

QUALIDADE DO LEITE



SISTEMA FAEP



SENAR - ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DO PARANÁ

CONSELHO ADMINISTRATIVO

Presidente: Ágide Meneguette

Membros Titulares

Rosanne Curi Zarattini

Nelson Costa

Darci Piana

Alexandre Leal dos Santos

Membros Suplentes

Livaldo Gemin

Robson Mafioletti

Ari Faria Bittencourt

Ivone Francisca de Souza

CONSELHO FISCAL

Membros Titulares

Sebastião Olímpio Santaroza

Paulo José Buso Júnior

Carlos Alberto Gabiatto

Membros Suplentes

Ana Thereza da Costa Ribeiro

Aristeu Sakamoto

Aparecido Callegari

Superintendente

Pedro Carlos Carmona Gallego

**ANDRÉ THALER NETO
LEONARDO LEITE CARDOZO
ADRIANA HAUSER LENGERT
DEISE ALINE KNOB
DILETA REGINA MORO ALESSIO**

QUALIDADE DO LEITE

**CURITIBA
SENAR AR/PR
2022**

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n.164, datada de 22 de julho de 1994 e junto à Fundação Biblioteca Nacional e Centro de Editoração, Documentação e Informação Técnica do SENAR AR-PR.

Autores: André Thaler Neto, Leonardo Leite Cardozo, Adriana Hauser Lengert, Deise Aline Knob, Dileta Regina Moro Alessio

Coordenação técnica: Alexandre Lobo Blanco CRMVPR 4735

Coordenação metodológica: Patrícia Lupion Torres

Diagramação: Sincronia Design Gráfico Ltda.

Normalização e revisão final: CEDITEC – SENAR AR/PR

Catálogo no Centro de Editoração, Documentação e
Informação Técnica do SENAR AR/Pr.

Thaler Neto, André et al. T365 Qualidade do leite / André Thaler Neto ; Leonardo Leite Cardozo ; Adriana Hauser Lengert ; Deise Aline Knob ; Dileta Regina Alessio. – Curitiba : SENAR AR-PR., 2020. 125 p. ISBN 978-65-88733-03-5 1. Leite 2. Qualidade-Leite. 3. Gado de leite. I. Cardozo, Leonardo Leite. II. Lengert, Adriana Hauser. III. Knob, Deise Aline. IV. Alessio, Dileta Regina Moro. V. Título. CDD631 CDU637.12

Rita de Cassia Teixeira Gusso – CRB 9/647

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, por qualquer meio,
sem a autorização do editor.

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



APRESENTAÇÃO

O SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – é uma instituição prevista na Constituição Federal e criada pela Lei n. 8.315, de 23/12/1991. Tem como objetivo a formação profissional e a promoção social do homem do campo para que ele melhore o resultado do seu trabalho e, com isso, aumente sua renda e a sua condição social.

No Paraná, o SENAR é administrado pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP – e vem respondendo por amplo e diversificado programa de treinamento.

Todos os cursos ministrados por intermédio do SENAR são coordenados pelos Sindicatos Rurais e contam com a colaboração de outras instituições governamentais e particulares, prefeituras municipais, cooperativas e empresas privadas.

O material didático de cada curso levado pelo SENAR é preparado de forma criteriosa e exclusiva para seu público-alvo, a exemplo deste manual. O objetivo é garantir que os benefícios dos treinamentos se consolidem e se estendam. Afinal, quanto maior o número de trabalhadores e produtores rurais qualificados, melhor será o resultado para a economia e para a sociedade em geral.

SUMÁRIO

1	DEFINIÇÃO DE QUALIDADE	9
2	INDICADORES DE QUALIDADE DO LEITE.....	11
2.1	ANÁLISES LABORATORIAIS	14
2.1.1	Coleta de amostras de leite cru	14
2.1.2	Material para coleta	14
2.1.3	Procedimentos para coleta de amostras de leite cru.....	16
2.1.4	Coleta de amostras de leite do tanque de expansão.....	17
2.1.5	Coleta de amostra individual ou por animal.....	18
2.2	CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS	19
2.3	COMPOSIÇÃO DO LEITE	20
2.4	CONTAGEM BACTERIANA TOTAL (CBT).....	22
3	CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS E PREVENÇÃO DA MASTITE	25
4	MICROBIOLOGIA DO LEITE.....	39
4.1	FONTES DE CONTAMINAÇÃO DO LEITE.....	40
4.2	CLASSIFICAÇÃO DOS MICRORGANISMOS	45
4.2.1	Microrganismos mesófilos	47
4.2.2	Microrganismos psicrófilos	49
4.2.3	Microrganismos termofílicos.....	50
5	COMPOSIÇÃO DO LEITE.....	57
5.1	TEOR DE GORDURA	57
5.2	TEOR DE PROTEÍNA	67
5.3	TEOR DE LACTOSE	70
5.4	EXTRATO SECO DESENGORDURADO (ESD).....	72
6	NITROGÊNIO URÉICO NO LEITE (NUL) COMO FERRAMENTA PARA AJUSTE DE DIETAS	75
6.1	FATORES AMBIENTAIS QUE AFETAM O NUL.....	76
6.2	NUL VS. REPRODUÇÃO.....	81
6.3	NUL, IMPACTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA DE USO DO NITROGÊNIO	83
6.4	FATORES DIETÉTICOS QUE AFETAM O NUL.....	88
6.5	METAS PARA NUL	89

7	PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE.....	91
7.1	LEITE INSTÁVEL NÃO ÁCIDO (LINA)	91
7.2	ALTERAÇÕES DE ACIDEZ TITULÁVEL.....	97
7.3	ALTERAÇÕES NO ÍNDICE CRIOSCÓPICO.....	99
8	A QUALIDADE DO LEITE E RENTABILIDADE NA PROPRIEDADE LEITEIRA	101
9	CONSELEITE PARANÁ	107
	REFERÊNCIAS	110

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do leite passa por um momento de grandes mudanças no país, com potencial de se destacar como um dos principais produtos na economia nacional. Observa-se um importante processo de profissionalização de parcela considerável dos produtores de leite, nos seus mais diversos aspectos. Neste sentido, é importante qualificar o setor produtivo de modo a garantir qualidade e a produção segura de alimentos, tanto no atendimento do mercado interno, como na manutenção e conquista de novos mercados internacionais, os quais pressupõem padrões elevados de qualidade sanitária e certificação dos processos ao longo de toda cadeia produtiva. Em função disto, a produção de leite com boa qualidade é um dos principais desafios para a melhoria da competitividade dos produtos lácteos no mercado.

Do ponto de vista de mercado, os programas de melhoria da qualidade do leite devem ser a base para a oferta de alimentos de alto valor nutritivo e especialmente seguros para a população. Além disto, o leite, enquanto matéria-prima, deve propiciar alto rendimento industrial na fabricação de derivados lácteos, de modo a remunerar adequadamente toda a cadeia produtiva. Como a produção de leite tem aumentado consideravelmente nas últimas décadas em todo o país, especialmente na região Sul, é muito provável que o leite brasileiro precise conquistar uma maior fatia no mercado internacional, condição esta que somente será possível se ofertarmos produtos com o padrão exigido de qualidade. Do ponto de vista do produtor, a remuneração pela qualidade é um fator fundamental para estimular a produção de leite de elevada qualidade. Experiências internacionais têm demonstrado que os produtores que produzem leite de elevada qualidade são melhor remunerados, apresentam maior capacidade de adaptação às flutuações de preços e custos de produção, sofrendo menos impactos econômicos nos momentos de instabilidade do mercado lácteo.

Neste sentido, enquanto os produtores mais profissionalizados podem aumentar sua eficiência técnica e econômica, a partir da compreensão dos aspectos técnicos e biológicos envolvidos com a qualidade do leite, a capacitação de parcela substancial de produtores que ainda não atingiram os requisitos mínimos estabelecidos pelas normas de qualidade do leite vigentes no país é fundamental para garantir sua permanência na cadeia produtiva, ampliando a importância econômica e social da atividade leiteira no meio rural brasileiro.

1 DEFINIÇÃO DE QUALIDADE

O leite é considerado um alimento nobre devido à sua composição rica em gorduras, proteínas, carboidratos, minerais e vitaminas, com elevado valor alimentar para o ser humano, principalmente para as crianças e idosos. Em vista disto, torna-se um produto altamente perecível e está sujeito a alterações tanto pela ação de microrganismos como pela manipulação a que é submetido, tornando-se veículo de doenças para os consumidores (RECHE, 2013).

A qualidade e a segurança alimentar são assuntos que têm recebido uma maior atenção na cadeia produtiva leiteira, sendo discutida não só na indústria de laticínios como também por aqueles que fazem parte do processo de elaboração do produto. Segundo a Organização Internacional de Normatização (ISO) a qualidade dos alimentos é “a totalidade de atributos e características de um produto ou serviço para satisfazer necessidades declaradas, ou implícitas” (RECHE, 2013). No entanto, pode-se afirmar que qualidade dos alimentos é um processo destinado a satisfazer os consumidores com produtos certificados como sendo seguros e nutritivos (MONARDES, 2004).

Desta forma, a produção de lácteos de boa qualidade requer o compromisso em permitir o menor número possível de erros ao longo de toda a cadeia produtiva de produtos lácteos.

Figura 1 – Produtos lácteos fabricados com leite de alta qualidade.



Fonte – Margouillat photo, 2020.

2 INDICADORES DE QUALIDADE DO LEITE

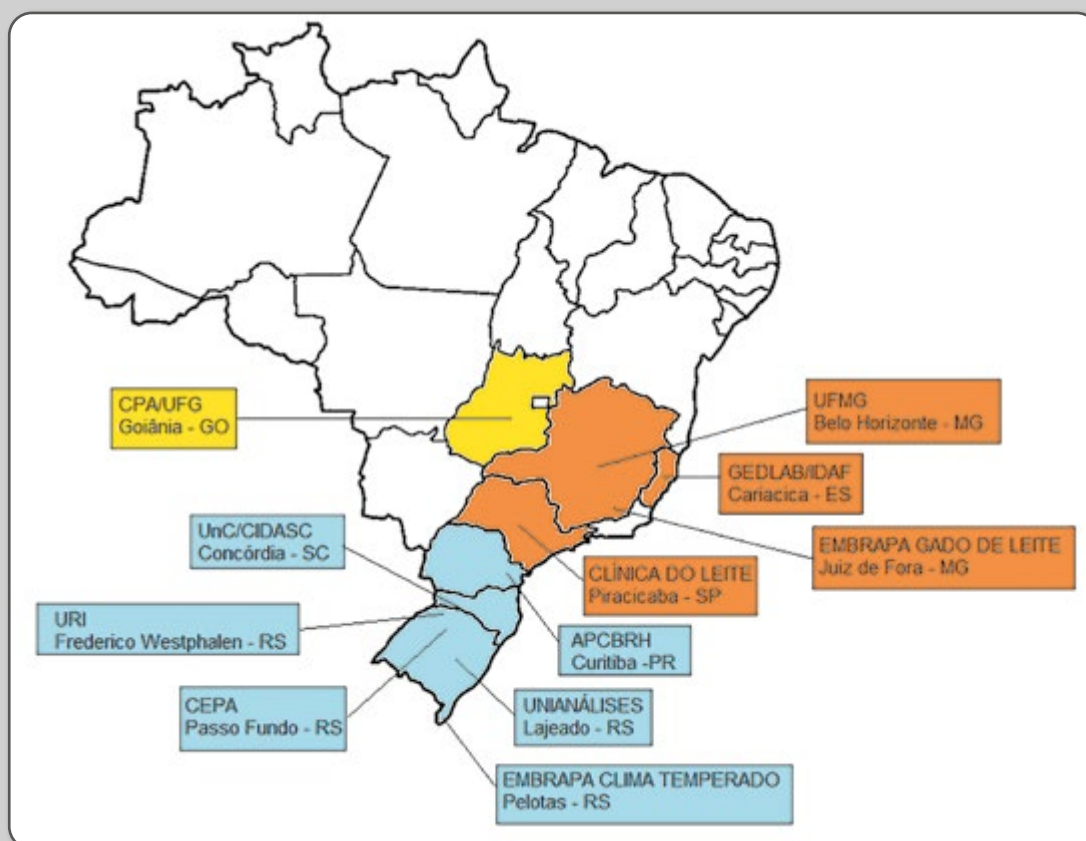
A qualidade do leite, em todas as suas dimensões, melhora na medida em que o mercado se torna mais exigente. A pecuária leiteira no Brasil vem sendo marcada por intenso processo de especialização e, para que o produtor busque melhorar sua produção leiteira, a indústria tem procurado fazer pagamentos diferenciados pela qualidade. Dessa maneira, alguns indicadores de qualidade do leite são utilizados no Brasil, assim como em países de pecuária desenvolvida, visando a estabelecer um padrão de qualidade do produto. A necessidade de atendimento de parâmetros mínimos para os indicadores de qualidade do leite mostra-se em diversos pontos da cadeia, sendo que, na propriedade leiteira, diversos indicadores são utilizados. Alguns indicadores são utilizados na maioria dos países, constituindo a “espinha dorsal” para a definição de leite cru de qualidade. Assim, a contagem de células somáticas (CCS) pode ser usada como indicador de saúde da glândula mamária das vacas, enquanto a composição e os atributos físicos do leite refletem, principalmente, os aspectos relacionados à genética dos animais, à alimentação, ao manejo e à ambiência, enquanto a contagem bacteriana total (CBT) ou a contagem padrão em placa (CPP) refletem principalmente aspectos de higiene e armazenamento do leite. Na indústria, o atendimento desses requisitos permite melhoria na produção, seja devido a um menor desafio tecnológico, maior rendimento ou maior vida do produto final (MURPHY *et al.*, 2016).

Os diferentes indicadores de qualidade do leite não podem ser analisados individualmente, visto que alterações em alguns indicadores podem impactar em outras variáveis, de modo que se torna importante a melhoria da qualidade do leite em seus mais diferentes aspectos, ao mesmo tempo. Por exemplo, níveis elevados de CCS ou de CBT podem alterar consideravelmente a composição química e as propriedades físicas do leite, podendo o produtor ser penalizado devido a não conformidades quanto a esses aspectos, mesmo tendo animais com bom potencial genético, boa nutrição e manejo adequado. Neste sentido, a compreensão das técnicas de melhoria da qualidade do leite pelos produtores torna-se uma ferramenta fundamental para a obtenção de bons índices produtivos e econômicos, viabilizando a propriedade leiteira.

Com o objetivo de padronizar a produção de leite e garantir à população o consumo de produtos lácteos mais seguros, nutritivos e saborosos, além de proporcionar condições para aumentar a rentabilidade dos produtores, na década de 1990 foi implantado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Plano Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL). Foram estabelecidos indicadores quantitativos de referência para a qualidade do leite cru e para diminuir

as perdas qualitativas da matéria-prima decorrentes da temperatura inadequada de armazenamento e de falhas durante o transporte até o estabelecimento beneficiador. Como consequência ao PNMQL, em 2002, publicou-se a Instrução Normativa nº 37/2002 (BRASIL, 2002), que instituiu a Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL), com o objetivo de realizar análises laboratoriais em leite cru em consonância com propósitos do MAPA. Atualmente, esta rede é constituída por 10 laboratórios distribuídos no Brasil e mais um laboratório de referência localizado no município de Pedro Leopoldo/MG. As diretrizes desse plano culminaram em diversas publicações legais, as quais estabeleceram as regras mínimas para manutenção da qualidade do leite nas diferentes etapas do processo produtivo e que foram consolidadas pelas Instruções Normativas nº 76 e 77/2018 (Brasil, 2018a e b). Esses dispositivos normativos determinam que as análises de qualidade de leite sejam realizadas em laboratórios participantes da RBQL (Figura 2).

Figura 2 – Distribuição dos Laboratórios pertencentes a Rede Brasileira de Qualidade do Leite em 2022.



Fonte – Thaler Neto, 2022.

As Instruções Normativas 76 e 77, ambas de 26 de novembro de 2018, são atualmente as referências legais para a qualidade do leite no Brasil. Seus conteúdos se complementam e trazem os parâmetros 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, por meio dos seus regulamentos técnicos; e os critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial.

Os parâmetros mínimos aceitáveis para os indicadores de composição e de propriedades físicas do leite são regulamentados pelas duas Instruções Normativas já citadas e pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, Decreto Federal 9.013/2017 (BRASIL, 2017).

Resumidamente, são eles:

- a) teor mínimo de gordura de 3,0g/100g;
- b) teor mínimo de proteína total de 2,9g/100g;
- c) teor mínimo de lactose anidra de 4,3g/100g;
- d) teor mínimo de sólidos não gordurosos de 8,4g/100g;
- e) teor mínimo de sólidos totais de 11,4g/100g;
- f) acidez titulável entre 0,14 e 0,18 expressa em gramas de ácido láctico/100 mL;
- g) estabilidade ao alizarol na concentração mínima de 72% v/v;
- h) densidade relativa a 15 °C entre 1,028 e 1,034;
- i) índice crioscópico entre $-0,530^{\circ}\text{H}$ e $-0,555^{\circ}\text{H}$, equivalentes a $-0,512^{\circ}\text{C}$ e a $-0,536^{\circ}\text{C}$, respectivamente (BRASIL, 2018a; BRASIL, 2017).

Diferentemente de publicações legais anteriores sobre o tema, que estabeleciam metas e prazos para adequação dos produtores, a instrução normativa 76/2018 definiu, de maneira objetiva, os indicadores de qualidade microbiológica (contagem padrão em placas, CPP, ou contagem bacteriana total, CBT) e de saúde da glândula mamária (contagem de células somáticas, CCS).

Segundo a norma, o leite cru refrigerado de tanque individual ou de uso comunitário deve apresentar médias geométricas trimestrais, considerando análises mensais realizadas num período de três meses consecutivos, de Contagem Padrão em Placas de, no máximo, 300.000 UFC/mL, e de Contagem de Células Somáticas de, no máximo, 500.000 CS/mL.

2.1 ANÁLISES LABORATORIAIS

2.1.1 Coleta de amostras de leite cru

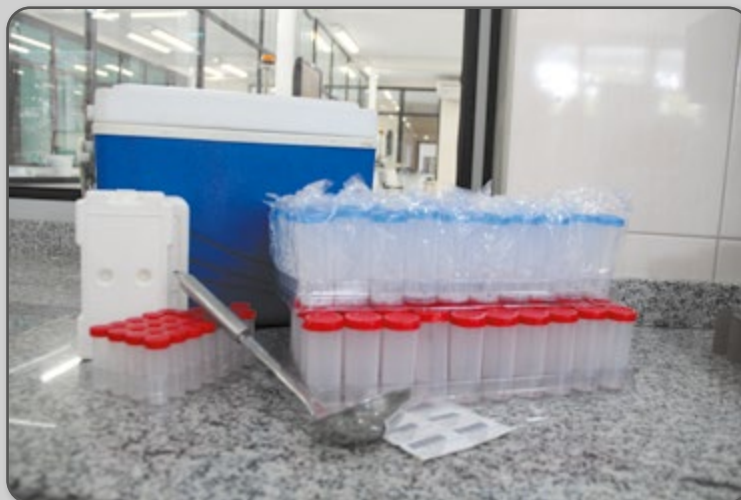
A IN 77/2018 (BRASIL, 2018b) estabelece que cada propriedade leiteira do país deve ter seu leite analisado, no mínimo, uma vez por mês para composição, CCS, CBT e resíduos de drogas veterinárias. Para tal, as amostras devem ser coletadas por técnicos devidamente capacitados para esta atividade e observando-se as condições adequadas de higiene. As amostras devem ser representativas do volume total do leite que se pretende examinar e que pode ser de milhares de litros, no caso de tanques de refrigeração. Esta representatividade torna-se ainda mais importante quando se pensa em programas de pagamento por qualidade, nos quais o resultado da análise vai influenciar no preço do leite pago pelas indústrias aos produtores.

Os programas de remuneração pela qualidade ainda são bastante heterogêneos nas diferentes indústrias de laticínios do país. Esses programas são estratégias fundamentais para a melhoria da qualidade do leite, sendo a falta de valorização da qualidade do leite por parcela das indústrias de laticínios um ponto extremamente crítico para a promoção da melhoria da qualidade do leite de forma sustentável em nível de propriedade leiteira (THALER NETO *et al.*, 2017). Por isso, alguns cuidados devem ser observados.

2.1.2 Material para coleta

- Frasco para coleta de amostra para contagem bacteriana – tampa azul – com comprimido de azidiol® (bacteriostático).
- Frasco para coleta de amostra para componentes e CCS - tampa vermelha – com comprimido de bronopol®.
- Coletor de amostra tipo concha.
- Agitador para latões.
- Recipientes para coleta de amostras de mais de um latão.
- Caixa isotérmica para manter amostras coletadas e transporte;
- Gelo reciclável.

Figura 3 – Material utilizado para realizar a coleta de leite para análises.



Fonte – Thaler Neto, 2022.

O leite deve ser coletado em recipientes apropriados, limpos ou esterilizados, com o uso de conservantes e as amostras devem ser transportadas aos laboratórios em caixas isotérmicas com gelo reciclável ou em refrigeradores, de modo que seja assegurada a adequada conservação até o momento da realização das análises. Os conservantes mais utilizados no Brasil são o bactericida bronopol®, para as análises de CCS e de composição química e o bacteriostático azidiol® para a CBT.

Figura 4 – Acondicionamento em caixa isotérmica contendo gelo reciclável dos frascos utilizados para realização de coletas de leite para análise.



Fonte – Thaler Neto, 2022.

Os procedimentos de coleta e transporte de amostras devem ser padronizados, de acordo com normas aceitas internacionalmente, de modo que os resultados obtidos por diferentes laboratórios possam ser comparados entre si e utilizados pelos interessados, como produtores, indústria e serviço de fiscalização (BRITO *et al.*, 2007).

Para que não haja interferência nos resultados das amostras de leite, elas devem ser coletadas após uma boa homogeneização e com manuseio cuidadoso dos frascos com conservante para que não haja contaminação no tanque de leite.

2.1.3 Procedimentos para coleta de amostras de leite cru

As concentrações dos componentes sólidos do leite devem ser avaliadas no mínimo uma vez ao mês em amostras de tanque de propriedades leiteiras. Para tal, a coleta de amostras requer uma agitação suficiente para gerar uma homogeneização adequada dos componentes do leite, para que não ocorram alterações nas análises, que se devem pelo fato de a gordura possuir uma densidade menor do que o leite e, com isso, concentrar-se mais na superfície do tanque. Os glóbulos de gordura que se depositam na parte superior do tanque tendem a levar células somáticas e bactérias. Assim, caso o leite não seja bem misturado e a coleta for feita superficialmente, a leitura das análises ficará alterada.

Figura 5 – Agitação para homogeneização do leite.



Fonte – Smart.art, 2020.

2.1.4 Coleta de amostras de leite do tanque de expansão

- Medir o volume do leite, sempre lavando a régua antes de colocar em contato com o leite, preferencialmente em três pontos, ou verificar o nível do resfriador.
- Homogeneizar o leite, ligando o agitador por, no mínimo, 5 minutos, em tanques com capacidade inferior a 5.000 litros e por 10 minutos em tanques com capacidade superior a 5.000 litros.
- Identificar o frasco (etiqueta de código de barra ou numeração) com as informações da amostra/produtor no laudo de resultados enviado após a análise. Esta identificação deve ser única para as amostras coletadas na propriedade (Figura 6).

Figura 6 – Frascos com amostra de leite, com conservante azidiol (tampa azul) e bronopol (tampa vermelha).



Fonte – Thaler Neto, 2022.

- Importante: coletar primeiro a amostra para contagem bacteriana, utilizando o frasco da tampa azul, contendo conservante azidiol para a determinação de CBT e, depois, o frasco da tampa vermelha com bronopol para a determinação da composição do leite e CCS.
- Agitar o leite no sentido vertical, utilizando o coletador (concha de inox com cabo longo) em movimentos para baixo e para cima.

Para coleta de análise de CBT deve-se proceder da seguinte maneira:

- Desinfetar a concha de coleta (inox) utilizando uma solução sanitizante ou álcool 70% e, depois, agitar até se certificar que não ficou resíduo do sanitizante.
- Coletar amostras com volume igual a aproximadamente 40 ml (2/3 do volume total do frasco) conforme a marcação, ficando um espaço entre a tampa e o leite coletado.
- Homogeneizar o frasco para que o conservante se dissolva gradualmente até a dissolução completa da pastilha.
- Colocar a amostra coletada e já identificada dentro da caixa isotérmica com gelo reciclável para manter temperatura abaixo de 5°C, ou em geladeira própria do caminhão.

2.1.5 Coleta de amostra individual ou por animal

Os cuidados tomados na coleta de amostras individuais devem ser os mesmos seguidos para a coleta de amostras do rebanho. A coleta individual é feita em animais nos quais se realiza o controle leiteiro, a partir de uma amostra da produção diária de cada animal, sendo que deve ser realizada a homogeneização do leite após o final de cada ordenha.

Se o sistema utilizado for de duas ordenhas diárias, deve-se coletar, no mesmo frasco, dois terços (2/3) na ordenha da manhã e um terço (1/3) na ordenha da tarde e, no caso de três ordenhas, coleta-se um terço a cada ordenha.

Quando é utilizada a ordenha manual, a homogeneização deve ser feita com ajuda de outro recipiente, despejando-se o conteúdo de um recipiente no outro, pelo menos sete vezes, a fim de garantir uma mistura adequada do leite produzido.

Na ordenha mecânica, existem casos em que há um coletor automático que retira a amostra de forma homogênea, fazendo a coleta após a mistura dessa amostra por aproximadamente cinco segundos (Figura 7).

Figura 7 – Coleta de amostras de leite através do coletor automático individual por animal. Setas indicando a válvula para entrada de ar para homogeneização do leite e outra indicando o local para coleta de leite.



Fonte – Thaler Neto, 2017.

2.2 CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS

A contagem eletrônica de células somáticas é um padrão usado mundialmente para definir a qualidade do leite cru, sendo parte do conjunto de atributos essenciais de qualidade que incluem a composição, aspectos sensoriais, número de bactérias e presença ou ausência de drogas e resíduos químicos. É o indicador mais usado para estimar o nível de infecção da glândula mamária de vacas individualmente e de rebanhos, podendo ser também utilizado para estimar perdas de produção. A mastite é a inflamação da glândula mamária causada por microrganismos, a qual provoca consideráveis perdas aos rebanhos leiteiros. A forma mais frequente da doença é a subclínica, a qual não apresenta sintomas visíveis, sendo detectada por uma elevada CCS no leite, determinando perdas ao produtor devido à diminuição na produção de leite e à indústria de laticínios devido ao menor rendimento e qualidade dos derivados lácteos (MACHADO; PEREIRA; SARRIÉS, 1999).

A forma clínica da doença apresenta sinais visíveis na glândula mamária da vaca e no leite. O produtor normalmente observa somente as perdas relacionadas ao custo dos medicamentos e ao descarte do leite nas vacas infectadas. Entretanto, a maior parcela dessas perdas está relacionada à diminuição da produção, a qual não consegue ser percebida pelo produtor, além de fatores como a maior taxa de descarte, diminuição no valor comercial dos animais e aumento da mão de obra. Desta forma, a informação da CCS, além de servir como indicativo da qualidade do leite para o laticínio, é uma importante ferramenta para ajudar o produtor a avaliar o nível de mastite no rebanho.

Figura 8 – Laboratório de análises do leite.

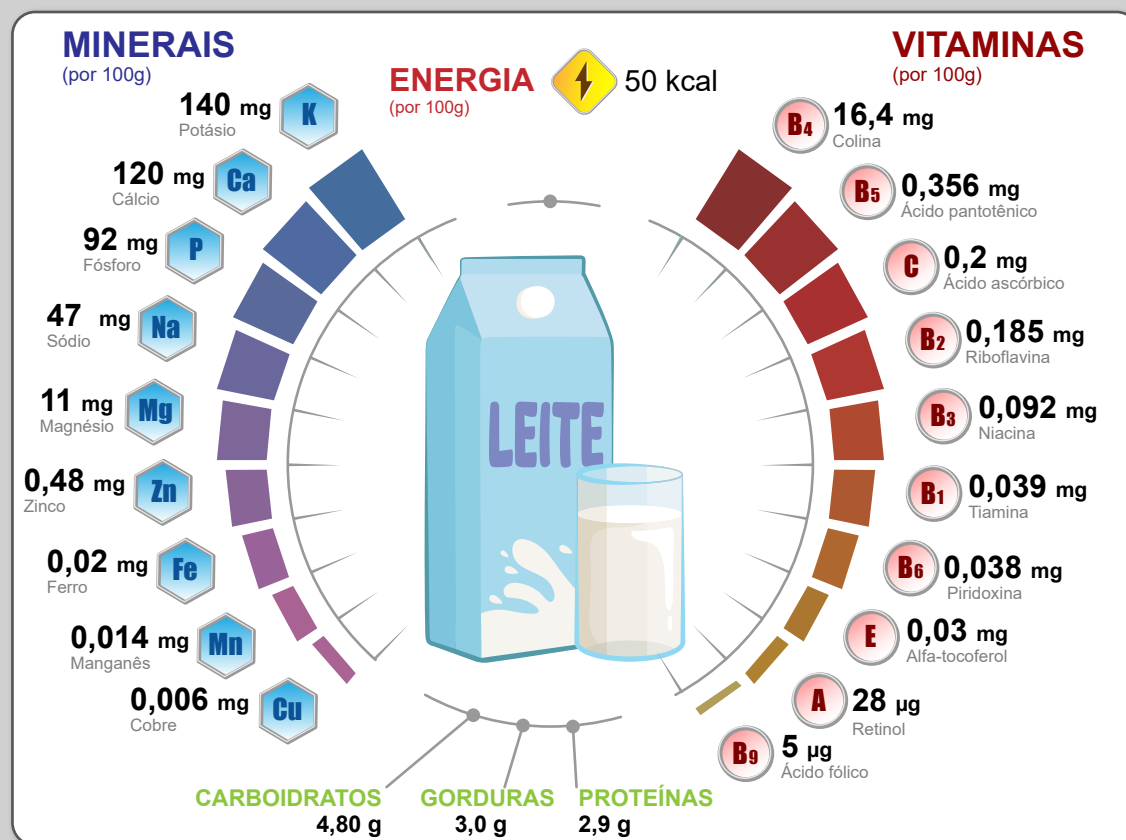


Fonte – Photoagriculture, 2020.

2.3 COMPOSIÇÃO DO LEITE

O leite é considerado o mais nobre dos alimentos, por sua composição rica em proteína, gordura, carboidratos, sais minerais e vitaminas, proporciona nutrientes e proteção imunológica para o neonato (MÜLLER, 2002). Embora o leite tenha uma função primordial à alimentação do neonato, ele constitui um dos alimentos mais completos que se conhece e oferece grandes possibilidades de processamento industrial para a obtenção de diversos produtos para a alimentação humana.

Figura 9 – Composição do leite.



Fonte – Adaptado de Kulyk, 2020.

A compreensão da composição do leite é importante para o produtor poder dar suporte à identificação de problemas nutricionais e de manejo do rebanho e ao gerenciamento da produção leiteira, dando base para modificações de manejo a fim de maximizar os lucros, principalmente, frente aos programas de pagamento do leite por qualidade. No Brasil, a remuneração extra ao produtor de leite por teores mais elevados de gordura e proteína ocorre em diversas regiões, principalmente a partir dos critérios de qualidade propostos pela IN 76/2018 (BRASIL, 2018a). O leite também pode ser usado como fluido com potencial diagnóstico em transtornos nutricionais e metabólicos das vacas leiteiras, pois sua composição pode refletir situações presentes no sangue e, portanto, nos tecidos animais (DÜRR, 2005).

