



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação

ESCOLA ESTADUAL DE
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP
ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

CURSO TÉCNICO EM NUTRIÇÃO E DIETÉTICA

MÉTODOS DE
ANÁLISES DE ALIMENTOS



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação

Governador

Cid Ferreira Gomes

Vice Governador

Domingos Gomes de Aguiar Filho

Secretária da Educação

Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

Secretário Adjunto

Maurício Holanda Maia

Secretário Executivo

Antônio Idilvan de Lima Alencar

Assessora Institucional do Gabinete da Seduc

Cristiane Carvalho Holanda

Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC

Andréa Araújo Rocha

**Escola Estadual de
Educação Profissional - EEEP**
Ensino Médio Integrado à Educação Profissional
Curso Técnico em Nutrição e Dietética

**MÉTODOS DE ANÁLISES DE
ALIMENTOS**

Fortaleza/Ceará
2013

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	6
2.	Principais métodos para análise de alimentos	7
3.	Aspectos gerais sobre a legislação de Alimentos	11
4.	Amostragem e Normas gerais para coleta das amostras em análise de rotina	12
5.	Composição centesimal básica dos produtos alimentícios e seu valor nutritivo: Água, minerais, proteínas, lipídeos e carboidratos	18
6.	Conceito, classificação, composição química e análises físico-químicas	74
6.1	Mel	74
6.2	Cereais	77
6.3	Leite e derivados	81
6.4	Óleos e Gorduras	85
6.5	Refrigerantes	87
6.6	Geleias de Frutas	89
7.	Vitaminas	90
8.	Aditivos	95
9.	Água	99
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104

1. INTRODUÇÃO

A análise de alimentos é uma área muito importante no ensino das ciências que estudam alimentos, pois ela 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 bromatologia, que se consagraram na literatura.

A palavra Bromatologia deriva do grego: Broma, Bromatos significa “dos alimentos”; e Logos significa Ciência. Portanto, por extensão dos termos BROMATOS e LOGOS, pode-se definir Bromatologia como a ciência que estuda os alimentos.

A Bromatologia estuda os alimentos, sua composição química, sua ação no organismo, seu valor alimentício e calórico, suas propriedades físicas, químicas, toxicológicas e também adulterantes, contaminantes, fraudes, etc. A Bromatologia relaciona-se com tudo aquilo que, de alguma forma, é alimento para os seres humanos, tem relação com o alimento desde a produção, coleta, transporte da matéria-prima, até a venda como alimento natural ou industrializado, verifica se o alimento se enquadra nas especificações legais, detecta a presença de adulterantes, aditivos que são prejudiciais à saúde, se a esterilização é adequada, se existiu contaminação com tipo e tamanho de embalagens, rótulos, desenhos e tipos de letras e tintas utilizadas. Enfim, tem a ver com todos os diferentes aspectos que envolvem um alimento, com isso permitindo o juízo sobre a qualidade do mesmo.

Química bromatológica estuda a composição química dos alimentos, bem como suas características de aptidão para o seu consumo. Importante conhecer técnicas e métodos adequados que permitam conhecer a composição centesimal dos alimentos, ou seja, determinar o percentual de umidade, proteínas, lipídeos, fibras, carboidratos, que permitam o cálculo do volume calórico do alimento. A análise bromatológica, dentro do contexto da química analítica aplicada, desempenha importante papel avaliador da qualidade e segurança dos alimentos. Em determinados momentos, a sua utilização torna-se decisiva para equacionar e resolver problemas de saúde pública e também para definir e complementar ações de vigilância sanitária. Atua, também, como coadjuvante nas inovações tecnológicas de alimentos.

Devido à complexidade da sua constituição orgânica, os alimentos muitas vezes são considerados matrizes difíceis de serem manipuladas; o analista deverá estar devidamente treinado, e somente a experiência apreendida ao longo dos anos poderá fornecer segurança analítica. Dentre os requisitos essenciais para evidenciar a qualidade de um trabalho laboratorial e fornecer confiabilidade aos resultados emitidos, a escolha adequada de metodologia analítica é, sem dúvida nenhuma, de grande relevância. De nada adianta um laboratório dispor de instalação e equipamentos de ponta, se o método analítico selecionado não for apropriado.

O conhecimento da composição dos alimentos consumidos no Brasil é fundamental para se alcançar a segurança alimentar e nutricional. As informações de uma tabela de composição de alimentos são pilares básicos para a educação nutricional, o controle da qualidade dos alimentos e a avaliação da ingestão de nutrientes de indivíduos ou populações.

Por meio delas, autoridades de saúde pública podem estabelecer metas nutricionais e guias alimentares que levem a uma dieta mais saudável. Ao mesmo tempo em que fornecem subsídios aos epidemiologistas que estudam a relação entre a dieta e os riscos de doenças ou a profissionais para a prática clínica, estes dados podem orientar a produção agrícola e as indústrias de alimentos no desenvolvimento de novos produtos e apoiar políticas de proteção ao meio ambiente e de biodiversidade. São necessárias também para a rotulagem nutricional, a fim de auxiliar consumidores na escolha dos alimentos. Adicionalmente, em um mercado altamente globalizado e competitivo, dados sobre a composição de alimentos servem para promover a comercialização nacional e internacional de alimentos.

O conhecimento da composição de alimentos consumidos nas diferentes regiões do Brasil é um elemento básico para ações de orientação nutricional baseadas em princípios de desenvolvimento local e diversificação da alimentação, em contraposição à massificação de uma dieta monótona e desequilibrada.

Para evitar decisões ou conclusões equivocadas, as tabelas precisam ser confiáveis, atualizadas e mais completas possíveis, baseadas em análises originais conduzidas de acordo com plano de amostragem representativo e métodos validados, a fim de fornecer informações que verdadeiramente representem a composição dos alimentos do país.

2. PRINCIPAIS MÉTODOS DE ANÁLISE DE ALIMENTOS

Importância da Análise de Alimentos

- **Indústrias** – controle de qualidade, controle de processos em águas, alimentos, matérias-primas, produto acabado, embalagens, vida de prateleira, etc);
- **Universidades e Institutos de pesquisa** – desenvolvimento de metodologia, controle de processos em pesquisas, prestação de serviços, etc.
- **Órgãos Governamentais** – registro de alimentos, fiscalização na venda e distribuição, etc

Classificação da Análise de Alimentos

Existem três tipos de aplicações em análise de alimentos:

- **Controle de qualidade de rotina:** é utilizado tanto para checar a matéria prima que chega, como o produto acabado que sai de uma indústria, além de controlar os diversos estágios do processamento. Nestes casos, de análises de rotina, costuma-se, sempre que possível, utilizar métodos instrumentais que são bem mais rápidos que os convencionais.
- **Fiscalização:** é utilizado para verificar o cumprimento da legislação, através de métodos analíticos que sejam precisos e exatos e, de preferência, oficiais.

- **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.

Método 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.

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 gravimetria e volumetria. 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) em relação ao peso total da amostra. No caso dos componentes maiores, são perfeitamente empregáveis os métodos analíticos convencionais, como os gravimétricos e 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 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 ser analisado.

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 ao tipo de reagente ou pessoal especializado.

Esquema Geral para Análise Quantitativa

Qualquer análise quantitativa depende sempre da medida de uma 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 compreende toda a análise. As etapas descritas abaixo dão um exemplo de um processo funcional de uma análise quantitativa

a) Amostragem

A amostragem é o conjunto de operações com os quais se obtém, do material em estudo, uma porção relativamente pequena, de tamanho apropriado para o trabalho no laboratório, mas que ao mesmo tempo represente 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.

b) Sistema de processamento da amostra

A preparação da amostra está relacionada com o tratamento que ela necessita antes de ser analisada, como: a moagem de sólidos, a filtração de partículas sólidas em líquidos, a eliminação de gases etc.

c) Reações químicas ou mudanças físicas

Fazem parte da preparação do extrato para análise. 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.

d) 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 (por oxidação, redução ou complexação); ou o seu isolamento físico como uma fase separada (extração com solventes e cromatografia).

e) Medidas

Todo processo analítico é delineado e desenvolvido de modo a resultar na medida de uma certa quantidade, a partir da qual é avaliada a quantidade relativa do componente na amostra.

f) Processamento de dados e avaliação estatística

O resultado da análise é expresso em forma apropriada e, na medida do possível, com ajuda de tabelas e gráficos mediante dados obtidos por formulação.

3. ASPECTOS GERAIS SOBRE A LEGISLAÇÃO DE ALIMENTOS

Generalidades Sobre Alimentos

ALIMENTOS: “toda a substância ou mistura de substância, que ingerida pelo homem fornece ao organismo os elementos normais à formação, manutenção e desenvolvimento”. Outra definição seria aquela que diz que alimento “é toda a substância ou energia que, introduzida no organismo, o nutre. Devendo ser direta ou indiretamente não tóxica”.

ALIMENTOS SIMPLES: São aquelas substâncias que por ação de enzimas dos sucos digestivos são transformadas em metabólitos (açúcares, lipídios, proteínas).

