

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS - UNILAVRAS

Disciplina de Tecnologia de Alimentos

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS APLICADA AO CURSO DE FARMÁCIA

Manual de Práticas para o Centro Gastronômico

*Leites e Derivados · Produtos Cárneos · Produtos Vegetais · Amido
Conservação · Alimentos Funcionais e Dietéticos · Controle de Qualidade e Segurança
Alimentar*

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 alimentos aplicada ao curso de farmácia [livro eletrônico] : manual de práticas para o Centro Gastronômico : leites e derivados, produtos cárneos, produtos vegetais, amido conservação, alimentos funcionais e dietéticos, controle de qualidade e segurança alimentar / Sérgio Augusto de Sousa Campos. -- Lavras, MG : Fundação Educacional de Lavras, 2026.

PDF

Bibliografia.

ISBN 978-85-67895-59-8

1. Farmácia 2. Tecnologia de alimentos I. **Título**

26-359471.0

CDD-664

Índices para catálogo sistemático:

1. Tecnologia de alimentos 664

SUMÁRIO

1. Introdução	03
2. Prática 1 – Tecnologia de Leites e Derivados	05
3. Prática 2 – Tecnologia de Produtos Cárneos	08
4. Prática 3 – Tecnologia de Produtos Vegetais	11
5. Prática 4 – Tecnologia do Amido	14
6. Prática 5 – Métodos de Conservação de Alimentos	17
7. Prática 6 – Desenvolvimento de Alimentos Funcionais e Dietéticos.....	20
8. Prática 7 – Controle de Qualidade e Segurança Alimentar	23
9. Considerações Finais	26
10. Referências	27

1. INTRODUÇÃO

A Tecnologia de Alimentos é a ciência que aplica princípios da Física, Química, Bioquímica, Microbiologia e Engenharia ao processamento, conservação, embalagem e distribuição de alimentos seguros, nutritivos e sensorialmente aceitáveis. No âmbito da formação farmacêutica, essa disciplina ocupa papel estratégico, pois habilita o profissional a compreender os fenômenos que ocorrem durante o processamento de alimentos, a identificar pontos críticos de controle e a atuar na vigilância sanitária, no controle de qualidade e no desenvolvimento de novos produtos (FELLOWS, 2019; GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

O processamento de alimentos tem como objetivos centrais: prolongar a vida útil dos produtos, preservar ou melhorar suas características nutricionais e sensoriais, e garantir a segurança microbiológica ao consumidor. Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO, 2021), aproximadamente 14% dos alimentos produzidos no mundo se perdem entre a colheita e o varejo, e outros 17% são desperdiçados no nível do consumidor — perdas que poderiam ser significativamente reduzidas com a aplicação adequada de tecnologias de conservação e processamento.

No Brasil, o marco regulatório da Tecnologia de Alimentos é composto por um amplo conjunto de normas editadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pelo Ministério da Saúde. Entre os instrumentos mais relevantes destacam-se a RDC nº 216/2004, que estabelece o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação, a Portaria SVS/MS nº 326/1997, que trata das Boas Práticas de Fabricação, e a RDC nº 331/2019, que dispõe sobre os padrões microbiológicos para alimentos (BRASIL, 2004; BRASIL, 1997; BRASIL, 2019).

O desenvolvimento de alimentos funcionais e dietéticos representa uma das fronteiras mais dinâmicas da Tecnologia de Alimentos contemporânea. De acordo com a ANVISA, alimentos funcionais são aqueles que, além de funções nutricionais básicas, produzem efeitos metabólicos ou fisiológicos benéficos à saúde quando consumidos como parte de uma dieta usual (RDC nº 2/2002). Já os

alimentos para fins especiais, incluindo os *diet* e *light*, são regulamentados pela RDC nº 29/1998 e pela IN nº 28/2014 (BRASIL, 1998; BRASIL, 2014).

O presente manual foi elaborado para orientar as aulas práticas de Tecnologia de Alimentos realizadas no Centro Gastronômico do curso de Farmácia. As atividades propostas contemplam as principais categorias de alimentos e tecnologias de processamento, integrando conhecimentos teóricos a procedimentos práticos executáveis em ambiente de cozinha industrial equipada. Cada prática é acompanhada de fundamentação teórica, descrição do procedimento, fórmulas de cálculo comentadas, tabelas de registro de dados e questões para discussão.

As referências metodológicas adotadas incluem as obras clássicas de Fellows (2019), Gava, Silva e Frias (2008), Ordóñez et al. (2005) e Bobbio e Bobbio (2003), além das normas técnicas da ABNT, do Codex Alimentarius e dos regulamentos da ANVISA e do MAPA. A abordagem proposta valoriza a integração entre o saber técnico e a perspectiva da saúde pública, formando o farmacêutico como agente ativo na garantia da qualidade e segurança dos alimentos que chegam ao consumidor brasileiro.

Por fim, ressalta-se que todas as atividades práticas devem ser realizadas com observância rigorosa das Boas Práticas de Higiene (BPH) e das normas de segurança do Centro Gastronômico, incluindo o uso obrigatório de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), a higienização adequada das mãos e utensílios, e o controle de temperatura em todas as etapas de produção, conforme preconizado pela RDC nº 216/2004 (BRASIL, 2004; SILVA JUNIOR, 2014).

2. PRÁTICA 1 – TECNOLOGIA DE LEITES E DERIVADOS

2.1 Fundamentação Teórica

O leite é definido pela Instrução Normativa MAPA nº 76/2018 como o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. Trata-se de um alimento de composição complexa, contendo água (87%), proteínas (3,2%), gorduras (3,5%), lactose (4,8%) e minerais (0,7%), além de vitaminas e enzimas biologicamente ativas (BRASIL, 2018; ORDÓÑEZ et al., 2005).

Os principais processos térmicos aplicados ao leite são a pasteurização e o tratamento UHT (Ultra-High Temperature). A pasteurização lenta (LTLT) aquece o leite a 63-65 °C por 30 minutos, enquanto a pasteurização rápida (HTST) o aquece a 72-75 °C por 15-20 segundos. O tratamento UHT submete o leite a 130-150 °C por 2-4 segundos, conferindo esterilidade comercial e vida de prateleira de 3 a 6 meses sem refrigeração (FELLOWS, 2019; BRASIL, 2018).

A fermentação láctica é o princípio tecnológico subjacente à produção de iogurtes, queijos e bebidas lácteas fermentadas. Bactérias ácido-lácticas (BAL), como *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, convertem a lactose em ácido láctico, reduzindo o pH do leite de 6,6-6,8 para 4,0-4,6 no iogurte. Essa queda de pH provoca a coagulação das proteínas do leite (principalmente caseínas), formando a textura característica do produto (ORDÓÑEZ et al., 2005; BRASIL, 2007).

A acidez do leite é expressa em graus Dornic (°D), onde 1 °D corresponde a 0,1 g de ácido láctico por litro. O leite fresco apresenta acidez entre 14 e 18 °D. Valores acima de 18 °D indicam início de acidificação por contaminação microbiana, enquanto valores abaixo de 14 °D podem indicar adição de substâncias alcalinizantes (neutralizantes), prática proibida pela legislação (IN MAPA nº 76/2018).

2.2 Fórmulas de Cálculo

$$\text{Acidez (°D)} = V (\text{NaOH } 0,111 \text{ N}) \times f \times 10 / \text{volume da amostra (mL)}$$

Onde: V = volume de NaOH 0,111 N gasto na titulação (mL); f = fator de correção da solução; 10 = fator de conversão para °D. Para amostra de 10 mL: $^{\circ}D = V \times f \times 10 / 10 = V \times f$.

Rendimento do iogurte (%) = (Massa do produto final / Massa do leite utilizado) × 100

2.3 Objetivos da Prática

- Realizar a análise físico-química comparativa de diferentes tipos de leite.
- Produzir iogurte natural e monitorar o processo de fermentação.
- Calcular a acidez em graus Dornic e interpretar os resultados frente à legislação.
- Avaliar o rendimento tecnológico do processo de fabricação do iogurte.

2.4 Materiais e Ingredientes

- Leite integral pasteurizado (1 L), leite UHT, leite desnatado
- Fermento lácteo liofilizado (starter para iogurte) ou iogurte natural comercial (3%)
- pHmetro calibrado, termômetro digital, densímetro (lactodensímetro)
- Solução de NaOH 0,111 N e fenolftaleína 1%
- Bureta 25 mL, erlenmeyers 125 mL, estufa a 42 °C (ou iogurteira)
- Potes de vidro esterilizados, balança semi-analítica

2.5 Procedimento Experimental

2.5.1 Análise Físico-Química do Leite

pH: Imergir o eletrodo do pHmetro diretamente na amostra de leite a temperatura ambiente. Aguardar estabilização e registrar.

Acidez Dornic: Pipetar 10 mL de leite em erlenmeyer. Adicionar 3 gotas de fenolftaleína. Titular com NaOH 0,111 N até coloração rósea persistente por 30 segundos. Calcular a acidez conforme fórmula.

Densidade: Transferir 200 mL de leite a 15-20 °C para proveta de 250 mL. Introduzir o lactodensímetro sem tocar as paredes. Ler a escala na superfície do líquido após estabilização.

2.5.2 Fabricação do iogurte

1. Pasteurizar o leite a 85 °C por 15 minutos sob agitação constante. Resfriar em banho de gelo até 42 °C.
2. Adicionar 3% de fermento lácteo (ou iogurte natural comercial) e misturar delicadamente.
3. Distribuir em potes de vidro esterilizados e incubar a 42 °C em estufa ou iogurteira por 4-6 horas.
4. Medir pH e acidez a cada hora e registrar na tabela de fermentação.
5. Ao atingir pH 4,5 ($\pm 0,2$), retirar da estufa e refrigerar a 4 °C por 12 horas.

Tabela 1 – Avaliação Físico-Química Comparativa de Diferentes Tipos de Leite

Amostra	pH	Acidez (°D)	Densidade (g/mL)	Gordura (%)	Proteína (%)	Observações
Leite Cru						
Leite Pasteurizado						
Leite UHT						
Leite Desnatado						
Bebida Láctea						

Fonte: Metodologia baseada em IN MAPA nº 76/2018 e IAL (2008).

Tabela 2 – Monitoramento do Processo de Fermentação do Iogurte

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

Fonte: Metodologia baseada em Ordóñez et al. (2005) e BRASIL (2007).

2.6 Questões para Discussão

- Por que o leite deve ser aquecido a 85 °C antes da inoculação do fermento?
- Qual a função do *Streptococcus thermophilus* e do *Lactobacillus bulgaricus* no processo?
- Como a acidez em graus Dornic pode indicar adulteração no leite?
- Quais parâmetros diferenciam leite pasteurizado, UHT e leite cru sob o aspecto tecnológico?

3. PRÁTICA 2 – TECNOLOGIA DE PRODUTOS CÁRNEOS

3.1 Fundamentação Teórica

Os produtos cárneos são definidos como os produtos alimentícios preparados, total ou parcialmente, com carnes ou órgãos comestíveis de diferentes espécies animais, podendo ser adicionados de gorduras, especiarias, condimentos, aditivos e outros ingredientes. A legislação brasileira classifica os produtos cárneos em frescos, curados, defumados, cozidos, salgados e dessecados, cada categoria com seus respectivos Regulamentos de Identidade e Qualidade (RIQ) publicados pelo MAPA (BRASIL, 2000; ORDÓÑEZ et al., 2005).

O processamento de carnes envolve operações como moagem, mistura, emulsificação, salga, cura e tratamento térmico. A salga e a cura — com adição de NaCl, nitratos e nitritos — têm como funções: reduzir a atividade de água (Aw), inibir o crescimento de microrganismos patogênicos (especialmente *Clostridium botulinum*), desenvolver a cor rosada característica dos embutidos curados (formação de nitrosilmioglobina) e contribuir para o sabor e textura do produto (FELLOWS, 2019; ORDÓÑEZ et al., 2005).

O controle do pH é fundamental na tecnologia de produtos cárneos. A carne fresca apresenta pH entre 5,8 e 6,4. pH abaixo de 5,4 pode indicar carne DFD (Dark, Firm, Dry) e acima de 6,2 pode indicar carne PSE (Pale, Soft, Exudative), condições que comprometem a qualidade tecnológica e a vida de prateleira do produto (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008). A temperatura de cocção de 72-74 °C no centro geométrico do produto é o parâmetro de segurança microbiológica exigido pela RDC nº 216/2004 (BRASIL, 2004).

O rendimento tecnológico é um indicador de eficiência do processo e é influenciado pelo conteúdo de gordura, proteína, água e aditivos utilizados na formulação. Formulações com maior teor de proteína miofibrilar tendem a apresentar melhor capacidade de retenção de água (CRA) e, conseqüentemente, maior rendimento após o tratamento térmico (ORDÓÑEZ et al., 2005).

