2,89%), citrato (0,4%) e pequenas quantidades de magnésio, sódio e potássio (SGARBIERI, 2005).

Ainda existem algumas dúvidas referentes a conformação exata das micelas de caseína, porém, a estrutura que mais ganha suporte é a proposta por Walstra (1990), na qual a micela é essencialmente esférica, não lisa, formada por unidades menores, denominadas de submicelas, ligadas por aglomerados (clusters) de fosfato de cálcio (WALSTRA, 1990).

Dessa forma, as submicelas se agregam até a formação completa da micela, com predominância de  $\alpha$ s1-,  $\alpha$ s2- e  $\beta$ -caseína na porção interna, e a  $\kappa$ -caseína se posiciona na superfície. Essa  $\kappa$  caseína projeta a porção C-terminal (glicopeptídeo) para fora da superfície, criando uma camada esponjosa, que previne, por repulsão eletrostática, qualquer agregação posterior de submicelas (WALSTRA, 1990).

A micela de caseína é classificada como anfótera, ou seja, possui grupamentos ácidos (COOH) e básicos (NH<sub>3</sub>), com uma predominância de ácidos sobre os amino, portanto, a carga resultante é negativa, o que gera uma repulsão entre as micelas, impedindo a agregação das mesmas (BELOTI, 2015).

Portanto, quando a amostra coagula na prova do álcool, é porque a estabilidade da estrutura micela está fraca, e isso pode ocorrer devido a fatores já citados anteriormente, como a acidez (neste caso, devido a contaminação) ou algum desequilíbrio no sistema, como por exemplo, o aumento do cálcio iônico do leite (MARTINS et al., 2015), o que pode reduzir as cargas negativas das micelas de caseína e a força de repulsão eletrostática estabelecida entre elas e, portanto, diminuir a resistência durante o contato com o etanol ou durante tratamentos térmicos (BARROS et al., 1999).

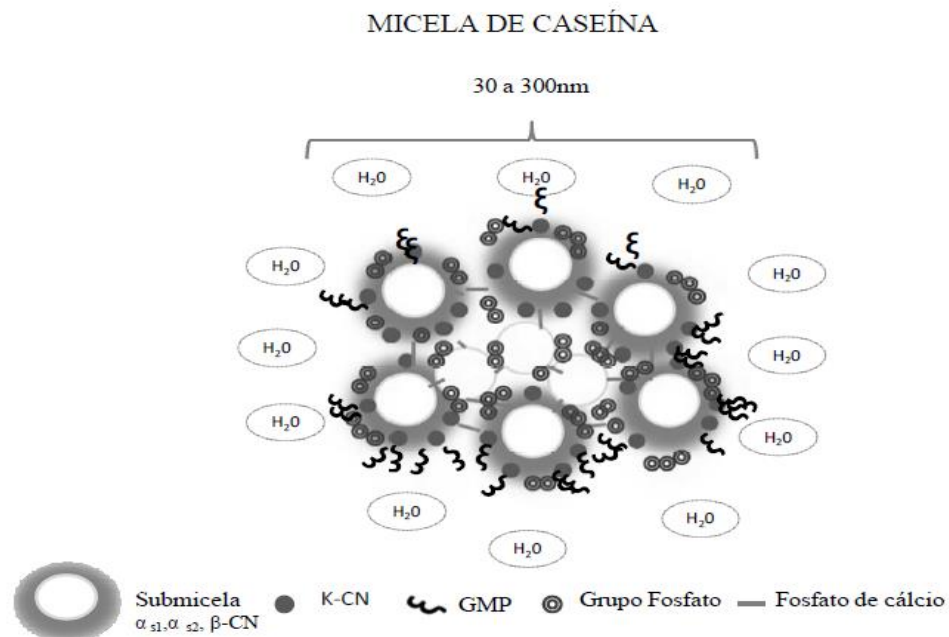
Fatores nutricionais e metabólicos, como a Diferença Cátion-Ânion Dietética (DCAD), influenciam diretamente na estabilidade do leite para etanol e durante o aquecimento a 140°C, que é diminuída linearmente com a redução de DCAD devido a alterações no equilíbrio iônico do leite e as interações entre as proteínas do leite na micela (MARTINS et al., 2015).

Devido à sua importância, o interesse por estudos da caseína micela se mantém constantes ao longo dos anos, uma vez que muitas das propriedades tecnologicamente importantes do leite, por exemplo, a cor branca, a estabilidade ao calor, ao etanol e a coagulação pelo coalho, é devido as propriedades das micelas de caseína (FOX; BRODKORB, 2008).

As caseínas são fosfoproteínas contendo números variáveis de radicais fosfato ligados à serina (P-ser). Os radicais fosfatos (Figura 1) estão em diferentes regiões das cadeias polipeptídicas, com regiões mais hidrofílicas ou mais hidrofóbicas (atividade anfipática), ficando mais suscetíveis à proteólise, definida como a quebra das ligações peptídicas das proteínas presentes no leite pela ação de enzimas específica (SGARBIERI, 2005).

São sintetizadas nas células epiteliais da glândula mamária e secretadas na forma de micelas (grandes grânulos de caseína). A sua molécula possui grupos fosfatos covalente, que estão envolvidos nas ligações com o cálcio. Após a caseína ser fosforilada, o cálcio se liga ao fosfato para iniciar a polimerização das partículas de micela (SGARBIERI, 2005).

Segundo FOX; BRODKORB (2008) a caseína é um grupo de fosfoproteínas insolúveis específicas representando cerca de 80% das proteínas presentes no leite bovino. Normalmente, a caseína é estável, e não é afetada pela pasteurização. Entretanto, quando há acidificação do leite, ocorre desestruturação das micelas de caseína e formação de coágulo. Devido à sua importância comercial, as caseínas têm sido estudadas extensivamente e é provavelmente o melhor sistema de proteína alimentar caracterizado.



**Figura 1.** Estrutura exibindo a micela da caseína (caseína -  $\text{PO}_4^{3-}$ - $\text{Ca}^{2+}$ -  $\text{PO}_4^{3-}$ - caseína).

Fonte: Tronco (1997).

### 3.4 Fatores relacionados com o LINA

Os laticínios e empresas de subprodutos e derivados buscam leite cru de boa qualidade, com os níveis de composição dentro dos padrões e que apresente estabilidade térmica. No entanto, é frequente ao realizar o teste do álcool, o leite apresentar-se instável (MARQUES et al., 2007). A instabilidade pode ser ocasionada pela queda de pH do leite ou em casos de LINA (OLIVEIRA et. al., 2011).

A incidência de LINA ainda não está esclarecida e, todavia, não possui causas definidas. Ceballo et al., (2001), comentam que a ocorrência de LINA está associada a diversos transtornos fisiológicos, metabólicos e nutricionais, os quais originam implicações nos mecanismos de sínteses e secreção láctea em nível de glândula mamária.

A composição do leite é fundamental para a fabricação de derivados lácteos e afeta diretamente o valor nutricional dos alimentos produzidos (ZANELA et al., 2015). Quando se fala em composição química do leite instável não ácido, ainda existem controvérsias entre autores, embora seja destacado, que a variação que apresenta é de pequena magnitude (FISCHER et al., 2012).

Marques et al. (2007) compararam LINA na região sul e noroeste do Rio Grande do Sul (RS). Na região sul do RS, foi avaliado as diferenças químicas entre leite instável não ácido a 76% de graduação alcoólica, em 8.830 amostras, das quais, 10% foram enviadas ao laboratório credenciado ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), para determinação química e houve diminuição significativa para proteína e lactose, além de um aumento da concentração de gordura. Entretanto, na região noroeste, foram analisadas 2.205 amostras para composição química, as quais não houve variação significativa de gordura entre o leite normal e o LINA (76%), porém, foram encontradas diminuições significativas para proteína, lactose, sólidos totais e sólidos desengordurados (ZANELA et al., 2009).

