

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE ALIMENTOS

Lúcia de Fátima Araújo - UFRN
Lucivânia Assis de Oliveira Navarro - UFRN
Robson Rogério Pessoa Coelho - UFRN
Eronilson Vieira Da Silva - UFRN
Oswaldo Soares da Silva - UFCCG
Raquel Aline Araújo Rodrigues Felix - UFCCG



Lúcia de Fátima Araújo – UFRN
Lucivânia Assis de Oliveira Navarro – UFRN
Robson Rogério Pessoa Coelho – UFRN
Eronilson Vieira Da Silva - UFRN
Oswaldo Soares da Silva – UFCG
Raquel Aline Araújo Rodrigues Felix – UFCG

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE ALIMENTOS



Pantanal Editora

2021

Copyright[©] Pantanal Editora
Copyright do Texto[©] 2021 Os Autores
Copyright da Edição[©] 2021 Pantanal Editora
Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo
Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera
Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora

Edição de Arte: A editora. Imagens de capa e contra-capas: Canva.com

Revisão: O(s) autor(es), organizador(es) e a editora

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – OAB/PB
- Profa. Msc. Adriana Flávia Neu – Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
- Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – IF SUDESTE MG
- Profa. Msc. Aris Verdecia Peña – Facultad de Medicina (Cuba)
- Profa. Arisleidis Chapman Verdecia – ISCM (Cuba)
- Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo - UEA
- Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu – UNEMAT
- Prof. Dr. Carlos Nick – UFV
- Prof. Dr. Claudio Silveira Maia – AJES
- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – UFGD
- Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva – UEMS
- Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos – IFPA
- Prof. Msc. David Chacon Alvarez – UNICENTRO
- Prof. Dr. Denis Silva Nogueira – IFMT
- Profa. Dra. Denise Silva Nogueira – UFMG
- Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão – URCA
- Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves – ISEPAM-FAETEC
- Prof. Me. Ernane Rosa Martins – IFG
- Prof. Dr. Fábio Steiner – UEMS
- Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez (Colômbia)
- Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles – UNAM (Peru)
- Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira – IFRR
- Prof. Msc. Javier Revilla Armesto – UCG (México)
- Prof. Msc. João Camilo Sevilla – Mun. Rio de Janeiro
- Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales – UNMSM (Peru)
- Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski – UFMT
- Prof. Msc. Lucas R. Oliveira – Mun. de Chap. do Sul
- Prof. Dr. Leandris Argente-Martínez – Tec-NM (México)
- Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan – Consultório em Santa Maria
- Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior – UEG
- Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla – UNAM (Peru)
- Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira – SEDUC/PA
- Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira – IFPA
- Profa. Dra. Patrícia Maurer
- Profa. Msc. Queila Pahim da Silva – IFB
- Prof. Dr. Rafael Chapman Auty – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke – UFMS
- Prof. Dr. Raphael Reis da Silva – UFPI

- Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo – UEMA
- Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca – UFPI
- Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira – FURG
- Profa. Dra. Yilan Fung Boix – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A532	Análise físico-química de alimentos [livro eletrônico] / Lúcia de Fátima Araújo... [et al.]. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 81p.
	Formato: PDF
	Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
	Modo de acesso: World Wide Web
	ISBN 978-65-88319-51-2
	DOI https://doi.org/10.46420/9786588319512
	1. Alimentos – Composição. 2. Alimentos – Análise. 3. Tecnologia de alimentos I. Título.
	CDD 664.07
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo dos e-books e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do(s) autor (es) e não representam necessariamente a opinião da Pantanal Editora. Os e-books e/ou capítulos foram previamente submetidos à avaliação pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação. O download e o compartilhamento das obras são permitidos desde que sejam citadas devidamente, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais, exceto se houver autorização por escrito dos autores de cada capítulo ou e-book com a anuência dos editores da Pantanal Editora.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000. Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br

PREFÁCIO

Prezado leitor!

Os autores consolidam nesta publicação, de forma clara e organizada um conjunto de informações sobre análise físico-química de alimentos, contribuindo para a formação de profissionais na área de alimentos.

Nas indústrias, os fabricantes de alimentos realizam um rígido controle de qualidade, tanto na matéria-prima que recebem como no produto final processado que sai das fábricas. A matéria-prima é comprada e paga tendo em vista as análises realizadas no recebimento. O produto final processado deve possuir qualidade e uniformidade antes de ser colocado no mercado. Para tanto, é necessário um controle analítico nas várias fases do processamento e no produto final.

Este e-book, escrito sem pretensão de ser definitivo, pois haverá sempre a necessidade de ampliar as informações, é a expressão de uma imagem em formação. Portanto, nosso objetivo terá sido atingido se você, leitor ou leitora, vier eventualmente a fazer uso dela não só como estudante, mas também na sua atividade profissional na área de alimentos.

Finalmente, desejamos aos nossos leitores um bom aproveitamento dos ensinamentos provindos das informações técnico-científicas de grande importância para o fortalecimento da atividade agroindustrial.

Os autores

APRESENTAÇÃO

Procuramos, dentro das limitações, apresentarmos de maneira prática e compreensível, informações sobre as análises físico-química de alimentos. Uma vez que a análise de alimentos é uma área muito importante no ensino de engenharia de alimentos, agroindústria e outras áreas afins, pois ela atua em vários segmentos do controle de qualidade, da fabricação e da estocagem do alimento processado.

Portanto, este E-Book é constituído de conteúdos que descrevem os seguintes conceitos em análises de alimentos: metodologia analítica em geral; amostragem e tratamento de dados com sistema de garantia de qualidade; confiabilidade dos resultados e tratamentos estatísticos (especificidade, exatidão; precisão e sensibilidade); composição centesimal (matéria-seca, umidade, cinzas, proteínas, carboidratos, fibras e lipídeos); métodos físicos simples (densidade, acidez, brix e pH).

Passaremos agora a apresentar os conteúdos referentes a cada capítulo.

Capítulo I. Antes de começarmos os conteúdos específicos de análise físico-química de alimentos iremos mencionar um pouco sobre as Noções de segurança e conhecimento de materiais utilizados em laboratório. Regras de Segurança no Laboratório (símbolos de segurança, primeiros socorros, uso dos equipamentos e algumas vidrarias). Agora podemos estudar os conteúdos da disciplina análise físico-química dos alimentos, uma vez que todos já estão cientes dos cuidados que se deve ter para usar um laboratório sem estar correndo o risco de acidentes.

Capítulo II. Análise de alimentos na indústria; Conceitos sobre análise de alimentos e sua relação com outras ciências. Importância da análise de alimentos na indústria e na pesquisa. Como obtermos e prepararmos uma amostra para realização das análises de alimentos e técnicas funcionais em amostragem. Teremos aula prática no campo para aprendermos a coletar amostras brutas e como prepará-la adequadamente para ser utilizada no laboratório.

Capítulo III. Antes de iniciarmos as análises de alimentos iremos ter uma noção de estatística que ao contrário do que normalmente se pensa, a estatística não é só análise de dados. Ela é também o planejamento dos experimentos em que esses dados são coletados. Daí a importância de estudarmos o sistema de garantia de qualidade em laboratórios de análise físico-química dos alimentos.

Capítulo IV. Escolha do tipo de análise a ser utilizado para avaliar um alimento, o primeiro passo é o conhecimento de sua composição química ou composição centesimal. Assim sendo, a análise química dos princípios nutritivos de um alimento já nos oferece uma informação importante sobre o seu valor nutritivo. Para cada alimento, dá-se seu teor de matéria-seca (MS) ou sólidos totais (ST), umidade (UM), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), matéria orgânica (MO), matéria inorgânica ou cinzas (CZ), extrato etéreo (EE). Todos os resultados serão expressos na porcentagem da matéria seca.

Capítulo V. Neste capítulo iremos estudar em análises de alimentos os métodos físicos mais utilizados como: densidade, ph, acidez e brix.

Capítulo VI. Será abordada neste capítulo como determinar as análises físico-químicas do mel, alimentos gordurosos e cereais conhecendo a legislação vigente.

Capítulo VII. Para encerrarmos, iremos estudar as análises físico-químicas de bebidas estimulantes, abordando a Legislação vigente.

SUMÁRIO

PREFÁCIO	4
APRESENTAÇÃO.....	5
CAPÍTULO I.....	11
Noções de Biossegurança em Laboratório de Análise de Alimentos	11
Introdução	11
Normas e técnicas de segurança em laboratório.....	11
Noções elementares de primeiros socorros.....	13
Queimaduras	13
Substâncias ácidas nos olhos.....	13
Substância álcalis nos olhos	13
Intoxicações por inalação de gases	13
Símbolos de segurança em laboratório.....	13
Principais materiais e equipamentos utilizados no laboratório de físico-química de alimentos	15
VIDRARIAS.....	15
CAPÍTULO II.....	19
Análise de alimentos.....	19
Conceito.....	19
Áreas de maior aplicação.....	19
Aplicação da análise de alimento.....	19
Generalidades sobre análise de alimentos.....	20
Importância da análise de alimentos.....	20
Classificação dos alimentos.....	20
Tipos dos alimentos	20
Métodos de análise	22
Escolha do método analítico	22
Esquemas gerais para análise quantitativa.....	23
Amostragem.....	23
Amostra bruta	23
Coleta de amostras	24
Preparação das amostras	25
Reações químicas ou mudanças físicas.....	25
Separações	25
CAPÍTULO III.....	26
Confiabilidade dos resultados e tratamentos estatísticos.....	26

Como a estatística pode ajudar.....	26
Noções básicas de estatística	26
Amostra e amostragem.....	27
Processamento de dados e avaliação estatística	28
Estatística experimental, confiabilidade dos resultados e tratamentos estatísticos.....	28
Cálculo numérico de medidas amostrais.....	30
Varição ao acaso	30
Valores significativos e não significativos	30
Confiabilidade dos resultados e tratamentos estatísticos.....	30
Média aritmética.....	30
Variância absoluta.....	31
Desvio padrão	31
Coefficiente de variação.....	31
CAPÍTULO IV	32
Análise da composição centesimal dos alimentos.....	32
Considerações iniciais	32
Conceito.....	32
Determinações da matéria seca e umidade	33
Água nos alimentos	33
Atividade de água e conservação dos alimentos	34
Determinação de matéria seca e umidade e pelo método gravimétrico a 105 ⁰ C	34
Determinação de matéria seca ou sólidos totais	34
Matérias inorgânicas ou cinzas	35
Método para a determinação de cinzas	35
Proteína.....	37
Determinação da proteína.....	38
Gordura ou extrato etéreo	41
Determinação de gordura ou extrato etéreo.....	41
Fibra Bruta.....	44
Determinação da fibra bruta.....	44
CAPÍTULO V.....	46
Métodos físicos na análise de alimentos.....	46
Densidade	46
Medidas de pH.....	47
Refratometria	49

Atividade de água	50
Transformações nos alimentos.....	50
Métodos para a determinação da atividade de água	51
Cor.....	51
Textura.....	52
CAPÍTULO VI	54
Análise físico-química de alguns alimentos.....	54
Mel.....	54
Uso industrial do mel.....	54
Análise físico-químicas do mel	54
Determinação da acidez do mel	55
Gorduras alimentícias	55
Determinação do índice de acidez	55
Determinação do índice de iodo	56
Determinação do índice de peróxidos.....	57
Índice de saponificação	57
Cereais	58
Farinha de trigo.....	58
Uso industrial da farinha de trigo.....	58
CAPÍTULO VII.....	60
Análises físico-químicas de bebidas estimulantes	60
Conceito.....	60
Café.....	60
Classificação oficial brasileira do café cru.....	60
Defeitos do café.....	61
Composição química do grão de café.....	61
Processamento do café.....	62
Outros tipos de café.....	62
Qualidade da bebida café	63
Técnicas de análise da qualidade do café	63
Chá.....	65
Tipos de chá.....	65
Composição química do chá.....	67
Erva-mate	67
Processamento	67

Guaraná.....	68
Beneficiamento do guaraná.....	69
Cacau.....	69
Conceito.....	70
Beneficiamento da amêndoa cacau.....	70
Colheita e abertura do fruto.....	70
Fluxograma de processamento da semente de cacau até os produtos derivados	73
Principais produtos e subprodutos do cacau.....	74
REFERÊNCIAS	75
SOBRE OS ORGANIZADORES	78
ÍNDICE REMISSIVO	81

CAPÍTULO I

Noções de Biossegurança em Laboratório de Análise de Alimentos

INTRODUÇÃO

O trabalho em num laboratório requer cuidados especiais, quanto à segurança, ao manipular, armazenar ou transferir reagentes e materiais, e também exige planejamento e atenção, para executar procedimentos previamente estipulados. Recomenda-se que você leia atentamente os roteiros das práticas e utilize a bibliografia sugerida para auxiliá-lo no desenvolvimento dos trabalhos. Durante todo o período você será treinado nas técnicas básicas de laboratório e adquirirá confiança na manipulação de reagentes e vidrarias.

Num laboratório de análise de alimentos, seja com finalidade industrial ou acadêmica, procure sempre realizar seus experimentos com precisão, de acordo com as especificações ou instruções nos roteiros, anotando todas as observações que possam ser úteis na descrição posterior de seus resultados, através de um relatório.

É muito importante que todos que trabalhem em um laboratório tenham uma noção bastante clara dos riscos existentes e de como minimizá-los. Nunca é demais repetir que o melhor combate aos acidentes é a prevenção. Por esta razão as normas de segurança descritas abaixo têm seu cumprimento exigido.

NORMAS E TÉCNICAS DE SEGURANÇA EM LABORATÓRIO

- É obrigatório o uso de jaleco no laboratório.
- É obrigatório o uso de óculos de proteção ao utilizar reagentes químicos.
- É terminantemente proibido fumar em qualquer laboratório.
- É proibido trazer comida ou bebida para o laboratório. Da mesma forma, não se deve provar qualquer substância do laboratório, mesmo que inofensiva.
- Não usar sandálias ou chinelos no laboratório. Usar sempre algum tipo de calçado que cubra todo o pé.
- Não usar lentes de contato durante o trabalho no laboratório, devido ao perigo de, num acidente, ocorrer a retenção de líquido corrosivo entre a lente e a córnea;
- Conservar os cabelos sempre presos ao realizar qualquer experimento no laboratório.
- Não deixar livros, blusas, etc., sobre as bancadas. Colocá-los no local apropriado para isso.

- Siga rigorosamente as instruções do professor. Não tente nenhuma reação aleatoriamente, pois reações desconhecidas podem causar resultados desagradáveis.
- Evite contato de qualquer substância com a pele. Seja particularmente cuidadoso ao manusear substâncias corrosivas como ácidos ou bases concentrados.
- Ao testar um produto químico pelo odor, não coloque o frasco diretamente sob o nariz. Os vapores devem ser deslocados para a sua direção com o auxílio de uma das mãos enquanto a outra segura o frasco.
- Nunca use o paladar para testar substâncias.
- Nunca acenda o bico de gás próximo a frascos contendo solventes orgânicos
- Inflamáveis.
- Nunca coloque água num ácido concentrado, mas sim o ácido sobre a água.
- Todos os experimentos que envolvam a liberação de gases e/ou vapores tóxicos devem ser realizados na capela (câmara de exaustão).
- Ao aquecer um tubo de ensaio contendo qualquer substância, não voltar a extremidade aberta do mesmo para si ou para outra pessoa próxima.
- Não abandone sobre a bancada recipiente quente, coloque-o sobre uma tela de amianto. Lembrar que o vidro quente tem o mesmo aspecto do vidro frio. Coloque um aviso: “recipiente quente”.
- Dedique especial atenção a qualquer operação que envolva aquecimento prolongado.
- Nunca abra um frasco de reagente antes de ler o rótulo.
- Ao retirar-se do laboratório, verifique se não há torneiras abertas (gás ou água).
- Desligue todos os aparelhos, deixe todos os equipamentos limpos e Lave bem as mãos.
- A Figura 1 ilustra o manuseio correto com substância ácida. Perceba que o analista está usando o EPI (touca, máscara, óculos e jaleco) e que o experimento está sendo realizado dentro de capela.



Figura 1. Ilustra o manuseio correto de substância ácida. Fonte: Arquivo próprio dos organizadores.

NOÇÕES ELEMENTARES DE PRIMEIROS SOCORROS

QUEIMADURAS

a) Queimaduras causadas por calor seco (chama ou objetos aquecidos):

Queimaduras leves, refrescar com água fria, secar e aplicar pomada de picrato de butesina. No caso de queimaduras graves, refrescar com água fria e cobrir com gaze esterilizada umedecida com solução aquosa de bicarbonato de sódio 5%. Procurar um médico imediatamente.

b) Queimaduras por agentes corrosivos como ácidos ou álcalis:

Lavar imediatamente o local com água corrente em abundância. Em seguida, lavar com solução de bicarbonato de sódio (para neutralizar ácidos) ou ácido acético (para neutralizar bases). Esta última etapa deve ser suprimida se a queimadura for muito severa, pois o calor da reação resultante poderá piorar a situação. Neste caso use apenas água corrente.

SUBSTÂNCIAS ÁCIDAS NOS OLHOS

Lavar com água corrente em abundância durante quinze minutos. Depois disso, aplicar solução aquosa de bicarbonato de sódio 1%.

SUBSTÂNCIA ÁLCALIS NOS OLHOS

Lavar com água corrente em abundância durante quinze minutos. Depois disso, aplicar solução aquosa de ácido bórico 1%.

INTOXICAÇÕES POR INALAÇÃO DE GASES

Remover a vítima para um ambiente arejado, deixando-a descansar.

SÍMBOLOS DE SEGURANÇA EM LABORATÓRIO

O Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos, referido pela sigla GHS (do inglês *Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals*), é uma abordagem técnica desenvolvida para definir os perigos específicos de cada produto químico, para criar critérios de classificação utilizando dados disponíveis sobre os produtos químicos e seus perigos já definidos e para organizar e facilitar a comunicação da informação de perigo em rótulos e FISPQ's (Fichas de Informação de Segurança para Produtos Químicos). O GHS foi adotado por muitos países em todo o mundo e serve agora também de base à regulamentação internacional e nacional em matéria de transporte de mercadorias perigosas. Os rótulos e fichas de dados de segurança incluem frases e pictogramas normalizados que alertam para os perigos dos produtos químicos. Os novos pictogramas contornados a

vermelho substituem progressivamente os familiares símbolos de perigo cor de laranja. Na Figura 2 estão expostos os pictogramas de segurança de acordo com a nova norma, GHS, para rotulagem de produtos químicos.

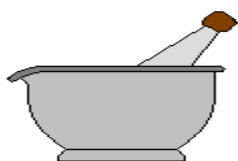


Figura 2. Pictogramas de segurança em laboratório. Fonte: <http://www.brady.pt/mercados/quimica-petroquimica-etiquetas-sinais-seguranca/ghs-clp.html>.

PRINCIPAIS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO LABORATÓRIO DE FÍSICO-QUÍMICA DE ALIMENTOS

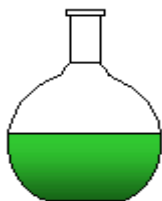
Antes de iniciar qualquer experiência no laboratório, é importante familiarizar-se com os equipamentos disponíveis, conhecer seu funcionamento, indicação de uso e a maneira correta de manuseá-los. No quadro abaixo estão alguns dos principais materiais utilizados durante as análises físico-química dos alimentos.

VIDRARIAS



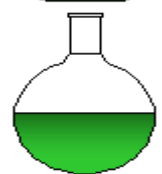
ALMOFARIZ COM PISTILO

Usado na trituração e pulverização de sólidos.



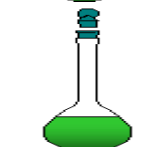
BALÃO DE FUNDO CHATO

Utilizado como recipiente para conter líquidos ou soluções, ou mesmo, fazer reações com desprendimento de gases.



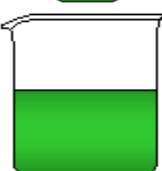
BALÃO DE FUNDO REDENDO

Utilizado principalmente em sistemas de refluxo e evaporação a vácuo.



