



Serviço Brasileiro de *Respostas Técnicas*



UnB
Centro de Apoio ao
Desenvolvimento
Tecnológico

DOSSIÊ TÉCNICO

Controle de Qualidade Físico-Químico em Leite Fluído

Márcia de Aguiar Ferreira

**Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da
Universidade de Brasília - CDT/UnB**

Abril/2007

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. COMPOSIÇÃO DO LEITE	3
3. PROPRIEDADES ORGANOLÉPTICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE	4
3.1. Cor, odor e sabor	4
3.2. Densidade	5
3.3. Ponto de congelamento e de ebulição	5
3.4. Condutividade elétrica	5
3.5. pH	5
3.6. Viscosidade	5
3.7. Acidez	5
3.8. Calor específico	5
3.9. Tensão superficial	5
4. TRATAMENTOS TÉRMICOS	6
5. LEGISLAÇÕES	9
6. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE ROTINA PARA LEITE	9
6.1. Procedimentos para colheita de amostras	9
6.2. Prova da acidez pelo Método Dornic	10
6.3. Densidade	11
6.4. Crioscopia	11
6.5. Gordura pelo Método Gerber	12
6.6. Extrato Seco Total	13
6.7. Extrato Seco Desengordurado	13
6.8. Peroxidase	13
6.9. Fosfatase Alcalina	13
7. ANÁLISES PARA SELEÇÃO DO LEITE CRU	14
7.1. Teste do álcool	14
7.2. Teste do alizarol	14
7.3. Sedimentação	15
7.4. Lactofiltração	15
7.5. Lactofermentação	16
7.6. Redutase	16
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	17
REFERÊNCIAS	17
ANEXOS	17

TÍTULO

Controle de Qualidade Físico-Químico em Leite Fluído.

ASSUNTO

Preparação do Leite

RESUMO

Abordará os conceitos sobre a composição do leite, as suas propriedades físico-químicas, os princípios das análises físico-químicas que devem ser realizadas, na rotina, tanto com a matéria-prima (leite cru) quanto com o produto final. Ainda, apresentará os padrões vigentes pela legislação e interpretações de resultados da avaliação dos parâmetros de qualidade.

O objetivo é contribuir para o processamento de um alimento íntegro em sua composição nutricional e inócuo para a saúde, disponibilizando informações que possam ser compreendidas tanto por produtores quanto por consumidores, expandindo esse conhecimento.

PALAVRA CHAVES:

Leite; controle de qualidade; análise do leite; propriedades do leite

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO

O leite está entre os seis produtos mais importantes da agropecuária brasileira, ficando à frente de produtos tradicionais como café beneficiado e arroz. O agronegócio do leite e seus derivados desempenham um papel relevante no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda para a população. Conforme recente levantamento de dados realizado pela EMBRAPA Gado de Leite, o Brasil é o sétimo maior produtor de leite do mundo (23.320 bilhões de litros em 2005), ocupando posição de destaque no cenário mundial. O volume interno produzido tem aumentado, em parte graças aos diversos programas de incentivo à produção e a adoção de medidas visando a estruturação da agricultura familiar em nosso país.

Além da importância econômica, o leite é um alimento de grande valor nutritivo principalmente pela presença de Cálcio, essencial para a formação e manutenção dos ossos e as proteínas do leite são completas e beneficiam a manutenção dos tecidos.

Embora seja essencial para crianças e adolescentes, é um erro pensar que o leite não é importante na fase adulta. Beber dois copos por dia garante uma vida saudável na maturidade e ajuda a evitar problemas na terceira idade. Estudos provam que o seu consumo diário reduz a incidência de osteoporose, o Ministério da Saúde recomenda que o consumo mínimo de leite seja de: 400 mL/dia para crianças de até 10 anos; 700 mL/dia para adolescentes de 11 a 19 anos; 600 mL/dia para adultos acima de 20 anos (inclusive idosos).

2. COMPOSIÇÃO DO LEITE

O leite "in natura" é um produto obtido higienicamente, através de ordenha completa e ininterrupta de vacas sadias, devendo ser resfriado imediatamente após sua obtenção, podendo ser proveniente de uma ou várias fêmeas e de uma ou mais ordenhas. O leite é composto por mais de 100.000 tipos diferentes de moléculas e cada uma apresenta função específica, constituindo assim, um dos alimentos mais completos que se conhece e oferecendo ainda, a possibilidade de processamento industrial para obtenção de diversos produtos para a alimentação humana.

Os componentes do leite permanecem em equilíbrio, de modo que a relação entre eles é muito estável. O conhecimento dessa estabilidade é a base para os testes que são realizados com o objetivo de apontar a ocorrência de problemas que alteram a composição do leite. Portanto, a compreensão da composição do leite é importante para o produtor que precisa planejar a lactação da vaca para maximizar os lucros, assim como para a indústria processadora que depende da manipulação das suas características físicas e químicas para a elaboração de diferentes produtos lácteos. A mudança na composição do leite pode alterar significativamente o seu valor como matéria-prima para a fabricação de derivados.