Um outro estudo avaliou a composição química do leite dos animais em uma propriedade rural no extremo oeste de Santa Catarina, com uma alimentação balanceada e a outra não balanceada. O ajuste de dieta foi feito para dois grupos, um grupo de 8 vacas da raça Jersey, e, outro também de 8 animais, da mesma raça, os quais foram mantidos sob a alimentação que a propriedade utilizava (NRC, 2001). Entretanto, mesmo com a diferença da dieta, não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e extrato seco desengordurado, entre LINA e leite considerado normal de nenhum dos dois grupos (ABREU, 2008).

De forma geral, nos estudos relatados, nenhum aponta valores dos constituintes do LINA fora dos padrões exigidos pela legislação (IN 76 e IN 77) (MARQUES et al., 2007), e, desta forma, justifica-se a necessidade de correlacionar demais teste realizados na indústria com o resultado do teste do álcool para tomada de decisão na destinação da matéria prima recebida.

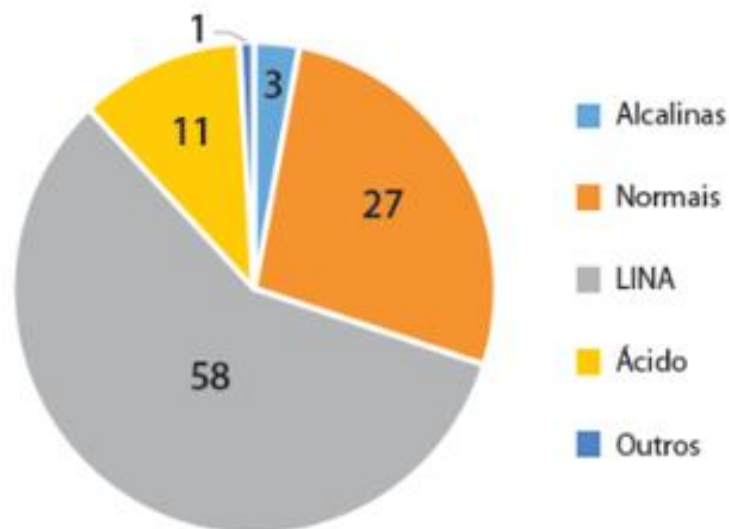
Somado a isso, não se tem garantias de que as mudanças encontradas nas amostras de leite utilizadas nos trabalhos sejam relacionadas ao LINA, pois são inúmeros os fatores relacionados que tem poder de interferência, como o período do ano, clima, produção leiteira, alimentação de baixa qualidade nutricional, uso de concentrados de forma desbalanceada, mastite, raça, idade, características individuais, estágio de lactação, saúde do animal, período do cio, espaço entre ordenhas, entre outros fatores que podem interferir na composição do leite (OLIVEIRA et al., 2011).

Alguns autores avaliaram a influência da nutrição sobre a prevalência de LINA. Zanela et al. (2006), por exemplo, induziram a restrição alimentar de 40% dos animais, atendendo, portanto, apenas 60% das exigências nutricionais. Houve aumento significativo na incidência de LINA quando os animais estavam sob restrição alimentar.

Outro experimento avaliou o fornecimento de suplementos com diferentes níveis de energia e proteína para vacas Jersey e avaliaram seus efeitos sobre a instabilidade do leite. O leite das vacas que receberam altos níveis de energia e proteína foi mais estável na prova do álcool, quando comparado àquele produzido pelos demais grupos avaliados, com baixa energia e proteína e apenas com baixa energia e alta proteína (MARQUES et al., 2010).

Stumpf et al. (2016) realizaram estudo que buscou correlacionar os comportamentos das vacas mais propensas a apresentar leite com reduzida estabilidade ao álcool durante restrição alimentar. Houve redução na estabilidade ao álcool nos animais submetidos à restrição alimentar, assim como, houve um aumento nas estereotípias, interações agonísticas, vocalizações e permaneceram mais tempo em pé. Outros pontos avaliados pelos autores, foram os níveis de cortisol e lactose plasmática, onde ambos apresentaram aumento no grupo de animais sob restrição alimentar.

As alterações bioquímicas do LINA também estão associadas à gelatinização do leite que foi processado em temperatura ultra-alta (UHT), um dos principais problemas que afetam este produto (NORNBERG et al., 2009), que é um dos lácteos mais consumidos, tendo em vista a praticidade de conservação, de uso e ao longo período de vida comercial (MARTINS et al., 2015). A detecção de LINA acomete propriedades de gado leiteiro nas diferentes regiões brasileiras (Figura 2).



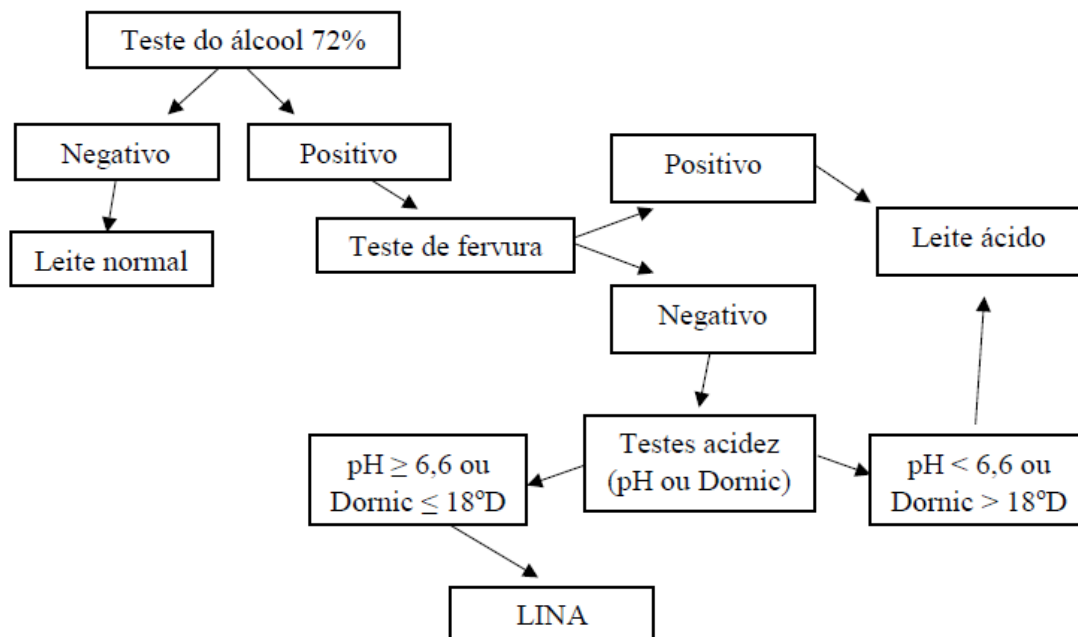
**Figura 2.** Demonstração de amostras de leite alcalinas, normais, LINA, ácidas e outros nas propriedades brasileiras. Fonte: Revista Leite Integral (s/d), citado por Barduco (2022).

Mesmo com o avanço da busca por melhoria da qualidade leite, visto pelo avanço das normativas, o LINA) é uma alteração que vem preocupando produtores e laticínios, cuja causa ainda não está definida. Assim, é um dos desafios encontrados atualmente na conjuntura da bovinocultura leiteira, por isso é amplamente estudado em todas as regiões (BARDUCO, 2022).