3.2 Fórmulas de Cálculo

$$\% \text{ Rendimento} = (\text{Massa do produto acabado} / \text{Massa da matéria-prima utilizada}) \times 100$$

Exemplo: Se foram utilizados 500 g de carne moída e o hambúrguer pronto pesou 430 g após o processo: % Rendimento = $(430 / 500) \times 100 = 86\%$.

$$\% \text{ Perda no Cocção} = \frac{[(\text{Massa crua} - \text{Massa cozida}) / \text{Massa crua}] \times 100}{100}$$

3.3 Objetivos da Prática

- Elaborar hambúrguer artesanal, linguiça frescal e patê caseiro conforme formulações tecnológicas.
- Controlar os parâmetros de processo: temperatura, pH e rendimento.
- Avaliar a influência dos aditivos (sal, condimentos) sobre as características sensoriais e tecnológicas.
- Verificar a conformidade dos produtos elaborados com os padrões legais.

3.4 Materiais e Ingredientes

- Carne bovina moída (patinho ou acém), carne suína, gordura dorsal suína
- NaCl (sal de cozinha), alho, pimenta-do-reino, noz-moscada, coentro
- Tripa natural ou artificial para linguiça
- Termômetro digital (sonda), pHmetro, balança, moedor de carne, chaira
- Frigideira antiaderente, forno ou chapa industrial, ensacadeira manual
- EPIs: luvas de borracha, jaleco, touca, máscara

3.5 Procedimento Experimental – Hambúrguer Artesanal

Formulação base (para 500 g): 400 g de carne bovina moída, 80 g de carne suína moída, 1,5% NaCl (7,5 g), 0,5% pimenta-do-reino, 0,5% alho desidratado, 1% azeite.

1. Pesar todos os ingredientes. Misturar a carne com os condimentos por 5 minutos em bowl refrigerado (manter a mistura abaixo de 12 °C).

2. Porcionar em discos de 100 g com auxílio de aro modelador. Pesar cada porção (massa crua).

3. Grelhar em chapa quente (180 °C) por 3-4 minutos de cada lado até temperatura interna ≥ 74 °C. Verificar com termômetro sonda.

4. Pesar o hambúrguer após cocção (massa cozida) e calcular o rendimento.

5. Medir o pH e registrar a avaliação sensorial (cor, textura, suculência).

Tabela 3 – Controle do Processo de Elaboração de Produtos Cárneos

Produto	Massa Inicial (g)	Massa Final (g)	% Rendimento	pH Final	Cor / Textura	Conformidade (S/N)
Hambúrguer Artesanal						
Linguiça Frescal						
Patê Caseiro						
Carne Desidratada (Jerky)						

Fonte: Metodologia baseada em Ordóñez et al. (2005) e BRASIL (2000) – RIQ de produtos cárneos.

3.6 Questões para Discussão

- Qual a função do NaCl no processamento de carnes além da conservação?
- Por que a temperatura interna mínima de 74 °C é exigida pela legislação?
- O que são nitratos e nitritos e por que seu uso é controlado na legislação?
- Como o pH da carne afeta a qualidade tecnológica do produto final?

4. PRÁTICA 3 – TECNOLOGIA DE PRODUTOS VEGETAIS

4.1 Fundamentação Teórica

A tecnologia de frutas e hortaliças compreende um conjunto de processos destinados a estender a vida útil desses alimentos, preservando suas características nutricionais, sensoriais e microbiológicas. Entre os principais desafios tecnológicos estão: o escurecimento enzimático (ação da enzima polifenoloxidase – PPO), a perda de textura (amolecimento por ação de pectinases), a perda de vitaminas e compostos bioativos, e o crescimento microbiano favorecido pelo alto teor de umidade e carboidratos (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008; FELLOWS, 2019).

O escurecimento enzimático é desencadeado pela oxidação de compostos fenólicos (especialmente clorogenato) catalisada pela PPO na presença de oxigênio, gerando pigmentos marrons (melaninas). O controle desse fenômeno pode ser feito por: acidificação (ácido cítrico, ácido ascórbico — reduzem o pH abaixo do ótimo da PPO e atuam como antioxidantes); branqueamento (inativação térmica da PPO a 85-100 °C por 1-5 minutos); e exclusão do oxigênio (imersão em água, embalagem a vácuo ou atmosfera modificada) (FELLOWS, 2019; BOBBIO; BOBBIO, 2003).

O processamento mínimo de frutas e hortaliças (frutas e vegetais minimamente processados – FVMP) consiste em operações de seleção, higienização, descascamento, corte e embalagem, mantendo o produto em estado fresco. Esses produtos devem ser armazenados sob refrigeração (1-7 °C) e apresentam vida de prateleira de 7 a 14 dias, dependendo da espécie, do processamento e das condições de embalagem (EMBRAPA, 2009).

A geleia e a compota de frutas são exemplos clássicos de produtos processados a partir de frutas. A geleia é obtida pela cocção da fruta ou suco de fruta com açúcar (mínimo 35% de fruta em relação ao produto final) e pectina, atingindo um teor de sólidos solúveis de 62 a 65 °Brix. A legislação brasileira que regula geleias e similares é a Instrução Normativa MAPA nº 55/2019 (BRASIL, 2019b).

4.2 Fórmulas de Cálculo

$$\% \text{ Escurecimento} = [(L^* \text{ inicial} - L^* \text{ final}) / L^* \text{ inicial}] \times 100$$

Onde L^* é a luminosidade medida em colorímetro (escala CIE $L^*a^*b^*$). Quanto maior a diferença, maior o escurecimento. Na ausência de colorímetro, utilizar escala visual de 0 (sem escurecimento) a 5 (escurecimento intenso).

$$\% \text{ Rendimento da Geleia} = (\text{Massa da geleia pronta} / \text{Massa total de ingredientes}) \times 100$$

$$\text{°Brix (refratômetro)} = \text{leitura direta na escala do refratômetro a } 20 \text{ °C}$$

4.3 Objetivos da Prática

- Comparar métodos de controle do escurecimento enzimático em frutas cortadas.
- Produzir geleia de frutas e controlar o ponto de cocção pelo teor de sólidos solúveis.
- Avaliar o impacto das operações de processamento mínimo sobre a qualidade dos vegetais.
- Interpretar os resultados à luz das normas de identidade e qualidade do MAPA.

4.4 Materiais e Ingredientes

- Maçãs, bananas, batatas (200 g de cada), morangos ou outra fruta da estação
- Ácido cítrico PA, ácido ascórbico, açúcar refinado, pectina cítrica de alto grau de esterificação
- Refratômetro (0-32 °Brix e 45-82 °Brix), termômetro, pHmetro
- Recipientes de aço inoxidável, faca de inox, tábua de corte, panela de fundo triplo
- Potes de vidro esterilizados (capacidade 200 mL), embaladora a vácuo

4.5 Procedimento Experimental

4.5.1 Controle do Escurecimento Enzimático

1. Descascar e fatiar as frutas em pedaços de 5 mm. Dividir em 3 grupos (controle, ácido ascórbico 0,5%, branqueamento a 85 °C por 3 min).

2. Aplicar os tratamentos e avaliar visualmente o escurecimento a 0, 30, 60, 120 e 180 minutos, utilizando escala de 0 a 5.

4.5.2 Produção de Geleia

Formulação: 500 g de morango, 350 g de açúcar, 10 g de pectina cítrica, 5 g de ácido cítrico.

1. Bater o morango no liquidificador. Misturar açúcar + pectina (a seco) e adicionar à fruta em panela. Cozinhar em fogo médio, mexendo constantemente.

2. Medir o °Brix a cada 5 minutos. Quando atingir 65 °Brix, adicionar o ácido cítrico e homogeneizar por 1 minuto.

3. Envasar a quente em potes esterilizados, tampar e inverter por 5 minutos (pasteurização da tampa). Registrar o rendimento.

Tabela 4 – Avaliação do Escurecimento Enzimático em Vegetais Minimamente Processados

Vegetal / Fruta	Tratamento Aplicado	% Escurecimento (0-5)	Textura (0-5)	Cor Visual (0-5)	Tempo de Vida Útil (dias)	Observações
Maçã – controle (sem trat.)						
Maçã – ácido ascórbico						
Maçã – branqueamento						
Batata – controle						
Batata – ácido cítrico						
Banana – embalagem MAP						

Fonte: Metodologia baseada em Fellows (2019) e Bobbio & Bobbio (2003). MAP = Atmosfera Modificada.

4.6 Questões para Discussão

- Por que o ácido ascórbico inibe o escurecimento enzimático?

- Quais nutrientes podem ser perdidos durante o branqueamento? Como minimizar essa perda?
- O que determina o ponto de geleia? Qual a importância do controle do °Brix?
- Quais são os padrões de identidade e qualidade da geleia de frutas segundo a IN MAPA nº 55/2019?

5. PRÁTICA 4 – TECNOLOGIA DO AMIDO

5.1 Fundamentação Teórica

O amido é o polissacarídeo de reserva mais abundante no reino vegetal, constituído por dois polímeros de glicose: amilose (cadeia linear, 20-30%) e amilopectina (cadeia ramificada, 70-80%). Sua estrutura semicristalina é responsável pelas propriedades funcionais que o tornam o ingrediente tecnológico mais utilizado na indústria de alimentos: capacidade espessante, geleificante, estabilizante e texturizante (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; BOBBIO; BOBBIO, 2003).

A gelatinização é o processo pelo qual os grânulos de amido absorvem água, incham irreversivelmente e perdem sua cristalinidade quando aquecidos acima de uma temperatura crítica (temperatura de gelatinização ou Tgel). Durante a gelatinização, ocorre o aumento da viscosidade da suspensão, formando uma pasta de amido. A Tgel varia com a fonte botânica: amido de milho (62-72 °C), amido de batata (58-65 °C), fécula de mandioca (52-64 °C) e amido de arroz (68-78 °C) (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A retrogradação é o fenômeno pelo qual as cadeias de amido gelatinizado recristalizam parcialmente após o resfriamento, levando à sinérese (exsudação de água) e ao endurecimento do gel. Este fenômeno é indesejável em produtos como molhos, pudins e sopas prontas. Para minimizá-lo, a indústria alimentícia utiliza amidos modificados quimicamente (oxidados, acetilados, hidroxipropilados) ou fisicamente (amidos pré-gelatinizados, amidos granulares de absorção a frio) (FELLOWS, 2019; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Os amidos modificados são regulamentados no Brasil pela RDC ANVISA nº 965/2024 (substituta da RDC nº 45/2011), que estabelece os tipos permitidos, os níveis máximos de substituição e as denominações nos rótulos alimentícios. A compreensão das propriedades funcionais dos amidos é fundamental para o farmacêutico que atua no desenvolvimento de alimentos e na avaliação da qualidade de formulações alimentares e farmacêuticas (excipientes à base de amido) (BRASIL, 2011).

5.2 Fórmulas de Cálculo

Viscosidade (método do copo Ford): $V \text{ (cP)} \approx [t \text{ (s)} \times K] / \rho$

Onde: t = tempo de escoamento em segundos; K = constante do copo (fornecida pelo fabricante); ρ = densidade da amostra (g/mL). Para análise comparativa relativa, registrar apenas o tempo de escoamento (s).

% Sinérese = (Massa do líquido exsudado / Massa total do gel) × 100

A sinérese é avaliada após 24 h de refrigeração a 5 °C. Pesar o gel, separar o líquido exsudado e pesar separadamente.

5.3 Objetivos da Prática

- Comparar as propriedades de gelatinização de diferentes fontes de amido.
- Avaliar o fenômeno de retrogradação e sinérese após resfriamento.
- Observar o efeito do amido modificado sobre a estabilidade do gel.
- Relacionar as propriedades físico-químicas do amido com suas aplicações em produtos alimentícios.

5.4 Materiais e Ingredientes

- Amido de milho, fécula de mandioca, amido de batata, amido de arroz, amido modificado
- Béqueres de 250 mL, agitador magnético com aquecimento, termômetro
- Refratômetro, copo Ford ou viscosímetro simples, balança
- Banho-maria, geladeira, placa de petri para avaliação do gel
- Lugol (solução de iodo) para identificação qualitativa do amido

5.5 Procedimento Experimental

1. Preparar suspensão a 5% (m/v) de cada amido em água destilada a temperatura ambiente. Medir a temperatura inicial.

2. Aquecer sob agitação constante em banho-maria ou chapa aquecedora, monitorando a temperatura a cada 2 °C. Registrar a temperatura de gelatinização (início do aumento brusco de viscosidade).

3. Manter a 90 °C por 5 minutos para gelatinização completa. Medir a viscosidade relativa com copo Ford ou cronômetro.

4. Verter em placa de petri, resfriar a temperatura ambiente por 2 horas e em seguida refrigerar a 5 °C por 24 horas.

5. Após 24 h, avaliar: aspecto do gel, sinérese (pesagem do líquido exsudado), textura e cor. Adicionar uma gota de Lugol na periferia do gel para confirmar a presença de amido residual.

