

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS - UNILAVRAS
Disciplina de Tecnologia de Produtos de Origem Animal I

TECNOLOGIA DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL I

Manual de Práticas para o Centro Gastronômico

Leite e Derivados · Coagulação · Fermentação · Concentração
Mel: Qualidade, Análise Sensorial e Aplicações Dietéticas

PROF. DR. SÉRGIO AUGUSTO DE SOUSA CAMPOS

2026

Ficha Catalográfica preparada pelo Setor de Processamento
Técnico da Biblioteca Central do UNILAVRAS

Campos, Sérgio Augusto de Sousa

Tecnologia de produção de origem animal I [livro eletrônico] : manual de prática para o centro gastronômico: leite e derivados, coagulação, fermentação, concentração : mel : qualidade, análise sensorial e aplicações dietéticas / Sérgio Augusto de Sousa Campos. -- Lavras, MG : Fundação Educacional de Lavras, 2026.

PDF

Bibliografia.

ISBN 978-85-67895-55-0

1. Alimentos de origem animal 2. Apicultura 3. Laticínios - processamento 4. Processamento de alimentos 5. Tecnologia de alimentos. I. **Título**

26-359464.0

CDD-664

Índices para catálogo sistemático:

1. Tecnologia de alimentos 664

SUMÁRIO

1. Introdução	03
2. MÓDULO 1 – Coagulação do Leite	
Prática 1 – Coagulação Ácida: Iogurte	06
Prática 2 – Coagulação Enzimática: Queijo Fresco	09
3. MÓDULO 2 – Produtos Concentrados	
Prática 3 – Doce de Leite	12
4. MÓDULO 3 – Mel: Qualidade e Análise	
Prática 4 – Análise Sensorial de Mel	15
5. MÓDULO 4 – Aplicação Dietética	
Prática 5 – Preparações Dietéticas com Leite e Mel	18
6. MÓDULO 5 – Práticas Complementares	
Prática 6 – Determinação de pH Comparativo	21
Prática 7 – Cálculo de Rendimento do Queijo	23
Prática 8 – Testes Simples de Qualidade do Mel	25
7. Considerações Finais	27
8. Referências	28

1. INTRODUÇÃO

A Tecnologia de Produtos de Origem Animal constitui uma das disciplinas mais estratégicas na formação do médico-veterinário e do gestor do agronegócio. Ao integrar princípios da Bioquímica, Microbiologia, Engenharia de Processos e Ciência dos Alimentos, essa área do conhecimento capacita o profissional a compreender as transformações que ocorrem durante a produção, o processamento e a conservação de alimentos de origem animal, garantindo a segurança, a qualidade e o valor nutricional dos produtos que chegam ao consumidor (ORDÓÑEZ et al., 2005; FELLOWS, 2019).

O leite é, sem dúvida, o produto de origem animal de maior versatilidade tecnológica. A partir de um único ingrediente, o leite bovino, caprino ou bubalino, a indústria láctea produz centenas de derivados: iogurtes, queijos, manteigas, cremes, leites fermentados, bebidas lácteas, doces, sorvetes, leites em pó e concentrados proteicos. A compreensão dos mecanismos de coagulação da caseína (ácida ou enzimática), de fermentação láctica, de concentração por evaporação e de cristalização da lactose é fundamental para que o profissional possa controlar processos, desenvolver novos produtos e garantir a conformidade com os padrões estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio das Instruções Normativas que regulamentam cada categoria de produto lácteo (BRASIL, 2018; ORDÓÑEZ et al., 2005).

O mel de abelhas, produto de enorme relevância econômica, cultural e nutricional, ocupa posição de destaque no agronegócio brasileiro. O Brasil é um dos principais produtores e exportadores mundiais de mel, com produção anual superior a 45.000 toneladas, concentrada principalmente na região Nordeste (semiárido) e no Sul. O mel é definido pela Instrução Normativa MAPA nº 11/2000 como a substância natural produzida pelas abelhas *Apis mellifera* a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias e armazenam nos favos (BRASIL, 2000; CRANE, 1983).

A qualidade do mel é regulamentada por parâmetros físico-químicos e sensoriais estabelecidos pela IN MAPA nº 11/2000, entre os quais se destacam: teor de umidade (máximo 20%), atividade diastásica (mínimo 8 na escala de

Göthe), conteúdo de hidroximetilfurfural — HMF (máximo 60 mg/kg), sólidos solúveis (mínimo 65 °Brix), reação de Lund (positiva para mel genuíno) e reação de Lugol (negativa para amido e dextrinas — indicadores de adulteração). A adulteração do mel com xaropes de sacarose, glicose, milho ou amido é um problema recorrente no mercado brasileiro, com impacto direto na saúde pública e na competitividade da apicultura nacional (BRASIL, 2000; BOGDANOV et al., 2004).

O presente manual foi elaborado para as práticas realizadas no Centro Gastronômico dos cursos de Medicina Veterinária e Gestão do Agronegócio, organizando as atividades em cinco módulos temáticos: Coagulação do Leite, Produtos Concentrados, Mel — Qualidade e Análise, Aplicação Dietética e Práticas Complementares. Cada módulo é fundamentado em referências técnicas e científicas reconhecidas, com procedimentos adaptados para execução em ambiente de cozinha industrial equipada, sem a necessidade de laboratório químico especializado para a maioria das atividades. As tabelas de registro permitem ao aluno documentar, calcular e interpretar os resultados, desenvolvendo postura analítica e senso crítico que são atributos essenciais do profissional da área de alimentos de origem animal.

As bases normativas adotadas incluem as Instruções Normativas do MAPA, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de produtos lácteos (RTIQ) e os métodos da Instrução Normativa nº 68/2006 para análise oficial de leite e derivados. Do ponto de vista técnico-científico, as principais referências são Ordóñez et al. (2005), Fellows (2019), Walstra et al. (2006) e Van Den Berg (1993) para produtos lácteos, e Crane (1983), Bogdanov et al. (2004) e Almeida-Muradian et al. (2013) para mel.

MÓDULO 1 – COAGULAÇÃO DO LEITE

2. PRÁTICA 1 – COAGULAÇÃO ÁCIDA: PRODUÇÃO DE IOGURTE

2.1 Fundamentação Teórica

A coagulação ácida do leite ocorre quando o pH é reduzido até o ponto isoelétrico da caseína ($pI \approx 4,6$), momento em que as micelas proteicas perdem sua carga negativa, se aproximam e formam uma rede tridimensional que caracteriza o gel do iogurte. Na produção de iogurte, essa acidificação é promovida biologicamente pelas bactérias ácido-láticas (BAL), principalmente *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, que fermentam a lactose e produzem ácido láctico como metabólito principal (ORDÓÑEZ et al., 2005; WALSTRA et al., 2006).