### 3.4.1 Prova ou teste do álcool

Entre os diversos testes utilizados para avaliar a qualidade do leite, um dos mais utilizados é a prova do álcool, a qual é realizada na propriedade rural, antes do carregamento do mesmo e na plataforma de recepção na indústria. Esta prova é responsável por avaliar a estabilidade das proteínas lácteas, nas quais são submetidas à desidratação provocada pelo álcool e utilizadas para estimar a estabilidade do leite quando submetido ao tratamento térmico (MARQUES et al., 2007).

Um dos métodos de análise de leite para identificação de LINA e de controle físico-química na indústria beneficiadora de leite, portanto, de acordo com o fluxograma para o diagnóstico de leite instável não ácido (Figura 3).



**Figura 3.** Fluxograma de análises para diagnóstico de LINA. Fonte: Adaptado de Zanela (2015).

A estabilidade térmica do leite pode ser definida como o tempo necessário para ocorrer coagulação visível, em determinado pH e temperatura e está diretamente relacionada a capacidade do leite em resistir à coagulação em condições de temperatura padrão, usualmente 140 °C (HORNE E MUIR, 1990). Existem dois tipos de instabilidade do leite:

(1) a instabilidade devida à alta contagem bacteriana, levando a formação de ácidos orgânicos.

(2) aquela de etiologia desconhecida, designada como LINA, cuja acidez é normal.

Com relação à estabilidade do leite, a legislação atual estabelece como padrão a estabilidade ao etanol 72% (v/v), a qual representa uma medida rápida e eficiente de avaliação da estabilidade térmica (CUNHA et al., 2021). Segundo Zanela *et al.* (2009) a grande maioria das indústrias utiliza o teste de estabilidade ao etanol em concentrações superiores, o que pode levar ao descarte de leite de forma injustificada.

A forma mais corriqueira de se avaliar a qualidade do leite nos estabelecimentos leiteiros é a prova do álcool, sendo realizado para mensurar a estabilidade das proteínas presentes no leite, principalmente, em processos que atingem altas temperaturas. Resultados positivos são obtidos quando ocorre a instabilidade da caseína. A positividade ao teste irá determinar o aceite ou não da matéria prima pelo laticínio, acarretando a condenação ou desvalorização do leite (BARROS et al., 2000). Resultados positivos ao teste do álcool (precipitação) podem ocorrer devido à redução de pH, pela fermentação da lactose até a produção de ácido lático, resultando na instabilidade da proteína.

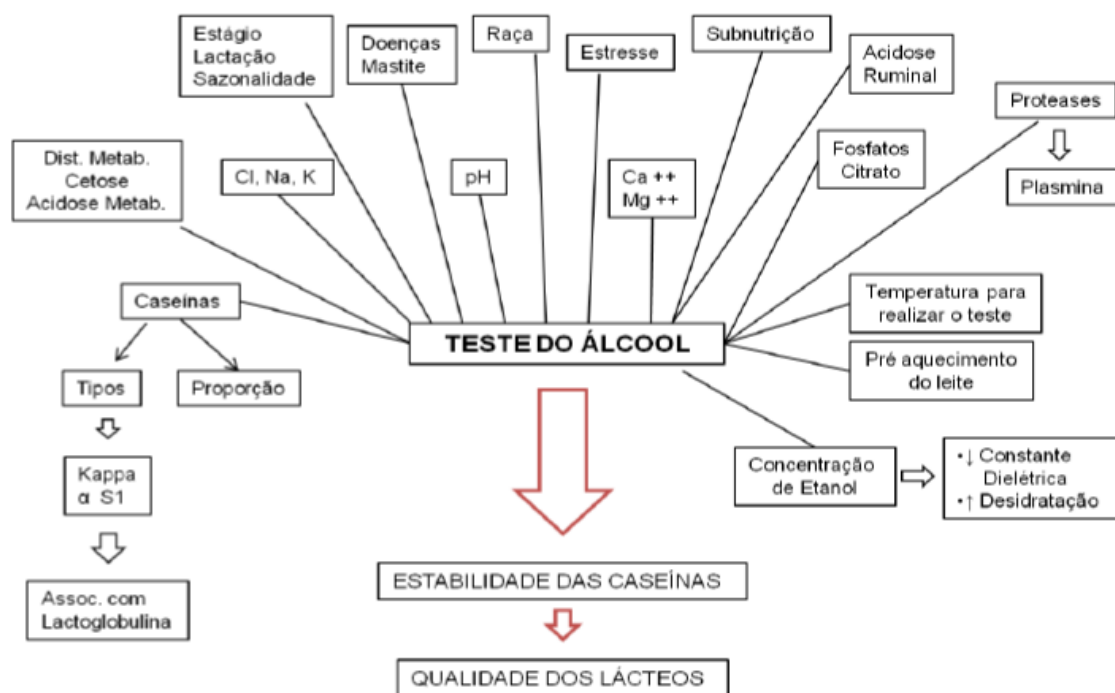
O teste do álcool para avaliação da qualidade do leite está previsto no RIISPOA desde 1952. Em 2002, o Brasil implantou o Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite, com a Instrução Normativa 51 - IN51 (BRASIL, 2002) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Atualmente, a legislação nacional em vigor é a Instrução Normativa 62 (IN62) (BRASIL, 2011), que substituiu a IN51. A IN62 estabelece os regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade do leite, assim como a coleta e transporte do leite a granel.

Segundo a IN62, antes da coleta, o leite deve ser homogeneizado e deve ser realizada a prova do álcool (Figura 4), na concentração mínima de 72%, devendo o leite ser estável a este teste, considerando-se estável o leite que não apresentar precipitação. Quando o resultado é positivo ao teste do álcool, geralmente os produtores dizem que o leite "cortou" no teste. Neste caso, o leite é rejeitado pelo transportador, ou seja, não é coletado (BOZO et al., 2013).



**Figura 4.** Acidímetro de salut (pistola do álcool) utilizado pelos transportadores. Fonte: Balbinotti et al. (2015).

A prova do álcool, portanto, tem como finalidade pré-determinar se a estabilidade térmica do leite é suficiente para suportar os processos de fabricação, especialmente o leite UHT e o leite em pó. As proteínas têm sua estabilidade máxima quando a temperatura, o pH e o equilíbrio eletrostático estão em seus pontos ótimos, tendendo a precipitar ou coagular quando um ou mais destes fatores estiverem alterados e, esta tendência é detectada pela prova do álcool (BELOTI, 2015). Pode-se observar a relação da prova do álcool com diversos fatores na figura 5.