Tabela 5 – Avaliação das Propriedades Tecnológicas de Diferentes Fontes de Amido

Fonte do Amido	Temp. Gelatinização (°C)	Viscosidade (cP)	Aspecto do Gel	Sinérese (S/N)	Cor do Gel	Observações
Amido de milho						
Fécula de mandioca						
Amido de batata						
Amido de arroz						
Amido modificado (hidroxipropilado)						

Fonte: Metodologia baseada em Damodaran, Parkin & Fennema (2010) e Fellows (2019).

5.6 Questões para Discussão

- Por que amidos de fontes diferentes apresentam temperaturas de gelatinização distintas?
- Qual a relação entre a proporção amilose/amilopectina e a tendência à retrogradação?
- Para que tipos de produtos alimentícios o amido modificado é mais indicado? Por quê?
- Como o farmacêutico pode usar o conhecimento sobre amidos em formulações farmacêuticas?

6. PRÁTICA 5 – MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

6.1 Fundamentação Teórica

A conservação de alimentos baseia-se na eliminação ou inibição do crescimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos, e/ou na inativação de enzimas endógenas que causam alterações indesejáveis. Os métodos de conservação podem ser classificados em: (a) físicos — calor (pasteurização, esterilização, branqueamento), frio (refrigeração, congelamento), desidratação (secagem, liofilização) e irradiação; (b) químicos — adição de conservantes (ácidos orgânicos, nitratos, sulfitos, benzoatos), acidificação, salga e cura; e (c) tecnológicos — embalagem a vácuo, atmosfera modificada (MAP) e bioconservação (bacteriocinas) (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008; FELLOWS, 2019).

A atividade de água (A_w) é um dos parâmetros mais importantes no controle da conservação. Definida como a razão entre a pressão de vapor da água no alimento e a pressão de vapor da água pura a mesma temperatura, a A_w varia de 0 (produto completamente seco) a 1,0 (água pura). A maioria dos microrganismos patogênicos requer $A_w > 0,90$ para crescer; bolores e leveduras toleram A_w mais baixas (0,70-0,85). Alimentos de umidade intermediária (A_w 0,60-0,90), como frutas secas e embutidos curados, são considerados microbiologicamente estáveis à temperatura ambiente (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A liofilização (freeze-drying) é o processo de desidratação por sublimação: o alimento é congelado e, em seguida, a umidade é removida sob vácuo pela passagem direta do gelo para vapor d'água, sem a fase líquida. Embora seja o método de desidratação que melhor preserva as características nutricionais e sensoriais dos alimentos, seu custo elevado limita a aplicação a produtos de alto valor agregado, como café solúvel especial, ervas aromáticas e alimentos funcionais (FELLOWS, 2019; GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

A técnica de conservas em calda ou em vinagre (acidificação) explora a combinação de tratamento térmico, baixo pH (< 4,5) e embalagem hermética para garantir a segurança microbiológica e a estabilidade do produto. O pH $\leq 4,5$ inibe o crescimento de *Clostridium botulinum*, o patógeno de maior risco em conservas

processadas anaerobiamente. A concentração mínima de ácido acético no vinagre utilizado em conservas deve ser de 4% (BRASIL, 2012).

6.2 Fórmulas de Cálculo

$$A_w \approx (\% \text{ Umidade relativa de equilíbrio}) / 100$$

Na prática laboratorial sem equipamento específico, A_w é medida com higrômetro de ponto de orvalho ou medidor de A_w digital. A fórmula acima é uma aproximação para fins didáticos.

$$\% \text{ Perda de Umidade (secagem)} = [(M_i - M_f) / M_i] \times 100$$

Onde M_i = massa inicial e M_f = massa final após a secagem.

6.3 Objetivos da Prática

- Aplicar e comparar diferentes métodos de conservação a partir de produtos elaborados no Centro Gastronômico.
- Medir e interpretar pH e A_w como indicadores de estabilidade e segurança microbiológica.
- Estimar a vida útil dos produtos com base nos parâmetros físico-químicos obtidos.
- Relacionar cada método de conservação com a legislação sanitária aplicável.

6.4 Materiais e Ingredientes

- Frutas da estação, legumes, carne bovina (jerky), leite, ovos
- Vinagre de álcool (4-6% de ácido acético), NaCl, açúcar
- Potes de vidro com tampa metálica (capacidade 250-500 mL), seladora a vácuo
- pHmetro, medidor de A_w digital (ou higrômetro), refratômetro, termômetro
- Estufa de secagem (60-70 °C), autoclave ou panela de pressão (para esterilização)

6.5 Procedimento Experimental

Pasteurização: Aquecer o produto (leite, suco, polpa) a 72 °C por 15 segundos. Resfriar rapidamente em banho de gelo. Medir pH antes e após o tratamento.

Salga a seco (Jerky): Marinar tiras de carne (0,5 cm) em 2% NaCl + especiarias por 12 h. Desidratar em estufa a 65 °C por 6-8 h até $A_w < 0,85$.

Conserva em vinagre: Escaldar o vegetal (pepino, cebola) por 2 min. Envasar com solução de vinagre ($pH < 4,0$) + 1,5% NaCl + especiarias. Pasteurizar em banho-maria a 85 °C por 20 min. Inverter os potes.

Embalagem a vácuo (MAP): Embalar fatias de queijo ou frios. Registrar A_w inicial e estimar vida útil com base na literatura.

Medir e registrar os parâmetros na tabela abaixo.

Tabela 6 – Avaliação Comparativa dos Métodos de Conservação de Alimentos

Método de Conservação	Alimento Utilizado	T° Armazenamento (°C)	pH Inicial	pH Final (7 dias)	A_w Inicial / Final	Vida Útil Estimada
Pasteurização						
Liofilização						
Salga a seco						
Acidificação (vinagre)						
Embalagem a vácuo						
Atmosfera modificada (MAP)						
Conserva em calda						

Fonte: Metodologia baseada em Gava, Silva & Frias (2008), Fellows (2019) e Damodaran, Parkin & Fennema (2010).

6.6 Questões para Discussão

- Por que $pH < 4,5$ é considerado seguro para conservas processadas termicamente?
- Qual a diferença entre pasteurização e esterilização quanto ao objetivo microbiológico?
- Como a atividade de água explica a maior estabilidade dos alimentos secos e salgados?

- Quais são as vantagens e limitações da embalagem em atmosfera modificada?

7. PRÁTICA 6 – DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTOS FUNCIONAIS E DIETÉTICOS

7.1 Fundamentação Teórica

Alimentos funcionais são aqueles que, além de satisfazerem as necessidades nutricionais básicas, produzem efeitos benéficos à saúde, reduzindo o risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). No Brasil, a ANVISA regulamenta as alegações de propriedades funcionais e de saúde por meio da RDC nº 2/2002 e de Ofícios Circulares subsequentes. Entre os ingredientes com alegações funcionais aprovadas estão: beta-glucana (controle do colesterol), probióticos (equilíbrio da flora intestinal), ômega-3 (redução de triglicerídeos), fibras solúveis e fitoesteróis (BRASIL, 2002; ROBERFROID, 2002).

Os alimentos dietéticos, por sua vez, são formulados para atender às necessidades de pessoas com condições fisiológicas específicas, como diabéticos (substituição ou redução de açúcares), hipertensos (redução de sódio) ou praticantes de atividade física (enriquecimento proteico). A legislação brasileira que regula os alimentos para fins especiais inclui a RDC nº 29/1998, a IN nº 28/2014 e a RDC nº 54/2012, esta última referente às informações nutricionais complementares 'diet', 'light', 'sem glúten' e 'sem lactose' (BRASIL, 1998; BRASIL, 2012b).

A formulação de alimentos funcionais e dietéticos no Centro Gastronômico permite ao estudante de Farmácia vivenciar os desafios tecnológicos desse segmento: como incorporar ingredientes bioativos sem comprometer as características sensoriais; como substituir açúcar por adoçantes sem alterar textura e volume; como enriquecer em proteínas sem prejudicar a palatabilidade. Esses conhecimentos são diretamente aplicáveis à atenção farmacêutica nutricional e ao aconselhamento de pacientes com DCNT (CUPPARI, 2014; PHILIPPI, 2014).

Os probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefício à saúde do hospedeiro (definição da FAO/OMS). Para que um produto lácteo fermentado seja considerado probiótico, deve conter no mínimo 10^8 UFC/g ou mL do microrganismo no produto pronto para

consumo. As cepas mais utilizadas pertencem aos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (BRASIL, 2008; FAO/OMS, 2006).

7.2 Fórmulas de Cálculo

$$\% \text{ Redução Calórica} = \frac{[\text{VE produto padrão} - \text{VE produto diet}]}{\text{VE produto padrão}} \times 100$$

Para ser classificado como 'light', o produto deve apresentar redução mínima de 25% em calorias ou no nutriente de referência (RDC nº 54/2012). Para 'diet', deve haver eliminação total ou redução maior que 0,5 g de açúcar por 100 g/mL.

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

Fórmula de Atwater para cálculo do valor energético. Os valores de macronutrientes são obtidos da tabela de composição ou da análise proximal do produto.

7.3 Objetivos da Prática

- Desenvolver formulações de alimentos funcionais e dietéticos adaptadas ao contexto gastronômico.
- Calcular e comparar o valor calórico de formulações padrão e modificadas (light/diet).
- Avaliar a aceitação sensorial dos produtos desenvolvidos por meio de teste hedônico.
- Verificar o enquadramento legal dos produtos elaborados frente à legislação da ANVISA.

7.4 Materiais e Ingredientes

- Aveia em flocos, chia, linhaça dourada, nozes, tâmaras, mel, whey protein
- Iogurte grego natural, fermento probiótico liofilizado (*L. acidophilus*, *B. lactis*)
- Adoçantes: sucralose, eritritol, stevia em pó; xarope de agave
- Farinha de amêndoas, cacau em pó sem açúcar, pasta de amendoim integral
- Inulina (prebiótico), isolado proteico de soja, leite sem lactose

7.5 Procedimento Experimental – Barra de Cereal Funcional

Formulação base (para 10 barras de 40 g cada): 100 g aveia laminada, 30 g chia, 30 g linhaça, 50 g nozes trituradas, 60 g tâmaras picadas, 30 g mel ou substituto (eritritol + xarope de agave), 20 g whey protein.

1. Pesar e misturar todos os ingredientes secos. Adicionar o mel/adoçante e misturar até obter massa homogênea e moldável.

2. Distribuir a massa em forma untada (espessura 1,5 cm). Pressionar firmemente. Refrigerar por 2 horas.

3. Cortar em barras de 40 g. Calcular o valor calórico por barra com base na composição dos ingredientes (tabela TACO/NEPA-UNICAMP).

4. Comparar o valor calórico com uma barra de cereal comercial. Calcular o percentual de redução calórica.

5. Aplicar teste de aceitação sensorial com 7 avaliadores usando escala hedônica de 5 pontos.

Tabela 7 – Desenvolvimento e Avaliação de Alimentos Funcionais e Dietéticos

Formulação / Produto	Ingrediente Funcional	Concentração (%)	Aceitação Sensorial (1-5)	Alegação de Saúde Proposta	Enquadramento Legal (S/N)
Barra de cereal com aveia e chia					
iogurte com probiótico (L. acidophilus)					
Cookie com farinha de linhaça					
Bebida com isolado proteico de soja					
Sorvete com substituição de gordura (inulina)					

Fonte: Metodologia baseada em BRASIL (2002), RDC nº 54/2012 e Cuppari (2014).

7.6 Questões para Discussão

- Qual a diferença entre alimento funcional e alimento enriquecido segundo a legislação brasileira?
- Quais são os critérios da ANVISA para um produto ser classificado como 'diet' ou 'light'?
- Como a adição de inulina (prebiótico) pode afetar a textura de um sorvete reformulado?
- O farmacêutico pode fazer alegações funcionais ao orientar pacientes?
Em que contexto?

8. PRÁTICA 7 – CONTROLE DE QUALIDADE E SEGURANÇA ALIMENTAR

8.1 Fundamentação Teórica

O controle de qualidade em serviços de alimentação é regido, no Brasil, principalmente pela RDC ANVISA nº 216/2004, que estabelece o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Este regulamento define as Boas Práticas de Fabricação (BPF) como um conjunto de medidas adotadas para garantir a qualidade sanitária e a conformidade dos alimentos com os regulamentos técnicos vigentes, abrangendo aspectos de edificações, equipamentos, higiene pessoal, controle de pragas, abastecimento de água e controle do processo (BRASIL, 2004; SILVA JUNIOR, 2014).

A Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC, ou HACCP em inglês) é um sistema preventivo de gestão da segurança alimentar, reconhecido internacionalmente pelo Codex Alimentarius (CAC/RCP 1-1969, Rev. 2020) e adotado obrigatoriamente em indústrias de alimentos no Brasil pela Portaria MAPA nº 46/1998 e por normas setoriais. O APPCC identifica, avalia e controla perigos significativos à segurança alimentar em todas as etapas da cadeia produtiva, desde a matéria-prima até o produto final (FAO/OMS, 2020; BRASIL, 1998b).