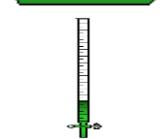
BALÃO VOLUMETRICO

Possui volume definido e é utilizado para o preparo de soluções em laboratório.



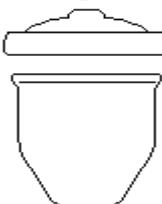
BÉQUER

É de uso geral em laboratório. Serve para fazer reações entre soluções, dissolver substâncias sólidas, efetuar reações de precipitação e aquecer líquidos.



BURETA

Aparelho utilizado em análises volumétricas.



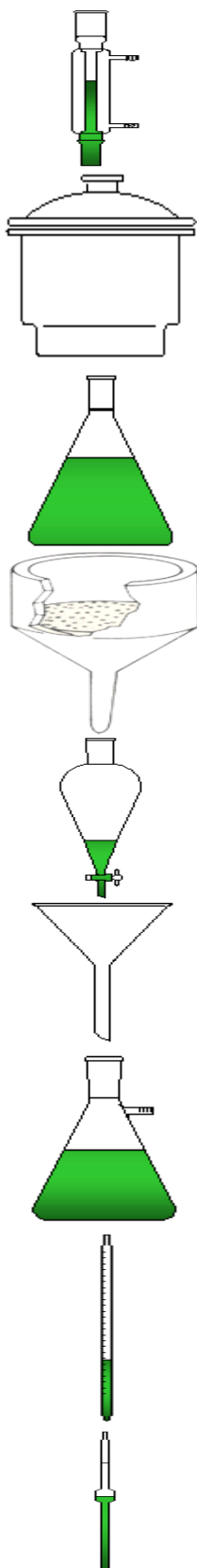
CADINHO

Peça geralmente de porcelana cuja utilidade é aquecer substâncias a seco e com grande intensidade, por isto pode ser levado diretamente ao BICO DE BUNSEN.



CÁPSULA

Peça de porcelana usada para evaporar líquidos das soluções.



CONDENSADOR

Utilizado na destilação, tem como finalidade condensar vapores gerados pelo aquecimento de líquidos.

DESSECADOR

Usado para guardar substâncias em atmosfera com baixo índice de umidade.

ERLENMEYER

Utilizado em titulações, aquecimento de líquidos e para dissolver substâncias e proceder reações entre soluções.

FUNIL DE BUCHNER

Utilizado em filtrações a vácuo. Pode ser usado com a função de filtro em conjunto com o kitassato.

FUNIL DE SEPARAÇÃO

Utilizado na separação de líquidos não miscíveis e na extração líquido/líquido.

FUNIL DE HASTE LONGA

Usado na filtração e para retenção de partículas sólidas. Não deve ser aquecido.

FUNIL DE SEPARAÇÃO

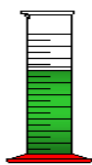
Utilizado em conjunto com o funil de buchner em filtrações a vácuo.

PIPETA GRADUADA

Utilizada para medir pequenos volumes. Mede volumes variáveis. Não pode ser aquecida.

PIPETA VOLUMÉTRICA

Usada para medir e transferir volume de líquidos. Não pode ser aquecida pois possui grande precisão de medida.



PROVETA

Serve para medir e transferir volumes de líquidos. Não pode ser aquecida.



TUBO DE ENSAIO

Empregado para fazer reações em pequena escala, principalmente em testes de reação em geral. Pode ser aquecido com movimentos circulares e com cuidado diretamente sob a chama do bico de bunsen.



VIDRO DE RELÓGIO

Peça de Vidro de forma côncava, é usada em análises e evaporações. Não pode ser aquecida diretamente.

Outros equipamentos



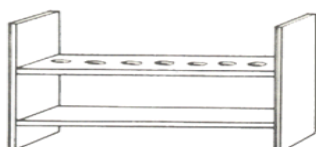
ANEL OU ARGOLA

Usado como suporte do funil na filtração.



BICO DE BUNSEN

É a fonte de aquecimento mais utilizada em laboratório. Mas contemporaneamente tem sido substituído pelas mantas e chapas de aquecimento.



ESTANTE DE TUBOS DE ENSAIO

É usada para suporte de os tubos de ensaio.



PINÇA METÁLICA

Usada para manipular objetos aquecidos.



PISSETA

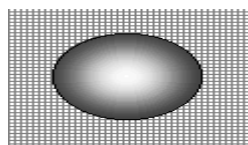
Usada para lavagens de materiais ou recipientes através de jatos de água, álcool ou outros solventes.



SUPORTE UNIVERSAL

Utilizado em operações como: Filtração, Suporte para Condensador, Bureta, Sistemas de Destilação etc. Serve também para sustentar peças em geral.

TELA DE AMIANTO



Suporte para as peças a serem aquecidas. A função do amianto é distribuir uniformemente o calor recebido pelo bico de bunsen.



TRIPÉ

Sustentáculo para efetuar aquecimentos de soluções em vidrarias diversas de laboratório. É utilizado em conjunto com a tela de amianto.

Figura 3. Principais vidrarias e equipamentos utilizados no laboratório de físico-química de alimentos.
Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/lvq/prexp02.htm>.

CAPÍTULO II

Análise de alimentos

CONCEITO

A análise de alimentos é uma área muito importante no ensino das ciências que estudam os alimentos, pois atua em vários segmentos do controle de qualidade, do processamento e do armazenamento dos alimentos processados. Muitas vezes, o termo análise de alimentos é substituído por outros termos como “química de alimentos” e “bromatologia¹”.

A química bromatológica estuda a composição química dos alimentos, bem como suas características de aptidão para consumo. É importante conhecer técnicas e métodos adequados que possibilitem conhecer a composição centesimal dos alimentos, ou seja, determinar o percentual de umidade, proteínas, lipídeos, fibras, carboidratos e, dessa forma, efetuar o cálculo do volume calórico do alimento².

ÁREAS DE MAIOR APLICAÇÃO

As quatro áreas de maior aplicação da análise de alimentos são: indústrias, universidades, institutos de pesquisas e órgãos governamentais. As indústrias de alimentos também investem em pesquisas e desenvolvimento de novos produtos, assim como no melhoramento dos produtos já existentes, uma vez que durante os processos são requeridas a realização de várias análises.

Nas universidades e nos institutos de pesquisas, os processos analíticos são utilizados para: pesquisas de novas metodologias analíticas; pesquisas de novos produtos; controle de qualidade dos produtos existentes.

APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE ALIMENTO

A fiscalização é utilizada para verificar o cumprimento da legislação por meio de métodos analíticos que sejam exatos e precisos, preferencialmente aqueles oficiais, realizando o controle de qualidade dos produtos alimentícios e a padronização de novos produtos.

A pesquisa é utilizada para desenvolver ou adaptar métodos analíticos exatos, precisos, sensíveis, rápidos, eficientes, simples e de baixo custo na determinação de um dado componente do alimento.

¹ Bromatologia: *bromatos* significa “dos alimentos” e *Logos* significa “Ciência”. Portanto, pode-se definir Bromatologia como a ciência que estuda os alimentos.

² Valor energético do alimento.

No controle de qualidade de rotina, a matéria-prima que chega é checada, bem como o produto acabado que sai da indústria, além do controle dos diversos estágios do processamento. Na medida do possível, são utilizados os métodos instrumentais³ devido a sua rapidez nas determinações.

GENERALIDADES SOBRE ANÁLISE DE ALIMENTOS

Entende-se por alimento toda substância ou mistura de substâncias, no estado sólido, líquido, pastoso ou qualquer outra forma adequada, destinadas a fornecer ao organismo humano os elementos normais à sua formação, manutenção e desenvolvimento (DECRETO-LEI Nº 986, DE 21 DE OUTUBRO DE 1969).

IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE ALIMENTOS

- **Indústrias:** controle de qualidade, controle de processos em águas, alimentos, matérias-primas, produto acabado, embalagens, vida-de-prateleira⁴, etc.;
- **Universidades e Institutos de pesquisa:** desenvolvimento de metodologia, controle de processos em pesquisas, prestação de serviços, entre outros;
- **Órgãos Governamentais:** registro de alimentos, fiscalização da venda e da distribuição, entre outros.

CLASSIFICAÇÃO DOS ALIMENTOS

Os alimentos são classificados em três grupos, conforme a função que cada um exerce em nosso organismo: energético⁵ (cereais, açúcares, féculas, mel, cana de açúcar, hortaliças, gorduras e frutas), plástico ou construtor (carnes, leites e derivados, frutas e água) e regulador (frutas, hortaliças, vísceras e cereais integrais).

TIPOS DOS ALIMENTOS

Alimentos simples: são aquelas substâncias que, por ação de enzimas dos sucos digestivos, são transformadas em metabólitos⁶ (açúcares, lipídios, proteínas).

- **Alimentos compostos:** são substâncias de composição química variada e complexa, de origem animal ou vegetal, ou formadas por uma mistura de alimentos simples (leite, carne, frutas, etc.).

³ Métodos rápidos, requerem menos separações químicas e são seguros, sensíveis e amplamente aplicados na indústria.

⁴ É o tempo em que o produto pode ser conservado em determinadas condições de temperatura, umidade relativa e luz.

⁵ Alimentos energéticos são ricos em carboidratos, que providenciam um fluxo de combustível constante, atingindo o seu aporte energético para o decorrer do dia.

⁶ Metabólitos: São substâncias metabolizadas depois da sua absorção (açúcares, lipídeos, proteínas, água, sais, etc.)

- **Alimentos aptos ao consumo:** são aqueles que, respondendo às exigências das leis vigentes, não contêm substâncias não autorizadas que constituam adulteração, vendidos com denominação e rótulos legais. Também são chamados de alimentos genuínos⁷.
- **Alimentos naturais** são aqueles alimentos que estão aptos para o consumo, exigindo-se apenas a remoção da parte não comestível (“*in natura*”⁸). A diferença entre alimentos genuínos e naturais é que os alimentos genuínos devem estar dentro das regulamentações da lei. No entanto, nem sempre o alimento natural pode ser genuíno, como, por exemplo, uma fruta com grau de maturação acima da maturação fisiológica ideal.
- **Alimentos não aptos para o consumo:** são aqueles que, por diferentes causas, não estão dentro das especificações da lei. Podem ser alimentos contaminados, aqueles que contêm agentes vivos (vírus, bactérias, parasitas, etc.); substâncias químicas minerais ou orgânicas (defensivos, metais pesados, etc.) estranhas a sua composição normal, que podem ser ou não tóxicas; e, ainda, componentes naturais tóxicos (tais como nitratos, etc.), sempre que se encontre em proporções maiores que as permitidas.
- **Alimentos alterados:** são os alimentos que, por causas naturais, de natureza física, química ou biológica, derivada do tratamento tecnológico não adequado, sofrem deteriorações em suas características **organolépticas**⁹, em sua composição interna ou em seu valor nutritivo. Podemos identificar alimentos alterados através do odor: por exemplo, o odor característico da carne no início do estágio de decomposição, o **borbulhar do mel**¹⁰ ou nas latas de conservas estufadas (enchimento excessivo ou desenvolvimento de micro-organismos).
 - **Alimentos falsificados:** são aqueles alimentos que têm a aparência e as características gerais de um produto legítimo e se denominam como este, sem ser ou proceder de seus verdadeiros fabricantes. Ou seja, são alimentos fabricados clandestinamente e comercializados como genuínos. O alimento falsificado pode estar em melhores condições de qualidade do que o legítimo, mas, por ser fabricado em locais não autorizados, é considerado falsificado e, portanto, não apto ao consumo.
- **Alimentos adulterados:** Caracterizam-se pela adição de qualquer natureza, que tenha por objetivo dissimular ou ocultar alterações, deficiências de qualidade da matéria-prima ou defeitos na elaboração, que venham a constituir adulteração do alimento. Exemplo: retirada da nata do leite ou

⁷ Verdadeiro, natural, puro, sem mistura ou alteração.

⁸ São os que não foram manufaturados, não passaram por uma indústria, isto é, são naturais.

⁹ Características dos objetos que podem ser percebidas pelos sentidos humanos, como a cor, o brilho, o paladar, o odor e a textura.

¹⁰ Fermentação.

da cafeína do café ou por ambas simultaneamente (ressalvados os casos em que se informe claramente essa modificação no rótulo do produto).

MÉTODOS DE ANÁLISE

Em análise de alimentos, os objetivos se resumem em determinar um componente específico do alimento, ou vários componentes, como no caso da determinação da **composição centesimal**¹¹.

A determinação do componente deve ser através da medida de alguma propriedade física, como: medida de massa ou volume, medida de absorção de radiação, medida do potencial elétrico, etc.

Existem dois tipos básicos de métodos em análise de alimentos: métodos convencionais e métodos instrumentais. Os primeiros são aqueles que não necessitam de nenhum equipamento sofisticado, isto é, utilizam apenas a vidraria e reagentes, e geralmente são utilizados em **gravimétrica**¹² e volumétrica. Os métodos instrumentais, como o próprio nome diz, são realizados em equipamentos eletrônicos mais sofisticados. São utilizados, sempre que possível os métodos instrumentais no lugar dos convencionas.

ESCOLHA DO MÉTODO ANALÍTICO

Em alimentos, a escolha do melhor método de análise é um passo muito importante, pois o alimento é, geralmente, uma amostra muito complexa, em que os vários componentes da matriz podem estar interferindo entre si. Por isso, em muitos casos, um determinado método pode ser apropriado para um tipo de alimento e não fornecer bons resultados para outro. Portanto, a escolha do método vai depender do produto a ser analisado. A escolha do método analítico vai depender de uma série de fatores:

- **Quantidade relativa do componente desejado:** os componentes podem ser classificados em maiores (mais de 1%), menores (0,01 – 1%), micros (menos de 0,01%) e traços (**ppm e ppb**¹³) em relação ao peso total da amostra. No caso dos componentes maiores, são perfeitamente empregáveis os métodos analíticos convencionais, como os gravimétricos e os volumétricos. Para os componentes menores e micros, geralmente é necessário o emprego de técnicas mais sofisticadas e altamente sensíveis, como os métodos instrumentais.
- **Exatidão requerida:** Os métodos clássicos podem alcançar uma exatidão de 99,9%, quando um composto analisado se encontra em mais de 10% na amostra. Para

¹¹ Indica a percentagem, em massa, de cada elemento que constitui uma substância.

¹² Determinar a quantidade proporcionada de um elemento, radical ou composto presente em uma amostra.

¹³ Partes por milhão (ppm) e partes por bilhão (ppb) são formas particulares de exprimir fração mássica e fração volumétrica usadas, em geral, quando estas grandezas adimensionais apresentam valores muito baixos.

componentes presentes em quantidade menores que 10%, a exatidão cai bastante, e então a escolha do método deve recair sobre os instrumentais.

- **Composição química da amostra:** A presença de substâncias interferentes é muito constante em alimentos. A escolha do método vai depender da composição química dos alimentos, isto é, dos possíveis interferentes em potencial. Em análise de materiais de composição extremamente complexa, o processo analítico se complica com a necessidade de efetuar a separação dos interferentes antes da medida final. Na maioria das determinações em alimentos, as amostras são complexas, necessitando de uma extração ou separação prévia dos componentes a serem analisados.
- **Recursos disponíveis:** muitas vezes não é possível utilizar o melhor método de análise em função do seu alto custo, que pode ser limitante em função do tipo de equipamento ou até mesmo do tipo de reagente ou pessoal especializado.

ESQUEMAS GERAIS PARA ANÁLISE QUANTITATIVA

Qualquer análise quantitativa depende sempre da medida de certa quantidade física, cuja magnitude deve estar relacionada à massa do componente de interesse presente na amostra tomada para análise. Porém esta medida vai ser, geralmente, apenas a última de uma série de etapas operacionais que compreendem toda a análise. As etapas descritas abaixo dão um exemplo de um processo funcional de uma análise quantitativa.

AMOSTRAGEM

A amostragem é o conjunto de operações com as quais se obtém, do material em estudo, uma porção relativamente pequena, de tamanho apropriado para o trabalho no laboratório, mas que, ao mesmo tempo, representa corretamente todo o conjunto da amostra. A maior ou menor dificuldade da amostragem vai depender da homogeneidade da amostra. É necessário que a quantidade de amostra seja conhecida (peso ou volume) nas operações subsequentes.

AMOSTRA BRUTA

Deve ser uma réplica do ponto considerado em termos de composição e distribuição de partículas, entretanto em quantidade reduzida da totalidade do material lote.

Amostras fluídas (líquidas e pastosas) homogêneas podem ser coletadas em **incrementos**¹⁴ com o mesmo volume, do alto, do meio e do fundo do recipiente, após homogeneização.

¹⁴ Aumento.

Amostras sólidas, cujos constituintes diferem em textura, densidade e tamanho de partículas, devem ser moídas e misturadas. Quantidades: o material a ser analisado poderá estar a granel ou embalado (caixas, latas, etc.)

No caso de embalagens únicas ou pequenos lotes, todo o material pode ser tomado como amostra bruta. Para lotes maiores, a amostragem deve compreender de 10 a 20 % do número de embalagens contidas no lote, ou de 5 a 10% do peso total do alimento a ser analisado. Em lotes muito grandes, toma-se a raiz quadrada do número de unidades do lote.

COLETA DE AMOSTRAS

- a) Saco plástico ou frasco de vidro: utilizar saco plástico para congelamento desinfetado ou esterilizado, no tamanho mínimo de 1 litro. Utilizar frasco de vidro de 200 ml do tipo pote **Arjek**¹⁵ ou pote LN (tampa de plástico fervível). Esterilizados em estufa (como de Pasteur) por 1 hora a 150°C, em autoclave por 15 minutos a 121°C, ou desinfetado por fervura em imersão durante 15 minutos. Não utilizar desinfetantes químicos (Álcool, Iodo, Cloro, etc.).
- b) Utensílios para coleta: coletar os alimentos com os próprios utensílios durante a distribuição, ou antes, com utensílios específicos para cada tipo de alimento, desinfetados com álcool e flambados ou fervidos.
- c) Quantidade da amostra: coletar no mínimo 100 (cem) gramas úteis do material.
- d) Armazenamento: fechar imediatamente o frasco de vidro ou o saco plástico, e armazenar em congelamento a -10°C ou menos por, no máximo, 72 horas ou refrigeração com temperatura não superior a 4°C por até 72 horas.
- e) Colocar as amostras congeladas ou refrigeradas a 4°C em uma embalagem isotérmica com gelo, enviando imediatamente ao laboratório. Observar se as amostras estão bem fechadas para não entrar água do gelo durante o transporte.
- f) Coleta de água, sucos e refrigerantes: não é recomendada a utilização de saco plástico nem de frasco de vidro desinfetado. Recomenda-se coletar em frasco de vidro esterilizado fornecido pelo laboratório. Importante: não congelar as amostras, mantê-las sob refrigeração durante 72 horas.

¹⁵ Tampa de metal.

PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

A preparação da amostra está relacionada com o tratamento que ela necessita antes de ser analisada, como a moagem de sólidos, a filtração de partícula sólida em liquidez, a eliminação de gases etc.



Figura 4. Moagem de amostras sólidas. Fonte: Arquivo pessoal dos organizadores

REAÇÕES QUÍMICAS OU MUDANÇAS FÍSICAS

Os processos analíticos compreendem o manuseio da amostra para obtenção de uma solução apropriada para a realização da análise. O tipo de tratamento a usar depende da natureza do material e do método analítico escolhido. Geralmente, o componente de interesse é extraído com água ou com solvente orgânico, e às vezes é necessário um ataque com ácido. Os reagentes químicos introduzidos na preparação do extrato não poderão interferir nos passos seguintes da análise ou, se o fizerem, deverão ser de fácil remoção.

SEPARAÇÕES

Consiste na eliminação de substâncias interferentes. Raramente as propriedades físicas utilizadas na medida quantitativa de um componente são específicas para uma única espécie, pois elas podem ser compartilhadas por várias outras espécies. Quando isso acontece, é necessário eliminar estes interferentes antes da medida final. Há duas maneiras para eliminar uma substância interferente: a sua transformação em uma espécie **inócua**¹⁶ (por **oxidação ou redução**¹⁷); ou o seu isolamento físico como uma fase separada (extração com solventes e **cromatografia**¹⁸).