A relação de simbiose entre as duas bactérias do iogurte é um exemplo clássico de cooperação microbiana: *S. thermophilus* cresce mais rapidamente nas primeiras horas, produzindo ácido fórmico e CO_2 que estimulam o crescimento de *L. bulgaricus*; este, por sua vez, libera aminoácidos e peptídeos (valine, glicina, histidina) que estimulam o crescimento do streptococo. A ação conjunta resulta em uma taxa de acidificação mais rápida e em um perfil de compostos aromáticos (acetaldeído, diacetil, acetoína) mais rico do que o produzido por cada microrganismo isoladamente (WALSTRA et al., 2006; BRASIL, 2007).

O aquecimento prévio do leite a 85–90 °C por 15–30 minutos cumpre duas funções essenciais: (1) pasteurização — elimina os microrganismos competidores que poderiam prejudicar o fermento; e (2) desnaturação das proteínas do soro (β -lactoglobulina, principalmente), que se associam às micelas de caseína, aumentando a capacidade de retenção de água do gel e melhorando a textura (menos sinérese) do iogurte final. O resfriamento subsequente a 42–45 °C garante a temperatura ótima de crescimento das BAL do fermento (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A legislação brasileira que regula o iogurte é a Instrução Normativa MAPA nº 46/2007, que define iogurte como o produto obtido pela fermentação láctica do

leite, com mínimo de 10^6 UFC/g de bactérias lácticas viáveis no produto pronto. A acidez do produto acabado deve ser entre 0,6 e 1,5 g de ácido láctico por 100 g, correspondendo aproximadamente a pH final de 4,0–4,6 (BRASIL, 2007).

2.2 Fórmulas de Cálculo

$$\text{Acidez (g ácido láctico/100 g)} = (V \times N \times 0,090 \times 100) / m$$

Onde: V = volume de NaOH 0,1 N gasto na titulação (mL); N = normalidade do NaOH (0,1); 0,090 = equivalente-grama do ácido láctico (g/meq); m = massa da amostra (g).

Exemplo: $V = 8,5 \text{ mL}; N = 0,1; m = 10,0 \text{ g} \rightarrow \text{Acidez} = (8,5 \times 0,1 \times 0,090 \times 100) / 10,0 = 7,65 / 10,0 = 0,77 \text{ g/100 g}$

$$\% \text{ Redução de pH} = [(\text{pH inicial} - \text{pH final}) / \text{pH inicial}] \times 100$$

Esta fórmula é útil para quantificar a intensidade do processo fermentativo ao longo do tempo de incubação.

2.3 Objetivos

- Produzir iogurte natural a partir de leite integral pasteurizado.
- Monitorar a queda de pH ao longo da fermentação e relacioná-la com a coagulação da caseína.
- Calcular a acidez titulável e comparar com os padrões da IN MAPA nº 46/2007.
- Avaliar as características sensoriais do produto obtido (aroma, textura, sabor).

2.4 Materiais e Ingredientes

- Leite integral pasteurizado (1 L por grupo), iogurte natural integral sem aditivos (3% v/v = 30 mL/L)
- Panela de inox 2 L, termômetro digital, colher de silicone, potes de vidro esterilizados
- pHmetro calibrado, NaOH 0,1 N, fenolftaleína 1%, bureta 25 mL, erlenmeyer 125 mL
- Estufa a 42 °C ou iogurteira doméstica, banho de gelo, balança semi-analítica

2.5 Procedimento

1. PASTEURIZAÇÃO DO LEITE: Aquecer 1 L de leite em panela de inox até 85 °C (monitorar com termômetro). Manter por 15 minutos sob agitação constante.

2. RESFRIAMENTO: Transferir para banho de gelo e resfriar até 42–45 °C. Nessa temperatura, medir o pH inicial e anotar.

3. INOCULAÇÃO: Adicionar 30 mL (3%) de iogurte natural (fermento) à temperatura de 42 °C. Misturar delicadamente com colher de silicone.

4. ENVASAMENTO: Distribuir em potes de vidro esterilizados de 200 mL. Fechar com tampa.

5. INCUBAÇÃO: Colocar na estufa a 42 °C. Medir pH e acidez em amostras retiradas a cada hora.

6. PONTO FINAL: Retirar quando pH atingir 4,5 ($\pm 0,2$) — normalmente em 4–6 horas. Refrigerar a 4 °C por 12 horas.

7. AVALIAÇÃO FINAL: Avaliar aroma, textura, acidez sensorial, presença de sinérese e consistência do gel.

Tabela 1 – Monitoramento do Processo de Fermentação Lática na Produção de Iogurte

Tempo (h)	Temp. (°C)	pH	Acidez (°D)	Viscosidade visual*	Aroma	Observações
0 (início)						
1						
2						
3						
4						
5						
6 (final)						

* Escala visual de viscosidade: 1 = fluido (como leite) | 2 = levemente espesso | 3 = gel firme coeso

Fonte: Metodologia baseada em IN MAPA nº 46/2007 (BRASIL, 2007) e Ordóñez et al. (2005).

2.6 Valores de Referência (IN MAPA nº 46/2007)

- pH final: 4,0–4,6 | Acidez: 0,6–1,5 g ácido láctico/100 g
- Textura: gel firme e homogêneo (tipo firme) ou cremoso (tipo batido) sem grânulos
- Aroma: suave, levemente ácido, sem odores estranhos (butírico, amônia)

2.7 Questões para Discussão

- Por que o leite deve ser aquecido a 85 °C antes da inoculação do fermento?
- Explique, em nível molecular, o porquê da coagulação da caseína ao atingir pH 4,6.
- O que é sinérese e como pode ser minimizada tecnologicamente?
- Qual a diferença tecnológica entre iogurte firme, batido e líquido?

3. PRÁTICA 2 – COAGULAÇÃO ENZIMÁTICA: QUEIJO FRESCO (MINAS FRESCAL)

3.1 Fundamentação Teórica

A coagulação enzimática do leite é o princípio fundamental da fabricação de queijos. As enzimas proteolíticas denominadas coagulantes (coalho) — de origem animal (quimosina bovina), microbiana (*Rhizomucor miehei*) ou recombinante (quimosina produzida por *Aspergillus niger* var. *awamori*) — atuam especificamente sobre a κ -caseína, clivando a ligação peptídica Phe105-Met106 e removendo o fragmento hidrofílico glicomacropéptido (GMP), que mantinha as micelas em suspensão. Com a remoção do GMP, as micelas de para- κ -caseína tornam-se hidrofóbicas e se agregam na presença de Ca^{2+} e à temperatura ≥ 20 °C, formando a coalhada (WALSTRA et al., 2006; ORDÓÑEZ et al., 2005).