A composição média do leite de vaca é: água (87,5%), gordura (3,6%), proteínas (3,6%), lactose (4,5%), sais minerais (0,8%) e pode variar conforme a espécie, raça, individualidade, alimentação, tempo de gestação, intervalos entre ordenhas, "stress" ou ação de drogas medicamentosas.

A **matéria gorda** do leite, é formada por glóbulos de diversos tamanhos, que se encontram em suspensão no líquido, sendo constituída por triglicérides e é o elemento mais variável do leite. Na gordura do leite estão presentes dezenove ou mais ácidos graxos, sendo que os principais encontrados no leite de vaca são o butírico, caprótico, caprílico, láurico, mirístico, palmítico, esteárico e oleico.

As **proteínas** do leite podem ser caracterizadas em 2 grandes classes: as caseínas (também chamadas de "proteína verdadeira do leite") e as proteínas do soro. O grupo das caseínas do leite está dividido em: caseína α_s1 ; caseína α_s2 ; β -caseína; κ -caseína e γ -caseína. As caseínas compreendem uma grande família de fosfoproteínas constituindo cerca de 80% das proteínas totais do leite tendo grande importância nutricional e sendo responsável pela formação do coágulo na elaboração de queijos. Em termos de composição são caracterizadas por apresentar quantidades relativamente altas de fósforo e do aminoácido prolina. A caseína não é facilmente alterada pelo calor, permanecendo bastante estável quando o leite é pasteurizado. Entretanto, quando ocorrem mudanças na acidez do leite, há rompimento da estrutura das micelas, o que faz a caseína precipitar e formar coágulos. A gordura e a caseína têm importância fundamental para a manufatura de vários derivados lácteos, sendo que representam a maior concentração de elementos sólidos dos queijos.

A separação das caseínas do leite, seja na produção de queijos ou na fabricação de caseína, dá origem às proteínas do soro que são consideradas de alta qualidade nutricional e com excepcionais propriedades funcionais. As principais proteínas presentes no soro de leite são: β -lactoglobulina (β Lg); α -lactalbumina (α La); imunoglobulinas (IgG, IgA, IgM e IgE) e albumina bovina sérica (ABS) sendo as β Lg e α La sintetizadas na glandula mamária. Existem ainda as proteínas associadas com a fase gordurosa ou lipídica (componentes da membrana do glóbulo de gordura) e em pequenas concentrações, lactoferrina, lactoperoxidase e lisozima que parecem atuar como inibidores do crescimento bacteriano.

A **lactose** é o açúcar encontrado somente no leite, sendo um dissacarídeo composto por glucose e galactose ($C_{12}H_{22}O_{11}H_2O$) e que tem importância tecnológica em todos os processos de acidificação do leite ou, fermentação láctica, que é a base da fabricação de iogurtes, manteigas fermentadas, queijos, sendo o constituinte mais estável do leite, praticamente não variando entre as raças bovinas. A lactose isolada do leite em forma de pó, serve como matéria prima na indústria farmacêutica.

A **intolerância à lactose** é a incapacidade de digeri-la e é resultado da deficiência (ou ausência) da enzima intestinal chamada lactase, que realiza a decomposição do açúcar do leite em carboidratos mais simples para a sua melhor absorção. As principais causas da intolerância à lactose são: a deficiência congênita da enzima; a diminuição enzimática secundária a doenças intestinais e a mais comum que é a diminuição gradativa da lactase conhecida como deficiência primária, ou ontogenética.

O primeiro tipo é muito raro e acomete crianças logo após o nascimento, o segundo tipo ocorre na seqüência de diarreia persistente e é bastante comum em crianças no primeiro ano de vida; o terceiro tipo é o mais freqüente, para a maioria da população, e aparece gradualmente a partir dos dois anos de idade e acomete, em níveis variados, diferentes grupos populacionais, representando um motivo pelo qual muitos adultos são incapazes de digerir lactose e podem desenvolver dor abdominal, distensão e/ou diarreia após a ingestão de leite ou de seus derivados.

Os **constituintes minerais**, ou sais do leite, constituem 0,6 a 0,8% do peso total. Industrialmente, são úteis indiretamente, sendo o caso, por exemplo, dos sais de Cálcio cuja presença no leite é fundamental para que se opere a coagulação das proteínas, e dos citratos que desempenham papel essencial na formação do aroma da manteiga.

As **enzimas** do leite são provenientes, do sangue e das células secretoras da glândula mamária, sendo que também podem ser produzidas pelo metabolismo de microrganismos. A temperatura que favorece a ação das enzimas varia, assim como a temperatura de desnaturação que é diferente para cada uma. As principais enzimas naturais presentes no leite são a peroxidase, que é destruída à temperatura em torno de 80°C e tem sua importância estabelecida com relação à determinação da temperatura a que foi submetido o leite pasteurizado, e a fosfatase alcalina, que é destruída à temperaturas de 70 a 75° C, sendo portanto, importantes na avaliação da eficiência da pasteurização.