Nesse sentido, alguns fatores podem interferir na produção e composição do leite como:

- raça;
- estágio de lactação;
- herança genética;
- porção e intervalo entre as ordenhas;
- nutrição;
- estação do ano;
- saúde da vaca;
- mastite.

As análises da composição do leite são feitas por equipamento eletrônico, o qual permite a análise simultânea de três componentes do leite (gordura, proteína, lactose) e do extrato seco total (EST), sendo o extrato seco desengordurado (ESD) calculado pela diferença entre os teores de EST e gordura.

Figura 10 – Equipamento eletrônico de análises do leite.



Fonte – Alba_alioth, 2020.

2.4 CONTAGEM BACTERIANA TOTAL (CBT)

Em parcela considerável das propriedades leiteiras do Brasil, o controle microbiológico do leite ainda é um fator crítico para obtenção de leite de alta qualidade. Entre outros fatores relacionados com a qualidade do leite, a qualidade microbiológica pode ser definida como a estimativa da contaminação do leite por microrganismos, a qual está diretamente ligada à saúde das glândulas mamárias do rebanho e às condições gerais de manejo. As principais causas da elevada CBT no leite são: ambiente de ordenha mal higienizado, vacas com tetos sem a devida higienização e/ou desinfecção, equipamentos de ordenha ou resfriamento mal higienizados, água

de limpeza contaminada, leite pouco refrigerado ou demora na refrigeração do leite, armazenamento por tempo excessivo e condições inadequadas de transporte do leite. Portanto, se a CBT estiver muito alta, todo o processo de ordenha, resfriamento e armazenamento do leite precisam ser analisados, visando detectar as possíveis fontes de contaminação do leite.

A determinação da contagem padrão em placa (CPP) ou contagem bacteriana total (CBT) é a análise laboratorial mais utilizadas para monitorar a qualidade microbiológica do leite cru. A CBT quantifica o número total de bactérias presentes no leite cru, mas não identifica grupos específicos de bactérias que se proliferam quando há falhas nos processos de produção, ordenha e armazenamento. Utiliza-se como método de análise a citometria de fluxo para a enumeração rápida de bactérias individuais do leite cru, a qual é expressa em contagem individual de bactérias (CIB), ou seja, número de bactérias em cada mL de leite (CIB/mL de leite). Outro método é a contagem bacteriana em placas, também conhecida como contagem padrão em placas (CPP), a qual consiste na análise de uma alíquota de leite distribuída em placa com meio de cultura e incubada a 36°C por 48 horas. As bactérias presentes no leite, e que se encontram viáveis crescem a tal ponto de serem visivelmente observadas, sendo chamadas de “colônias”. Na análise por citometria de fluxo, realizadas nos laboratórios da RBQL, os resultados de CIB são expressos como CPP, empregando equações de regressão construídas a partir de análises pareadas de um grande número de amostras por ambos os métodos laboratoriais.

Figura 11 – Equipamento de citometria de fluxo.



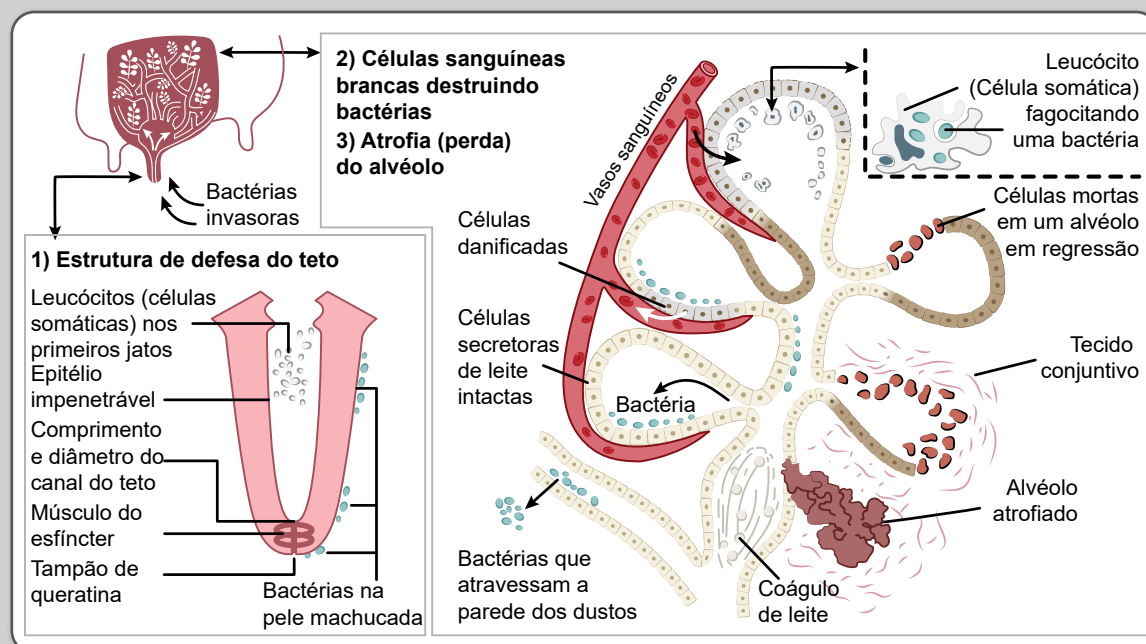
Fonte – Photoagriculture, 2020.

3 CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS E PREVENÇÃO DA MASTITE

Dentre os fatores relacionados com a qualidade do leite, a contagem de células somáticas (CCS) tornou-se um dos indicadores da saúde da glândula mamária mais importante no monitoramento da ocorrência das infecções intramamárias. Uma das melhores formas de usar os dados da CCS é na avaliação das estratégias de controle da mastite. A mastite bovina é uma das principais doenças que afetam a qualidade do leite nos rebanhos leiteiros em todo o mundo, pois gera diminuição na produção leiteira e, conseqüentemente, perdas econômicas, além de trazer a possibilidade de sérios riscos à saúde da população como um transmissor de doenças através do leite contaminado. Trata-se de uma inflamação de fácil disseminação entre os rebanhos leiteiros, de origem multifatorial como causas físicas, químicas, fisiológicas ou microbiológicas. Podemos ilustrar este aspecto multifatorial com o resultado de uma pesquisa realizada em propriedades que realizam o controle leiteiro em Santa Catarina (CARDOZO *et al.*, 2015), onde foram identificados como principais fatores relacionados ao aparecimento de novas infecções intramamárias os ligados aos animais (ordem de parto e a profundidade de úbere), ao ambiente (escore de limpeza dos úberes) e ao animal e sistema de ordenha (presença de hiperqueratose em ponta de teta e adoção de linha de ordenha). Para a cronificação da mastite subclínica, o estágio de lactação, a profundidade do úbere e a manutenção dos equipamentos de ordenha foram fundamentais. A mastite subclínica, indicada pela elevada CCS, também é um importante redutor de qualidade do leite na indústria, com perda de rendimento, diminuição na vida de prateleira e alterações nas características composicionais e nutricionais dos derivados lácteos (MATTIELLO, 2015). Ocasiona inúmeros prejuízos tanto nas características organolépticas e microbiológicas do leite, como nos gastos com medicamentos, descarte de leite e até mesmo no descarte precoce de animais.

As células somáticas estão presentes no leite e são constituídas pelas células da descamação do epitélio secretor e pelos leucócitos (células de defesa do organismo) provenientes da corrente sanguínea, indicando a presença de mastite subclínica (SCHUKKEN *et al.*, 2003), sendo a contagem eletrônica de células somáticas no leite uma forma moderna de diagnóstico de mastite subclínica, aceita internacionalmente como critério de avaliação da sanidade da glândula mamária da vaca e, conseqüentemente, da qualidade do leite individualmente por ela produzido ou pelo rebanho, através do exame de amostra de resfriador de leite (RUEGG, 2006).

Figura 12 – Mecanismos de defesa da glândula mamária.



Fonte – Adaptado de Babcock INSTITUTE, 2020.

A elevação da CCS no leite (acima de 200.000 cél/mL) indica a ocorrência de mastite subclínica (PANTOJA *et al.*, 2009), a qual reduz a quantidade de leite produzido pelo animal e causa a redução na concentração dos componentes nobres do leite (gordura, caseína e lactose), assim como aumento nas concentrações de sódio, cloro e proteínas do soro (MADOUASSE *et al.*, 2012). A presença de alta CCS no leite afeta também a composição do leite e o tempo de prateleira dos derivados, causando enormes prejuízos para a indústria de laticínios. Programas de monitoramento e controle das infecções intramamárias que contemplem todos os mecanismos de ação são importantes para a saúde da glândula mamária, os quais deverão incluir componentes do plano padrão de prevenção de mastite. Outro problema decorrente da elevada CCS é a redução dos teores de lactose. A redução do teor de lactose em função da mastite subclínica, indicada pela elevada CCS, deve-se a fatores tais como mudanças na homeostase da glândula mamária e aumento na concentração plasmática de lactose (ALESSIO *et al.*, 2016). Além das perdas em função da redução da produção e qualidade do leite, mudanças na composição do leite, o aumento de quadros clínicos de mastite, o aumento involuntário da taxa de descarte, com consequentes custos de reposição, o aumento do custo com veterinários e tratamentos são alguns dos demais fatores de perdas relacionadas à mastite na propriedade.

Os programas de prevenção de não conformidade do leite em função de mastite normalmente buscam reduzir o aparecimento de novas infecções, visto que é impossível manter as vacas em ambiente livre de patógenos. Os pontos fundamentais de controle destas infecções consistem na eliminação da infecção existente (tratamento de vaca seca, descarte de casos crônicos, tratamento durante a lactação), prevenção de novas infecções (medidas de higiene de ordenha e correto funcionamento do equipamento de ordenha) e no monitoramento da saúde da glândula mamária (SANTOS; FONSECA, 2007). O sucesso no controle das infecções intramamárias necessita a adoção de práticas que reduzam a exposição da extremidade do teto das vacas aos agentes infecciosos. O principal foco é a adoção das práticas de ordenha recomendadas, as quais devem estar direcionadas com os cuidados com animais, limpeza, higiene e desinfecção dos tetos.

Outras medidas importantes para prevenção de não conformidade do leite por elevada CCS são:

- Usar o mínimo de água possível na higienização dos tetos dos animais e utilizar somente se necessário. A ordenha de tetos limpos e secos contribui para reduzir tanto a contaminação bacteriana da superfície dos tetos como também atua na redução de novas infecções intramamárias. Quando possível, recomenda-se evitar a utilização de água para lavagem dos tetos antes da ordenha, pois o excesso de água reduz a atividade do desinfetante e aumenta a contaminação, além de facilitar a queda de teteiras durante a ordenha. Deve-se realizar a lavagem dos tetos com água somente se estes estiverem sujos e/ou muito sujos, utilizando quantidade mínima de água somente nos tetos e após secá-los com papel toalha (Figura 13). Preferencialmente, fazer uso de solução desinfetante dos tetos antes da ordenha (*pré-dipping*), que deve permanecer em contato com os tetos por 30 segundos, enxugando posteriormente com toalhas de papel descartável. Entre outras estratégias disponíveis para reduzir a contaminação do exterior do úbere podemos destacar a remoção dos pelos, a qual se trata de uma prática simples e eficiente (Figura 14). Esta medida permite reduzir o acúmulo de matéria orgânica (esterco, lama, sujidades ao redor do úbere); diminuição do tempo para preparação do úbere antes da ordenha; mãos e teteiras mais limpas; melhoria da ação do desinfetante; tetos mais limpos e secos; e menor risco de ocorrência de mastite ambiental. Para a remoção dos pelos do úbere pode-se fazer o corte (tosquia) ou a queima dos mesmos. Importante que a chama (fogo) usada para a queima deve ser de baixa intensidade e o contato do fogo com o úbere seja rápido.

Figura 13 – Lavagem dos tetos somente em casos extremos, sem molhar o úbere.



Fonte – Thaler NETO, 2017.

Figura 14 – Procedimento de retirada dos pelos do úbere através da flambagem.

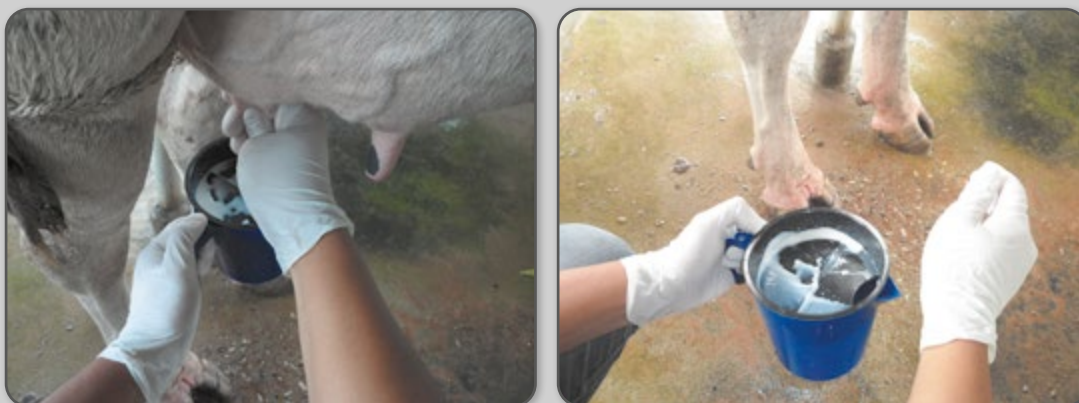


Fonte – Thaler Neto, 2017.

- Diariamente deve-se fazer o diagnóstico de mastite clínica através do exame dos primeiros jatos ou teste da caneca de fundo preto. Deve-se observar alterações no aspecto do leite (presença de coágulos, grumos, aspecto aguado, com ou sem presença de sangue, ou pus), as quais são facilmente visualizadas contra a superfície da caneca de fundo preto, ou telada

(Figura 15). Esse procedimento deve ser realizado em todas as ordenhas de forma manual removendo-se os três primeiros jatos de leite de cada quarto mamário. Para quem utiliza bezerro ao pé, é necessário que o teste seja feito antes de colocar o bezerro para descida do leite. Caso haja alteração em algum dos tetos, realizar a higienização da mão e limpar a caneca antes de continuar o teste. Constatando mastite no teste da caneca, proceder a ordenha deste animal ao termino da ordenha dos animais sadios.

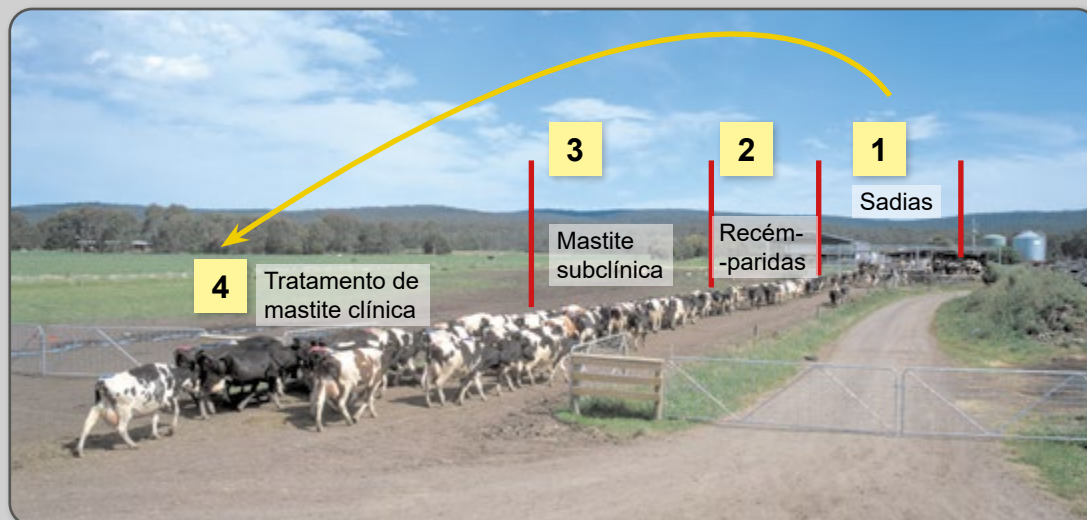
Figura 15 – Realização do descarte dos três primeiros jatos na caneca de fundo preto.



Fonte – Pongpreecha Malaluang, 2020.

- Utilização da prática de linha de ordenha: consiste em ordenhar primeiramente os animais sadios e depois aqueles com algum tipo de infecção intramamária, de forma a auxiliar no controle da doença. A utilização desta prática pode auxiliar na diminuição de novas infecções, de forma que reduz o risco de transmissão dos agentes contagiosos durante a ordenha. Para determinação da linha de ordenha devemos considerar os resultados e valores obtidos no *California Mastitis Test* (CMT), ou CCS (individual dos animais) e prova da caneca de fundo preto. Os animais serão agrupados de acordo com a saúde da glândula mamária na seguinte sequência de ordenha para controle de mastite:
 - 1) Vacas sadias.
 - 2) Vacas recém-paridas.
 - 3) Vacas com mastite subclínica crônica.
 - 4) Vacas em tratamento de mastite clínica.

Figura 16 – Representação da formação da linha de ordenha.



Fonte – John Carnemolla, 2020.

- Aplicação de desinfetante nos tetos pós ordenha (pós-dipping). A imersão dos tetos em desinfetante após a ordenha visa a reduzir a contaminação da pele dos tetos e prevenir a colonização do canal do teto por microrganismos causadores de mastite. A desinfecção dos tetos após a ordenha é particularmente efetiva contra os patógenos contagiosos. Deve ser feita por meio de imersão dos tetos em solução desinfetante logo após a retirada das unidades de ordenha (Figura 17). Essa medida visa a desinfetar e selar a extremidade do teto, protegendo-o contra a entrada de microrganismos para o interior da glândula mamária até o fechamento do esfíncter, pois microrganismos podem colonizar o canal do teto durante a ordenha, adentrando na glândula mamária. Para um bom procedimento de pós-dipping recomenda-se a imersão de toda a superfície dos tetos, principalmente a parte que entra em contato com as teteiras. Para a boa eficácia da ação dos desinfetantes estes devem possuir ação contra os principais agentes causadores de mastite; serem economicamente viáveis; possuir fácil aplicação; manter ou melhorar a condição da pele do teto, portanto, deve-se utilizar somente produtos indicados para esta finalidade.

Figura 17 – Aplicação de desinfetante após a ordenha (pós-dipping).



Fonte – JRS Jahangeer, 2020.

- Colheita de amostras para exame bacteriológico. O diagnóstico microbiológico de mastite nas fazendas leiteiras tem como objetivo, principalmente, auxiliar na tomada de decisões no melhor tratamento para as infecções intramamárias. A coleta de amostras de leite de forma adequada é essencial para o correto diagnóstico dos patógenos causais da mastite bovina. Primeiramente, deve ser feito o descarte dos três primeiros jatos de leite. Depois, realizar a identificação do quarto mamário infectado para coleta de leite, recomendando-se realizar o diagnóstico através do teste da caneca de fundo preto (mastite clínica) ou *California Mastitis Test* (CMT) (mastite subclínica) e identificar o quarto doente. O responsável pela coleta deve colocar luvas descartáveis e proceder à antisepsia dos tetos com algodão embebido em álcool (70 ° GL) ou uma mistura de álcool e iodo. Recomenda-se utilizar um pedaço de algodão para cada teto. Para evitar contaminação externa, deve-se realizar a assepsia primeiro nos tetos mais distantes e depois nos mais próximos. Para a coleta de leite, iniciar pelos tetos mais próximos do responsável e depois os mais distantes (o contrário da desinfecção). Remover a tampa do frasco cuidando para não deixar a superfície interna da tampa para baixo ou tocar na sua parte interna. Para obter a amostra, manter o frasco a um ângulo de 45 ° (Figura 18). Imediatamente após a coleta, as amostras devem ser identificadas e colocadas em caixas isotérmicas contendo gelo reciclável que permita uma temperatura interna entre 4 °C e 5 °C e mantidas nestas condições por até

24 horas até serem entregues no laboratório. Caso não se possa enviar para o laboratório neste período, as amostras podem ser mantidas congeladas por no máximo 45 dias, sendo o ideal um período menor do que 30 dias até a análise. A coleta de amostras para o exame microbiológico deve sempre ser realizada antes da ordenha do animal.

Figura 18 – Sequência dos procedimentos para coleta de leite para identificação bacteriológica.



Fonte – Thaler Neto, 2017.



ATENÇÃO

Deve ser utilizada uma folha de papel toalha por teto.

- Tratamento imediato e adequado dos casos clínicos de mastite. O tratamento dos casos visa curar casos de mastite clínica de maneira rápida e eficiente, diminuindo o desconforto e assegurando o bem-estar animal; eliminar a infecção, prevenir sua recorrência e diminuir sua disseminação para quartos saudáveis; restaurar a qualidade do leite de quartos infectados, retomar a produção leiteira normal e evitar a morte de animais em quadros mais agudos. Para escolha do protocolo de tratamento, deve-se levar em conta o perfil etiológico dos patógenos da mastite mais frequente na propriedade, assim como os resultados de antibiograma, baseados em resultados anteriores de cultura do leite e na severidade da infecção. Durante o tratamento é importante descartar o leite até o final do período de carência do medicamento e realizar

a identificação dos animais tratados para evitar que ocorra contaminação do leite do tanque com resíduo com antibióticos.

ATENÇÃO

É de responsabilidade do profissional MÉDICO VETERINÁRIO a indicação do protocolo de tratamento.

- Garantir que os animais se mantenham de pé ao final da ordenha. Após a ordenha, o canal e o esfíncter continuam dilatados durante certo período, possibilitando a entrada de bactérias para dentro da glândula mamária. Este manejo aumenta a probabilidade de que o canal do teto esteja fechado no momento em que as vacas deitarem no período entre as ordenhas, permitindo o restabelecimento da proteção física do orifício do teto. Este manejo pode ser facilitado com o fornecimento de alimento fresco logo após a ordenha (Figura 19).

Figura 19 – Alimentação dos animais após a ordenha.



Fonte – Thaler NETO, 2017.

- Tratamento de todos os quartos mamários à secagem. O objetivo da terapia de vaca seca é prevenir novas infecções durante o período seco e curar as infecções existentes. Para que essa prática seja efetiva, deve-se aplicar o antibiótico em todos os quartos mamários de todas as vacas que terão a

lactação interrompida e monitorar visualmente durante as primeiras semanas após a secagem. Outra possibilidade é a combinação da terapia da vaca seca com a utilização de selante interno de tetos. Deve ser aplicado no momento da secagem formando uma barreira física na extremidade dos tetos, que impede a entrada de bactérias causadoras de mastite.

Figura 20 – Aplicação de medicamento intramamário na terapia de secagem da vaca.



Fonte – Lakeview IMAGES, 2020.

- Descarte de vacas com infecção crônica de mastite. O descarte dos animais identificados com mastite crônica é uma das práticas mais importantes de controle de mastite contagiosa. Vacas adultas com baixa produção, na qual a receita do leite produzido não cobre o custo da alimentação; vacas de primeira lactação com produção 30% menor que a média do rebanho; vacas com infecções clínicas crônicas, cujos casos de mastite resultam em descarte do leite por mais de 30 dias; vacas com mastite subclínica crônica (Figura 21), apresentando elevadas CCS por vários meses e que, mesmo passando pelo tratamento de vaca seca, mantêm a infecção após o parto (SANTOS e FONSECA, 2007).

Figura 21 – (A) Vaca que após o tratamento no período seco regressou na próxima lactação com CCS baixa, sem mastite subclínica. (B) Vaca que mesmo após o tratamento no período seco no parto seguinte apresentou CCS elevada, mastite subclínica crônica.

Relatório 2 – Gestão de controle de qualidade sumário produções e ccs								
		Data	Data	Data	Data	Data	Data	Data
Vaca		26/03/2017	26/04/2017	23/05/2017	28/06/2017	26/07/2017	30/08/2017	26/09/2017
20	Leite KG	33,1	25,3	12,8			40,0	57,7
	%Gord	3,34	3,40	3,98			3,61	3,54
	%Prot	3,47	3,51	3,61			2,83	3,12
A	CCS	934	899	1476			84	108
	Ureia	7,20	10,90	8,39			10,20	9,00
222	Leite KG	38,2	21,3	13,6			21,4	29,8
	%Gord	2,29	2,55	3,33			3,67	3,71
	%Prot	3,38	3,10	3,34			4,35	2,96
B	CCS	431	631	981			2269	2820
	Ureia	9,10	3,20	7,26			6,90	5,81

Fonte – Thaler Neto, 2017..

- Uso de equipamentos de ordenha em condições adequadas de higiene e devidamente regulados (manutenção periódica). O bom funcionamento do equipamento de ordenha é fundamental, tanto para a qualidade do produto extraído quanto no controle de mastite, pois é o único equipamento dentro da propriedade que entra em contato com o rebanho em lactação no mínimo duas vezes por dia, sendo, portanto, essencial no sucesso da atividade. Os principais indicadores para o monitoramento do desempenho da ordenhadeira mecânica são:
 - a) vacas ordenhadas/hora,
 - b) vacas/pessoa/hora,
 - c) volume de leite ordenhado/ordenhador.

Recomenda-se que a avaliação do equipamento seja realizada, no mínimo, a cada seis meses, com auxílio de aparelhos de precisão (Figura 22). Importante que sejam realizadas avaliações em estática (máquina ligada, mas não em processo de ordenha) e em dinâmica (em processo de ordenha). Nestas avaliações é necessária a realização das seguintes provas: limpeza das partes externas; presença de defeitos; aferição do nível de vácuo; medição da vazão de vácuo das bombas; medição da reserva de vácuo manual e efetiva; cálculo da eficiência do regulador de vácuo; avaliação individual do funcionamento dos pulsadores. Já para a troca das mangueiras de contato com leite, mangueiras de vácuo teteiras, deve-se respeitar a recomendação do fabricante.

Figura 22 – Avaliação dos equipamentos de ordenha com pulsógrafo digital.



Fonte – Thaler Neto, 2017.

- Utilização do controle leiteiro como ferramenta de manejo e prevenção de mastite. Permite conhecer a produção individual de cada animal; a persistência da lactação; permite também mostrar ao produtor o resultado do trabalho desenvolvido ao longo dos anos e possibilita conhecer o status de infecção de cada animal, assim como avaliar o impacto de CCS dentro da análise de rebanho. Com o controle leiteiro pode-se obter um melhor resultado produtivo e econômico do rebanho. A realização do controle leiteiro mensal, para o qual uma amostra de cada vaca é coletada e enviada a laboratório da RBQL para análise da composição do leite e da CCS de cada animal, é uma ferramenta de gestão importante no manejo e prevenção de mastite, principalmente subclínica. Para uma boa coleta é necessário seguir algumas etapas:
 - 1) Medir o leite das vacas individualmente, com o uso de instrumentos calibrados;
 - 2) Realizar o controle de todas as vacas em lactação do rebanho;

- 3) Identificar todos os animais para não haver nenhum risco de erro no momento da anotação do peso do leite;
- 4) Anotar a produção de leite de cada ordenha em formulário próprio. Ocorrências como morte, venda de animais, aborto, parto, secagem e outras devem ser anotadas, individualmente;
- 5) Ao final da ordenha de cada vaca, homogeneizar a amostra e realizar a coleta no frasco contendo o conservante específico bronopol;
- 6) Anotar e registrar as datas do parto e a ordem de lactação.

O intervalo recomendado para as pesagens é de 15 a 45 dias, no máximo.

Figura 23 – Coleta de dados no controle leiteiro.



Fonte – Branislavpudar, 2020.

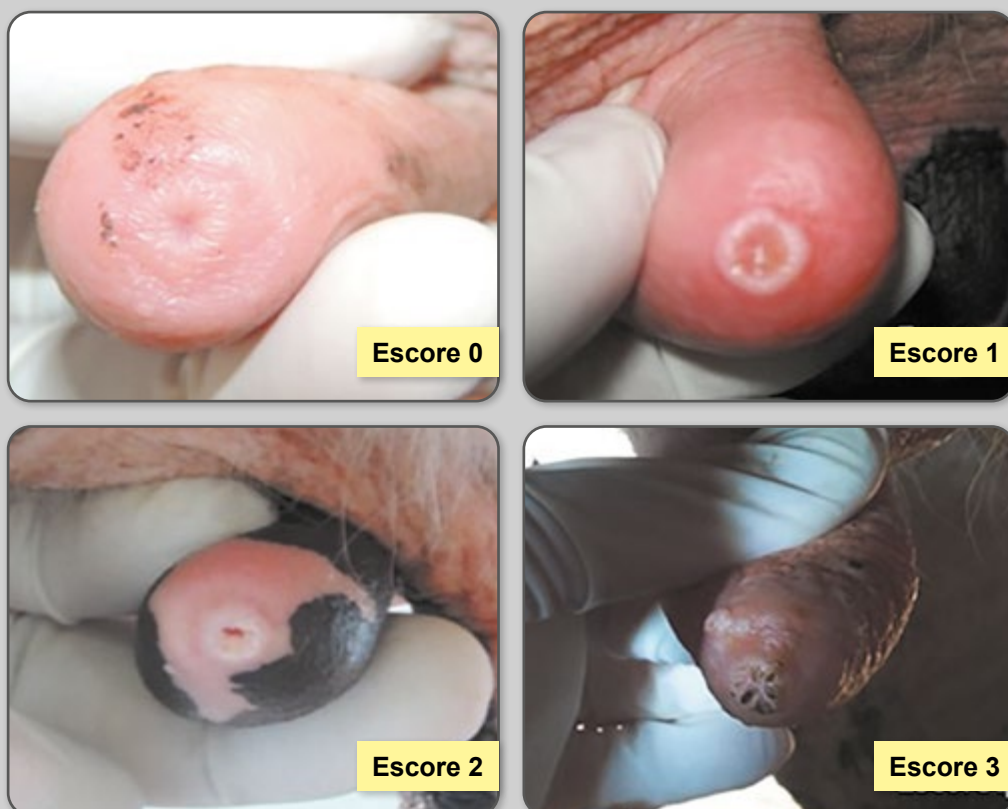
- Prevenção de lesões na extremidade dos tetos. O esfíncter do teto é a principal defesa das vacas contra a entrada de agentes causadores de mastites. A estrutura interna do teto é composta por musculatura lisa que envolve o canal e o esfíncter do teto, sendo responsável por mantê-lo fechado, impedindo assim a perda de leite e servindo como a primeira linha de defesa da vaca contra as infecções intramamárias. Após a ordenha, o canal e o esfíncter continuam dilatados durante determinado tempo, possibilitando a entrada de bactérias para dentro da glândula mamária (NEIJENHUIS *et al.*, 2000).
- A manutenção de boa saúde e integridade dos tetos é uma condição importante para sucesso no controle da doença, já que a extremidade dos tetos é considerada a barreira primária para impedir a ocorrência de novas infecções intramamárias. A hiperqueratose é uma das principais alterações na extremidade dos tetos, a qual se trata de um aumento da sua rugosidade da extremidade do teto. A hiperqueratose do teto possui vários escores de lesão. O mais grave é facilmente visualizado pelos ordenhadores e

produtores, pois ele se pronuncia no formato de “couve-flor” na extremidade dos tetos. A metodologia mais usada é o sistema de escore que possui quatro classificações, como segue:

- Escore 0 – sem formação de anel, o final do teto liso e com o orifício pequeno;
- Escore 1 – liso com um anel projetando-se a partir do orifício;
- Escore 2 – anel com relevo, áspero com formação de queratina de 1-3 mm do orifício;
- Escore 3 - muito áspero ao toque com queratina superior a 4 mm (MEIN *et al.*, 2001) (Figura 24).