A coagulação enzimática ocorre em duas etapas: (1) proteólise primária (hidrólise da κ -caseína pelo coalho) — praticamente independente da temperatura (ocorre mesmo a 4 °C, mas muito lentamente); e (2) agregação das micelas e formação do gel — fortemente dependente da temperatura (ideal: 30–37 °C) e do teor de cálcio iônico. A temperatura de coagulação para a maioria dos queijos é de 30–37 °C, enquanto para queijos com cozimento da massa (como parmesão, provolone) pode chegar a 50–55 °C (WALSTRA et al., 2006).

O queijo Minas Frescal é regulamentado no Brasil pela Portaria MAPA nº 352/1997, que o define como queijo fresco obtido por coagulação enzimática do leite com coalho, de alta umidade ($> 55\%$) e massa crua. Suas características são: cor branca, superfície lisa, sabor suave levemente ácido e odor característico. O rendimento típico é de 15–20% (1,5 a 2,0 kg de queijo por 10 L de leite), variável conforme o teor de proteína e gordura do leite (BRASIL, 1997; VAN DEN BERG, 1993).

O soro resultante da fabricação do queijo (lactossoro) representa 85–90% do volume de leite utilizado e contém aproximadamente 20% das proteínas totais do leite original (β -lactoglobulina, α -lactoalbumina, imunoglobulinas), além de lactose e minerais. O aproveitamento do lactossoro é uma questão tecnológica e ambiental relevante, pois seu descarte inadequado causa severos impactos no

ambiente aquático, devido à alta demanda bioquímica de oxigênio — DBO (ORDÓÑEZ et al., 2005; BRASIL, 1997).

3.2 Fórmulas de Cálculo

$$\% \text{ Rendimento} = (\text{Massa do queijo} / \text{Volume de leite em L}) \times 100$$

Unidade convencional: g de queijo por litro de leite (g/L). Para expressar em %: dividir pelo volume em litros e multiplicar por 100.

Exemplo: 1.820 g de queijo a partir de 10 L de leite → Rendimento = 1.820 / 10 = 182 g/L, ou 18,2%.

$$\% \text{ Perda no soro} = [(\text{Massa proteína no leite} - \text{Massa proteína no queijo}) / \text{Massa proteína no leite}] \times 100$$

Estimativa simplificada: considerando que ~80% das proteínas ficam no queijo (caseínas), ~20% vão para o soro (proteínas do soro).

3.3 Materiais e Ingredientes

- Leite integral pasteurizado (10 L por grupo), coalho líquido (tipo Estrela® ou similar)
- CaCl₂ solução 40–50% (1,5 mL/10 L de leite), sal refinado (1,5% sobre a massa da coalhada)
- Panela de inox 12 L, termômetro digital, lira para corte da coalhada (ou faca longa)
- Formas plásticas para queijo minas (500 g), dessorador, prensa simples ou pesos
- pHmetro, balança semi-analítica, recipiente para coleta do soro

3.4 Procedimento

1. PREPARO DO LEITE: Verificar a temperatura do leite (35 °C). Adicionar CaCl₂ (1,5 mL de solução 40% por 10 L). Misturar suavemente.

2. ADIÇÃO DO COALHO: Diluir a dose de coalho recomendada pelo fabricante em 50 mL de água fria. Adicionar ao leite e misturar por 1–2 minutos. Registrar o horário.

3. COAGULAÇÃO: Manter em repouso a 35 °C por 40–60 minutos. Verificar o ponto de corte: introduzir uma faca perpendicularmente e levantar — o gel deve se romper limpo (corte limpo = coalhada pronta).

4. CORTE: Cortar a coalhada em cubos de 1,5–2 cm com lira ou faca. Aguardar 5 minutos para expulsão do soro (sinérese).

5. MEXEDURA e DESSORAGEM: Mexer delicadamente por 15 minutos, aquecendo gradualmente até 38 °C. Coletar o soro em recipiente. Pesar o soro.

6. SALGA E ENFORMAGEM: Adicionar sal à massa (1,5% da massa). Colocar na forma. Virar a forma a cada 30 minutos por 2 horas. Pesar o queijo ao sair da forma.

7. MATURAÇÃO: Refrigerar a 5 °C por 24 horas antes da avaliação sensorial.

Tabela 2 – Controle do Processo e Rendimento na Produção de Queijo Fresco (Minas Frescal)

Parâmetro	Volume Leite (L)	Massa Coalhada Bruta (g)	Massa Soro (g)	Massa Queijo Final (g)	% Rendimento	pH Final
Grupo A						
Grupo B						
Grupo C						
MÉDIA						

Fonte: Metodologia baseada em Portaria MAPA nº 352/1997 (BRASIL, 1997) e Walstra et al. (2006).

3.5 Questões para Discussão

- Qual a função do CaCl₂ adicionado ao leite antes do coalho?
- Por que queijos produzidos com leite UHT apresentam menor rendimento?
- Explique em nível molecular a diferença entre coagulação ácida (iogurte) e enzimática (queijo).
- Quais destinos tecnológicos podem ser dados ao lactossoro gerado na fabricação do queijo?

MÓDULO 2 – PRODUTOS CONCENTRADOS

4. PRÁTICA 3 – DOCE DE LEITE

4.1 Fundamentação Teórica

O doce de leite é um produto tipicamente sul-americano, com forte arraigamento cultural no Brasil e na Argentina. A Instrução Normativa MAPA nº 54/2018 o define como o produto obtido por concentração e ação do calor, a pressão normal ou reduzida, do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem láctea e/ou creme, com adição de sacarose. O produto deve conter no mínimo 28% de sólidos totais de leite, pH entre 5,8 e 6,8 e atividade de água (A_w) não superior a 0,80 (BRASIL, 2018b).

O processo tecnológico do doce de leite envolve dois fenômenos bioquímicos fundamentais: (1) Reação de Maillard — reação não enzimática entre o grupo aminado das proteínas (especialmente lisina) e a carbonila dos açúcares redutores (lactose e sacarose invertida), que produz os compostos melanoidinos responsáveis pela cor marrom característica e pelos compostos aromáticos do produto; e (2) Caramelização — degradação térmica dos açúcares (principalmente sacarose) em temperaturas acima de 160 °C, gerando caramelo. A Reação de Maillard ocorre em temperaturas mais baixas (acima de 70 °C) e é o principal mecanismo de escurecimento no doce de leite durante a cocção (FELLOWS, 2019; ORDÓÑEZ et al., 2005).