¹⁶ Que não faz dano; inofensiva.

¹⁷ São as reações de transferência de elétrons. O Redutor é aquela espécie química que tende a ceder elétrons. O Oxidante é a espécie que tende a captar esses elétrons.

¹⁸ Método que utiliza diversas técnicas que tem como objetivo principal a separação de substâncias de uma mistura, com fins analíticos ou preparativos, muito utilizado em laboratórios industriais, de pesquisa e de ensino.

CAPÍTULO III

Confiabilidade dos resultados e tratamentos estatísticos

COMO A ESTATÍSTICA PODE AJUDAR

A estatística pode ajudar especialmente em indústrias de alimentos, onde aparecem problemas em que é preciso investigar várias propriedades ao mesmo tempo. A pesquisa estatística como um conjunto de metodologias científicas aplicadas na coleta dos dados (que serão organizados e resumidos), na análise e interpretação e na apresentação da conclusão. Essas atividades estão sempre associadas a um planejamento que visa quantificar e/ou qualificar fenômenos coletivos para futuras tomadas de decisões.

Ao avaliar os maiores problemas mundiais, a ONU (Organização das Nações Unidas) estabeleceu, em 2000, os oito objetivos do milênio, que no Brasil são chamados de “oito jeitos de mudar o mundo”, com o intuito de melhorar a condição de vida das pessoas e do planeta.

No Brasil, por exemplo, há alimentos suficientes para alimentar toda a população. Apesar disso, 29% das pessoas estão abaixo da linha da pobreza e apresentam deficiência alimentar. Além disso, apesar de o Brasil ter aproximadamente 12% de toda a água doce do planeta, 22 milhões de pessoas não têm acesso à água de boa qualidade.

NOÇÕES BÁSICAS DE ESTATÍSTICA

As coletas de dados ajudam no desenvolvimento de muitas atividades. A indústria alimentícia, por exemplo, costuma contratar empresas especializadas para verificar o grau de aceitação de determinado alimento. Para isso, são feitas perguntas para os pesquisados a respeito de tamanho, formato, cor, sabor e textura do alimento. Dependendo do resultado da pesquisa, a indústria analisa se deve ou não modificar o seu produto a fim de obter uma clientela maior. Daí a importância da estatística nas análises dos dados para tomada de decisão em uma determinada área, especificamente de alimentos.

- **Estatística:** é um conjunto de métodos e processos que visam identificar lei e comportamento coletivo e não de cada um dos elementos em particular. A Estatística tem por objetivo fornecer métodos e técnicas para lidarmos, racionalmente, com situações sujeitas a incertezas.
- **Estatística Descritiva:** faz parte dos conteúdos de Matemática que estudamos no bloco Tratamento da Informação e caracteriza-se como uma ferramenta importante para

compreensão, análise, leitura e tomada de decisões de inúmeras situações. Metodologia para descrever, coletar, organizar e resumir os dados.

- **Inferência Estatística:** Conjunto de métodos estatísticos que visam caracterizar ou inferir¹⁹ sobre uma população. Determina a probabilidade de estimar se uma real diferença entre tratamentos existe. População é o conjunto de todas as coisas, pessoas e objetos, chamados de indivíduos da população, que interessam para um determinado estudo. Recolher e organizar dados referentes aos alunos de sua turma como: nome, idade, altura, peso, cor dos olhos, naturalidade.
- **População:** Conjunto de unidades individuais, que podem ser pessoas, animais ou resultados experimentais, com uma ou mais características em comum, que se pretendem analisar.
- **Levantamento de dados:** São as observações de uma amostra da população. Como é impossível levantar todos os dados de uma população, coletamos parte desta informação que chamamos de amostra.

AMOSTRA E AMOSTRAGEM

Amostra é um subconjunto da população estatística. Quando o universo estatístico é muito vasto ou quando não é possível coletar dados de todos os seus elementos, retira-se desse universo um subconjunto chamado amostra.

- **Amostra representativa:** é aquela que tem as mesmas características da população de onde foi retirada.
- **Amostra probabilística:** é aquela cujo processo de amostragem permite atribuir a cada elemento da amostra uma probabilidade semelhante à da população.
- **Amostragem:** seleção da amostra – as amostras devem ser escolhidas de modo a poder aplicar a elas os cálculos de probabilidades.
- **Parâmetros:** são as características numéricas (desconhecidas) da distribuição dos elementos da população. Exemplo: A distribuição da altura dos brasileiros adultos pode ser representada por um modelo normal (embora as alturas não possam assumir valores negativos). Neste caso, temos como interesse estimar os parâmetros dessa distribuição, média e variância.
 - Solução 1: Medir a altura de todos os brasileiros adultos.
 - Solução 2: Selecionar de forma aleatória algumas pessoas (amostra), analisá-las e inferir propriedades para toda a população.

¹⁹ Deduzir por meio de raciocínio; tirar como consequência, concluir.

PROCESSAMENTO DE DADOS E AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA

Todo processo analítico é delineado e desenvolvido de modo a resultar na medida de certa quantidade, a partir da qual é avaliada a quantidade relativa do componente da amostra. Exemplo: Medidas de tendência central ou de posição (média aritmética).

ESTATÍSTICA EXPERIMENTAL, CONFIABILIDADE DOS RESULTADOS E TRATAMENTOS ESTATÍSTICOS

A estatística experimental pode ser definida como a matemática aplicada aos dados de observação. Os dados são, em muitos casos, colhidos através de trabalhos feitos propositalmente e em condições previamente especificadas: temos dados experimentais, obtidos de experimentos no campo ou no laboratório.

Os dados de uma pesquisa podem ser apresentados de várias maneiras. Os meios de comunicação utilizam em geral gráficos e tabelas para apresentar esses dados. Isso ocorre porque esses recursos possibilitam uma apresentação dos resultados de uma pesquisa. As tabelas, por exemplo, são utilizadas para organizar os dados e apresentá-los de maneira mais simples ao leitor. Já os gráficos permitem uma melhor visualização e também uma análise mais detalhada dos dados apresentados (BARROS, 1996).

As tabelas e os gráficos devem vir, sempre, acompanhados de título, para evidenciar a informação principal que se deseja transmitir e fonte para informar a origem dos dados. Além disso, as tabelas devem conter uma coluna indicadora (nome) e os gráficos devem ter eixos nominados para orientar o leitor sobre a natureza dos dados.

Ao apresentarmos os dados estatísticos em um gráfico teremos várias opções. Veja alguns exemplos de representações gráficas de dados estatísticos.

O gráfico de barras (ou de colunas) é utilizado, em geral, para representar dados de uma tabela de frequências associadas a uma variável qualitativa. Nesse tipo de gráfico, cada barra retangular representa a frequência ou a frequência relativa da respectiva opção da variável.

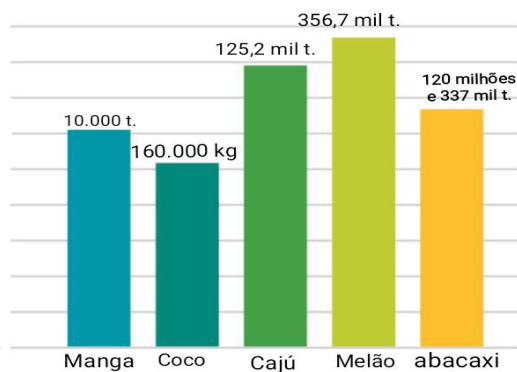


Figura 5. Produção de algumas frutas no estado do Rio Grande do Norte. Fonte: Arquivo dos organizadores.

O gráfico de linhas (ou de segmentos) é utilizado, em geral, para representar a evolução dos valores de uma variável no decorrer do tempo.

O gráfico de setores, também conhecido como “gráfico de pizza”, é utilizado, em geral, para representar partes de um todo.

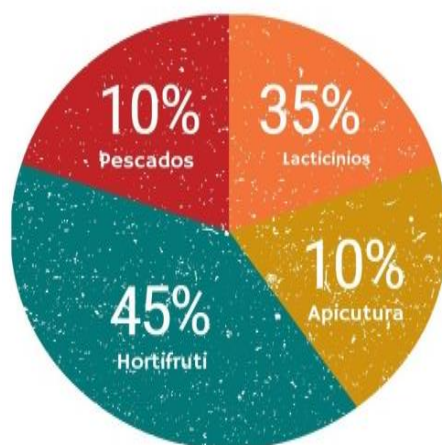


Figura 6. Gráfico de setores da Escola Agrícola de Jundiaí-UFRN. Fonte: Arquivo dos organizadores

As frequências absolutas e as relativas de dados agrupados em intervalos de classes podem ser representadas por meio de um tipo de gráfico denominado histograma, o qual é composto de retângulos justapostos cujas bases são apoiadas em um eixo horizontal.

A fim de tornar os gráficos mais atraentes, os meios de comunicação, como revistas, jornais, entre outros, costumam ilustrá-los com imagens relacionadas ao contexto do qual as informações fazem parte. Essa forma de representação é denominada pictograma ou gráfico pictórico.

No caso de funções de três variáveis é necessário utilizar um sistema de coordenadas tridimensional, no qual cada ponto é identificado por três coordenadas (x, y, z).

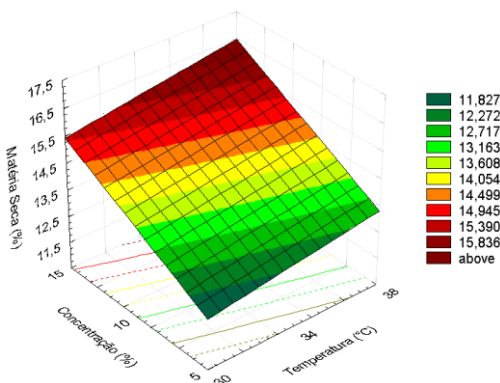


Figura 7. Gráfico de superfície utilizado em processos de alimentos. Fonte: Araújo (2004).

CÁLCULO NUMÉRICO DE MEDIDAS AMOSTRAIS

VARIAÇÃO AO ACASO

Dificulta o trabalho do pesquisador ou experimentador e exige a análise estatística, uma vez que está presente em todos os dados obtidos de efeitos não controlados (que pode ser controlado ou não como, por exemplo: pequena fertilidade do solo, análise química dos alimentos, constituição genética dos animais ou das plantas, fatores climáticos etc.). Esses efeitos sempre presentes não podem ser conhecidos individualmente e alteram muito ou pouco os resultados obtidos.

Atenção: Toda variação ao acaso, devido a fatores não controláveis, pode ser medida através do desvio em relação à média.

VALORES SIGNIFICATIVOS E NÃO SIGNIFICATIVOS

Cabe ao pesquisador ou experimentador verificar se as diferenças observadas num experimento têm ou não têm valor, isto é, são ou não significativas. Uma diferença não significativa é aceita como possivelmente ao acaso, é deixada de lado, até que novos resultados venham confirmá-la ou negá-la.

CONFIABILIDADE DOS RESULTADOS E TRATAMENTOS ESTATÍSTICOS

A confiabilidade dos resultados em um método analítico vai depender de fatores como:

- **Especificidade:** está relacionada com a propriedade do método analítico de medir o composto de interesse independentemente da presença de substâncias interferentes;
- **Exatidão:** mede o quanto mais próximo o resultado de um dado método analítico se encontra do resultado real previamente definido;
- **Precisão de um método:** é determinada pela variação entre vários resultados obtida na medida de um determinado componente da mesma amostra. Isto é o desvio padrão entre as várias medidas e a média.

MÉDIA ARITMÉTICA

A média aritmética de um conjunto de dados é a soma de todos eles dividido pelo número deles.

A média é representado por $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, onde $\sum_{i=1}^n x_i$ é o somatório das medidas analíticas e n é o número de amostras.

VARIÂNCIA ABSOLUTA

A variância é representada por s^2 (para amostra) e definida como sendo “a média dos quadrados dos desvios em relação à média aritmética” (Pimentel, p. 6, 1987). Por desvio entende-se a diferença entre um valor do conjunto e a média, isto é

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

DESVIO PADRÃO

O desvio padrão pode ser medido de dois modos:

1. Desvio padrão com base na população:

$$s = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n}}$$

onde s é o desvio padrão; x_i as medidas analíticas; \bar{X} a média e n é o número da amostra para $n > 10$ medidas.

2. Desvio padrão com base na amostra

$$s = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

onde s é o desvio padrão; x_i as medidas analíticas; \bar{X} a média e n é o número da amostra para $n < 10$ medidas.

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO

O coeficiente de variação é uma medida de dispersão relativa, isto é, não possui unidade de medida e é calculado por

$$C_v = \frac{s}{\bar{X}}$$

Algumas vezes, o coeficiente de variação é ainda multiplicado por 100, passando a ser expresso como percentagem.

O coeficiente de variação dá uma ideia da precisão do experimento. Tendo em vista os coeficientes de variação obtidos comumente nos ensaios agropecuários de campo que fornecem a matéria-prima para a agroindústria, assim como os experimentos realizados para processamento e controle de qualidade de produtos industrializados. Podemos considerar uma variação baixa quando os valores dos coeficientes forem inferiores a 10%, médios quando estiverem acima de 10% até 20% e altos acima de 20% e muito altos acima de 30% (CECCHI, 2007).

CAPÍTULO IV

Análise da composição centesimal dos alimentos

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A análise de alimentos é aplicada para determinação de um ou vários componentes ou elementos químicos que o constituem. Com a evolução e o surgimento de novos instrumentos de medida, tem havido uma redução considerável no número de análises necessárias para obter resultados, conclusivamente, além de se observar uma grande melhoria na precisão dessas análises.

Uma das principais funções dos alimentos é fornecer energia ao organismo. Os alimentos são compostos complexos constituídos de carboidratos, proteínas, gorduras, vitaminas e sais minerais que pela digestão são divididos para serem aproveitados pelo organismo.

Para se conhecer a composição química de um alimento são realizadas determinações analíticas. Essas determinações atuam em vários segmentos dentro de uma indústria, desde a caracterização da matéria-prima que irá compor um novo produto, até seu controle de qualidade e estocagem.

A análise de alimentos também é utilizada para análise de alimentos processados quando se deseja verificar a eficiência do processo ou até mesmo a comparação de processamento, como por exemplo, diferentes tipos de secagem. Através das análises químicas pode-se verificar o que ocorreu com os constituintes dos alimentos processados, isto é, se ocorreram perdas de vitaminas e/ou minerais, desnaturações das proteínas, gelatinização de amido, etc. Além de serem utilizadas para a caracterização de alimentos *in natura*, principalmente, alimentos novos e ainda desconhecidos como as frutas ou vegetais exóticos típicos de regiões menos exploradas. Para a realização dessas determinações diversos métodos podem ser empregados. Esses métodos foram desenvolvidos, testados e catalogados. Alguns centros de pesquisas brasileiros desenvolveram métodos analíticos para determinar essas composições, como o Instituto Adolfo Lutz, Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Centro de Estudos de Amidos e Raízes Tropicais (CERATI), entre outros.

A escolha do método de análise deve ser bem avaliada para que a exatidão seja a maior possível. Em função do alto custo muitas vezes não é possível utilizar o melhor método de análise, portanto, o tipo de análise é limitado em relação ao tipo de equipamento ou até mesmo ao tipo de reagente ou pessoal especializado.

CONCEITO

Composição “Centesimal” de um alimento é a proporção em que aparecem em 100g do produto, grupos homogêneos de substâncias que constituem o alimento.

Os alimentos compõem-se de macronutrientes (água, proteínas, carboidratos, lipídeos e fibras) e micronutrientes (vitaminas, minerais e outros).

A umidade (água) da amostra é removida por volatilização²⁰ causada por secagem ao calor ou ao frio.

A porcentagem da amostra que sobra após a remoção desta umidade é conhecida como porcentagem de matéria seca ou parcialmente seca.

A matéria seca divide-se em matéria orgânica (carboidratos, lipídios, proteínas e vitaminas) e matéria inorgânica: macros minerais (Ca, P, K, Na, Cl....) e micros minerais (Fe, I, Co, Zn, Mg....)

Análise quantitativa da composição dos alimentos pode ser feita por consultas a tabelas de composição de alimentos ou por análises químicas (AOAC, 1990; SILVA 1998).

DETERMINAÇÕES DA MATÉRIA SECA E UMIDADE

A determinação do teor de umidade é o ponto de partida da análise de alimentos. É de grande importância, uma vez que a preservação do alimento depende da quantidade de água presente no mesmo, além disso, quando se compara o valor nutritivo de dois ou mais alimentos, tem que levar em consideração os respectivos teores de umidade. Umidade fora das recomendações técnicas resulta em grandes perdas na estabilidade química, na deterioração microbiológica, nas alterações fisiológicas (brotação) e na qualidade geral dos alimentos.

ÁGUA NOS ALIMENTOS

A água é um nutriente absolutamente essencial, participando com 60 a 65 % do corpo humano e da maioria dos animais. Dentre as várias funções da água no organismo, cita-se: Solvente universal, indispensável aos processos metabólicos; manutenção da temperatura corporal; manutenção da pressão osmótica dos fluidos e do volume das células; participação como reagente de um grande número de reações metabólicas; A água é considerada o adulterante universal dos alimentos, por isso sua determinação é de grande importância; Usualmente a quantidade de água nos alimentos é expressa pelo valor da determinação da água total contida no alimento. Porém, este valor não fornece informações de como está distribuída a água neste alimento nem permite saber se toda a água está ligada do mesmo modo ao alimento.

Muitas vezes o teor de água determinado permite que ocorra o desenvolvimento de algum micro-organismo, porém isso não ocorre, porque muita desta água não está disponível ao micro-organismo.

²⁰ Reduzir-se a gás ou a vapor.

Há também o fato de uma parte da água não ser congelável. Isso nos leva a crer que existem moléculas de água com propriedades e distribuição diferentes no mesmo alimento. Pode-se concluir que há dois tipos de água nos alimentos:

- **Água livre:** é a água que está simplesmente adsorvida no material, é a mais abundante. É perdida facilmente às temperaturas em torno da ebulição.
- **Água ligada:** é a água da constituição, que faz parte da estrutura do material, ligada a proteínas, açúcares e adsorvida na superfície de partículas coloidais, e necessita de níveis elevados de temperatura para sua remoção. Dependendo da natureza da amostra, requer temperaturas diferentes para a sua remoção, que frequentemente não é total e em alguns casos não é eliminada nem a temperaturas que carbonizem parcialmente a amostra.

ATIVIDADE DE ÁGUA E CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS

- **Atividade de água (*Aa* ou *Aw*):** é possível estabelecer uma relação entre o teor de água livre nos alimentos e sua conservação- O valor máximo da *Aa* é 1, na água pura. Nos alimentos ricos em água, com $Aa > 0,90$, podem formar soluções diluídas que servirão de substrato para os micro-organismos poderem se desenvolver. Nesta situação as reações químicas podem ter sua velocidade diminuída em função da baixa concentração dos reagentes. Quando a *Aa* baixar para 0,40-0,80, haverá possibilidade de reações químicas e enzimáticas a velocidades rápidas, pelo aumento da concentração dos reagentes. Com *Aa* inferior a 0,30 estará atingindo a zona de adsorção primária, onde a água está fortemente ligada ao alimento.
- **Materiais:** Equipamento apropriado para determinação da atividade de água; termconstnter, cápsulas e espátulas.

DETERMINAÇÃO DE MATÉRIA SECA E UMIDADE E PELO MÉTODO GRAVIMÉTRICO A 105°C

Este método é baseado na determinação da perda de peso, do produto submetido ao aquecimento. É o método mais usado, implica na desidratação da amostra, até peso constante, sob determinada temperatura e pressão.

DETERMINAÇÃO DE MATÉRIA SECA OU SÓLIDOS TOTAIS

Materiais e equipamentos para determinação de matérias seca e umidade em balança analítica, espátula, pesagem das amostras, cadinho de porcelana, estufa de secagem a 105^o C, dessecador e pinça.