**Figura 5.** Fatores que possivelmente influenciam na ocorrência do LINA. Fonte: Los (2017).

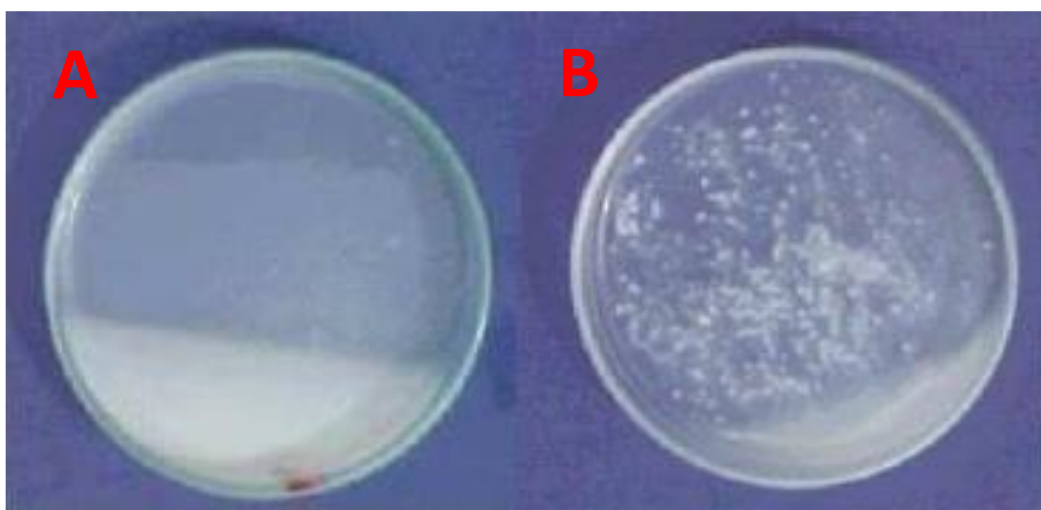
A prova do álcool, em conjunto com o teste da acidez Dornic (uma solução de hidróxido de sódio a 0,1 N que vai ser titulada no leite afim de quantificar a acidez) ou a análise do pH do leite são utilizados para identificar o leite instável não ácido, que é caracterizado como um conjunto de alterações em que a matéria prima apresenta acidez e pH dentro dos padrões normais, contagens bacterianas adequadas, mas, ainda assim, reagem positivamente em relação ao teste do álcool (MARQUES et al., 2007). Isso quer dizer, então, que o leite precipita em solução alcoólica sem, entretanto, haver acidez elevada (FISCHER et al., 2012). Essa precipitação é associada às alterações na estabilidade das caseínas, às propriedades físico-químicas do leite, como o equilíbrio salino, e a proporção de cátions bivalentes (CHAVEZ et al., 2004).

Um exemplo disso foi o estudo realizado por Ponce e Hernández (2001), os quais identificaram amostras de leite que apresentaram uma série de alterações em suas propriedades físico-químicas, que os tornavam positivo na prova do álcool. Estas alterações foram relacionadas a desbalanços nutricionais, distúrbios ruminais e fisiológicos que interferem nos processos de formação e secreção do leite. O fenômeno foi chamado de Síndrome do Leite Anormal (SILA). Segundo estes autores, as limitações na quantidade e qualidade da alimentação, especialmente no final de períodos de

estiagem, leva à produção de leites anormais (instáveis). Além disso, segundo os autores, a SILA se agrava com vacas leiteiras de alto potencial genético, em função das maiores exigências nutricionais.

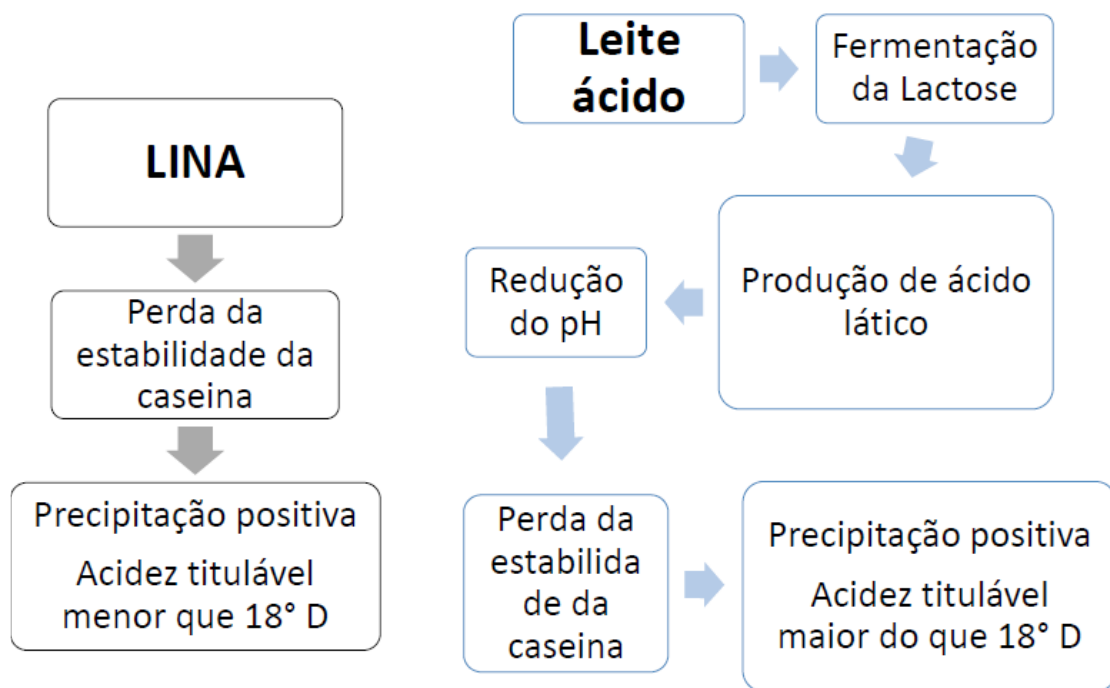
Ademais, as indústrias de laticínios, na expectativa de selecionarem um leite de melhor qualidade e mais estável, tendem a selecionar o leite de acordo com o teste de álcool, e por consequência, aumenta o número de amostras rejeitadas, as quais são consideradas inadequadas para o processamento industrial. Sendo assim, a indústria, quando utiliza somente a prova do álcool como fator de decisão para aceitação ou rejeição do leite, tem descartado, desnecessariamente a matéria prima, causando, portanto, prejuízos tanto para a indústria quanto para o produtor (MARQUES et al., 2007).

Segundo Lopes (2008) a principal alteração identificada é a perda da estabilidade da caseína ao teste do álcool (Figura 6), resultando em precipitação positiva, sem haver acidez acima de 18°D (graus Dornic).



**Figura 6.** Reação ao teste do álcool (A) positiva e (B) negativa. Fonte: Los (2017).

Ainda de acordo com o mesmo autor, o álcool promove a desidratação, reduz a constante dielétrica do meio, aumenta a dissolução de sais, reduz a carga negativa das micelas e aumenta a precipitação da caseína. Outro aspecto é a possibilidade de identificar a ação em termos de leite instável não ácido do leite ácido (Figura 7).



**Figura 7.** Diferença do LINA em relação ao leite ácido. Fonte: Los (2017).

O leite instável ao álcool é rejeitado pelo laticínio, pois sendo a caseína instável, o aumento da temperatura durante o processamento térmico promove a precipitação destas proteínas. Essa precipitação proteica dá origem a formação de uma película nos trocadores de calor de difícil remoção, a qual atua como isolante térmico e acentua o sabor de cozido do leite (SILVA et al., 2012). Além disso, o autor reforça que a uma redução da eficiência do tratamento térmico e uma limitação do processo de higienização, que favorece o desenvolvimento microbiano e a formação de biofilmes.

Situações como falta de ração, mudanças abruptas na dieta, calor excessivo, entre milhares outros levam a restrição no uso deste leite. Por outro lado, ajustes na dieta de acordo com as exigências nutricionais, visando a necessidade de cada animal em determinado período, são ótimos caminhos para a prevenção. Além disso, um adequado controle leiteiro é de grande ajuda na gestão do mesmo (SANTOS, 2021)

### 3.4.2 Prova do alizarol

É um teste de plataforma feito para todos os leites que serão processados termicamente e por isso é, talvez, a prova de qualidade mais conhecida e utilizada nos laticínios (CASTRO, 2006). Permite medir a coloração e a textura proveniente da mistura do leite com o alizarol, o grau de acidez no Dornic e o pH do leite que está sendo analisado.