O ponto final do doce de leite é determinado pelo teor de sólidos solúveis, medido em refratômetro (°Brix). O doce de leite pastoso (mais comum) deve atingir 65–70 °Brix, enquanto o doce de leite em tablete (fatiável) chega a 75–80 °Brix. A adição de bicarbonato de sódio (0,5–1 g/L) ao início do processo eleva levemente o pH do leite, favorecendo a Reação de Maillard e a obtenção de coloração mais intensa, além de neutralizar parte da acidez natural do leite que poderia causar a precipitação indesejada das proteínas (BRASIL, 2018b; VAN DEN BERG, 1993).

A relação entre açúcar e leite mais utilizada é de 100–150 g de sacarose por litro de leite. A concentração adequada de sacarose é fundamental: excesso resulta em produto excessivamente doce, com tendência à cristalização; deficiência compromete o ponto de gel e reduz a vida de prateleira. O produto final

deve ser envasado a quente (acima de 70 °C) em embalagens herméticas para garantir a segurança microbiológica e a estabilidade ao longo do armazenamento (BRASIL, 2018b).

4.2 Fórmulas de Cálculo

$$\% \text{ Rendimento} = \left(\frac{\text{Massa do doce final}}{\text{Massa total de ingredientes}} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Redução de Volume} = \left[\frac{V_i - V_f}{V_i} \right] \times 100$$

Onde V_i = volume inicial de leite (L) e V_f = volume estimado do produto final (L). A redução típica é de 55–65% no volume.

Para o cálculo de valor calórico estimado do doce de leite:

$$\text{VE (kcal/100 g)} = (\text{g Carboidratos} \times 4) + (\text{g Proteínas} \times 4) + (\text{g Gorduras} \times 9)$$

Um doce de leite pastoso típico contém: 60–65% de carboidratos, 7–8% de proteínas e 5–7% de gordura (base integral), gerando aproximadamente 300–320 kcal/100 g.

4.3 Materiais e Ingredientes

- Leite integral pasteurizado (2 L por grupo), sacarose refinada (250 g/2 L = 125 g/L)
- Bicarbonato de sódio (1 g por litro de leite), glicose de milho (opcional — 5% da sacarose)
- Panela de fundo triplo (3 L), colher de silicone, termômetro digital
- Refratômetro (faixa 45–85 °Brix), pHmetro, potes de vidro esterilizados (200 mL)
- Balança semi-analítica, cronômetro

4.4 Procedimento

1. Medir e registrar o °Brix inicial do leite com o refratômetro (tipicamente 11–12 °Brix).

2. Adicionar 125 g de sacarose por litro de leite e 1 g de bicarbonato de sódio por litro. Misturar até completa dissolução.

3. Aquecer em fogo médio sob agitação constante (colher de silicone). Evitar parar de mexer — o produto queima facilmente no fundo.

4. A cada 15 minutos, retirar uma alíquota de ~5 mL, resfriar e medir o °Brix. Medir também pH e temperatura. Observar e registrar a evolução da cor (escala 1–5) e da consistência.

5. O ponto final pastoso é atingido a 65–70 °Brix (aproximadamente 60–90 min de cocção, dependendo da intensidade do fogo).

6. Envasar a quente em potes de vidro esterilizados. Tampar, inverter por 5 min (pasteurização da tampa). Pesquisar o produto final e calcular o rendimento.

Tabela 3 – Monitoramento da Concentração e da Reação de Maillard na Produção de Doce de Leite

Tempo (min)	°Brix	pH	Temperatura (°C)	Cor (1–5)*	Consistência	Observações
0						
15						
30						
45						
60						
75						
90 (final)						

* Cor: 1 = branco/creme claro | 2 = amarelo claro | 3 = caramelo claro | 4 = caramelo médio | 5 = marrom escuro

Fonte: Metodologia baseada em IN MAPA nº 54/2018 (BRASIL, 2018b) e Fellows (2019).

4.5 Questões para Discussão

- Explique os mecanismos da Reação de Maillard e da caramelização no doce de leite.
- Por que o bicarbonato de sódio é adicionado? O que aconteceria sem ele?
- Como o °Brix se relaciona com a atividade de água (A_w) e a estabilidade microbiológica do produto?

- Quais são as diferenças tecnológicas entre o doce de leite pastoso e o doce de leite em tablete?

MÓDULO 3 – MEL: QUALIDADE E ANÁLISE

5. PRÁTICA 4 – ANÁLISE SENSORIAL DE MEL

5.1 Fundamentação Teórica

O mel é um produto altamente complexo em termos de composição química, contendo mais de 200 substâncias identificadas, entre as quais se destacam: açúcares (frutose 38%, glicose 31%, sacarose 1–2%, maltose e outros oligossacarídeos), água (17–20%), ácidos orgânicos (ácido glucônico, ácido fórmico, ácido acético), proteínas e aminoácidos (prolina — indicador de autenticidade), enzimas (diastase, invertase, glicose-oxidase), vitaminas (B1, B2, B6, C), minerais (K, Ca, Mg, Fe, Mn) e compostos fenólicos com atividade antioxidante (CRANE, 1983; BOGDANOV et al., 2004).

As características sensoriais do mel são fortemente influenciadas pela sua origem botânica (florada), pela origem geográfica (terroir apícola) e pelas condições de extração, processamento e armazenamento. O mel de laranjeira (*Citrus* spp.) é reconhecido por sua cor âmbar clara, aroma cítrico e cristalização rápida e de grânulos finos. O mel de eucalipto apresenta cor âmbar escura, aroma intenso e levemente medicinal. O mel de assa-peixe (*Vernonia polyanthes*), típico do Nordeste brasileiro, tem cor âmbar-escuro, sabor forte e ligeiramente amargo (ALMEIDA-MURADIAN et al., 2013; SODRÉ et al., 2011).

A análise sensorial do mel segue métodos desenvolvidos pelo Centro de Investigações Apícolas (CARI) da Suíça e adaptados pela União Europeia. Os atributos avaliados são: (a) Cor — avaliada visualmente ou por espectrofotometria na escala Pfund (mm); (b) Aroma — avaliado à temperatura de 40 °C em frasco de vidro fechado, abrindo-o rapidamente e inalando suavemente; (c) Sabor — avaliado após tomar ~2 mL do mel e distribuí-lo na língua por 30 segundos, avaliando dulçor, acidez, amargor e adstringência; (d) Textura/viscosidade — avaliada pela resistência ao escoamento de uma colher; e (e) Cristalização — observação visual do estado físico (líquido, parcialmente cristalizado ou totalmente cristalizado) (BOGDANOV et al., 2004).

A cristalização do mel é um processo natural determinado pela relação glicose/água (G/W). Quando $G/W > 1,7$, o mel tende a cristalizar

espontaneamente, pois a glicose tem menor solubilidade que a frutose. A cristalização não indica adulteração ou deterioração — pelo contrário, mel genuíno cristaliza naturalmente, enquanto mel adulterado com xarope de frutose de milho (HFCS) não cristaliza ou cristaliza de forma muito lenta. Portanto, a cristalização é um indicativo positivo de qualidade e autenticidade (CRANE, 1983; BRASIL, 2000).