- **Procedimento:** Pesar o cadinho; Pesar uma quantidade definida (2 a 3 gramas) de amostra num cadinho previamente seco e tarado; O transporte do cadinho deve ser feito com pinça ou papel para não passar-lhe a umidade da mão; Colocar o cadinho na estufa a temperatura adequada à amostra e deixar até que toda água seja evaporada, isto é, até peso constante; Retirar o cadinho da estufa com uma pinça e colocar num dessecador para esfriar; Repesar cadinho + a amostra seca depois de frio; O peso da água evaporada vai ser igual à diferença entre o peso da amostra úmida e o peso da amostra seca; Os sólidos totais ou matéria seca serão a diferença entre o peso total da amostra e o peso de água; Na determinação de umidade por secagem em estufa, o resíduo seco pode ser utilizado para determinação de gordura, fibra, proteína e cinzas ou matéria orgânica.
- **Pré-secagem:** em geral, é necessária quando a amostra tem baixa percentagem de matéria seca, ou seja, muita umidade. É feita em temperatura média de 55^o C, para evitar a perda ou decomposição de nutrientes, principalmente compostos nitrogenados. O tempo médio da pré-secagem é de três dias, dependendo da quantidade de umidade, devendo o material apresentar consistência quebradiça.
- **Cálculos:**

$$ASA = \text{peso do material pré-seco} \times 100 \text{Peso do material umidade}$$

$$ASE = \frac{MS (g) \times 100}{ASA (g)}$$

$$MS\% = \frac{ASE \% \times ASA}{100}$$

Umidade = 100 – sólidos totais ou MS

onde ASA é a matéria pré-seca²¹, ASE é a matéria seca²² e MS é a matéria seca total.

MATÉRIAS INORGÂNICAS OU CINZAS

A matéria inorgânica ou cinza de uma amostra de alimento é o resíduo inorgânico que permanece após a queima de matéria orgânica de uma amostra. A cinza é constituída principalmente de grandes quantidades de K, Na, Ca e Mg; pequenas quantidades de Al, Fe, Cu, Mn e Zn e traços de Ar, I, F e outros elementos.

MÉTODO PARA A DETERMINAÇÃO DE CINZAS

²¹ Matéria seca ao ar com estufa á 55^oC.

²² Matéria seca em estufa á 105^oC.

O método de determinação de cinzas é muito simples e consiste na queima da amostra em mufla utilizando temperaturas de 550°C a 600°C por tempos pré-determinados. Para cada tipo de amostra existem condições recomendadas que devam ser verificadas antes de proceder à determinação.

A cinza obtida não é necessariamente da mesma composição que a matéria mineral presente originalmente no alimento, pois pode haver perda por volatilização ou alguma interação entre os constituintes da amostra. Os elementos minerais se apresentam na cinza sob a forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos e cloretos, dependendo das condições de incineração e da composição do alimento. A composição da cinza vai depender da natureza do alimento e do método de determinação utilizado.

A cinza é constituída principalmente de:

- Macronutrientes: requeridos em uma dieta em valores diários acima de 100 mg e normalmente presentes em grandes quantidades nos alimentos, como: K, Na, Ca, P, S, Cl e Mg;
- Micronutrientes: requeridos em uma dieta em valores diários abaixo de 100 mg e normalmente presentes em pequenas quantidades nos alimentos, como: Al, Fe, Cu, Mn e Zn;

Elementos traços: além dos macros e micronutrientes, ainda existem os chamados elementos traços que se encontram em quantidades muito pequenas nos alimentos.

Materiais: forno mufla; cadinhos de porcelana com capacidade de 30-50 ml; dessecador; balança analítica com precisão de 0,0001g.



Figura 8. Forno mufla. Fonte: Arquivo dos organizadores.

Procedimento:

- Secar cadinhos de porcelana limpo na estufa a 105 °C mais ou menos duas horas (ou de preferência na mufla a 600 °C por 30-60 minutos);
- Transferir para um dessecador e resfriar a temperatura ambiente; pesar rapidamente, para evitar que absorva umidade do ambiente e anotar o peso; pesar rapidamente, para evitar que absorva umidade do ambiente e anotar o peso;
- Pesar dentro do cadinho de 1,5g da amostra seca ao ar (ASA);
- Transferir para o forno elétrico ou mufla a 550-600 °C por cerca de 2 a 3 horas (vegetais);

- Após este tempo desligue a mufla e deixe que os cadinhos de porcelana esfriem pelo menos 250⁰ C; nunca abrir a mufla com temperatura acima de 250⁰ C;
- Coloque os cadinhos de porcelana com as amostras incineradas no dessecador, deixe esfriar até o equilíbrio com o ambiente (aproximadamente uma hora);
- Pese e registre os pesos; para não obtenção de cinzas claras, após o período recomenda-se a adição de 2 a 3 gotas de H₂O₂ a 30 volumes;
- Conserve as amostras de cinzas no caso de serem determinações de elementos minerais.

Cálculos: A diferença entre as pesagens é o peso das cinzas da amostra, permitindo determinar a porcentagem.

$$\text{Peso da amostra} \times 100 = \text{Peso das cinzas} \times 100$$

$$X = \frac{\text{Peso das cinzas}}{\text{Peso da amostra}} \times 100$$

$$\text{Para ajustar à base seca} = \% \text{ de cinzas na matéria parcialmente seca} \times 100\% \text{ de MS na amostra parcialmente seca}$$

$$\text{Matéria orgânica} = 100 - \text{cinzas}$$

onde X é % de minerais.

PROTEÍNA

Proteínas são heteropolímeros formados por unidades menores chamadas aminoácidos. Os aminoácidos (a.a.) estão ligados em sequência formando uma cadeia polipeptídica, esta cadeia é a base da proteína e é chamada de estrutura primária.

As proteínas são extremamente importantes na nutrição porque fornecem aminoácidos essenciais ao organismo. Os aminoácidos são chamados essenciais, pois o organismo não é capaz de sintetizá-los, na digestão há a quebra da cadeia de proteínas e os aminoácidos livres são absorvidos e usados na síntese de novas proteínas. São aminoácidos essenciais: valina, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, triptofano, treonina, lisina, arginina, histidina.

No processamento de alimentos as proteínas também apresentam propriedades importantes como à capacidade de gelificação (gelatina), capacidade de emulsificação (proteína da gema do ovo), capacidade de retenção de água (proteína da soja).

DETERMINAÇÃO DA PROTEÍNA

O conteúdo em proteína bruta do alimento é determinado através do seu conteúdo em nitrogênio, embora este possa ser proveniente de outros componentes (e não somente das proteínas) como ácidos nucléicos, protídeos, aminoácidos, sais de amônio, nitratos, bases púricas etc. Conhecendo-se a proporção de uma proteína em particular, multiplica o valor do nitrogênio pelo fator, e, desta forma, estima-se o conteúdo em proteína bruta. A maior parte das proteínas tem 16% de nitrogênio; portanto, o fator para converter o nitrogênio em proteína é 6,25% (proteína padrão da carne). Por conversão, designa-se proteína bruta ($N \times 6,25$).

Geralmente é feita pelo processo de digestão Kjeldhal (autor do método: Johan Kjeldhal). Este método determina o teor de nitrogênio orgânico, ou seja, o nitrogênio proveniente de outras fontes além da proteína, tais como: ácidos nucléicos, alcaloides, lipídeos e carboidratos nitrogenados. Como estes outros componentes geralmente estão presentes em quantidades menores, o método Kjeldahl é um método químico útil na determinação de proteína.

No cálculo para obter a porcentagem de proteína na amostra é utilizado um fator empírico de correção “F”. Multiplica-se este fator pelo valor total de N obtido na determinação analítica.

A Tabela 1 apresenta alguns exemplos de fator “F”.

Tabela 1. Exemplos de fator F para certos tipos de amostras.

Tipo de amostra	Fator f
Geral	$N \times 6,25$
Gelatina	$N \times 5,55$
Ovos	$N \times 6,68$
Produtos lácteos	$N \times 6,38$
Soja	$N \times 6,00$
Farinha trigo	$N \times 5,70$
Arroz	$N \times 5,95$
Carnes	$N \times 6,25$

Materiais: Reagentes (Água destilada, Solução de hidróxido de sódio (NaOH) 40%, Solução de ácido bórico e indicadores, Solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,02N).

Procedimento:**• 1ª etapa – Digestão:**

- Pesar 2g da amostra usando papel;
- Transferir para o tubo;
- Adicionar cuidadosamente 7 ml de solução digestora usando pipeta e pêra;
- Colocar no digestor;
- Ligar a capela. Ajustar a temperatura de digestão, usando o seguinte procedimento:
 - Colocar 50°C. Ao ser atingido, a luz vermelha desligará;
 - Marcar 15 minutos;
 - Aumentar para 150°C;
 - Contar 15 minutos após a luz desligar;
 - Aumentar para 250°C;
 - Contar 30 minutos após a luz desligar;
 - Aumentar para 350°C;
 - Observar atentamente, parando quando observar mudança de cor para verde claro;
 - Deixar esfriar por 10 a 15 minutos;
 - Colocar 10 ml de H₂O destilada. O carbono contido na matéria orgânica é oxidado e o dióxido de carbono (CO₂) se desprende. Durante o processo da digestão a solução passa de uma coloração escura (preto) para um verde claro. Além dos agrupamentos proteicos, existe o nitrogênio sob a forma de amina, amida e nitrila, que é transformado em amônia (NH₃) a qual reage com o H₂SO₄, formando o sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄) conforme mostrado nas reações durante a digestão, e esse ao esfriar forma cristais.

• 2ª etapa – Destilação:

- Ligar a água do destilador;
- Colocar o tubo cuidadosamente de modo que o mesmo fique firme;
- Ligar o aparelho (Botão grande);
- Completar hidróxido de sódio (NaOH) 40%;
- Adicionar água à caldeira de modo que o nível ultrapasse a janela;
- Adicionar cuidadosamente 25 ml da NaOH 40% ao tubo;
- Colocar o Erlenmeyer (125 ml) na outra extremidade com 10 ml de solução de ácido bórico e indicadores;
- Ligar o aquecimento;

- Colocar 10 ml de ácido bórico no Erlenmeyer de 125 ml;
- Desligar o aquecimento quando o volume do Erlenmeyer alcançar 75 ml, observando viragem de vermelho para verde até $V = 75$ ml.
- **3ª etapa – Titulação:** pós adicionar cuidadosamente com agitação a solução de hidróxido de sódio (1+1), o líquido passara de azul a pardo ou róseo, se gotas de fenolftaleína forem adicionadas, o que indica meio alcalino. Destilar recebendo o destilado em 50ml de solução de ácido bórico a 4 % + gotas de indicador misto, até receber cerca de 200 ml de volume. Titular o destilado com solução de HCL 0,1N ou 0,01 padronizadas, dependendo do conteúdo estimado de nitrogênio.

Equipamentos:



Figura 9. A. Titulação para a determinação da dosagem de nitrogênio. B. Viragem na titulação para a determinação da dosagem de nitrogênio total. Fonte: Arquivo pessoal dos organizadores

O nitrogênio total (NT) é determinado pela seguinte equação:

$$NT = \frac{(V_a - V_b) \times F \times 0,1 \times 0,014 \times 100}{P_1}$$

onde NT é o teor de nitrogênio total na amostra, em percentagem; V_a o volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra, em mililitros; V_b volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação do branco, em mililitros; F o fator de correção para o ácido clorídrico 0,01 mol/L e P_1 é a massa da amostra (em gramas).

Na determinação da proteína bruta, multiplica-se o valor do nitrogênio total encontrado pelo método de Kjeldahl por um fator que converte o nitrogênio em proteína. Convencionalmente, em amostras de alimentos para animais, plantas forrageiras, rações concentradas, entre outros materiais, a proteína bruta (PB) é expressa pelo fator 6,25, considerando que a maioria das proteínas contém nas suas moléculas aproximadamente 16% de nitrogênio. A expressão abaixo é utilizada para determinar a proteína bruta:

$$PB = NT \times FN$$

onde PB é o teor de proteína bruta na amostra, em percentagem; FN é igual a 6,25 e expressa o resultado corrigido, tendo-se como base de correção a matéria seca a 105°C.

Deve fazer testes em branco com o objetivo de eliminar a interferência e contaminação dos reagentes. O fator é dependente do tipo de amostra. Exemplos: Trigo: 5,70; Leite: 6,38; Gelatina: 5,55; Carne: 6,25.

GORDURA OU EXTRATO ETÉREO

As gorduras são compostos orgânicos energéticos que contêm ácidos graxos essenciais ao organismo e que atuam também como transportadores das vitaminas lipossolúveis. São insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos como éter, clorofórmio e acetona, entre outros. E com esses solventes é feita a extração e a determinação das gorduras nos alimentos.

DETERMINAÇÃO DE GORDURA OU EXTRATO ETÉREO

Procedimento:

- Pesar cerca de 2g de amostra e colocar em papel filtro e após em cartucho de celulose que deve ser devidamente identificado;
- colocar o cartucho em estufa a 105°C por 2 horas e por cerca de 1 hora o copo extrator de gordura. O copo deve ser esfriado em dessecador até atingir temperatura constante, identificado conforme o cartucho e pesado;
- na máquina extratora de gordura deve-se utilizar o solvente N-hexano e proceder com a extração conforme as instruções do equipamento.

O procedimento leva cerca de 3 horas e meia para se completar; após o período de extração deve-se colocar o copo em estufa até que todo o solvente evapore, depois no dessecador para atingir temperatura constante e pesar. Os valores obtidos na pesagem devem ser aplicados na fórmula que dará como resultado a porcentagem de gordura ou extrato etéreo contido na amostra.

Este método é aplicável na determinação de gordura bruta de forragens secas ou mistura de alimentos, mas não é adequado para sementes oleaginosas, rações líquidas ou alimentos que contêm produtos lácteos; Gorduras, óleos, pigmentos e outras substâncias gordurosas solúveis contidas em uma amostra seca serão dissolvidos através da extração com éter, o qual é, então, evaporado desta solução gordurosa.

O resíduo resultante é pesado, sendo chamado de extrato etéreo ou gordura bruta. O éter e as amostras devem estar livres de umidade, para evitar a co-extração de componentes solúveis em água como: carboidratos, uréia, ácido láctico, glicerol e etc. Se eles tiverem presente em grande quantidade, deverão ser eliminados na secagem.

Equipamentos:



Figura 10. (Imagem esquerda): aparelho para extração de gordura tipo Goldfish, unidades com seis extratores, equipado com suporte para cartucho de vidro. (Imagem direita): tubos coletores de éter ou Soxhlet. Fonte: <https://ceunes.ufes.br>.

Materiais:

- Aparelho banho-maria, com temperatura controlada (opcional);
- Balança analítica, com precisão de 0,0001g;
- Béqueres, próprios para extração de gordura, com bordas, numeradas, 50 x 85 mm;
- Cartucho extrator de cerâmica ou celulose, porosidade grossa;
- Dessecador;
- Estufa de secagem por convecção a 105°C;
- Papel-filtro Whatman n°1, 11 cm, ou equivalente

Método a quente: é feito com T°C mais alta, usando um éter de petróleo (ponto de ebulição 40-60°C), extração de 4-16 horas.

Método a frio: usa-se o éter sulfúrico como solvente (ebulição (35°C), é feita em 24 horas.

Secagem da amostra:

- Pesar 1,5 ou 2 gramas de amostra em cartucho extrator ou neste preparado com filtro de papel;
- Amostras que contenham grande quantidade de carboidratos, uréia, glicerol, ácidos lácticos ou componentes solúveis em água exigem modificações;
- Pesar 2 gramas e colocar em filtro n°;
- Lavar com água destilada, embrulhar a amostra em papel filtro em forma de cartucho;
- Colocar em estufa a 100 °C, durante cinco horas;
- Secar os béqueres a 100°C por uma hora;
- Esfriar em dessecador;
- Pesar e registra o peso.

Extração:

- Alinhar os béqueres com extratores e combinar os cartuchos de vidro com os cartuchos extratores com as amostras com béqueres correspondentes;
- Colocar os cartuchos de vidro e os cartuchos extratores escondendo as amostras no suporte de cartuchos de vidro do extrator;
- Adicionar 40 ml de éter de etílico anidro a cada béquer;
- Colocar o béquer na braçadeira de rosca do extrator;
- Posicionar os aquecedores (0,5 cm dos béqueres);
- Ligar os aquecedores e o condensador de água;
- Verificar vazamento do éter (durante ebulição e condensação);
- Extrair por no mínimo 4 horas com aquecedores ajustados a máxima temperatura. (5-6 gotas/segundo);
- Pode ser também por 16hs em baixa T°C, com 2-3 gotas/segundo;
- Após deixar que o éter escoe por mais 30 minutos.

Destilação do éter e pesagem do resíduo de gordura;

- Prender os tubos coletores de éter no suporte e coloque os béqueres na braçadeira com rosca;
- Ligar novamente os aquecedores e o condensador, usando máxima temperatura;
- Destilar até que a camada fina de éter permaneça no fundo do béquer;
- Abaixar a T°C (não entrar ebulição).

Destilação do éter e pesagem do resíduo de gordura:

- Desligue os aquecedores e condensador;
- Remover os béqueres e colocar em capela operacional para terminar de evaporar o éter (banho-maria);
- Após término de a evaporação colocar em estufa 105°C (cuidado explosão);
- Secar por trinta minutos;
- Esfriar em T°C ambiente;
- Pesar e registrar o peso;
- A diferença entre este peso e o peso do béquer corresponde à gordura extraída;
- Os resíduos que ficarem nos cartuchos ou papel (fibra bruta)

$$\% \text{ Gordura} = \frac{P_1 - P_2 \times 100}{P}$$

onde P_1 é o peso do copo + resíduo; P_2 é o peso do copo vazio e P é o peso da amostra em gramas.

FIBRA BRUTA

As fibras alimentares não fornecem nutrientes para o organismo, entretanto são elementos essenciais nas dietas. As fibras, que formam o esqueleto dos vegetais, consistem de celulose de vegetais e outros elementos na alimentação que não conseguimos digerir.

Sob o termo fibra bruta, encontram-se as frações de celulose e lignina insolúvel, sendo desse modo o produto que se obtém após duas hidrólises sucessivas, uma em meio ácido (ácido sulfúrico a 1,25%) e outra em meio alcalino (Hidróxido de sódio a 1,25%).

A fibra bruta é o resíduo orgânico obtido após sucessivas extrações e lavagem com éter, ácido sulfúrico diluído, hidróxido de sódio diluído e álcool.

Importância: Medir o valor nutricional dos alimentos: digestibilidade da fibra bruta é baixa e alimentos com alto teor de fibras brutas, têm baixo valor nutritivo; Análise de Alimentos: detectar adulterações (limites estabelecidos). Qualidade de vegetais: conteúdo de fibra bruta varia com a maturidade.

DETERMINAÇÃO DA FIBRA BRUTA

Os métodos para a determinação das fibras variam muito de acordo com as condições de tratamento empregadas à amostra. Os métodos de análise recuperam de 60 a 80% de celulose e de 4 a 67% de lignina, em relação ao valor real existente na amostra, portanto não é uma medida segura ou específica dos grupos de substâncias existentes na amostra.

Os equipamentos utilizados para a análise são: centrífuga de tubos, estufa (130°C), dessecador, Erlenmeyer, provetas, béquer, funil de Büchner, filtro de linho/algodão, cadinho e mufla.

Procedimento:

A determinação de fibra deve ser realizada sempre em triplicata, usando-se no mínimo dois brancos, a fim de que sejam realizadas nos resíduos de fibra e de branco as determinações de proteína e cinzas. Consiste no tratamento da amostra com solução tampão fosfato na faixa de temperatura entre 95-100°C, a fim de promover a solubilização de carboidratos solúveis.