METABÓLITOS: são os alimentos diretos, ou seja, são substâncias metabolizadas depois de sua absorção (água, sais, monossacarídeos, aminoácidos, ácidos graxos).

ALIMENTOS COMPOSTOS: São substâncias de composição química variada e complexa, de origem animal ou vegetal, ou formada por uma mistura de alimentos simples (leite, carne, frutas, etc).

ALIMENTOS APTOS PARA O CONSUMO: São aqueles que respondendo às exigências das leis vigentes, não contém substâncias não autorizadas que constituam adulteração, vendendo-se com a denominação e rótulos legais. Também são chamados de alimentos GENUÍNOS. Alimentos NATURAIS são aqueles alimentos que estão aptos para o consumo, exigindo-se apenas a remoção da parte não comestível (“*in natura*”). A diferença entre alimentos genuínos e naturais radica em que sempre 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 que está com grau de maturação acima da maturação fisiológica permitida.

ALIMENTOS NÃO APTOS PARA O CONSUMO: São aqueles que por diferentes causas não estão dentro das especificações da lei. Podem ser:

➤ **ALIMENTOS CONTAMINADOS:** são aqueles alimentos que contém agentes vivos (vírus, bactérias, parasitas, etc.) ou substâncias químicas minerais ou orgânicas (defensivos, metais pesados, etc.) estranhas à sua composição normal, que pode ser ou não tóxica, e ainda, componentes naturais tóxicos (tais como nitratos, etc.), sempre que se encontrem 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, em sua composição intrínseca ou em seu valor nutritivo. Como exemplo de alimentos alterados temos o odor característico da carne início do estágio de decomposição, o borbulhar do mel (fermentação), ou latas de conservas estufadas (enchimento excessivo ou desenvolvimento de micro-organismos)

➤ **ALIMENTOS FALSIFICADOS:** São aqueles alimentos que tem aparência e as características gerais de um produto legítimo e se denominam como este, sem sê-lo ou que não procedem de seus verdadeiros fabricantes, ou seja, são alimentos fabricados clandestinamente e comercializados como genuínos (legítimos). Pode acontecer que o alimento falsificado esteja em melhores condições de qualidade que o legítimo, mas por ser fabricado em locais não autorizados ou por não proceder de seus verdadeiros fabricantes, é considerado falsificado e, portanto, não apto ao consumo.

➤ **ALIMENTOS ADULTERADOS:** São aqueles que tem sido privado, parcial ou totalmente, de seus elementos úteis ou característicos, porque foram ou não substituídos por outros inertes ou estranhos. Também a 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. A adulteração pode ser por acréscimo de substâncias estranhas ao alimento (por exemplo água no leite ou vísceras em conservas de carnes, amido no doce de leite, melado no mel), por retirada de princípios ativos ou partes do alimento (retirada da nata do leite ou cafeína do café) ou por ambas as simultaneamente.

4. AMOSTRAGEM E NORMAS GERAIS PARA COLHEITA DAS AMOSTRAS EM ANÁLISES DE ROTINA

A colheita de amostras constitui a primeira fase da análise do produto. As amostras de produtos alimentícios destinadas à análise poderão ser colhidas nos locais de fabricação, preparo, depósito, acondicionamento, transporte e exposição à venda. A colheita deverá ser feita com observância das condições técnicas prescritas por estes procedimentos.

A colheita adequada da amostra, cercada de todas as precauções, viabilizará as condições corretas para o processo de análise; caso contrário, este processo será comprometido ou impossibilitado. A amostra colhida em quantidade suficiente para a realização da análise deverá ser acondicionada de forma a resguardá-la de qualquer alteração e ser adequadamente identificada. A amostra, identificada e rotulada, será acompanhada de um relatório com as informações necessárias para a realização da análise e a emissão do laudo analítico. As amostras facilmente deterioráveis serão conservadas em refrigerador e, quando for o caso, em congelador. O seu processamento, desde a colheita até a análise, deverá ser efetuado o mais rápido possível.

A amostra deverá ser representativa do lote, estoque ou partida, em proporção adequada à quantidade do produto existente no local da colheita. Daí a necessidade de que a colheita seja previamente planejada, não só no que se refere à quantidade das amostras, mas também com relação à espécie do produto e aos parâmetros a serem analisados. Dentro do conceito fundamental de que a análise começa com a colheita da amostra, torna-se necessário que este procedimento seja efetuado com todas as precauções necessárias. No laudo analítico, deverão ser registradas todas as condições em que a amostra foi recebida, tais como, embalagem, temperatura, entre outras. O agente responsável pela amostragem deverá ser a autoridade sanitária que tenha recebido treinamento, tanto na parte tecnológica como na analítica. O treinamento tecnológico, no que se refere ao processo de fabricação dos alimentos possibilitará a aquisição de informações úteis que devem ser registradas no termo de colheita da amostra a ser analisada, bem como instruir os produtores, visando corrigir possíveis deficiências nas instalações, no equipamento, enfim, concorrer para a melhoria do alimento a ser comercializado.

Sempre que possível esse plano deverá proporcionar amostras representativas do lote. Um dos problemas mais frequentes a respeito da análise bromatológica é a determinação do tamanho da amostra a ser colhida. Quando nenhuma instrução específica é fornecida, a regra geral é colher amostras correspondentes a $\sqrt{x} + 1$, sendo x igual ao número de unidades do lote. Ordinariamente, quando se refere a grandes cargas, por exemplo, existentes em indústrias e armazéns, devem ser colhidas não menos que 12 unidades e não mais que 36, sendo que cada unidade deverá ser proveniente de recipientes diferentes.

1. Amostragem para análise fiscal e de controle

As amostras para análise fiscal devem ser colhidas em triplicata: uma delas é deixada em poder do detentor ou depositário do produto para eventual perícia de contraprova e as outras duas são encaminhadas ao laboratório, respectivamente, para análise e perícia

desempatadora, se necessário. Quando a quantidade ou a natureza do alimento não permitir a colheita das amostras em triplicata, a análise fiscal será realizada em amostra única. Os procedimentos para a realização das análises fiscais estão previstos em legislações específicas.

A análise de controle é efetuada no laboratório após o registro do alimento no órgão competente de Vigilância Sanitária e também para aqueles dispensados da obrigatoriedade de registro no Ministério da Saúde, quando de sua entrega ao consumo e serve para provar a conformidade do produto com o seu respectivo padrão de identidade e qualidade. Na análise de controle serão observadas as normas estabelecidas para a análise fiscal. A análise de controle também é realizada para a liberação de alimentos importados em postos alfandegários.

2. Acondicionamento

As amostras colhidas deverão ser imediata e devidamente acondicionadas. Este acondicionamento será considerado adequado se for capaz de impedir qualquer alteração na amostra. A escolha do tipo de acondicionamento ou do recipiente depende do estado físico do produto: líquido, sólido ou semi sólido. Na escolha do acondicionamento deverá ser levado em conta o tipo de análise à qual vai ser submetida. Assim, se a amostra se destina a testes microbiológicos, tornar-se à imprescindível acondicioná-la em recipiente ou material de embalagem estéril que impeça a sua eventual contaminação do produto. Os produtos industrializados poderão ser colhidos em suas embalagens originais. Recomenda-se o uso de recipientes de vidro, louça e outras embalagens semelhantes para gordura, frituras, produtos úmidos ou higroscópicos (carnes e outros). As amostras de substâncias líquidas são geralmente acondicionadas em frascos plásticos ou de vidro. Para análise de resíduos de metais, não é aconselhável utilizar vidro para acondicionar amostras de alimentos; alternativamente, deve-se usar recipientes de polietileno. Diferentemente, para acondicionar amostras para análise de pesticidas utilize embalagens de vidro e, quando for possível, de papel.

3. Lacração

A lacração dos invólucros das amostra fiscais e de controle terá por objetivo evitar qualquer alteração deliberada do conteúdo da embalagem. Isto pode ser obtido não somente com o uso do lacre mas, ainda, por vedação hermética para que em caso de violação, esta se torne evidente. Assim, poderão ser empregados selos e botões de pressão que permitam seu uso por uma só vez ou engenhos semelhantes.

Poderão ser usados, como invólucros, sacos de plástico ou papel resistentes para acondicionar amostras de todos os tipos de alimentos, os quais poderão ser posteriormente lacrados pelos métodos acima citados. O uso de sacos de papel lacrado será especialmente recomendado quando o fechamento for dificilmente conseguido por outro método.

Quando forem tomadas várias unidades da mesma partida, a lacração deverá ser feita juntando-se os recipientes como foi acima descrito. Quando a embalagem for constituída por

saco plástico, torna-se importante que a parte da costura inferior fique presa ao lacre da amostra.