5.2 Parâmetros de Avaliação Sensorial

- Cor: 1 = Branco/creme (mel de laranjeira, acácia) | 2 = Âmbar extra-claro | 3 = Âmbar claro | 4 = Âmbar | 5 = Âmbar escuro/escuro (mel de assa-peixe, buckwheat)
- Aroma: 1 = Muito fraco/ausente | 2 = Fraco | 3 = Médio/característico | 4 = Intenso | 5 = Muito intenso/complexo
- Sabor: 1 = Muito doce/enjoativo ou estranho | 2 = Desequilibrado | 3 = Equilibrado (doçura + acidez harmoniosas) | 4 = Agradável e típico da florada | 5 = Excelente, complexidade aromática
- Textura: 1 = Aguado/muito fluido (suspeito de umidade elevada) | 2 = Fluido | 3 = Médio | 4 = Viscoso | 5 = Muito viscoso/cremoso

5.3 Materiais

- Amostras de mel de floradas distintas (silvestre, eucalipto, laranjeira, assa-peixe, mel orgânico, mel comercial)
- Colheres de plástico individuais (descartáveis), copos plásticos transparentes
- Banho-maria a 40 °C para padronização da temperatura das amostras
- Refratômetro para mel (escala 12–27% de umidade), pHmetro
- Fichas de avaliação individuais impressas (Tabela 4), palitos para avaliação de textura

5.4 Procedimento

1. PADRONIZAÇÃO: Aquecer as amostras em banho-maria a 40 °C por 20 minutos para homogeneização e uniformização da viscosidade. Identificar os copos com código de 3 dígitos aleatórios.

2. COR: Avaliar visualmente a cor de cada amostra contra fundo branco. Registrar na escala de 1 a 5.

3. AROMA: Cobrir o copo com papel alumínio por 5 minutos após o banho-maria. Abrir rapidamente e inalar suavemente (sem aproximar excessivamente o nariz). Avaliar a intensidade e a tipicidade do aroma.

4. SABOR: Tomar ~2 mL com colher descartável. Distribuir o mel na língua por 30 segundos. Avaliar dulçor, acidez, amargor e persistência do sabor. Utilizar água mineral para limpar o palato entre as amostras.

5. TEXTURA: Com palito, avaliar a viscosidade pela resistência ao escoamento. Observar se há cristalização (total, parcial ou ausente).

6. NOTA GLOBAL e CLASSIFICAÇÃO: Calcular a média dos atributos e emitir parecer (Aprovado $\geq 4,0$ | Suspeito 3,0–3,9 | Reprovado $< 3,0$).

Tabela 4 – Avaliação Sensorial Comparativa de Diferentes Tipos de Mel

Mel / Florada	Cor (1–5)*	Aroma (1–5)*	Sabor (1–5)*	Textura / Viscosidade (1–5)*	Cristalização (S/N)	Nota Global	Classificação
Mel silvestre							
Mel de eucalipto							
Mel de laranjeira							
Mel de assa-peixe							
Mel orgânico							
Mel comercial pasteurizado							
MÉDIA							

* Escala hedônica: 1 = Muito ruim/Impróprio | 2 = Ruim | 3 = Regular | 4 = Bom | 5 = Excelente. Nota Global $\geq 4,0$ = produto aprovado.

Fonte: Parâmetros baseados em Bogdanov et al. (2004), IN MAPA nº 11/2000 (BRASIL, 2000) e Almeida-Muradian et al. (2013).

5.5 Questões para Discussão

- Como a origem botânica influencia as características sensoriais do mel?

- Por que mel genuíno cristaliza e mel adulterado com xarope de frutose não cristaliza?
- Quais alterações sensoriais indicam que um mel sofreu superaquecimento ou armazenamento incorreto?
- Como o mel pode ser utilizado como ingrediente funcional em produtos alimentícios para humanos e animais?

MÓDULO 4 – APLICAÇÃO DIETÉTICA

6. PRÁTICA 5 – PREPARAÇÕES DIETÉTICAS COM LEITE E MEL

6.1 Fundamentação Teórica

A combinação de leite e mel resulta em uma matriz alimentar de alto valor nutricional e funcional, que integra as proteínas de alto valor biológico do leite (especialmente caseína e proteínas do soro) com os carboidratos de absorção variada do mel (frutose de baixo índice glicêmico + glicose de rápida absorção), os compostos antimicrobianos do mel (peróxido de hidrogênio produzido pela glicose-oxidase, defensina-1, ácidos orgânicos) e os probióticos presentes nos produtos lácteos fermentados (BOGDANOV et al., 2004; WALSTRA et al., 2006).

Do ponto de vista tecnológico, a adição de mel a preparações lácteas requer atenção especial para preservar suas propriedades bioativas. O mel deve ser adicionado preferencialmente abaixo de 40 °C, pois temperaturas superiores inativam as enzimas (diastase, invertase) e aceleram a formação de HMF (hidroximetilfurfural), composto formado pela degradação da frutose em condições ácidas e de calor, cujo teor elevado é indicativo de superaquecimento ou armazenamento inadequado (limite legal: 60 mg/kg pela IN MAPA nº 11/2000) (BRASIL, 2000; BOGDANOV et al., 2004).

As bebidas e preparações à base de leite e mel têm tradição de uso em diversas culturas como alimentos de convalescença, alimentos infantis e preparações para atletas. Do ponto de vista nutricional, 200 mL de vitamina de leite com 15 g de mel fornece aproximadamente 170–180 kcal, com proteínas de alta qualidade (Escore de Aminoácidos Corrigido pela Digestibilidade Proteica — PDCAAS ≈ 1,0), carboidratos prontamente disponíveis e micronutrientes como Ca, K, Mg e vitaminas do complexo B (PHILIPPI, 2014; CUPPARI, 2014).

A perspectiva do gestor do agronegócio nesta prática é especialmente relevante: o desenvolvimento de preparações lácteas com mel abre oportunidades de agregação de valor a ambas as cadeias produtivas. Produtos como iogurte com mel de florada específica, queijo cremoso com mel e nozes, doce de leite com mel orgânico, e bebidas funcionais à base de leite fermentado com mel e própolis são exemplos de produtos premium com alto valor de mercado e crescente demanda

por consumidores que buscam alimentos naturais, funcionais e com identidade territorial (ALMEIDA-MURADIAN et al., 2013; SEBRAE, 2019).