- Primeiramente a amostra é tratada com a amilase, a fim de promover a gelatinização do amido, seguida da adição da enzima protease para desnaturação das proteínas presentes e finalizando o tratamento com enzima amiloglucosidase para remoção do amido. Com este processo tem-se uma mistura de fibra solúvel na fase aquosa e fibra insolúvel precipitada.
- Faz-se a filtração em cadinho de vidro sintetizado tarado.
- O cadinho é então seco em estufa, pesado e logo depois colocado em mufla para determinação de cinza.

- O filtrado é tratado com solução de álcool etílico a 95%, com a finalidade de precipitar a fibra solúvel. A fibra precipitada é filtrada em cadinho de vidro sintetizado tarado.
- O cadinho é então seco em estufa, pesado e logo depois colocado em mufla para determinação de cinza.
- A porcentagem de fibras é calculada pela equação:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{100 \times \text{fibras (g)}}{\text{Amostra (g)}}$$

CAPÍTULO V

Métodos físicos na análise de alimentos

Os parâmetros físicos, dentre eles, densidade, Brix, pH, atividade de água, cor e textura são fundamentais no controle de qualidade dos alimentos, desde da produção do alimento até o produto final, ou seja, processado, de origem animal ou vegetal.

DENSIDADE

A densidade ou massa específica de uma substância é definida como a razão entre sua massa e o seu volume: $d = \frac{\text{massa (g)}}{\text{volume (mL)}}$.

Segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI), a densidade de sólidos e líquidos, é expressa em quilograma por metro cúbico (kg/m^3), contudo, é comumente utilizada a medida de gramas por centímetro cúbico (g/cm^3) e gramas por mililitro (g/mL). A densidade é uma característica específica de cada substância, tendo um importante papel nas indústrias de alimentos, tais como:

- Determinação da densidade de óleos e leites;
- Determinação de sólidos solúveis de suco de tomate;
- Determinação na maturação de leguminosas como ervilha, milho e feijão;
- Determinação de álcool em bebidas alcoólicas;
- Verificação de adulteração em vinho, sucos, bebidas e outros produtos.

Os métodos geralmente utilizados para determinar a densidade de líquidos são a picnometria e hidrometria.

A picnometria consiste na medida do peso de volume conhecido do líquido em um frasco, volume este que seja calibrado de acordo com o peso da água pura no mesmo frasco. Esses frascos chamam-se picnômetros.

A hidrometria é baseada no princípio de que mesmo corpo desloca pesos iguais de qualquer líquido em que ele flutue. O hidrômetro é o aparelho cilindros ocios de vidro que tem o fundo largo e pesado e uma haste superior estreita.

A determinação de densidade em hidrômetros deve ser corrigida com desvio da temperatura em relação a temperatura padrão da escala e calibrada em unidades de densidade ou em composição centesimal de alguma função relacionada com a densidade. Existem vários tipos de hidrômetros, são eles:

- Alcoômetros: determina a % de álcool por volume, escala graduada de 0 a 100% (°GL – Gay-Lussac).
- Sacarímetros: a escala pode ser em % de açúcar ou °Brix a 20°C.
- Lacto densímetros: são usados na determinação de adulteração do leite com adição de água.
- Salômetros: determina a % de sal em salmoura.
- Oleômetros: determina a densidade de vários tipos de óleos, com escala de densidade entre 0,870 e 0,897.

Os hidrômetros são largamente utilizados para determinar a densidade de líquidos, quando a rapidez é mais importante que a exatidão, embora existam hidrômetros bastante exato e sensível. Algumas precauções devem ser tomadas para reduzir os erros ao mínimo:

- O cilindro não deve encostar-se às paredes do recipiente.
- Hidrômetro deve estar sempre limpo.
- Líquido homogêneo, temperatura constante e sem bolhas ar.
- O hidrômetro deve ser colocado vagarosamente.
- Leitura na escala: tomada em visão horizontal onde a superfície do líquido tocar a escala.
- Medir a temperatura e fazer as devidas correções.

MEDIDAS DE PH

O pH é definido como: $\text{pH} = -\log(H^+)$, ou seja, é inversamente proporcional ao teor de íons H^+ efetivamente dissociados. A escala de pH, varia de 0 a 14, é utilizada para indicar o grau acidez ou alcalinidade de uma solução, em comparação com a água. Desta forma, dizemos que uma solução está ácida quando o pH é menor que 7,0, básica quando o pH é maior que 7,0 e neutra quando o pH é igual a 7,0.

O pHmetro é o equipamento utilizado para medir o pH, é constituído por dois eletrodos conjugados: um indicador e outro de referência. O eletrodo de referência possui um potencial constante e o indicador é aquele que adquire o pH da amostra em comparação com a referência (CHECCHI, 2003).

A medida do pH é importante para as seguintes determinações:

1. Deterioração do alimento com crescimento de microrganismos.
2. Atividade das enzimas.
3. Textura de geleias e gelatinas.
4. Retenção do sabor-odor de produtos de frutas.
5. Estabilidade de corantes artificiais em produtos de frutas.
6. Verificação do estado de maturação de frutas.

7. Escolha da embalagem.

Determinação de pH em diferentes tipos de alimentos:

1. Leitura direta em produtos líquidos como xaropes, sucos, vinhos e bebidas em geral que são claros e não contêm gás.
2. Bebidas com gás carbônico, como refrigerante, devem ser submetidas à agitação mecânica ou a vácuo antes de se tomar a medida de pH, pois o CO_2 pode formar ácido carbônico e abaixar o pH.
3. Bebidas com polpa em suspensão devem ser agitadas para misturar a polpa decantada e medir o pH imediatamente, antes de a polpa se separar novamente, ou utilizar um agitador magnético para conseguir um resultado homogêneo, já que a polpa e o líquido podem ter pHs diferentes.
4. Em produtos sólidos e secos, como farinhas, pão, macarrão e biscoitos, é preparado um extrato com suspensão de 10 g do produto em 100 mL de água, e toma-se o pH do líquido sobrenadante após a decantação.
5. Em bebidas alcoólicas, deve-se tomar cuidado com a uniformidade do álcool no produto.
6. Produtos sólidos, mas com bastante umidade, como queijo fresco, devem ser macerados e homogeneizados, e os eletrodos são enfiados dentro da massa da amostra em pelo menos três lugares diferentes para se tirar uma medida média do pH.

Fontes de erro:

1. Erro alcalino: o eletrodo de vidro é sensível a outros cátions além do hidrogênio, como o Na^+ . O resultado pode ser um pH mais baixo do que o real (erro negativo); porém esse erro é mínimo em pH abaixo de 9. Para um pH acima de 9, existem eletrodos de vidro especiais insensíveis a outros cátions fora o H^+ ;
2. Erro ácido: vai depender da atividade da água. Geralmente a atividade da água é 1, e não teremos problemas. Mas em soluções muito ácidas, a atividade de água é menor do que 1, vai ocorrer um erro positivo. Um tipo de erro semelhante vai ocorrer se a atividade da água é diminuída por uma alta concentração de sal dissolvido ou por adição de um solvente não aquoso, como o etanol de bebidas alcoólicas;
3. Tampão utilizado na calibração do pHmetro mal preparado;
4. O potencial dos eletrodos varia com a temperatura. Nos pHmetros existe um controle para ajuste da temperatura dos tampões e das amostras, ou, então, existe um dispositivo de ajuste automático da temperatura;
5. Desidratação da membrana de vidro tornando-a insensível ao íon H^+ . Por isso é muito importante deixar o eletrodo sempre mergulhado em água destilada.

Cuidados com o eletrodo e com o pHmetro:

1. Manter os eletrodos dentro da água;
2. Manter os eletrodos de calomelano cheio de KCl;
3. Manter os eletrodos ligados, porém sem tensão quando fora da solução
4. Não deixar gordura nos eletrodos. Lavar com solvente orgânico e depois com água destilada.

Metodologia de determinação de pH em alimentos:

1. Ligar o pHmetro e esperar aquecer.
2. Verificar os níveis dos eletrólitos dentro dos eletrodos.
3. Calibrar o pHmetro com soluções tampões 7 e 4 (para soluções ácidas) ou 7 e 10 (para soluções básicas).
4. Acertar as temperaturas.
5. Usar água destilada para lavar o eletrodo, antes de fazer qualquer medida, e secar.
6. Determinar o pH da amostra fazendo a leitura com precisão até 0,01 unidades de pH.

Observação: Soluções-tampão, São soluções de ácidos fracos e seus sais, que não sofrem alterações na concentração hidrogeniônica quando é adicionado ácido ou base.

REFRATOMETRIA

Refratometria ou Índice de Refração: se resume a uma expressão que dá o desvio angular sofrido por um raio de luz ao passar para um meio diferente do qual ele estava percorrendo. Cada meio apresenta um tipo de "resistência" a passagem da radiação. Essa resistência também depende do comprimento de onda da radiação. Essa "resistência" é conhecida como índice de refração (n), na Equação 1, uma grandeza adimensional definida pela expressão: $n = \frac{c}{v}$, onde $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ é a velocidade da luz no vácuo e v é a velocidade da luz num certo meio.

Quando um raio de radiação eletromagnética atinge uma superfície plana num determinado ângulo, o raio pode ser dirigido para cima (refletido) ou para baixo (refratado), como na figura abaixo. Onde i é o ângulo de incidência e r é o ângulo de refração, conforme mostrado.

A magnitude da refração é uma característica de cada substância e é chamada índice de refração

$$n_D = \frac{\text{sen}(i)}{\text{sen}(r)}$$

O índice de refração é dado pela linha D da luz de sódio monocromática a 589 nm a uma determinada temperatura em geral (20° C). O índice de refração é utilizado tanto para análises qualitativas,

como determinação do índice de refração de óleos e gorduras como critério de qualidade e identidade, quanto quantitativas, para determinação de concentração de soluções de açúcar.

O refratômetro é o aparelho utilizado para medir a quantidade de sólidos solúveis (açúcares, e ácidos orgânicos), principalmente em frutas e produtos de frutas, mas também pode ser utilizado em ovos, cerveja, vinagre, leite e produtos lácteos. Cobre um intervalo de índices de refração que varia de 1,3 a 1,7 com precisão de $\pm 0,0003$ unidades. É utilizado com leitura necessitando apenas de 1 ou 2 gotas de amostra. Na figura abaixo estão alguns modelos de refratômetros (CHECCHI, 2003).

Existem duas escalas disponíveis no refratômetro: índice de refração e Brix. Brix (símbolo °Bx) é uma escala numérica que mede a quantidade de sólidos solúveis em uma solução de sacarose. A escala Brix é utilizada na indústria de alimentos para medir a quantidade aproximada de açúcares em sucos de fruta, vinhos e na indústria de açúcar. A escala de brix, criada por Adolf F. Brix (1798 - 1870), foi derivada originalmente da escala de Balling, recalculando a temperatura de referência de 15,5 °C.

Antes de qualquer leitura, o refratômetro deve ser calibrado com água destilada que tem índice de refração de 1,3330 e 0° Brix a temperatura de 20° C caso a leitura não seja tomada a esta temperatura faz necessário uma correção de temperaturas em tabelas, pois a escala foi calibrada para leituras a 20° C, e o índice de refração varia com a temperatura.

Em amostras líquidas a leitura é direta, no caso de amostras pastosas, como suco de fruta concentrado, é necessário fazer uma filtração, pois as partículas sólidas prejudicam a nitidez da leitura.

ATIVIDADE DE ÁGUA

A quantidade de água presente em um alimento pode se encontrar na forma de água ligada e não-ligada. A relação entre o teor de água não-ligada ou disponível é denominada de atividade de água. Esse teor é designado como a_w ou a_a e é definido em termos de equilíbrio termodinâmico. É um número adimensional, resultado da pressão de vapor de água do produto pela pressão de vapor da água pura, à mesma temperatura. Varia numericamente de 0 a 1 e é proporcional à umidade relativa de equilíbrio.

A quantificação do teor de água em produtos alimentícios é extremamente importante na sua preservação. A água numa matriz alimentícia pode exercer diversas funções, dependendo de sua disponibilidade e de outros componentes do alimento.

TRANSFORMAÇÕES NOS ALIMENTOS

A a_w tem muita influência nas reações de transformações de alimentos, que podem ser microbiológicas, físicas e químicas.

- Reações químicas: a a_w afeta de maneira bem definida as velocidades das principais reações químicas de transformação dos alimentos;

- Reações físicas: uma série de transformações física ocorre nos alimentos em função da aw, como a cristalização em geléias e doces de frutas; a recristalização de açúcares em balas vítreas e lactose em leite em pó; a redução do escoamento livre de pós secos; a perda de crocância em cereais desidratados; a aglomeração e empedramento de açúcar e pós secos; a adesão à embalagem de balas, caramelos e chicletes; etc.
- Reações microbiológicas: o comportamento de micro-organismos frente à aw é variável, dependendo da espécie, cepa microbiana, substrato, entre outros. No entanto, pode-se afirmar que as bactérias são usualmente mais exigentes quanto à disponibilidade de água livre, seguida dos bolores e leveduras. Os alimentos de baixa aw ($< 0,60$) são micro biologicamente estáveis.

MÉTODOS PARA A DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA

Há uma grande diversidade de métodos para se medir a aw, que vai desde procedimentos simples (laboratoriais) no qual o produto alcança o equilíbrio em uma atmosfera de umidade relativa conhecida, até o uso equipamento conhecido como analisador da atividade de água de respostas rápidas, apresentado na Figura 5.6, abaixo.



Figura 5.6. Equipamento de análise de atividade da água. Fonte: Araújo (2004).

COR

A cor é um parâmetro físico importante na análise dos alimentos. Na indústria de alimentos, a análise de cor é essencial na avaliação e determinação do efeito do ingrediente na cor do produto, na determinação na mudança da cor em decorrência do armazenamento e processamento, para assegurar a consistência da cor do ingrediente para finalidade de controle de qualidade e ainda para determinar a conformidade à especificação final da qualidade do produto.

Para isso as indústrias, utilizam a avaliação visual da cor que tem diversas limitações. As cores que se enquadram em padrão visuais, dentro do espectro visível, são frequentemente difíceis de padronizações

em um ou outro indivíduo. Então usar um instrumento para medir a cor, é um método mais objetivo e eficaz.

Na indústria de alimentos, as duas principais técnicas de medição de cor utilizadas são: colorimetria e espectrofotometria. A colorimetria é uma técnica que quantifica a cor medindo os três componentes primários da luz vista pelo olho humano, especificamente, vermelho, verde e azul (também conhecido como “RGB” – red, green e blue).

A espectrofotometria é uma técnica mais precisa e exata para medição, controle de qualidade e formulação de cores em produtos alimentícios. O instrumento de espectrofotometria mede a luz refletida ou transmitida de um objeto em todos os comprimentos de onda do espectro visível ao olho humano entre 400nm e 700 nm (nanômetros), permitindo a especificação precisa de qualquer cor. Os espectrofotômetros oferecem maior especificidade, sendo os instrumentos ideais para formulação de cor, especificações de normas e tolerâncias, comunicação inter-laboratorial e controle de qualidade no processamento de produtos alimentícios. Eles contribuem para especificação de cor do produto final, por exemplo geleias, conservas, bebidas e outros alimentos em pesquisa de desenvolvimento de novos produtos.

A cor, quando correlacionada os dados laboratoriais de qualidade, torna-se um importante parâmetro de avaliação física fornecendo diversas informações que vão do apelo visual, shelf-life (vida útil do produto), deterioração ou risco de contaminação.

TEXTURA

A textura é considerada uma característica importante na qualidade de muitos produtos alimentícios. É uma característica sensorial que mais afeta a aceitação do alimento pelo consumidor. A textura do alimento envolve maciez, coesividade, elasticidade, suculência, adesividade, viscosidade e consistência. Os métodos instrumentais de textura avaliam propriedades mecânicas a partir de forças deformantes aplicadas sobre os alimentos, tais como compressão, cisalhamento, corte e tensão. Os texturômetros universais (Figura 5.8) são instrumentos que permitem análises de diferentes características de textura em diversos materiais. A Análise de Perfil de Textura (TPA) instrumental se baseia nos parâmetros de dureza, coesividade, elasticidade, mastigabilidade, gomosidade e resistência, obtidos da análise da curva representativa do produto. Esta análise reflete a mastigação do alimento, com aplicações sucessivas da força, simulando a ação da compressão e corte dos dentes.

O princípio mais empregado nas medições instrumentais de textura é o de levar uma sonda ao contato com a amostra. A amostra é deformada e a extensão da deformação é anotada e usada como um índice de textura do alimento. Esta medida envolve a mensuração de propriedades físicas definidas de amostras de alimento.

Alguns testes aplicados para a determinação de parâmetros de textura são teste de perfuração ou penetração (usada como índice de dureza ou firmeza do alimento), teste de compressão (indicador de textura) e teste de corte (representa fibrosidade ou consistência da amostra). Com estes dados pode-se desenvolver habilidades tecnológicas para recriar texturas naturais em alimentos elaborados. Para alimentos sólidos, são mais comumente aplicados testes de penetração.

CAPÍTULO VI

Análise físico-química de alguns alimentos

MEL

Conforme a Legislação GMC - resolução 15/94; “Entende-se por mel o produto alimentício produzidos pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores, das secreções procedentes das partes vivas das plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam amadurecer nos favos da colméia”.

O mel de abelhas contém ácidos orgânicos provenientes do néctar que serve para transformá-lo. Entre estes, encontram-se o fórmico, o acético, o málico e o succínico. As regulamentações vigentes dispõem que, em nenhum caso, podem conter restos de insetos ou seus ovos.

USO INDUSTRIAL DO MEL

Além do consumo direto habitual como alimento doméstico, o mel é utilizado nos produtos de confeitaria. Os sorvetes, os caramelos moles, as coberturas de tortas são beneficiados por sua natureza, em síntese, ou seja, como um xarope de açúcar invertido. Como tal, cabe-lhe um papel importante na elaboração em grande escala de alimentos ricos em sacarose e especialmente em lactose ou suas misturas.

Seu caráter higroscópico faz com que produtos de confeitaria durem mais tempo com as características próprias dos recém-elaborados.

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL

Quando a amostra do mel for fluída, basta homogeneizá-lo bem com auxílio de um bastão de vidro. Apresentando-se semicristalizado ou cristalizado, separar uma alíquota para as determinações das provas enzimáticas. A outra porção deve ser liquefeita em banho-maria sob agitação constante, sem deixar a temperatura ultrapassar a 60^o C. Esfriar rapidamente.

Para determinação de o pH pesar cerca de 10 g de mel e diluir com cerca de 75 ml de água deionizada ou destilada, homogeneizar e medir o ph com auxílio de um peagômetro devidamente aferido com solução tampão ph 4,0 e 6,86 e ou 7,0. Observação: pH do mel, valores médios: 3,3 e 4,6.

Para determinação da acidez no mel pesa-se 10 ml do mel e diluir com 75 ml de água deionizada, ou partindo do sistema montado para a determinação do pH, titular no mesmo sistema sob agitação com solução de N_aOH 0,1 N padronizada até pH 8,3 com auxílio de uma bureta adicionando gota a gota,

aguardando a estabilização da leitura, a velocidade de adição da solução de NaOH é relevante para obtenção de resultados eficientes.

DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ DO MEL

Cálculo:

- $Acidez\ mEq/kg = \frac{V \times f \times 10}{M}$.

onde V é o número de mililitros da solução de hidróxido de sódio 0,1 gasto na titulação; f é o fator da solução de hidróxido de sódio e M é a massa da amostra em gramas utilizada na reação.

GORDURAS ALIMENTÍCIAS

As gorduras constituem parte importante da alimentação humana, proporcionando 35 a 40% do valor calórico total da alimentação.

Os lipídeos em geral transportam algumas vitaminas, como a A, D, E k, chamadas lipossolúveis e provitaminas, como os carotenos, ácidos linoléicos e ácidos linolênicos, que são considerados essenciais para o ser humano.

As gorduras dão sabor agradável aos alimentos por sua capacidade de reter aromas, como ocorre com o das diversas especiarias, possibilitando receitas culinárias muito apreciadas.