A hiperqueratose da extremidade dos tetos é um problema presente em muitas das propriedades leiteiras, a qual tem demonstrado ser um fator importante para a saúde da glândula mamária e a sua avaliação é uma ferramenta fundamental nos programas de prevenção de infecções intramamárias (CARDOZO *et al.*, 2017).

Figura 24 – Escores de hiperqueratose na extremidade dos tetos.



Fonte – Thaler Neto, 2017.

4 MICROBIOLOGIA DO LEITE

Por sua vasta disponibilidade de água e constituição completa e balanceada de nutrientes, o leite bovino é um excelente meio de cultivo para as mais diversas classes de microrganismos. Dentre esses microrganismos, estão presentes bactérias, bolores, leveduras, vírus, entre outros, que podem ocasionar significativas alterações na qualidade do leite e de seus derivados. As bactérias são aquelas que têm maior representatividade entre todos os microrganismos que contaminam o leite e são, de maneira geral, indesejáveis, quer porque podem ser de espécies patogênicas e tornarem-se um problema de saúde pública, ou porque a sua multiplicação pode levar a prejuízos econômicos pelas transformações negativas ocasionadas no leite e seus derivados.

Os microrganismos, em especial as bactérias, estão amplamente distribuídos na natureza, podendo ser encontrados na água, solo, plantas e equipamentos de ordenha, de modo que o leite cru deixado em contato com o ambiente externo torna-se um meio aberto e propício para o seu desenvolvimento (SANTOS; FONSECA, 2007). A adaptação e multiplicação dos microrganismos está condicionada a encontrar condições que supram suas necessidades em nutrientes e condições químicas e físicas para que possam crescer, competir com outros organismos e tolerar condições adversas. Um bom exemplo é o efeito da multiplicação das bactérias ácido lácticas. Quando o leite não é armazenado sob refrigeração essas bactérias se desenvolvem, consumindo a lactose e produzindo ácido láctico, o que torna o ambiente mais ácido e pode impedir o crescimento de outras bactérias (WALSTRA *et al.*, 2006).

Figura 25 – Ilustração 3D de bactérias do gênero *Lactobacillus*, produtoras de ácido láctico.

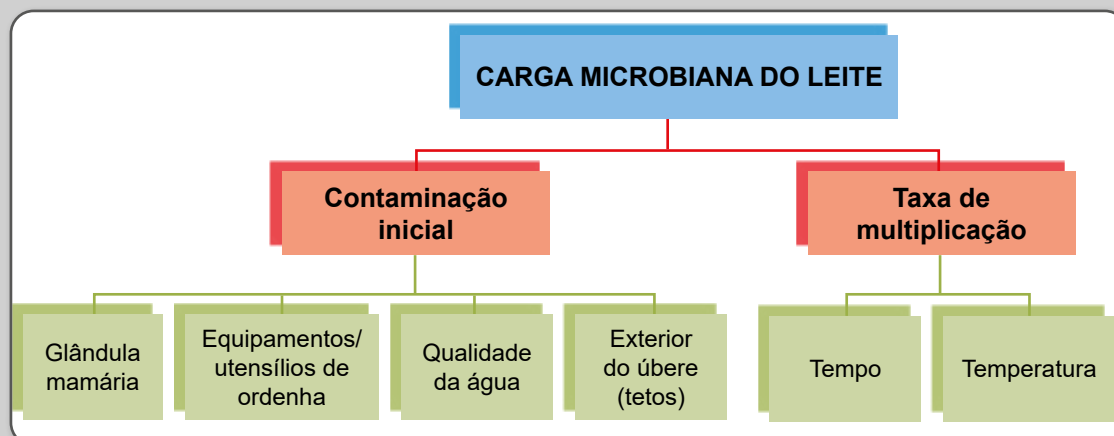


Fonte – Kateryna Kon, 2020.

4.1 FONTES DE CONTAMINAÇÃO DO LEITE

A carga microbiológica presente no leite depende do nível de contaminação inicial de microrganismos, de sua taxa de multiplicação e das condições de tempo e temperatura de armazenamento (Figura 26). A contaminação do leite pode ocorrer a partir do próprio animal (endógena) ou após a extração do leite do úbere (exógena). A contaminação por via endógena ocorre quando o animal apresenta alguma doença que tenha o leite como via de eliminação de patógenos, como, por exemplo, a tuberculose, a brucelose e a mastite. Ao ser produzido e secretado nos alvéolos da glândula mamária de uma vaca saudável, o leite é estéril. Entretanto, alguns microrganismos que colonizam a região do ducto e esfíncter do teto, geralmente provenientes do meio ambiente, são capazes de contaminar o leite secretado durante o procedimento de ordenha, o que evidencia a importância do descarte dos primeiros jatos de leite antes de iniciar a ordenha. Quando o leite é obtido de maneira higiênica, as contagens de microrganismos geralmente são baixas e as espécies encontradas com maior proporção na saída do úbere são micrococos, estreptococos e bacilos (TRONCO, 2010).

Figura 26 – Principais fatores que interferem na carga microbiana do leite.



Fonte – Portes *et al.*, 2012.

A contaminação exógena do leite está ligada com uma série de fatores que podem ser provenientes dos animais, dos ordenhadores, do equipamento de ordenha e ambiente de maneira geral. Após a saída do úbere, as principais fontes de bactérias no leite são a superfície externa dos tetos, as superfícies internas dos equipamentos de ordenha, tanque de expansão, tanques para transporte do leite e água de baixa qualidade utilizada durante e após a ordenha. Independente da fonte, medidas de boas práticas de higiene durante a obtenção, armazenamento e transporte quase sempre são a base para o controle e diminuição desta contaminação.

Para o sucesso na obtenção do leite com qualidade e prevenção de não conformidades por alta carga bacteriana no leite, é essencial seguir as boas práticas de higiene. A estrutura física da sala de ordenha deve ser compatível com a atividade, permitir fácil higienização e possuir adequado sistema de drenagem das águas servidas, evitando assim o acúmulo de esterco e outras sujidades. As condições higiênico-sanitárias dos equipamentos de ordenha também são pontos importantes e determinantes na contaminação do leite. Os sistemas de ordenha atuais implicam que, necessariamente, o leite passe por uma série de tubulações e conexões para que cheguem até o armazenamento no tanque de expansão. Sendo assim, o uso de equipamentos de ordenha íntegros e que possam ser adequadamente limpos e desinfetados é primordial. Um procedimento de higienização deficiente pode determinar o acúmulo de resíduos no interior das tubulações, as quais passam a ser uma fonte constante de contaminação do leite. O ambiente de ordenha deve possuir ventilação e iluminação adequadas. O ar deve receber atenção especial, pois alguns microrganismos ou esporos podem ser transportados por ele e entrar no leite através do ar aspirado durante a ordenha mecânica, ou cair diretamente nele durante a ordenha em baldes abertos (TRONCO, 2010).

Figura 27 – Contaminação nos equipamentos de ordenha.



Fonte – Horst, 2020.

O ordenhador, com suas práticas e hábitos, influencia diretamente todos os fatores acima expostos. Estes trabalhadores devem ter hábitos higiênicos, fazer o uso de vestimentas adequadas e limpas, possuir bom estado de saúde e não possuir ferimentos nas mãos para que não sejam uma fonte de contaminação do leite (TRONCO, 2010).

Figura 28 – Ordenhadora usando vestimentas de proteção individual.



Fonte – Yuangeng Zhang, 2020.

O animal também é uma fonte constante de contaminação. A pele do úbere, tetos, pernas e pés podem levar sujeiras, poeira, lama ou esterco quando as condições ambientais e de habitação dos animais não são adequadas, as quais podem contaminar o leite, seja pela infecção da glândula mamária ou pela contaminação direta durante o procedimento de ordenha (Figura 29). A implementação de medidas que diminuam o contato da pele do úbere e tetos com lama e fezes, a tosquia ou a queima dos pelos do úbere e os procedimentos de desinfecção dos tetos antes da ordenha são medidas estratégicas que auxiliam a diminuir a população bacteriana nesta região (SANTOS; FONSECA, 2007).

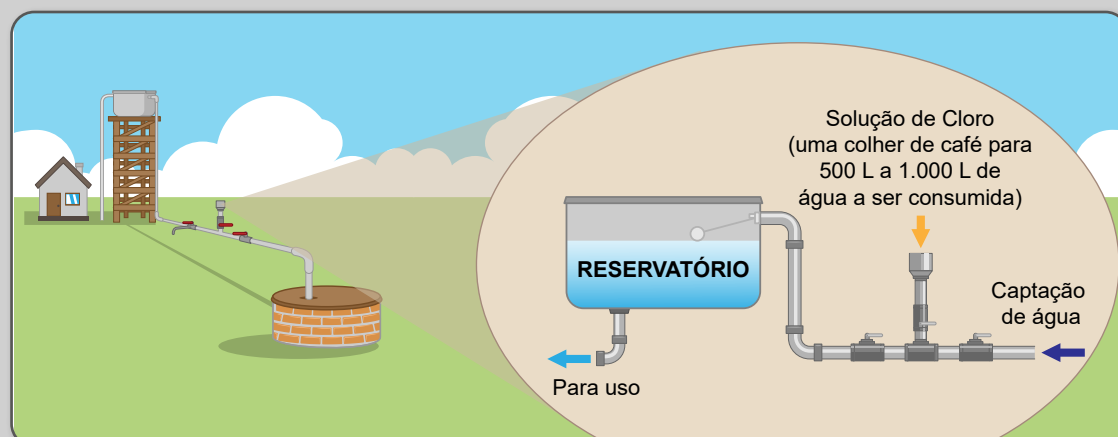
Figura 29 – Escore de higiene do úbere dos animais.



Fonte – Thaler Neto, 2017.

A água, principal ingrediente empregado na higienização de equipamentos e instalações antes, durante e após a ordenha, tem impacto direto na qualidade do leite. Este impacto se deve principalmente ao uso de água de baixa qualidade, do contato da matéria-prima com superfícies contaminadas e pela eventual incorporação ao leite de água residual proveniente da limpeza dos equipamentos. Devido à repercussão negativa que a água contaminada pode causar na qualidade do leite, a Portaria de Consolidação Nº 5 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017b) estabelece que para consumo, produção e elaboração de alimentos, a água deve ser clorada e atender aos requisitos mínimos de potabilidade. Por outro lado, a relação entre a qualidade da água utilizada na sala de ordenha e a qualidade microbiológica do leite nem sempre apresenta resultados consistentes. Isto pode estar relacionado ao fato de que os detergentes e desinfetantes comumente utilizados na ordenha podem reduzir os impactos da qualidade da água sobre a qualidade do leite. Entretanto, salientamos a importância da cloração pode ter impacto sobre a saúde no campo, visto que a mesma melhorou de forma muito acentuada a qualidade microbiológica da água (SILVA *et al.*, 2018), visto que na maioria das propriedades da água utilizada na higienização de equipamentos de ordenha é a mesma utilizada para o consumo das famílias.

Figura 30 – Esquema do clorador de água na propriedade rural.



Fonte – Sincronia Design, 2022.

Outro ponto determinante na manutenção da qualidade do leite é o seu armazenamento sob refrigeração. Visando a padronizar as práticas e diminuir as perdas qualitativas da matéria-prima decorrentes da temperatura inadequada de armazenamento, o MAPA exige que todas as propriedades rurais mantenham o leite refrigerado ainda na unidade produtora (BRASIL, 2018a). O resfriamento é uma importante ferramenta e uma das formas mais viáveis para preservar a qualidade inicial do produto na propriedade leiteira. Essa tecnologia pode ser realizada através de sistema de pré-resfriamento, tanque de expansão direta ou ambos. Os resfriadores por expansão direta devem possuir a capacidade de reduzir a temperatura do leite a 4°C no tempo máximo de até três horas após o término da ordenha, independentemente de sua capacidade (BRASIL, 2018b). Os tanques de imersão que oferecem menor eficiência de refrigeração do que os tanques de expansão não foram mais permitidos com a publicação da IN 77/2018 (BRASIL, 2018b), o que se justifica porque esses equipamentos realizam trocas de calor mais lentas e não possuem agitação mecânica do leite, fazendo com que a temperatura do leite na parte central do tarro fique mais elevada, favorecendo, assim, a multiplicação de microrganismos.

4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS MICRORGANISMOS

Os microrganismos podem ser classificados por seu tipo, patogenicidade e temperatura ideal de crescimento. Quanto ao tipo, os microrganismos que contaminam o leite podem ser bactérias, bolores, leveduras, vírus entre outros. A patogenicidade

refere-se à capacidade que alguns microrganismos que colonizam o leite possuem em causar efeitos adversos negativos na saúde da população, podendo levar ao desenvolvimento de doenças de origem alimentar. Casos de infecção alimentar implicam que o alimento atue como um transportador para o microrganismo, que entra no corpo humano através do leite contaminado (WALSTRA *et al.*, 2006). A intoxicação de origem alimentar manifesta-se quando da ingestão da toxina pré-formada nos alimentos, como acontece, por exemplo, nas intoxicações por lácteos contaminados por *Staphylococcus aureus*. Quando ocorre a ingestão de microrganismos patogênicos que produzem toxinas durante a passagem pelo trato gastrointestinal dos consumidores, temos uma toxinfecção de origem alimentar (FERNANDES, 2009).

De modo geral, os microrganismos patogênicos não produzem as enzimas responsáveis pelas alterações nas características organolépticas e composicionais do leite e, felizmente, os tratamentos térmicos aplicados na indústria de laticínios normalmente conseguem eliminar as células viáveis desses patógenos. Entretanto, o controle da contaminação do leite por esses microrganismos deve ser feito durante toda cadeia produtiva e não somente no tratamento térmico. A contaminação do leite cru por microrganismos e, conseqüentemente, o crescimento desses organismos durante o armazenamento do leite deve ser evitado, visto que durante a multiplicação microbiana no leite cru podem ser formadas toxinas termorresistentes. Além disto, excepcionalmente, algumas colônias de bactérias podem sobreviver a alguns tratamentos térmicos, como, por exemplo à pasteurização e, quanto maior a contagem de bactérias no leite cru, maior é o número de organismos que podem sobreviver após o tratamento térmico (WALSTRA *et al.*, 2006). Cabe ressaltar que não se deve consumir leite cru e nem derivados que sejam feitos a partir de leite cru sem que passem por período de maturação sanitária prevista em lei (BRASIL, 2017).

As bactérias são as que têm maior representatividade entre todos os microrganismos e, por este motivo, são as mais estudadas e descritas. Dentre as classificações mais utilizadas para as bactérias pode-se destacar a realizada pela sua temperatura de multiplicação. Nessa classificação, os principais microrganismos que contaminam o leite podem ser divididos em psicrótrófos, mesófilos e termodúricos.

Figura 31 – Crescimento do *Staphylococcus aureus* em placa de ágar sangue.



Fonte – Analysisstudio, 2020.

4.2.1 Microrganismos mesófilos

Os microrganismos mesófilos são aqueles que têm a temperatura de crescimento ótima entre 20 e 40°C e atualmente são quantificados eletronicamente pela Contagem Bacteriana Total (CBT) ou Contagem Padrão em Placa (CPP). Ao se multiplicar, esses microrganismos utilizam a lactose como substrato, a fermentam e a transformam em ácido lático e outros ácidos orgânicos, o que causa acidez do leite (TRONCO, 2010; BELOTI, 2015). Nessa classe, estão inclusas as bactérias dos gêneros *Lactococcus*, *Streptococcus*, e *Enterococcus* (SANTOS; FONSECA, 2007).

Além da condição de higiene, esses microrganismos têm especial importância do ponto de vista tecnológico, visto que além de fermentar a lactose, também produzem gases e substâncias viscosas que podem ocasionar sabores desagradáveis no leite (TRONCO, 2010). Incluídos nessa classe e merecedores de atenção estão os gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Salmonella* e *Shigella*. Por outro lado, a indústria de laticínios explora algumas cepas de bactérias ácido lácticas, do gênero *Lactococcus* e *Lactobacillus* na produção de alguns derivados lácteos, como, por exemplo, leite fermentado, iogurtes, queijos e manteiga.

Os microrganismos mesófilos predominam em situações em que há falta de condições básicas de higiene ou falhas na refrigeração do leite. A aplicação de boas práticas de higiene durante a obtenção do leite, como a realização de pré-dipping e a adequada higiene dos equipamentos e utensílios são medidas frequentemente relacionadas a menores níveis de microrganismos mesófilos no leite cru refrigerado (WERNCKE *et al*, 2016). O tipo de equipamento de ordenha, de equipamento de refrigeração e a infraestrutura da sala de ordenha também demonstram influência sobre a CBT. A figura 32 é exemplo de equipamentos que por suas péssimas condições de higiene podem tornar-se fontes de contaminação do leite cru. Neste ponto, além da frequência de limpeza, o uso de água quente e detergentes específicos para os equipamentos de ordenha são essenciais para menores contagens de microrganismos mesófilos (VOGES *et al*, 2017; RECHE *et al.*, 2015).

Figura 32 – Tampas de tanques de expansão em condições ruins de higiene.



Fonte – Thaler Neto, 2017.

Além da importância dos procedimentos de higiene e limpeza dos equipamentos e do local de obtenção e armazenamento do leite, o resfriamento rápido em temperaturas inferiores a 4,4 °C é essencial para manutenção da qualidade da matéria-prima até que seja coletada e encaminhada para o estabelecimento beneficiador (PINTO *et al.*, 2006). Seguindo-se as orientações dos fabricantes de tanques de armazenamento de leite quanto ao volume a ser resfriado e utilização dentro das especificações de armazenamento do leite cru sob refrigeração podem manter a qualidade microbiológica

(CBT e contagem de microrganismos psicrotróficos) em sistemas de transporte a granel do leite ao laticínio, com coleta máxima de 48 horas (RECHE *et al.*, 2015).

4.2.2 Microrganismos psicrotróficos

Os microrganismos psicrotróficos são descritos como aqueles que apesar de ter sua temperatura ótima de desenvolvimento entre 20 e 40 °C, têm a **habilidade de crescer em temperaturas de refrigeração** (BELOTI, 2015). Ou seja, em sua essência são microrganismos mesofílicos que se adaptaram e mantiveram o seu desenvolvimento nas condições de armazenamento em baixas temperaturas. Dentre os representantes desta classe estão inclusos bactérias, bolores e leveduras. Bactérias dos gêneros *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Serratia*, *Listeria*, *Yersinia*, *Flavobacterium*, *Corynebacterium*, *Micrococcus* e *Clostridium* são as principais psicrotróficas encontradas no leite (SANTOS; FONSECA, 2007). Esses microrganismos, por si só, não representam um grande problema para a indústria de laticínios, visto que são eliminadas pelos tratamentos térmicos (COUSIN, 1982). Entretanto, alguns representantes dessa classe possuem habilidade de produzir enzimas proteolíticas e lipolíticas termorresistentes que podem causar efeitos deteriorantes no leite e derivados lácteos (COUSIN, 1982; ARCURI *et al.*, 2008).

A instituição da refrigeração obrigatória ainda nas propriedades rurais auxiliou no controle da multiplicação de microrganismos que se multiplicam em temperatura ambiente (mesófilos) e, conseqüentemente, na ação acidificante causada por esses microrganismos. Entretanto, nessas condições, as bactérias psicrotróficas continuam se desenvolvendo, principalmente quando as condições de higiene na obtenção e armazenamento não são adequadas. O armazenamento do leite cru em salas de leite e tanques de armazenamento com piores condições higiênico-sanitárias leva a maiores contagens bacterianas totais e contagens de microrganismos psicrotróficos no leite (FELIPUS, 2017).

A multiplicação dos microrganismos do leite depende da contaminação inicial, do tempo e da temperatura de armazenamento (GUERREIRO *et al.* 2005). Sendo assim, condições adequadas de higiene durante a obtenção e armazenamento sob refrigeração e no menor tempo possível são essenciais para manter o leite com baixa contaminação inicial, de modo que seja transportado e beneficiado com a qualidade mais próxima possível a quando foi extraído da glândula mamária. Quando a contaminação inicial do leite na propriedade rural é elevada, o tempo, temperatura e as condições de transporte irão acentuar o desenvolvimento de microrganismos e, conseqüentemente, diminuir a qualidade da matéria-prima que chegará ao laticínio.

Uma baixa contagem de psicrotróficos é fundamental para manter a qualidade e a vida de prateleira do produto final; porém, atualmente não existe nenhuma legislação que limite quantidades aceitáveis de microrganismos psicrotróficos no leite cru, bem como não existe nenhuma análise compulsória para a quantificação dos mesmos.

4.2.3 Microrganismos termodúricos

Os microrganismos termodúricos são aqueles que possuem temperatura ótima de crescimento entre 45 e 65 °C, e a capacidade de sobreviver ao tratamento térmico de pasteurização (FERNANDES, 2009; BELOTI, 2015). São exemplos de microrganismos termodúricos: *Micrococcus*, *Microbacterium*, *Lactobacillus* e *Streptococcus*. Gêneros como *Clostridium* e *Bacillus* também são exemplos desta classe e são formadores de esporos (SANTOS; FONSECA, 2007). A alta contagem de bactérias termodúricas está associada com deficiências crônicas ou persistentes de limpeza dos equipamentos de ordenha, possibilidade de rachaduras ou outras soluções de continuidade nos equipamentos, tetos sujos com lama ou outras sujeiras do solo. Como esses microrganismos sobrevivem à pasteurização, podem causar problemas na vida de prateleira do leite e de seus derivados, principalmente se as bactérias termodúricas forem também psicrotróficas.

Figura 33 – Problemas de conservação do leite por bactérias termodúricas.



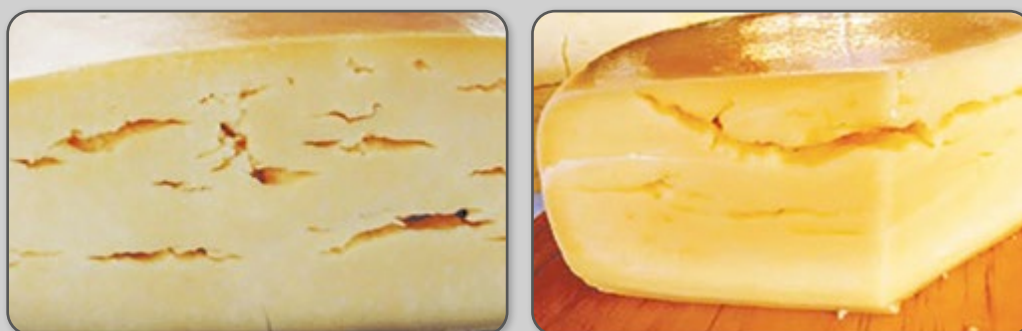
Fonte – Sincronia Design, 2022.

4.3 ALTERAÇÕES CAUSADAS POR MICRORGANISMOS

A manutenção da qualidade do leite está diretamente relacionada com a quantidade e tipo de microrganismos que o colonizam. Além da preocupação com a saúde pública, enfrentamos a preocupação econômica da indústria com relação ao rendimento industrial, vida de prateleira e características organolépticas do leite e seus derivados.

Os microrganismos fermentadores da lactose são capazes de formar ácidos, gases e álcool. O ácido láctico formado por estes microrganismos, faz com que o pH do leite diminua. Quando o pH do leite chega a 4,6 pode fazer com que a caseína coagule, tornando essa matéria-prima inapta para o beneficiamento no laticínio. Microrganismos do gênero *Clostridium*, durante o metabolismo da lactose, produzem o ácido butírico, CO₂ e H₂ e podem ocasionar problemas de estufamento tardio em queijos (TRONCO, 2010). Da mesma maneira, quando bactérias do grupo coliforme estão presentes em quantidades significativas, essas podem levar a problemas tecnológicos de estufamento precoce em queijos produzidos a partir de leite cru.

Figura 34 – Queijos Minas artesanais apresentando trincas internas típicas de estufamento tardio.



Fonte – Sobral, D. 2017.

Atualmente, os microrganismos que causam a destruição de gorduras e proteínas são, sem dúvidas, os que mais causam “dor de cabeça” às indústrias de laticínios. Nessa classe, os microrganismos psicrotróficos são os mais descritos, pela produção de suas enzimas lipolíticas e proteolíticas, que resistem aos tratamentos térmicos e permanecem agindo negativamente no leite e seus derivados durante a vida de prateleira do produto. A lipólise (degradação das gorduras) causada pelas lipases de origem microbiana, causam a liberação de ácidos graxos livres, os quais são responsáveis pelo desenvolvimento de sabor e cheiro característico de ranço no leite e seus derivados (TRONCO, 2010; BELOTI; 2015).

As enzimas que causam proteólise (degradação das proteínas), das bactérias psicotróficas, principalmente do gênero *Pseudomonas*, causam a degradação das frações de caseína do leite, liberando peptídeos solúveis responsáveis pelo aparecimento de sabor amargo (SANTOS; FONSECA, 2007). Esta ação também já foi associada com a redução no rendimento produtivo de derivados lácteos, alterações no processo de coagulação da fabricação de queijos e gelatinização do leite UHT quando submetido a períodos prolongados de armazenamento (SANTOS; FONSECA, 2007).

Por fim, sabores, odores e cor alterados podem ser produzidos por microrganismos de diferentes classes. É importante, no entanto, que saibamos diferenciar as alterações sensoriais causadas pelos microrganismos daquelas provenientes do manejo alimentar dos animais e de eventuais odores absorvidos durante a manipulação.

4.4 PREVENÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES DO LEITE POR ALTA CARGA BACTERIANA – BOAS PRÁTICAS NA ORDENHA, ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DO LEITE CRU

A ordenha é o momento crucial para garantir a qualidade microbiológica do leite. Tendo em vista que a contaminação bacteriana inicial no leite acontece no momento da ordenha, podendo aumentar no armazenamento e transporte até a indústria. A utilização das práticas recomendadas ao manejo da ordenha reduzem a contaminação inicial do leite e são essenciais em termos de prevenção de não conformidades do leite produzido em relação às cargas bacterianas estabelecidas na legislação vigente.

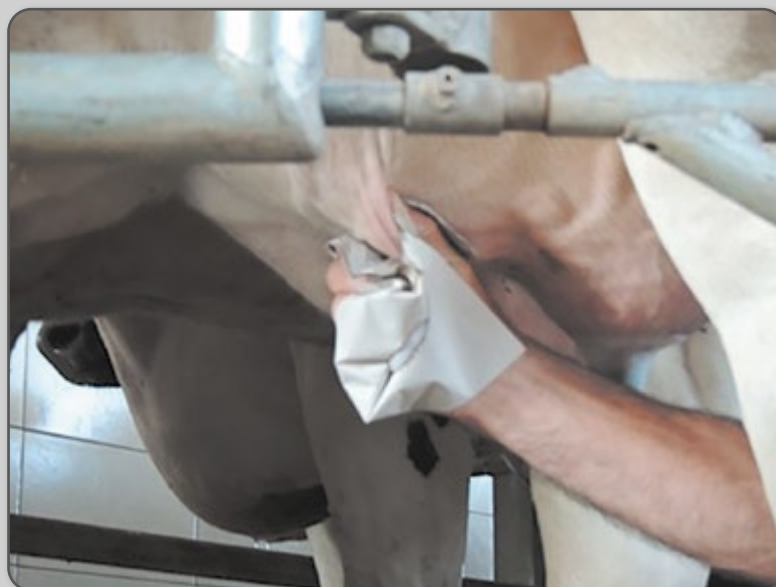
Várias práticas são adotadas para garantir a qualidade do leite durante e após a ordenha, garantindo a baixa contaminação inicial do mesmo. Uma dessas práticas é a sanitização dos equipamentos de ordenha, realizada aproximadamente 30 minutos antes de seu uso. Nesse procedimento, é utilizada uma solução sanitizante a base de diferentes princípios ativos, especialmente o cloro e o ácido peracético, para realizar o enxágue da ordenhadeira e eliminar possível contaminação dos equipamentos de ordenha antes de iniciar a retirada do leite. Outra medida essencial na prevenção da contaminação do leite é a realização da técnica de pré-dipping, a qual consiste na imersão dos tetos das vacas em soluções desinfetantes tais como cloro, iodo, clorexidine e ácido láctico para limpar e desinfetar a superfície do teto (Figura 35). Deve-se aguardar 30 segundos, que é tempo necessário para que o produto possa agir, alcançando inclusive as rugosidades do teto e fazer a limpeza dos tetos com papel toalha, utilizando um papel por teto (Figura 36), para evitar a contaminação cruzada.

Figura 35 – Aplicação de produto pré-dipping.



Fonte – Thaler Neto, 2017.

Figura 36 – Secagem individual dos tetos com papel toalha.



Fonte – Thaler Neto, 2017.

Após a ordenha, a correta limpeza dos equipamentos utilizados é parte crucial do processo de obtenção do leite com qualidade, evitando o crescimento e proliferação bacteriana entre uma ordenha e outra. Logo após o término da ordenha, é realizado o enxágue com água morna para a remoção dos resíduos de leite que ainda estão no sistema, observando a temperatura entre 35 °C e 40 °C graus, pois abaixo ocorre a solidificação da gordura e acima de 53 °C ocorre desnaturação de proteínas. Em seguida, utiliza-se detergente alcalino clorado, diluído em água quente, aproximadamente a 70 °C, sendo que a eficácia do detergente alcalino depende da alta temperatura da água. Deve-se deixar a solução circulando no sistema entre 7 a 10 minutos. O detergente alcalino clorado deve ser usado após cada ordenha, pois tem a finalidade de remover resíduos de gordura e proteína após o enxágue inicial. Após a circulação do produto no sistema, a temperatura de saída da água não deve ser menor do que 43 °C. A limpeza com detergente ácido deve ser realizada pelo menos duas vezes por semana, sendo que essa etapa tem por objetivo remover os depósitos minerais de origem da água e do leite. A ordem da limpeza deve ser: detergente alcalino, enxague com água, detergente ácido morno.

A temperatura de armazenamento do leite cru é de até 4 °C para tanques de expansão, sendo que o leite deve atingir esta temperatura em até 3 horas após a ordenha (IN 77/2018b). Assim, o correto dimensionamento da capacidade do tanque é importante para assegurar a qualidade microbiológica do leite impedindo a proliferação bacteriana.

Após a coleta do leite, deve ser feita a limpeza do tanque de expansão, de acordo com a indicação do fabricante. Deve-se, primeiramente, enxaguar o tanque de refrigeração com água em abundância até que todo resíduo seja removido. Lavar com detergente espumante a 0,5% (50 mL de detergente para cada 10 L de água a 40 – 45 °C) com escova própria, escovando principalmente a pá e o interior da tampa. Depois, enxaguar com água fria em abundância, drenar e deixar secar. A qualidade da água usada para fazer a limpeza dos equipamentos de ordenha e do tanque de armazenamento deve ser alta, pois a água também pode ser uma fonte de contaminação do leite, principalmente quando não são seguidos os procedimentos indicados de temperatura da água e uso de detergentes específicos.

Por fim, o transporte do leite cru a granel em caminhões com tanques isotérmicos é um desafio que a indústria de laticínios precisa enfrentar diariamente. As condições de limpeza dos veículos, técnicas utilizadas durante a coleta, a precariedade das estradas, a falta de capacitação dos técnicos, o tempo e a temperatura de armazenamento durante o transporte e a mistura do leite de diversas propriedades e de diversos níveis

de qualidade são alguns pontos que exemplificam o quão complexo e difícil é manter a qualidade do leite durante a rota de coleta de transporte.