6.2 Fórmula de Cálculo do Valor Energético

$$\text{VE (kcal/porção)} = (\text{g CHO} \times 4) + (\text{g PTN} \times 4) + (\text{g LIP} \times 9)$$

Onde: CHO = carboidratos totais; PTN = proteínas; LIP = lipídios (gorduras totais). Utilizar os valores da tabela TACO (NEPA-UNICAMP) ou da tabela nutricional dos ingredientes.

Exemplo — Vitamina láctea com mel (200 mL leite integral + 15 g mel):

Leite 200 mL: 6,8 g CHO + 6,6 g PTN + 6,4 g LIP → 109 kcal | Mel 15 g: 12,5 g CHO + 0,05 g PTN + 0 g LIP → 50 kcal

Total: 19,3 g CHO + 6,65 g PTN + 6,4 g LIP = (19,3×4) + (6,65×4) + (6,4×9) = 77,2 + 26,6 + 57,6 = 161 kcal/porção

6.3 Objetivos

- Elaborar preparações dietéticas simples combinando leite e mel como ingredientes principais.
- Calcular e comparar o valor energético e a composição nutricional das preparações.
- Avaliar a aceitação sensorial por meio de escala hedônica simplificada.
- Discutir o potencial de mercado das preparações desenvolvidas no contexto do agronegócio.

6.4 Materiais e Ingredientes

- Leite integral, leite desnatado, iogurte natural, queijo fresco (produzido na Prática 2)
- Mel de diferentes floradas (utilizar amostras da Prática 4)
- Frutas da estação (banana, maracujá, morango), canela em pó, baunilha
- Liquidificador, batedeira ou processador, copos e taças individuais
- Tabela TACO/NEPA-UNICAMP, calculadora ou planilha eletrônica

6.5 Procedimento — Sugestões de Preparações

6.5.1 Vitamina Láctea com Mel

Ingredientes: 200 mL de leite integral, 15 g de mel floral, 1 banana média (100 g). Bater no liquidificador por 1 minuto. Servir gelado. Calcular o VE por porção.

6.5.2 Mousse Simples de Leite e Mel

Ingredientes: 400 mL de leite condensado, 300 mL de creme de leite, 60 g de mel, 10 g de gelatina incolor hidratada. Bater o leite condensado + creme de leite, adicionar mel morno ($\leq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$) e gelatina. Distribuir em taças e refrigerar por 3 horas.

6.5.3 Bebida Funcional (Leite + Mel + Canela)

Ingredientes: 200 mL de leite integral aquecido a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, 20 g de mel, 1 g de canela em pó, 1 g de gengibre em pó. Misturar o leite morno (não fervente — para preservar enzimas do mel) com os demais ingredientes. Avaliar a aceitação sensorial.

Para todas as preparações: registrar os ingredientes utilizados, calcular o valor energético pela fórmula de Atwater e aplicar teste de aceitação sensorial com escala hedônica de 5 pontos (Prática 4). Registrar na tabela abaixo.

Tabela 5 – Avaliação das Preparações Dietéticas com Leite e Mel

Preparação	Ingredientes Principais	VE (kcal/porção)*	Aceitação Sensorial (1–5)	Consistência / Textura	Sugestão de Ajuste	Observações
Vitamina láctea com mel						
Mousse de leite condensado e mel						
Creme de mel com iogurte						
Bebida funcional (leite + mel + canela)						
Sobremesa gelada						

(leite + mel + frutas)						
------------------------------	--	--	--	--	--	--

Fonte: Valores nutricionais estimados com base em TACO/NEPA-UNICAMP (2011) e Philippi (2014).

6.6 Questões para Discussão

- Por que o mel não deve ser adicionado ao leite quando este está acima de 60 °C?
- Como a combinação leite + mel pode atender às necessidades de um animal de companhia em recuperação pós-cirúrgica?
- Quais alegações funcionais poderiam ser feitas para uma bebida láctea com mel + probiótico, conforme a RDC ANVISA nº 2/2002?
- Como o gestor do agronegócio poderia utilizar mel de florada específica para diferenciar um produto lácteo no mercado?

MÓDULO 5 – PRÁTICAS COMPLEMENTARES

7. PRÁTICA 6 – DETERMINAÇÃO DE pH COMPARATIVO

7.1 Fundamentação Teórica

A determinação do pH é uma das análises mais rápidas e informativas no controle de qualidade de produtos lácteos e mel. Em produtos lácteos, o pH reflete o estado fermentativo, a frescor e a conformidade com os padrões legais. O leite fresco apresenta pH entre 6,6 e 6,8; valores abaixo de 6,6 indicam início de acidificação por contaminação microbiana, enquanto valores acima de 6,8 podem indicar mastite (eleva o pH pela entrada de proteínas do sangue e redução da lactose) ou adição de substâncias alcalinizantes (BRASIL, 2018; ORDÓÑEZ et al., 2005).

No mel, o pH é um parâmetro de qualidade estabelecido pela IN MAPA nº 11/2000: o mel genuíno deve apresentar pH entre 3,3 e 4,6 (levemente ácido, decorrente principalmente do ácido glucônico produzido pela ação da glicose-oxidase sobre a glicose). pH superior a 5,0 pode indicar adulteração com xarope de sacarose (menos ácido), fermentação inadequada ou uso de substâncias alcalinizantes. Mel com pH < 3,0 pode indicar fermentação alcoólica por leveduras osmofílicas (*Zygosaccharomyces rouxii*), que cresce em mel com umidade > 20% (BRASIL, 2000; BOGDANOV et al., 2004).

7.2 Procedimento

Calibrar o pHmetro com soluções tampão pH 4,0 e 7,0. Para produtos sólidos (queijo, doce de leite): dissolver 10 g em 90 mL de água destilada (1:10) e medir o pH da solução. Para mel: medir diretamente (eletrodo imerso no produto) ou na diluição 1:2 (1 parte de mel + 1 parte de água destilada). Para produtos líquidos (leite, iogurte): medir diretamente. Registrar os resultados na tabela e comparar com as faixas de referência legais.

Tabela 6 – Determinação Comparativa de pH em Produtos Lácteos e Mel

Produto	pH Leitura 1	pH Leitura 2	pH Médio	Faixa Esperada	Classificação	Observações
---------	--------------------	--------------------	-------------	-------------------	---------------	-------------

Leite in natura						
Leite pasteurizado (UHT)						
Leite acidificado (início fermentação)						
logurte natural (pH final)						
logurte grego						
Queijo fresco (minas frescal)						
Doce de leite						
Mel in natura						
Mel pasteurizado						
Soro do queijo (lactossoro)						

Fonte: Faixas de referência baseadas em BRASIL (2000), IN MAPA nº 76/2018, IN MAPA nº 46/2007 e Ordóñez et al. (2005).