Os perigos alimentares classificam-se em: (B) biológicos — bactérias, vírus, parasitas, príons; (Q) químicos — agrotóxicos, metais pesados, aditivos em excesso, alergênicos; e (F) físicos — fragmentos de vidro, metal, osso, plástico. Para cada perigo identificado, o sistema APPCC define limites críticos, procedimentos de monitoramento, ações corretivas e registros (SILVA JUNIOR, 2014; FAO/OMS, 2020).

O Programa de Pré-Requisitos (PPR) ou Good Manufacturing Practices (GMP) é a base sobre a qual o APPCC é implementado. Inclui: controle de fornecedores, higiene pessoal e ambiental, controle de pragas, manutenção de equipamentos, controle de água e gestão de resíduos. Sem um PPR eficiente, o sistema APPCC não pode ser implantado adequadamente (SILVA JUNIOR, 2014; CODEX ALIMENTARIUS, 2020).

No contexto do Centro Gastronômico, a aplicação prática do APPCC permite ao aluno identificar os pontos críticos de controle (PCCs) em preparações culinárias simples, estabelecer limites críticos baseados em evidências científicas e regulamentação, e compreender que a segurança alimentar é construída ao longo de todo o processo produtivo, e não apenas na análise do produto final (BRASIL, 2004; SILVA JUNIOR, 2014).

8.2 Objetivos da Prática

- Elaborar o plano APPCC para uma preparação desenvolvida no Centro Gastronômico.
- Identificar e classificar perigos alimentares (biológico, químico e físico) por etapa de processo.
- Aplicar o check-list de Boas Práticas baseado na RDC nº 216/2004.
- Emitir relatório de avaliação das condições higiênico-sanitárias do ambiente de produção.

8.3 Materiais e Recursos

- Termômetro digital de sonda (para controle de temperatura no centro geométrico)
- Swabs estéreis e placas para análise microbiológica de superfícies (opcional)
- Formulários impressos do plano APPCC e do check-list da RDC nº 216/2004
- Materiais de higienização: detergente alcalino, álcool 70%, sanitizante clorado (200 ppm)
- Planilhas de registro de temperatura, pH e controle de recebimento

8.4 Procedimento Experimental

8.4.1 Elaboração do Plano APPCC

1. Definir o produto e seu uso pretendido (ex.: hambúrguer artesanal para consumo imediato).
2. Elaborar o fluxograma de produção, detalhando todas as etapas do processo.
3. Para cada etapa, identificar os perigos potenciais, avaliar a severidade e a probabilidade de ocorrência.

4. Determinar quais etapas são Pontos Críticos de Controle (PCCs) usando a árvore decisória do Codex Alimentarius.

5. Estabelecer os limites críticos, os procedimentos de monitoramento e as ações corretivas para cada PCC.

6. Registrar na Tabela 8.

Tabela 8 – Plano APPCC: Identificação de Perigos e Pontos Críticos de Controle

Etapa do Processo	Perigo Identificado	Tipo (F/Q/B)	Limite Crítico	Medida de Controle	PCC? (S/N)	Ação Corretiva
Recepção da matéria-prima						
Armazenamento sob refrigeração						
Pré-preparo / higienização						
Cocção / Tratamento térmico						
Resfriamento						
Porcionamento / Embalagem						
Distribuição / Expedição						

Legenda: F = Físico; Q = Químico; B = Biológico; PCC = Ponto Crítico de Controle.

Fonte: Metodologia baseada em FAO/OMS (2020) – Codex Alimentarius e Silva Junior (2014).

8.4.2 Check-list de Boas Práticas (RDC nº 216/2004)

Avaliar as condições do Centro Gastronômico utilizando o formulário abaixo, classificando cada item como Conforme (C), Não Conforme (NC) ou Não Aplicável (NA). Para cada item não conforme, registrar a ação corretiva proposta.

Tabela 9 – Check-list de Boas Práticas para Serviços de Alimentação (RDC nº 216/2004)

Item Avaliado (RDC nº 216/2004)	Conforme (S/N)	Não Conforme (S/N)	Observações / Ação Corretiva Proposta
Higiene pessoal dos manipuladores			

Uso correto de EPI (jaleco, luvas, máscara)			
Armazenamento de ingredientes (temp. e prazo)			
Limpeza e sanitização de superfícies e utensílios			
Controle de temperatura das preparações quentes (min. 74 °C no centro geométrico)			
Controle de temperatura de refrigeração (máx. 5 °C)			
Ausência de contaminação cruzada			
Rótulo e identificação dos produtos elaborados			
Descarte correto de resíduos			
Registro das atividades em fichas de controle			

Fonte: Elaborado com base em BRASIL (2004) – RDC nº 216/2004 e Silva Junior (2014).

8.5 Cálculo do Percentual de Conformidade

$$\% \text{ Conformidade} = \left[\frac{\text{Nº de itens Conformes}}{\text{Total de itens} - \text{Nº de itens NA}} \right] \times 100$$

Interpretação: ≥ 76% = Bom; 51-75% = Regular; ≤ 50% = Deficiente (BRASIL, 2004 – adaptado). O estabelecimento com classificação Deficiente deve elaborar Plano de Ação Corretiva imediata.

8.6 Questões para Discussão

- Qual a diferença entre Ponto de Controle (PC) e Ponto Crítico de Controle (PCC)?
- Por que a temperatura de 74 °C no centro geométrico é considerada o limite crítico para a cocção?
- Como o sistema APPCC se diferencia do controle de qualidade reativo (análise do produto final)?
- Quais são as responsabilidades do farmacêutico na implantação do sistema APPCC em indústrias?

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente manual de práticas de Tecnologia de Alimentos para o Curso de Farmácia buscou reunir, de forma sistemática e fundamentada, as principais atividades laboratoriais executáveis no Centro Gastronômico, abrangendo as grandes áreas da ciência e tecnologia de alimentos: leites e derivados, produtos cárneos, produtos vegetais, amido, conservação, desenvolvimento de alimentos funcionais e dietéticos, e controle de qualidade e segurança alimentar.

A abordagem prática aqui proposta não se limita ao domínio técnico dos procedimentos. Ela visa, sobretudo, desenvolver no estudante de Farmácia a capacidade de observação crítica, de correlação entre parâmetros físico-químicos e qualidade sensorial, e de interpretação dos resultados à luz da legislação sanitária vigente. Trata-se de uma formação que articula ciência, tecnologia e saúde pública em um campo de atuação que tem crescido significativamente no mercado de trabalho farmacêutico.

A implantação de sistemas de gestão da qualidade e segurança alimentar, como as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e o APPCC, representa um dos campos de atuação mais estratégicos para o farmacêutico responsável técnico em indústrias de alimentos, restaurantes industriais e serviços de alimentação coletiva. A responsabilidade técnica farmacêutica nesses estabelecimentos é reconhecida pelo Conselho Federal de Farmácia (CFF) e prevista na legislação sanitária, o que reforça a relevância desta disciplina na grade curricular do curso.

As práticas de desenvolvimento de alimentos funcionais e dietéticos conectam a Tecnologia de Alimentos com a Atenção Farmacêutica e a Nutrição Clínica, habilitando o farmacêutico a oferecer orientações qualificadas a pacientes com DCNT, necessidades alimentares especiais ou interesse em nutrição funcional. Essa interface é especialmente relevante no contexto atual de envelhecimento populacional e aumento da prevalência de obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares no Brasil.

Por fim, este manual deve ser compreendido como um ponto de partida. O estudante é encorajado a aprofundar seus conhecimentos nas referências citadas, a acompanhar as atualizações regulatórias da ANVISA e do MAPA, e a integrar os saberes adquiridos nesta disciplina com as demais áreas da formação

farmacêutica. A Tecnologia de Alimentos, assim como a Bromatologia, a Farmacologia e a Microbiologia, compõe o conjunto de saberes que torna o farmacêutico um profissional de saúde completo, comprometido com a qualidade de vida da população brasileira.

10. REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução RDC nº 2, de 7 de janeiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 2002.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução RDC nº 29, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico referente a Alimentos para Fins Especiais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 mar. 1998.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 nov. 2012b.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 set. 2004.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019. Padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2019.
- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Química do processamento de alimentos. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998. Manual Genérico de Procedimentos para APPCC em indústrias de produtos de origem animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 mar. 1998b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de hambúrguer e linguça. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 abr. 2000.
- 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 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.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 55, de 26 de novembro de 2019. Padrões de identidade e qualidade de geleias de frutas e similares. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 nov. 2019b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997. Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 ago. 1997.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION – FAO/OMS. General Principles of Food Hygiene. CXC 1-1969, Rev. 2020. Rome: FAO/WHO, 2020.

CUPPARI, L. (coord.). Guias de Medicina Ambulatorial e Hospitalar UNIFESP/EPM – Nutrição Clínica no Adulto. 3. ed. Barueri: Manole, 2014.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Química de alimentos de Fennema. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA DE ALIMENTOS. Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2009.

FAO/OMS. Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Rome: FAO/WHO, 2006.

FAO. The State of Food and Agriculture 2021: Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses. Rome: FAO, 2021.

FELLOWS, P. J. Food Processing Technology: Principles and Practice. 4. ed. Cambridge: Woodhead Publishing/Elsevier, 2019.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações. São Paulo: Nobel, 2008.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 1 e 2.

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

ROBERFROID, M. B. Global view on functional foods: European perspectives. British Journal of Nutrition, v. 88, suppl. 2, p. S133-S138, 2002.

SILVA JUNIOR, E. A. Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação. 7. ed.
São Paulo: Varela, 2014.

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

TECNOLOGIA DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL II:

Manual de Práticas para o Centro Gastronômico

Ênfase: Carnes, Pescados e Ovos

*Hambúrguer Bovino · Empanado de Frango · Bacon Curado · Hambúrguer de Tilápia
Pudim com Soro de Leite · Pavlova · APPCC Simplificado · Rotulagem*

PROF. DR. SÉRGIO AUGUSTO DE SOUSA CAMPOS

2026

SUMÁRIO

1. Introdução	03
2. Módulo 1 – Produtos Cárneos Reestruturados	05
Prática 1 – Fabricação de Hambúrguer Bovino	05
Prática 2 – Empanado de Frango	09
3. Módulo 2 – Produtos Curados e Processados	12
Prática 3 – Fabricação de Bacon (Versão Simplificada)	12
4. Módulo 3 – Pescados	16
Prática 4 – Hambúrguer de Tilápia	16
5. Módulo 4 – Aproveitamento de Subprodutos	19
Prática 5 – Pudim com Soro de Leite	19
6. Módulo 5 – Ovos e Estruturação	22
Prática 6 – Pavlova	22
7. Atividades Complementares	25
Prática 7 – Avaliação Sensorial Global	25
Prática 8 – APPCC Simplificado	26
Prática 9 – Rotulagem Básica dos Produtos	27
8. Considerações Finais	28
9. Referências	29

1. INTRODUÇÃO

A Tecnologia de Produtos de Origem Animal II (TPOA II) ocupa posição central na formação do médico-veterinário e do gestor do agronegócio que atuarão nos elos de processamento e industrialização da cadeia produtiva de carnes, pescados e ovos. Esses três grupos de matérias-primas respondem por parcela expressiva do Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro: o complexo carnes (bovino, suíno e aves) gerou exportações superiores a US\$ 23 bilhões em 2023, o setor pesqueiro e aquícola produziu aproximadamente 2,3 milhões de toneladas no mesmo período, e a produção de ovos alcançou cerca de 55 bilhões de unidades — tornando o Brasil um dos maiores produtores mundiais em todas essas categorias (ABPA, 2024; IBGE, 2023; MAPA, 2023).

Do ponto de vista tecnológico, carnes, pescados e ovos compartilham alguns princípios fundamentais, como a relevância da proteína miofibrilar, a capacidade de retenção de água, a susceptibilidade à oxidação lipídica e a fragilidade microbiológica, mas apresentam características físico-químicas e funcionais bastante distintas, que demandam abordagens tecnológicas específicas. A carne bovina, com sua matriz de actina-miosina e alto teor de mioglobina, responde de forma diferente ao calor, ao sal e às enzimas proteolíticas em comparação ao músculo de pescado, que possui menor conteúdo de tecido conjuntivo e maior quantidade de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (ômega-3), tornando-o mais perecível e tecnologicamente desafiador (ORDÓÑEZ et al., 2005; OGAWA; MAIA, 1999).