4. Rotulagem

Cada amostra colhida deverá ser rotulada de modo a não se confundida. O método mais simples é escrever as características da amostra diretamente no papel do invólucro do recipiente. Nos recipientes em que é difícil escrever, poderão ser fixados e amarrados rótulos ou etiquetas onde estejam descritas as características da amostra. No caso de amostras já acondicionadas em pacotes ou garrafas, será necessário tomar cuidado para que a descrição do produto e outros detalhes importantes na embalagem original não sejam ocultos pelo rótulo da amostra.

5. Transporte

A amostra deverá ser remetida para o laboratório de análise o mais rapidamente possível. Serão tomadas as devidas precauções para assegurar que o resultado da análise não seja comprometido pela utilização de um método inadequado de transporte que acarrete longas demoras ou no qual a amostra esteja sujeita à deterioração.

6. Termo de colheita

O agente responsável pela colheita da amostra deverá remetê-la ao laboratório de análise, juntamente com um termo de colheita contendo todas as informações necessárias para o analista, por exemplo: a data da colheita e motivo de apreensão; origem da mercadoria e data de sua produção ou aquisição; tipo e duração da armazenagem; nome e endereço do fabricante ou detentor; quantidade em estoque da mercadoria, após a colheita da amostra; os números dos lacres das amostras colhidas; o tipo de exame necessário ou uma breve descrição do motivo que originou tal colheita. É aconselhável, também, fazer uma descrição sucinta do local onde foi apreendida a amostra. No caso de alimentos perecíveis que necessitem de refrigeração, é fundamental mencionar a temperatura em que se encontravam no momento da colheita.

7. Colheita de amostras de produtos não homogêneos em grandes estoques

Quando tiver que ser exarado um laudo sobre produtos que não apresentem homogeneidade ou com tendência a apresentar separação de fases, as amostras deverão ser tomadas em vários pontos ou de vários recipientes da partida. Para se obter uma amostra que permita chegar a uma conclusão da qualidade média de toda a partida (ou da parte adequada da partida, a ser misturada), deverá ser tomada precaução para que a amostra (em volume significativo em comparação com o volume da mercadoria a ser analisada) seja semelhante, em qualidade, à que seria obtida se retirada da quantidade total da mercadoria após ser cuidadosamente misturada.

Quanto maior for a partida de mercadorias a serem testadas, para verificação de sua qualidade média, tanto maior o número de recipientes individuais dos quais as porções deverão ser retiradas. Essas serão depois perfeitamente misturadas e a quantidade de amostra a ser remetida para análise deverá ser tirada da mistura resultante.

Quando se tratar de amostras de alimentos armazenados em sacos, barris, engradados ou qualquer grande recipiente (inclusive produtos em grandes parcelas, tais como batatas, frutas e outros), será, por vezes, necessário esvaziar os recipientes, misturar bem e considerar o todo para obter uma amostra realmente média.

No caso de grandes estoques de alimentos assim armazenados, mas que, presumivelmente, apresentam homogeneidade, será necessário tomar a amostra média de 1 recipiente, se o número de recipientes não for superior a 5, de 10% dos recipientes com um mínimo de 5, se não excederem a 100; de 5%, com um mínimo de 10, se não excederem a 200; de 3% com um mínimo de 25, se excederem a 2000, e de 1% com um mínimo de 50, se excederem a 2000. Um número de 5 amostras deve ser obtido de vários pontos da carga de um caminhão ou de uma grande pilha de mercadoria, tomando-se as devidas precauções para que unidades de diferentes tamanhos sejam reunidas proporcionalmente à composição da partida toda. Nos recipientes com produtos granulados (por exemplo: cereais), os componentes não são igualmente distribuídos porque as partículas menores, terra, areia, pequenas sementes, ou as mais pesadas, caem no fundo do recipiente. Por essa razão, as diferentes camadas deverão ser levadas em conta para a obtenção da amostra média. O conteúdo de pequenas gavetas ou caixas deverá, como medida prática, ser esvaziado e reunido em monte cuidadosamente misturado, e a amostra retirada do total. Em um produto ensacado, a amostra deverá ser obtida retirando-se partes do alto, centro e fundo do saco; estas partes devem ser misturadas e, a partir da mistura, retirada a amostra média.

No caso de serem grandes os lotes de produtos ensacados, o número de sacos dos quais se retira a amostra, será determinado de acordo com o padrão acima descrito. A amostra retirada de um único ponto é casual, não permite avaliar a qualidade de um grande volume do alimento. Líquidos que se separam em camadas devem ser cuidadosamente misturados antes da tomada da amostra. Líquidos contidos em pequenos barris ficam melhor homogeneizados quando se rola o barril. O conteúdo de latas deve ser homogeneizado por agitação, antes da tomada da amostra para análise. Pequenas porções de líquido são homogeneizadas passando-as diversas vezes de um para outro recipiente, mexendo-as e agitando-as. A amostra de líquidos que não se separam em fases, sempre que possível, deve ser tomada do centro do recipiente, com sifão ou pipeta. Líquidos parcial ou completamente gelados deverão ser perfeitamente homogeneizados, como foi acima descrito, antes da retirada da amostra. O modo descrito para amostragem com líquidos pode ser adotado também para mercadorias de consistência oleosa, viscosa ou untuosa.

Contudo, se as mercadorias não puderem ser misturadas por rotação ou agitação do recipiente, deverá ser utilizada uma espátula ou equivalente para homogeneização da amostra. Obviamente, as informações explicativas que devem ser enviadas ao laboratório encarregado da análise, que acompanham as várias amostras obtidas de diferentes partes de uma grande partida de mercadoria, ou a amostra média de uma partida de mercadorias, que se supõe ser homogênea, devem conter, além dos informes usuais, particularidades de

observação sobre as diferenças de qualidade entre várias partes que compõem a partida ou quaisquer outros detalhes que possam ser úteis aos analistas.

8. Conduta para obtenção da amostra de produtos pré embalados

Em produtos pré embalados ou acondicionados em vasilhames, deverá ser coletada como amostra o menor recipiente ou vasilhame exposto à venda ao consumidor, como item isolado e, quando necessário, mais de um. Quando as amostras forem tomadas de grandes vasilhames, o produto deverá ser perfeitamente misturado, se não for homogêneo ou apresentar tendência à separação de fases. O conteúdo de cada vasilhame deverá corresponder ao respectivo padrão mínimo. No caso de ser necessário verificar a qualidade de uma grande partida de produtos pré embalados, proceder como para colheita de amostras de produtos não homogêneos, em grandes estoques.

9. Colheita de água para determinações físico-químicas gerais

Para determinações físico-químicas gerais em água, como cor, turbidez, dureza e outros parâmetros, a colheita pode ser feita em frasco de água mineral de primeiro uso, com sua tampa original. O frasco e sua tampa devem ser enxaguados, com a água a ser coletada, por seis vezes. Se a colheita for feita em torneiras, deixe a água escorrer naturalmente durante três minutos aproximadamente. Após a colheita, fixe a tampa de modo a evitar vazamentos e identifique a amostra, que deve ser transportada sob refrigeração.

10. Colheita e preservação de amostra de água para a determinação de metais totais

Na colheita de água para a determinação de metais totais, deve-se utilizar frascos de polipropileno ou polietileno de alta densidade com tampa do mesmo material. A capacidade do frasco dependerá da técnica a ser utilizada para a quantificação dos metais, conforme Tabela 1. Frascos de vidro borossilicato poderão ser utilizados, porém cuidados devem ser observados para não utilizar frascos de vidro comum.

Preparo dos frascos para colheita – Use frascos previamente lavados e descontaminados quimicamente com ácido nítrico e enxaguados em água destilada e deionizada, conforme orientação técnica do laboratório.

Colheita da amostra – No ponto de amostragem, abra o frasco e colha a água evitando o contato da boca do frasco com as mãos ou qualquer objeto metálico (incluindo torneiras), para evitar problemas de contaminação. No caso de torneiras, deixe-as abertas com a água escorrendo por cerca de três minutos. Feche o frasco imediatamente após a colheita da amostra e agite para homogeneizar o conservante.

Para cada ponto de amostragem, colha dois frascos de água. Use 0,5mL de HNO₃ a 40% para 100mL de amostra. No caso da determinação de mercúrio, para cada frasco de colheita de 100mL, coloque 2g de NaCl (previamente testado para verificar a ausência de mercúrio) e adicione 5mL de HNO₃ a 40%. O laboratório deve fornecer os frascos contendo o conservante. Em cada ponto de amostragem, colha dois recipientes para a determinação de mercúrio e outros dois para os outros metais.