A capacidade técnica e conscientização do transportador em coletar o leite respeitando as boas práticas são chaves para a manutenção da qualidade do leite entre a propriedade rural e a usina de beneficiamento. Neste aspecto, o planejamento do laticínio para a coleta e transporte do leite a granel deve ser realizado priorizando-se os indicadores que afetam diretamente a qualidade microbiológica, visto que o transporte a granel não apresenta efeitos significativos sobre a composição química, CCS e parâmetros físico-químicos do leite cru refrigerado (FELIPUS, 2017). Medidas simples como a diminuição do tempo das rotas de coleta de leite, evitando assim o aumento excessivo da temperatura da matéria-prima durante o trajeto, podem auxiliar no controle da contagem bacteriana total, enquanto o transporte da matéria-prima em caminhões adequadamente limpos auxilia na manutenção da qualidade do leite tanto em termos de CBT quanto de contagem de microrganismos psicotróficos (FELIPUS, 2017).

Figura 37 – Coleta de leite na propriedade.



Fonte – Photoagriculture, 2022.

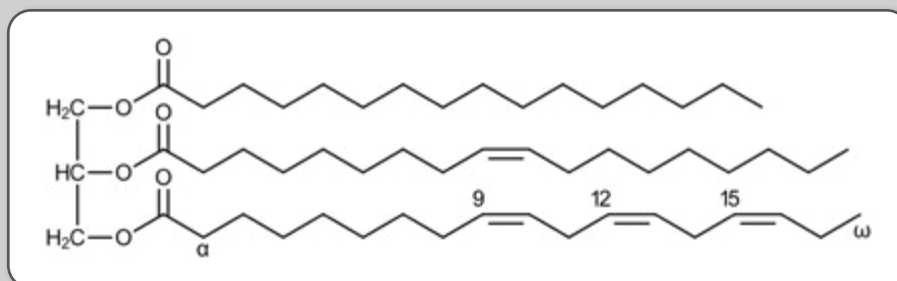
5 COMPOSIÇÃO DO LEITE

5.1 TEOR DE GORDURA

Dos componentes do leite, o teor de gordura é o que mais varia, tanto em função de aspectos genéticos, do nível de produção de leite das vacas, bem como em função da alimentação. Assim sendo, alterações no teor de gordura podem ser utilizadas como uma importante fonte de informação sobre a fermentação no rúmen e o funcionamento do manejo alimentar.

A gordura do leite é formada principalmente por triglicerídeos, os quais são compostos por três moléculas de ácidos graxos em ligação covalente a uma molécula de glicerol (Figura 38). Os ácidos graxos que apresentam até 16 carbonos, na sua maioria, são sintetizados nos alvéolos da glândula mamária (síntese *de novo*) e tem como principal precursor o ácido acético que é produzido no rúmen principalmente pela degradação dos carboidratos estruturais, enquanto que alguns ácidos graxos com mais de 16 carbonos são transferidos do sangue para a glândula mamária e são provenientes dos lipídios da dieta ou da mobilização de gordura corporal.

Figura 38 – Fórmula estrutural dos triglicerídeos saturados, monoinsaturado e poli-insaturados.

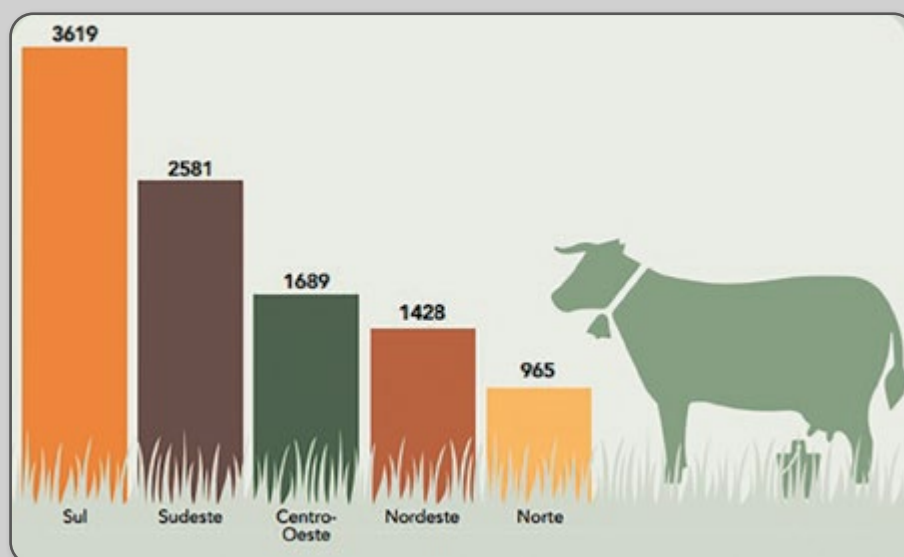


Fonte – Otiswalton48, 2022.

Os teores médios de gordura no leite ainda são relativamente elevados, em partes devido ao fato de que muitas propriedades leiteiras ainda apresentam baixa produção por vaca. Na figura 38, são apresentadas as médias regionais de produtividade por vaca/ano, demonstrando que a produtividade média em 2020 foi de 2.192 litros/vaca/ano, nível que não compromete os teores de gordura (CARVALHO *et al.*, 2017), de modo que o *pool* de leite recebido pelas indústrias apresenta teores relativamente

altos de gordura. As políticas de remuneração por qualidade adotadas pelas indústrias de laticínios também afetam consideravelmente os teores de gordura, visto que os produtores podem adotar técnicas de manejo e alimentação que favoreçam a produção de leite ou o teor de gordura.

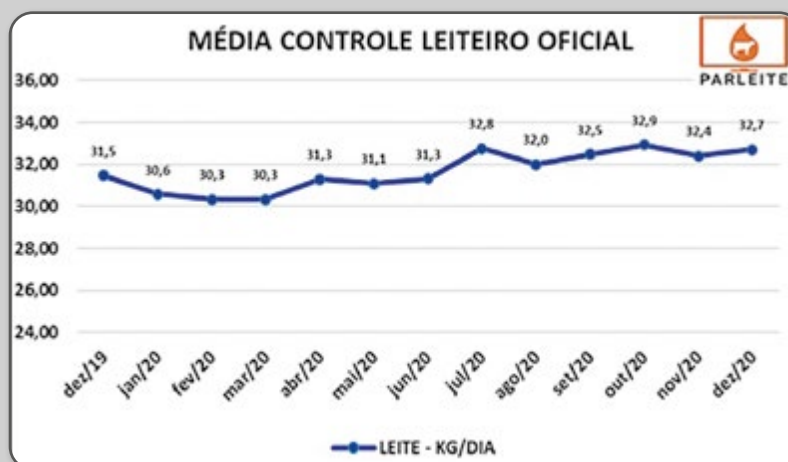
Figura 39 – Ranking de produtividade das vacas em lactação (litros/vaca/ano) em 2020.



Fonte – IBGE, 2020.

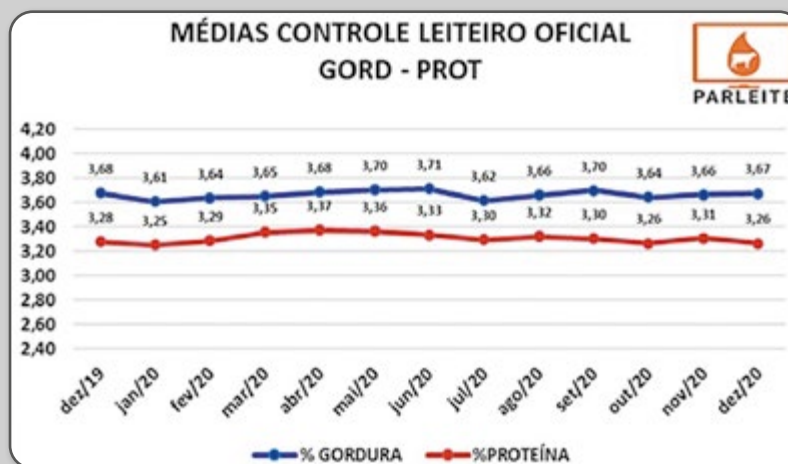
Entretanto, em sistemas com alta produção de leite por vaca, a obtenção de leite com bons teores de gordura é um desafio devido à correlação negativa entre a produção de leite e teor de gordura. Porém, elevadas produções podem ser compatíveis com adequado teor de gordura no leite, sendo que esses resultados podem ser observados nas médias de controle leiteiro oficial do estado do Paraná para produção do leite e teor de gordura (Figura 40 e 41). Altas produções de leite com bons teores de gordura são obtidas quando as dietas são formuladas para potencializar a degradação de carboidratos fibrosos e, conseqüentemente a produção de ácidos graxos voláteis, primando pelo funcionamento e saúde ruminal.

Figura 40 – Média mensal de produção leite Kg/Vaca/dia, dos animais em Controle Leiteiro Oficial, da APCBRH, período de dezembro 2019/2020.



Fonte – APCBRH, 2021.

Figura 41 – Médias mensais de percentuais de gordura e proteína, dos animais em Controle Leiteiro Oficial, da APCBRH, período de dezembro 2019/2020.



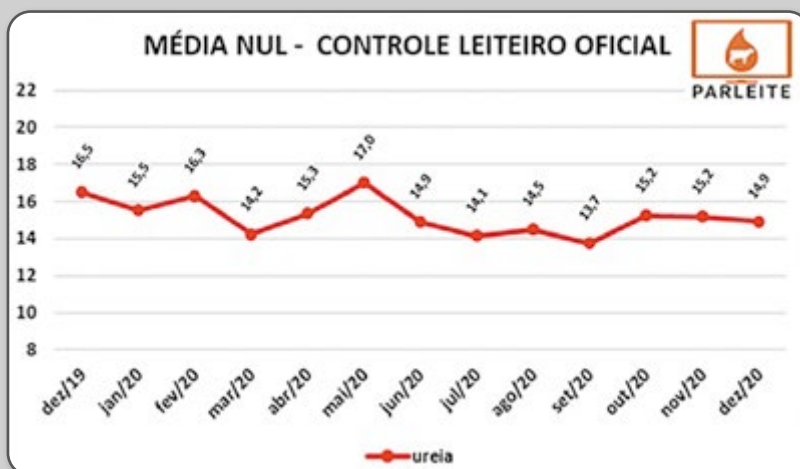
Fonte – APCBRH, 2021.

Figura 42 – Média mensal de contagens de células somáticas (CCS) dos animais em Controle Leiteiro Oficial, período de dezembro 2019/2020.



Fonte – APCBRH, 2021.

Figura 43 – Média mensal de nitrogênio ureico no leite (NUL) dos animais em Controle Leiteiro Oficial, período de dezembro 2019/2020.



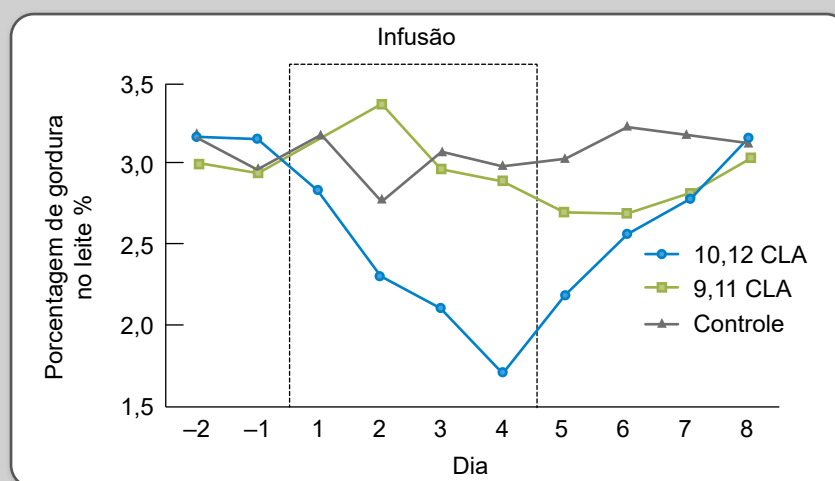
Fonte – APCBRH, 2021.

O mecanismo nutricional responsável pela alteração nos teores de gordura no leite é o fornecimento de ácidos graxos insaturados (AGI), os quais compõem a gordura dos alimentos normalmente ingeridos pelas vacas leiteiras, tanto volumosos como concentrados. Esses ácidos graxos são prejudiciais aos microrganismos ruminais, que possuem enzimas capazes de promover a biohidrogenação destes ácidos graxos no rúmen, transformando-os em ácidos graxos saturados. Entretanto, esta biohidrogenação é apenas parcial, sendo a biohidrogenação prejudicada pela redução do pH ruminal, de modo que nas situações de acidose ruminal, favorece o

aumento da proporção de ácidos graxos parcialmente biohidrogenados, tais como o isômero do ácido linoléico conjugado (CLA), trans-10, cis-12, que inibe a síntese da gordura do leite na glândula mamária pela regulação da expressão de vários genes envolvidos na lipogênese, diminuindo a síntese de ácidos graxos de cadeia curta e média na glândula mamária (HARVATANE *et al.*, 2009).

Na figura 44 observa-se um exemplo do efeito da utilização dos isômeros CLA, trans-10, cis-12, sobre o teor de gordura no leite, no qual, após quatro dias de utilização, ocorreu uma redução de aproximadamente 3,2 % para 1,75 % de gordura no leite.

Figura 44 – Resposta do teor de gordura no leite em função da infusão no abomaso dos isômeros de ácido linoléico conjugado (CLA), trans-9, cis-11 e trans-10, cis-12 em comparação ao controle (sem CLA).



Fonte – Adaptado de Harvatine *et al.*, 2009.

O teor de gordura do leite é considerado indicador do funcionamento e saúde ruminal das vacas em lactação. Logo, vários fatores que influenciam o funcionamento e saúde ruminal tem impacto direto no teor de gordura do leite, principalmente os que comprometem a estabilidade do pH ruminal. Portanto, a manutenção do pH ruminal é essencial para maximizar a fermentação microbiana e favorecer a biohidrogenação completa dos AGI, **evitando a formação do CLA trans-10, cis-12** e, conseqüentemente, a depressão na síntese de gordura no leite. O fator primordial para a manutenção do pH ruminal é respeitar as recomendações para os teores de fibra em detergente neutro fisicamente eficaz (FDNfe) na dieta que, segundo Mertens (1997) e o NRC (2001), para vacas de alta produção o mínimo recomendado é de 25% do total de fibra em detergente neutro (FDN), sendo a faixa ideal de 28 a 32%, sendo que 75% deveriam ser provenientes de forragens. Porém, esses conceitos são eficientes quando é utilizada dieta totalmente misturada, com tamanho de partícula adequado e milho moído como fonte de amido na dieta.

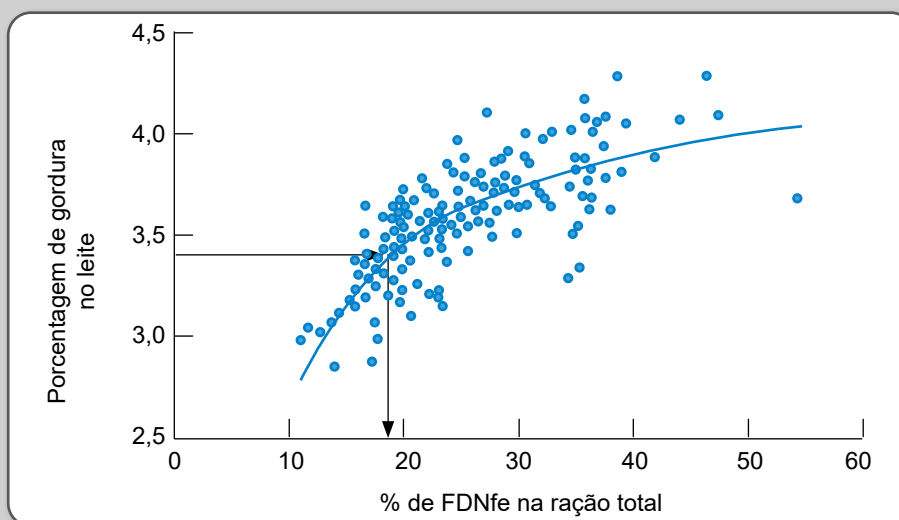
Figura 45 – Vacas em confinamento recebendo dieta totalmente misturada.



Fonte – SGR, 2021.

O teor de FDNfe é responsável por manter a atividade de ruminação sem o comprometimento da motilidade, estimulando a produção de saliva que é um tamponante e contribui para manter a estabilidade do pH ruminal. Nas dietas em que existe a necessidade de utilizar uma quantidade maior de concentrado ou que o concentrado seja fornecido em poucas refeições durante o dia, ou que o ponto de moagem dos grãos seja muito fino, deve-se destinar atenção redobrada para o teor de FDNfe, sendo que, nestas condições, 21% de FDN da dieta tem que ser proveniente de forragens, do total de 28% de FDN na dieta e 20% das partículas precisam ter 4 cm de comprimento para que as vacas em lactação consigam manter 25 min de ruminação por hora com 3,4% de gordura no leite. Portanto, como se observa na Figura 46 o teor de fibra efetiva na dieta é fundamental para manter os teores de gordura no leite. A determinação da efetividade física da fração FDN é feita pela mensuração do tamanho das partículas do alimento, a qual é feita principalmente por um conjunto de peneiras denominado *Penn State Particle Separator* (PSPS) (Figura 47), em que originalmente era tomado o valor de FDN retido acima da malha de 1,18 mm como efetivo. Com o desenvolvimento de outros estudos, observou-se que o valor crítico para uma partícula escapar do rúmen é maior que 1,18 mm, sendo atualmente adotado como FDNfe aquele retido acima da malha de 4 mm. Outros métodos e peneiras tem uso descrito, porém, sem importância prática (HEINRICHS, 2017).

Figura 46 – Relação entre fibra em detergente neutro fisicamente eficaz (FDNfe) e o teor de gordura observado no leite.

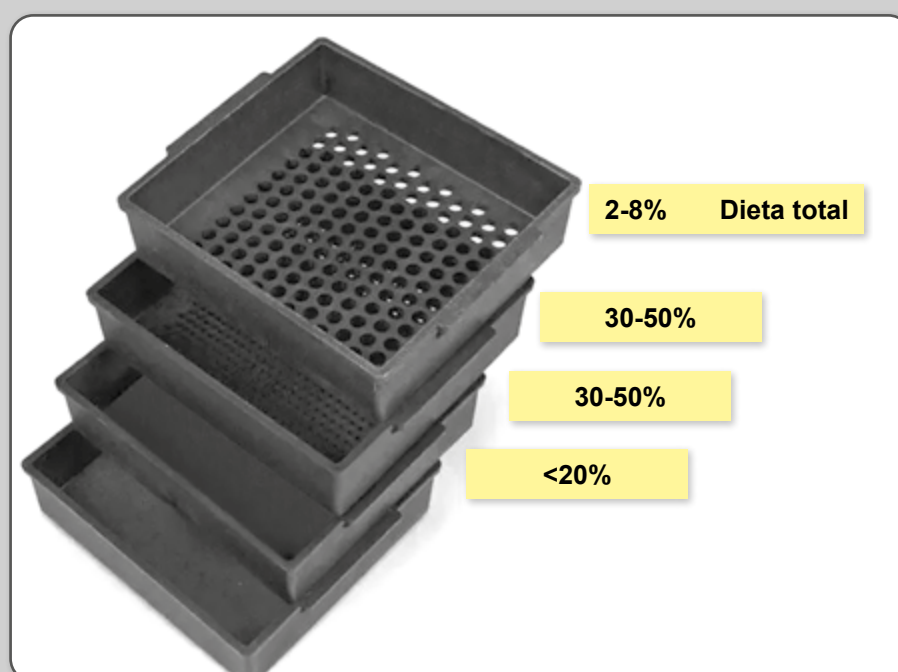


Fonte – Adaptado de Mertens, 1997.

? VOCÊ SABIA?

GORDURA NO LEITE = GENÉTICA + CUIDADOS NO pH RUMINAL

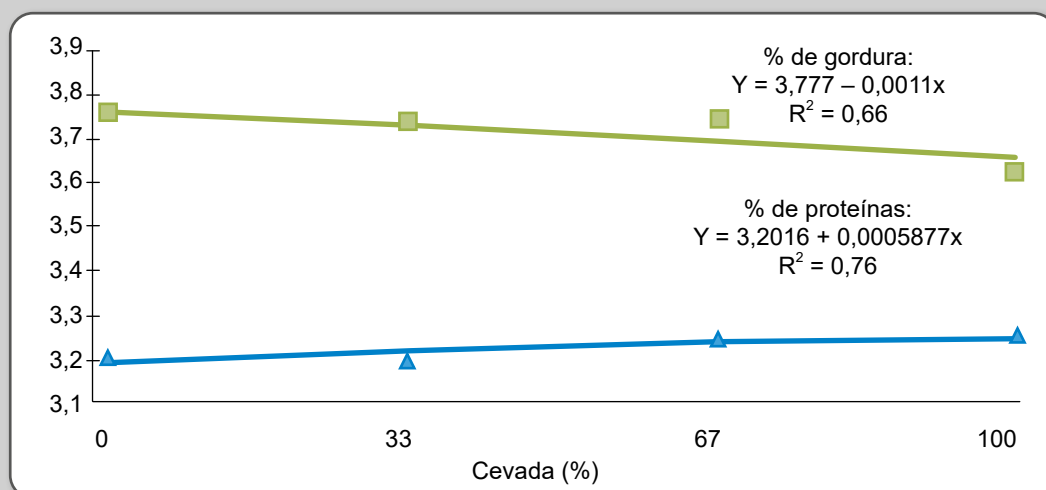
Figura 47 – Peneiras utilizadas para a separação de partícula.



Fonte – SUPRIVET, 2021.

Por outro lado, é necessário conhecer o tipo de carboidratos que compõem o concentrado para saber a velocidade de degradação no rúmen. A utilização de concentrado rico em amido (ex: milho finamente moído, cevada) diminuiu a gordura no leite comparado ao concentrado com elevado teor de fibra digestível (ex: casca de soja), bem como o processamento e a armazenagem podem alterar a taxa de degradação do amido, como é caso da floculação e da silagem de grão úmido, sendo que ambas **aumentam a taxa de degradação do amido, podendo reduzir o teor de gordura no leite**. A velocidade de degradação do amido pode ser observada na figura 48, na qual a substituição de milho por cevada reduz o teor da gordura no leite em função do aumento na taxa de degradação do amido proveniente da cevada.

Figura 48 – Teor de gordura e proteína em função do nível de substituição de milho por cevada.



Fonte – CÓRDOVA *et al.*, 2005.

A utilização de aditivos como ionóforos (monensina, lasalocida), modifica a fermentação ruminal. A principal ação de um ionóforo é a redução no número de bactérias gram-positivas, responsáveis pelas maiores perdas de energia em gás carbônico, metano e pela proteólise exacerbada. Essa modificação na microbiota ruminal direciona a fermentação para a produção de maiores quantidades de propionato, em detrimento do acetato, sendo que o propionato, por sua vez, é uma molécula de maior valor energético ao animal. Outro efeito de um ionóforo é a redução no consumo, que acompanhado de uma maior produção, leva a incremento na eficiência alimentar. A redução no suprimento de acetato e a maior produção de leite acarretam em menor quantia diária de gordura produzida e também na diluição da mesma, de modo que o leite apresenta um menor teor de gordura (DUFFIELD *et al.*, 2008).

ATENÇÃO

O teor de gordura no leite é indicador de saúde ruminal.

Ainda é necessário considerar os efeitos ambientais, como estresse térmico que tem influência direta no consumo voluntário das vacas em lactação. Diante da redução do consumo, a vaca em lactação realiza a seleção dos alimentos, deixando de consumir a parte fibrosa, proveniente das forragens, reduzindo a ruminação e produção de saliva que atua como um tamponante natural e, consequentemente aumentando o consumo de concentrado, contribuindo para a redução do pH ruminal, da produção de acetato e do teor de gordura no leite.

ATENÇÃO

O pH crítico do rúmen é 5,6.

Além das alterações em função da nutrição, outro aspecto precisa ser considerado em relação ao teor de gordura: o fator genético.

Neste sentido, inicialmente devem ser consideradas as diferenças raciais. No sul do Brasil, as principais raças exploradas têm sido Holandesa e Jersey, raças cujas diferenças têm sido demonstradas em alguns estudos. A raça Holandesa tem como característica vacas de grande porte, com elevada produção de leite e grande eficiência na conversão de kg de alimento em kg de leite fluido. Por sua vez, a raça Jersey tem menor porte e menor produção de leite, destacando-se pela maior concentração de sólidos, gordura e proteína, sendo a raça mais eficiente na conversão de alimento em kg de sólidos do leite (VANCE *et al*, 2012). A comparação entre as raças pode ser feita preferencialmente em grandes populações. Por exemplo, quando se observam os dados de controle leiteiro dos Estados Unidos, verifica-se que a produção de uma vaca Jersey corresponde à aproximadamente 75% da Holandesa (Tabela 1). Por outro lado, os teores de gordura e proteína da raça Jersey superam a Holandesa em aproximadamente 28 e 19%, respectivamente, sendo que a produção de gordura em quilos aproxima-se de uma vaca da raça Holandesa (aproximadamente 97%).

Tabela 1 – Produção e composição do leite (ajustadas para idade adulta, 305 dias de lactação e 2 ordenhas) de vacas em controle leiteiro oficial nos Estados Unidos, paridas em 2015.

Raça	Nº lactações	Leite (kg)	Gordura (%)	Gordura (kg)	Proteína (%)	Proteína (kg)
Holandês	2.291.188	12.361	3,73	461	3,06	378
Jersey	296.775	9.341	4,77	445	3,63	339
% Jersey em relação ao Holandês		75,6	127,9	96,6	118,6	89,7

Fonte – Adaptado de Norman; Walton; DÜRR, 2017.

Dentro de cada raça, a seleção para produção de sólidos do leite é fundamental para garantir bons teores de sólidos do leite em longo prazo. No Brasil, o reflexo de décadas de um mercado lácteo com pagamento por volume tem sido a seleção direcionada à produção de leite, em detrimento de gordura e proteína. Na última década, a implantação de sistemas de pagamento pela concentração de sólidos tem revertido aos poucos esse cenário. A seleção para o teor de sólidos não é feita diretamente, mas através da seleção para produção diária de sólidos, especialmente gordura e proteína, os quais são os constituintes geneticamente mais manipuláveis. Caso fosse feita a seleção com base no teor de cada sólido, a produção de leite poderia ser penalizada, já que essas características apresentam uma correlação negativa entre si. As características da produção diária de gordura e proteína apresentam herdabilidade média ao redor de 30%, sendo facilmente melhoradas em intervalos curtos de tempo (BOURBON, 1997).



PARA SABER MAIS

O curso “Melhoramento genético” explica esses conteúdos e também como avaliar um programa de melhoramento na propriedade!

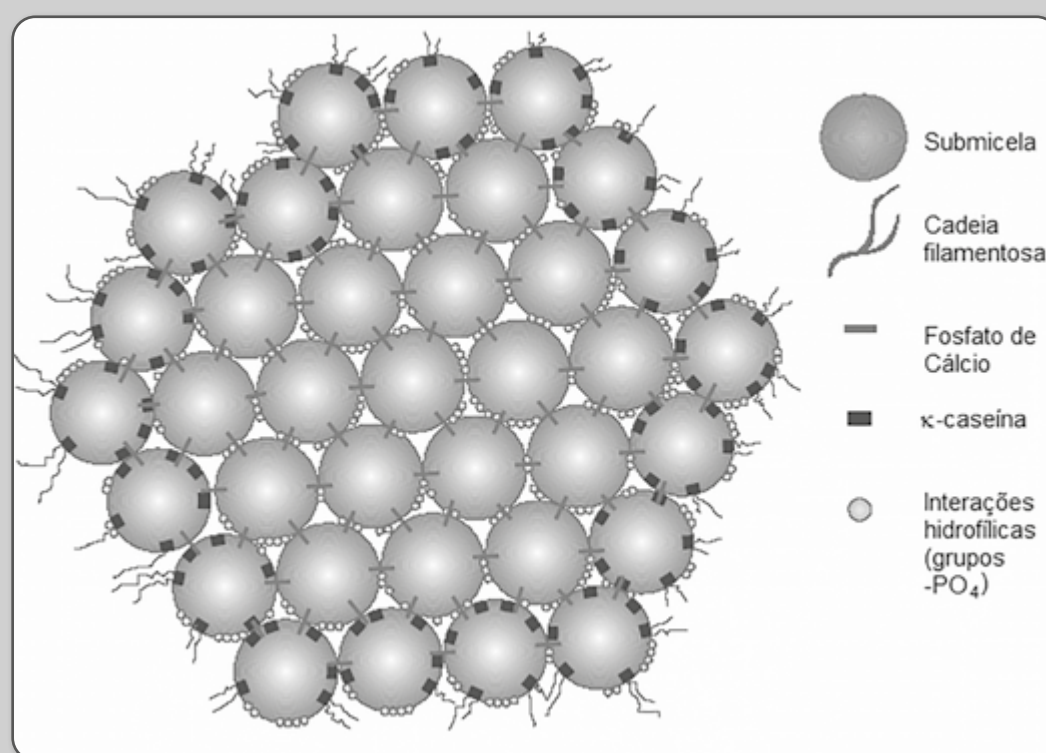
A seleção de animais com maior produção de gordura tem atingido valores expressivos nas últimas décadas, mostrando que há variabilidade genética e a possibilidade de ganhos genéticos continuados. Como exemplo, nos Estados Unidos, os touros da raça Holandesa têm apresentado valores genéticos médios superiores em mais de 30 kg de gordura por lactação, em comparação à base genética contemporânea (GARCÍA-RUIZ *et al.*, 2016). Na Irlanda, a adoção de um sistema de pagamento composto por $A+B-C$ = Valor recebido pelo leite, (A= valor do kg de proteína, B= Valor do kg de gordura e C=Custo de processamento por litro de leite) tem conduzido à seleção genética para maiores produções de sólidos e consequente maior teor deles por litro de leite. Essa mudança pode ser observada pelo incremento de 0,45% no teor de gordura, passando de 3,74% em 1990 para 4,19% em 2015 (ICBF, 2016).

Além do valor econômico dos sólidos do leite, a seleção de animais com maior produção dos mesmos ajuda a melhorar a eficiência de uso dos recursos, já que animais de maior produção diluem os custos de manutenção, apresentando menor impacto no preço por unidade do produto final.

5.2 TEOR DE PROTEÍNA

As principais proteínas do leite são sintetizadas pelas células epiteliais da glândula mamária a partir de aminoácidos extraídos da corrente sanguínea. A caseína é considerada a proteína verdadeira do leite, e se encontra no leite na forma de micela (Figura 49), porém, em casos de mastite, ocorre a desestabilização das micelas com parcial hidrólise da caseína. Em função disso, o aumento na CCS ocasiona significativa redução na síntese de caseína responsável pelo rendimento dos derivados lácteos, como queijos.

Figura 49 – Estrutura da micela de caseína.



Fonte – Bylund, 1995.

A contagem de células somáticas (CCS) afeta a síntese de caseína e, consequentemente, o rendimento do queijo, ou seja, a quantidade de leite necessária para produzir um quilograma de queijo. Em experimento com produção de queijo colonial a partir de leite pasteurizado, Mattiello *et al.* (2017) demonstraram que, quanto maior a CCS, maior a quantidade de leite utilizada na produção de um quilograma de queijo.