O leite figura entre um dos únicos alimentos que contém todas as **vitaminas** conhecidas (hidrosolúveis e liposolúveis), apesar de encontrarem-se em pequenas quantidades, sendo que as principais vitaminas liposolúveis encontradas no leite bovino são: A (1500 UI/litro), D (20 UI/litro) e E (1 a 2 mg/litro) e as principais hidrosolúveis são: B1 (400 a 1000µg/litro), B2 (800 a 3000 µg/litro), B6 (0,3 a 1,5 mg/litro), B12 (1 a 8 µg/litro), ácido pantotênico (2 a 5 mg/litro), niacina (1 a 2 mg/litro) e vitamina C (10 a 20 mg/litro).

3. PROPRIEDADES ORGANOLÉPTICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE

3.1. Cor, sabor e odor

O leite fresco apresenta-se como um líquido, cuja coloração pode variar de branco opaco devido à passagem da luz através da caseína e substâncias coloidais dispersas, à amarela devido ao caroteno dissolvido na gordura, sendo duas vezes mais viscoso que a água, com sabor levemente adocicado devido à relação entre a lactose e os sais, e de odor pouco acentuado conferido pelo ácido cítrico.

O desenvolvimento de sabores e odores estranhos no leite e seus derivados pode ser causado por: resfriamento inadequado, favorecendo a multiplicação microbiana e ao acúmulo de enzimas e outros produtos indesejáveis; agitação excessiva, que pode conferir sabor de ranço; alguns alimentos usados na alimentação dos animais, como farinha de peixe; exposição do leite a odores, como silagem e dejetos; resíduos de desinfetantes utilizados nos equipamentos e exposição do leite à luz solar ou agentes oxidantes.

3.2. Densidade

É a relação entre a massa e o volume, e o leite varia entre 1,023 e 1,040g/mL a 15°C e o valor médio é de 1,032g/mL; a densidade do leite é fortemente influenciada pela gordura pois, ao aumentar-se a matéria gorda a densidade diminui, e vice-versa, podendo ser utilizada para detectar fraudes por aguagem ou adição de solutos sendo que, qualquer fator que aumente ou diminua o peso ou volume do leite afetará a densidade.

3.3. Ponto de Congelamento e de Ebulição

O leite é uma solução que contém sais e açúcares, portanto apresenta diferentes pontos de congelamento (aproximadamente -0,531°C que corresponderá a -0,550°C) e de ebulição (entre 100°C e 101°C) com relação à água, sendo o ponto de congelamento fundamentalmente influenciado pela quantidade de sais e lactose que são elementos bastante estáveis no leite de diferentes raças (PEREIRA et al., 2001).

3.4. Condutividade elétrica

O leite contém eletrólitos (sais, ácidos e bases) possibilitando a passagem de corrente elétrica que pode ser utilizada para detectar leites anormais, como aqueles provenientes de animais com mastite (ocorre aumento de cloretos) e para detecção de fraudes por adição de substâncias neutralizantes. Em média, a condutividade do leite varia entre $46,1 - 49,2 \times 10^4$ S cm⁻¹.

3.5. pH

A concentração de íons hidrogênio, ou pH, que tem grande importância na tecnologia do leite, pois todos os fenômenos fermentativos, processos de formação da manteiga, precipitação de proteínas e o resultado da pasteurização, dependem do pH do leite, que apresenta valores entre 6,4 a 6,8. Em leite de conjunto, o pH varia entre 6,6, a 6,8 com média de 6,7 a 20°C ou 6,6 a 25°C (PEREIRA, 2001).

3.6. Viscosidade

O leite é mais viscoso do que a água devido à presença de proteínas e gorduras, podendo sofrer alterações com o processamento industrial (PEREIRA, 2001). A viscosidade, que depende da resistência de atrito entre as moléculas, que diminui quando há aumento da temperatura, é especialmente importante na avaliação do creme.

3.7. Acidez

O leite logo após a ordenha, apresenta reação ácida com a fenolftaleína sem que nenhuma acidez como ácido láctico tenha sido produzida por fermentações. A acidez do leite fresco deve-se à presença de caseínas, fosfatos, albumina, dióxido de carbono e citratos. A acidez natural do leite varia entre 0,13 – 0,17%, expressa como ácido láctico. A elevação da acidez é determinada pela hidrólise da lactose por enzimas microbianas e formando ácido láctico, caracterizando a acidez desenvolvida do leite (PEREIRA, 2001).