O ovo, por sua vez, é uma das matérias-primas mais versáteis da tecnologia alimentar: suas proteínas (ovoalbumina, conalbumina, lisozima na clara; lipovitelinas e fosvitinas na gema) exercem funções de coagulação, espumabilidade, emulsificação e gelificação que são essenciais em dezenas de produtos industrializados. A clara batida, que forma espumas estáveis pela desnaturação parcial das proteínas na interface ar-água, é o princípio tecnológico por trás de produtos como merengues, mousses, suflês e a clássica Pavlova — preparação trabalhada neste manual (STADELMAN; COTTERILL, 1995; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A legislação que regula os produtos de origem animal no Brasil é editada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com base no Decreto nº 9.013/2017 (RIISPOA – Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal), nas Instruções Normativas específicas para cada produto (hambúrguer – IN nº 4/2000; produtos curados – IN nº 22/2000; produtos empanados – IN nº 6/2001; pescado – IN nº 25/2011) e nos Regulamentos de Identidade e Qualidade (RIQs) correspondentes. O sistema de inspeção federal (SIF/MAPA) e os sistemas estaduais (SISE) e municipais (SIM) garantem a conformidade desses produtos com os padrões estabelecidos (BRASIL, 2000a; BRASIL, 2000b; BRASIL, 2001; BRASIL, 2017).

As atividades propostas neste manual foram desenvolvidas para o ambiente do Centro Gastronômico, com equipamentos e ingredientes de fácil acesso, permitindo ao estudante vivenciar de forma concreta os processos de formulação, processamento, análise sensorial e controle de qualidade de produtos cárneos, pesqueiros e à base de ovos. Cada prática articula os fundamentos teóricos — extraídos de referências consagradas como Ordóñez et al. (2005), Pardi et al. (2001) e Ogawa e Maia (1999) — com a aplicação prática, os cálculos tecnológicos e a avaliação sensorial, integrando competências analíticas, gerenciais e sanitárias em um único percurso formativo.

O enfoque em sustentabilidade e aproveitamento de subprodutos — representado pela Prática 5, que utiliza o soro de queijo na formulação de um pudim — reflete a tendência global de redução do desperdício alimentar e de valorização de coprodutos industriais. Para o veterinário e o gestor do agronegócio, a capacidade de transformar um resíduo em produto de valor agregado é uma competência estratégica, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e às políticas nacionais de bioeconomia (FAO, 2019; EMBRAPA, 2023).

MÓDULO 1 – PRODUTOS CÁRNEOS REESTRUTURADOS

2. PRÁTICA 1 – FABRICAÇÃO DE HAMBÚRGUER BOVINO

2.1 Fundamentação Teórica

O hambúrguer é definido pela Instrução Normativa MAPA nº 4/2000 como o produto cárneo industrializado obtido de carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado. Trata-se de um produto reestruturado, no qual a cominuição da carne (moagem) quebra a integridade do músculo, liberando proteínas miofibrilares (actina e miosina) que, em presença de sal e água, formam uma matriz proteica capaz de ligar os fragmentos musculares e conferir coesividade ao produto final (BRASIL, 2000a; ORDÓÑEZ et al., 2005).

A gordura exerce papel tecnológico fundamental na formulação do hambúrguer: contribui para a suculência (retenção de umidade durante a cocção), melhora a textura (maciez, plasticidade), amplifica a percepção de sabor (solubilidade dos compostos voláteis aromáticos) e reduz o custo de formulação. A IN nº 4/2000 estabelece o limite máximo de 30% de gordura para hambúrguer bovino. Formulações com menos de 15% de gordura tendem a produzir produtos secos e com baixa aceitação sensorial, enquanto formulações com mais de 25% apresentam maior perda por cocção e textura gordurosa (BRASIL, 2000a; PARDI et al., 2001).

O sal de cozinha (NaCl) na proporção de 1–2% tem dupla função: (a) extração das proteínas miofibrilares (especialmente miosina), que formam o gel proteico responsável pela liga entre os fragmentos de carne moída; e (b) realce do sabor. A adição de água gelada (< 4 °C) auxilia a manter a temperatura da massa abaixo de 12 °C durante a mistura, evitando a desnaturação precoce das proteínas, a quebra da emulsão de gordura e a multiplicação microbiana (PARDI et al., 2001; ORDÓÑEZ et al., 2005). A liga proteica (isolado ou concentrado proteico de soja) é um ligante opcional que melhora a capacidade de retenção de água (CRA) e a coesividade do produto.

A perda por cocção (PC%) é um parâmetro tecnológico que indica a quantidade de água e gordura perdidas durante o processo de aquecimento,

sendo calculada pela diferença entre a massa crua e a massa cozida em relação à massa crua. Valores de PC entre 20–30% são considerados adequados para hambúrgueres bovinos; valores acima de 35% indicam CRA insuficiente, enquanto valores abaixo de 15% podem indicar excesso de aditivos retentores de água (PARDI et al., 2001).

Norma de referência: A IN MAPA nº 4/2000 estabelece para o Hambúrguer Bovino: mínimo de 15% de proteína e máximo de 30% de gordura (em base úmida). A temperatura interna mínima de segurança durante a cocção é de 74 °C (RDC ANVISA nº 216/2004).

2.2 Fórmulas de Cálculo

$$\% \text{ Perda por Cocção (PC)} = [(M_{\text{crua}} - M_{\text{cozida}}) / M_{\text{crua}}] \times 100$$

Onde: M_{crua} = massa do hambúrguer antes da cocção (g); M_{cozida} = massa após cocção completa (g).

Exemplo: $M_{\text{crua}} = 100 \text{ g}$; $M_{\text{cozida}} = 72 \text{ g}$ → $PC = [(100 - 72) / 100] \times 100 = 28\%$

$$\% \text{ Rendimento} = (M_{\text{cozida}} / M_{\text{crua}}) \times 100 = 100 - \% \text{ PC}$$

$$\% \text{ de cada ingrediente} = (\text{Massa ingrediente} / \text{Massa total formulação}) \times 100$$

2.3 Objetivos

- Formular e produzir hambúrguer bovino conforme os padrões da IN MAPA nº 4/2000.
- Compreender as funções tecnológicas da gordura, do sal e das proteínas miofibrilares na formulação.
- Calcular a perda por cocção e o rendimento do produto.
- Avaliar sensorialmente o produto elaborado e compará-lo com hambúrgueres comerciais.

2.4 Materiais e Ingredientes

- Acém bovino (70% da formulação) e gordura bovina/papada suína (20%) — moídos em disco de 8 mm
- NaCl (1,5%), pimenta-do-reino (0,2%), alho desidratado (0,3%), água gelada (8%)

- Liga proteica de soja (opcional – 2%), moedor de carne com discos de 8 e 4 mm
- Balança semi-analítica, termômetro digital de sonda, chapa ou frigideira antiaderente
- Aro modelador inox (diâmetro 10 cm, altura 1,5 cm), papel manteiga, saco plástico para congelamento
- EPIs: jaleco, luvas de borracha nitrílica, touca, máscara

2.5 Procedimento Experimental

2.5.1 Moagem e Formulação

1. Pesar todos os ingredientes conforme a formulação da Tabela 1. Manter a carne e a gordura a $< 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante todo o processo.

2. Passar a carne e a gordura pelo moedor — primeira passagem: disco de 8 mm; segunda passagem: disco de 4 mm (cominuição fina).

3. Transferir a massa moída para bowl refrigerado. Adicionar o NaCl e misturar por 3 minutos (extração proteica). Adicionar os demais condimentos, a liga proteica e a água gelada. Misturar por mais 5 minutos até obter massa homogênea e ligada.

4. Medir o pH da massa com pHmetro (deve estar entre 5,8–6,2 para carne bovina adequada). Registrar na Tabela 2.

2.5.2 Moldagem e Cocção

5. Porcionar a massa em unidades de 100 g. Moldar com o aro de inox sobre papel manteiga. Pesar cada unidade (Mcrua). Congelar a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 30 minutos para facilitar o manuseio.

6. Grelhar em chapa pré-aquecida a $180\text{--}200\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 3–4 minutos de cada lado. Verificar a temperatura interna com termômetro de sonda: mínimo de $74\text{ }^{\circ}\text{C}$ no centro geométrico.

7. Pesar após a cocção (Mcozida). Calcular % PC e % Rendimento. Realizar avaliação sensorial e registrar na Tabela 2.

Tabela 1 – Formulação do Hambúrguer Bovino – Registro de Ingredientes e Proporções

Ingrediente	Qtd. Utilizada (g)	% na Formulação	Função Tecnológica	Custo Estimado (R\$)	Observações
Acém bovino moído					
Gordura bovina (papada)					
Sal de cozinha (NaCl)					
Pimenta-do-reino moída					
Alho desidratado					
Liga proteica (proteína soja)					
Água gelada (< 4 °C)					

Fonte: Elaborado com base em IN MAPA nº 4/2000 (BRASIL, 2000a) e Ordóñez et al. (2005).

Tabela 2 – Controle de Processo e Avaliação Sensorial do Hambúrguer Bovino

Parâmetro	Unidade	Grupo 1	Grupo 2	Média	Referência / Observação
Massa total formulada					
Massa de cada unidade (moldagem)					
pH da mistura crua					
Temp. interna pós-grelhado (°C)					
% Perda por cocção					
% Rendimento					
Nota sensorial – Sabor (1–5)					
Nota sensorial – Textura (1–5)					
Nota sensorial – Suculência (1–5)					

Nota sensorial – Impressão global (1–5)					
---	--	--	--	--	--

Fonte: Metodologia baseada em IN MAPA nº 4/2000, Pardi et al. (2001) e RDC ANVISA nº 216/2004.

2.6 Questões para Discussão

- Como o sal extrai as proteínas miofibrilares e por que isso é fundamental para a coesividade do hambúrguer?
- Por que a temperatura da massa deve ser mantida abaixo de 12 °C durante a formulação?
- Quais as implicações de uma perda por cocção de 40% para a qualidade sensorial e o valor nutricional do produto?
- Um hambúrguer bovino com 32% de gordura estaria em conformidade com a IN MAPA nº 4/2000?

3. PRÁTICA 2 – EMPANADO DE FRANGO

3.1 Fundamentação Teórica

Os produtos empanados são definidos pela Instrução Normativa MAPA nº 6/2001 como os produtos cárneos industrializados, obtidos a partir de carnes de diferentes espécies de animais de açougue, adicionados de ingredientes, moldados ou não, revestidos de cobertura à base de cereais — denominada sistema de cobertura — e submetidos ou não a processo de fritura. O sistema de cobertura (coating) confere ao produto a crocância e a aparência dourada características, além de proteger a carne da desidratação excessiva durante a cocção (BRASIL, 2001; ORDÓÑEZ et al., 2005).

O sistema de cobertura típico é composto por três etapas: (a) predest (farinha de trigo ou amido para aderência inicial); (b) batter (massa líquida à base de farinha, água, sal, fermento e especiarias, que forma a camada de ligação entre a carne e o breading); e (c) breading (farinha de rosca, flocos de milho ou grãos especiais que formam a camada externa crocante). A sequência predest → batter → breading maximiza a adesão da cobertura e a crocância após a fritura (ORDÓÑEZ et al., 2005; BRASIL, 2001).

O pick-up do empanamento é o parâmetro que expressa o percentual de cobertura incorporado ao produto, calculado pela diferença de peso antes e após o empanamento. O valor de pick-up interfere diretamente no custo de produção, no valor calórico do produto final e no rendimento global do processo. A IN nº 6/2001 não estabelece limite para o pick-up, mas a prática industrial trabalha com valores de 25–40% para produtos tipo nuggets e de 15–25% para filés empanados (BRASIL, 2001; PARDI et al., 2001).

A fritura (pré-fritura industrial) tem temperatura de 175–185 °C por 60–90 segundos, promovendo a fixação da cobertura, a formação da cor dourada (Reação de Maillard entre proteínas e carboidratos da farinha) e a gelatinização parcial do amido (que contribui para a crocância). O controle da temperatura do óleo é crítico: temperaturas abaixo de 165 °C geram produtos com excessiva absorção de gordura (oleosos e pesados); temperaturas acima de 195 °C promovem degradação do óleo e formação de acroleína e outros compostos indesejáveis (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; BRASIL, 2001).

A marinada (salmoura de injeção ou imersão) aplicada ao filé de frango antes do empanamento tem as funções de: aumentar a CRA, melhorar a suculência e a maciez do produto, adicionar sabor e reduzir o custo de produção pela incorporação de água e sal à carne. Uma marinada básica para frango contém: 1–1,5% NaCl, 0,3% fosfato, 0,2% condimentos, e água q.s.p. (quantidade suficiente para), com temperatura de aplicação < 4 °C (PARDI et al., 2001; ORDÓÑEZ et al., 2005).

3.2 Fórmulas de Cálculo

$$\% \text{ Pick-up do Empanamento} = \frac{[(M_{\text{empanado}} - M_{\text{carne}}) / M_{\text{carne}}] \times 100}{100}$$

Onde: M_{empanado} = massa do filé após empanamento completo (g); M_{carne} = massa do filé cru após marinada (g).

$$\text{Absorção de óleo (g)} = \text{Massa pós-fritura} - \text{Massa antes da fritura}$$

$$\% \text{ Rendimento global} = \frac{(\text{Massa produto final} / \text{Massa filé cru inicial}) \times 100}{100}$$

$$\text{Índice de Aceitabilidade (IA)} = \frac{(\text{Média notas} / \text{Nota máxima}) \times 100}{100}$$

$IA \geq 70\%$ → produto com boa aceitação. Nota máxima = 5 (escala hedônica de 5 pontos).