A proteína do leite também sofre influência racial e do nível de produção de leite, porém, menos marcante que a gordura, sendo o melhoramento genético fundamental para manutenção de bons teores de proteína a longo prazo. Em análises de dados de controle leiteiro observa-se a relação contrária entre raça e produção com o teor de gordura e proteína do leite, ou seja, a medida em que a quantidade de gordura e proteína no leite aumenta, reduz produção de leite características da raça Jersey. No caso da raça Holandesa, o aumento da produção de leite reduz os teores de gordura e proteína, demonstrando que nível de produção e raça tem influência significativa nos teores de gordura e proteína do leite (ALESSIO *et al.*, 2016).

Outro fator determinante no teor de proteína do leite é a dieta, sendo que vacas alimentadas com dietas ricas em concentrado, o qual possui elevada quantidade de carboidratos não fibrosos produzem leite com mais proteína, visto que a fermentação do amido presente no concentrado favorece o crescimento e desenvolvimento das bactérias ruminais que contribuem para maximizar a síntese de proteína microbiana. O suprimento estimado de proteína metabolizável, tanto de proteína microbiana (PMic) como proteína não degradável no rúmen (PNDR) é o principal fator que determina a secreção de proteína do leite em lactação, uma vez que o perfil de aminoácidos duodenais deve ser semelhante ao da proteína do leite para aumentar o percentual de proteína do leite. Conforme a Tabela 2, a proteína microbiana possui perfil de aminoácidos semelhantes aos das proteínas do leite (NRC, 2001; PATTON *et al.*, 2014). Portanto, em ruminantes, maximizar a produção de proteína microbiana é fundamental para síntese de proteína no leite, bem como a utilização da PNDR, a qual também contribui para o fornecimento de aminoácidos para a síntese de proteína do leite.

Tabela 2 – Perfil de aminoácidos essenciais em percentual da proteína total (% de PT) para a proteína do leite, bactérias e protozoários ruminais.

Aminoácidos essenciais (% de PT)	Proteína do leite	Bactérias ruminais	Protozoários ruminais
Arginina	3,3	5,1	3,5
Histidina	2,8	2,0	1,5
Isoleucina	5,7	5,7	5,5
Leucina	9,9	8,1	6,7
Lisina	7,9	7,9	8,2
Metionina	3,0	2,6	1,7
Fenilalanina	5,0	5,1	4,7
Treonina	4,1	5,8	4,4
Triptofano	1,4	--	--
Valina	6,6	6,2	5,2
Total	49,7	48,5	42,4

Fonte – Adaptado de Patton *et al.*, 2014.

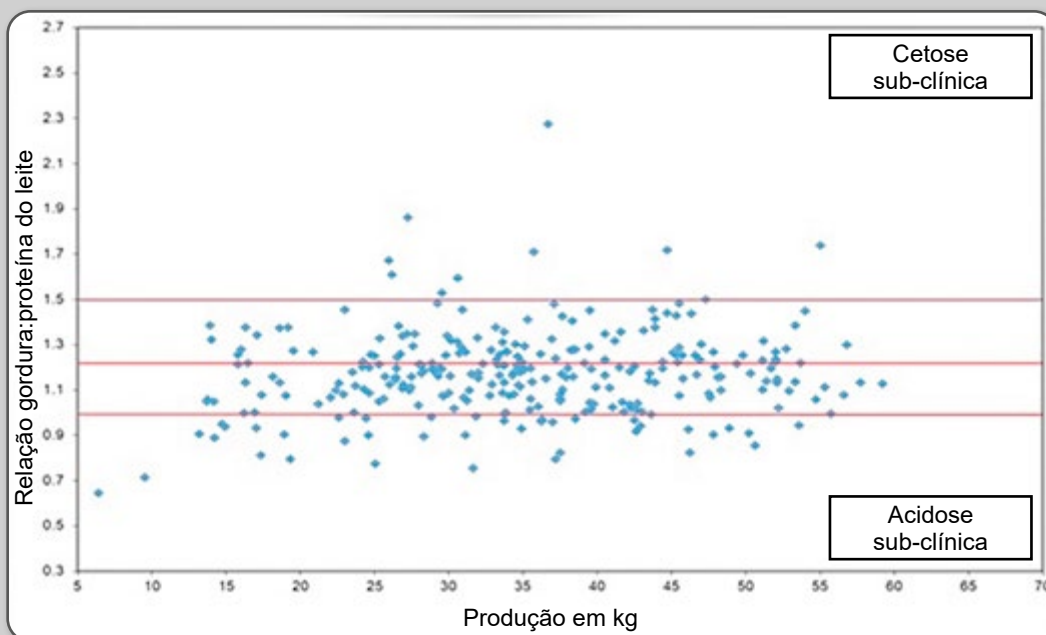
 ATENÇÃO

O estresse térmico também pode determinar redução no teor de proteína do leite, visto que reduz a síntese de proteína no epitélio da glândula mamária e o consumo de alimento das vacas em lactação.

Devido à importância da gordura e da proteína na composição do leite e como indicadores da qualidade da dieta, analisar a relação gordura/proteína do leite é um parâmetro para avaliação do manejo nutricional do rebanho, podendo auxiliar na detecção de problemas relacionados à dieta fornecida, principalmente desordens metabólicas como cetose e acidose. Para tanto, basta dividir a gordura pela proteína, utilizando as médias do tanque ou as médias das amostras individuais de vaca para determinar a eficiência da dieta fornecida.

A relação gordura:proteína deve ser analisada com dados do rebanho, sendo que se mais de 40% das vacas em lactação apresentarem valores abaixo de 1,0 é indicativo de acidose e acima de 1,50, especialmente em vacas em início da lactação, é um indicativo de casos de cetose no rebanho. Se esta relação for menor que 1, estima-se que o valor de proteína está adequado, porém, ocorre uma depressão no teor de gordura do leite, indicando que podem existir quadros de acidose no rebanho, condição conhecida como relação invertida de gordura e proteína (Figura 50). Geralmente esta alteração está relacionada à falta de fibra efetiva na dieta, ao excesso de concentrado em cada refeição ou à falta de homogeneidade da dieta que favorece a seleção por parte do animal. Quando a relação gordura:proteína é maior que 1,5, pode indicar que a proteína está muito baixa, o que aponta para um déficit de energia da dieta ou a gordura do leite está muito alta, podendo, neste caso, estar relacionada a erros de manejo no período de transição pré e pós-parto, indicando cetose subclínica no rebanho (Figura 50). Observa-se que a maioria dos animais se encontra dentro do padrão normal para a relação gordura e proteína do leite, porém, existem várias vacas em lactação distribuídas abaixo de 1, possivelmente por apresentarem teor de gordura baixo. Esse fato pode indicar que alguns fatores relacionados à dieta, principalmente a relação volumoso/concentrado, ou seja, elevadas quantidades de concentrado com pouca fibra efetiva na dieta, ou deficiências no manejo alimentar devem estar ocorrendo.

Figura 50 – Gráfico da relação gordura e proteína do leite, indicando acidose e cetose subclínica. As linhas vermelhas indicam os limites mínimos e máximo da relação gordura/proteína da dieta. Vacas acima ou abaixo deste parâmetro apresentam algum nível de desordem.



Fonte – Thaler Neto, 2017.

A produção de proteína pelas vacas tem influência genética, tanto quantitativa quanto qualitativamente. No aspecto quantitativo, vem sendo praticada a seleção, assim como para gordura, descritas anteriormente. Qualitativamente, a seleção genética tem se concentrado em perfis de proteína com maior rendimento industrial e melhor qualidade para a alimentação humana.

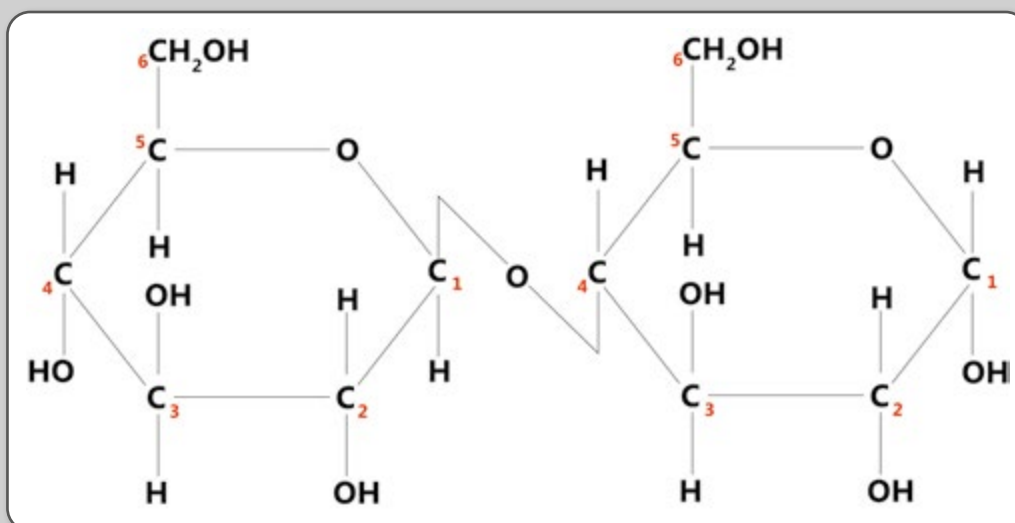
? VOCÊ SABIA?

Como melhorar proteína e gordura ao mesmo tempo? Aumentando o consumo, ambiência e manejo nutricional!

5.3 TEOR DE LACTOSE

A lactose é o principal açúcar presente no leite e seus derivados. É um dissacarídeo formado pela ligação glicosídica entre dois monossacarídeos D-glicose e D-galactose (Figura 51), sendo essa última constituída por duas moléculas de glicose. A disponibilidade de glicose no sangue é um fator limitante para a síntese do leite, visto que 79% da glicose circulante é utilizada para a síntese de lactose no epitélio da glândula mamária (QIAO *et al.*, 2005). A síntese de lactose é altamente correlacionada com a produção de leite.

Figura 51 – Fórmula estrutural da lactose.



Fonte – Biology education, 2020.

Alterações no teor de lactose no leite estão relacionadas à mastite clínica e subclínica, as quais provocam inflamação na glândula mamária das vacas em lactação e pode reduzir o teor de lactose no leite por diferentes mecanismos. Primeiro, pode ocorrer aumento da permeabilidade das junções das células secretoras de leite, em função do processo inflamatório, permitindo a passagem de lactose para a corrente sanguínea (BEM CHEDLY *et al.*, 2009). Segundo, ocorre a redução na síntese e secreção da lactose para o lúmen do alvéolo mamário (MOUSSAOUI *et al.*, 2004). Terceiro, as bactérias que causam a mastite utilizam lactose e glicose como fonte de energia na glândula mamária, reduzindo a disponibilidade de glicose para a síntese de lactose (SILANIKOVE *et al.*, 2014). Em experimento realizado com dados de análise de controle leiteiro de vacas em lactação, observou-se que o aumento da CCS e da ordem de parto provocam redução no teor de lactose (ALESSIO *et al.*, 2016).

Outro fator, não menos importante, na variação do teor de lactose no leite é o déficit energético, visto que a lactose é o principal carboidrato presente no leite de vaca, representando aproximadamente 40% do total de sólidos e 50% dos sólidos não gordurosos. A glândula mamária das vacas em lactação absorve 70 a 80% do valor total da glicose disponível e a disponibilidade de glicose afeta a produção e composição do leite, especialmente o teor de lactose (LE MOSQUET *et al.*, 2009). A lactose é altamente dependente da glicose, sendo que a fermentação do amido no rúmen produz o ácido propiônico, o qual é o principal precursor da glicose, sendo metabolizado no fígado em glicose que é transportada pelo sangue até a glândula mamária para síntese de lactose. Logo, dos componentes do leite **o teor de lactose**

é o mais afetado pela falta de energia na dieta, podendo baixos teores de lactose indicar problemas de eficiência energética para vacas em lactação. Um banco de dados de controle leiteiro do Sul do Brasil, demonstrou reduções importantes nos teores de lactose no outono, demonstrou ser atribuído à deficiência nutricional que normalmente ocorre nesta época do ano, em função da deficiência de volumosos em quantidade e qualidade (ALESSIO *et al.*, 2016).

Diferente dos teores de gordura, pouca variação nos teores de lactose é observada em função da raça ou estágio de lactação, sendo também pouco afetados pela seleção dos animais. Outro fator que afeta consideravelmente os teores de lactose é o estresse térmico. Wheelock *et al.* (2010) observaram redução de 200 a 400g diários na produção de lactose em vacas leiteiras sob estresse térmico, sendo a glicose consumida em maior velocidade nas vacas sob estresse térmico, comprometendo a disponibilidade de glicose para a síntese de lactose na glândula mamária.

Figura 52 – Vacas pastoreando em boas condições de ambiência.



Fonte – Clara Bastian, 2020.

5.4 EXTRATO SECO DESENGORDURADO (ESD)

O ESD é composto por todos os componentes do leite, excetuando-se a gordura, sendo a lactose e a proteína seus principais componentes. A lactose é importante para as propriedades coligativas do leite: pressão osmótica, abaixamento do ponto crioscópico e elevação do ponto de ebulição, sendo responsável por cerca de 50% na pressão osmótica do leite. Variações nos teores de lactose estão associadas com o aumento da CCS, déficit energético e estresse térmico. De modo diferente dos teores

de gordura, pouca variação nos teores de lactose é observada em função da raça ou estágio de lactação.

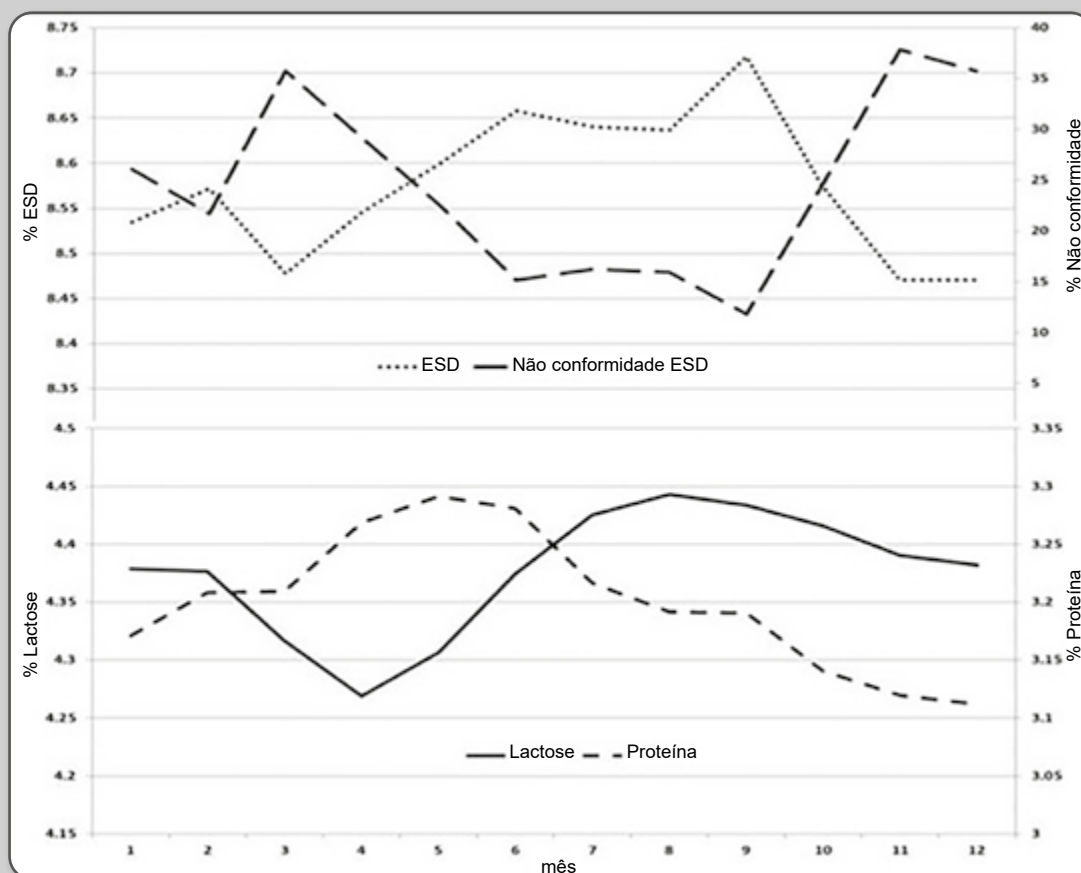
VOCÊ SABIA?

Ponto crioscópico ou **Crioscopia** é a medida do ponto de congelamento do **leite** ou da depressão do ponto de congelamento do **leite** em relação ao da água. O ponto de congelamento máximo do **leite** aceito pela legislação brasileira é $-0,512^{\circ}\text{C}$.

Já a proteína do leite sofre influência racial e do nível de produção de leite, porém, menos marcante que a gordura (CSIRO, 2007), sendo o melhoramento genético fundamental para manutenção de bons teores de proteína. Outro fator determinante no teor de proteína do leite é a dieta, sendo que vacas alimentadas com dietas ricas em carboidratos não fibrosos produzem leite com mais proteína (ISHLER; HEINRICHS; VARGA, 1996). O aumento na CCS não determina grandes alterações no teor total de proteína do leite (TOMAZI *et al.*, 2015), devido à redução na síntese de caseína, acompanhada por aumento na passagem de proteínas plasmáticas para o leite (URECH; PUHAN; SCHÄLLIBAUM, 1999), trazendo prejuízos na produção de derivados, como queijos (MATTIELLO, 2015; URECH; PUHAN; SCHÄLLIBAUM, 1999).

Como resposta às variações nos teores de lactose e proteínas, observa-se considerável variação no teor de ESD. Em um estudo no Sul do Rio Grande do Sul, foram encontradas inconformidades nos meses de fevereiro, março e abril, com ESD abaixo dos 8,4% preconizados. Essa variação foi explicada por teores de proteína menores, porém, principalmente por uma queda no teor de lactose, o que pode ser explicado pela queda na qualidade da alimentação durante o outono (GONZALEZ *et al.*, 2004). Em um estudo com mais de cem mil amostras de tanques de propriedades leiteiras em Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul durante o ano de 2015, também observou baixos teores de ESD no outono, com elevado percentual de amostras abaixo de 8,4% (não conforme), além do verão (Figura 53). Durante o outono, os baixos teores de ESD e o consequente aumento de não conformidade, devem-se principalmente à redução no teor de lactose, relacionado ao déficit nutricional que ocorre na maioria das propriedades nesta época. A baixa lactose é parcialmente compensada pelo aumento nos teores de proteína, o que pode estar relacionada à menor produção de leite/vaca/dia nas condições de menor oferta alimentar. No verão, a diminuição do ESD deve-se aos teores menores de proteína e lactose, o que pode ser atribuído ao estresse térmico.

Figura 53 – Percentagem de não conformidade para extrato seco desengordurado (ESD) e médias de proteína, lactose e ESD.



Fonte – Arruda Junior, 2019.

Neste estudo também observa-se que outros fatores que deprimem os teores de ESD são a elevada CCS, pelo seu impacto sobre o teor de lactose mencionado acima e o tamanho das propriedades, sendo que os produtores que comercializam pequenas quantidades de leite são mais vulneráveis a apresentar não conformidades, especialmente no outono, visto que essas propriedades normalmente apresentam menor capacidade de manter uma condição adequada de alimentação ao longo de todo o ano, pela menor capacidade de conservação de forragem e pelo nível de tecnificação predominantemente menor. Gabbi et al. (2013) analisando dados de rebanhos leiteiros dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, observaram que a maior diferenciação entre as propriedades leiteiras dá-se pelas estratégias de alimentação das vacas leiteiras.

Esses resultados demonstram que a redução das não conformidades em ESD passa pela melhoria da estrutura das propriedades, da alimentação das vacas leiteiras e da saúde da glândula mamária.

6 NITROGÊNIO UREICO NO LEITE (NUL) COMO FERRAMENTA PARA AJUSTE DE DIETAS

A ureia é produzida pelo fígado como uma forma de eliminar mais facilmente o excesso de nitrogênio no organismo. Esse nitrogênio é oriundo do rúmen, onde a proteína ingerida é quebrada em amônia e parte dessa cruza a parede ruminal. Outra fonte de nitrogênio é o metabolismo dos aminoácidos absorvidos e da proteína corporal. Esse nitrogênio todo precisa ser convertido em ureia, já que níveis altos de amônia são tóxicos aos tecidos. A ureia é menos tóxica e passível de ser eliminada. Ela é lançada no sangue e atinge os fluídos corporais, dentre eles, o leite. O nível de ureia no leite tem uma grande correlação com a concentração sanguínea e, com a ampla adoção da técnica de análise de leite por infravermelho, a concentração de ureia passou a ser um dado facilmente disponível. Como a ureia eliminada é oriunda do nitrogênio que as vacas ingerem na forma de proteína, os valores de NUL têm sido usados como indicadores do status proteico das vacas, sendo úteis no balanceamento de dietas.

O balanceamento de dietas tem como objetivo atender às exigências da vaca, usando da combinação dos ingredientes disponíveis em um sistema de produção. Em geral, no nosso país, a proteína é fornecida além das exigências, seja pela falta de balanceamento das diversas frações, ou ainda pela supervalorização de alimentos ou dietas com alta proteína. O uso de excesso de proteína ou de dietas desbalanceadas nas diversas frações proteicas é prejudicial em muitos aspectos:

- 1) os ingredientes proteicos são geralmente mais caros que ingredientes energéticos;
- 2) o uso de proteína em excesso geralmente não traz benefício produtivo;
- 3) dietas com excesso de proteína levam a um excesso de ureia na circulação que tem um gasto energético para a eliminação;
- 4) a reprodução das vacas é prejudicada por níveis altos de ureia no organismo;
- 5) o nitrogênio é um poluente ambiental e o excesso de proteína na dieta, passa a ser eliminado como ureia que contamina o solo e pode atingir a água, levando à poluição e perda do nutriente.

Assim como o excesso, a falta de proteína nas dietas traz problemas como a diminuição do crescimento microbiano no rúmen, menor degradação ruminal dos alimentos e, conseqüentemente, perdas na produção de leite.

Vacas leiteiras em produção é a categoria com a maior eficiência de uso da proteína (nitrogênio) ingerida. Em geral, de 20 a 30% da proteína ingerida é convertida

em proteína no leite. Apesar de parecer baixa, essa eficiência é superior a dos bovinos de corte, que têm uma eficiência ao redor de 4%. Essa eficiência pode ser modulada, com base em aspectos do animal como a seleção genética, mas principalmente pela dieta, realizando ajustes finos no balanceamento da proteína.

O NUL é um bom indicador de quão adequados estão os níveis proteicos e energéticos da dieta, bem como qual é a eficiência de utilização de nitrogênio em vacas leiteiras. As amostras para a determinação do NUL são coletadas de forma não-invasiva e direta, por meio de amostragens de leite durante as ordenhas, representando, portanto, um indicador simples, rápido e barato de avaliar a condição nutricional de vacas em lactação. Os valores considerados normais para NUL são de 10 a 14 mg/dL de leite, porém, valores menores que esses (8 a 12 mg/dL) não têm causado prejuízos à produção de leite, permitindo o uso de dietas com menor teor de proteína, aumentando a eficiência de uso da proteína e tornando as dietas mais econômicas.

Figura 54 – Análise de amostras de leite para identificação do NUL.



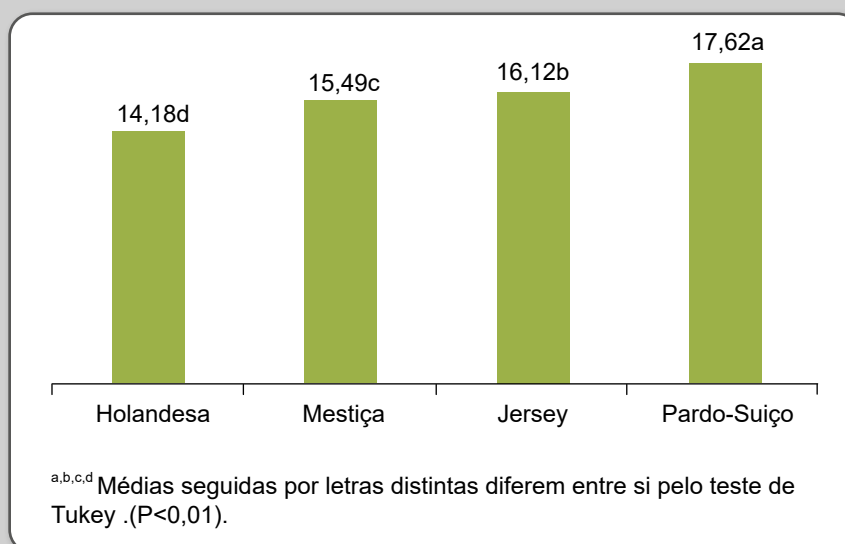
Fonte – Photoagriculture, 2020.

6.1 FATORES AMBIENTAIS QUE AFETAM O NUL

As variações nos valores de NUL sofrem a influência de raça, sendo estabelecido que vacas da raça Holandesa têm valores menores de NUL que as demais raças leiteiras (Figura 55).

O NUL está altamente atrelado à produção de leite, sendo que animais de maior produção geralmente apresentam valores mais elevados em função de receberem mais proteína na dieta e devido a maior ingestão de alimento, tendo mais nitrogênio ingerido e, conseqüentemente, mais a eliminar.

Figura 55 – Concentrações médias de NUL (mg/dL) para os diferentes grupos genéticos de vacas leiteiras.



Fonte – Doska *et al.*, 2012.

Mesmo com a interferência da raça, o principal determinante do NUL é a ingestão diária de proteína. Desde a metade da década de 1980, o balanceamento de proteína nas dietas de vacas leiteiras é feito com base no conceito de proteína metabolizável e não mais como anteriormente, em níveis de proteína bruta (PB). Essa mudança ocorreu devido ao fato de que a vaca não tem exigência em proteína, mas sim em aminoácidos que são os blocos que formam as proteínas. O balanceamento da dieta considerando os aminoácidos é difícil, em função de parte da proteína ser quebrada no rúmen e também da difícil determinação exata da quantidade de proteína que chega sem ser degradada ao abomaso, já que ela é determinada por características do alimento e da vaca.

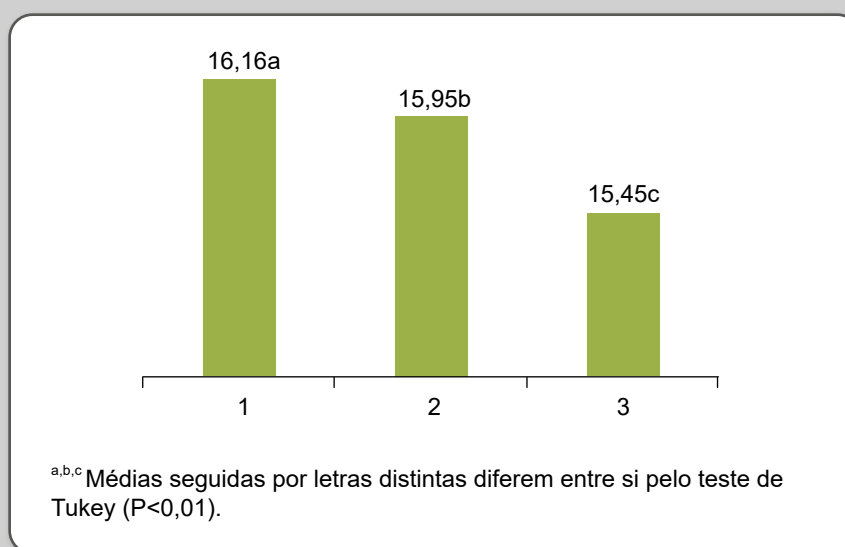
Quando a vaca ingere a dieta, os alimentos caem no rúmen, são ruminados para reduzir o tamanho das partículas e sofrem fermentação. Nessa fermentação, especialmente as bactérias ruminais fazem a quebra de alguns constituintes da dieta, como a proteína e os carboidratos (estruturais ou não). A proteína degradável no rúmen (PDR), ao ser degradada, vai gerar energia e amônia, que serão usados para sintetizar proteína para o crescimento microbiano. Essa quebra faz com que o perfil de aminoácidos da PDR não seja de suma importância.

No Paraná, em rebanhos confinados de raça Holandesa, o valor médio de NUL foi de 14,45 mg/dL. As vacas produziram em média 32,4 ($\pm 11,5$) kg/dia de leite, com percentuais de gordura e proteína de 3,40 ($\pm 0,73$) % e 3,13 ($\pm 0,35$) %, respectivamente. Nesse estudo, o NUL teve uma correlação positiva com a produção de leite, ou seja, vacas mais produtivas tiveram NUL mais alto, sendo uma condição comum que rebanhos mais produtivos tenham valores de NUL mais altos (Doska *et al.*, 2012). Apesar de aumento na produção estar associado a estes maiores níveis de NUL, esse aumento não deve ser acima do valor limite preconizado (14 mg/dL).

Esse modelo preconiza um maior fornecimento de proteína nos estágios iniciais da lactação, com uma diminuição gradual conforme a vaca vai aumentando o número de dias em lactação (DEL). Como no início da lactação, a produção de leite está aumentando e a ingestão de alimento ainda não é máxima, o uso de dieta mais proteica tenta atender à exigência, além de ser um fator que estimula o consumo de alimento. Essa prática aumenta a ingestão de proteína e também a quantia de nitrogênio a ser eliminado. A relação entre a produção de leite e o NUL geralmente é positiva, porém, não são lineares e nem tanto a produção é um produto exclusivo de dietas com alta proteína, o mais aceito é que o NUL elevado é fruto da prática de alimentar as vacas mais produtivas com maior quantidade de suplementos proteicos e/ou essas vacas comerem mais alimento e, conseqüentemente, mais proteína.

O efeito do número de lactações no NUL tem sido pesquisado e os resultados muitas vezes divergem. No estado do Paraná, observou-se em um trabalho que o NUL diminuiu à medida que aumentou o número de lactações (Figura 56), porém, a produção de leite foi maior para as vacas mais velhas, o que pode ajudar a diluir o NUL, especialmente por esses sistemas utilizarem a mesma dieta para as vacas de primeira cria e vacas mais velhas, independente da diferença na produção.

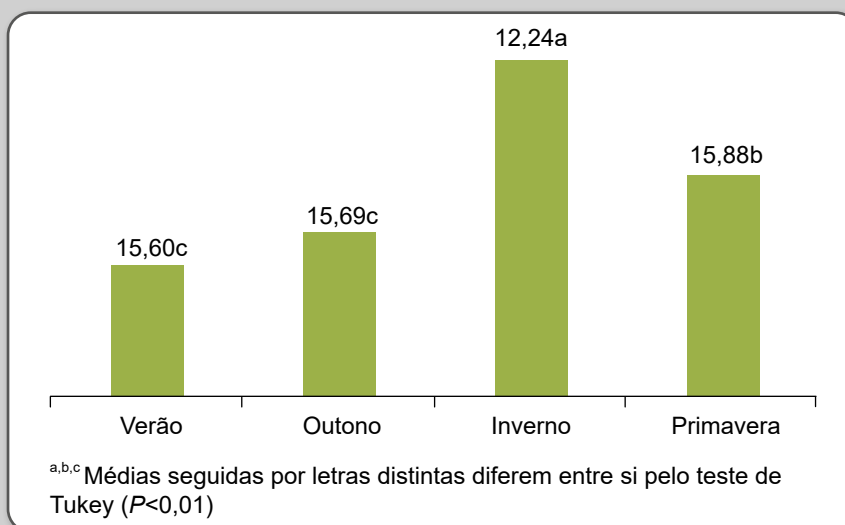
Figura 56 – Concentrações médias de NUL (mg/dL) para vacas de diferentes ordens de lactação.



Fonte – Doska *et al.*, 2012.