As análises físico-químicas usuais incluem as determinações de acidez, índice de refração absoluto a 40° C e/ou 25° C, índice de iodo, índice de peróxidos, índice de saponificação, identificando os lipídios constituintes, seguindo as técnicas usadas em óleos e gorduras.

Para preparação da amostra de gordura deve-se transferir para um béquer de 50 a 80g da amostra e aquecer até a fusão em estufa de 40 a 45° C. Decantar a camada gordurosa e filtrar para um béquer seco. Reservar o filtrado (fase gordurosa) para a determinação das constantes físicas e químicas dos lipídios, acidez, prova de rancidez. Conservar em geladeira.

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ACIDEZ

O índice de acidez revela o estado de conservação do óleo. A decomposição dos glicerídeos é acelerada pelo aquecimento e pela luz, e a rancidez é quase sempre acompanhada pela formação de ácido graxo livre. A acidez livre de uma gordura decorre da hidrólise parcial dos glicerídeos, por isso não é uma constante ou característica, mas é uma variável intimamente relacionada com a natureza e a qualidade da matéria-prima, com a qualidade e o grau de pureza da gordura, com o processamento e, principalmente, com as condições de conservação da gordura.

O procedimento para determinação do índice de acidez é pesar em erlenmeyer de 125 ml, 2g da amostra e adicionar 25 ml da solução neutra de éter-álcool. Agitar. Adicionar 2 gotas de indicador de fenolftaleína e titular com solução de NaOH 0,1 n ou 0,01 N até obter coloração rósea.

Cálculo:

- Índice de acidez = $\frac{V \times f \times 5,61}{P}$,
- Número de mililitro de solução normal % $v/m = \frac{V \times f \times 10}{P}$,
- Ácido oléico % $m/m = \frac{V \times f \times 100 \times 0,0282}{P}$,

onde V é o número de mililitro de solução de NaOH 0,1 N gasto na titulação; f é o fator de correção da solução de NaOH 0,1 N; P é a massa em gramas da amostra; 5,61 equivalente em grama do KOH (solução 0,1 N) e 0,0282 equivalente em grama do ácido oleico.

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE IODO

O índice de iodo proporciona uma medida do grau de insaturação das gorduras extraídas com éter. Por essa razão, quanto maior a insaturação de um ácido graxo, maior será a sua capacidade de absorção de iodo e, conseqüentemente, maior será o índice.

O procedimento para determinar o índice de iodo é: pesar entre 0,1 a 0,5 g da amostra, em um frasco erlenmeyer de 500 ml, adicionarmos 10 ml de ciclo- hexano. Conduzir, paralelamente, um ensaio em branco (sem amostra). Adicionar com auxílio de uma pipeta, 25 ml de solução de Wijs. Agitar, por rotação, cuidadosamente. Deixar em repouso por 30 minutos, ao abrigo da luz e a temperatura de 25° C, aproximadamente. Adicionar 10 ml da solução de iodeto de potássio a 15%, agitar por rotação 100 ml de água recentemente fervida e fria. Titular com tiosulfato de sódio 0,1 N, adicionando-o lentamente e, com agitação constante, até uma fraca coloração amarela. Adicionar então 1 a 2 ml da solução de amido e continuar a titulação até que a cor azul desapareça (ficar branco). Colocar a rolha no frasco e agitar fortemente, nesta titulação final.

Cálculo:

- Índice de iodo = $\frac{(B - A) \times f \times 1,27}{P}$,

onde A é o número de mililitro de solução de tiosulfato de sódio 0,1 N gasto na titulação; B é o número de mililitro de solução de tiosulfato de sódio 0,1 n gasto na titulação do branco; f é o fator da solução de tiosulfato de sódio 0,1 N; P é a massa em grama da amostra; 127 é igual PM do iodo.

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE PERÓXIDOS

O índice de peróxido é um indicador do grau de oxidação do óleo ou da gordura. Indicador sensível no estágio inicial da oxidação, sua presença é indício de que a deterioração do sabor e do odor está por acontecer.

O método determina em moles por 1.000 g de amostra todas as substâncias que oxidam o iodeto de potássio. Estas substâncias são consideradas como sendo peróxidos ou produtos similares provenientes da oxidação de gorduras.

Procedimento: pesar 0,5 g da amostra num erlenmeyer de 250 ml com tampa esmerilhada. Conduzir, paralelamente, um ensaio em branco (sem amostra). Adicionar 30 ml de uma mistura de ácido acético + clorofórmio (3:2) e agitar até a dissolução da amostra. Adicionar exatamente 0,5 ml de solução saturada de iodeto de potássio e aguardar por um minuto ao abrigo da luz, com agitação ocasional. Adicionar 30 ml de água deionizada (recentemente fervida e fria) e titular com solução de tiosulfato de sódio 0,01 N, até obter coloração levemente alaranjada. Adicionar 0,5 ml de solução aquosa de amido a 1% e continuar a titulação até o desaparecimento da cor azul (para branco).

Cálculo:

- $$mEq/1.000g \text{ de amostra} = \frac{(A - B) \times N \times f \times 100}{P},$$

onde *A* é o volume em mililitro da solução Na₂SO₂O₃ gasta para a amostra; *B* é o volume em mililitro da solução Na₂SO₂O₃ gasta para o branco; *N* é a normalidade da solução Na₂SO₂O₃; *P* é a massa em grama da amostra e *f* é o fator de correção da solução de tiosulfato de sódio 0,01 N.

ÍNDICE DE SAPONIFICAÇÃO

É definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para neutralizar os ácidos graxos resultantes da hidrólise de uma grama da amostra. É inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos dos glicerídeos presentes.

Quanto menor o peso molecular do ácido graxo, tanto maior será o índice de saponificação; grosseiramente para as gorduras vegetais, quanto mais alto for o índice de saponificação mais se prestam para fins alimentares.

Procedimento: pesar 2 g da amostra em um frasco erlenmeyer de 250 ml ou tubo de digestão. Adicionar com auxílio de uma pipeta, 20 ml da solução alcoólica de hidróxido de potássio a 4%. Aquecer a ebulição branda em sistema de refluxo, durante 30 minutos. Resfriar um pouco e adicionar 2 gotas de fenolftaleína. Titular com ácido clorídrico a 0,5 N até a coloração roxa desaparecer.

Para preparação de o branco transferir, com o auxílio de uma pipeta, 20 ml ou tubo de digestão e proceder como para a amostra.

Cálculo:

- Índice de saponificação de Koesttstorfer = $\frac{(V' - V'') \times f \times 28}{P}$,

onde V' – V'' = diferença entre os ml de HCL 0,5N gasto nas titulações da amostra e branco; F = fator da solução HCL; P = massa em grama da amostra.

CEREAIS

Entende-se por cereais as sementes ou os grãos comestíveis das gramíneas de cultivo, como arroz, aveia, cevada, centeio, milho, milheto, trigo e sorgo.

Tabela 6.1. Composição físico-química de alguns cereais. Fonte: MORRETTTO et al. (2008).

Grãos	Nitrogênio proteico (%)	Lipídios (%)	Fibras (%)	Cinzas (%)
Milho	9,2	3,9	1,6	1,3
Aveia	12,1	5,1	11,0	3,4
Trigo	8,0	1,5	2,0	1,5
Arroz	8,9	2,0	2,0	1,1

FARINHA DE TRIGO

Entende-se por farinha de trigo o produto obtido a partir da espécie *Triticum vulgare* ou de outras espécies do gênero *Tricum* reconhecidas através do processo de moagem do grão de trigo beneficiado.

USO INDUSTRIAL DA FARINHA DE TRIGO

Farinha de trigo integral: obtida a partir do cereal limpo e com teor máximo de cinzas de 2,5% na base seca, devendo obedecer aos requisitos específicos para cada segmento de aplicação.

Farinha de trigo comum: obtida a partir do cereal limpo, desgerminado e com teor máximo de cinzas de 1,35% na base seca, devendo obedecer aos requisitos específicos para cada segmento de aplicação. Deverá passar 98% do produto através de peneira, com abertura de malha de 250 mm.

Sêmola/semolina de trigo: farinha de trigo especial ou de primeira, conforme estabelecido em legislação específica.

Sêmola/semolina de trigo durum: produto obtido de *triticum durum*, conforme estabelecido em legislação específica.

Tabela 6.2. Características físico-químicas das farinhas de trigo. Fonte: Código Sanitário, Decreto-lei nº 10.083, de 23 setembro de 1998. Portaria nº 132, de 19 de fevereiro de 1999, agência Nacional de Vigilância Sanitário-ANVISA, Ministério da Saúde - MS.

Tipo de farinha	Umidade e substâncias voláteis a 105° C	Proteína (N x 0,75) g/100g	Acidez graxa acidez g
Farinha de trigo durum	-	11,0%	50%
Farinha de trigo especial	14,0	6,0%	2,0%
Farinha de trigo comum	14,0	8,0%	3,0%
Farinha de trigo integral	14,0	11,5%	100%
Sêmola	14,0	10,5%	2,0%

CAPÍTULO VII

Análises físico-químicas de bebidas estimulantes

CONCEITO

Bebidas estimulantes ou energéticas são produtos alimentícios que apresentam em sua composição química, a cafeína, (ou componentes similares) que age diretamente no sistema nervoso central. A cafeína é um derivado metilado de bases purínicas estruturalmente identificada como 1,3,7-trimetilxantina, é considerada como a substância psicoativa mais consumida em todo o mundo, por pessoas de todas as idades, independentemente do sexo e da localização geográfica. Esse alcaloide está presente na natureza em mais de 63 espécies de plantas, entre elas, folhas de chá e mate, grãos de café, cacau, sementes de guaraná e cola. Além disso, pode ser adicionada a bebidas energéticas, refrigerantes e em uma variedade de medicamentos.

CAFÉ

O café pertence à família *Rubiácea* e gênero *Coffea*. Dentre as diversas espécies existentes, as principais do ponto de vista agro econômico, são a *Coffea arabica* (café arábica) e a *Coffeacaneophora* (café robusta). O café arábico origina sabor suave, aromático, para ser bebido puro sem nenhum “blend” (mistura de grãos), é uma planta mais delicada, que se desenvolve em altas altitudes, apresentando grãos de coloração esverdeada. O café robusta é mais resistente a pragas e a fatores climáticos, apresenta raiz mais profunda e árvores mais vigorosas. Tem um sabor mais adstringente e amargo, não origina um café com a mesma qualidade do arábica. Apresenta acidez mais baixa e, maior teor de sólidos solúveis, por isso, utilizado bastante nos cafés solúveis. Seu teor de cafeína é maior do que nos arábicos.

CLASSIFICAÇÃO OFICIAL BRASILEIRA DO CAFÉ CRU

Para melhor entendimento acerca valorização do café é importante o produtor conhecer os critérios de classificação do grão de café cru. De acordo com a Legislação vigente, o café cru é enquadrado em categoria, subcategoria, grupo, subgrupo, classe e tipo. BRASIL (2003).

- I. Categoria: classificado de acordo com a espécie: *Coffea arabica* e *Coffeacaneophora*.
- II. Subcategoria: classifica o formato dos grãos (chato ou moca) e a granulometria por meio de separação por peneiras.
- III. Grupo: considera a bebida (café arábica ou robusta).

- IV. Subgrupo: é composto pelo tipo de bebida.
- a. Café arábica: Bebidas Finas: estritamente mole, mole, apenas mole e dura. Bebidas fenicadas: rio, riada e rio Zona.
 - b. Café Robusta: excelente, boa, regular, anormal.
 - i. Classe: é determinada de acordo com a cor do grão (verde azulado, verde cana, verde, amarelada, marrom, chumbado, esbranquiçada e discrepante.
 - ii. Tipo: classifica de acordo com a presença de defeitos e matérias estranhas.

DEFEITOS DO CAFÉ

Os defeitos comprometem a cor, o aspecto, a torração e a qualidade da bebida alterando principalmente seu sabor e aroma. Podem ser de natureza intrínseca ou extrínseca.

Os defeitos de natureza intrínseca aparecem devido aos processos inadequados durante a condução da lavoura, na colheita e pós-colheita. São conhecidos como grãos verdes, pretos, ardidos, chochos, mal granados, conchas, quebrados, brocados e preto-verdes.

Os defeitos de natureza extrínseca correspondem aos elementos estranhos ou materiais diferentes dos grãos de café. São o café em coco, o marinheiro (café com pergaminho), as cascas, os paus e as pedras, esses três últimos também conhecidos como impurezas.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO GRÃO DE CAFÉ

Os compostos químicos encontrados nos grãos de café, conferem ao café sabor e aromas peculiares. Esses compostos são precursores de sabor e aroma que se encontram principalmente no endosperma e dependem da espécie e variedade em questão, e de outros fatores como região de origem, práticas agrícolas, grau de maturação do fruto de café, processamento e condições de estocagem. No processo de torração, ocorrem consideráveis mudanças químicas, como geração de novos componentes químicos, ou conversão dos componentes em outros, esse processo responsável pelo aroma e o sabor final da bebida. Os principais constituintes que compõem o café estão representados na tabela a seguir.

Tabela 7.1. Composição química do grão de café. Fonte: Hoffmann (2001).

Constituintes do grão	Teor presente no grão (%)
Lipídeos	13 a 20

Água	8 a 11
Proteínas	6 a 12
Ácidos cloro gênicos	6 a 9
Cafeína	1 a 2,5
Açúcares	7 a 30
Minerais	3 a 4
Celulose	15 a 20

PROCESSAMENTO DO CAFÉ

O processamento de café consiste primeiramente numa preparação do grão o qual se dá por dois processos distintos: *Processo a seco*: a secagem do grão é feita ao sol, para separação do pericarpo que cobre a semente. A Figura 1 mostra o processo de secagem ao sol.

Processo úmido: através de água corrente, separa-se a maior parte carnosa do fruto. As partículas do pericarpo ainda aderidas ao grão sofre uma fermentação, de um a dois dias, por ação de microrganismos. Posteriormente o grão é submetido novamente à ação de água corrente; para retirar o restante de pericarpo, e seca-se o grão.

Encerrado o processo de secagem o produto pode ser encaminhado ao armazenamento, devendo estar com a umidade entre 10 e 12%, ou ser submetido ao beneficiamento preparatório, à torrefação, para ser comercializado. A torrefação é a transformação do grão verde em grão torrado, para a confecção da bebida, conforme a Figura 3. O processo torrefação ocorre em tambores giratórios fechados, de 200 a 240° C, em presença de um fluxo de ar quente, seguido de rápido esfriamento, para evitar a carbonização.

Após a torrefação o grão torrado passa por um período de repouso para que aconteça um equilíbrio da umidade interna do grão. Em seguida, pelo processo de moagem onde são triturados até se transformarem em pó fino, o café propriamente dito. A moagem é feita em moinhos apropriados, observando-se a granulagem correta. O processo de moagem prepara o café para uma filtragem mais rápida e uma extração melhor do aroma e sabor da bebida. O café depois de moído é embalado a vácuo e colocado em embalagens cartonadas, a fim de manter o bom sabor e o aroma do café torrado e moído.

OUTROS TIPOS DE CAFÉ

- **Café solúvel:** Na produção do café solúvel usa-se o café robusta, pois este reserva características próprias e diferenciadas, como sabor, acidez e maior quantidade de sólidos solúveis. No processo de produção do café solúvel os grãos torrados são moídos e submetidos à extração sob pressão em temperaturas de 140-160°C, promovendo um enriquecimento de sólidos solúveis em relação à matéria-prima. O extrato é então desidratado em vaporizadores ou liofilizadores originando o café solúvel em pó ou granulado. As embalagens de produto final do café solúvel em pó, aglomerado e liofilizado podem ser de vidros, latas e saches.

- **Café descafeinado:** para ser chamado de descafeinado, o café tem que ter mais de 97% de sua cafeína retirada, sendo esta cafeína extraída dos grãos verdes do café antes de serem torrados.
- **Café aromatizado:** contém aromatizante como: amêndoa, chocolate com trufas, creme irlandês, menta, canela, damasco, entre outros (CONSELHO NACIONAL DO CAFÉ, 2008).
- **Café gourmet:** Produzido com 100% de grãos da espécie *C. arábica*. Geralmente produz uma bebida mais doce, muitas vezes dispensando o uso de açúcar. São encontrados em embalagens valvuladas, com mecanismo interno que impede a saída dos gases do café e a entrada de ar. A torra varia de moderadamente clara a moderadamente escura.
- **Café orgânico:** O café orgânico é um produto diferenciado, de maior valor agregado, cujo mercado tem crescido e se fortalecido ao longo dos anos, sendo produzido em lavouras sem o uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos.

QUALIDADE DA BEBIDA CAFÉ

A qualidade da bebida café, a qual é caracterizada por seu sabor e aroma, é influenciada por diversos fatores pré e pós-colheita que garantem a expressão final da qualidade do produto. Dentre os fatores pré-colheita são destacados a espécie e variedades de café, o local de cultivo, a maturação dos grãos, a incidência de microrganismos e o efeito de adubações. Em relação aos fatores pós-colheita destacam-se as fermentações enzimáticas e microbianas, os processos de armazenamento do café beneficiado, as misturas “*blending*” e a torração dos grãos.

TÉCNICAS DE ANÁLISE DA QUALIDADE DO CAFÉ

- **Prova de xícara:** é um método desenvolvido por uma equipe treinada, onde distinguem diferentes padrões de bebidas. Esta prova é um trabalho complexo, que exige conhecimento, grande prática e educação do paladar para uma maior distinção das amostras. Na prova de xícara pode-se detectar até sete tipos de bebidas diferentes, do estritamente mole ao rio zona, destacando-se também alguns atributos como doçura, acidez, amargor, corpo e aroma. São, ainda, apreciados na degustação possíveis gostos estranhos, tais como os de terra, mofo, azedo, chuvado, avinagrado, fermentado e enfumaçado.
- **Análises físico-químicas:** visando melhorar a qualidade do café torrado e moído foi criada Portaria n 377, de 26 de abril de 1999. Estabelece normas para fixar a identidade e as características mínimas de qualidade do café torrado em grão e café torrado e moído. Os parâmetros físico-químico avaliados e o limite recomendado estão descritos na Tabela abaixo:

Tabela 7.2. Parâmetros físico-químico qualidade do café torrado e moído. Fonte: Brasil, 1999.

Parâmetros físico-químico	Limite recomendado
Umidade, em g/100g	Máximo 5,0%
Resíduo Mineral Fixo, em g/100g	Máximo 5,0%
Resíduo Mineral Fixo, insolúvel em ácido clorídrico a 10% v/v, em g/100g	Máximo 1,0%
Cafeína, em g/100g	Mínimo 0,7%
Cafeína para o produto descafeinado, em g/100g	Máximo 0,1%
Extrato Aquoso, em g/100g	Mínimo 25,0%
Extrato Aquoso para o produto descafeinado, em g/100g	Mínimo 20,0%
Extrato Etéreo, em g/100g	Mínimo 8,0%

Além, das análises de caracterização mínima de identidade de qualidade do café, exigida pela legislação vigente outras análises físico-química são extremamente importantes para caracterizar a qualidade do café. Como por exemplo:

- **Condutividade elétrica e a lixiviação de íons de potássio:** São parâmetros indicativos da qualidade do café os quais mostram uma estreita relação com a integridade da parede celular dos grãos (PIMENTA, 2003).
- A medida da condutividade elétrica é influenciada pelo íon de potássio, presente na membrana do grão de café, quando lixiviado. Portanto, quanto maior a injúria sofrida pelo grão, maior quantidade de íons de potássio transloucada para o meio líquido, indicando, assim, alterações nas membranas celulares com uma maior perda de potássio pelas células lesionadas.
- **Açúcares:** Os açúcares presentes nos grãos crus de café são precursores de vários compostos voláteis e não-voláteis dos grãos torrados. Dentre estes açúcares, predominam os não-redutores (representados basicamente pela sacarose) e os redutores (glicose e frutose).
- **Acidez:** A acidez em grãos de café pode auxiliar na prova de xícara sendo um considerado um bom parâmetro de qualidade do produto. O teor de acidez pode variar de acordo com à fermentações ocorrida nos grãos e também com os diferentes estádios de maturação dos mesmos, servindo como suporte para auxiliar na avaliação da qualidade de bebida do café.
- **Sólidos solúveis:** O teor sólido solúvel avalia a concentração de sólidos presente na amostra de café. Sendo desejável, tanto do ponto de vista do rendimento industrial como pela sua contribuição em assegurar o corpo da bebida, propiciando a obtenção de bebida de boa qualidade.
- **pH:** O pH do café tem está relacionado com a acidez, sendo então um indicativo alterações nos frutos de café, como as fermentações indesejáveis que ocorrem durante as fases de pré ou pós-

colheita, originando defeitos e, conseqüentemente, redução de pH e deterioração da qualidade da bebida.