Segundo Ribeiro et al. (2011) para a maior segurança nos resultados, recomenda-se que as amostras de leite coletadas sejam acondicionadas em geladeira com frascos destampados para a volatilização do gás carbônico e analisadas em torno de 6 horas após a ordenha. Essas recomendações servem tanto para amostras individuais como para as amostras de tanque de resfriamento.

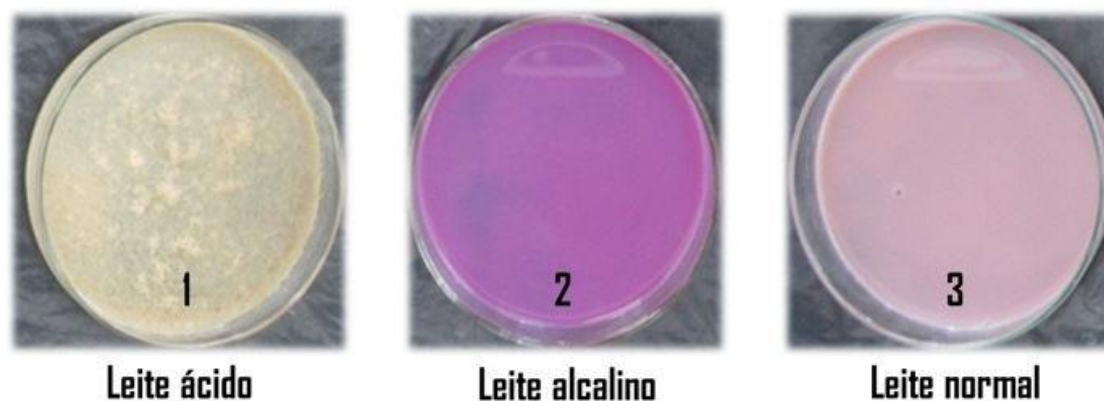
Conforme Balbinotti et al. (2015) a prova do alizarol apresenta uma variação com relação ao teste do álcool por apresentar alizarina na sua constituição, que muda de cor conforme o pH do leite. Em casos de pH extremos essa mudança é perceptível, entretanto, quando a faixa de pH encontra-se próxima da faixa normal do leite (6,6 a 6,8) a mudança na coloração é pequena, causando dúvidas e insegurança na avaliação do resultado.

Alizarol é uma solução de álcool etílico com graduação alcoólica mínima de 72% v/v neutralizado, contendo um indicador de pH conhecido como alizarina (1,2 dihidroxiantraquinona). O princípio do teste do alizarol é o mesmo do teste do álcool, ou seja, avaliar de forma indireta a estabilidade térmica do leite, mais precisamente das caseínas (PIMENTEL, 2022). Além disso, no teste do alizarol é possível saber em qual faixa de acidez/pH a amostra de leite se encontra.

A interpretação dos resultados do teste de alizarol no leite em conformidade com a IN nº77 (BRASIL, 2018), devem ser considerados os seguintes itens (Figura 8):

- **I – Coloração vermelha tijolo sem grumos ou com poucos grumos muito finos:** leite com acidez normal e estabilidade ao álcool 72% v/v;
- **II – Coloração amarela ou marrom claro, ambas com grumos:** leite com acidez elevada e não estável ao álcool 72% v/v;

- **III – Coloração lilás a violeta:** leite com reação alcalina sugerindo a presença de mastite ou de neutralizantes. (BRASIL, 2018).



**Figura 8.** Avaliação da qualidade do leite submetido ao teste de alizarol. Leite ácido ( $>18^{\circ}\text{C}$ ), coloração entre amarelo e marrom com formação de grumos (1); Leite alcalino ( $<14^{\circ}\text{D}$ ), coloração lilás a violeta (2); Leite normal ( $14\text{-}18^{\circ}\text{D}$ ), coloração vermelho tijolo, sem formação de grumos.

De acordo com Barduco (2022) o leite apresenta valores específicos de pH e de acidez Dornic, os quais estão relacionados diretamente com a utilização pela indústria de laticínio (Tabela 2).

**Tabela 2.** Interpretação de resultados de pH e acidez do leite.

pH	Acidez Dornic ( $^{\circ}\text{D}$ )	Interpretação dos resultados
6,6 – 6,8	15-18	Leite normal (fresco)
6,9	$<15$	Leite típico alcalino <sup>1</sup>
6,5 – 6,6	19-20	Leite ligeiramente ácido <sup>2</sup>
6,4	$\pm 20$	Leite que não resiste ao aquecimento à $110^{\circ}\text{C}$
6,3	22	Leite que não resiste ao aquecimento à $100^{\circ}\text{C}$
6,1	24	Leite que não resiste a pasteurização à $72^{\circ}\text{C}$
5,2	55-60	Leite que começa a flocular à temperatura ambiente
6,5	9-13	Soro de queijo

<sup>1</sup>: Leite de vaca com mastite, leite do final da lactação, leite de retenção ou leite fraudado com água; <sup>2</sup>: Leite do princípio da lactação, leite com colostro ou leite em início do processo de fermentação. Fonte: Repositório PUC Goiás, citado por Barduco (2022).

### **3.4.3 Determinação do pH e acidez titulável**

O valor médio pH do leite bovino fica em torno de 6,6 (BARROS, 2002). O pH do soro pode ser útil na caracterização do colostro (pH de 6,0 a 6,5) ou no leite de animais com mamite (pH alto). No leite mamítico (aquele produzido por vacas que estão recebendo antibióticos), o pH tende a se igualar com o do sangue, que varia de 7,3 a 7,5, devido a uma maior perfusão sanguínea (HORNE, 1992).

Fonseca e Santos (2000) relatam que um dos motivos para a avaliação da acidez do leite objetiva detectar aumentos na concentração de ácido láctico, formado pela fermentação da lactose por bactérias mesófilas e, conseqüentemente, pode indicar elevada contaminação microbiológica. No entanto, não é somente a presença de ácido láctico que determina a acidez, outros componentes do leite também interferem nesse parâmetro e, entre esses compostos, podemos destacar citratos, fosfatos e proteínas.

A mensuração do pH pode ser realizada utilizando o potenciômetro digital (PHmeter Hanna HI 221, Hanna Instruments). Para a análise do leite, a leitura ocorre por meio da imersão do eletrodo em 50 mL da amostra de leite (BRASIL, 2006).

Já a acidez titulável, é obtida por meio da transferência de 10 mL da amostra de leite e de 4 a 5 gotas de fenolftaleína a 1% para um Erlenmeyer de 125 mL, de acordo com a metodologia proposta por Brasil (2006).

### **3.4.4 SILA E LINA**

Ponce e Hernandez (2001) denominaram a Síndrome do Leite Anormal (SILA) ao conjunto de alterações nas propriedades físico-químicas do leite, que causam transtornos nos processos de elaboração de derivados lácteos, no seu rendimento e/ou na qualidade final, os quais estão associados a transtornos fisiológicos metabólicos e/ou nutricionais com implicações nos mecanismos de síntese e secreção láctea.

Para estabelecer um caso de SILA, segundo os autores, a prova do álcool deve ser positiva e a acidez titulável deve ser menor do que 13°Dornic, ou o pH deve ser elevado. Dados do Noroeste do RS demonstraram que apenas 3,2% dos casos de leite instável corresponderam aos padrões estabelecidos para o SILA (Tabela 1), e que a maior parte

do LINA aconteceu dentro dos limites estabelecidos como normais para acidez do leite (ZANELA, 2009).