Outro ponto importante no NUL é a variação sazonal. No estado do Paraná, valores mais altos têm sido observados no inverno e primavera (Figura 57), diferente de outras regiões do mundo que o NUL apresenta valores máximos no verão. Essa variação estacional é fortemente induzida pela alimentação, sendo que a inclusão de forragens com elevado teor de proteína e proteína de custo relativamente baixo levam a um aumento no fornecimento de PB para as vacas. Essas forragens geralmente são obtidas no inverno e primavera nas regiões subtropicais (com as gramíneas temperadas como azevém e aveia) e no verão em regiões de clima temperado ou ainda de clima tropical, onde o crescimento é limitado pela temperatura e luminosidade (clima temperado) ou pelo déficit hídrico e luminosidade (clima tropical). Essa variação induzida é tão mais forte quanto maior for a participação de forragens de elevada PB na dieta. Um exemplo, é a produção em sistemas exclusivos a pasto na Nova Zelândia e Irlanda, no qual o leite das vacas geralmente extrapola o nível de 14 mg/dL de NUL devido a elevada PB da pastagem (mais de 15%).

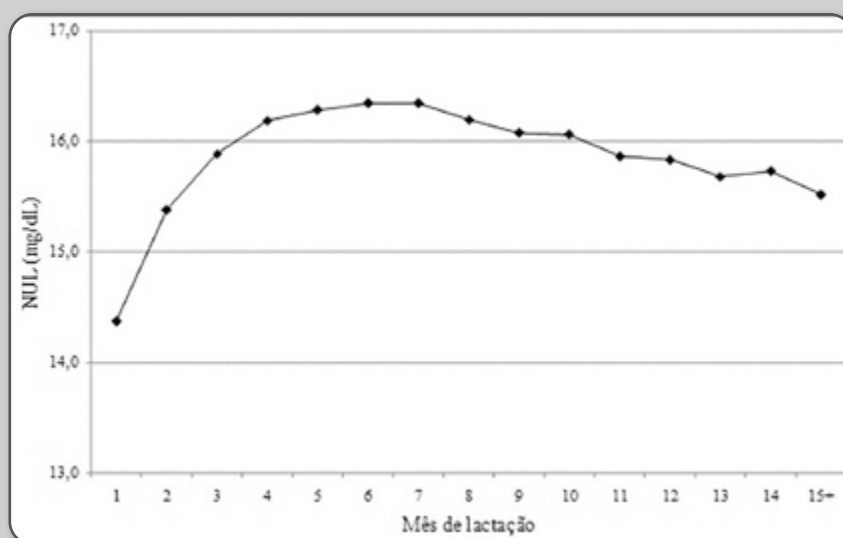
Figura 57 – Concentrações médias de NUL (mg/dL) para as diferentes estações do ano.



Fonte – Doska *et al.*, 2012.

A variação no NUL ao longo da lactação segue, em geral, o formato da curva de lactação, com um comportamento crescente ao início da lactação, um pico próximo do pico de produção e a diminuição conforme a vaca vai finalizando a lactação. Essa variação é influenciada pelos maiores níveis de PB nas dietas ao início da lactação, maior consumo de alimento e na redução do teor de PB nas dietas de vacas que estão além da metade da lactação. Esse comportamento foi observado em um trabalho realizado em rebanhos paranaenses na região dos Campos Gerais (Figura 58).

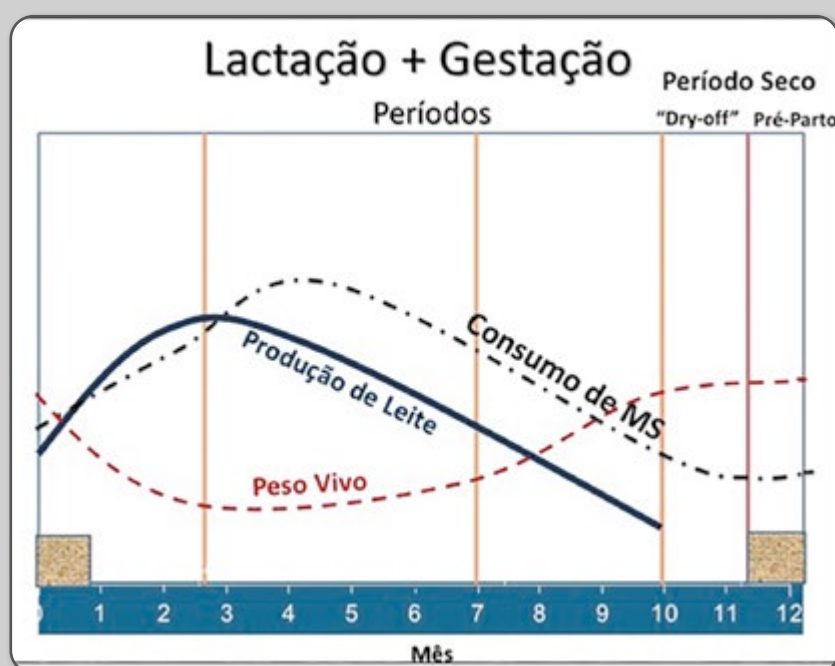
Figura 58 – Relação entre estágio de lactação e concentração de NUL (mg/dL).



Fonte – Doska *et al.*, 2012.

Em geral, as vacas têm variação no NUL conforme o estágio de lactação, com valores menores no pós-parto que passam a subir até a metade da lactação (150 dias) e que caem da metade para o fim da lactação. Essa variação pode ser explicada levando em conta dietas balanceadas pelo estágio de lactação e pelo consumo de matéria seca da vaca. Ao início da lactação, em geral, as dietas possuem maior teor de PB para atender às exigências do animal, porém, o consumo de alimento é menor e vai crescendo até próximo da metade da lactação. Assim, a vaca passa a ingerir cada dia uma quantia maior de proteína (em kg/dia). A partir da metade da lactação, o consumo passa a cair, assim como a produção de leite e a exigência de PB, de modo que são feitos ajustes nas dietas como a redução no teor de proteína. O ciclo de lactação de uma vaca em idade adulta é descrito na Figura 59. É possível perceber o aumento na produção de leite que é seguido pelo aumento um consumo que não é correspondente, explicando a perda de peso corporal.

Figura 59 – Ciclo produtivo de uma vaca leiteira adulta



Fonte – Thaler Neto, 2020.

6.2 NUL VS. REPRODUÇÃO

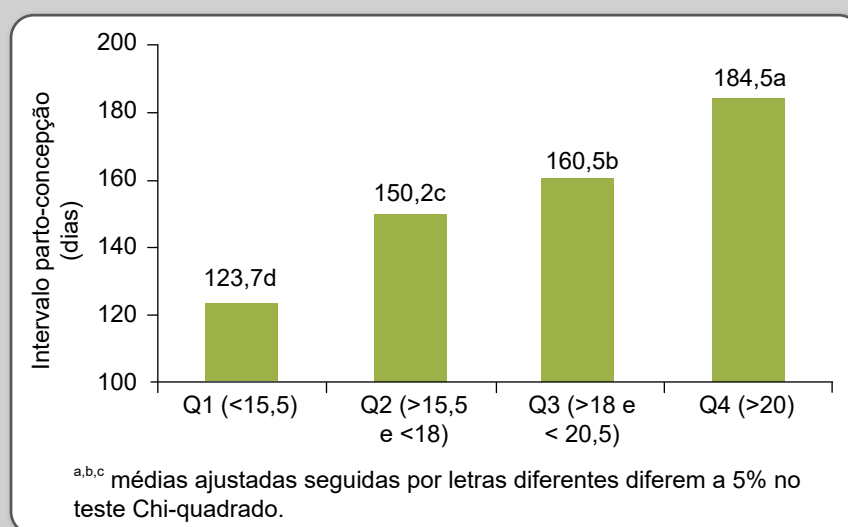
Como já comentado, o excesso de nitrogênio das dietas acaba ficando circulante no organismo sob a forma de amônia e ureia, ambas com grande capacidade de entrar nos mais diferentes tecidos e órgãos. Essas substâncias têm a capacidade de mudar o pH dos tecidos quando em grande concentração.

Essa mudança tem sido estudada especialmente no aparelho reprodutor das vacas, já que no momento da concepção a manutenção de um ambiente ideal é crucial para que a vaca emprenhe ou não. Em geral, é aceito que dietas com excesso de proteína podem prejudicar o desempenho reprodutivo das vacas, especialmente quando a proteína é oriunda de suplementos concentrados.

Por outro lado, nas dietas de vacas em pastejo com baixa ou nenhuma suplementação, tanto em forrageiras temperadas ou tropicais bem manejadas, a proteína vinda destes volumosos costuma ser excessiva, levando a valores de NUL bem elevados. O curioso é que não há evidências de que sob tais condições o NUL seja um problema à reprodução, como no caso da Irlanda, Austrália e Nova Zelândia. Outros aspectos podem estar envolvidos, como o nível de produção da vaca, o manejo e outros (ROCHE, 2017).

Em rebanhos altamente tecnificados do estado do Paraná foram estudados os valores de NUL e sua relação com a reprodução (Figura 60). As vacas foram divididas por valor de NUL máximo antes da concepção, em quatro grupos (Q1, Q2, Q3 E Q4). Os rebanhos estudados eram mantidos sob regime de confinamento, com alimentação balanceada e de alta produção (médias acima de 45 kg/vaca/dia). O intervalo entre o parto e a concepção aumentou conforme o NUL foi mais alto, mostrando que nessas condições as vacas com NUL mais alto tiveram menor eficiência reprodutiva.

Figura 60 – Efeito de quartil NUL máximo antes da concepção na variável dependente intervalo parto-concepção.



Fonte – Doska *et al.*, 2012.

Para as condições nacionais, especialmente do estado do Paraná, a relação entre o NUL e a reprodução deve ser considerada, especialmente para animais de mais alta produção, nos quais a proteína excessiva da dieta, vem de concentrado. Neste caso, a adequação no balanceamento de dietas pode ajudar a reduzir custos e evitar um menor desempenho reprodutivo. Sob condições de produção baseada em pastagens, o balanceamento é uma ferramenta quando são usados níveis moderados de suplementação. Pastagens de boa qualidade (PB>15%) são capazes de suprir a proteína necessária para vacas até uma taxa de 6 kg de leite a cada 100 kg de peso vivo da vaca, sem necessidade de uso de suplementos com mais de 14% de PB na matéria seca (aproximadamente 12% na matéria natural) (KELLAWAY; HARRINGTON, 2004).

6.3 NUL, IMPACTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA DE USO DO NITROGÊNIO

A questão ambiental decorrente das atividades pecuária e agrícola está presente na pauta de discussões de muitos países, principalmente aqueles mais preocupados com a mitigação dos danos ao ambiente. A partir desses questionamentos, tornou-se necessário reconhecer que a produção de alimentos por si só, desde a antiguidade, gera algum tipo de impacto ambiental. Portanto, cabe aos envolvidos nos diferentes segmentos produtivos a condução dos processos visando a minimizar os impactos ao ambiente. Além do impacto, é conhecido que os recursos naturais são muitas vezes finitos (fertilizantes, combustíveis, etc.) e serão cada vez mais necessários para as futuras gerações, pois as tendências indicam aumento na população mundial e um maior uso de recursos por habitante, em virtude do aumento de renda e aumento no consumo. Deste modo, a tecnologia, em todas as suas possíveis formas, quando adaptada à realidade do produtor, é um importante meio para alcançar maiores ganhos de produção. A tecnologia apresenta duas principais faces no meio produtivo do leite:

Tecnologia de Insumos: são os insumos adicionados ao sistema para atingir maior produção, maior rentabilidade, melhor uso de recursos, etc. Exemplos: fertilizantes, aditivos, cultivares melhoradas de forrageiras.

Tecnologias de Processos: correspondem às formas de usar os insumos e os meios de produção, com adição ou não de insumos visando a melhorias produtivas, melhor aproveitamento de recursos, etc. Exemplos: manejo de pastagens, uso estratégico de suplementação, balanceamento de dietas.

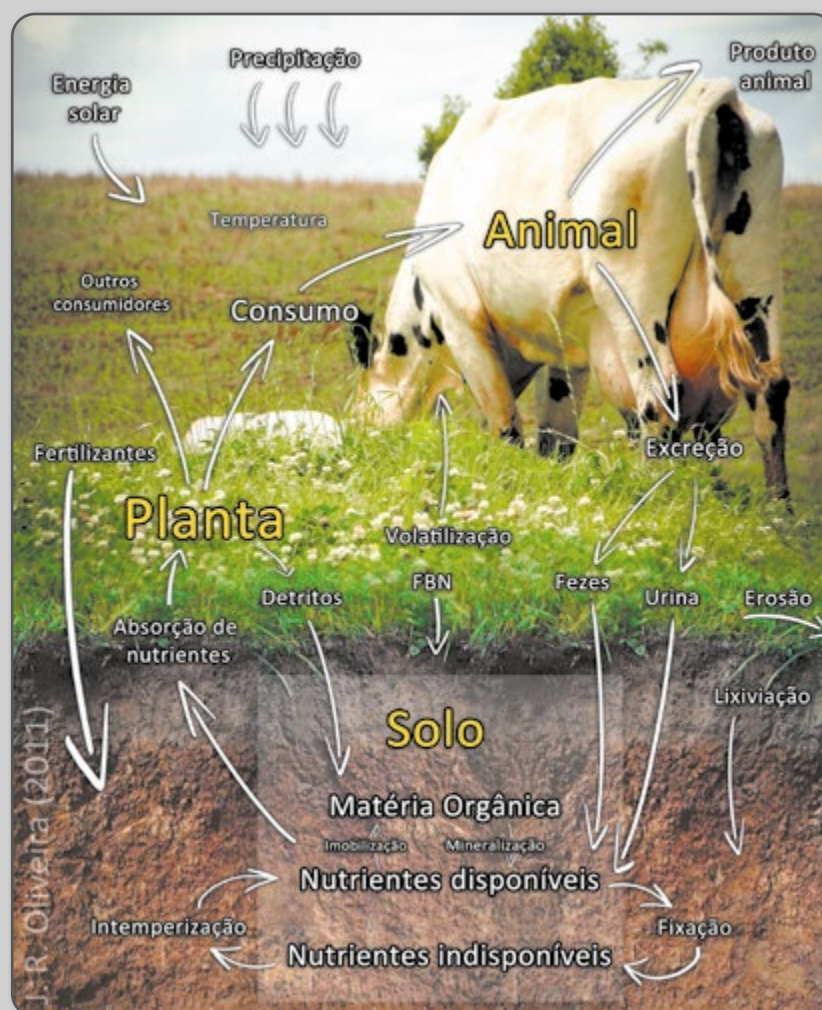
O modelo de extensão rural praticado no país tem gerado um cenário no qual as empresas vendedoras de insumos repassam as tecnologias de processo junto à venda do insumo. No entanto, sob o ponto de vista do produtor, é necessário o uso dessas duas formas de tecnologias para a condução de um sistema dinâmico, rentável, flexível às flutuações do mercado do leite e de insumos que permita o bom uso de recursos e o menor impacto possível ao ambiente.

Nesse contexto, a partir do seu grande desenvolvimento, a bovinocultura leiteira passou a ser uma das atividades que contribuem para a poluição ambiental, seja por meio da liberação de nitrogênio (N) e fósforo (P) contidos nas fezes e urina dos animais, como a partir da emissão de gases como o metano (CH₄), liberado pelos animais durante o processo de fermentação microbiana no rúmen.

A eficiência de uso da proteína e, por consequência, do nitrogênio presente nela, é medida pela quantidade de proteína presente no leite, dividida pela quantidade de proteína que a vaca come. A vaca leiteira atual é uma das categorias animais que melhor usa os recursos como a proteína, porém essa eficiência é apenas de 25% da quantia consumida. A seleção genética tem proporcionado a obtenção de vacas cada vez mais eficientes, mas a curto prazo a alimentação é a melhor estratégia para melhorar a eficiência, já que a vaca pode, em uma dieta com excesso de proteína, usar apenas 20% do ingerido, chegando a mais de 30% em dieta bem balanceadas.

Para exemplificar as perdas de nutrientes, estima-se que vacas Holandesas de tamanho médio, produzindo 27 kg/dia, eliminam anualmente 21,5 toneladas de esterco e neste, 118 kg de nitrogênio (N), 21 kg de fósforo (P), 66 kg de potássio (K), 50 kg de cálcio (Ca), entre outros (VAN HORN; WILCOX, 1992).

Figura 61 – Interações dos nutrientes na PLANTA-SOLO-ANIMAL.



Fonte – Oliveira, 2011.

A proteína não utilizada é descartada e passa a fazer parte dos dejetos dos animais, sendo uma fonte de contaminação ambiental. Mesmo que os sistemas utilizem os dejetos na fertilização de culturas, a reciclagem de nitrogênio é baixa, e muito se perde para o ar, contribuindo na emissão de gases de efeito estufa, e no solo e água, levando a sérios problemas ambientais. Em rebanhos sob pastejo, essa questão tende a ser mais séria, já que, como comentado, a dieta dessas vacas tem excessos de proteína.

Assim, o estudo deste parâmetro é extremamente importante em rebanhos leiteiros, pois a eficiência na utilização da proteína é normalmente baixa, o que resulta na excreção de grande parte do nitrogênio ingerido pelo animal na forma de proteína. Esta ineficiência é ainda mais importante se considerarmos que a proteína é um dos nutrientes de maior custo nas dietas de bovinos leiteiros. No centro-sul do país,

o suplemento proteico mais usado em dietas de vacas leiteiras é o farelo de soja, ingrediente de elevado custo.

Vacas leiteiras recebendo níveis de proteína bruta na dieta na faixa de 15,7% a 19,2% apresentaram produções de leite similares (35,2 a 36,1 kg/dia), mas a excreção de nitrogênio através da urina aumentou na medida em que aumentava a PB da dieta. Mesmo para vacas de alta produção (38 litros), dietas com 17% de PB são capazes de suprir as necessidades de proteína. Com o refinamento no balanceamento das dietas e uso de fonte com boa qualidade e perfil de aminoácidos permitem que valores menores ainda de PB possam ser usados. Com isso, a alimentação de vacas com excesso de proteína, seja ela degradável, não degradável no rúmen ou ambas, causa aumento do N que vai para o ambiente.

Em rebanhos da cooperativa CAPAL, de Arapoti, no Paraná, a eficiência de uso do nitrogênio foi estudada em um período de 5 anos (2007 a 2011). As propriedades participantes possuíam 162 ± 75 vacas em lactação, na sua grande maioria da raça Holandesa, com produção média de $29,0 \pm 3,9$ kg/vaca/dia. A Tabela 3 apresenta os principais índices nutricionais, bem como as estimativas do balanço do N.

Tabela 3 – Eficiência de utilização do N em rebanhos leiteiros da região de Arapoti, Paraná.

Variáveis	Média	Desvio-Padrão	Valor mínimo	Valor Máximo
Consumo MS (kg MS/vaca/dia)	20,96	1,40	15,18	25,67
Teor de proteína do leite (%)	3,14	0,11	2,84	3,49
Teor de proteína bruta da dieta (%)	15,57	0,74	12,47	17,31
Consumo N alimentar (g/dia)	523	49	357	679
Produção N leite (g/dia)	143	19	90	214
Perdas N fecal (g/dia)	202	16	147	253
Perdas N urinário (g/dia)	194	20	126	260
Eficiência de utilização do N (%)	27,31	2,82	19,20	38,01

Fonte – Jerszurki *et al.*, 2012.

Ainda nesse estudo foi observado o aumento da Eficiência de utilização do N (EUN) ao longo do levantamento; 25,2% em 2007; 27,0% em 2008; 27,3% em 2009; 28,0% em 2010; e 28,4% em 2011. Os valores observados nestes rebanhos são considerados bons (Tabela 4), pois mais que um quarto do nitrogênio que as vacas comeram foi aproveitado.

Tabela 4 – Eficiência de utilização de nitrogênio em rebanhos leiteiros.

$N_{\text{leite}} : N_{\text{dieta}}$ (%)	Interpretação
< 20%	Ruim; eficiência de utilização do N muito baixa e uma exagerada excreção de N para o ambiente.
20-25%	Razoável; mas ainda há várias oportunidades para melhorar a eficiência de utilização do N.
25-30%	Bom; semelhante às médias observadas em dados de pesquisa e de rebanhos comerciais, mas ajustes nas dietas podem ser adotados para aprimorar ainda mais a eficiência.
30-35%	Ótimo; mas ainda existem algumas oportunidades para melhoria da eficiência.
>35%	Excelente; só tenha certeza que isto não é resultado de dietas com PB excessivamente baixa.

Fonte – Adaptado de CHASE, 2003.

A EUN deve ser considerada sempre em um contexto, onde são desejadas produções satisfatórias com a melhor eficiência possível. Se a EUN for tomada como única medida, já está provado que vacas recebendo dietas com baixo nível de proteína são mais eficientes, porém, essa falta de proteína pode causar diminuição na produção além de outros problemas ao animal.

A redução dos níveis de PB das dietas, então, deve ser criteriosamente avaliada. De modo menos refinado, o balanceamento das frações degradável e não degradável no rúmen é a estratégia adotada. Uma forma mais refinada é o balanceamento de aminoácidos supridos ao animal.

O uso de softwares para o balanceamento de dietas é uma ferramenta de suma importância e deve ser aliado ao bom conhecimento da composição dos alimentos. Esse fator é mais marcante quando a alimentação é fornecida no cocho, onde geralmente o custo da dieta é maior e existe a possibilidade de maior controle sobre o que a vaca come. Em sistemas de pastejo, muitas vezes é necessária a formulação com margens para segurança e, em nosso país, geralmente existe a tendência de superalimentar o rebanho com proteína. Com a melhoria no manejo das forrageiras tem sido observado que o fornecimento de proteína suplementar tem pequeno ou nenhum impacto sobre a produção e outros aspectos dos animais. Com isso, em sistemas pastoris, o fornecimento de suplementos de menor concentração proteica é uma ferramenta para a melhoria da eficiência de uso da proteína.

Outros aspectos passam a estar envolvido com a EUN, como o fotoperíodo (as vacas, em dias mais longos, consomem mais alimento), o uso de rBST (somatotropina recombinante bovina), estágio da lactação, raça, entre outros.

6.4 FATORES DIETÉTICOS QUE AFETAM O NUL

Entre todos os fatores dietéticos que podem potencialmente afetar a uréia no leite, há praticamente um consenso na literatura que o teor de proteína bruta dietética é maior determinante do NUL.

Dietas balanceadas para um nível mínimo de PDR não são beneficiadas com a adição de mais proteína. Como já comentado, a PDR é determinada pelo nível de energia da dieta, logo, em dietas de maior energia, como, por exemplo, dietas com silagem de milho de boa qualidade, inclusão de grãos de cereais finamente moídos ou silagem de grão de milho úmido, demandam maior quantia de PDR. Em trabalhos com vacas de alta produção, com a utilização de níveis altos de silagem de grão úmido de milho, a PMic foi máxima em dietas com 16,5% de PB e 10% de PB na forma de PDR.

Com o avanço da lactação e a diminuição na produção de leite é recomendada a formulação de dietas com menores níveis de proteínas, porém, essa prática é complicada e muitas vezes o rebanho é alimentado com dieta única pela praticidade. Nesse último caso, a dieta deve atender ao grupo de maior exigência, ou esse grupo deve receber algum complemento para não seja penalizado. Os demais grupos estarão recebendo nutrientes em excesso, o que deve ser avaliado para não causar problemas como o ganho de peso excessivo, ou ainda, o uso de dietas muito caras para grupos com baixa produção.

Embora vários rebanhos norte-americanos estejam tendo sucesso em conciliar baixos níveis dietéticos de PB (inferiores a 16,0% PB) com altas produções de leite, acreditamos que no Brasil a redução muito exagerada dos teores de PB das dietas poderá comprometer a produção de leite. Mas é importante lembrar que essa recomendação é geral e, em algumas situações, a disponibilidade de alguns alimentos pode permitir a redução nos níveis de PB das dietas.

Assim, nossa recomendação para níveis dietéticos de PB em rebanhos leiteiros especializados (produções médias acima de 27 kg/vaca/dia) é trabalhar com 16,0-16,5%PB, particularmente nos lotes de alta produção. Ressaltamos que estes níveis já representam um avanço, pois há 10-15 anos, a maioria dos nutricionistas brasileiros recomendava, para esses mesmos rebanhos, percentuais de PB entre 17,0-18,0% PB. Em geral, o excesso de PDR na dieta de vacas em lactação não é eficientemente utilizado para a síntese de proteína microbiana e grande parte desse excesso de PDR é excretado pelo N urinário.

O uso de fontes de aminoácidos puros é uma realidade na nutrição de suínos e aves e, recentemente, vem ganhando espaço nas dietas de vacas em lactação, especialmente pela disponibilidade de metionina e, mais recentemente, de lisina protegidas da degradação ruminal. A vantagem no uso desses aminoácidos é a redução no teor de PB das dietas sem prejuízos à produção, melhoria da EUN e, em muitos casos, vantagens econômicas.

6.5 METAS PARA NUL

Na última década, a maioria dos estudos passou a sugerir como meta para NUL valores entre 8 e 12 mg/dL, com algumas publicações mais recentes sugerindo valores ainda menores; entre 7 a 10 mg/dL.

No Brasil, nossa sugestão é mais conservadora, sendo que valores entre 10 e 14 mg/dL parecem ser ainda os mais indicados. Embora vários rebanhos norte-americanos estejam tendo sucesso em conciliar baixos níveis dietéticos de PB (inferiores a 16,0% PB) e baixos valores de NUL (inferiores a 10 mg/dL) com altas produções de leite, acreditamos que no Brasil a redução muito exagerada dos teores de PB das dietas poderá comprometer a produção de leite. Esta distinção ocorre pela impossibilidade de uso de suplementos proteicos de origem animal (naturalmente ricos em PNDR), pela não-disponibilidade de suplementos proteicos de origem vegetal com baixa degradabilidade ruminal, bem como pela não-popularidade na suplementação de aminoácidos sintéticos (metionina e lisina) em dietas brasileiras.



PARA SABER MAIS

Consulte os serviços do Laboratório de Análise de Leite – PARLEITE da APCBRH - <https://www.apcbrh.com.br/servicos>

7 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE

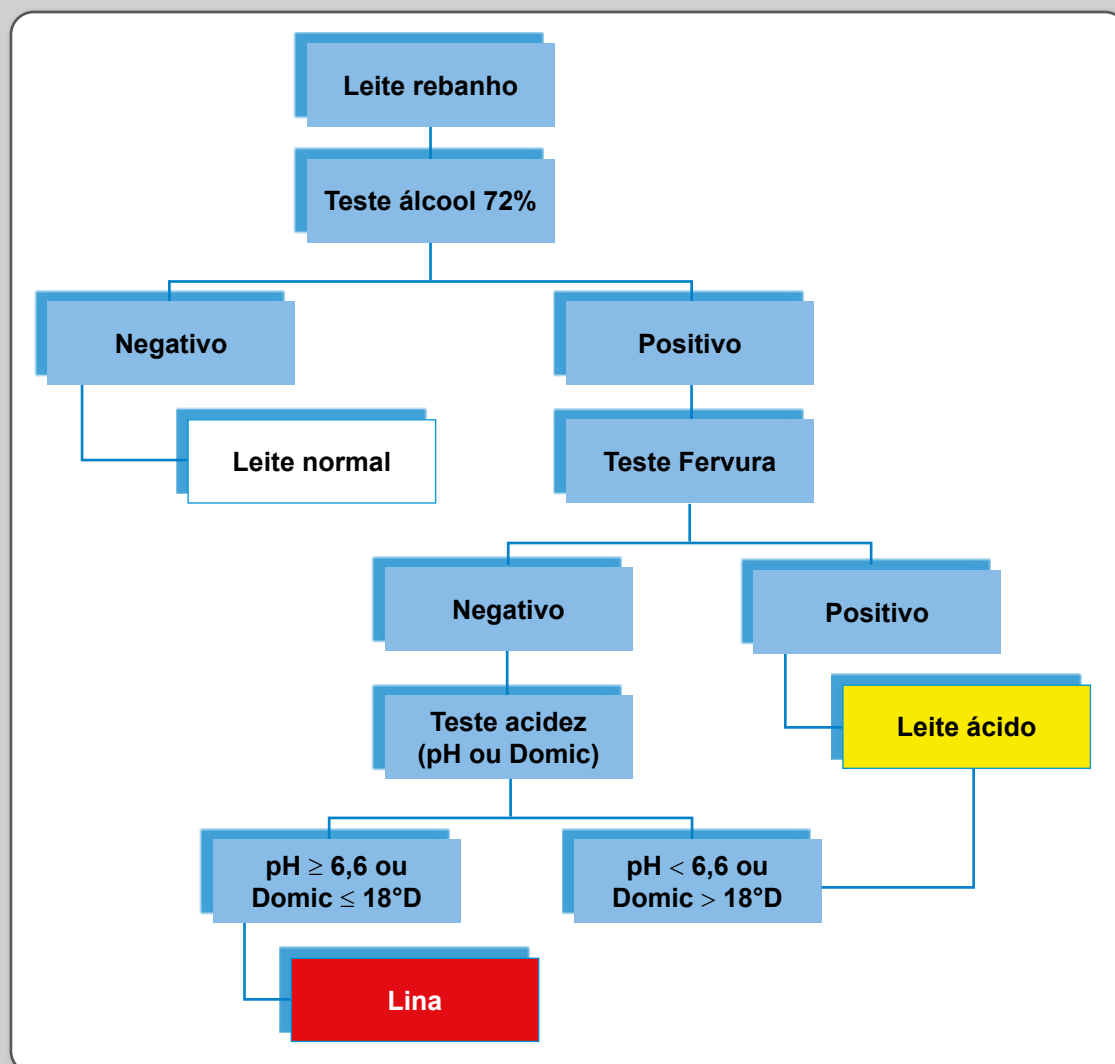
Não conformidades nos atributos físicos do leite têm desafiado toda a cadeia produtiva do leite, devido ao descarte do produto ou penalidades relacionadas à valores fora dos padrões, assim como por eventuais dificuldades no processamento industrial e fabricação de derivados lácteos a partir de leite com estas alterações. Em geral, a maioria destas alterações são mais frequentes no verão, sob condições de estresse térmico.

A biossíntese do leite ocorre na glândula mamária, sob controle hormonal. Muitos dos constituintes são sintetizados nas células secretoras da glândula mamária e alguns componentes são agregados ao leite diretamente a partir do sangue e do epitélio glandular. Os principais constituintes do leite são: água, lactose, gordura, proteína, sais na forma de íons, ácido cítrico, fosfolipídios, esteróis, gases dissolvidos, vitaminas, entre outros em menor concentração (TÖPEL, 2016). Em função dessa complexidade, diversas alterações nas propriedades físico-químicas do leite podem ser observadas, sendo que algumas delas podem comprometer o processamento industrial do leite e as propriedades dos derivados lácteos, enquanto que outras podem apresentar reações semelhantes às fraudes, dificultando a interpretação de análises destinadas para este fim. A seguir, serão apresentadas as alterações mais comumente encontradas.

7.1 LEITE INSTÁVEL NÃO ÁCIDO (LINA)

O leite que precipita ao teste do álcool e não apresenta acidez titulável acima de 18° Dornic é denominado Leite Instável Não Ácido (LINA) (FISCHER *et al*, 2012). De acordo com a IN 76/2018, o teste do álcool/alizarol deve ser realizado antes do recolhimento do leite cru refrigerado, que deve se apresentar estável e não precipitar ao ser testado com uma **solução alcoólica a 72% (v/v) ou de concentração inferior**.