3.3 Objetivos

- Produzir empanado de frango utilizando o sistema predust → batter → breading.
- Calcular o pick-up do empanamento, a absorção de óleo e o rendimento global do processo.
- Avaliar a influência da temperatura de fritura sobre a crocância e a absorção de gordura.
- Relacionar a composição do batter com as características sensoriais do produto final.

3.4 Materiais e Ingredientes

- Filé de peito de frango (200 g/grupo), farinha de trigo para predust, farinha de rosca (breading)

- Batter básico: 100 g farinha de trigo + 120 mL água gelada + 5 g sal + 3 g fermento em pó + 2 g páprica
- Marinada: 200 mL água + 3 g NaCl + 1 g alho em pó + pimenta a gosto
- Óleo de soja (1 L para fritura), termômetro de fritura, panela wok ou fritadeira
- Balança analítica, papel absorvente, telas de resfriamento inox

3.5 Procedimento Experimental

1. CORTE E MARINADA: Padronizar os filés de frango em fatias de 1,5 cm de espessura. Pesar (Mcarne inicial). Imergir na marinada gelada por 30 minutos sob refrigeração. Pesar após a marinada.

2. PREDUST: Envoltar cada filé em farinha de trigo fina, eliminando o excesso com leves batidinhas. Esse passo garante aderência do batter.

3. BATTER: Mergulhar o filé enfarinhado no batter (mistura homogênea). Escorrer o excesso por 10 segundos.

4. BREADING: Cobrir com farinha de rosca, pressionando levemente para fixar. Pesar (Mempanado). Calcular pick-up.

5. PRÉ-FRITURA: Aquecer o óleo a 180 °C (verificar com termômetro). Fritar por 60–90 segundos (até dourar levemente). Retirar, escorrer em papel absorvente e pesar (Mfrito). Calcular absorção de óleo.

6. Avaliar sensorialmente (cor, crocância, sabor, textura) e registrar na Tabela 3.

Tabela 3 – Controle de Processo do Empanado de Frango – Parâmetros e Avaliação Sensorial

Parâmetro	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Referência	Observações
Massa do filé cru (g)					
Massa após marinada (g)					
Massa após empanamento (g)					
Massa após pré-fritura (g)					

Absorção de óleo (g)					
% Pick-up do empanamento					
% Rendimento global					
Temp. do óleo de fritura (°C)					
pH da marinada					
Crocância (1–5 – avaliação tátil)					
Cor da crosta (1–5 – dourada)					
Sabor (1–5)					
IA – Impressão Global (%)					

Fonte: Metodologia baseada em IN MAPA nº 6/2001 (BRASIL, 2001) e Ordóñez et al. (2005).

3.6 Questões para Discussão

- Por que o pick-up é um parâmetro importante do ponto de vista econômico e nutricional?
- Qual o papel do fermento em pó na composição do batter? Como ele influencia a textura da cobertura?
- Como o controle da temperatura do óleo impacta a qualidade sensorial e a segurança do produto?
- A incorporação de fibras à formulação do batter seria tecnologicamente viável? Que benefícios traria?

MÓDULO 2 – PRODUTOS CURADOS E PROCESSADOS

4. PRÁTICA 3 – FABRICAÇÃO DE BACON (VERSÃO SIMPLIFICADA)

4.1 Fundamentação Teórica

O bacon é um produto cárneo curado e defumado obtido da barriga suína (ventre do suíno, com o costilhar retirado), submetido a processo de cura com sal, nitrito, açúcar e demais ingredientes, seguido de secagem e defumação. É regulamentado pela Instrução Normativa MAPA nº 22/2000, que estabelece as características de identidade e qualidade do produto, incluindo limites de nitrito residual (máximo 150 ppm), teor de umidade (máximo 60%) e composição centesimal mínima (BRASIL, 2000b; PARDI et al., 2001).

A cura é o processo de adição de sal (NaCl), nitratos e/ou nitritos (NaNO₂, NaNO₃), açúcar e outros ingredientes à carne, com objetivos tecnológicos e de segurança alimentar. O NaCl reduz a atividade de água (Aw) e extrai proteínas miofibrilares. O nitrito de sódio (NaNO₂) exerce quatro funções fundamentais: (a) inibição do *Clostridium botulinum* e outros patógenos anaeróbios — é o agente de maior eficácia para esse fim em produtos cárneos; (b) desenvolvimento da cor rosada característica, pela reação com a mioglobina formando nitrosilmioglobina (estável ao calor); (c) contribuição para o sabor e aroma de cura; e (d) ação antioxidante, retardando a rancidez lipídica (PARDI et al., 2001; ORDÓÑEZ et al., 2005).

A defumação confere ao bacon o sabor e aroma característicos pela deposição de compostos fenólicos, carbonílicos e ácidos orgânicos da fumaça na superfície da carne, além de contribuir para a preservação (atividade antimicrobiana e antioxidante dos fenóis), para o desenvolvimento de cor (reações de Maillard entre compostos da fumaça e proteínas/açúcares da superfície) e para a redução da Aw superficial. Na versão didática simplificada, a defumação pode ser simulada com a adição de fumaça líquida (extrato de fumaça natural) ao processo de cura, o que é aceito pela legislação brasileira quando declarado na rotulagem (PARDI et al., 2001; BRASIL, 2000b).

A segurança alimentar nos produtos curados depende da combinação correta de sal, nitrito, pH e temperatura. O limite máximo de nitrito residual (150 ppm = mg/kg) estabelecido pela legislação é uma medida de proteção ao consumidor, pois o excesso de nitrito pode reagir com aminas secundárias formando nitrosaminas com potencial carcinogênico. Por isso, o uso de nitritos em produtos artesanais ou didáticos deve seguir rigorosamente as dosagens estabelecidas nos sais de cura comerciais (ex.: 0,25% do peso da carne para sal de cura tipo I, que contém 6,25% de NaNO₂) (BRASIL, 2000b; ORDÓÑEZ et al., 2005).

Atenção à segurança: O nitrito de sódio é uma substância de alta toxicidade quando consumido em concentrações elevadas. Em aulas práticas, recomenda-se o uso de sais de cura comerciais prontos (ex.: Cura Master® Tipo I), que já contêm o nitrito diluído na proporção adequada, reduzindo o risco de erro de dosagem.

4.2 Fórmulas de Cálculo

$$\% \text{ Perda na Cura} = \left[\frac{\text{Minicial} - \text{Mfinal}}{\text{Minicial}} \right] \times 100$$

A perda de peso durante a cura seca representa a saída de umidade da carne por osmose, em resposta ao gradiente de concentração de sal. Perdas de 3–8% em 48–72 h são esperadas para cura seca.

$$\text{Conc. NaCl na salmoura (\%)} = \left[\frac{\text{Massa NaCl}}{\text{Massa NaCl} + \text{Massa água}} \right] \times 100$$

Para cura úmida do bacon: salmoura com 15–20% NaCl + 0,25% sal de cura Tipo I + 2% açúcar.

4.3 Objetivos

- Compreender o processo de cura de carnes e a função de cada ingrediente na formulação.
- Produzir bacon curado (versão simplificada com fumaça líquida) a partir de barriga suína.
- Monitorar as variações de peso, pH e aspectos sensoriais ao longo da cura.
- Discutir os aspectos de segurança alimentar associados ao uso de nitritos em produtos cárneos.

4.4 Materiais e Ingredientes

- Barriga suína com pele (500 g/grupo), sal de cura Tipo I comercial (0,25% do peso)
- NaCl refinado (2,0%), açúcar mascavo (1,5%), pimenta-do-reino (0,2%), alho em pasta (0,5%)
- Fumaça líquida (aromatizante natural – dosagem conforme fabricante)
- Sacos plásticos tipo zip para cura, balança semi-analítica, pHmetro, termômetro
- Geladeira (para cura a 4–6 °C por 48–72 h), forno elétrico a 80 °C (secagem opcional)

4.5 Procedimento Experimental

1. PREPARO: Pesar a barriga suína (Minicial). Fazer pequenos furos na superfície com garfo para facilitar a penetração da salmoura. Registrar o pH inicial da carne.

2. FORMULAÇÃO DA MISTURA DE CURA (cura seca): Misturar sal de cura + NaCl + açúcar + pimenta + alho em tigela. A mistura deve ser uniforme para garantir distribuição homogênea do nitrito.

3. APLICAÇÃO: Esfregar a mistura de cura uniformemente sobre toda a superfície da barriga, com atenção especial às bordas. Adicionar a fumaça líquida diluída em 10 mL de água e esfregar sobre a superfície.

4. EMBALAGEM E CURA: Colocar a barriga em saco plástico fechado (zip), expulsando o ar. Refrigerar a 4–6 °C. Pesá-la diariamente por 3 dias, medir o pH superficial e avaliar cor e odor. Registrar na Tabela 4.

5. SECAGEM (opcional): Ao final da cura, colocar em assadeira e levar ao forno a 80 °C por 2 horas para secagem parcial e fixação das características sensoriais. Verificar a temperatura interna (mín. 72 °C).

6. Fatiar com faca afiada (ou fatiador), avaliar sensorialmente e discutir os resultados com a turma.

Tabela 4 – Monitoramento do Processo de Cura do Bacon (Diário por 3 Dias)

Parâmetro	Dia 0 (início)	Dia 1	Dia 2	Dia 3 (final)	Referência Legal / Literatura
-----------	----------------	-------	-------	---------------	-------------------------------

Massa da barriga suína (g)					
Massa pós-cura (g)					
Perda de peso na cura (g / %)					
pH da carne					
Cor da superfície (1–5)*					
Odor (1–5)**					
Temp. de refrigeração (°C)					
Conc. NaCl na salmoura (%)					
Conc. nitrito de sódio (ppm)					
Aw estimada (pós-cura)					
* Cor: 1=pálida 3=rosada típica 5=vermelho-vivo (nitrito em excesso) ** Odor: 1=neutro 3=salgado típico 5=amoniacal (deterioração)					

Fonte: Metodologia baseada em IN MAPA nº 22/2000 (BRASIL, 2000b), Pardi et al. (2001) e Ordóñez et al. (2005).

4.6 Questões para Discussão

- Por que o nitrito é indispensável para a segurança do bacon e outros produtos curados?
- Qual é a reação química responsável pela cor rosada do bacon curado?
- A defumação líquida tem as mesmas propriedades conservantes da defumação tradicional? Justifique.
- Quais cuidados laboratoriais são necessários ao manusear sais de cura contendo nitrito?

MÓDULO 3 – PESCADOS

5. PRÁTICA 4 – HAMBÚRGUER DE TILÁPIA

5.1 Fundamentação Teórica

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) é o principal peixe produzido pela aquicultura brasileira, com produção de aproximadamente 580 mil toneladas em 2023, representando mais de 55% da produção nacional de peixes de cultivo. A carne de tilápia apresenta excelente perfil nutricional — alto teor de proteínas de alto valor biológico (18–20% na base úmida), baixo teor de gorduras (1–3%), com predominância de ácidos graxos insaturados e ausência de carboidratos — tornando-a matéria-prima de grande interesse para o desenvolvimento de produtos de valor agregado, como o hambúrguer de pescado (OGAWA; MAIA, 1999; IBGE, 2023).

Do ponto de vista tecnológico, a carne de pescado difere substancialmente da carne bovina na formulação de hambúrgueres. A principal diferença é a menor capacidade de retenção de água (CRA) do músculo de peixe em relação ao bovino, decorrente do menor conteúdo de actomiosina e da maior susceptibilidade da proteína miofibrilar do pescado à desnaturação (inclusive pelo congelamento). Isso resulta em massa com menor coesividade e maior tendência à desagregação na moldagem e no manuseio. Para compensar essa limitação, o hambúrguer de pescado requer a adição de ligantes externos — como farinha de trigo, amido, proteína texturizada de soja, ovos ou goma xantana — em proporções maiores do que no hambúrguer bovino (OGAWA; MAIA, 1999; ORDÓÑEZ et al., 2005).

A oxidação lipídica é o principal mecanismo de deterioração da carne de pescado, em virtude do elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados (especialmente EPA e DHA), que são altamente susceptíveis à autooxidação em presença de oxigênio, luz e metais de transição (Fe^{2+} , Cu^{2+}). A rancidez oxidativa gera compostos responsáveis pelo off-flavor característico de pescado deteriorado (malonaldeído, propanal, aldeídos insaturados). O controle do processo (temperatura < 4 °C, embalagem a vácuo ou atmosfera modificada, adição de antioxidantes) é fundamental para preservar a qualidade do produto (OGAWA; MAIA, 1999; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A Instrução Normativa MAPA nº 25/2011 regulamenta os padrões de identidade e qualidade de produtos de pescado — incluindo hambúrgueres e produtos reestruturados de pescado. O produto deve conter no mínimo 50% de carne de pescado e apresentar temperatura de armazenamento de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou abaixo. A temperatura interna mínima de segurança na cocção é de $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, em virtude da menor resistência térmica das proteínas musculares do pescado comparativamente à carne bovina (BRASIL, 2011; OGAWA; MAIA, 1999).