3.8. Calor específico

O conhecimento do calor específico do leite e dos produtos lácteos é essencial para controle dos aspectos de engenharia de processos e dimensionamento de equipamentos. A 15°C o leite integral apresenta calor específico de $3,93 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ (PEREIRA, 2001).

3.9. Tensão superficial

A tensão superficial do leite integral é de 55,3 dyn/cm e o aumento nos teores de constituintes tensoativos (proteínas, ácidos graxos livres ocasiona um abaixamento da tensão superficial do leite (PEREIRA, 2001).

4. TRATAMENTOS TÉRMICOS

Entende-se por pasteurização o emprego conveniente do calor com a finalidade de destruir totalmente a microbiota patogênica, sem causar alteração sensível da constituição física e do equilíbrio químico do leite, sem prejuízo dos seus elementos bioquímicos, assim como de suas propriedades organolépticas normais (Art. 517, RIISPOA, 1980).

Os processos de tratamentos térmicos aplicados ao leite, são a **pasteurização lenta**, que consiste no aquecimento do leite a 62-65°C (sessenta e dois a sessenta e cinco graus centígrados) por 30 (trinta) minutos mantendo-se o leite sob agitação mecânica, lenta, em aparelhagem própria, sendo esse processo indicado para pequenos volumes (Figura 1); a **pasteurização rápida** que consiste no aquecimento do leite em camada laminar a 72 - 75°C (setenta e dois a setenta e cinco graus centígrados) por 15 a 20 (quinze a vinte) segundos, em aparelhagem própria, devendo imediatamente após o aquecimento, o leite ser refrigerado entre 2 a 5°C (dois e cinco graus centígrados) e em seguida envasado, somente sendo permitido a utilização de aparelhagem convenientemente instalada e em perfeito funcionamento, provida de dispositivos de controle automático, de termo-regulador, de registradores de temperatura (termógrafos de calor e frio) e outros que venham a ser considerados necessários para o controle técnico-sanitário da operação (Figura 2).

Os leites pasteurizado são classificados em tipos (A,B,C e Pasteurizado refrigerado) de acordo com as normas adotadas para a sua produção, sendo o leite tipo A considerado de melhor qualidade por ter que atender à normas de produção e de beneficiamento, extremamente mais rígidas em relação aos outros tipos. Os regulamentos técnicos de identidade, ou seja, as normas que regem a produção, o beneficiamento, os padrões de qualidade, transporte e comercialização dos diferentes tipos de leite pasteurizado, são preconizados pela Instrução Normativa 51/2002 do Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento.

Por não eliminar totalmente os microrganismos presentes, o leite submetido aos sistemas de pasteurização lenta ou rápida, apresentam prazo de validade, ou vida de prateleira, de no máximo seis dias. Este leite pode ser comercializado em embalagens de polietileno ("saquinhos") (Figura 3) ou cartonadas, sendo necessária a manutenção em refrigeração antes e depois de aberta a embalagem.

Outro tratamento térmico, amplamente utilizado nos dias de hoje é a **Ultra Alta Temperatura** (UAT), ou UHT (*Ultra High Temperature*), que consiste na passagem do leite previamente pasteurizado, em aparelhagem própria, sob temperaturas em torno de 140°C/-4 (um a quatro) segundos, sendo imediatamente resfriado e acondicionado em embalagens longa vida ou de "caixinha" (Figura 4). Este tratamento, elimina 100% das formas vegetativas de bactérias, portanto é comercializado a temperatura ambiente, mas depois de aberta a embalagem deve ser mantido sob refrigeração. A homogeneização da gordura é obrigatória e isso, de acordo com diversos autores promove uma melhor digestibilidade do produto, sem prejuízo das características nutricionais além de promover uma "shelf life" (vida de prateleira) maior em relação ao produto pasteurizado ("saquinho"). O empacotamento do leite UAT é totalmente automatizado, feito em ambiente asséptico e a embalagem é constituída por seis camadas que conferem maior proteção ao produto (Figura 5).

Além da pasteurização, outros fatores são importantes para a garantia da qualidade do produto como, taxa de contaminação inicial do leite, sanidade do rebanho, higiene na ordenha e equipamentos, saúde do pessoal envolvido e condições satisfatórias de armazenamento e distribuição. Qualquer que seja o método utilizado, seus efeitos podem ser anulados em grande parte ou totalmente, caso não haja cuidados de evitar recontaminações no produto corretamente tratado.



FIG 1. Pasteurização lenta.
Disponível em: <www.fazendatamandua.com.br>.



FIG 2. Pasteurizador a placas.
Disponível em <www.dantherm.com.br>.



FIG 3. Embalagem do leite pasteurizado em “saquinho”. (Disponível: Acervo pessoal da Especialista Márcia de Aguiar.



FIG 4. Sistema de Ultra Alta Temperatura (UAT).
Disponível em: <www.niroinc.com/images/geaFilt/UHT_plants>.