A prova do alizarol constitui uma variação do teste do álcool por apresentar alizarina na sua constituição, que muda de cor conforme a acidez do leite. Em casos de variações de acidez extremas, essa mudança é visível, 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 (ZANELA; RIBEIRO, 2017). A Figura 62, a seguir, mostra como se distingue o leite ácido do leite LINA e do leite normal.

Figura 62 – Fluxograma para o diagnóstico do LINA.

Fonte – Zanela E Ribeiro, 2017

O teste do álcool é considerado um teste de rejeição ou aceitação do leite pela indústria. É, no entanto, pouco seletivo e específico e é utilizado pela indústria para estimar a estabilidade das proteínas do leite. O álcool etílico, quando em elevadas concentrações, desnatura as proteínas do leite pelo aumento da instabilidade das micelas de caseína (Figura 63) (HORNE, 2016 e TÖPEL, 2016).

Figura 63 – Leite positivo ao teste do álcool.



Fonte – Thaler Neto, 2017.

Outro aspecto importante a considerar em relação ao teste do álcool é a concentração alcoólica usada pelos laticínios que é, em muitas ocasiões, muito superior ao mínimo preconizado pelo Ministério da Agricultura, por considerarem que um aumento da concentração alcoólica da solução teste poderia selecionar leite com elevada estabilidade térmica e menos suscetível à desnaturação quando industrializado.

A desnaturação de proteínas consiste nas mudanças que ocorrem com as estruturas tridimensionais secundárias e terciárias das mesmas, bem como a desestabilização que ocorre com as micelas de caseína. A estrutura primária das proteínas do leite, no entanto, é mantida. A estabilidade das estruturas secundária e terciária das proteínas é mantida devido a um equilíbrio de forças entre moléculas (TÖPEL, 2016).

Alguns fatores físicos que levam à desnaturação de proteínas são a elevada temperatura e pressão, características de alguns processos de industrialização do leite. Entre os fatores químicos que provocam a desnaturação de proteínas do leite estão mudanças de pH, teor de ureia, detergentes, álcool etílico e elevada concentração de íons secretados no leite. Uma baixa concentração de íons dissolvidos no leite aumenta a solubilidade das proteínas. Íons adsorvem na superfície externa

de proteínas, aumentando a carga iônica, por isso mais água liga-se às proteínas que ficam mais hidratadas, ocorrendo um aumento na sua solubilidade. Por outro lado, altas concentrações de íons no leite causam uma diminuição da solubilidade. Assim, têm-se mais interações proteína-proteína, resultando numa diminuição da solubilidade em meio aquoso e, com isto, a formação de grumos (TÖPEL, 2016). O calor também causa a desnaturação de proteínas pelo aumento do grau de agitação molecular, alterando a conformação das proteínas, desfazendo interações e expondo grupos que não se solubilizam em água (hidrofóbicos) (BARREIROS e BARREIROS, 2017).

Muitos processos, incluindo tratamento UHT, esterilização e produção de leite em pó, nos quais a formação de géis ou a sedimentação devem ser evitados, são favorecidos pelo leite com alta estabilidade. Em outros processos, como produção de queijos e iogurte, em que a coagulação e a formação de géis são necessárias, uma menor estabilidade do leite pode ser até benéfica, já que pode suportar calor suave (TSIOULPAS et al., 2007).

O pH também afeta a estabilidade térmica do leite. Em seu pH natural, o leite é estável ao tratamento térmico e suporta temperaturas de até 140 °C por períodos maiores que 15 minutos, sem sinais visíveis de formação de grumos. No entanto, mesmo pequenas mudanças no pH, com variações de 0,1 unidade de pH, podem resultar em mudanças na estabilidade do leite ao calor (FOX e MCSWEENEY, 1998).

Figura 64 – Análises químicas do leite no processo industrial.



Fonte – Parilov, 2020.

O balanço ácido-básico sanguíneo é fundamental para a manutenção do pH sanguíneo e para a saúde animal. Em vacas de leite, alterações no equilíbrio ácido-básico podem ser acompanhadas de distúrbios eletrolíticos e, conseqüentemente, podem influenciar na composição e no balanço iônico do leite, além da produção de leite. Marques et al. (2011), observaram que a alcalose metabólica compensada foi o distúrbio metabólico mais prevalente associado ao LINA. Werncke (2017) observou redução da estabilidade do leite ao teste do álcool pela indução de acidose em vacas leiteiras.

Alterações relativamente pequenas nas concentrações de sais de leite, especialmente de cálcio, fósforo inorgânico e citrato, também podem ter efeitos importantes sobre as características tecnológicas do leite, podendo estar relacionados à alimentação das vacas (FOX e MCSWEENEY, 1998).

O LINA pode ter relação, dentre outros fatores, com o manejo nutricional inadequado, que faz com que ocorram alterações nas propriedades físico-químicas do leite. Como há perda da estabilidade da caseína, ocorrem perdas no processamento térmico do leite, especialmente no processo UHT (*Ultra High Temperature*).

O melhoramento genético para desempenho produtivo aumentou as exigências nutricionais das vacas leiteiras e a susceptibilidade destas a fatores estressantes, com destaque para o estresse térmico, em função do incremento calórico a partir da maior ingestão de alimentos. Deste modo, as deficiências nutricionais e o estresse térmico, de modo isolado ou em conjunto, exercem papel preponderante no desencadeamento de casos de LINA em condições de campo. Diversos trabalhos têm demonstrado o aumento do aparecimento de quadros de LINA em épocas de menor oferta de alimentos, em especial o outono, assim como em propriedades menos estruturadas (WERNCKE et al., 2016), ou sob condições de restrição alimentar (GABBI et al., 2016).

Figura 65 – Vaca ofegante sinalizando estresse térmico.



Fonte – COASA, 2019.

A restrição, provocada pela redução da quantidade de alimento oferecida reduz a produção de leite, aumenta a frequência da ocorrência do LINA e produz lesões nas junções fortes entre as células secretoras de leite nos alvéolos mamários, indicadas pelo aumento na concentração de lactose no plasma sanguíneo (STUMPF et al., 2013).

Os relatos de quadros de LINA durante o verão são bastante frequentes, sendo que Abreu (2008) demonstrou esse problema experimentalmente. Enquanto a restrição de sombra para vacas em pastejo sob condições de estresse térmico intenso provocou uma redução severa na resistência do leite ao teste do álcool, em um experimento similar sob condições de estresse moderado, o mesmo autor não observou redução na resistência ao teste do álcool.

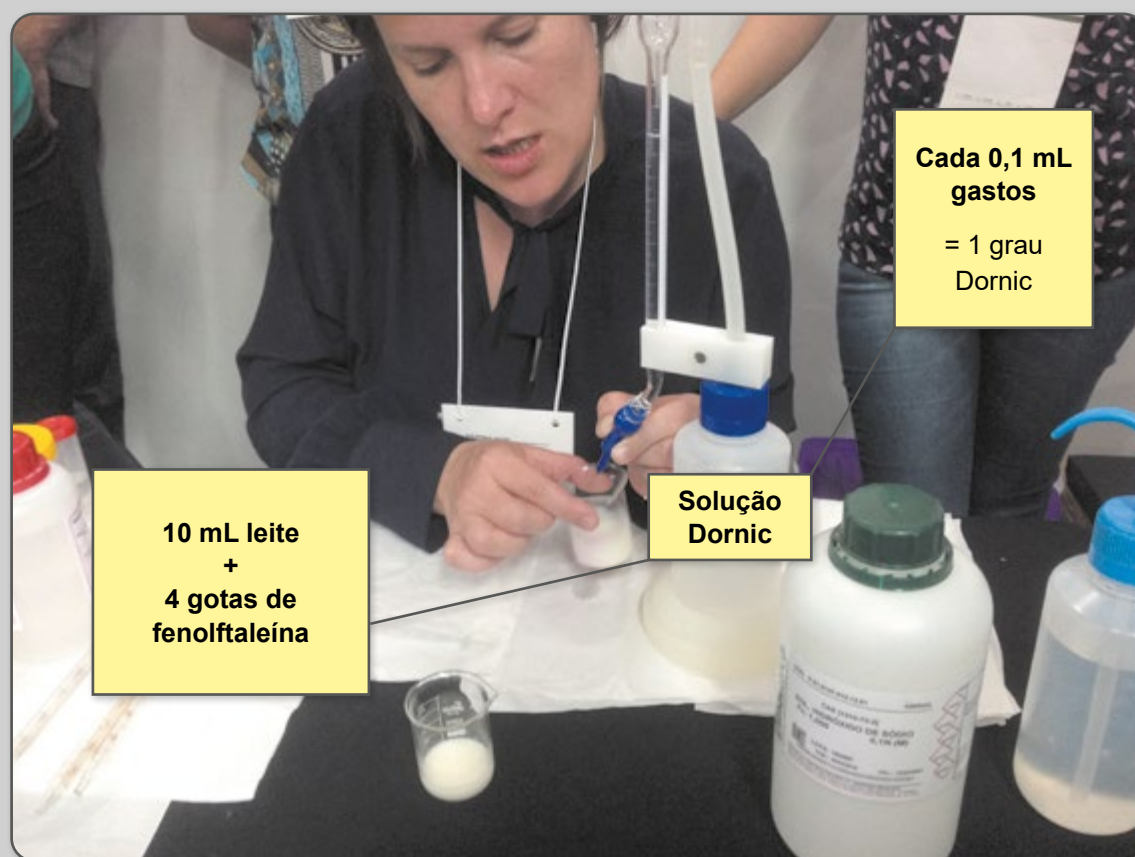
Vacas submetidas a estresse térmico passam por mudanças metabólicas e apresentam redução no consumo (RHOADS et al., 2009), fatores que podem desencadear mudanças na composição e estabilidade térmica das proteínas do leite (ZANELA et al., 2006). Com isso, as estratégias de manejo devem ser adotadas para que os animais não reduzam ou apresentem redução mínima no consumo, já que vacas sob restrição alimentar apresentam maior ocorrência de LINA, porém, podem recuperar a estabilidade do leite rapidamente com o fornecimento de dieta balanceada e consumo em níveis normais (SCHMIDT, 2014). Apesar do desafio, a

maximização do consumo pode ser atingida pela soma de adoções tecnológicas, sejam elas tecnologias de insumos (resfriamento, aditivos alimentares, equipamentos e instalações que favoreçam o conforto, etc.), ou tecnologias de processo (horário de alimentação, bom manejo de alimento, evitar categorias críticas em períodos críticos como vacas em pré-parto nos meses de maior calor).

7.2 ALTERAÇÕES DE ACIDEZ TITULÁVEL

A determinação da acidez titulável serve principalmente para detectar a acidez do leite de origem bacteriana (TÖPEL, 2016). É determinada experimentalmente pela titulação de 10 mL de leite com uma solução de hidróxido de sódio 0,1N, na presença de algumas gotas de solução indicadora ácido-básica, a fenolftaleína. Cada 0,1 mL de hidróxido de sódio 0,1N gastos na titulação, correspondem a 1 grau na escala de acidez Dornic. A IN 76/2018 estabelece que o leite cru refrigerado deve ter uma acidez titulável entre 0,14 a 0,18 g de ácido láctico por 100 mL, o equivalente a uma acidez entre 14 a 18 °Dornic (Figura 66).

Figura 66 – Teste de acidez titulável com acidímetro Dornic.



Fonte – Thaler Neto, 2020.

A acidez titulável do leite fresco normalmente se situa entre 14,4 a 16,65 °D. Esta acidez é denominada de acidez natural e é resultante principalmente dos componentes normais do leite como o hidrogenofosfato, caseína, proteínas do soro e CO₂. A lactose, ao ser fermentada por micro-organismos, pode dar origem a ácidos orgânicos, em especial ao ácido láctico, resultando na chamada acidez adquirida, que em conjunto com a acidez natural, forma a acidez real do leite (BRASIL, 2013)

A variação do teor de proteína e das frações proteicas também pode afetar a acidez do leite. Um leite com baixo teor de proteína pode ter uma baixa acidez titulável, com valores próximos a 13,5 °D. Por outro lado, o colostro, devido ao elevado teor de proteína, pode apresentar uma elevada acidez titulável (TÖPEL, 2016; BRASIL, 2013). Tsioulpas et al. (2007), encontraram uma elevada acidez titulável (0,46% de ácido láctico) associada a um alto teor de proteína (16,12%) no colostro de vacas Holandesas um dia após o parto. Observaram também, uma significativa redução da acidez titulável e do teor de proteína com o aumento dos dias em lactação.

O estresse térmico afeta a composição e as características físico-químicas do leite. Vacas sob estresse térmico podem produzir leite com menores teores de proteína e lactose, além de um leite com pH mais elevado e menor acidez titulável. No verão também pode ocorrer uma alteração na proporção das frações proteicas do leite. A diminuição do teor de α s e β -caseínas, frações proteicas ricas em grupos fosfato e consideradas ácidas, podem diminuir a acidez titulável do leite e elevar o pH. O menor teor dessas frações proteicas também pode explicar o menor conteúdo de fósforo no leite nos meses de verão (BERNABUCCI *et al.*, 2013)

Trabalhos em desenvolvimento demonstram o grande aumento no percentual de propriedades leiteiras com acidez titulável abaixo de 14 °D no verão, inclusive em amostras conjuntas de tanques de caminhão, resultando em considerável preocupação para as indústrias de laticínios devido às inconformidades em relação aos regulamentos de qualidade do leite. Os resultados parciais destes trabalhos também demonstram o potencial de redução da acidez titulável e do teor de lactose pelo aumento da CCS, tanto em amostras de tanque de resfriamento (ARRUDA JÚNIOR *et al.*, 2016), como em amostras individuais de vacas (ARRUDA JÚNIOR *et al.*, 2015).

Tabela 5 – Interpretação de resultados de valores de pH e da acidez do leite.

pH	Acidez Dornic (°D)	Interpretação dos resultados
6,6 – 6,8	15 – 18	Leite normal (fresco)
≥ 6,9	< 15	Leite típico alcalino: leite de vaca com mastite, leite do final da lactação, leite de retenção, leite fraudado com água
6,5 – 6,6	19 – 20	Leite ligeiramente ácido: leite do princípio da lactação, leite com colostro, leite em início de processo de fermentação
6,4	± 20	Leite que não resiste ao aquecimento a 110 °C
6,3	22	Leite que não resiste ao aquecimento a 100 °C
6,1	≥ 24	Leite que não resiste à pasteurização a 72 °C
5,2	55 – 60	Leite que começa a flocular à temperatura ambiente
6,5	9 – 13	Soro de queijo

Fonte – RODRIGUES *et al.*, 1995.

7.3 ALTERAÇÕES NO ÍNDICE CRIOSCÓPICO

O índice crioscópico (IC) do leite é relativamente constante e é um resultado do equilíbrio osmótico entre o sangue e o leite. A determinação do índice crioscópico é realizada para detectar fraudes por adição de água ao leite (HENNO *et al.*, 2008). A IN 76/2018 estabelece que o leite cru refrigerado deve ter um índice crioscópico entre $-0,530$ °H e $-0,555$ °H, o equivalente a $-0,512$ °C e $-0,536$ °C. Valores mais altos e próximos de zero podem indicar a adição de água, enquanto que valores mais negativos podem indicar maior quantidade de solutos no leite. A lactose e íons dissolvidos respondem por cerca de 80% da diminuição do índice crioscópico, enquanto que outras substâncias como ureia, ácidos graxos de cadeia curta e CO₂ afetam menos o índice crioscópico (TÖPEL, 2016). Schukken *et al.* (1992), observaram um aumento do índice crioscópico do leite nos meses de verão e o atribuíram à variação do teor de lactose e proteína do leite. Esta variação pode estar relacionada ao maior consumo de água pelos animais em épocas do ano com maiores temperaturas ambientais, já que a osmolaridade do leite e do sangue estão correlacionadas (HENNO *et al.*, 2008). Além disso, o índice crioscópico do leite pode ser afetado pelo estágio da lactação e por infecções da glândula mamária (HENNO *et al.*, 2008). A alimentação das vacas também tem impacto sobre o IC, porém, apenas em casos extremos (fome). Existe a possibilidade deste fator, isoladamente, elevar o IC acima do limite regulamentado. Porém, dietas desequilibradas, com baixa energia, deficiência de minerais ou excesso de proteína podem levar a um aumento do índice crioscópico (TÖPEL, 2016 e BOWMAN *et al.*, 2005).

Outras causas de aumento no IC não relacionados à fraude intencional podem ser decorrentes da presença de água residual em sistemas de lavagem automática de equipamentos de ordenha, dos sistemas de condução e resfriamento de leite, assim como da condensação de água nas tubulações de condução do leite.

O aumento da acidez do leite pela fermentação da lactose produzindo ácido láctico causa uma significativa diminuição do índice crioscópico do leite. O mesmo efeito ocorre em vacas privadas de água, reduzindo o índice crioscópico devido à desidratação (BOTARO e SANTOS, 2008; ARCARI e SANTOS, 2012).

Figura 67 – Analisador eletrônico da crioscopia.



Fonte – Alba_alioth, 2020.

8 A QUALIDADE DO LEITE E RENTABILIDADE NA PROPRIEDADE LEITEIRA

As profundas alterações que a cadeia produtiva do leite vem passando no país, em especial na qualidade do leite, destacando-se a implantação das instruções normativas 76 e 77/2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, exigem a profissionalização dos produtores de leite para que os mesmos sejam competitivos e, conseqüentemente, as propriedades leiteiras sejam financeiramente sustentáveis. Neste sentido, assume importância fundamental o contínuo treinamento do produtor de leite na gestão de custos e índices zootécnicos da propriedade rural para otimizar os resultados econômicos da sua atividade.

O produtor de leite precisa melhorar continuamente e essas melhorias levam a uma constante mudança nos parâmetros de desempenho técnico e econômico. O que é aceitável num determinado momento para ter competitividade no mercado pode não ser suficiente em anos posteriores. O sucesso do passado não garante o sucesso para o futuro.

Assim, o produtor precisa adquirir conhecimentos e incorporar à sua rotina, além dos aspectos técnicos, o controle financeiro, transformando sua propriedade em empresa rural. Neste sentido, diversos aspectos precisam ser levados em consideração, destacando-se os seguintes conceitos: gestão da rotina (garantia que as atividades realizadas dentro da propriedade sejam conduzidas adequadamente), gestão do negócio: (racionalidade, razão de ser e estratégias de competitividade) e gestão de pessoas: (desenvolvimento de práticas e condutas que comprometam as pessoas ao sistema).

Para tal, preconiza-se que as propriedades sejam setorizadas e cada segmento possua seus indicadores de eficiência, os quais têm a finalidade de medir as metas de cada setor dentro da propriedade leiteira. Geralmente, os setores implantados são: setor de alimentação; setor de produção; setor de criação; setor de ordenha e qualidade do leite.

Recomenda-se, também, definir os princípios para a gestão da rotina de cada propriedade, os quais auxiliam no desenvolvimento das etapas dentro de cada setor como, por exemplo:

- execução de tarefas sempre da mesma maneira, conforme orientação;
- identificação de problemas através dos resultados (atendimento de metas);
- mudanças somente quando estiverem afetando resultados;
- realização periódica de capacitação e treinamento de funcionários;

- plano de auditorias para avaliação do cumprimento de procedimentos;
- sempre basear-se em indicadores de desempenho (de produto ou de verificação).

Para o setor de ordenha e qualidade do leite, devemos utilizar indicadores de produtos, os quais nos mostram se o produto está dentro das especificações de qualidade (ex.: contagem de células somáticas, contagem bacteriana total, porcentagem de gordura e proteína), além de indicadores de verificação, os quais são calculados a partir dos dados coletados e nos mostram se os procedimentos adotados estão garantindo as especificações técnicas (ex.: índice de sujidades dos tetos e do úbere, escore de filtro de ordenha, escore de hiperqueratose, incidência e prevalência de casos de mastite clínica e subclínica). Esses indicadores de verificação são importantes para atingir as metas dos indicadores de qualidade e de rentabilidade, tanto momentâneas, como a médio e longo prazo.

O planejamento produtivo e o uso de técnicas recomendadas de exploração representam a melhor opção para o avanço de qualquer sistema de produção de leite. Torna-se então, de extrema relevância a utilização de sistemas de gerenciamento que possibilitem o crescimento do empreendimento rural viável. No entanto, para que isso possa ocorrer, é necessário estabelecer algumas medidas:

- **Coleta e armazenamento de dados:** os dados devem ser coletados nas propriedades e armazenados utilizando planilhas ou programas computacionais. Os dados mínimos coletados são produção de leite, secagem, parto, morte, descarte, análises de leite, coberturas e cios, diagnósticos de prenhez e crescimento de bezerras e novilhas.
- **Suporte de análises laboratoriais:** todos os meses devem ser enviadas amostras de leite individuais e de tanque para contagem de células somáticas (CCS), contagem bacteriana total (CBT), nitrogênio ureico no leite e composição. Esses resultados servem para verificar a necessidade de adequação de dietas, ocorrência de mastite, determinação de linha de ordenha e outras práticas de manejo.
- **Processamento de dados:** deve-se utilizar programas gerenciais que permitam verificar questões relacionadas ao desempenho do negócio baseando-se em coeficientes zootécnicos relevantes, comparando-se com padrões. Geralmente servem para tomada de decisões e soluções de problemas.
- **Treinamento de usuários:** periodicamente devem ser realizadas visitas técnicas às propriedades leiteiras, quando serão debatidos temas como qualidade do leite, sanidade, produção, reprodução, dentre outros, para treinamento de colaboradores e demais envolvidos.

A rentabilidade, de acordo com Gitman (2010), pode ser definida como a relação entre as receitas e os custos gerados pelo uso dos ativos da empresa em atividades produtivas. A análise da rentabilidade é considerada como uma das mais importantes da análise financeiras e tem como objetivo apresentar o retorno do capital investido e identificar as razões e fatores que levaram a esta rentabilidade. (PADOVEZE e BENEDICTO, 2007). No caso de produtores que comercializam seu leite para indústrias que remuneram o leite pela qualidade, esta passa a ter um impacto bastante importante sobre a lucratividade da propriedade leiteira. Ao analisar a implantação de um programa de pagamento por qualidade em uma cooperativa, Winck (2012) observou que o mesmo impactou positivamente a cadeia produtiva em aspectos sociais, econômicos e técnicos, melhorando a qualidade do leite coletado e incentivando a cooperativa e os produtores a investirem na produção.

Por exemplo, temos os custos envolvidos com os casos de infecções intramamárias. O impacto da mastite clínica é facilmente detectado pelo produtor. As perdas relacionadas a um caso de mastite clínica, são relacionadas à:

- custo com medicamentos/tratamento;
- redução na produção de leite, durante e após o caso clínico;
- descarte do leite caso tenha sido utilizado antibiótico;
- eventual custo com veterinário;
- eventual morte do animal;
- eventual impacto na reprodução, como, por exemplo, aborto em caso de gestação recém confirmada;
- eventual contaminação do leite do tanque com resíduo de antibióticos e condenação do leite por parte da indústria.

No caso da mastite subclínica, normalmente os produtores subestimaram as perdas econômicas causadas pelo aumento da CCS. A intensidade destas perdas varia bastante, em função de diversos fatores, tais como a idade, a raça e o tipo de vaca, o estágio de lactação, a produção de leite antes da mastite, o microrganismo causador de mastite, a intensidade de inflamação, além dos aspectos econômicos, como custo de tratamento e da prevenção, preço do leite, influência da CCS na formação do preço do leite (GONÇALVES E SANTOS, 2017). Em um trabalho recente com dados brasileiros ficou demonstrado o elevado prejuízo da CCS sobre a produção de leite, com situações extremas em que a redução da produção de leite pode se aproximar de 25%, prejudicando sensivelmente a rentabilidade.

Desta forma, torna-se cada vez mais importante o produtor buscar soluções para a adequação aos parâmetros de qualidade de leite exigidos. Como a mastite

é uma doença de caráter complexo, cujo controle pode levar determinado tempo, deve-se começar o quanto antes a desenvolver formas de controle. Assim, o uso de ferramentas de cálculo sobre os custos de mastite torna-se cada vez mais importante no combate à mastite.

Quando o produtor realiza controle leiteiro (realizado por controlador oficial) ou controle zootécnico (realizado pelo próprio produtor) na sua propriedade, além de ferramentas como produção e composição do leite e concentração de Nitrogênio ureico no Leite, os quais têm grande impacto sobre decisões de alimentação e manejo dos animais, a **CCS passa a ser a principal ferramenta de manejo no controle da mastite subclínica e da qualidade do leite**. Neste sentido, os resultados podem facilitar em muito o controle da mastite e redução da CCS. Na Figura 68, em uma pequena propriedade com 21 vacas em lactação, uma única vaca é responsável por mais de 50% da CCS do rebanho, de modo que a segregação do leite, tratamento, secagem ou, em casos extremos, o descarte deste animal irá determinar uma queda substancial na CCS do tanque.

Figura 68 – Controle leiteiro de rebanho com 21 vacas em lactação, sendo uma vaca responsável por mais de metade da contagem de células somáticas (CCS) do rebanho (em destaque).

PRODUÇÃO TOTAL:		601.2	Nº ANIMAIS:		21	DATA DO CONTROLE:		23/01/2018
MÉDIA PRODUÇÃO:		28.6	MÉDIA CCS TANQUE:		360.05	DATA DA EMISSÃO:		25/01/2018
	VACA	PARTO	IDADE	PRODUÇÃO	CCS	% TOTAL	CCS/TQ.	OBS:
1	181	19/07/2017	08/00	31.8	28	0.4	1.5	
2	200	28/07/2016	05/01	44	607	12.3	44.4	
3	203	03/01/2017	05/01	16	265	2.0	7.1	
4	204	04/08/2015	03/08	34.2	3504	50.3	202.7	
5	206	02/03/2016	04/00	41.4	24	0.5	1.7	
6	209	15/07/2017	04/09	26.8	46	0.6	2.1	
7	211	11/11/2015	03/00	31.8	233	3.4	12.3	
8	215	16/09/2016	03/05	30.4	80	1.1	4.0	
9	216	26/05/2016	03/01	37.2	340	5.8	21.0	
10	219	02/03/2016	02/03	27.2	87	1.1	3.9	
11	222	01/05/2016	14/09	38.4	481	8.5	30.7	
12	224	06/04/2017	02/11	23.4	193	2.1	7.5	
13	225	31/05/2016	02/01	38.2	16	0.3	1.0	
14	228	23/12/2016	02/01	22	20	0.2	0.7	
15	230	10/04/2017	02/04	16.6	100	0.8	2.8	
16	231	17/08/2017	07/01	18.8	53	0.5	1.7	
17	234	15/08/2017	07/01	27.2	25	0.3	1.1	
18	235	13/07/2017	07/00	24.4	53	0.6	2.2	
19	236	17/09/2017	02/02	19.6	96	0.9	3.1	
20	237	21/09/2017	02/01	25.6	95	1.1	4.0	
21	238	14/12/2017	02/02	26.2	102	1.2	4.4	

Fonte – Thaler Neto, 2019.

No exemplo da Figura 69, em um rebanho maior, 20% das vacas eram responsáveis por 70% da CCS, de modo que um esquema de manejo da mastite subclínica focado nessas vacas poderá impactar fortemente a redução da CCS e melhoria da rentabilidade da propriedade.

Figura 69 – Parte do controle leiteiro de rebanho com 95 vacas em lactação, ordenado por contagem de células somáticas (CCS), sendo 19 vacas em destaque (20% do rebanho) responsáveis por 70% da CCS do rebanho.

PRODUÇÃO TOTAL:		2822,5			Nº ANIMAIS:	95	DATA DO CONTROLE:	
MÉDIA PRODUÇÃO:		29,8			MÉDIA CCS TANQUE:	438,38	DATA DA EMISSÃO:	
	VACA	PARTO	DEL	IDADE	PRODUÇÃO	CCS	% TOTAL	CC STQ.
41	340	27/05/2015	306	08/05	22	5933	10,5	46,2
31	253	14/12/2015	105	02/01	18,9	3452	5,3	23,1
87	944	19/03/2015	375	05/02	33,4	2594	7,0	30,7
3	24	13/10/2015	167	03/09	41,7	2424	8,2	35,8
81	831	09/02/2016	48	05/10	31,5	1748	4,4	19,5
24	235	25/09/2015	165	07/05	31,6	1710	4,4	19,1
69	512	11/10/2015	169	06/03	44,7	1500	5,4	23,8
74	701	15/06/2015	287	05/01	4,3	1498	0,5	2,3
75	702	15/10/2015	165	05/04	36,8	1431	4,5	19,6
45	368	05/12/2014	479	01/09	11,7	1401	1,3	5,8
70	529	01/10/2015	179	01/07	33,7	1362	3,7	16,3
2	15	20/02/2016	37	04/02	38,1	1294	4,0	17,5
13	113	04/11/2014	510	02/04	22	1287	2,3	10,0
80	799	24/02/2016	33	05/11	24,8	1192	2,4	10,5
71	532	20/07/2015	252	02/02	22,8	1035	1,9	8,4
73	681	25/10/2015	155	05/06	28,9	1028	2,4	10,5
42	351	12/08/2015	229	08/05	28,2	959	2,2	9,6
6	47	09/10/2014	536	02/07	28,6	873	2,0	8,8
5	41	17/05/2015	316	03/03	18,1	844	1,2	5,4
16	201	24/11/2015	125	03/03	32,6	720	1,9	8,3
53	418	03/01/2016	85	06/00	8,3	667	0,4	2,0
7	48	19/06/2015	283	03/03	39,7	641	2,1	9,0
52	412	16/08/2015	225	05/07	22,03	613	1,1	4,8
84	879	19/06/2015	283	05/04	28,3	566	1,3	5,7
11	61	14/02/2015	408	04/02	37,3	544	1,6	7,2
55	421	20/11/2015	129	05/10	29,1	492	1,2	5,1

Fonte – Thaler Neto, 2019.

Os diversos indicadores de qualidade do leite estão altamente inter-relacionados e, para a obtenção de uma boa qualidade do leite, não se pode focar apenas em um indicador isoladamente, mas sim nos vários fatores determinantes. Vacas bem nutridas, pouco expostas a condições de estresse térmico, com glândula mamária saudável e boas condições de higiene, seja no local de ordenha e também nas áreas de alimentação e descanso dos animais, geram bons índices de qualidade do leite.

9 CONSELEITE PARANÁ

O CONSELEITE Paraná é um conselho paritário tripartite, que reúne representantes dos produtores de leite e de laticínios do estado do Paraná para encontrar soluções conjuntas para problemas comuns. Fazem parte do CONSELEITE a Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP e o Sindicato da Indústria de Laticínios e Produtos Derivados do Paraná – Sindileite PR, além da Universidade Federal do Paraná como mediadora das discussões. Sua criação foi motivada pela necessidade de estabelecer um referencial de preços para o leite, baseado no princípio da transparência e no desempenho comercial de seus derivados.

A demanda surgiu no início dos anos 2000, a partir das reuniões da Comissão Técnica de Bovinocultura de Leite da FAEP, que entendeu não ser mais possível conviver com a falta de confiança mútua e de transparência na formação de preços. As relações entre os setores produtivo e industrial eram, em sua maioria, conflitantes, sendo necessário estabelecer um referencial de preços objetivo e mensurável para o leite paranaense. Pretendeu-se, ao mesmo tempo, favorecer o desenvolvimento sustentável da produção de leite e seus derivados, bem como contribuir para a melhoria de sua qualidade. Seu principal objetivo é proporcionar maior transparência para o mercado de laticínios através da determinação e disseminação de valores de referência para o leite como matéria-prima, calculada com rigor científico comprovado.