**Tabela 3.** Classificação do LINA no noroeste do RS de acordo com acidez titulável e comparação entre SILA e LINA.

<b>Acidez Titulável</b>	<b>%</b>	
14 – 18 ° D	44,3	
13 – 14 ° D	7,7	= LINA
<13 ° D	3,2 = SILA	
<b>Total</b>	<b>55,2</b>	

Fonte: Zanela, 2009.




Entretanto, apesar da diferença metodológica de acidez do SILA e o LINA, os problemas causados pela instabilidade de leite são semelhantes, ou seja, levam a condenação do leite (BALBINOTTI et al., 2015). O LINA apresenta variações na composição com relação ao leite normal (ZANELA, 2014). Essas variações foram identificadas em diversos trabalhos brasileiros e internacionais (Figuras 9 e 10). As tabelas apresentam as variações e não as médias dos teores dos componentes, pois os trabalhos foram conduzidos em diferentes condições ambientais, com diversidade genética e diferentes condições nutricionais, o que não permite a simples comparação dos valores.

Autor/Ano	Negri	Marques	Oliveira & Timm	Roma Jr.	Lopes	Zanela
Componente (%)	2002	2004	2006	2008	2008	2009
Gordura	→	↑	↑	→	↑	→
Proteína Bruta	→	↓	→	→	↓	↓
Caseína	↓	na	na	na	→	na
Lactose	→	↓	↓	↓	↓	↓
Sólidos totais	→	→	→	→	→	↓
Sólidos desengord.	↓	na	na	↓	↓	↓
% álcool	72 e 78*	76	70	78 (Bronopol)	72 e 78* (Bronopol)	76

 aumento (maior no leite instável do que no leite normal)  
 sem dif. significativa  
 diminuição (menor no leite instável do que no leite normal)  
na: não analisado

**Figura 9.** Variação nos componentes do leite instável em relação ao leite normal por diferentes autores (amostras de rebanho). Fonte: Zanela (2014).

Autor/Ano	Sobhani	Barros	Ponce & Hernandez	Chavez et al.	Roma Jr.
Componente (%)	1998	2001	2001	2004	2008
Gordura	→	↑	→	→	→
Proteína Bruta	→	↑	↓	→	→
Caseína	na	na	↓	↓	na
Lactose	↓	↓	↓	→	↓
Sólidos totais	→	↑	↓	na	na
Sólidos desengord.	→	↑	↓	↓	→
% álcool	-	70	75	72 e 78*	78

 aumento (maior no leite instável do que no leite normal)  
 sem dif. significativa  
 diminuição (menor no leite instável do que no leite normal)  
na: não analisado

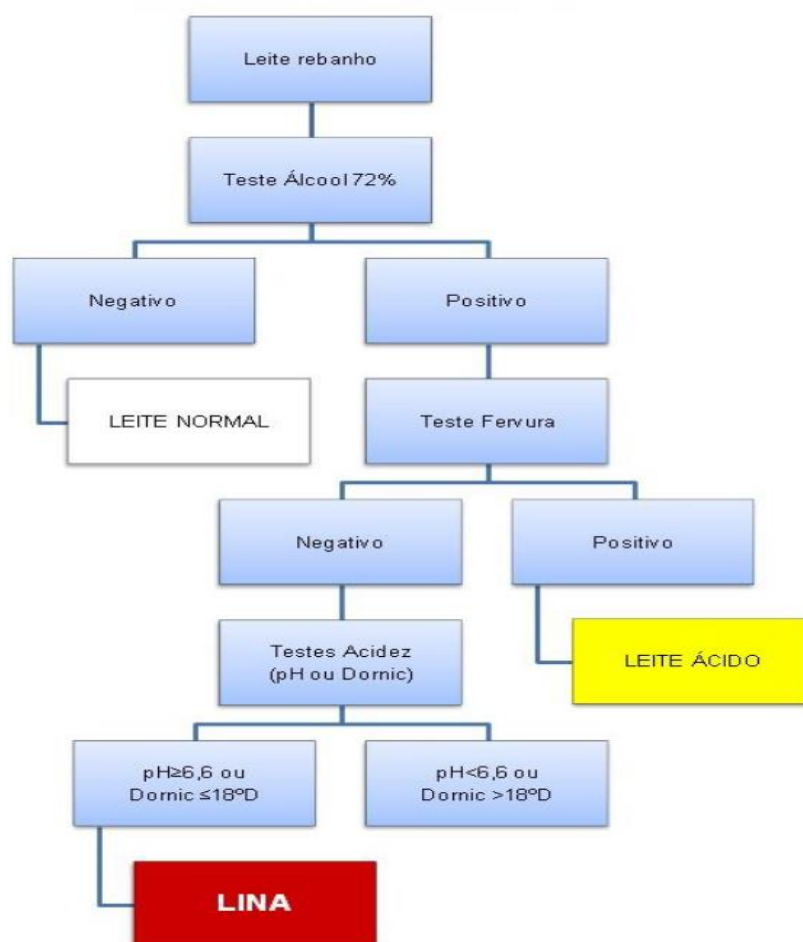
**Figura 10.** Variação nos componentes do leite instável em relação ao leite normal por diferentes autores (amostras de vacas individuais). Fonte: Zanela (2014).



ocorrer nas unidades de menor produção, onde o produtor tem maior dependência da atividade leiteira, o LINA atinge diretamente as camadas sociais mais necessitadas.

### 3.5 DIAGNÓSTICO DO LINA

O LINA apresenta acidez normal ou alcalina ( $\leq 18^\circ\text{D}$  ou  $\text{pH} \geq 6,6$ ). A primeira providência quando ocorre um caso de rejeição do leite pelo transportador (quando o leite é positivo no teste do álcool) é diferenciar se o caso é LINA ou Leite Ácido, como demonstrado na Figura 12 (BALBINOTTI et al., 2015). Vale a pena salientar que apenas com o teste do álcool não é possível estabelecer a acidez do leite. É importante também frisar que o teste deve ser feito após a refrigeração do leite, nunca deve ser feito logo após a ordenha (BALBINOTTI et al., 2015).



**Figura 12.** Fluxograma de diagnóstico do LINA. Fonte: Balbinotti et al. (2015).

### 3.6 PREVENÇÃO

A qualidade do leite produzido nas unidades de produção de leite (UPL) é resultado de uma série de fatores relacionados aos sistemas de produção que interagem de forma complexa (BALBINOTTI et al., 2015).

O LINA não é leite ácido. Os fatores que causam são diferentes e as formas de solução dos problemas também. O Leite Ácido é causado pela ação bacteriana na degradação da lactose (açúcar do leite) transformando-a em ácido lático e elevando a acidez do leite (acidez titulável  $>18^{\circ}\text{D}$  ou  $\text{pH}<6,6$ ). Nesse caso, a solução do problema passa pela obtenção higiênica do leite e pelo resfriamento adequado ( $4^{\circ}\text{C}$ ), (BALBINOTTI et al., 2015).

No LINA, o problema é causado pelo desequilíbrio no sistema de produção, principalmente pela alimentação inadequada em quantidade e qualidade, estresse calórico e lactação prolongada. A prevenção ou tratamento do LINA deve levar em conta o planejamento nutricional do rebanho, a secagem de vacas com lactações muito prolongadas (acima de 305 dias) e a adequação do ambiente para evitar o estresse calórico. Após instalado o problema, muitas vezes, é necessário esperar uma a duas semanas para que o tratamento surta efeito, por isso é melhor (BALBINOTTI et al., 2015).