Tabela 1 - Capacidade do frasco de colheita para cada tipo de técnica analítica

TÉCNICA ANALÍTICA	CAPACIDADE DO FRASCO (mL)
Absorção atômica com chama	1000
Absorção atômica com forno de grafite	100
ICP OES e gerador de hidretos	100
Absorção atômica com gerador de vapor frio	100

11. Colheita e preservação de amostra de água para a determinação de solventes orgânicos

Utilize frascos de vidro com capacidade de 500mL, com tampas de vidro ou outro material inerte, à prova de vazamentos, lavados com detergente neutro, esfregando muito bem as paredes com gaspilhão; retire totalmente o detergente com água. Adicione aos frascos 1mL de HCl 6 M, como conservante. Ajuste o fluxo da torneira em 500 mL/min. Se a amostra contiver cloro livre ou combinado, adicione, como agente redutor, 50 mg de tiosulfato de sódio ou 250 mg de ácido ascórbico para 500 mL de amostra de água. As amostras devem ser transportadas, o mais rápido possível, em caixas isotérmicas com gelo reaproveitável ou gelo embalado em saco plástico.

12. Colheita e preservação de amostra de água para a determinação de agrotóxicos

Utilize frascos de vidro com capacidade de 2000 mL, com tampas de vidro ou outro material inerte, como por exemplo tampa de rosca com batoque de teflon, à prova de vazamentos. Lave com detergente neutro, esfregando muito bem as paredes internas com gaspilhão e retire totalmente o detergente com água. Enxague o frasco e sua tampa com a água a ser analisada por seis vezes. Em cada ponto de amostragem, colha em um recipiente e feche-o imediatamente. Proceda a colheita evitando o contato da boca dos recipientes com a parte externa do ponto de amostragem, prevenindo a contaminação da amostra. As amostras devem ser conservadas refrigeradas e transportadas, o mais rápido possível, em caixas isotérmicas com gelo reaproveitável ou gelo embalado em saco plástico bem fechado.

5. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL BÁSICA DOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS E SEU VALOR NUTRITIVO: ÁGUA, MINERAIS, PROTEÍNAS, LIPÍDEOS E CARBOIDRATOS.

5.1 UMIDADE EM ALIMENTOS

Umidade, ou teor de água, de um alimento constitui-se em um dos mais importantes e mais avaliados índices em alimentos. É de grande importância econômica por refletir o teor de sólidos de um produto e sua perecibilidade. 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.

1 – 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:

- a - é o solvente universal, indispensável aos processos metabólicos;
- b - manutenção da temperatura corporal;
- c - manutenção da pressão osmótica dos fluídos e do volume das células;
- d - 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.

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, que é aquela fracamente ligada ao substrato, funcionando como solvente, permitindo o crescimento dos micro-organismos e reações químicas e que é eliminada com facilidade;

água combinada, fortemente ligada ao substrato, mais difícil de ser eliminada e que não é utilizada como solvente e não permite o desenvolvimento de micro-organismos e retarda as reações químicas.

➤ **ATIVIDADE DE ÁGUA** (Aa ou Aw) - é possível estabelecer uma relação entre o teor de água livre nos alimentos e sua conservação. O teor de água livre é expresso como atividade de água que é dada pela relação entre a pressão de vapor de água em equilíbrio no alimento e a pressão de vapor da água pura na mesma temperatura. A medida desse valor baseia-se no fato de que a pressão P do vapor de água sobre um alimento, após atingir o equilíbrio a uma temperatura T, corresponde a umidade relativa de equilíbrio (URE) do alimento. A atividade da água será então igual a URE e é expressa por URE/100.

➤ **ATIVIDADE DE ÁGUA E CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS** - 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.

De acordo com a atividade de água no alimento, ocorre o desenvolvimento de certos tipos de micro-organismos, como:

<u>Tipo de Micro-organismo</u>	<u>Aa</u>
Bactérias	0,90
Leveduras	0,88
Fungos (mofos)	0,80
Osmofílicos	0,62

Tabela 2 - Influência da atividade de água na flora microbiana dos alimentos

Aw	ALIMENTOS	Microrganismos
0,98 e superior	Carnes e pescados frescos, verduras, leite	Multiplica-se a maioria dos microrganismos que alteram os alimentos e todos os patógenos transmitidos por alimentos.

0,98 – 0,93	Leite evaporado, pão, embutidos cozidos	Multiplicam-se as enterobacteriaceas, incluindo Salmonella, nos níveis superiores desta faixa. Flora de alteração, com frequência bactérias ácido-láctica.
0,93 – 0,85	Carne bovina seca, leite condensado	Multiplica-se Staphylococcus aureus e muitos fungos produtores de micotoxinas. Leveduras e fungos são os microrganismos primários da alteração.
0,85 – 0,60	Farinhas, cereais, vegetais desidratados	Não se multiplicam bactérias patogênicas. Alteração por microrganismos xerófilos, osmófilos, halófilos.
Inferior a 0,60	Confeitos, massas, biscoitos, leite em pó, ovos em pó, etc	Não se multiplicam os microrganismos embora possam seguir sendo viáveis por muito tempo.

A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade e qualidade e composição, e pode afetar os seguintes itens:

1- **ESTOCAGEM:** Alimentos estocados com alta umidade irão se deteriorar mais rapidamente que os que possuem baixa umidade. Por exemplo, grãos com umidade excessiva estão sujeitos a rápida deterioração devido ao crescimento de fungos que desenvolvem toxinas como a aflatoxina.

2- **EMBALAGEM:** Alguns tipos de deterioração podem ocorrer em determinadas embalagens se o alimento apresenta uma umidade excessiva. Por exemplo, a velocidade do escurecimento (browning) em vegetais e frutas desidratadas, ou a absorção de oxigênio (oxidação) em ovo em pó, podem aumentar com o aumento da umidade, em embalagens permeáveis à luz e ao oxigênio.

3- **PROCESSAMENTO:** a quantidade de água é importante no processamento de vários produtos, como, por exemplo, a umidade do trigo para fabricação de pão e produtos de padarias

Tabela 3 - conteúdo de umidade em alguns alimentos

ALIMENTOS	% UMIDADE
Produtos lácteos fluidos	87 – 91
Leite em pó	4
Queijos	40 – 75
Manteiga	15
Creme de leite	60 – 70
Sorvetes	65
Margarina e maionese	15
Frutas	65 – 95
Hortaliças	85
Carnes e peixes	50 – 70
Cereais	<10
Macarrão	9
Pães/ produtos de padaria	35 – 45

Tabela 4 – Umidade alerta de alguns alimentos, assumindo $A_a = 0,70$ e temperatura de 20°C

ALIMENTOS	UMIDADE DE ALERTA (%)
Nozes	4 – 9
Leite integral em pó	7
Cacau	7 – 10
Soja	9 – 13
Ovo integral em pó	10
Carne e pescado	10
Arroz	12 – 15
Hortaliças desidratadas	12 – 22
Farinha de trigo, Macarrão	13 – 15
Sopas desidratadas	13 – 21
Frutas desidratadas	18 – 25

METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DE UMIDADE EM ALIMENTOS

Apesar da literatura estar repleta de métodos de determinação de umidade, não existe nenhum método que seja ao mesmo tempo exato e prático. Métodos exatos, rápidos e simples de determinação de umidade aplicáveis a todo o tipo de alimentos continuam a ser pesquisados.

Em geral a determinação de umidade que parece um método simples, se torna complicado em função da precisão dos resultados. As dificuldades encontradas geralmente são as seguintes:

- (1) separação incompleta da água do produto;
- (2) decomposição do produto com formação de água além da original;
- (3) perda das substâncias voláteis do alimento.

Na prática tem se preferido um método que determine um maior valor da umidade, proveniente da decomposição de componentes orgânicos e volatilização de compostos voláteis, do que aqueles métodos onde a água é negligenciada, ou removida incompletamente.

Os métodos para determinação de umidade são fundamentalmente baseados na secagem da amostra, em reações químicas com a água, em destilação da água e na interação física da água

a) METODOS POR SECAGEM

a.1 Secagem em estufas

É o método mais utilizado em alimentos e está baseado na remoção da água por aquecimento, onde o ar quente é absorvido por uma camada muito fina do alimento e é então conduzido para o interior por condução. Como a condutividade térmica dos alimentos é geralmente baixa, costuma levar muito tempo para o calor atingir as porções mais internas do alimento. Por isso, este método costuma levar muitas horas, 6 a 18 horas em 100 a 105 °C, ou até peso constante.

A evaporação por um tempo determinado pode resultar numa remoção incompleta da água, se ela estiver fortemente presa por forças de hidratação, ou se o seu movimento for impedido por baixa difusividade ou formação de crosta na superfície. Por outro lado, na evaporação até peso constante, pode ocorrer uma superestimação da umidade por perda de substâncias voláteis ou por reações de decomposição. Além disso, o método de secagem em estufa possui uma série de limitações de uso. É simples porque necessita apenas de uma estufa e cadinhos para colocar as amostras. Porém, a exatidão do método é influenciada por vários fatores:

- ⇒ Temperatura de secagem;
- ⇒ Umidade relativa e movimentação do ar dentro de estufa;
- ⇒ Vácuo na estufa;
- ⇒ Tamanho das partículas e espessura da amostra;
- ⇒ Construção da estufa;
- ⇒ Número e posição das amostras na estufa;
- ⇒ Formação de crosta seca na superfície da amostra
- ⇒ Material e tipo de cadinhos;
- ⇒ Pesagem da amostra quente.