A metodologia considera parâmetros de qualidade e volume do leite entregue ao laticínio e, com base nos preços no atacado de produtos lácteos comercializados, o preço de referência destina-se a ser um valor justo e objetivo, tanto para produtores como para as indústrias. A metodologia foi criada em 2002 e desde janeiro de 2003 se publica mensalmente o preço de referência para o leite. O princípio de transparência tem início com o levantamento das informações de desempenho comercial dos produtos lácteos no atacado. Em se tratando de informações sensíveis e sigilosas, foi necessário encontrar uma instituição imparcial e idônea para realização do levantamento. Isso se materializou na contratação do Departamento de Economia Rural e Extensão da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

O Departamento levanta semanalmente junto às indústrias participantes os dados referentes à comercialização de vários produtos derivados do leite no atacado. As informações são tabuladas, tratadas estatisticamente e divulgadas na forma de dados médios, mantendo resultados individuais em sigilo. A comercialização do leite no Paraná começou se organizar conforme a divulgação dos preços referência atingiam as regiões produtoras. De imediato, pequenos produtores foram os que mais se

beneficiaram, pois passaram a dispor de uma ferramenta que lhes deu embasamento para negociar os preços com base no valor de referência do CONSELEITE.

Para os médios e grandes produtores também houve benefícios, pois o fato desses preços serem divulgados mensalmente possibilitou o crescimento de uma massa de produtores bem informados e mais preparados para uma discussão de preço. Tal fato era impensável antes da instituição do Conselho, quando os preços eram conhecidos apenas no mês seguinte após a “entrega” de todo o leite.

Outras vantagens trazidas pelo CONSELEITE devem ser consideradas, como a possibilidade de planejar a produção pelo conhecimento antecipado da tendência de preços. Todavia, o grande destaque veio em 2004 com o início do estabelecimento de contratos de compra e venda de leite, o que proporciona fidelização entre fornecedores e compradores, antiga reivindicação do setor.

O Conselho possibilitou produtores e indústrias a encontrarem na divulgação dos preços de referência o parâmetro que sempre lhes faltou para a fixação de valores. Esses contratos são interessantes para ambos os lados, pela importância que representam para o planejamento ao evitar grandes oscilações de volumes e de preços. A seriedade dos valores divulgados foi reconhecida pelo governo do estado do Paraná, que aprovou que o pagamento aos fornecedores do Programa “Leite das Crianças” ocorresse conforme o preço médio de comercialização do leite pasteurizado divulgado pelo Conselho, dispensando processos licitatórios. Esta dispensa favoreceu imensamente os produtores e indústrias paranaenses. Programas semelhantes em outros estados se mostraram danosos ao segmento doméstico em função do processo licitatório ter favorecido a compra do leite de fora do estado com valores mais acessíveis, porém às custas da ausência de compromisso com a qualidade.

A afirmação do entrosamento entre produtores e indústrias pode ser considerada outra importante conquista do CONSELEITE, porque os produtores mostram-se esclarecidos o suficiente para não empreenderem uma caça aos culpados por baixas cotações, como ocorria anteriormente. A cada reunião em que são divulgados os preços praticados pelas indústrias, os produtores compreendem o porquê da baixa remuneração da matéria prima, por exemplo. Dessa forma, o CONSELEITE Paraná figura como importante ferramenta de mercado para o leite, para o posicionamento industrial e como ambiente de diálogo para o desenvolvimento do setor. Baseado na confiança entre os dois segmentos, a partir de uma proposta inovadora e arrojada, o Conselho se consolidou como ferramenta eficiente para negociação de preços, refletindo transparência e justiça.

Os 18 anos de aplicação da metodologia CONSELEITE não foram suficientes para resolver todos os problemas que rondam o setor leiteiro do Paraná, haja vista a influência de questões estruturais e conjunturais que fogem à alçada da iniciativa privada. Entretanto, é seguro afirmar que indústrias e produtores paranaenses plantaram a semente e estão cultivando um ambiente saudável de comercialização, com mais clareza e confiança, focado na busca de crescimento harmônico para o setor.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. S. Leite instável não ácido e propriedades físico-químicas do leite de vacas Jersey. **Faculdade de Agronomia, UFRGS**, v. Dissertação, p. 123 p, 2008.

ALESSIO, D. R. M. *et al.* Multivariate analysis of lactose content in milk of Holstein and Jersey cows. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.4, p.2641–2652, 2016.

ALBA_ALIOTH. Figura 10: equipamento eletrônico de análises do leite. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/analysis-testing-dairy-products-on-modern-1234501177> e <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/analysis-testing-dairy-products-on-modern-1273909876>. Acesso em: 30 out. 2021.

ALBA_ALIOTH. Figura 67: analisador eletrônico da crioscopia. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/analysis-testing-dairy-products-on-modern-1234501186>. Acesso em: 30 out. 2021.

ALEGRANSI, L. *et al.* Effects of methionine analog supplementation on milk yield and composition of primiparous dairy cows in a Brazilian dairy herd. **Journal of Dairy Science**, v.94, E-Suppl.1, p.124, 2011.

ALLEN, M.S.; PIANTONI, P. Carbohydrate Nutrition: Managing Energy Intake and Partitioning Through Lactation. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, v.30, n.3, p.577-597, 2014.

ALMEIDA, R. *et al.* Efeitos da suplementação de metionina análoga sobre a produção e composição do leite de vacas leiteiras de alta produção. **Anais...** Salvador, BA, jul. 2010. 3p.

ANALYSISSTUDIO. Figura 31: crescimento do *Staphylococcus aureus* em placa de ágar sangue. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/staphylococcus-aureus-grampositive-gramvariable-nonmotile-coccusbeta-468354608>. Acesso em: 30 out. 2021.

APCBRH – Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa. **Manual de campo para coleta de amostras de leite cru refrigerado**. Curitiba, 16p., 2015. Disponível em <https://www.apcbrh.com.br/files/MC-01Manualcampocoletaamostrasleitecru refrigerado.pdf>.

APCBRH – Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa. Disponível em: <http://www.apcbrh.com.br/parlpr/graficos-estatisticos>. Acesso em: 01 out. 2021.

ARCARI, M. A.; SANTOS, M. V. **Fatores que podem alterar a crioscopia do leite**. Disponível em: https://www.milkpoint.com.br/mypoint/6239/p_fatores_que_podem_alterar_a_crioscopia_do_leite_4319.aspx. Acesso em: 05 out. 2017.

ARCURI, E. F. Contagem, isolamento e caracterização de bactérias psicrófilas contaminantes de leite cru refrigerado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2250-2255, 2008.

ARRUDA JÚNIOR, L. C. *et al.* Low titratable acidity in individual milk samples of cows. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA: Produção Animal Para as Novas Gerações. Anais...* 2016. Gramado, 2016.

ARRUDA JÚNIOR, L. C.; ALESSIO, D. R. M.; ABREU, A. S. *et al.* Baixa acidez titulável em leite de tanques de resfriamento. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE*, 6., Curitiba, Pr. **Anais...** Curitiba, 2015. v. 2, p.1–294.

BABCOCK INSTITUTE. Figura 12: mecanismos de defesa da glândula mamária. Disponível em: http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/4383/material/23_mastite_a_doenca_e_sua_transmissao.pdf. Acesso em: 2 out. 2021.

BARREIROS, A. L. B. S.; BARREIROS, M. L. **Aminoácidos, peptídeos e proteínas experimental**. Disponível em: <http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/12221710072012Quimica_Biomoleculas_aula_5.pdf>. Acesso em: 2 out. 2017.

BEN CHEDLY, H. *et al.* Cell junction disruption after 36 h milk accumulation was associated with changes in mammary secretory tissue activity and dynamics in lactating dairy goats. **Journal of Physiology and Pharmacology**, v.60, n.3, p.105-111, 2009.

BERNABUCCI, U. *et al.* Effects of the hot season on milk protein fractions in Holstein cows. **Anim. Res.**, v.51, p.25-33, 2002.

BERNABUCCI, U. *et al.* Impact of hot environment on colostrum and milk composition. **Cellular and Molecular Biology**, v. 59, n. 1, p. 67–83, 2013.

BIOLOGY EDUCATION. Figura 51: fórmula estrutural da lactose. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-illustration/lactose-disaccharide-glucose-galactose-joined-by-1854404893>. Acesso em: 2 out. 2021.

BOTARO, B.; SANTOS, M. V. **Entendendo a variação da crioscopia do leite**. [S.l. : s.ed], 2017. p. 3–5,

BOURBON, Richard M. **Understanding animal breeding**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1997.

BOWMAN, B. *et al.* Significance of Nutritional Effects on the Freezing Point of Milk. **Ontario Agri-Business Association Nutrition Committee**, p. 1–3, 2005.

BRANISLAVPUDAR. Figura 23: coleta de dados no controle leiteiro. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/milking-cows-on-farm-man-woman-104545871> e <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/filling-bottles-milk-milking-cows-on-1049603045>. Acesso em: 11 out. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. 75 Portaria nº 146 de 7 de março de 1996. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 11 de março de 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 37, de 18 de abril de 2002. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 8, 24 abr. 2002. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa n.º 62, de 26 de agosto de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 set. 2003. Seção 1, p. 14.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório Nacional Agropecuário-- LANAGRO/RS. **Determinação de acidez titulável em leite fluido**. [S.l. : s.ed.], 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n.º 9.013, de 29 de março de 2017. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 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 República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 nov 2018a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 77, de 26 de novembro de 2018. procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 nov 2018b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro 2011. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2011b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2017.

BRITO, J.R.F. *et al.* **Procedimentos para coleta e envio de amostras de leite para determinação da composição e das contagens de células somáticas e de bactérias**. Juiz de Fora: EMBRAPA/CNPGL, 2017. 87p. (Circular Técnica 92).

BYLUND, G. Figura 49: estrutura da micela de caseína. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Modelo-esquematico-da-micela-de-caseina-Fonte-BYLUND-1995_fig1_51997847. Acesso em: 11 set. 2021.

CARDOZO, L. L. **Identificação dos fatores de risco associados a ocorrência de hiperqueratose na extremidade dos tetos em rebanhos leiteiros**. 2017. 167 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UDESC), Lages, SC, 2017.

CARDOZO, L. L.; THALER NETO, A.; SOUZA, G. N.; *et al.* Risk factors for the occurrence of new and chronic cases of subclinical mastitis in dairy herds in southern Brazil. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 11, p. 7675–85, 2015.

CARVALHO, G. R.; ROCHA, D. T.; CARNEIRO, A. V. Indicadores: Leite e Derivados. **Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite**, v.8, n.70, p.19, 2017.

CDN. Beta Casein, A2 Milk and Genetics. Disponível em: <https://www.cdn.ca/images/uploaded/file/A2 Milk Article - December 2016.pdf>. Acesso em: 5 out. 2017.

COASA. Figura 65: vaca ofegante sinalizando estresse térmico. Disponível em: <http://www.coasars.com.br/medica-veterinaria-alerta-sobre-estresse-termico-em-vacas-leiteiras/>. Acesso em: 15 nov. 2021

CÓRDOVA, H. A. *et al.* Utilização do grão de cevada em substituição ao milho em dietas para vacas em lactação. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.3, p.9-16, 2005.

COUSIN, M. A. Presence and activity of psychrotrophic microorganisms in milk and dairy products: a review. **Journal of Food Protection**, v. 45, n. 2, p. 172-207, 1982.

CLARA BASTIAN. **Figura 52**: vacas pastoreando em boas condições de ambiência. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/group-cows-grazing-pasture-peaceful-sunny-1675284247>. Acesso em: 11 nov. 2021.

DOSKA, M.C. *et al.* Association between milk urea nitrogen and fertility of Brazilian dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, E-Suppl.1, p.354, 2011.

DOSKA, M.C. *et al.* Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.692-697, 2012.

DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A. R.; LEAN, I J. A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 2. Production effects. *Journal of dairy science*, v.91, n.4, p.1347–1360, 2008.

DÜRR, J. W. **Como produzir leite de alta qualidade**. Brasília, 2005.

FELIPUS, N. C. **Impacto do transporte a granel na qualidade microbiológica e físico-química e na composição do leite cru refrigerado em indústria de laticínios**.

2017. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Lages, 2017.

FERNANDES, R. **Microbiology handbook: dairy products**. Cambrigde: Leatherhead Food International Ltd,. 2009. p.174.

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

FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. **Dairy Chemistry and Biochemistry**. Blackie Academic. 1998.

GABBI, *et al.* Typology and physical-chemical characterization of bovine milk produced with different productions strategies. **Agr. Syst.**, v.121, p.130-134, 2013.

GABBI, A. M. *et al.* Milk traits of lactating cows submitted to feed restriction. **Trop. Anim. Health Prod.**, v. 48, p. 37–43, 2016.

GARCÍA-RUIZ, A. *et al.* Changes in genetic selection differentials and generation intervals in US Holstein dairy cattle as a result of genomic selection. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.113, n.28, p.E3995–E4004, 2016.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GUERREIRO, P.K. *et al.* Qualidade Microbiológica de Leite em Função de Técnicas Profiláticas no Manejo de Produção. **Ciências Agrotécnicas**, v. 29, p.216-222, 2005.

HARVATINE, K. J.; BOSCLAIR, Y. R.; BAUMAN; D. E. Recent advances in the regulation of milk fat synthesis. **Animal**, v.3, n.1, p.40-54, 2009.

HEINICHES, J. **Methods used to measure forage and ration particle size**. Disponível em: <<https://extension.psu.edu/methods-used-to-measure-forage-and-ration-particle-size>>. Acesso em: 5 out. 2017.

HENNO, M. *et al.* Factors affecting the freezing point stability of milk from individual cows. **International Dairy Journal**, v. 18, n. 2, p. 210–215, 2008.

HORNE, D. S. Ethanol Stability and Milk Composition. **Advanced Dairy Chemistry**, v. 1B, p. 225–246, 2016.

HORST, J. A. Figura 27: contaminação nos equipamentos de ordenha. *In*: CORREA, A. M.F.; HORST, J. A. **Manejo, sistemas e equipamentos de ordenha**. Curitiba; SENAR AR/PR, 2020.

IBGE. Figura 39: ranking de produtividade das vacas em lactação (litros/vaca/ano) em 2020. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf. Acesso em: 10 jan. 2022.

ICBF. **Phenotypic trends in Dairy**. [S.n],. 2016. Disponível em: <https://www.icbf.com/wp/?p=6939>. Acesso em: 3 out. 2017.

JERSZURKI, D. et al. Nitrogen utilization efficiency in specialized dairy herds in Southern Brazil. **Journal of Dairy Science**, v.95, E-Suppl.1, 2012 (aceito).

JOÃO, J. H. et al. Influência da qualidade da água e manejo de ordenha sobre a qualidade do leite. IV Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite. **Anais...** . p. 269-270, 2010. Florianópolis - SC.

CARNEMOLLA, J. Figura 16: representação da formação da linha de ordenha. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/victorian-dairy-farm-492787228>. Acesso em: 5 out. 2021.

JRS JAHANGEER. Figura 17: aplicação de desinfetante após a ordenha (pós-dipping). Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/cow-milking-facility-mechanized-equipment-agriculture-1600244302> e <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/cow-milking-facility-mechanized-equipment-agriculture-1600244362>. Acesso em: 27 out. 2021.

KATERYNA KON. Figura 25: ilustração 3D de bactérias do gênero *Lactobacillus*, produtoras de ácido láctico. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-illustration/bacteria-lactobacillus-lactic-acid-which-part-389522521>. Acesso em: 13 dez. 2021.

KELLAWAY, R. C.; HARRINGTON, T. **Feeding Concentrates Supplements for Dairy Cows**. Collingwood: Landlinks Press, 2004.

KULYK. Figura 9:: composição do leite. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-vector/vitamins-minerals-cow-milk-infographics-about-376919176>. Acesso em: 10 nov. 2021.

LAKEVIEW IMAGES. Figura 20: aplicação de medicamento intramamário na terapia de secagem da vaca. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/farmer-injects-dry-cow-therapy-into-174055292>. Acesso em: 10 nov. 2021.

LE MOSQUET, S; DELAMAIRE, E.; LAPIERRE, H. et al. Effects of glucose propionic acid and nonessential amino acids on glucose metabolism and milk yield in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.92, n.7, p.3244-3257, 2009.

MADOUASSE, A.; BROWNE, W. J.; HUXLEY, J. N. et al. Risk factors for a high somatic cell count at the first milk recording in a large sample of UK dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 4, p. 1873–84, 2012.

MARGOUILLAT PHOTO. Figura 1: produtos lácteos fabricados com leite de alta qualidade. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/dairy-products-520248940>. Acesso em: 30 out. 2021.

MARQUES, L. T.; FISCHER, V.; ZANELA, M. B.; *et al.* Produção leiteira , composição do leite e perfil bioquímico sanguíneo de vacas lactantes sob suplementação com sal aniônico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1088–1094, 2011.

MACHADO, P.F.; PEREIRA, A.R.; SARRIÉS, G.A. Efeitos da contagem de células somáticas na qualidade do leite e a atual situação de rebanhos brasileiros. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.54, p.10-16, 1999.

MATTIELLO, C.A. **Avaliação do rendimento industrial, atributos microbiológicos e físico-químicos de queijo colonial produzido a partir de leite com dois diferentes níveis de células somáticas**, 2015. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias.

MATTIELLO, C. A. *et al.* Rendimento industrial, eficiência de fabricação e características físico-químicas de queijo colonial produzido a partir de leite com dois níveis de células somáticas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 2017 (no prelo).

MEIN, G. A.; NEIJENHUIS, F.; MORGAN, W. F. F. *et al.* Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 1. Non-infectious factors. 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality. **Anais....** Vancouver, 2001. p.347–351,

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of dairy science**, v.80, n.7, p.1463–1481, 1997.

MONARDES, H. Reflexões sobre a qualidade do leite. *In*: DÜRR, JUJ.; DÜRR, W. *et al* (ed.). **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo, UPF, 2004. p.11–37.

MOUSSAOUI, F. *et al.* Proteolysis in milk during experimental *Escherichia coli* mastitis. **Journal Dairy Science**, v.87, p.2923-2931, 2004.

MÜLLER, E. E. Qualidade do leite, células somáticas e prevenção da mastite. ii Sul-Leite: . **Anais....** Toledo, 2002. p.206–220.

MURPHY, S. C. *et al.* Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield? **Journal of Dairy Science**, v. 99, p. 10128-10149, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7. rev.ed. Washinton, D.C., 2001. 381p.

NEIJENHUIS, F. *et al.* Classification and longitudinal examination of callused teat ends in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 83, p. 2795–804, 2000.

NORMAN, H.D.; WALTON, L.M.; DÜRR, J. **State and national standardized lactation averages by breed for cows calving in 2015**. Council on Dairy Cattle Breeding, 2017.

OLIVEIRA, J. R. Figura 61 – Interações dos nutrientes na PLANTA-SOLO-ANIMAL. Disponível em: <https://cmetlsudoeste.files.wordpress.com/2014/07/solo-planta-animal-oliveira-j-r-2011.jpg>. Acesso em: 05 fev. 2021.

OTISWALTON48. Figura 38 - Fórmula estrutural dos triglicerídeos saturados, monoinsaturado e poli-insaturados. Disponível em: <https://www.freepng.es/png-k4zvu2/>. Acesso em: 21 dez. 2021.

PADOVEZE, C. L.; BENEDICTO, C. G. **Análise das demonstrações financeiras**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2007.

PAGNO, K. C. A.; JESUZ, E. R.; CARNEIRO, M. G. B.; PAGNO, J. T. Análise do índice crioscópico do leite de vacas expostas à mudança no manejo hídrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 5., Lindóia, 2013.. **Anais...**, Águas de Lindóia, 2013.

PANTOJA, J. C. F.; HULLAND, C.; RUEGG, P. L. Somatic cell count status across the dry period as a risk factor for the development of clinical mastitis in the subsequent lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 1, p. 139–148, 2009.

PARILOV. Figura 64 – Análises químicas do leite no processo industrial. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/expert-control-quality-milk-laboratory-dairy-1842136930>. Acesso em: 15 ago. 2021.

PATTON, R. A. et al. Protein Feeding and Balancing for Amino Acids in Lactating Dairy Cattle. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, v.30, n.3, p.599-621, 2014.

PHOTOAGRICULTURE. Figura 8 – Laboratório de análises do leite. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/normandy-france-february-2008-laboratory-milk-1720001998>. Acesso em: 15 set. 2020.

PHOTOAGRICULTURE. Figura 11 – Equipamento de citometria de fluxo. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/normandy-france-february-2008-laboratory-milk-1720001992>. Acesso em: 15 set. 2020.

PHOTOAGRICULTURE. Figura 37 – Coleta de leite na propriedade. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/normandy-france-april-2008-dairy-plant-1739057570>. Acesso em: 15 dez. 2021.

PHOTOAGRICULTURE. Figura 54 - Análise de amostras de leite para identificação do NUL. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/normandy-france-february-2008-laboratory-milk-1720001989>. Acesso em: 15 dez. 2021.

PINTO, C. L. de O.; MARTINS, M. L.; VANETTI, M. C. D. Qualidade microbiológica de leite cru refrigerado e isolamento de bactérias psicrótróficas proteolíticas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 645-651, 2006.

PONGPREECHA MALALUANG. Figura 15 - Realização do descarte dos três primeiros jatos na caneca de fundo preto. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/onto-strip-cup-1148804891> e <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/after-milk-veterinary-tilting-abnormal-mastitis-1148805296>. Acesso em: 16 set. 2020.

PORTES, V. M.; SOUZA, G. N. de; THALER NETO, A. Qualidade do leite. *In*: CÓRDOVA U. A. (Org.) **Produção de leite à base de pasto em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2012.

QIAO, F. *et al.* Kinetics of glucose transport and sequestration in lactating bovine mammary glands measured in vivo with a paired indicator/nutrient dilution technique. **Journal of Applied Physiology**, San Diego, v.99, n.3, p.799-806, 2005.

RECHE, N. L. M. **Influência do armazenamento do leite em resfriador por expansão direta sobre a contagem de micro-organismos e estabilidade da caseína**. 2013. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Lages, 2013.

RECHE, N. L. M. *et al.* Multiplicação microbiana no leite cru armazenado em tanques de expansão direta. **Ciência Rural**, p. 828–834, 2015.

RHOADS, M. L. *et al.* Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.1986–1997, 2009.

ROCHE, J. Pasture is an excellent feed, unless you mismanage it. 2017. Disponível em: <<https://www.stuff.co.nz/business/farming/advice/92338064/john-roche-pasture-is-an-excellent-feed-unless-you-mismanage-it>>. Acesso em 17/12/2017.

RODRIGUES *et al.* Tabela 5 – Interpretação do resultados de valores de pH e da acidez do leite. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_194_21720039246.html. Acesso em: 18 dez. 2021.

RUEGG, P. L. Uso de um novo teste rápido para contagem de células somáticas. *In*: NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS: sanidade, 10., 2006. **Anais...** 2006. p. 222-229

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

SANTOS, G.T. dos; GRANZOTTO, F.; SCHOGOR, A.L.B. *et al.* Anatomia e fisiologia da glândula mamária e síntese e secreção dos componentes do leite. *In*: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUARIA LEITEIRA DA REGIÃO SUL DO BRASIL: Sistema de produção leiteira de base familiar como forma de fixação do homem no campo, 2012, Maringá. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2012, p.279-302.

SCHMIDT, F. A. **Efeito do Suprimento das Exigências de Energia e/ou Proteína na Recuperação da Instabilidade do Leite ao Teste do Álcool**, 2014. Universidade do Estado de Santa Catarina.

SCHUKKEN, Y. H. *et al.* Freezing Point of Bulk Milk in Ontario - An Observational Study. **Journal of Food protection**, v. 55, n. 12, p. 995–998, 1992.

SCHUKKEN, Y.; WILSON, D. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. **Veterinary Research**, v. 34, p. 579–596, 2003.

SGR. Figura 45 – Vacas em confinamento recebendo dieta totalmente misturada. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/cows-farm-dairy-cowshed-552790552>. Acesso em: 21 nov. 2021.

SILANIKOVE, N. *et al.* Milk metabolites as indicators of mammary gland function and milk quality. **Journal of Dairy Research**, v.81, p.358–363, 2014.

SILVA, C. G. *et al.* Influência da sanitificação da água e das práticas de ordenha na qualidade do leite. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 70, n. 2, 2018.

SINCRONIA DESIGN. Figura 30 – Esquema do clorador de água na propriedade rural. In: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

SINCRONIA DESIGN. Figura 33 – Problemas de conservação do leite por bactérias termodúricas. In: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

SOBRAL, D. Figura 34 - Queijos Minas artesanais apresentando trincas internas típicas de estufamento tardio. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Queijos-Minas-artesanais-apresentando-trincas-internas-tipicas-de-estufamento_fig2_323055563. Acesso em: 21 nov. 2021.

SMART.ART. Figura 5 - Agitação para homogeneização do leite. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/milk-cooling-tank-dairy-industry-keeps-209406883>. Acesso em: 15 out. 2021.

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

SUPRIVET. Figura 47 - Peneiras utilizadas para a separação de partícula. Disponível em: <https://www.suprivet.com.br/produto/separador-partic-forragem-nasco>. Acesso em: 13 dez. 2021.

THALER NETO, A. Figura 2 - Distribuição dos Laboratórios pertencentes a Rede Brasileira de Qualidade do Leite em 2022. In: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 3 - Material utilizado para realizar a coleta de leite para análises. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 4 - Acondicionamento em caixa isotérmica contendo gelo reciclável dos frascos utilizados para realização de coletas de leite para análise. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 6 - Frascos com amostra de leite, com conservante azidiol (tampa azul) e bronopol (tampa vermelha). *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 7 - Coleta de amostras de leite através do coletor automático individual por animal. Setas indicando a válvula para entrada de ar para homogeneização do leite e outra indicando o local para coleta de leite. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 13 - Lavagem dos tetos somente em casos extremos, sem molhar o úbere. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 14 - Procedimento de retirada dos pelos do úbere através da flambagem. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 18: Sequência dos procedimentos para coleta de leite para identificação bacteriológica. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 19: alimentação dos animais após a ordenha. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 21: vaca que após o tratamento no período seco regressou na próxima lactação com CCS baixa, sem mastite subclínica. (B) Vaca que mesmo após o tratamento no período seco no parto seguinte apresentou CCS elevada, mastite subclínica crônica. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 22 - Avaliação dos equipamentos de ordenha com pulsógrafo digital. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 24 - Escores de hiperqueratose na extremidade dos tetos. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 29 - Escore de higiene do úbere dos animais. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 32 - Tampas de tanques de expansão em condições ruins de higiene. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 35 - Aplicação de produto pré-dipping. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 36 - Secagem individual dos tetos com papel toalha. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 59 - Ciclo produtivo de uma vaca leiteira adulta. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 63: leite positivo ao teste do álcool. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 66: teste de acidez titulável com acidímetro Dornic.. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 68: Controle leiteiro de rebanho com 21 vacas em lactação, sendo uma vaca responsável por mais de metade da contagem de células somáticas (CCS) do rebanho (em destaque). *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. Figura 69: parte do controle leiteiro de rebanho com 95 vacas em lactação, ordenado por contagem de células somáticas (CCS), sendo 19 vacas em destaque (20% do rebanho) responsáveis por 70% da CCS do rebanho. *In*: THALER NETO, A. **Qualidade do leite**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.

THALER NETO, A. **O que vamos selecionar em nossos rebanhos: I - Características produtivas** - Blog - André Thaler Neto - MilkPoint. Disponível em: www.milkpoint.com.br/mypoint/213816/p_o_que_vamos_selecionar_em_nossos_rebanhos_i_caracteristicas_produtivas_selecao_genetica_producao_de_leite_gordura_proteina_pecuaria_leiteira_vaca_produtiva_longevidade_melhoramento_genetico_5469.aspx. Acesso em: 18 nov. 2021.

THALER NETO, A.; FRANCA, M. Impacto futuro de um adequado programa de melhoramento genético na qualidade composicional do leite. *In*: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE BOVINOCULTURA DE LEITE, 4., Chapecó, 2017, **Anais...** Chapecó: Nucleovet, 2017. p. 29-46.

THALER NETO, A.; *et al.* . Pontos críticos da qualidade do leite. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DA VACA LEITEIRA, 4., Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2017. p. 3-42.

TÖPEL, A. **Chemie und Physik der Milch**. 4. ed. Hamburg: Behr's Verlag, 2016.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. Santa Maria: Ed. da Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

TSIOULPAS, A.; LEWIS, M. J.; GRANDISON, A. S. Effect of minerals on casein micelle stability of cows' milk. **The Journal of dairy research**, v. 74, n. 2, p. 167–173, 2007.

VALLIN, V. M. *et al.*. Melhoria da qualidade do leite a partir da implantação de boas práticas de higiene na ordenha em 19 municípios da região central do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 181-188. 2009.

VAN HORN, H.H.; WILCOX, C.J. **Large Dairy Herd Management**. Champaign: American Dairy Science Association, 1992.

VANCE, E. R. *et al.* Food intake, milk production, and tissue changes of Holstein-Friesian and Jersey × Holstein-Friesian dairy cows within a medium-input grazing system and a high-input total confinement system. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1527–1544, 2012.

VANRADEN, P.M. **Net merit as a measure of lifetime profit: 2017 revision**. USDA: AIP Research Report, 2017. Disponível em <https://www.aipl.arsusda.gov/reference/nmcalc-2017.htm>. Acesso em: 16 set. 2021

VOGES, J. G *et al.* Qualidade da água e do leite em propriedades leiteiras do Planalto Norte de Santa Catarina. **Archives of Veterinary Science**, 2017 (no prelo).

WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. **Dairy Science and Technology**. Nova Iorque: CRC Press, 2006. 768 p.

WERNCKE, D. *et al.* A. Qualidade do leite e perfil das propriedades leiteiras no sul de Santa Catarina: abordagem multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, n.2, p.506-516, 2016

WERNCKE, D. **RELAÇÃO ENTRE RESTRIÇÃO NUTRICIONAL E ACIDOSE RUMINAL COM AS ALTERAÇÕES NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE**. [S.I.]: UFRGS, 2017.

WHEELLOCK, J. B. *et al.* Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, n. 2, p.644-655, 2010.

WINCK, C.A. **Impactos do pagamento pela qualidade na cadeia produtiva do leite na região oeste de Santa Catarina**. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios. Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Porto Alegre, 2012. 119 p.

WINCK, C.A.; THALER NETO, A. Diagnóstico da adequação de propriedades leiteiras em Santa Catarina às normas brasileiras de qualidade do leite. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v. 8, n. 2, p. 164–172, 2009.

YUANGENG ZHANG. **Figura 28**: ordenhadora usando vestimentas de proteção individual. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/luannan-county-october-19-2016-workers-776077858>. Acesso em: 16 set. 2021.

ZANELA, M. B. *et al.* Leite instável não-ácido e composição do leite de vacas Jersey sob restrição alimentar. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 835–840, 2006.

ZANELA, M. B.; RIBEIRO, E. R. Desafios do Controle da Qualidade na Coleta e Recepção do Leite. VII Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite. **Anais...** Curitiba, 2017. p.49–66.



SISTEMA FAEP



Rua Marechal Deodoro, 450 - 14º andar
Fone: (41) 2106-0401
80010-010 - Curitiba - Paraná
e-mail: senarpr@senarpr.org.br
www.sistemafaep.org.br



Facebook
Sistema Faep



Twitter
SistemaFAEP



Youtube
Sistema Faep



Instagram
[sistema.faep](https://www.instagram.com/sistema.faep)



Linkedin
[sistema-faep](https://www.linkedin.com/company/sistema-faep)



Flickr
SistemaFAEP