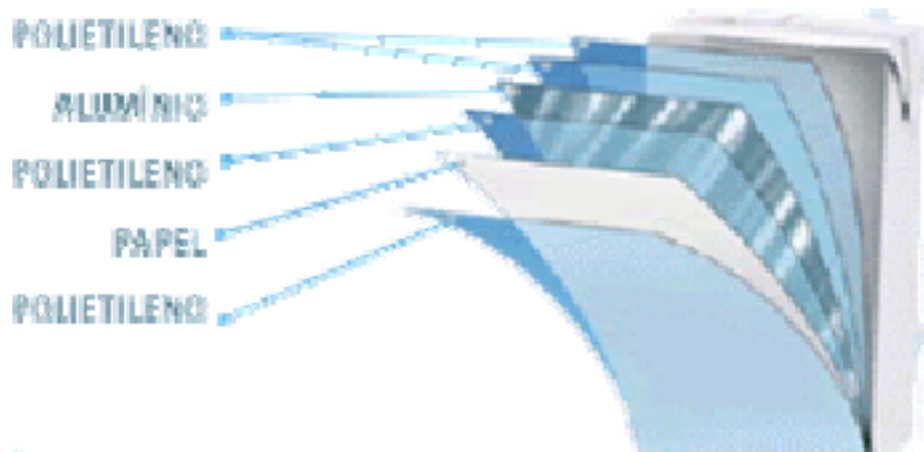


FIG 5. Embalagem do leite UAT.
Disponível em: <www.damatta.com.br>.

5. LEGISLAÇÕES

Há duas Instruções Normativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que são importantes do ponto de vista da qualidade do leite.

A primeira é a Instrução Normativa 51, de 18 de setembro de 2002 (publicada no Diário Oficial da União em 20/09/2002, seção 1, páginas 13 a 22), que tratam dos regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade dos leites tipos A, B, C, do leite pasteurizado e do leite cru refrigerado e do regulamento técnico da coleta do leite cru refrigerado e seu transporte a granel.

A segunda é a Instrução Normativa 42, de 20 de dezembro de 1999, que trata do Plano Nacional de Controle de Resíduos em Produtos de Origem Animal e o Programa de Controle de Resíduos do Leite (PCRL). Ainda, a IN 68 de 2006, traz uma atualização dos métodos oficiais para análises físico-químicas de leite e derivados.

6. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

**Todos os parâmetros de normalidade apresentados, estão de acordo com a Instrução Normativa 51/2002 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.*

6.1. Procedimento para colheita de amostras de leite

Para leite cru, recomenda-se a utilização de agitadores, com turbulência moderada para mistura do leite no latão ou no tanque de resfriamento, e coletor com alça (Figuras 6 e 7). Os frascos para acondicionamento do leite não devem ser enchidos até a tampa para evitar extravasamento e permitir uma homogeneização antes das análises, devendo ser colhidos pelo menos 1000mL para a realização de todas as análises. As amostras deverão ser mantidas sob refrigeração (máximo de 10°C) até o momento das análises, que devem ser realizadas o mais rápido possível, identificadas corretamente e recomenda-se evitar o uso de conservantes.

Para leite pasteurizado, coletar um litro na embalagem original, que deve estar íntegra (de “saquinho” ou cartonada), manter sob refrigeração (máximo de 10°C) até o momento da realização das análises, que deve acontecer o mais rápido possível e com o produto dentro do prazo de validade. Para o leite UAT, a amostra pode ser mantida em temperatura ambiente.



FIG 6: Agitadores para latões e para tanques de resfriamento.
Disponível em: <www.cap-lab.com.br/2004/images/prod>.



FIG 7: Canecas para coleta de leite.
Disponível em: <www.cap-lab.com.br/2004/images/prod>.

6.2. Prova de acidez pelo Método Dornic

Princípio: baseia-se na determinação quantitativa da acidez no leite, por meio de uma reação de neutralização realizando titulação de determinado volume de leite por uma solução alcalina conhecida (Hidróxido de sódio 0,111 (1/9) mol/L, utilizando a fenolftaleína como indicador do ponto de viragem da reação. O resultado poderá ser expresso em graus Dornic (°D) ou porcentagem de ácido láctico.

Procedimento: pipeta-se 10 mL de leite em tubo de ensaio (18 x 180) e adicionam-se 5 gotas de fenolftaleína; em seguida titula-se através de **acidímetro** a solução Dornic até viragem de cor do indicador, para levemente róseo, verificando-se o volume de solução utilizada, sendo que para cada 0,1mL gasto corresponde a 1°D e cada grau Dornic corresponde a 0,01% (m/v) ou, 0,1g/L de ácido láctico (Figura 8).

Normalidade: 14 a 18°D (IN 51/2002)



FIG 8. Acidímetro de Dornic para análise de acidez.
Disponível em: <www.cap-lab.com.br/2004/images>.