Os impactos do LINA sobre a cadeia produtiva poderiam ser didaticamente divididos naqueles sobre o produtor de leite, indústria e consumidor. Aparentemente o impacto mais negativo incide sobre o produtor de leite, pois existe o risco de ter seu leite rejeitado pela indústria, e, na maioria das vezes, há um desconhecimento das causas e como evitar ou minorar o problema. Como produtores e técnicos ainda pensam que a precipitação do leite no teste do álcool ocorre se o leite estiver ácido, e como na maioria das vezes, o leite apresenta acidez normal e não coagula no teste da fervura, isto gera dúvidas e desconfiança por parte dos produtores em relação às indústrias (BALBINOTTI et al., 2015).

Do ponto de vista do consumidor, o impacto do LINA é menos evidente, pois a qualidade do leite parece ser a mesma do ponto de vista nutricional, mas se a rejeição do leite diminuir o volume disponível, isto pode aumentar os preços e/ou reduzir a

disponibilidade de produtos lácteos. Não há relação entre LINA e problemas de segurança alimentar (BALBINOTTI et al., 2015).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O leite fluido é um produto que requer cuidados durante toda a cadeia produtiva, pois apesar de muito importante do ponto de vista nutricional, pode veicular diversas doenças ao consumidor, através de perigos biológicos, químicos e físicos.

A produção de leite deve ser rigorosamente controlada para se obter leite de boa qualidade, onde o mesmo é destinado ao consumo humano. Um leite de melhor qualidade permitirá maiores rendimentos industriais e incremento na vida de prateleira dos produtos processados. Além disso, resultará em maior segurança alimentar, atendimento às legislações e maior lucratividade para produtores e indústrias.

Produzir leite com qualidade significa maior tempo de prateleira e conservação, produtos lácteos de qualidade, maior agregação de valor e ganhos em competitividade (importação/exportação).

O Leite Instável Não Ácido (LINA) é um problema multifatorial. Na prática, a maioria dos problemas são nutricionais e/ou estresse térmico. Possui relação direta a dietas desbalanceadas, ponto esse muito encontrado principalmente em pequenas propriedades rurais, sem aporte nutricional adequado, favorecendo a sua ocorrência principalmente nas entressafras de pastagens.

O suporte técnico ou mesmo por parte dos laticínios no desenvolvimento de projetos relacionados ao manejo de pastagens e melhoria nutricional dos rebanhos a campo é de suma importância para a diminuição da ocorrência de LINA na plataforma.

Destaca-se também a necessidade da realização de análises em associação com a prova do álcool, como a acidez por Dornic, pH ou teste de fervura, para um correto diagnóstico entre LINA e o leite ácido, garantindo que haja uma correta interpretação e que não ocorra rejeição desnecessária da matéria prima, uma vez que não há problema quanto a utilização do LINA pela indústria, porém, deve ser destinado para produtos que não passem por altas temperaturas, como o UHT ou o leite em pó.

O LINA pode ser pasteurizado e utilizado para produção de derivados lácteos sem apresentar risco ao consumo, desde que o leite apresente boas condições sanitárias e higiênicas previstas na legislação.

Produtores que seguem todas as recomendações para a obtenção de um leite de qualidade, dentro das normas higiênico-sanitárias, obterão leite normal ou com pequena incidência do LINA. Cuidados em relação às vacas leiteiras que apresentaram LINA, imediatamente o leite volta à normalidade em 7 dias.

## RESUMO

A produção de leite deve obter padrões de exigências para ter um leite de qualidade adequada ao consumo em termos nutricionais, devido à qualidade ser afetada por vários fatores desde a fazenda até o produto final na indústria. Os principais fatores que contribuem para a perda da qualidade do leite são: presença de doenças no rebanho (brucelose, tuberculose, mastite), falta de higiene durante a ordenha, limpeza e sanitização inadequadas dos equipamentos e utensílios de ordenha, má qualidade da água e acondicionamento e transporte em condições inapropriadas do ponto de vista de higiene e temperatura. A perda da estabilidade do leite instável não ácido (LINA) não está relacionada à microrganismos que acometem o leite, mas sim ao manejo incorreto do animal durante a fase de lactação, principalmente nutricional. No entanto, o estresse térmico também está relacionado. O leite LINA não é prejudicial à saúde, porém do ponto de vista industrial interfere no processo de pasteurização. Normalmente é descartado ou o produtor pode usar na fabricação de queijo e outros derivados do leite na própria propriedade.

**Palavras-chave:** alimentação, indústria láctea, prova do álcool, qualidade do leite, vaca leiteira.

## **ABSTRACT**

Milk production must meet requirements standards in order to have a quality milk suitable for consumption in nutritional terms, as the quality is affected by several factors from the farm to the final product in the industry. The main factors that contribute to the loss of milk quality are: presence of diseases in the herd (brucellosis, tuberculosis, mastitis), lack of hygiene during milking, inadequate cleaning and sanitation of milking equipment and utensils, poor quality of milk water and conditioning and transport in inappropriate conditions from the point of view of hygiene and temperature. The loss of stability of non-acidic unstable milk (LINA) is not related to microorganisms that affect the milk, but to the incorrect handling of the animal during the lactation phase, mainly nutritional. However, heat stress is also related. LINA milk is not harmful to health, but from an industrial point of view it interferes with the pasteurization process. It is usually discarded or the producer can use it in the manufacture of cheese and other milk derivatives on the property itself.

**Key words:** alcohol proof, dairy industry, feeding, quality of milk, dairy cow.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. S. **Leite instável não ácido e propriedades físico-químicas do leite de vacas jersey**. Dissertação (Mestrado em Zootécnica), 111f. Faculdade de Agronomia, UFRGS – Porto Alegre, RS. 2008.

ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; PENTEDO, M. V. C. **Vigilância Sanitária: Tópicos sobre legislação e Análise de Alimentos**. Guanabara Koogan. p.203, 2007.

BARDUCO, R. E. C. **Impacto do lina (Leite instável não ácido) na pecuária leiteira**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso em Zootecnia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Unesp Jaboticabal.

BARROS, L.; DENIS, N.; GONZALEZ, A.; NÚÑEZ, A. Prueba del alcohol en leche y relación con calcio iónico. **Prácticas Veterinarias**, v.9, p.315-318, 1999.

BARROS, L.; DENIS, N.; NÚÑEZ, A.; GONZALEZ, O.; GALAIN, C.; DE TORRES, E.; GONZALEZ, P. . [Variaciones de la leche y prueba del alcohol. In: XXI World Buiatrics Congress, **Resumos...** Punta del Este, Uruguay, p.577, 2000.

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

BOZO, G. A.; ALEGRO, L. C. A.; SILVA, L. C.; SANTANA, E. H. W.; OKANO, W.; SILVA, L. C. C. Adequação da contagem de células somáticas e da contagem bacteriana total em leite cru refrigerado aos parâmetros da legislação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 2, p. 589-594, 2013.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **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. DOU. Brasília, DF. 2018.

BRASIL. 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**, Brasília, 20 set. 2002.

BRASIL. Instrução Normativa no. 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializar os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, p. 8, 13 dez. 2006

BRASIL. 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**, Brasília, 30 dez. 2011. Seção 1, p.1-24.

BRASIL. Instrução Normativa no. 7, de 03 de maio de 2016. Altera 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 da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial da União**, Brasília, 04 mai. 2016, Seção 1, p.11. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). 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**, Brasília, 30 mar. 2017.

BRITO, M. A. V. P. Diagnóstico microbiológico da mastite bovina. Disponível na internet (Online): <http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/viewFile/7670/5443>, acesso em 18 de Janeiro de 2023.