A temperatura de secagem deve ser um pouco acima de 100 °C, para evaporar a água à pressão atmosférica na estufa simples. Porém, na estufa a vácuo, esta temperatura pode ser bastante reduzida (~70 °C), preservando a amostra e evitando a formação de crostas na superfície, que dificultaria a evaporação da água. As partículas dos alimentos devem ser moídas com espessuras menores possíveis para facilitar a evaporação da água. Estudos demonstraram que a velocidade de evaporação foi maior em cadinhos de alumínio do que de vidro e porcelana, maior em cadinhos rasos do que fundo e maior em estufas com ventilação forçada do que em estufas simples. A pesagem da amostra deve ser feita somente após esfriá-la completamente no dessecador, pois a pesagem a quente levaria a um resultado falso.

Estufas - simples; simples com ventilador (mais eficiente); a vácuo (para amostras que decompõem na temperatura da estufa simples).

Cápsulas ou cadinhos - porcelana; platina, alumínio; vidro.

Preparo da amostra

- Amostras líquidas: devem ser evaporadas em banho-maria até a consistência pastosa para então serem colocadas na estufa.
- Amostras açucaradas: formam uma crosta dura na superfície, que impede a saída da água do interior. Neste caso, costuma-se adicionar areia, asbesto ou pedra pome em pó misturada na amostra, para aumentar a superfície de evaporação.
- Peso da amostra: varia entre 2 a 5 g dependendo da quantidade de água do produto, e ela deve ser bem espalhada no cadinho formando uma camada fina.

Condições de secagem

- Temperatura: varia entre 70 a 105 °C, dependendo se for utilizado vácuo ou pressão atmosférica,
- Tempo: depende da quantidade de água do produto, mas leva em média de 6 a 7 horas. Costuma-se deixar até peso constante.

Procedimento

Pesar uma quantidade definida de amostra numa cápsula previamente seca e tarada.

O transporte da cápsula deve ser sempre com pinça ou um papel para não passar a umidade da mão para o cadinho. Colocar a cápsula na estufa na temperatura conveniente e deixar até que toda água seja evaporada, isto é, até peso constante. Retirar a cápsula da estufa com uma pinça e colocar num dessecador para esfriar. Pesar, depois de frio, o conjunto cápsula mais amostra seca. Descontar o peso da cápsula vazia para obter o peso da amostra seca. O peso da água evaporada vai ser igual à diferença entre o peso da amostra úmida do peso da amostra seca. Os sólidos totais 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 e fibra bruta.

Limitações do método

1. Produtos com alto conteúdo de açúcar e carnes com alto teor de gordura devem ser secos em estufa a vácuo numa temperatura não excedendo a 70 °C. Alguns açúcares, como a levulose, decompõem ao redor de 70°C, liberando água.
2. Não serve para amostras com alto teor de substâncias voláteis, como condimentos. Vai ocorrer volatilização destas substâncias, com perda de peso na amostra, que será computada como perda de água.
3. Pode haver variação de até 3°C nas diferentes partes da estufa.
4. Alguns produtos são muito higroscópicos e devem ser tampados no dessecador ao saírem da estufa e pesados rapidamente após chegarem à temperatura ambiente.
5. A reação de caramelização em açúcares liberando água, durante a secagem, é acelerada a altas temperaturas. Portanto produtos nestas condições devem ser secados em estufa a vácuo a 60 °C.
6. Alimentos contendo açúcares redutores e proteínas podem sofrer escurecimento por reação de Maillard, com formação de compostos voláteis como CO₂ e compostos carbonílicos, e produtos intermediários como furaldeído e hidroximetilfurfural. Estes compostos voláteis serão medidos erradamente como água evaporada na estufa;
7. Estufas com exaustão forçada são utilizadas para acelerar a secagem a peso constante e são recomendadas para queijos, produtos marinhos e carnes.

a.2 Secagem por radiação infravermelha

Este tipo de secagem é mais efetivo e envolve penetração do calor dentro da amostra, o que encurta o tempo de secagem em até 1/3 do total. O método consiste em uma lâmpada de radiação infravermelha com 250 a 500 watts, cujo filamento desenvolve uma temperatura entre 2.000 a 2.500 °K (700 °C). A distância entre a lâmpada e a amostra é crítica e deve ser cerca de 10cm para não haver decomposição da amostra. A espessura da amostra deve ficar entre 10 e 15mm. O tempo de secagem varia com a amostra (20 minutos para produtos cárneos, 10 minutos para grãos, etc). O peso da amostra deve variar entre 2,5 a 10 g dependendo do conteúdo da água. Equipamentos por secagem infravermelha possuem uma balança que dá a leitura direta do conteúdo de umidade por diferença de peso. Possui a

desvantagem de ser também um método lento por poder secar uma amostra de cada vez. e, como consequência, a repetibilidade pode não ser muito boa, pois pode haver variação de energia elétrica durante as medidas.

a.3 Secagem em fornos de micro-ondas

É um método novo e muito rápido, porém não é um método padrão. A energia de micro-ondas é uma radiação eletromagnética com frequência variando entre 3Mhz e 30.000Ghz. Os dois maiores mecanismos que ocorrem no aquecimento por micro-ondas de um material dielétrico são rotação dipolar e polarização iônica. Quando uma amostra úmida é exposta à radiação de micro-ondas, moléculas com cargas elétricas dipolares, tal como a da água, giram na tentativa de alinhar seus dipolos com a rápida mudança do campo elétrico. A fricção resultante cria calor, que é transmitido para as moléculas vizinhas. Portanto micro-ondas podem aquecer o material mais rapidamente e vão aquecer seletivamente as áreas com maior umidade, atingindo o ponto de ebulição da água. Deste modo, o calor é distribuído uniformemente tanto na superfície como internamente no alimento, facilitando a evaporação da água e evitando a formação de crosta na superfície, como é característico na secagem em estufa. A amostra é misturada com cloreto de sódio e óxido de ferro; o primeiro evita que a amostra seja espirrada fora do cadinho e o segundo absorve fortemente radiação de micro-ondas acelerando a secagem.

É um método bastante simples e rápido. Existem fornos de micro-ondas analíticos, construídos com balanças, escala digital e microcomputadores para calcular a umidade. Eles podem secar de 2 a 30g de amostra com uma energia que varia de 175 a 1.400W por um tempo entre 2,5 e 90 minutos. A umidade da amostra pode variar entre 10 e 90%. Para evitar os mesmos problemas de superaquecimento, que ocorrem na estufa comum, podemos fazer um monitoramento e calibração da energia usada no forno micro-ondas. A comparação deste método com o método padrão, utilizando secagem em estufa, apresentou uma diferença média de 1,15%.

A grande vantagem da secagem por micro-ondas é que o poder da energia radiante e o tempo de secagem podem ser calibrados para os diferentes tipos e quantidades de amostras, enquanto isto não é possível no método por secagem em estufa.

a.4 Secagem em dessecadores

Os dessecadores são utilizados com vácuo e compostos químicos absorventes de água. Porém, à temperatura ambiente, a secagem é muito lenta e em alguns casos pode levar até meses. O uso de vácuo e temperatura ao redor de 50 °C é bem mais satisfatório.

5.2 SAIS MINERAIS

Cinzas de um alimento é o nome dado ao resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica, entre 550 – 570°C, a qual é transformada em CO₂, H₂O e NO₂, assim sendo, a cinza de um material é o ponto de partida para a análise de minerais

específicos. Estes minerais são analisados tanto para fins nutricionais como também para segurança. Como exemplo pode-se citar os resíduos metálicos provenientes de inseticidas e outros agrotóxicos e também o estanho proveniente de corrosão de latas, etc.

Os processos de determinação do conteúdo de cinzas são de grande valor em alimentos, por várias razões. Por exemplo a presença de grande quantidade de cinzas em produtos como açúcar, amido, gelatina, etc. não é desejável. A presença de determinados minerais (carbonatos) na água pode causar problemas de incrustações nas tubulações e caldeira ou diminuir a eficiência de produtos usados na limpeza e sanitização da indústria.

A cinza é constituída principalmente de:

☐ **Macronutrientes:** requeridos em uma dieta em valores diários acima de 100mg 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 100mg 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. Alguns são necessários ao organismo humano e muitos deles são prejudiciais a saúde, os contaminantes químicos, entre esses se destacam: Ar, I, F, Cr, Co, Cd e outros elementos.

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. Algumas mudanças podem ocorrer como oxalatos de cálcio podem ser transformados em carbonatos ou até em óxidos.

A composição da cinza vai depender da natureza do alimento e do método de determinação utilizado:

Tabela 5 – Composição de cinza dependente da natureza do alimento

Ca - alta concentração em produtos lácteos, cereais, nozes, alguns peixes e certos vegetais;	P - alta Concentração em produtos lácteos, grãos, nozes, carne, peixe, aves, ovos e legumes.
Fe - alta concentração em grãos, farinhas, produtos farináceos, cereais assados e cozidos, nozes, carne, aves, frutos do mar, peixes, ovos e legumes. Baixa concentração em produtos lácteos, frutas e vegetais.	Na - sal é a principal fonte, e em quantidade média em produtos lácteos, frutas, cereais, nozes,
I - carne, peixes, aves, ovos e vegetais.	Mg - nozes, cereais e legumes.