6.3. Densidade

Princípio: a determinação da densidade baseia-se no princípio de Arquimedes de que todo corpo mergulhado em um líquido recebe um empuxo vertical, de baixo para cima, igual à massa do fluido deslocado pelo corpo.

Procedimento: completa-se proveta de 250mL com leite e mergulha-se o **termolactodensímetro** de modo que flutue livremente sem tocar na parede da proveta; após estabilização, realiza-se a leitura da escala da densidade e da temperatura do leite. A densidade deve ser lida a 15°C/Se necessário, realiza-se a correção acrescentando 0,0002 para cada grau acima de 15°C e diminuindo 0,0002 para cada grau abaixo de 15°C (Figura 9).

Normalidade: 1,028 -1,034 g/mL (IN 51/2002)

Interpretação: - valores maiores do que 1,034 podem indicar desnate excessivo.



FIG 9. Densímetro e proveta.

Disponível em: <www.itronik.it/img/attrezzature/densimetro.jpg>.

6.4. Crioscopia

Princípio: baseia-se na determinação do ponto de congelamento do leite em relação ao da água; devido a sua composição, o leite apresenta um ponto de congelamento, ou índice crioscópico (IC) de -0,531°C (-0,550°C) e este valor depende de uma série de fatores relacionados ao animal, ao leite, ao ambiente, ao manejo e até ao clima.

Procedimento: para a determinação dos IC das amostras, utiliza-se 3 repetições de cada amostra distribuídas em tubos de crioscópio, num volume de 2,5mL cada, que são transferidos para aparelho denominado **crioscópio** (Figura 10) para a determinação da depressão do ponto de congelamento do leite. Após a leitura de cada amostra, calcula-se a média entre as 3 repetições, determinando assim o valor do IC que será expresso em graus Hortvet (°H).

Normalidade: índice crioscópico máximo = -0,530°H (±0,01) (IN 51/2002)

Interpretação: valores acima do IC normal (mais próximos de 0°C) indicam fraude por adição de água ao leite como por exemplo o valor de -0,510°H.



FIG 10: Aparelho para análise de crioscopia.
Disponível em: <www.cap-lab.com.br/>.

6.5. Determinação da porcentagem de gordura pelo Método Gerber

Princípio: o método Gerber é baseado na propriedade que tem o ácido sulfúrico de dissolver a caseína do leite, sem atacar a matéria gorda; o álcool isoamílico facilita a separação da fase de gordura da fase não gordurosa formando uma coluna límpida.

Procedimento: pipeta-se 10mL de ácido sulfúrico (densidade 1,825) em butirômetro de Gerber, adicionando-se em seguida, 11 mL da amostra homogeneizada, tendo o cuidado de deixar o leite escoar lentamente pela parede do butirômetro; em seguida, adiciona-se 1mL de álcool amílico ($d = 0,815$) arrolhando o butirômetro; após homogeneização da mistura, centrifuga-se em Centrífuga de Gerber a 1.000 - 1.200 rpm por 5 minutos, fazendo a leitura na escala do butirômetro.

Normalidade: Integral	=>	3,0% (no mínimo)
Padronizado	=>	= 3%
Semi-desnatado	=>	2,9 a 0,6%
Desnatado	=>	< ou = a 0,5%

Interpretação: qualquer alteração nestas porcentagens indica produto fora dos padrões.



FIG 11. Centrífuga de Gerber.

6.5. Extrato Seco Total (EST)

Princípio: denomina-se extrato seco, ou matéria seca, o conjunto de todos os componentes do leite com exceção da água.

Procedimento: pode-se determinar os valores de EST das amostras, através da fórmula de FURTADO (ILTC, 1993):

$$\text{EST} = 1,2\text{G} + \text{D}/4 + 0,25 \quad \text{onde: G} = \text{gordura} / \text{D} = \text{densidade}$$

Normalidade: 11,4% no mínimo

6.7. Extrato Seco Total Desengordurado (ESD)

Princípio: representa o teor de sólidos totais do leite subtraído da gordura, sendo seu valor obtido através da fórmula:

$$\text{ESD} = \text{EST} - \text{G} \quad \text{onde: EST} = \text{extrato seco total} / \text{G} = \text{gordura}$$

Normalidade: 8,4% no mínimo

6.8. Peroxidase

Princípio: a peroxidase é uma enzima, utilizada na avaliação da eficiência do sistema de pasteurização por ser considerada termoresistente, ou seja, permanece ativa após o tratamento térmico.

Procedimento: em tubo de ensaio (16 x 160) pipeta-se 10 mL de leite, aquecido a 45°C, junta-se 2 mL de solução alcólica de guaiacol a 1% e 2 a 3 gotas de água oxigenada 10 volumes (Figura 12).