CEBALLO, P. [Síndrome do leite anormal e qualidade do leite. In: 1º Curso on line sobre qualidade do leite do Instituto Fernando Costa. <http://www.milkpoint.com.br> acesso em 10 de novembro de 2022.

CHAVEZ, M., NEGRI, L., TAVERNA, M.A. et al. Bovine milk composition parameters affecting the ethanol stability. **Journal of Dairy Research**, v.71, p.201-206, 2004.

COSTABEL, L.M.; CUATRIN, A.L.; PAEZ, R. et al. Estudio de la relación entre aptitud a la coagulación por cuajo y prueba de alcohol en muestras de leche de vacas individuales. In: **AVANÇOS CIENTÍFICOS E CAMINHOS PARA INOVAÇÕES NA AMÉRICA LATINA**. p.63-74. 2010.

DALGLEISH, D. G. On the structural models of bovine casein micelles – Review and possible improvements. **Soft Matter**, v. 7, p. 2265–2272. 2011.

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

FISCHER, V.; ZANELA, M.B.; MARQUES, L.T. 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, M.E.R.; ZANELA, M.B.; SCHAFFHAUSER, J.JR (editores). Embrapa: Pelotas. P. 125-138. 2010.

FONSECA, L.F.L. da; SANTOS, M.V. dos. **Qualidade do leite e controle da mastite**. São Paulo: Lemos, p.175, 2000.

FOX, P. F.; BRODKORB, A. The casein micelle: Historical aspects, current concepts and significance. **International Dairy Journal, Canadá**, v. 18, p. 677-684. 2008.

GERMANO, M.I.S.; GERMANO, P.M.L. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 3ª ed. São Paulo, Manole, p.986, 2008.

GONZÁLEZ, F. H. D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR, J. W.; FONTANELI, R. S. (Eds.) **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS. p. 5-22, 2001.

HOLT, C. An equilibrium thermodynamic model of the sequestration of calcium phosphate by casein micelles and its application to the calculation of the partition of salts in milk. **European Biophysics Journal**, Germany, v. 33, p. 421-434. 2004.

HORNE, D. S.; MUIR, D. D. Alcohol and heat stability of Milk protein. **Journal of Dairy Science**, [S.l.], v. 73, n. 12, p. 3613-3626, 1990.

Horne, D.S. (1992). Ethanol stability. In **advanced dairy Chemistry-1 Proteins**, p-657-689.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal, Rio de Janeiro, v. 44, p. 1-51. 2016.

LOPES, L.C. Composição e características físico-químicas do leite instável não ácido (LINA) na região de Casa Branca, estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo: Pirassunga, 63 p. 2008.

MACHADO, S. C. Fatores que afetam a estabilidade do leite bovino. 2010. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2010.

MACHADO, S.C. Fatores que afetam a estabilidade térmica do leite bovino. 132 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

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**, v. 39, n. 12, p. 2724-2730. 2010.

MARQUES, L.T. et al. Ocorrência do leite instável ao álcool 76% e não ácido (LINA) e efeito sobre os aspectos físico-químicos do leite. **Revista Brasileira de Agrociência**, [S.l], v. 13, n. 1, p. 91-97, 2007.

MARTINS, C. M. M. R. et al. Effect of dietary cation-anion difference on performance of lactating dairy cows and stability of milk proteins. **Journal of Dairy Science**, [S.l], v. 98, p. 1-12. 2015.

MARTINS, C. M. M. R.; ARCARI, M. A.; WELTER, K. C.; et al. Effect of dietary cation-anion difference on performance of lactating dairy cows and stability of milk proteins. **Journal of Dairy Science**. v. 98, p. 2650-2661. 2015.

MELO, L.P.; COSTA, F.H.W. Lina: um leite saudável, mas de má aparência. 2016. [www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/lina-um-leite-saudavel-mas-de-ma-aparencia](http://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/lina-um-leite-saudavel-mas-de-ma-aparencia). Acesso em 24 de agosto de 2022.

MOLINA, L. H. et al. Correlation between heat stability and alcohol test of milks at a milk collection center. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v 2. 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition; **National Academy Press**: Washington, DC, USA, 2001.

NORNBERG, M. de F. B. L.; TONDO, E. C.; BRANDELLI, A. Bactérias psicrófilas e atividade proteolítica no leite cru refrigerado. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, RS, v. 37, n. 2, p. 157-163. 2009.

OLIVEIRA, C.A.F.; LOPES, L.C.; FRANCO, R.C.; CORASSIN, C.H. Composição e características físico-químicas do leite instável não ácido recebido em laticínio do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 2, p. 508-515. 2011.

OLIVEIRA, C.A.F.; LOPES, L.C.; FRANCO, R.C.; CORASSIN, C.H. Composição e características físico-químicas do leite instável não ácido recebido em laticínio do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 2, p. 508-515. 2011.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. **Tecnologia de Alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PICOLI, T. et al. Manejo de ordenha como fator de risco na ocorrência de micro-organismos em leite cru. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.l], v. 35, n. 4, p. 2471–2480, 2014.

Pimentel, L. B. Relatório do Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO), realizado na Indústria de Laticínio Leta Ltda, município de Bom Conselho - PE, Brasil. Processamento e análises de requeijão cremoso. 2022. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) - Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

PONCE, P. C.; HERNÁNDEZ, R. Propriedades físico-químicas do leite e sua associação com transtornos metabólicos e alterações na glândula mamária. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; DÜRR, J.W.; Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Porto Alegre: Ed. UFRGS, p. 44-57. 2001.

RIBEIRO, M. E. R. et al. Ensaio preliminares sobre o efeito do leite instável não ácido (LINA) na industrialização do iogurte batido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 2. 2006. Goiânia/GO: **Anais Eletrônicos...** Goiânia, 2006.

Ribeiro, M.E.R.; Kolling, G.J.; Zanela, M.B. et al. Monitoramento da mastite em um rebanho Jersey no sul do Rio Grande do Sul - Resultados parciais 201. In: XIV Fórum de Produção pecuária Leite e I Salão de Trabalhos Científicos. **Anais...**p.201-206, 2011.

SGARBIERI, V. C. Revisão: Propriedades estruturais e físico químicas das proteínas do leite. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 8, p. 43-56. 2005.

SHEW, D. I. 1981. Technical aspects of quality assurance. In IDF Document 133, New Monograph on UHT Milk. **International Dairy Federation**, Brussels, Belgium, p. 115-121, 1981.

SILVA, L. C. C. 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**, [S.l], n. 384, v. 67, p. 55-60, jan./fev., 2012.

STUMPF, M. T.; FISCHER, V.; KOLLING, G. J.; SILVA, A. V. da; RIBEIRO, M. E. R.; SANTOS, C. da S. dos. Behaviors associates with cows more prone to produce milk with reduced stability to ethanol test due to feeding restriction. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 9, p. 1662-1667. 2016.

TRONCO, V. M. **Manual de Inspeção da Qualidade do Leite**. 4ª ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2010.

WALSTRA, P. On the Stability of casein micelles. **Journal of Dairy Science**, v. 73, p. 1965-1979. 1990.

WILLERS, C. D. et al. Determination of indirect water consumption and suggestions for cleaner production initiatives for the milk-producing sector in a Brazilian middle-sized dairy farming. **Journal of Cleaner Production**, [S.l], v. 72, p. 146-152, 2014.

ZANELLA, 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**. v. 41, n. 5, p. 835-840. 2006.

ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; FISCHER, V. Ocorrência do leite instável não ácido no noroeste do Rio Grande do Sul. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.l], v. 61, p. 1009-1013. 2009.