Mn - cereais, vegetais e algumas frutas e carnes.	Cu - frutos do mar, cereais e vegetais.
S - em alimentos ricos em proteínas e alguns vegetais.	Co - vegetais e frutas.
Zn - frutos do mar e em pequena quantidade na maioria dos alimentos.	

5.2.1 - Funções Dos Sais Minerais No Organismo:

- Função constituinte, fazendo parte de ossos e dentes, dando-lhes rigidez;
- Fazem parte de alguns compostos, tais como enzimas vitaminas e hormônios;
- Fazem parte de alguns tecidos brancos, como é o caso do fósforo, que se encontra no cérebro;
- Mantém o equilíbrio osmótico nos líquidos do organismo, comportando-se como íons;
- Colaboram na manutenção do equilíbrio ácido - base, por poderem comportar-se como ácido ou bases.
- Os minerais são necessários ao processo vital, devendo estar contidos nos alimentos em quantidades e proporções adequadas.

Tabela 6- O conteúdo mineral total médio de alguns alimentos:

PRODUTO	In Natura	Seco
Abacate	1,5	4,0
Açúcares e xaropes	0,0	0,0
Carne de boi	0,8 - 1,0	1,9 – 3,2
Espargo	0,7	10,0
Espinafre	1,5	20,0
Farinha de Trigo	0,3 - 0,8	0,34 – 0,91
Feijão	3,6 – 4,0	4,0 – 4,4
Laranja	0,5	3,9
Leite	0,7	5,4 - 6,0

Mariscos	2,1 – 2,3	10,7 – 13,3
Pão	1,7 – 2,6	2,6 – 4,7
Queijo	1,0 – 6,0	2,0 – 10,0
Sardinha	2,7 – 3,9	7,3 – 7,4

5.2.2 Lista de Minerais e suas particularidades

➤ **CÁLCIO**

Funções: O cálcio é necessário para a formação dos ossos e dentes, para o correto funcionamento do sistema nervoso, muscular e coagulação do sangue.

Fontes: Leite e derivados, frutas secas, legumes e espinafre

Necessidades Diárias: 800 mg (pessoa adulta)

Carências: seu pouco consumo causa degradação dos ossos; raquitismo; excitação de nervos e músculos e seu excesso pode haver formação de cálculos renais.

Seu metabolismo está intimamente ligado ao do fósforo, portanto pode haver certas complicações quando do consumo de alimentos ricos em fósforo e pobres em cálcio. Menos de 40% do cálcio da dieta é absorvido pelo organismo. Seu aproveitamento é melhor quando associado com proteínas (leite) e quando há presença de vitamina D.

➤ **CLORO**

Funções: Como íon contrário ao sódio, o cloro é importante para manter a pressão osmótica das células e para a função renal; é um componente do suco gástrico (HCl)

Fontes: alimentos salgados (NaCl)

Necessidades Diárias: 830 mg (quantidade mínima estimada)

Carências: deficiência causa dores de cabeça, câimbras musculares e má circulação.

➤ **FERRO**

Funções: faz parte dos pigmentos do sangue (hemoglobina) e atua no transporte de O₂;

Fontes: carnes e derivados, vísceras, cereais integrais, hortaliças espinafre;

Necessidades Diárias: 10 a 15 mg (pessoa adulta)

Carências: sua carência causa anemia, cansaço e debilidade muscular. Excesso provoca amarelamento da cor da pele e transtornos hepáticos.

Absorção do ferro de origem animal é melhor que os de origem vegetal, a Vitamina C melhora sua absorção e café e o chá preto dificultam devido à formação de sais com tanino.

➤ **POTÁSSIO**

Funções: necessário para manter a pressão osmótica especialmente nos líquidos intersticiais; facilita o transporte de água nos tecidos;

Fontes: frutas, hortaliças, batatas, carne, leite;

Necessidades Diárias: 2000 mg (pessoa adulta)

Carências: a carência causa debilidade muscular, letargia e transtorno da função cardíaca. Excesso é eliminado na urina se a função renal é normal.

Como o potássio é diurético, em uma alimentação rica pode causar perda de peso.

➤ **MAGNÉSIO**

Funções: essencial para formação óssea; para a atividade muscular e nervosa e, também, para muitos processos metabólicos.

Fontes: cereais, legumes, laticínios, hortaliças; frutas secas, água mineral.

Necessidades Diárias: 300 a 350 mg (pessoa adulta)

Carências: carência traz transtornos metabólicos e excitação muscular

➤ **SÓDIO**

Funções: retira água dos tecidos criando assim a pressão osmótica nas células e, com isso, a tensão nos tecidos, regulando o metabolismo hídrico, afora ser importante para a contração muscular e para muitos processos metabólicos

Fontes: sal marinho e sal gema, alimentos salgados, água mineral.

Necessidades Diárias: 550 (mínima diária) a 2000 mg

Carências: a carência causa dores de cabeça problemas de circulação, câimbras musculares. Excesso provoca hipertensão.

Atualmente a população brasileira consome em média 2 a 3 vezes mais que as doses recomendadas. Pode-se recorrer a misturas de sais pobres em sódio, como sais de P, Ca, Mg (sucedâneos do sal; dietético).

➤ **FÓSFORO**

Funções: junto com o Cálcio, participa da formação dos ossos e dos dentes, componente de enzimas; participa da transformação energética do metabolismo.

Fontes: carnes e derivados, leite e derivados, ovos, pescados, cereais, bebidas de cola;

Necessidades Diárias: 1200 a 1500 mg (pessoa adulta)

Carências: não se tem descrito carência de fósforo. Excesso prejudica absorção de cálcio.

Os orto e polifosfatos adicionados aos alimentos em quantidades permitidas não apresentam contraindicações.

ELEMENTOS TRAÇOS

CROMO – participa do metabolismo dos hidratos de carbono; não se conhece consequência de carência ou falta. Necessidades diárias de 50-200 µg . deve-se distinguir o cromo trivalente, presente em alimentos, do cromo hexavalente, este sim cancerígeno, utilizado na indústria química. Fontes: elaborados de carnes leveduras de cerveja, queijos e cereais integrais

FLUOR – estabiliza os ossos e endurece o esmalte dental, (previne cáries). Necessidades diárias de 1,0 mg. A deficiência de flúor produz atrofia óssea e tendência à formação de cárie dental. Em excesso é tóxico. Mesmo que exista com abundância na natureza, consumo excessivo em alimentos é pouco provável. Fontes: pescado marinho, cereais, vísceras, água e chá preto.

IODO - Indispensável na síntese de hormônios tiroideais. Necessidades diárias de 0,18 a 0,20mg. Fontes: pescado marinho, vísceras, leite e ovos. A carência provoca o aumento da tireoide e a formação do bócio e o excesso pode provocar o hipertireoidismo.

COBRE - é um componente de muitas enzimas, que catalisam processo de oxidação e redução, participa do metabolismo do ferro. Fontes: vísceras, fígado, pescado, cacau, hortaliças verdes. Necessidades diárias: 1,5 a 3,0mg. A carência provoca doenças sanguíneas e conteúdos elevados de ferro no fígado e alteração na cor da pelo.

ZINCO – componente e elemento auxiliar de enzimas. Fontes: vísceras, carne magra, laticínios, pescados e moluscos. Necessidades diárias: 12 a 15mg. Carência produz dificuldade de crescimento, falta de apetite, dificuldade de cicatrização e maior vulnerabilidade a infecções. O zinco é pouco tóxico.

5.2.3 Perdas De Minerais Durante Processamento

O elevado grau de industrialização no processamento de alimentos traz consigo a perda de minerais. Devido ao fato de que muitos minerais são solúveis em água, os alimentos preparados por muito tempo em imersão perdem substancialmente minerais. Para manter o teor de minerais nos alimentos, a forma mais apropriada de aquecimento é com vapor

5.2.4 Metodologia Para Determinação De Cinzas Em Alimentos

A determinação dos constituintes minerais nos alimentos pode ser dividida em duas

classes:

Determinação da cinza (total, solúvel e insolúvel);

A determinação de cinza total é utilizada como indicativo de várias propriedades:

- a) Largamente aceito como índice de refinação para açúcares e farinhas. Nos açúcares, uma cinza muito alta dificultará a cristalização e descoloração. Na farinha, a quantidade de cinza influirá na extração.
- b) Níveis adequados de cinza total são um indicativo das propriedades funcionais de alguns produtos alimentícios, por exemplo, a gelatina. Em geleias de frutas e doces em massa, a cinza é determinada para estimar o conteúdo de frutas.
- c) É um parâmetro útil para verificação do valor nutricional de alguns alimentos e rações. Alto nível de cinza insolúvel em ácido indica a presença de areia.