- **Compostos fenólicos:** Os principais compostos fenólicos presentes no grão café são os ácidos clorogênicos e cafeico, esses compostos contribuem de maneira altamente significativa para o sabor e aroma do produto final sendo responsável pela adstringência da bebida do café, indícios apontam que esses compostos são encontrados em maior concentração em bebidas de café de baixa qualidade.
- **Atividade enzimática da polifenoloxidase:** A enzima polifenoloxidase presente no café em contato com substratos fenólicos, mediante manejo inadequado dos grãos, pode proporcionar alterações indesejáveis e prejudicar a qualidade de bebida do café. Os cafés de melhor qualidade apresentam uma maior atividade da polifenoloxidase em relação aos cafés de qualidade inferior.

CHÁ

O chá é um produto constituído de partes vegetais inteiras, fragmentadas ou moídas, obtido por processo tecnológico apropriada a cada espécie, utilizado exclusivamente no preparo de bebida alimentícia por infusão ou decocção em água potável, não podendo ter finalidade farmacoterapêutica. Originário da China, o chá é cultivado e consumido pelas suas características de aroma e sabor e pelas propriedades medicinais. A espécie vegetal *Camelliasinensis* é um arbusto ou árvore de pequeno porte da família *Theaceae*, de origem asiática, bem adaptada e cultivada no Brasil. Os principais tipos de chás provenientes dessa espécie são distinguíveis pelo seu processamento, sendo eles o chá verde, chá branco, chá preto, conforme pode ser observado na Figura 7.3.1.

TIPOS DE CHÁ

Mais de 300 tipos de chá são produzidos a partir das folhas da *Camelliasinensis* através de diferentes processos de fabricação. O chá pode ser dividido em seis categorias básicas: branco, amarelo, verde, oolong, preto e puerh. Dentre eles, os três principais tipos são diferenciados de acordo com o grau de fermentação e oxidação das folhas: verde (não fermentado), oolong (semifermentado) e preto (fermentado).

- **Chá verde:** não é fermentado, preparado a partir das folhas jovens, que são colhidas antes de estarem completamente desenvolvidas. As folhas são expostas a vapor d'água e depois a altas temperaturas com a finalidade de inativar as enzimas e parar a oxidação. A eliminação de enzimas, a secagem.
- **Chá branco:** é preparado a partir de folhas jovens retiradas antes que as flores desabrochem (novos botões que cresceram) e que não sofreram efeitos de oxidação; os

botões foliares podem estar protegidos da luz do sol para prevenir a formação de clorofila. A maioria dos chás brancos é produzida na província de Fujian, China.

- **Chá oolong:** também conhecido como chá vermelho, é submetido a um processo de fermentação mediana (intermediária entre o chá verde e o preto). A primeira etapa de preparação do chá oolong é a eliminação das enzimas. Em seguida, as folhas são misturadas e permanecem secando por um tempo determinado. Posteriormente, ocorrem as etapas de fermentação, em que o chá vermelho irá adquirir a sua coloração característica e a secagem final.
- **Chá preto:** é totalmente fermentado, as principais etapas para a sua preparação consistem na desidratação das folhas e caules frescos, mistura das folhas e caules já secos, fermentação (o sabor e a coloração específicos do chá preto são acentuados nessa etapa) e secagem através de evaporação de toda a água presente nas folhas e caules. Quando comparado aos demais chás provenientes da árvore de *Camelliasinensis* (L.) Kuntze, o chá preto apresenta um sabor mais forte e acentuado, o que ocorre devido ao processo de fermentação.

As diferentes etapas de processamento de alguns tipos de chá estão descritas na Figura 7.3.2.

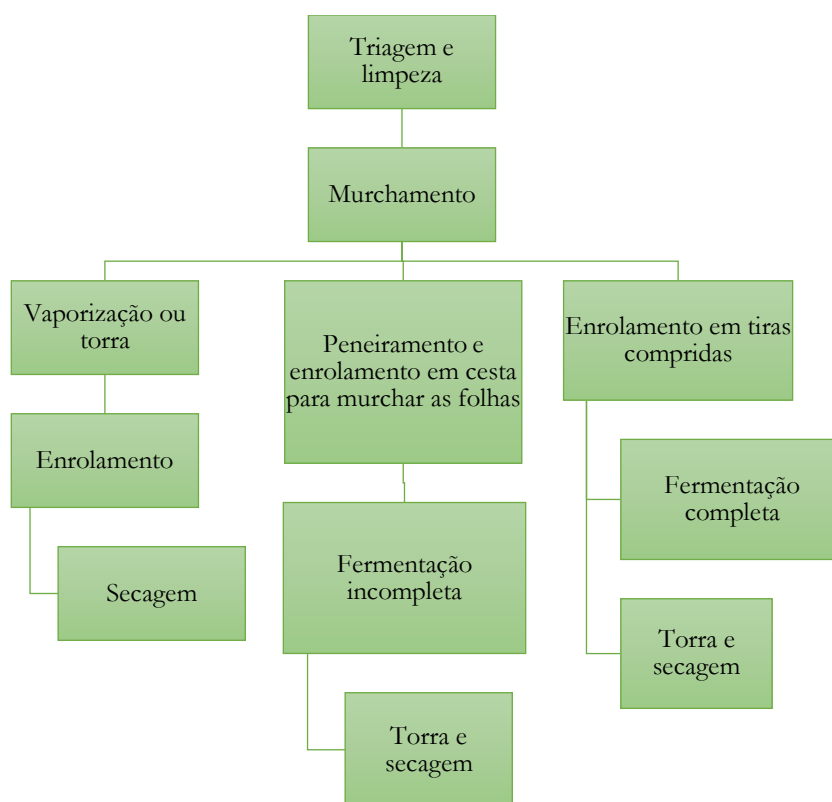


Figura 7.3.3. Fluxograma I. Fonte: Os autores.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CHÁ

Os maiores constituintes químicos das folhas de chá são carboidratos celulósicos, proteínas e lipídios. Uma vez que são insolúveis, esses constituintes não se tornam parte da bebida de chá; apenas componentes de baixo peso molecular, tais como polifenóis, cafeína, teobromina, vitamina C, metais e íons fluoreto passam à infusão. Toda cafeína do chá se encontra combinada a polifenóis e taninos, insolúveis nos ácidos diluídos e somente solúveis nos álcalis, de modo que, ao ingerir a infusão de chá, a cafeína não será absorvida no estômago, mas sim no intestino. Ao contrário da cafeína do café está ligada a taninos e polifenóis solúveis em ácidos e álcalis, sendo, portanto, absorvida no estômago, que é um meio ácido. A análise do chá inclui entre as principais determinações: umidade por aquecimento direto a 105°C, cinzas insolúveis em ácido clorídrico, extrato aquoso, cafeína e óleos essenciais.

ERVA-MATE

O chá da erva-mate, ou simplesmente mate, é uma bebida consumida tradicionalmente na região sul do Brasil. O mate é constituído exclusivamente pelas folhas e ramos secos do gênero *Ilexparaguariensis*, uma variedade de árvore da família da aquifoliáceas.

PROCESSAMENTO

O processamento da erva-mate é iniciado com a etapa de colheita, seguida do processo agroindustrial o qual, consiste das etapas de cancheamento e beneficiamento. O cancheamento envolve as etapas de sapeco, secagem e cancheamento propriamente dito.

- **Sapeco:** É um processo de tratamento térmico em que se aplica uma alta temperatura, sendo realizado para impedir a ação de enzimas como a oxidase e a polifenoloxidase. Essas enzimas são capazes de enegrecer as folhas verdes nas condições ambientais.
- **Secagem:** Processo subsequente, pode ser desenvolvida em duas etapas que consistem da pré-secagem, visando reduzir o teor de água nas folhas e nos ramos, em cilindro rotativo semelhante ao do sapeco, com tempo de permanência de 2 a 9 min e temperatura variável, entre 80 e 250 °C.
- **Cancheamento:** É a etapa que consiste na trituração da erva-mate, após o processo de secagem. É realizada em trituradores ou cancheadores e tem o objetivo de reduzir o tamanho das folhas e dos ramos secos, que em seguida são submetidos ao soque, através de uma rosca sem fim ou, mecanicamente, por meio de uma bateria de pilões, até atingir a granulometria desejada.

O ciclo do beneficiamento consiste nas operações de secagem, separação (folhas e palitos) e mistura (visando à formação dos tipos especiais de erva-mate para comercialização).

Os principais componentes químicos presentes no mate são os compostos fenólicos, as saponinas e as metil xantinas. Nesta última classe de compostos a cafeína que conferi a bebida um efeito estimulante.

A erva-mate tem propriedades terapêuticas importantes como, ação inibidora de radicais livres (ligados a processo degenerativos como o câncer e o envelhecimento), principalmente devido ao conteúdo de polifenóis presentes. As determinações físico-químicas usuais entre outras incluem: umidade por aquecimento direto a 105°C, cinzas insolúveis em ácido clorídrico, extrato aquoso, cafeína. Para fins de informação nutricional, podem ser realizadas as determinações de resíduo seco, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos por diferença e eventualmente minerais.

Formas de consumo da erva-mate

- Chimarrão: é a bebida preparada com erva-mate para consumo com água quente.
- Tererê: é a bebida preparada com erva-mate para consumo com água fria.
- Concentrado de mate
- Mate gelado
- Refrigerante de mate
- Suco de mate

GUARANÁ

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) é um importante e tradicional cultivo no Estado do Amazonas. Ele produz o fruto conhecido como guaraná. É uma planta genuinamente brasileira de grande importância econômica e social, especialmente na Região Amazônica. Esta importância é evidenciada na demanda de sementes pelas indústrias de bebidas, para atender ao promissor mercado de refrigerantes e energéticos, tanto o nacional como o internacional (EMBRAPA,2005).

O guaraná, *Paulliniacupanavar. sorbilis*, da família *Sapindácea* é muito valorizado por seu alto conteúdo de cafeína, que pode variar de 2,5 e 6%, e ainda por seus efeitos estimulatórios quando consumidas como bebida; possui também propriedades adstringentes e antioxidantes, devidas à presença de taninos condensados ou pro antocianidinas, que são polímeros de catequina e/ou epicatequinas.

As partes mais utilizadas para consumo são as sementes, secas e levemente torradas. Ele é comercializado em quatro formas diferentes: em rama, em bastão, em pó e na forma de xaropes e essências. Além de ser muito utilizado no preparo de bebidas refrigerantes devido às suas propriedades estimulantes, o guaraná também possui propriedades lipolíticas e vasodilatadoras. Esta propriedade o torna adequado para o preparo de cosméticos. O guaraná é ainda indicado nos casos de esgotamento físico, depressão nervosa e no combate à enxaqueca.

O conteúdo de cafeína do guaraná é significativamente 4 vezes maior que o do café, 10 vezes maior do que o do chá, e 30 vezes maior do que o do cacau. Além disso, as sementes de guaraná são constituídas

por polissacarídeos, como amido, celulose, pectina, mucilagens, proteínas e óleo, além de teofilina, teobromina e saponinas.

BENEFICIAMENTO DO GUARANÁ

O beneficiamento do guaraná consiste nas seguintes etapas descritas abaixo:

- **Fermentação:** os cachos são amontoados em galpões, durante dois ou três dias, para sofrer leve fermentação e amolecimento das cascas, facilitando seu posterior despolpamento.
- **Despolpamento:** consiste na separação das sementes da casca e do arilo, realizado em máquinas despolpadoras.
- **Peneiragem e lavagem:** os restos de casca e arilo nas sementes são colocados em uma peneira de arame, e lavados em água corrente, a fim de serem retirados.
- **Secagem:** na secagem retira-se o ráquis e coloca-se os frutos para secar por 10 a 12 horas ao sol;
- **Torrefação:** a torrefação das sementes em fornos de chapa (usualmente utilizados na fabricação de farinha), até o ponto de estalar, comumente entre 8 a 10%, apresentando coloração marrom ao se partirem.
- **Classificação e seleção:** as sementes devem ser separadas em maiores e menores em peneiras apropriadas, utilizando mesa de gravidade, depois, são selecionadas pelo critério de coloração, o qual indica se a semente passou do ponto de torrefação ideal ou não (uma cor diferente pode influenciar a cor do produto final), descartando-se as sementes rejeitadas.

A comercialização do guaraná é feita em ramas (sementes torradas), seja para exportação, seja para a sua agro industrialização. Desta última pode-se obter o xarope (concentrado) para consumo direto como bebida energética (ao ser misturado à água) ou para a produção industrial de bebidas refrigerantes gaseificados, o bastão (também denominado de rolo ou barra) para ralar e obter o pó para misturar à água e beber, ou o próprio pó já acondicionado em frascos, cápsulas gelatinosas ou sachês, também utilizado na preparação caseira de uma bebida energética ou ingerido puro como tônico.

CACAU

O cacauieiro (*Theobromacacao* L.), pertence à família *Sterculiaceae* sendo a espécie mais conhecida. Do fruto do cacauieiro, o cacau, se extraem sementes que, após sofrerem fermentação, transformam-se em amêndoas, das quais são produzidos o cacau em pó e a manteiga de cacau. Em fase posterior do processamento, obtém-se o chocolate, produto alimentício de alto valor energético. Envolvendo as sementes, encontra-se grande volume de polpa mucilaginosa, branca e açucarada, com a qual se produzem sucos, refrescos e geleias. Da casca extrai-se a pectina, que após simples processamento mecânico, se

transformam em ração animal, ou ainda, por transformações biológicas, pode ser usada como fertilizante orgânico. As figuras abaixo mostram a árvore que dá origem ao cacau e o fruto aberto, respectivamente.

CONCEITO

O cacau é um alimento de grande contribuição nutricional por apresentar um elevado conteúdo de gordura, em especial no cacau em pó utilizado para a produção do chocolate. A composição química dos grãos de cacau encontra-se expressa na Tabela 7.3. O cacau é rico em matérias gordas e substâncias azotadas, contém um alcaloide, a teobromina, semelhante à cafeína.

Tabela 7.3. Composição da amêndoa de cacau após a fermentação e secagem. Fonte: Belitz (1999).

Componentes	Quantidade em (%)
Água	5,0
Gordura	54,0
Cafeína	0,2
Teobromina	1,2
<i>Polihidroxi-fenoles</i>	6,0
Proteína bruta	11,5
Mono e oligossacarídeos	1,0
Amido	6,0
Pentosanas	1,5
Celulose	9,0
Ácidos carboxílicos	1,5
Outras substâncias	0,5
Cinzas	2,6

De acordo com Instituto Adolfo Lutz (IAL) as principais determinações físico-química a serem realizadas no cacau são: umidade, cinzas, glicídios redutores em glicose, glicídios não-redutores em sacarose, lipídeos, proteínas, fibra alimentar e teobromina.

BENEFICIAMENTO DA AMÊNDOA CACAU

O beneficiamento ocorre basicamente, após a colheita do cacau, onde são efetuadas as operações de abertura dos frutos, fermentação das sementes junto à polpa que as envolve, secagem e torração para obtenção da massa ou liquor de cacau, que será utilizado na obtenção de manteiga e pó de cacau, além de chocolates e produtos análogos. As etapas do processo de beneficiamento serão descritas a seguir.

COLHEITA E ABERTURA DO FRUTO

Os frutos devem ser colhidos maduros. Essa maturação é determinada pela cor e pelo ruído que o fruto faz ao ser levemente sacudido. Com um golpe certo de facão o fruto é dividido ao meio, tomando cuidado para não se acertar os cachos de sementes, que devem então ser debulhadas e selecionadas.

- **Fermentação:** A fermentação é uma etapa essencial para a obtenção de amêndoas de boa qualidade, devido a complexas reações bioquímicas que provocam a morte do embrião, hidrólise de açúcares e proteínas, liberação de enzimas e substratos, difusão de compostos fenólicos que entram em contato com as enzimas, entre outras. Logo após a abertura dos frutos, as sementes e a polpa são postas para fermentar amontoadas em cestos de cipó verdadeiro, até as caixas de madeira, os chamados cochos de fermentação. Durante a fermentação, as amêndoas devem ser revolvidas periodicamente, a partir do segundo dia, até o final do processo. Em seis a sete dias o cacau já se encontra fermentado e pronto para ser levado para secagem. A finalidade da fermentação é retirar da semente a mucilagem (goma que se encontra presente em vegetais), destruir o embrião (para evitar a germinação da semente) e provocar reações químicas e enzimáticas no interior da semente. Durante esse período são revolvidas a cada vinte e quatro horas. A primeira fermentação, chamada de anaeróbica, é feita sob uma camada de folhas: graças a levedura, a polpa ácida e adocicada se transforma em álcool, como na fermentação do mosto da uva. Em seguida ocorre uma fermentação láctica curta, onde o suco escorre, permitindo que o ar circule. A presença de oxigênio desencadeia a fermentação acética no interior do cotilédone. A germinação da semente é impedida pela alta temperatura (50°C) provocada pela fermentação. Após a fermentação o cacau ainda possui bastante água, cerca de 60%, e esta água precisa ser removida.
- **Secagem:** Na fase de secagem, o cacau é espalhado ao sol e mexido regularmente para manter as sementes arejadas e não permitir a formação de bolor. A desidratação natural, ao sol, propicia um cacau de alta qualidade. As sementes são expostas ao sol por cerca de quinze dias. Alguns secadores possuem tetos móveis que permitem cobrir o cacau em caso de chuva. Qualquer que seja o modo de secagem adotado, ele deve reduzir a umidade das sementes de 60% para 7%, para que possam ser armazenadas e não estraguem durante o transporte. A secagem também desempenha um valor fundamental no aroma e no sabor do cacau.
- **Torrefação:** A torrefação é uma etapa de fundamental importância em que as amêndoas são colocadas no alto de uma torre por onde vão caindo sustentadas por uma corrente de ar aquecido, que provoca o aquecimento gradual das amêndoas até que cheguem ao fundo torradas. O principal objetivo da torrefação é o desenvolvimento do aroma. Utiliza-se 120°C de temperatura durante um tempo que varia entre 15 minutos e 2 horas, dependendo do cacau que está sendo processado. Durante o processo as amêndoas perdem água e traços de ácido acético por evaporação e ficam

em média com 2,5% de umidade, perdendo 6% de seu peso inicial. A cor que o cacau apresenta após ser torrado é em decorrência da reação de Maillard que ocorre. A torrefação prepara as amêndoas para o processo de moagem, tornando mais fácil a retirada de suas cascas.

- **Trituração e refino:** A trituração tem a finalidade de separar as amêndoas, também chamada de *nibs*, das cascas e do gérmen, além da redução a pedaços cada vez menores através de um triturador com cilindros especiais. Os trituradores modernos produzem seis tamanhos de pedaços, sendo os mais grossos usados para a fabricação do chocolate de primeira qualidade, e os menores para a fabricação de coberturas e cacau em pó. As cascas são separadas por peineragens sucessivas, através de sistemas de ventilação e sucção, aproveitando-se as favas para o processamento do chocolate, porém as cascas são descartadas no seguimento, mas podem ser utilizadas na fabricação de manteiga de cacau.
- **Moagem:** Neste processo as favas resultantes da trituração, passam por um moinho que as desintegra, reduzindo-as e formando, assim, uma pasta fluída quase líquida chamada de massa de cacau, também conhecida por liquor. Esta massa de aroma agradável se origina em função do elevado teor de gordura presente nas favas, que supera 50% de sua composição. A massa de cacau é mantida líquida por calefação. Ao ser resfriada forma blocos. A partir da solubilização e prensagem da massa, esta é transformada em dois produtos diferentes conforme o tratamento que receber: manteiga de cacau ou massa de cacau.

FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO DA SEMENTE DE CACAU ATÉ OS PRODUTOS DERIVADOS

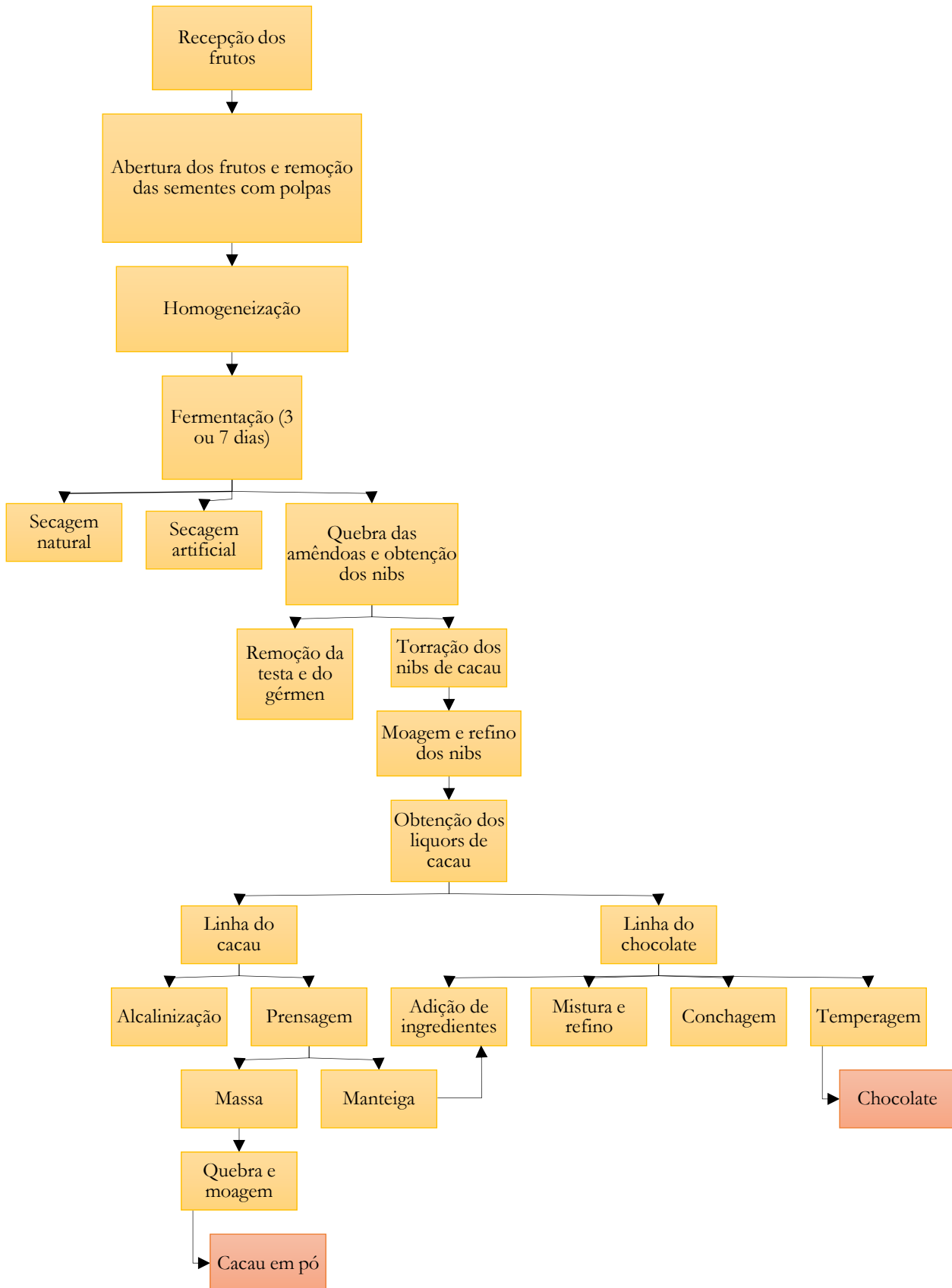


Figura 7.7. Fluxograma de processamento da semente de cacau até os produtos derivados: cacau em pó e chocolate. Fonte: Adaptado de Beckett (1994).

PRINCIPAIS PRODUTOS E SUBPRODUTOS DO CACAU

Produtos derivados da amêndoa de cacau:

- Liquor / massa de cacau
- Manteiga de cacau
- Pó de cacau e achocolatados
- Chocolates convencionais
- Chocolates especiais / finos
- Chocolates caseiros / artesanais

Produtos derivados da polpa do cacau:

- Mel de cacau: fabricação de geleia, sorvete, picolé, bebida energética, aguardente, vinho, vinagre, etc.
- Polpa: fabricação de néctar, suco, sorvete, geleia, doce, etc.
- Pedúnculo/placenta/sibirra: doce, Desidratado/ cristalizado, agregado ao chocolate, etc.

Produtos derivados da casca do cacau:

- Composto (adubo);
- Alimentação Animal;
- Biogás e Resíduos biofertilizados;
- Extrato concentrado de potássio;
- Celulose (Papel);
- Cinza (sabão, correção de acidez do solo);
- Briquete e Chips para geração de energia (combustão em caldeira, secadores, fornos, etc.

Referências

- Academia (2018). Composição centesimal dos alimentos. Disponível em: https://www.academia.edu/6905921/INTRODUÇÃO_À_BROMATOLOGIA. Acesso em 13 de maio de 2018.
- Americo (2018). Conselho nacional do café, 2008. Café verde e após a torrefação. Disponível em: http://www.cafeamerico.com.br/?page_id=42. Acesso em 15 de maio de 2018.
- Anvisa (1998). Código Sanitário, Decreto-lei nº 10.083, de 23 setembro de 1998. Portaria nº 132, de 19 de fevereiro de 1999, agência Nacional de Vigilância Sanitário-ANVISA, Ministério da Saúde - MS. Disponível em: www.prefeitura.sp.gov.br/.../upload/LeiEstadual_1998_10083_125. Acesso em: 20 de maio de 2018.
- AOAC (1990). Association of Official Analytical Chemists -Official methods of analysis. 15ed. Arlington.
- Araújo LF (2004). Enriquecimento Proteico do Mandacaru sem Espinhos (*Cereus jamacaru* P.DC) e Palma Forrageira (*Opuntia Ficus-indica* Mill) por Fermentação Semi sólida. 197p. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB.
- Barros Neto B et al. (1996). Planejamento e Otimização de Experimentos. Campinas, SP: 2ª ed. Editora da UNICAMP, 299p.
- Beckett ST (1994). Fabricación y Utilización Industrial Del Chocolate. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A., 432p.
- Belitz HD, GroSCH, W. Food chemistry (1999). Berlin: Springer Verlag, 702 – 711
- Brady (2018). Pictogramas de segurança em laboratório: Disponível em: <http://www.brady.pt/mercados/quimica-petroquimica-etiquetas-sinais-seguranca/ghs-clp.html>. Acesso em 12 de maio de 2018.
- Brasil (1969). Decreto-Lei nº 986 de 21 de outubro de 1969 – Instituto de normas básicas sobre alimentos. Base Legislação da Presidência da República - Decreto-Lei nº 986 de 21 de outubro de 1969 Portal Disponível em <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEL&numero=986&ano=...>
- Brasil (1999). Portaria n 377, de 26 de abril de 1999. Estabelece normas para fixar a identidade e as características mínimas de qualidade do café torrado em grão e café torrado e moído. Brasília. 29 abr. 1999, seção 1, n 80-E.
- Brasil (2003). Instrução normativa Nº 8, de 11 de junho de 2003. Disponível em: http://www.abic.com.br/arquivos/abic_nm_a1d_inst_normativa08.pdf. Acesso em: 23 Mai. 2018.

- Cecchi HM (2007). Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2ª ed. ver. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 207p.
- Ciência e cultura (2018). Esquema físico de Refração. Disponível em: <http://www.cienciacultura.com/pagina_fis/vestibular00/vestibular-FenomenosOpticos003.html. Acesso em 17 de maio de 2018.
- Cuiket (2018). Indústria de alimentos e laboratório de análise de alimentos. Disponível em: <http://galeria.cuiket.com.br> . Acesso em maio de 2018.
- Cultura Mix (2018). Figuras: A. Cacaueiro B. Fruto aberto do cacau. Disponível em: <https://meioambiente.culturamix.com/noticias/historia-do-cacau-no-brasil>. Acesso em: 20 de maio de 2018.
- Embrapa (2005). Cultivo de café orgânico. Disponível em: docsagencia.cnptia.embrapa.br/agriculturaOrganica/SDP02_04.pdf. Acesso em: 21 Mai. 2018.
- Estadão (2018). Processo de separação secado café. Disponível em: <http://blogs.estadao.com.br/de-grao-em-grao/tag/degustacao/> Acesso em 18 de maio de 2018.
- Heckman (2010). Caffeine, (1,3,7trimethylxanthine) in foods. A comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters. *Journal of Food Science*, 75(3): 77-87.
- Hiroimi (1918). Alimentos simples: A. Frutas. B. Cereais. C. Legumes. Disponível em : <[sitiohiromi.com.br](http://www.sitiohiromi.com.br)>?. Acesso em: 18 de maio de 1918.
- Hoffmann CE (2001). Resfriamento no processo de torra nas características de qualidade tecnológica e sensorial do café. 2001.86f. Dissertação (Mestrado em ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.
- Instituto Adolfo Lutz (2005). Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz.v.1.: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4. ed. São Paulo: IMESP. Logotipo criado pela onu para a campanha 8 jeitos de mudar o mundo. Disponível em: <http://www.blogomoura.com/images/8jeitos.gif>>. Acesso em: 08 nov. 2013
- Instituto de normas básicas sobre alimentos (1969). Decreto-Lei nº 986 de 21 de outubro de 1969.
- Moretto E et al. (2008). Introdução à ciência de alimentos. 2ª ed. UFSC. Florianópolis – SC.
- OLX (2018). Uso industrial do mel. A. Favo de mel. B. Extração do mel. C. Mel envasado em garrafas. Disponível em: www.olx.com.br. Acesso em: 14 de maio de 2018.
- Pimenta CJ (2003). Qualidade de café. Lavras: UFLA, 304 p.:il.
- Portal Action (2018a). Figuras que ilustram população e amostra. Disponível em: <http://www.portalaction.com.br/sites/default/files/inferencia/figuras/introducao/inferencia.PN> G. Acesso em: 18 de maio de 2018.

- Portal Action (2018b). Figuras estimando a média e a variância em estatística. Disponível em:<http://www.portalaction.com.br/sites/default/files/inferencia/figuras/introducao/inferencia2.PNG>. Acesso em 16 de maio de 2018.
- Portal Saude (2018). Fiscalização de carnes na feira livre. Fiscalização no supermercado. Disponível em : <https://www.saude.rj.gov.br/vigilancia-sanitaria>. Acesso em : 17 de maio de 2018.
- Salinas RD (2002). Alimentos e Nutrição: Introdução a Bromatologia.-3ª. Ed.- Porto Alegre: 278p.
- São Francisco (2018). Frutas acima da maturação fisiológica permitida. A. manga. B. Goiaba. Banana. Disponível em: www.portalsaofrancisco.com. Acesso em: 17 de maio de 2018.
- São Francisco (2018c). Ocorrência de reações química. A. O que ocorre quando coloca-se primeiro o reagente e depois adiciona-se água (maneira errada). B. Maneira correta: primeiro a água para depois adicionar o reagente. Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br> Acesso em: 16 de maio de 2018.
- Silva JD (1998). Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos). Editora UFV. São Paulo, 1998.
- Terra (2018). Alimentos falsificados barram crescimento da China. Disponível em: www.noticias.terra.com. Acesso em :18 de maio de 2018.
- Torres (2018). Grão de café maduro. Disponível em: http://www.torresrs.tv/site/pags/almanaque_dicas2.php?id=344%22>. Acesso em: 16 de maio de 2018.
- UNESP (2018). Principais vidrarias e equipamentos utilizados no laboratório de físico-química de alimentos. Disponível em : <http://www2.fc.unesp.br/lvq/prexp02.htm>>. Acesso em: 14 de maio de 2018.
- Uniararas (2018). Amostra de mel para análises. Disponível em: <http://www.uniararas.br/home.php>. Acesso em: 15 de maio de 2018.
- Uniararas (2018b). Processo de análise de alimentos. Disponível em: www.uniararas.br. Acesso em : 18 de maio de 2018.
- Ureimperatriz (2018). Técnica em laboratório mostra a caixa de primeiros socorros. Disponível em: <http://ureimperatriz.blogspot.com>. Acesso em: 15 de maio de 2018.
- Zebrão (2018). Semente de guaraná. Disponível em: <http://www.blogdozebrao.com.br/v1/2012/03/04/13566/sementes-de-guarana/>. Acesso em: 18 de maio de 2018.

Sobre os organizadores



 **Lúcia de Fátima Araújo**

Possui graduação em Zootecnia e mestrado em Produção Animal pela Universidade Federal da Paraíba. Licenciada em Zootecnia pela Universidade Estadual da Paraíba e Doutorado em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande. No período de 1992 a 2009 foi Pesquisadora da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba – EMEPA–PB na área de Nutrição e Alimentação de Ruminantes. Em 1995 a 2003 foi Professora Visitante da Universidade Estadual da Paraíba no Centro de Ciências e Tecnologia no Curso de Graduação em Química Industrial e do Curso Técnico em Agropecuária. Atualmente é professora do Curso Técnico em Agroindústria na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Escola Agrícola de Jundiá da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Ministra as disciplinas de Análise Físico-química de Alimentos, Matérias-primas de Origem Animal e PI-TCC (Projeto Integrador e TCC). Orienta estudantes do PIBIC/EM do Curso Técnico em Agroindústria EAJ/UFRN, PIBIC/IC do Curso de Graduação em Zootecnia EAJ/UFRN e Coorientação de aluno do Doutorado em Engenharia de Processos - UFCG, desenvolvendo pesquisas sobre avaliação do valor nutritivo de alimentos na forma *in natura* e processada por processos químicos e biotecnológicos em fermentação semissólida.



 **Lucivânia Assis de Oliveira Navarro**

Engenheira de Alimentos pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Campus I de João Pessoa – PB, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na área Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Animal, pela Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Campus I de João Pessoa – PB. Atualmente, é Técnica de Laboratório de Análise Físico-química de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Campus Macaíba - RN. Atua na área de análises de alimentos, com ênfase no controle de qualidade dos alimentos, nas análises físico-química de alimentos e na análise sensorial dos alimentos. Tem experiência, em Tecnologia do pescado, atuando principalmente nos seguintes temas: camarão, escurecimento enzimático, melanose, atmosfera modificada.



id Robson Rogério Pessoa Coelho

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal da Paraíba (1994), mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba (2000) e doutorado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (2006). Professor Titular do Curso Técnico em Agroindústria da Escola Agrícola de Jundiá / Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: frutas, produção, pós-colheita, processamento, sementes (germinação e vigor).



id Eronilson Vieira da Silva


Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Especialista em Agroindústria Alimentícia pela UFPB. Aperfeiçoamento em Agribusiness pelo PENSA/USP e Parque Tecnológico da Paraíba - PAQTC e Graduado em Engenharia de Alimentos pela UFPB. Atualmente é Docente do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico da Escola Agrícola de Jundiá/Universidade Federal do Rio Grande do Norte.



id Osvaldo Soares da Silva

Professor Associado I na Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos - CTRN da Universidade Federal de Campina Grande. Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba de Campina Grande (1992), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba de Campina Grande (1996) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (2003). Atuou como pesquisador PRODOC e bolsista DCR no Programa de Doutorado em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande e é Revisor de periódico Brazilian Journal of Food Technology. Tem experiência na área de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, com ênfase em Sistemas Particulados, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas de atomização, processamento de plantas medicinais, recobrimento de partículas, fluidodinâmica e secagem de frutas tropicais, resíduos agroindustriais e extratos fitoterápicos em leito de jorro, leito fluidizado e secador por atomização.



 Raquel Aline Araújo Rodrigues Felix

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande-UFCG (2008), concluiu o mestrado em 2011 na UFCG-Campina Grande e doutorado em 2015 em Engenharia Elétrica pela UFCG. Sua pesquisa de doutorado foi desenvolvida em uma cooperação entre a UFCG e a École nationale supérieure d'ingénieurs des systèmes avancés et réseaux- ESISAR/ Grenoble-INP- Valance-França. Entre os anos de 2012 e 2017, atuou como Professora do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Piauí-Teresina- UPFI. Atualmente é professora do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG em Campina Grande, onde ministra as seguintes disciplinas: Antenas e Propagação, Laboratório de Antenas e Propagação, Laboratório de Eletromagnetismo e Interferência Eletromagnética e Compatibilidade. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Telecomunicações, atuando principalmente nos seguintes temas: Teoria Eletromagnética, Antenas e Sistemas RFID sem Chip. Contato: raquel@dee.ufcg.edu.br

Índice Remissivo

A

acidez, 5, 1, 0, 1, 2, 5, 0, 2, 3, 4, 14
 adulterados, 2
 alimentos naturais, 2
 alterados, 2
 amostra, 5, 3, 4, 5, 6, 1, 3, 5, 7, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
 8, 9, 10, 11, 12, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 0, 1, 2, 3, 4, 16
 amostragem, 4, 1
 atividade de água, 2, 4

B

bebidas alcoólicas, 0, 2
 biossegurança, 11
 brix, 5, 4

C

cacau, 0, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16
 café, 3, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 15, 16, 17
 cereais, 4, 16

Ch

chá, 0, 5, 6, 7, 8

C

cinzas, 5, 3, 4, 5, 12, 4, 7, 8, 10
 compostos fenólicos, 5
 confiabilidade, 3, 5, 3, 5

E

erva-mate, 7, 8
 estimulantes, 6, 0, 8
 extrato etéreo, 5, 9

F

falsificados, 2, 17
 fibra bruta, 5, 11, 12

G

genuínos, 2

guaraná, 0, 8, 9, 17

L

lipídeos, 5, 0, 1, 6, 1, 8, 10

M

matéria orgânica, 5, 1, 3, 7
 mel, 0, 14, 16

P

pH, 5, 0, 1, 2, 3, 0, 4
 produtos de frutas, 1, 4
 proteína, 5, 3, 5, 6, 8, 12

Q

qualidade, 4, 5, 0, 1, 2, 0, 7, 0, 1, 0, 4, 5, 6, 1, 0,
 1, 3, 4, 5, 11, 12, 15, 16, 18

R

refratometria, 3

S

símbolos, 5, 14
 sistema de garantia, 5
 sólidos solúveis, 0, 4, 0, 2
 sólidos totais, 5, 2, 3

T

textura, 2, 5, 0, 6, 7

U

umidade, 5, 16, 0, 1, 2, 3, 4, 9, 2, 4, 5, 2, 7, 8, 10,
 11, 12

V

vidrarias, 5, 11, 18, 17

Nas indústrias, os fabricantes de alimentos realizam um rígido controle de qualidade, tanto na matéria-prima que recebem como no produto final processado que sai das fábricas. A matéria-prima é comprada e paga tendo em vista as análises realizadas no recebimento. O produto final processado deve possuir qualidade e uniformidade antes de ser colocado no mercado. Para tanto, é necessário um controle analítico nas várias fases do processamento e no produto final.

Este e-book, escrito sem pretensão de ser definitivo, pois haverá sempre a necessidade de ampliar as informações, é a expressão de uma imagem em formação. Portanto, nosso objetivo terá sido atingido se você, leitor ou leitora, vier eventualmente a fazer uso dela não só como estudante, mas também na sua atividade profissional na área de alimentos.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br