5.2 Fórmulas de Cálculo

$$\% \text{ Pick-up do ligante} = [(M_{\text{formulada}} - M_{\text{filé}}) / M_{\text{filé}}] \times 100$$

Onde: $M_{\text{formulada}}$ = massa da mistura formulada (filé + ligantes + condimentos);
 $M_{\text{filé}}$ = massa do filé de tilápia utilizado.

$$\% \text{ Perda por Cocção} = [(M_{\text{crua}} - M_{\text{cozida}}) / M_{\text{crua}}] \times 100$$

O hambúrguer de tilápia geralmente apresenta PC superior ao bovino (30–45%) em virtude da menor CRA da proteína de pescado e da maior perda de umidade durante a desnaturação proteica pelo calor.

5.3 Objetivos

- Formular e produzir hambúrguer de tilápia, comparando-o tecnologicamente ao hambúrguer bovino.
- Avaliar o papel dos ligantes (farinha, ovo, proteína vegetal) na coesividade e na textura do produto.
- Calcular a perda por cocção e o rendimento do hambúrguer de pescado.
- Discutir os desafios tecnológicos específicos do processamento de pescado.

5.4 Materiais e Ingredientes

- Filé de tilápia sem pele e sem espinhas (300 g/grupo), resfriado a $< 4\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Farinha de trigo (10%), ovo inteiro (5%), cebola desidratada (1%), salsa desidratada (0,5%)
- NaCl (1,5%), limão (suco – 1%), pimenta-do-reino (0,2%), azeite de oliva (1%)
- Processador de alimentos ou faca para trituração, balança, termômetro de sonda

- Aro modelador inox, chapa antiaderente, papel manteiga

5.5 Procedimento Experimental

1. Verificar o estado de conservação do filé: cor (branca-rosada), odor (neutro a levemente marinho, sem off-flavor) e textura (firme, sem desintegração). Registrar o pH (deve estar entre 6,0–6,6 para pescado fresco).

2. TRITURAÇÃO: Triturar o filé em processador de alimentos até obter massa homogênea (não liquidificar — deve manter textura granular). Manter a temperatura abaixo de 5 °C.

3. FORMULAÇÃO: Adicionar os demais ingredientes à massa triturada e misturar delicadamente por 3 minutos. Avaliar a coesividade da massa.

4. MOLDAGEM: Moldar em unidades de 100 g com aro inox sobre papel manteiga. Congelar a –18 °C por 1 hora para facilitar o manuseio (o congelamento parcial melhora a integridade da forma).

5. COCÇÃO: Grelhar em chapa antiaderente levemente untada a 175 °C, 3–4 min cada lado. Verificar temperatura interna (mín. 70 °C). Pesas e calcular PC e rendimento.

6. Comparar os resultados com os do hambúrguer bovino e registrar na Tabela 5.

Tabela 5 – Comparação Tecnológica e Sensorial: Hambúrguer de Tilápia vs. Hambúrguer Bovino

Parâmetro / Ingrediente	Hambúrguer Tilápia	Hambúrguer Bovino (Ref.)	Diferença Tecnológica	Resultado Obtido	Observações
Massa filé cru (g)					
% Proteína bruta (estimado)					
% EE – Gordura (estimado)					
% Ligante adicionado					
pH da mistura crua					

Temp. interna pós-cocção (°C)					
Perda por cocção (%)					
Rendimento (%)					
CRA – Capacidade Ret. Água (subj.)					
Coesividade da massa (1–5)					
Sabor (1–5)					
Textura (1–5)					
IA – Impressão Global (%)					

Fonte: Metodologia baseada em IN MAPA nº 25/2011 (BRASIL, 2011), Ogawa & Maia (1999) e Ordóñez et al. (2005).

5.6 Questões para Discussão

- Por que a CRA do músculo de peixe é menor que a da carne bovina e como isso afeta a formulação?
- Qual ligante apresentou melhor desempenho na manutenção da integridade do hambúrguer de tilápia? Por quê?
- A tilápia pode ser classificada como alimento funcional por seu teor de EPA e DHA? Justifique.
- Quais estratégias tecnológicas e de embalagem retardam a oxidação lipídica em hambúrgueres de peixe?

MÓDULO 4 – APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS

6. PRÁTICA 5 – PUDIM COM SORO DE LEITE

6.1 Fundamentação Teórica

O soro de leite (whey) é o subproduto líquido obtido durante a coagulação do leite na fabricação de queijos (Prática 2 deste manual). Contém aproximadamente 0,6–0,8% de proteínas de alto valor biológico (β -lactoglobulina, α -lactalbumina, imunoglobulinas e lactoferrina), 4,0–4,5% de lactose, 0,1–0,5% de gordura e minerais (especialmente cálcio, fósforo e magnésio), além de vitaminas do complexo B e ácido ascórbico. Do ponto de vista nutricional, as proteínas do soro são consideradas de alto valor biológico por sua riqueza em aminoácidos essenciais, especialmente os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA: leucina, isoleucina e valina), que desempenham papel fundamental na síntese proteica muscular (BEHMER, 1999; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Do ponto de vista ambiental, o soro de leite representa um dos maiores desafios da indústria de laticínios. Sua demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é muito elevada (30.000–50.000 mg O₂/L), o que torna seu descarte direto em corpos d'água uma infração ambiental grave, capaz de causar depleção de oxigênio e mortandade de peixes. No Brasil, apesar da regulamentação ambiental (CONAMA 357/2005), ainda é comum o descarte irregular de soro em pequenas e médias queijarias artesanais. O reaproveitamento do soro para fins alimentares — na formulação de ricota, bebidas lácteas, pães, bolos, pudins e outros produtos — é, portanto, uma medida de sustentabilidade ambiental e de valorização econômica de um subproduto de alto valor nutricional (EMBRAPA, 2023; FAO, 2019).

Tecnologicamente, a substituição do leite pelo soro de leite em formulações de pudim representa um desafio: o soro tem menor teor de caseína (proteína que coagula com o calor no pudim) e menor teor de gordura, o que pode resultar em pudim menos firme, com textura diferente e possível sinérese. Para compensar, pode-se aumentar a quantidade de ovos (que fornecem proteínas coagulantes adicionais — ovoalbumina e ovotransferrina) ou adicionar amido como espessante. Essa prática exemplifica perfeitamente a integração entre

sustentabilidade, aproveitamento de subprodutos e inovação tecnológica no agronegócio (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; EMBRAPA, 2023).

6.2 Fórmula de Cálculo e Valor Energético

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

Calcular o VE total da formulação usando a Tabela TACO/NEPA-UNICAMP. Dividir pelo número de porções para obter o VE por porção.

$$\% \text{ Redução calórica} = [(\text{VE padrão} - \text{VE soro}) / \text{VE padrão}] \times 100$$

Comparar o VE da formulação padrão (com leite) e da formulação com soro 100% para calcular a redução calórica obtida pela substituição.

6.3 Objetivos

- Elaborar pudim com substituição parcial e total do leite por soro de leite (subproduto da Prática 2).
- Comparar as características sensoriais e nutricionais das diferentes formulações.
- Calcular o valor energético e discutir o impacto ambiental e econômico do aproveitamento do soro.
- Relacionar as propriedades tecnológicas dos ingredientes com as características do produto final.

6.4 Materiais e Ingredientes

- Soro de leite obtido na Prática 2 (ou soro comercial em pó reconstituído a 6%)
- Leite integral (para formulação padrão de comparação), ovos inteiros, leite condensado, açúcar
- Formas de pudim individuais de alumínio (capacidade 150 mL), banho-maria ou forno convencional
- Balança, refratômetro (para medir °Brix do soro), termômetro, pHmetro
- Tabela TACO/NEPA-UNICAMP, calculadora

6.5 Procedimento Experimental

Formulação Padrão (leite): para 1 porção (150 mL)

150 mL leite integral + 1 ovo inteiro + 2 colheres sopa de leite condensado + 1 colher sopa açúcar.

Formulação Soro 50%: para 1 porção

75 mL leite integral + 75 mL soro de leite + 1 ovo + 2 colheres leite condensado + 1 colher açúcar.

Formulação Soro 100%: para 1 porção

150 mL soro de leite + 2 ovos (para compensar menor proteína coagulante) + 2 colheres leite condensado + 1 colher açúcar.

Procedimento comum: Bater os ovos, adicionar o leite/soro, o leite condensado e o açúcar. Misturar. Caramelizar açúcar na forma. Verter a mistura. Assar em banho-maria (160 °C, 45 minutos). Refrigerar 2 horas. Desenformar e avaliar.

Tabela 6 – Avaliação Comparativa do Pudim com Diferentes Proporções de Soro de Leite

Parâmetro	Formulação Padrão (leite)	Formulação Soro 50%	Formulação Soro 100%	Observação / Diferença Percebida
Textura (1–5)				
Cor (1–5)				
Sabor (1–5)				
Aroma (1–5)				
Impressão Global (1–5)				
IA (%)				
Firmeza (suave/média/firme)				
Sinérese visível (S/N)				
VE estimado (kcal/porção)				
Proteínas estimadas (g/porção)				
Aprovaria para venda? (S/N)				

Fonte: Metodologia baseada em Damodaran, Parkin & Fennema (2010), TACO/NEPA-UNICAMP (2011) e Embrapa (2023).

6.6 Questões para Discussão

- Quais proteínas do ovo são responsáveis pela coagulação e estruturação do pudim? Como elas atuam?
- Por que a formulação com soro 100% requer maior quantidade de ovos do que a formulação padrão?
- Qual é a DBO do soro de leite e por que seu descarte irregular é um problema ambiental grave?
- O pudim de soro poderia ser comercializado com alegação funcional ou dietética? Em que condições?

MÓDULO 5 – OVOS E ESTRUTURAÇÃO PROTEICA

7. PRÁTICA 6 – PAVLOVA

7.1 Fundamentação Teórica

A Pavlova é uma sobremesa de origem australiana e neozelandesa, criada na década de 1920 em homenagem à bailarina Anna Pavlova. Tecnicamente, trata-se de um merengue assado — estrutura à base de espuma de clara de ovo estabilizada com açúcar, submetida a temperatura moderada de forno (100–120 °C) por longo tempo (60–90 minutos), resultando em crosta externa crocante e interior marshmallow característico. É um modelo didático excepcional para estudar as propriedades de espumabilidade e estabilidade das proteínas do ovo (STADELMAN; COTTERILL, 1995; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A clara do ovo contém aproximadamente 86% de água e 11% de proteínas, sendo as principais: ovoalbumina (54% das proteínas da clara — é a principal responsável pela formação da espuma e pela coagulação pelo calor), conalbumina/ovotransferrina (12% — coagula a temperatura mais baixa que a ovoalbumina), ovomucina (3,5% — estabiliza a espuma por seu caráter glicoconjugado e viscosidade elevada), lisozima (3,4% — propriedades antimicrobianas) e globulinas (8% — contribuem para a formação inicial da espuma) (STADELMAN; COTTERILL, 1995; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Durante o batimento, as proteínas da clara são submetidas à interface ar-água, onde sofrem desnaturação parcial (desdobramento das cadeias polipeptídicas), expondo grupos hidrofóbicos que se orientam para a fase gasosa (ar) e grupos hidrofílicos que permanecem na fase aquosa. Isso forma um filme proteico em torno de cada bolha de ar, estabilizando a espuma. O açúcar, quando adicionado gradualmente, dissolve-se na água da espuma, aumentando a viscosidade da fase aquosa, reduzindo o drenamento e tornando a espuma mais estável ao longo do tempo — formando o que se chama de merengue suíço ou italiano quando aquecido (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; STADELMAN; COTTERILL, 1995).

A cocção em temperatura moderada (100–120 °C) promove: (a) coagulação progressiva das proteínas da espuma — a ovoalbumina coagula a ~84 °C, formando a estrutura firme da crosta; (b) desidratação parcial da superfície, gerando a crocância característica; (c) manutenção do interior úmido e marshmallow, em virtude do gradiente de temperatura entre a superfície e o interior. A adição de vinagre (ácido acético) ou creme de tártaro (ácido tartárico) ao merengue antes da cocção estabiliza a espuma, abaixa o pH, favorece a desnaturação das proteínas em temperatura mais baixa e contribui para o interior marshmallow (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

7.2 Fórmulas de Cálculo

$$\% \text{ Aumento de Volume} = [(V_{\text{espuma}} - V_{\text{clara}}) / V_{\text{clara}}] \times 100$$

Onde: V_{espuma} = volume da espuma após batimento até pico firme (mL); V_{clara} = volume da clara líquida antes do batimento (mL).