Determinação dos componentes individuais da cinza

Os componentes minerais presentes nos sistemas biológicos podem ser divididos naqueles que são:

- a) indispensáveis para o metabolismo normal e geralmente constituem os elementos da dieta essencial;
- b) aqueles que não têm nenhuma função conhecida ou até podem ser prejudiciais à saúde. Estes últimos podem aparecer do solo, provenientes da pulverização das plantas com agrotóxicos ou como resíduos de processos industriais. Alguns resíduos metálicos podem ter efeitos tóxicos como Pb e Hg. A oxidação do ácido ascórbico (vitamina C) e a estabilidade de sucos de fruta são afetados por Cu.

Alguns componentes minerais podem aumentar e outros impedir a fermentação de produtos fermentados.

Além destas duas classes de determinação de cinzas, outros três tipos são também importantes para a caracterização da pureza e adulteração de amostras:

Cinza solúvel e insolúvel em água: o método é bastante utilizado para a determinação da quantidade de frutas em geleias e conservas.

Alcalinidade da cinza: as cinzas de produtos de frutas e vegetais são alcalinas, enquanto de produtos cárneos e certos cereais são ácidas. A alcalinidade das cinzas é devido à presença de sais de ácidos fracos como o cítrico, tartárico e málico, que na incineração são convertidos nos carbonatos correspondentes. Esta técnica é utilizada para verificar adulteração em alimentos de origem vegetal ou animal.

Cinza insolúvel em ácido: esta determinação é importante para a verificação da adição de matéria mineral em alimentos como sujeira e areia em temperos, talco em confeitos e sujeira em frutas.

5.2.5 RESÍDUO MINERAL TOTAL

a) CINZA SECA

- É mais comumente utilizada para determinação de cinza total. É também utilizada na determinação de cinza solúvel em água, insolúvel em água e insolúvel em ácido. É útil também na determinação dos metais mais comuns que aparecem em maiores quantidades.
- É uma técnica simples e útil para análise de rotina.
- É demorada, mas pode-se utilizar certos agentes aceleradores ou então deixar durante a noite a temperaturas mais baixas.
- Limitação do uso: altas temperaturas, reações entre os metais e os componentes da amostra, ou entre estes e o material do cadinho.
- Temperaturas mais altas com maior volatilização.
- Geralmente mais sensível para amostras naturais.
- Necessita menor supervisão.
- Menos brancos para os reagentes.
- Pode-se usar amostras grandes.

Procedimento Geral - Pesar amostra (cerca de 5 g) num cadinho de platina ou porcelana, o qual deve ter sido previamente incinerado, esfriado e tarado. Depois o conjunto deve ser incinerado numa mufla, inicialmente a temperatura mais baixa e depois a 500- 600 °C. A mufla é o equipamento utilizado para incinerar a matéria orgânica da amostra, uma espécie de forno que alcança altas temperaturas. Quando a cinza estiver pronta, isto é, não restar nenhum resíduo preto de matéria orgânica, o conjunto é retirado da mufla, colocado num dessecador para esfriar e pesado quando atingir a temperatura ambiente. A diferença entre o peso do conjunto e o peso do cadinho vazio dá a quantidade de cinza na amostra.

O método de determinação de cinza é empírico e por isso deve-se sempre especificar o tempo e a temperatura utilizados, que vão depender do tipo de amostra.

Preparação da amostra - Os pesos de amostra variam com o conteúdo de cinzas dos produtos. Exemplos:

- Cereais, queijo e leite: 3 - 5g;
- Açúcar, carne, legumes, vinho: 5 -10g;
- Sucos, frutas frescas, frutas enlatadas: 25g;

- Geleia, xarope, doces em massa: 10g.

Amostras líquidas ou úmidas devem ser secas em estufa antes da determinação de cinzas. Costuma-se usar a amostra que foi utilizada para a determinação de umidade.

Produtos que contem grande quantidade de matéria volátil, como condimentos, devem ser aquecidos vagarosamente de maneira que comecem a fumer sem pegar fogo.

Produtos ricos em gordura também devem ser aquecidos cuidadosamente para evitar excesso de chama, que poderia causar perdas por arraste. Em peixes e produtos marinhos gordurosos, deve-se fazer uma incineração prévia a baixa temperatura, de modo que a gordura comece a fumer sem incendiar-se. Em queijos gordurosos adicionar uma pequena quantidade de algodão absorvente (com quantidade de cinza conhecida) e incinerar cuidadosamente para evitar respingos fora do cadinho. Em produtos com muita gordura, como a manteiga, é necessário fazer a extração da gordura da amostra já seca com algum solvente orgânico, como éter etílico ou éter de petróleo, antes da incineração da amostra.

Produtos açucarados tendem a formar espuma na determinação de cinzas, isto pode ser evitado adicionando-se vaselina ou azeite de oliva em pequena quantidade, pois estes produtos possuem 0% de cinzas. Nos métodos oficiais, recomenda-se que açúcares e produtos açucarados devem ser secos a 100 °C, em banho-maria ou em estufa, e depois se deve adicionar pequenas gotas de azeite puro (não possui elementos minerais), para então o produto ser aquecido vagarosamente.

Materiais e Variantes

➤ **Tipos de cadinhos** - A escolha vai depender do tipo de alimento a ser analisado e do tipo de análise. Os materiais utilizados incluem quartzo, Vycor (tipo de vidro resistente a altas temperaturas), porcelana, aço, níquel, platina e uma liga de ouro platina.

Porcelana: assemelha-se ao quartzo em propriedades químicas e físicas. Resistência à temperatura é ainda maior (1.200 °C). Mantém sua superfície lisa e pode ser limpo com HCl diluído. É bastante utilizado por manter seu peso constante e pelo seu baixo preço. No entanto é susceptível a álcalis e pode rachar com mudanças bruscas de temperatura.

Platina: é o melhor de todos em vários aspectos, mas é muito caro. Tem alta resistência ao calor (1773°C), boa condutividade térmica e é quimicamente inerte. Pode ter corrosão com materiais orgânicos que possuam óxido de Fe, Pb e Sb. Pode ser limpo por fervura em água ou ácidos.

➤ **Temperaturas de incineração na mufla**

□ **525 °C:** frutas e produtos de frutas, carne e produtos cárneos, açúcar e produtos açucarados e produtos de vegetais.

□ **550 °C:** produtos de cereais, produtos lácteos (com exceção da manteiga, que utiliza 500 °C), peixes e produtos marinhos, temperos e condimentos e vinho.

□ **600 °C:** grãos e ração.

➤ **Tempo de incineração**

O tempo é difícil de especificar, pois varia com o produto e com o método. Existe especificação somente para grãos e ração, que é de duas horas.

Para os demais produtos, a carbonização está terminada quando o material se torna completamente branco ou cinza, e o peso da cinza fica constante. Isto costuma levar muitas horas.

Quando o tempo está muito prolongado, talvez pela formação de uma matéria mineral fundida, o resíduo deve ser molhado, seco e reaquecido, até que apareça uma cinza branca. Quando o tempo de análise é muito longo, podemos acelerar o processo com adição de: glicerina, álcool, oxidantes químicos.

➤ **Pesagem da cinza**

Deve-se tomar todo o cuidado no manuseio do cadinho com a cinza antes de pesar, porque ela é muito leve e pode voar facilmente. Para melhor proteção, deve-se cobrir com um vidro de relógio, mesmo quando estiver no dessecador. Algumas cinzas são muito higroscópicas e devem ser pesadas o mais rapidamente possível num frasco com tampa (pesa filtro). Um exemplo deste tipo de cinza é a de frutas que contém carbonato de potássio, que é altamente higroscópico.

Para determinação dos minerais individualmente, não se deve utilizar a determinação da cinza seca, pois por este método vai haver muita perda de certos elementos, dependendo da temperatura utilizada (máxima de 500 °C). Entre estes elementos, estão Ar, Hg e Pb.

b) CINZA ÚMIDA

⇒ É mais comumente utilizada para determinação da composição individual da cinza.

⇒ Pode-se utilizar baixas temperaturas, que evitam as perdas por volatilização.

⇒ É mais rápida.

⇒ Utiliza reagentes muito corrosivos.

⇒ Necessidade de brancos para os reagentes.

⇒ Não é prático como método de rotina.

⇒ Exige maior supervisão.

⇒ Não serve para amostras grandes.

É utilizada na determinação de elementos em traços, que podem ser perdidos na cinza seca, e também de metais tóxicos.

A digestão pode ser feita com um único ácido, mas às vezes não é suficiente para a completa decomposição da matéria orgânica:

Ácido sulfúrico: não é um agente oxidante muito forte e a completa decomposição pode demorar, mas para acelerar o processo pode-se adicionar um sal como sulfato de potássio que vai aumentar o ponto de ebulição do ácido, acelerando assim o processo.