7.3 Faixas de pH de Referência

- Leite in natura: 6,6–6,8 | Leite pasteurizado: 6,5–6,8 | logurte: 4,0–4,6
- Queijo fresco (minas frescal): 5,0–5,5 | Doce de leite: 5,8–6,8
- Mel genuíno (IN MAPA nº 11/2000): 3,3–4,6
- Soro do queijo (lactossoro): 6,0–6,5

8. PRÁTICA 7 – CÁLCULO DE RENDIMENTO DO QUEIJO

8.1 Fundamentação Teórica

O rendimento do queijo é um indicador de eficiência tecnológica e econômica do processo de fabricação, expresso em quilogramas de queijo produzido por 100 litros de leite (kg/100 L) ou em litros de leite necessários para produzir 1 kg de queijo (L/kg). O rendimento é influenciado pelo teor de proteína total e de caseína, pelo teor de gordura, pelo tipo de coagulante, pela temperatura e pH de coagulação, pelo tamanho do corte da coalhada e pela intensidade da dessoragem (VAN DEN BERG, 1993; WALSTRA et al., 2006).

A equação de Van Slyke e Price (1952), amplamente utilizada na indústria láctea para estimativa do rendimento teórico, considera os teores de gordura e caseína do leite como determinantes primários. Na versão simplificada para uso didático, o rendimento real obtido na prática pode ser comparado com o rendimento teórico calculado, e a diferença (perdas) pode ser discutida em termos de perda de gordura no soro, eficiência do coalho, técnica de corte e grau de dessoragem (VAN DEN BERG, 1993).

8.2 Fórmulas de Cálculo

$$\text{R real (g/L)} = \text{Massa de queijo obtida (g)} / \text{Volume de leite utilizado (L)}$$

$$\text{R real (\%)} = \left[\frac{\text{Massa do queijo (g)}}{\text{Volume de leite em L} \times 1000} \right] \times 100$$

Exemplo: 1.700 g de queijo a partir de 10 L → $R = 1.700 / 10 = 170 \text{ g/L} = 17\%$.

$$\text{R teórico estimado (kg/100 L)} = \left[(\% \text{Gordura} + \% \text{Caseína}) \times 1,09 \right] / 1,02$$

Equação simplificada de Van Slyke. Para leite integral típico (3,5% gordura, 2,7% caseína):

$$R = \left[(3,5 + 2,7) \times 1,09 \right] / 1,02 = 6,758 / 1,02 = 6,62 \text{ kg/100 L} = 66,2 \text{ g/L} = 6,62\%$$

$$\% \text{ Eficiência} = (\text{R real} / \text{R teórico}) \times 100$$

8.3 Procedimento

Utilizar os dados registrados na Prática 2 (Tabela 2) e os dados da Tabela 7 abaixo. Calcular o rendimento real de cada grupo, estimar o rendimento teórico pelo leite utilizado e calcular a eficiência do processo. Discutir as causas das diferenças encontradas entre grupos.

Tabela 7 – Análise Comparativa de Rendimento na Produção de Queijo Fresco

Parâmetro	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Média Turma	Referência
Volume de leite utilizado (L)						
Massa de queijo obtida (g)						
Massa de soro gerado (g)						
% Rendimento (g queijo/L leite)						
pH do queijo final						
Acidez da massa (°D)						
Umidade estimada (%)						

Fonte: Fórmulas baseadas em Van Den Berg (1993) e Walstra et al. (2006).

8.4 Questões para Discussão

- Quais fatores da composição do leite têm maior impacto no rendimento do queijo?
- Como a temperatura de corte da coalhada influencia o rendimento e a umidade do queijo?
- Por que queijo minas frescal tem menor rendimento que muçarela ou parmesão?
- Calcule o valor econômico agregado: se 1 L de leite custa R\$ 3,00 e 1 kg de queijo é vendido por R\$ 35,00, qual a margem bruta da transformação?

9. PRÁTICA 8 – TESTES SIMPLES DE QUALIDADE DO MEL

9.1 Fundamentação Teórica

Os testes simples de qualidade do mel permitem uma triagem rápida da autenticidade e das condições higiênicas do produto sem necessidade de equipamentos laboratoriais sofisticados. Os principais testes utilizados em campo e em laboratório básico são: (a) determinação de sólidos solúveis em refratômetro ($^{\circ}$ Brix e/ou umidade); (b) determinação de pH; (c) teste de solubilidade em etanol (detecta adulteração com xaropes de açúcar); (d) reação de Lugol (detecta amido ou dextrinas adicionados como adulterantes); (e) observação de impurezas e cristalização; e (f) avaliação da condutividade elétrica (indica o teor de minerais e a origem botânica) (BRASIL, 2000; BOGDANOV et al., 2004).

A reação de Lugol (solução de iodo + iodeto de potássio) é utilizada como teste qualitativo para amido e dextrinas: o aparecimento de coloração azul-violeta intensa na amostra indica a presença de amido, enquanto coloração alaranjada indica dextrinas. Mel genuíno apresenta reação negativa (coloração amarela ou amarelo-esverdeada). A IN MAPA nº 11/2000 exige resultado negativo no teste de Lugol como requisito de autenticidade (BRASIL, 2000).

A determinação do teor de umidade por refratômetro é o método mais rápido para avaliar o risco de fermentação do mel. Mel com umidade $> 20\%$ apresenta A_w suficiente para o crescimento de leveduras osmofílicas (*Zygosaccharomyces rouxii*), resultando em fermentação indesejada, produção de álcool e CO_2 , e deterioração do produto. O refratômetro para mel deve ser calibrado com água destilada (0% Brix) e utilizado com fator de correção para temperatura (a 20 °C) (BRASIL, 2000; BOGDANOV et al., 2004).

A cristalização do mel, conforme discutido na Prática 4, é um fenômeno natural de qualidade. Contudo, mel com alto teor de glicose (ex.: mel de canola, girassol) pode cristalizar antes do envasamento, o que não indica adulteração. A descristalização é feita aquecendo suavemente o produto a 40–50 °C em banho-maria, nunca acima de 60 °C para não degradar enzimas e compostos fenólicos (CRANE, 1983).

9.2 Materiais

- Amostras de mel (as mesmas da Prática 4 + amostras suspeitas de adulteração)
- Refratômetro para mel (escala de umidade 12–27%) ou refratômetro de °Brix (65–85 °Brix)
- pHmetro calibrado, solução de Lugol a 0,1% (I₂ + KI em água)
- Tubos de ensaio, pipetas, colheres de plástico descartáveis, béqueres 100 mL
- Água destilada, álcool etílico PA, lupa manual

9.3 Procedimento

9.3.1 Determinação de Sólidos Solúveis (°Brix / Umidade)

Colocar 1–2 gotas de mel sobre o prisma do refratômetro. Fechar a tampa e ler na escala. Umidade do mel = 100 – °Brix (aproximação para mel com umidade 15–25%). Limpar o prisma com algodão úmido entre amostras.