Valor esperado: 600–800% de aumento. Para 100 mL de clara, espera-se 700–900 mL de espuma.

$$\text{Overrun (\%)} = [(Vol. \text{ espuma} - Vol. \text{ líquido}) / Vol. \text{ líquido}] \times 100$$

O overrun é o mesmo conceito do aumento de volume, amplamente utilizado na indústria para sorvetes e espumas alimentares.

7.3 Objetivos

- Produzir Pavlova utilizando técnica correta de batimento e incorporação de açúcar.
- Compreender o mecanismo de formação e estabilização da espuma de clara de ovo.
- Calcular o aumento de volume (overrun) e relacioná-lo com a estabilidade da espuma.
- Avaliar o impacto da temperatura e do tempo de cocção sobre a textura externa (crosta) e interna (marshmallow).

7.4 Materiais e Ingredientes

- Claras de ovos frescos (4 unidades = ~140 g), açúcar refinado (200 g = 1 xícara)

- Vinagre de maçã (1 colher de chá), amido de milho (1 colher de chá – para textura marshmallow)
- Batedeira elétrica com bowl e batedor globo (limpos e sem resíduos de gordura!)
- Forno elétrico com controle de temperatura, papel manteiga, assadeira
- Termômetro digital, provetas graduadas (para medir volumes), pHmetro

7.5 Procedimento Experimental

1. PREPARO: Verificar que o bowl e o batedor estão completamente limpos e secos — qualquer resíduo de gordura destrói a espuma. Separar as claras das gemas com cuidado (sem contaminar com gema).

2. Medir o volume das claras líquidas (V_{clara}) em proveta. Medir o pH das claras (esperado: 7,5–9,0 para ovos frescos).

3. BATIMENTO: Bater as claras em velocidade média até formação de picos suaves (2–3 minutos). Aumentar para velocidade máxima. Adicionar o açúcar aos poucos (1 colher de sopa por vez), batendo por 1 minuto entre adições. Adicionar vinagre e amido de milho. Bater até picos firmes e brilhantes (~8–10 minutos no total).

4. Medir o volume da espuma (V_{espuma}) transferindo para proveta. Calcular % Aumento de Volume. Verificar o pH da espuma.

5. MODELAGEM E COCÇÃO: Pré-aquecer o forno a 150 °C. Distribuir a espuma em disco de ~20 cm de diâmetro sobre papel manteiga. Baixar o forno para 120 °C. Assar por 60–70 minutos. Desligar o forno e deixar esfriar dentro (porta entreaberta) por mais 30 minutos.

6. Avaliar a crosta (crocância), o interior (textura marshmallow), a cor e o sabor. Registrar na Tabela 7.

Tabela 7 – Monitoramento do Processo e Avaliação Sensorial da Pavlova

Parâmetro	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Referência / Padrão	Observações
Massa de claras utilizada (g)					
Volume após batimento (mL)					

Aumento de volume (%)					
Tempo de batimento até pico firme (min)					
pH da espuma					
Temp. do forno (°C)					
Tempo de cocção (min)					
Aspecto externo: crosta (1–5)					
Aspecto interno: marshmallow (1–5)					
Cor (1–5)					
Sabor (1–5)					
Textura geral (1–5)					
IA – Impressão Global (%)					

Fonte: Metodologia baseada em Stadelman & Cotterill (1995) e Damodaran, Parkin & Fennema (2010).

7.6 Questões para Discussão

- Por que qualquer resíduo de gordura no bowl destrói completamente a espuma de clara de ovo?
- Qual a função do vinagre na estabilização do merengue para Pavlova?
- Explique por que a Pavlova tem crosta crocante e interior macio: que fenômenos físicos e químicos explicam essa diferença entre exterior e interior?
- Como a adição de açúcar gradual influencia a estabilidade da espuma em comparação à adição de uma só vez?

8. ATIVIDADES COMPLEMENTARES

8.1 Prática 7 – Avaliação Sensorial Global dos Produtos Elaborados

Ao final de todas as práticas, propõe-se uma sessão de avaliação sensorial integrada, na qual todos os produtos elaborados durante a disciplina são apresentados simultaneamente a um painel de avaliadores (mínimo 7 pessoas). A avaliação utiliza a escala hedônica de 5 pontos para os atributos: cor, aroma, sabor, textura e impressão global. O Índice de Aceitabilidade (IA) é calculado para cada produto e os resultados são discutidos em grupo.

O objetivo desta atividade é desenvolver a capacidade crítica de comparação entre produtos, identificando os atributos mais valorizados pelos consumidores em cada categoria de produto (cárneo, pesqueiro, ovo, subproduto) e relacionando-os com as decisões tecnológicas tomadas durante o processo.

$$\text{IA (\%)} = (\text{Média das notas} / \text{Nota máxima}) \times 100 \rightarrow \text{IA} \geq 70\% = \text{Boa aceitação}$$

Tabela 8 – Avaliação Sensorial Global – Todos os Produtos (Escala Hedônica 5 pontos)

Produto	Cor (1–5)	Aroma (1–5)	Sabor (1–5)	Textura (1–5)	Impressão Global (1–5)	IA (%)	Aprovaria? (S/N)
Hambúrguer bovino							
Empanado de frango							
Bacon curado (fatia)							
Hambúrguer de tilápia							
Pudim (padrão)							
Pudim (soro 100%)							
Pavlova							
MÉDIA GERAL							

Fonte: Metodologia baseada em Dutcosky (2013) e Stone & Sidel (2004).

8.2 Prática 8 – APPCC Simplificado

A Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) é o sistema preventivo de gestão da segurança alimentar reconhecido internacionalmente pelo Codex Alimentarius (CAC/RCP 1-1969, Rev. 2020). Para cada produto elaborado no Centro Gastronômico, o estudante deve identificar os perigos (biológico, químico, físico) em cada etapa do processo, avaliar quais etapas são Pontos Críticos de Controle (PCCs) e definir os limites críticos e medidas de controle correspondentes. O hambúrguer bovino é utilizado como modelo, mas o exercício deve ser extrapolado para os demais produtos (BRASIL, 2017; FAO/OMS, 2020).

Tabela 9 – Plano APPCC Simplificado – Hambúrguer Bovino (Modelo para os Demais Produtos)

Etapa do Processo	Perigo Identificado	Tipo (F/Q/B)	Limite Crítico	Medida de Controle	PCC? (S/N)	Ação Corretiva
Recepção da carne / peixe						
Descongelamento						
Moagem / Trituração						
Formulação / Mistura						
Moldagem						
Cocção / Fritura / Forneamento						
Resfriamento / Congelamento						
Porcionamento / Embalagem						
Armazenamento refrigerado						

Legenda: F = Físico | Q = Químico | B = Biológico | PCC = Ponto Crítico de Controle.

Fonte: FAO/OMS (2020) – Codex Alimentarius; Brasil (2017) – RII/SPOA/Decreto nº 9.013.

8.3 Prática 9 – Rotulagem Básica dos Produtos Elaborados

A rotulagem de produtos cárneos, de pescado e similares segue as normas do MAPA (Instruções Normativas específicas de cada produto) e da ANVISA (RDC nº 429/2020 e IN nº 75/2020 para informação nutricional). Nesta atividade, os

alunos devem verificar, para cada produto elaborado, a presença e a conformidade dos itens obrigatórios de rotulagem, utilizando a tabela abaixo como check-list. Ao final, devem elaborar um rótulo simplificado para o hambúrguer bovino produzido, incluindo a tabela nutricional calculada com base na composição dos ingredientes (BRASIL, 2020a; BRASIL, 2020b).

Tabela 10 – Check-list de Rotulagem dos Produtos Elaborados (RDC 429/2020 e IN MAPA)

Item de Rotulagem (IN MAPA / RDC 429/2020)	Hambúrguer Bovino	Empanado de Frango	Hambúrguer Tilápia	Bacon Curado	Em Conformidade? (S/N)
Denominação do produto					
Lista de ingredientes					
Declaração de alérgenos					
Conteúdo líquido					
Nome e CNPJ do fabricante					
Data de fabricação					
Data de validade					
Lote					
Condições de armazenamento					
Tabela nutricional (porção + %VD)					
Instrução de preparo					

Fonte: BRASIL (2020a) – RDC nº 429/2020; BRASIL (2020b) – IN nº 75/2020; BRASIL (2000a, 2000b, 2001, 2011).

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Manual de Práticas de Tecnologia de Produtos de Origem Animal II reuniu, em seis práticas articuladas e três atividades complementares, um percurso formativo que integra fundamentos científicos, competências tecnológicas, visão sanitária e sensibilidade ambiental — todas necessárias ao médico-veterinário e ao gestor do agronegócio que atuarão no processamento de carnes, pescados e ovos. As práticas propostas foram cuidadosamente selecionadas para cobrir a diversidade de princípios tecnológicos envolvidos nesse campo: cominuição e reestruturação (hambúrgueres), sistemas de cobertura (empanados), cura e conservação (bacon), especificidade do pescado (tilápia), aproveitamento de subprodutos (pudim com soro) e propriedades estruturais do ovo (Pavlova).

Um fio condutor atravessa todas as práticas: a compreensão de que a qualidade do produto final é determinada por decisões tomadas em cada etapa do processo — desde a seleção da matéria-prima até as condições de embalagem e armazenamento. A perda por cocção de um hambúrguer é consequência direta da CRA da carne, que por sua vez depende do pH, do teor de proteína miofibrilar e das condições de processamento. A crocância de um empanado depende da temperatura do óleo, da composição do batter e do pick-up do breading. A textura marshmallow da Pavlova é consequência do gradiente de temperatura durante a cocção e da quantidade de açúcar no merengue. Compreender essas relações de causa e efeito é o que diferencia um técnico de um profissional com visão sistêmica.

A inclusão do APPCC simplificado e da rotulagem como atividades complementares reforça a dimensão regulatória e de gestão da qualidade, que são competências-chave para o veterinário responsável técnico em estabelecimentos SIF, SISE e SIM. A capacidade de identificar Pontos Críticos de Controle, estabelecer limites críticos e propor ações corretivas é uma habilidade diretamente desenvolvida pelas atividades práticas descritas neste manual, especialmente quando o aluno percebe na prática que um hambúrguer servido abaixo de 74 °C representa um risco real de surto de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs).

A Prática 5 — pudim com soro de leite — merece destaque especial como síntese da perspectiva de sustentabilidade que permeia todo o manual. Ao transformar um resíduo de altíssima carga orgânica em um produto nutritivo e sensorialmente aceitável, o estudante experimenta concretamente o que significa a economia circular no agronegócio: redução de resíduos, valorização de coprodutos e criação de valor econômico a partir de matérias-primas anteriormente descartadas. Essa é uma competência estratégica para o gestor do agronegócio do século XXI, alinhada às políticas nacionais e internacionais de bioeconomia e desenvolvimento sustentável.

Por fim, este manual reforça que a Tecnologia de Produtos de Origem Animal não é uma disciplina isolada, mas um campo de conhecimento que dialoga permanentemente com a Nutrição, a Microbiologia, a Bioquímica, o Direito Sanitário, a Economia e a Sustentabilidade. O profissional que domina esse campo com profundidade e visão integradora estará preparado para os desafios de uma cadeia produtiva em rápida transformação, impulsionada pela crescente demanda dos consumidores por produtos seguros, nutritivos, sustentáveis e com impacto ambiental reduzido.

10. REFERÊNCIAS

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório Anual 2024. São Paulo: ABPA, 2024. Disponível em: <https://abpa-br.org>. Acesso em: 10 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Hambúrguer. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 abr. 2000a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 22, de 31 de julho de 2000. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Copa, de Jerked Beef, de Presunto tipo Serrano, de Apresuntado, de Salame, de Salaminho, de Salame tipo Napolitano, de Salame tipo Hamburg, de Linguiça Colonial e de Bacon. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2000b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 6, de 15 de fevereiro de 2001. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Nuggets, de Almôndega, de Hambúrguer, de Quibe e de Empanados dos Produtos de Carne. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 fev. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 25, de 2 de junho de 2011. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Produtos de Pescado. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 jun. 2011.

BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020a. Rotulagem nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 out. 2020a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020b. Requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 out. 2020b.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION – FAO/OMS. General Principles of Food Hygiene. CXC 1-1969, Rev. 2020. Rome: FAO/WHO, 2020.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Química de alimentos de Fennema. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013.

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA DE ALIMENTOS. Aproveitamento de subprodutos agroindustriais: sustentabilidade e inovação. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2023.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome: FAO, 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal e Produção da Aquicultura 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado. São Paulo: Varela, 1999. v. 1.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 1 e 2.

PARDI, M. C. et al. Ciência, higiene e tecnologia da carne. 2. ed. Goiânia: Editora UFG, 2001. 2 v.

STADELMAN, W. J.; COTTERILL, O. J. Egg science and technology. 4. ed. New York: Food Products Press, 1995.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. 3. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2004.

TACO – TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. NEPA-UNICAMP. 4. ed. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011.