Interpretação: Cor salmão = prova positiva, leite cru ou propriamente pasteurizado
Cor branca = prova negativa, leite super aquecido ou fervido (acima de 80°C)



FIG 12. Reação positiva da peroxidase.
Disponível: Acervo pessoal da Especialista Márcia de Aguiar.

6.9. Fosfatase Alcalina

Princípio: ao contrário da peroxidase, a fosfatase alcalina é uma enzima considerada termosensível, ou seja, é inativada pelo tratamento térmico devendo estar ausente no leite pasteurizado.

Procedimento: realizada com "Kit" comercial para fosfatase alcalina: pipetar 0,1mL do substrato (n° 1) + }; 0,1mL de solução tampão (n° 2); adicionar 0,05mL da amostra, homogeneizar e incubar em banho-maria a 37°C por 10 minutos; acrescentar 2mL do reagente de cor (n°3). Pode-se também utilizar "kit" comercial com apresentação em tiras (Figura 13).

Interpretação: Cor amarela = reação negativa, fosfatase inativada pela pasteurização.
Cor azul = reação positiva, fosfatase presente, indicando pasteurização inadequada ou leite cru.



FIG 13. Kit para pesquisa de fosfatase alcalina.
Disponível em: <www.cap-lab.com.br/2004/images>.

7. ANÁLISES PARA SELEÇÃO DO LEITE LEITE CRU

7.1. Teste do Álcool

Princípio: verifica a estabilidade do leite em presença de solução alcoólica; a coagulação ocorre por efeito da elevada acidez ou do desequilíbrio salino quando se promove desestabilização da caseína pelo álcool.

Reagentes: álcool etílico 70°GL

Técnica: transferir para um tubo de ensaio, partes iguais (2mL) de leite e de álcool e misturar cuidadosamente.

Interpretação: a) coagulado: leite sem estabilidade;
b) coagulação fina ou sem coagulação: leite normal

7.2. Teste do Alizarol

Princípio: baseia-se no mesmo fundamento do teste do álcool, porém a alizarina que é o indicador de pH, permite estimar o pH e auxiliar na diferenciação entre o desequilíbrio salino e a acidez excessiva. aquecimento.

Reagentes: Solução de alizarol 70° GL.

Preparo da solução de alizarol: 0,8 g de alizarina PA dissolvida, gradualmente, em 1000mL de álcool 70°GL; após 24 horas filtrar a solução e ajustar o pH para $7,0 \pm 0,1$; conservar em frasco opaco.

Técnica: em tubo de ensaio pipetar 2mL de leite mais 2mL de alizarol e homogeneizar cuidadosamente; no laticínio a análise é feita em aparelho específico (pistola para teste de alizarol) na plataforma de recepção do leite (Figuras 14 e 15).

Interpretação: a) vermelho-castanho com coagulação fina => leite normal, estável;
b) amarelo coagulado => leite ácido, instável;
c) violeta sem coagulação => leite alcalinizado;



Figura 14: Prova do alizarol com leite ácido, alcalino e normal, respectivamente.
Disponível: Acervo pessoal da Especialista Márcia de Aguiar.



Figura 15: Pistola para teste de Alizarol.
Disponível em: <www.hexasystems.com.br>.

7.3. Sedimentação

Princípio: baseia-se na avaliação visual do sedimento formado pela deposição de substâncias próprias ou residuais presentes no leite.

Procedimento: pipeta-se 5mL de cada amostra em tubos de centrifuga; após centrifugação a 2.000rpm por 5 minutos, observa-se o sedimento formado classificando-o segundo descrito abaixo:

Bom = pequeno sedimento branco
Regular = presença de células, sujidades
Ruim = presença de células, sujidades, sangue, terra
Péssimo = presença de células, sujidade, sangue, terra, fezes

7.4. Lactofiltração

Princípio: é feita a filtração, em papel filtro, de um volume determinado de leite levemente aquecido para avaliar quantitativamente, a presença de sujidades no leite cru provenientes de processos anteriores à sua recepção na indústria (ordenha, utensílios, transporte) como estimativa das condições higiênico-sanitárias. É necessário utilizar aparelho de filtração de Minit com papel filtro adequado.

Técnica: transferir 500mL de leite para béquero de 1000mL; aquecer o leite em banho maria a no máximo 40°C; transferir para o aparelho de filtração de Minit com o papel filtro previamente tarado (P₁); vedar o aparelho; insuflar ar com auxílio de pera de borracha até completa filtração; retirar o filtro, secar em estufa a 100°C e esfriar em dessecador; em

seguida pesar o filtro com o resíduo seco em balança analítica (P₂).

Interpretação; a massa do resíduo é determinada por diferença entre os resultados das pesagens P₂ e P₁ que será expressa em miligramas de sujidade por litro de leite.

7.5. Lactofermentação

Princípio: baseia-se na coagulação espontânea do leite, pelas bactérias presentes, quando incubado a temperaturas de 30-35°C por 24 horas. O material utilizado deve apresentar-se rigorosamente limpo e esterilizado; é uma análise qualitativa.