9.3.2 Reação de Lugol (Teste de Amido/Dextrinas)

Dissolver 1 g de mel em 5 mL de água destilada. Adicionar 2–3 gotas de solução de Lugol 0,1%. Observar a coloração: Amarelo/marrom = negativo (mel genuíno) | Azul-violeta = positivo (adulteração com amido) | Alaranjado = positivo (adulteração com dextrinas).

9.3.3 Observação de Impurezas

Dissolver 5 g de mel em 20 mL de água destilada morna. Examinar com lupa ou sob luz forte. Observar partículas em suspensão (cera, partes de abelhas, pólen grosseiro), turvação (fermentação) e coloração anormal.

9.3.4 Avaliação da Cristalização

Observar o estado físico das amostras à temperatura ambiente. Registrar se líquido, parcialmente cristalizado ou completamente cristalizado. Observar o tamanho dos cristais (finos = natural; grosseiros ou com separação de fases = indicativo de adulteração com xarope).

Tabela 8 – Testes Rápidos de Qualidade e Autenticidade do Mel

Amostra de Mel	°Brix (Refrat.)	pH	Teste Lugol (Amido S/N)	Impurezas Visíveis (S/N)	Cristalização (horas)	Parecer (Conforme / NC)
----------------	-----------------	----	-------------------------	--------------------------	-----------------------	-------------------------

Mel silvestre (apicultor local)						
Mel floral comercial (loja)						
Mel superprocessado (pasteurizado)						
Amostra suspeita de adulteração						
Mel orgânico certificado						

Fonte: Metodologia baseada em IN MAPA nº 11/2000 (BRASIL, 2000) e Bogdanov et al. (2004).

9.4 Questões para Discussão

- Um mel que não cristaliza após 6 meses necessariamente indica adulteração? Justifique.
- Como a determinação de HMF (hidroximetilfurfural) complementa a avaliação de qualidade do mel?
- Qual a importância do controle da umidade do mel para a exportação? Cite os limites internacionais.
- Como o veterinário pode orientar o apicultor sobre colheita, extração e armazenamento para garantir a qualidade do mel?

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente manual de práticas de Tecnologia de Produtos de Origem Animal I — com ênfase em leite, derivados lácteos e mel — representa uma abordagem integrada e aplicada dos princípios tecnológicos fundamentais para a formação do médico-veterinário e do gestor do agronegócio. Ao percorrer os cinco módulos — Coagulação do Leite, Produtos Concentrados, Mel, Aplicação Dietética e Práticas Complementares — o estudante estabelece conexões diretas entre os fenômenos bioquímicos (coagulação de proteínas, Reação de Maillard, fermentação láctica, cristalização de açúcares) e as propriedades sensoriais, nutricionais e tecnológicas dos produtos elaborados.

A produção de iogurte e queijo no Centro Gastronômico permite ao estudante compreender, de forma concreta e mensurável, como pequenas variações de temperatura, pH e tempo de incubação impactam a qualidade do produto final — vivência fundamental para quem atuará na responsabilidade técnica de unidades de beneficiamento de leite (UBLs), laticínios artesanais ou na inspeção oficial. O cálculo do rendimento do queijo, por exemplo, transforma um experimento prático em uma ferramenta de gestão econômica, conectando a competência técnica com a visão empresarial do agronegócio.

As práticas com mel oferecem ao estudante uma perspectiva diferente e igualmente rica: a análise de um produto que não passa por processamento industrial significativo e que carrega em si toda a complexidade da biodiversidade botânica e da tecnologia apícola. Compreender que a cristalização é um sinal de qualidade, que o pH abaixo de 4,6 indica acidez natural (e não deterioração) e que a reação de Lugol positiva revela adulteração são conhecimentos que habilitam o profissional a proteger o apicultor e o consumidor — papéis que o médico-veterinário e o gestor do agronegócio exercem cotidianamente na cadeia produtiva do mel.

A integração entre leite e mel como ingredientes de preparações dietéticas, abordada no Módulo 4, amplia a perspectiva da disciplina para além do controle de qualidade, inserindo o estudante no universo do desenvolvimento de produtos com identidade territorial, diferenciação de mercado e valor nutricional comprovado. Essa visão é especialmente pertinente no atual contexto do

agronegócio brasileiro, onde a demanda por produtos naturais, funcionais e sustentáveis tem crescido de forma consistente.

Por fim, ressalta-se que este manual deve ser compreendido como um ponto de partida para a formação contínua. A legislação de produtos de origem animal é dinâmica, com atualizações periódicas das Instruções Normativas do MAPA e das resoluções da ANVISA. O profissional comprometido com a qualidade e a segurança dos alimentos que produz, processa ou fiscaliza deve manter-se permanentemente atualizado, buscando nas referências técnicas e na legislação vigente o embasamento necessário para suas decisões.

11. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-MURADIAN, L. B. et al. Physicochemical parameters, phenolic acids content and antioxidant activity of Brazilian bee pollen. *Journal of Food Science and Technology*, v. 50, n. 4, p. 839-843, 2013.
- BOGDANOV, S. et al. *Bee product science*. Bern: Swiss Bee Research Centre, 2004. Disponível em: <http://www.bee-hexagon.net>. Acesso em: mar. 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 23 out. 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Portaria nº 352, de 4 de setembro de 1997. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo Minas Frescal. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 8 set. 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 24 out. 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 14 dez. 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 54, de 5 de novembro de 2018. Regulamento técnico de identidade e qualidade do doce de leite. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 7 nov. 2018b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 30 nov. 2018.
- CRANE, E. *O livro do mel*. São Paulo: Nobel, 1983.
- CUPPARI, L. (coord.). *Guias de Medicina Ambulatorial e Hospitalar UNIFESP/EPM – Nutrição Clínica no Adulto*. 3. ed. Barueri: Manole, 2014.
- FELLOWS, P. J. *Food Processing Technology: Principles and Practice*. 4. ed. Cambridge: Woodhead Publishing/Elsevier, 2019.

NEPA-UNICAMP. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 2.

PHILIPPI, S. T. Nutrição e técnica dietética. 3. ed. Barueri: Manole, 2014.

SEBRAE. Apicultura: saiba mais sobre o setor. Brasília: SEBRAE, 2019. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br>. Acesso em: mar. 2025.

SODRÉ, G. S. et al. Características físico-químicas de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do estado do Ceará. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 280-283, 2011.

VAN DEN BERG, G. Aspects of rennet quality. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, v. 47, n. 3, p. 99-107, 1993.

WALSTRA, P. et al. *Dairy Science and Technology*. 2. ed. New York: CRC Press/Taylor & Francis, 2006.