Procedimento: pipetar 10 mL da amostra de leite em um tubo estéril com tampão e incubar em estufa a 30-35°C/24h.; classificar o coágulo:

Tipo gelatinoso: o coágulo apresenta-se uniformemente gelatinoso, e é proveniente da fermentação láctica. A microbiota normal é aquela formada por bactérias lácticas (*Lactobacillus* spp., *Streptococcus cremoris* e *S. Lactis* por exemplo) que produzem ácido láctico acidificando naturalmente o leite.

Tipo esfacelado ou esponjoso: com produção de gás e ácido; o soro é claro e mais ou menos abundante e é proveniente de fermentação pseudoláctica, devido a presença de coliformes.

Tipo caseoso: apresenta coágulo que se contrai de um lado ou em todo o contorno; o soro é claro ou leitoso; o coágulo é proveniente de fermentação proteolítica, devido à ação de microrganismos que agem sobre a substância proteica, decompondo-a em compostos de aroma desagradável. Como por exemplo: *Profeus* spp., *Serratia* spp., *Pseudomonas* spp., *Achromobacter* spp., *Flavobacterium* spp., *Clostridium* spp.

Tipo floculoso: apresenta flocos de caseína, com bolhas gasosas, sendo que o soro, muitas vezes, apresenta-se leitoso. O coágulo é proveniente de fermentação por leveduras. Ocorre forte produção de gás carbônico devido a formação de pequena quantidade de álcool etílico.

Aspecto líquido: com ausência de coágulo ou escassa coagulação. Este leite constitui um meio impróprio para o crescimento bacteriano denotando um produto impróprio para a indústria e para o consumo, pois geralmente indica presença de substâncias inibidoras como antibióticos.

7.6. Redutase

Princípio: avaliar, de forma qualitativa, a qualidade bacteriológica do leite, em função da taxa metabólica dos diversos microrganismos que produzem substâncias redutoras no leite; o teste se aplica bem a leites de qualidade mediana ou pobre, sendo pouco sensível para produtos de boa qualidade (com baixo número de microrganismos).

Procedimento: colocar 1mL de azul de metileno em um tubo de rosca com 10mL da amostra de leite; deixar em banho-maria a 40°C (para que a amostra atinja 37°C em 5 minutos); inverter o tubo e transferi-lo para banho-maria ou estufa, ambos a 37°C (+ ou - 0,5°C); cronometrar o início da prova e inverter os tubos a cada 30 minutos (para redistribuição da gordura e bactérias); observar e anotar os tubos em que haja descoramento correspondente a 80% de seu volume; classificar o leite segundo o tempo de descoramento.

Solução de Azul de metileno: uma pastilha de azul de metileno em 200mL de água esterilizada, deixar repousar por 24h; utilizar frasco âmbar e conservar em geladeira.

Interpretação:

- leite para produção de leite tipo A —> 5:00h no mínimo.
- leite para produção de leite tipo B —> 3:30 no mínimo
- leite para produção de leite tipo C —> 1:30 no mínimo

Obs.¹ Os testes de redução devem ser executados ao abrigo da luz , devido a sua atuação direta sobre o corante.

Obs.² A prova da redutase pode ser dispensada quando da realização da contagem de mesófilos.

Conclusões e recomendações

A qualidade do leite está diretamente relacionada com o tipo de manejo adotado na produção, independentemente do nível tecnológico da propriedade. A aplicação de boas práticas na produção e no beneficiamento são essenciais para a obtenção de produtos com qualidade nutricional e garantia de inocuidade para o consumidor.

É de suma importância, que apenas seja consumido leite proveniente de laticínios inspecionados e que executem rigoroso controle de qualidade dos seus produtos. O consumo de leite cru é totalmente desaconselhável, por representar grave risco à saúde pública e geralmente ser obtido de forma inadequada e proveniente de animais sem nenhum controle sanitário.

Referências

BEHMER, M.L.A. **Tecnologia do leite**. 13^a. Edição, Livraria Nobel, 1984.

FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. 1^a. Edição Editorial Lemos, 2000.

Food Chemistry. Editado por OWEN R. FENNEMA, 3a. Edição, Cap.14, pg 841- 876, 1996.

PEREIRA, D.B.C.; SILVA, P.H.F.; COSTA JÚNIOR, L.C.G.; OLIVEIRA, L.L. **Físico-química do leite e derivados**. 2^a. Edição, EPAMIG, Juiz de Fora, 2001.

Anexos

Instrução Normativa no. 51/2002 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Instrução Normativa no. 68/2006 do Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento.
<http://extranet.agricultura.gov.br/silesgis-consultarLegislação.do>

Nome do técnico responsável

Márcia de Aguiar Ferreira

Nome da Instituição do SBRT responsável

Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília - CDT/UnB

Data de finalização

05 abril 2007