Ácido nítrico: é um bom oxidante, mas pode ser evaporado antes da oxidação terminar e também pode causar a formação de óxidos insolúveis. O mais utilizado na determinação da cinza úmida é a mistura de mais de um ácido. A mistura mais utilizada é de H₂SO₄-HNO₃, cujas quantidades vão variar com o tipo de amostra. É bastante utilizada em amostras

vegetais, porém pode haver volatilização de alguns minerais como arsênio, selênio, mercúrio etc.

Para amostras ricas em açúcares e gordura, é necessário evitar a formação de espuma. Para isso, usa-se H_2SO_4 até embeber a amostra e depois uma pequena quantidade de HNO_3 com aquecimento entre os dois. Por último, pode-se adicionar H_2O_2 para completar a digestão.

Para amostras contendo proteínas e carboidratos e nenhuma gordura, recomenda-se a mistura HNO_3 - $HClO_4$ (ácido perclórico), porém tem a desvantagem de que o ácido perclórico pode explodir. Na digestão de grãos de trigo, a utilização da mistura HNO_3 + 70% $HClO_4$ (1:2) pode levar 10 minutos, em comparação com a mistura usual de HNO_3 + H_2SO_4 que levaria 8 horas.

A mistura de três ácidos, H_2SO_4 - HNO_3 - $HClO_4$, é um reagente universal, mas requer controle exato de temperatura e alguns minerais (como arsênio, chumbo, ouro, ferro, etc.) podem ser volatilizados.

Análise dos Elementos Individuais

A cinza obtida por via úmida está pronta para ser utilizada para análise individual de cada elemento mineral nela contido. Os métodos que são empregados nesta análise são: absorção atômica; emissão de chama; colorimetria; turbidimetria; titulometria.

Todos os métodos, com exceção do último, são métodos instrumentais em que os equipamentos utilizados são sofisticados e caros. Existem regras para a obtenção de resultados precisos e exatos na análise de traços de metais que estão presentes na ordem de nanogramas e picogramas. São as seguintes:

1. Todo o material utilizado (como equipamento e cadinhos) deve ser o mais puro e inerte possível. Estes requisitos são obtidos principalmente com quartzo, platina e, em menor grau, com polipropileno.
2. Limpeza dos equipamentos e cadinhos por banho de vapor é muito importante para diminuir as interferências e a adsorção dos elementos.
3. Para diminuir os erros sistemáticos, recomenda-se o uso de micro-técnicas com pequenos equipamentos e cadinhos. Se elementos voláteis vão ser determinados, o sistema deve ser fechado e a temperatura a mais baixa possível.
4. Os reagentes e material de laboratório devem ser os mais puros possíveis.
5. Evitar a contaminação do ar no laboratório.
6. Manipulações e etapas de trabalho devem ser restringidas ao mínimo para reduzir contaminações inevitáveis.
7. Todo o procedimento deve ser verificado por análises comparativas interlaboratoriais.

5.3 CARBOIDRATOS

CONCEITO - O termo carboidrato deriva da terminologia “hidratos de carbono”, determinados pela fórmula $C_x (H_2O)_y$, que contém C, H, e O, estes últimos na mesma proporção que na água.

Os carboidratos são sintetizados na natureza pelas plantas, através do processo de fotossíntese, a partir do dióxido de carbono e água. Com ajuda da energia solar, os vegetais verdes tomam o anidrido carbônico da atmosfera e a água do solo, produzindo carboidratos, através da seguinte reação:



Função da clorofila é unir-se ao Carbono e catalizar a reação.

FUNÇÕES:

- São fáceis combustíveis energéticos de que os animais necessitam para desenvolver seus movimentos. Representam 80% do total calórico utilizado pela humanidade (75 - 80% deste valor é representado pelo amido). Nos EUA, do total calórico, 46% é representado pelos CHO (47% de amido e 52% pela sacarose), 42% de lipídios e 12% de proteínas. CHO complexos devem ser hidrolisados a CHO simples para serem absorvidos pelo organismo.
- Fornece energia para ser transformada em trabalho no corpo e fornece calor para regular temperatura corporal.
- Os carboidratos são essenciais para a completa oxidação das gorduras do corpo. Se ausentes há acúmulo de ácidos (acidose) provenientes do metabolismo intermediário das gorduras, sendo portanto antiácidos.
- São economizadores de proteínas. Se os CHO estão disponíveis, o corpo não utiliza as proteínas como fonte de energia e elas serão aproveitadas para suas funções específicas (+ nobres).
- São utilizadas como alimentos (substrato) da flora microbiana sintetizadora de diversas vitaminas.
- São responsáveis pela reação de escurecimento em muitos alimentos.
- Propriedades reológicas na maioria dos alimentos de origem vegetal (polissacarídeos).
- Podem ser utilizados como adoçantes naturais.
- São utilizados como matéria-prima para alimentos fermentados

PROPRIEDADES DOS CARBOIDRATOS

- Geralmente sólidos cristalinos, incolores e tem sabor doce. São compostos naturais bastante comuns e a sacarose é talvez o adoçante mais antigo que se conhece.
- São facilmente solúveis em água.
- Reduzem facilmente, soluções alcalinas de Cu^{2+} a Cu^+
- Reagem com oxidantes brandos formando ácidos glicônicos e ácidos glicóricos.
- Cetonas reagem com oxidantes mais enérgicos, formando dois ác. dicarboxílicos;

- Quando aquecidos em soluções ácidas sofrem desidratação, por um mecanismo que tem como produto final um furaldeído;
- Alguns CHO formam estruturas rígidas em plantas (celulose, lignina, hemicelulose) é a mesma função dos ossos dos animais.

OS CARBOIDRATOS NOS ALIMENTOS

Os CHO constituem $\frac{3}{4}$ do peso seco de todas as plantas terrestres e marinhas e estão presentes nos grãos, verduras, hortaliças, frutas e outras partes de plantas consumidas pelo homem. O homem consome o amido e a sacarose e as plantas que os produzem são as mais cultivadas.

Nas tabelas de composição de alimentos, o conteúdo de carboidratos tem sido dado como carboidratos totais pela diferença, isto é, a percentagem de água, proteína, gordura e cinza subtraída de 100.

Tabela 5 - conteúdo de carboidratos em alguns alimentos

ALIMENTO	% DE CARBOIDRATOS
Açúcar branco comercial	99,5% sacarose
Açúcar de milho	87,5% glicose
Condimentos	9 – 39% açúcares redutores
Farinha de trigo	70% amido
Frutas	6 – 12% sacarose
Mel	75% açúcares redutores
Milho e batata	15% amido
Trigo	60% amido

A sacarose está presente em pequenas quantidades na maior parte dos vegetais. Portanto sua ingestão em maior nível se dá através de alimentos modificados.

Os cereais contêm pequena quantidade de açúcares, pois a maior parte é convertida em amido. O amido é o CHO mais comum utilizado pelos vegetais como reservas energéticas. Assim, o homem e os animais desenvolveram sistemas enzimáticos para utilizá-lo como fonte de energia.

As frutas maduras são doces devido a transformação do amido (reserva) em açúcares mais simples como a sacarose, frutose, etc.

Os produtos de origem animal contêm menos CHO metabolizável que outros alimentos. O glicogênio é semelhante a amilopectina do amido e é metabolizável da mesma forma que este.

CLASSIFICAÇÃO

Os carboidratos são classificados de acordo com o nº de carbonos que tenham, em monossacarídeos, oligossacarídeos (dissacarídeos e trissacarídeos) e polissacarídeo. Os CHO têm um ou vários grupos alcoólicos (-OH) e um grupo aldeído (-CHO) ou cetônico (-CO-).

a) MONOSSACARÍDIOS

São os açúcares simples formados por cadeias de 3,4,5,6,7 carbonos, podendo ter um grupo funcional aldeído (aldose) ou grupo funcional cetônico (cetoses) São moléculas de baixo peso molecular de fórmula $C_n (H_2O)_n$.

Os Monossacarídeos não podem ser hidrolisados a moléculas menores, de menor peso molecular. Na natureza encontra-se com mais facilidade as aldo-hexoses (glucose, galactose), seguidas das aldo-pentoses (arabinose, xilose). Entre as cetoses, a mais difundida é a frutose (ceto-hexose).

O monossacarídeo existente em maior quantidade na natureza é a D-glucose. Tem suave poder edulcorante, é solúvel em água e álcool, desvia a luz polarizada para a direita e encontra-se no mel e frutas. O sangue humano contém cerca de 0,8 de glicose, exceto em pessoas diabéticas que podem ter até 10% de glicose na urina.

A frutose é o açúcar das frutas, encontra-se em pequenas quantidades no reino animal.

A galactose é um monossacarídeo resultante do desdobramento da lactose. Não se encontra livre na natureza, embora faça parte do cérebro, como glucídio estrutural e daí sua importância. Também faz parte de alguns compostos pectínicos, na formação dos ácidos galacturônicos.

DISSACARÍDEOS

Polímeros compostos de resíduos de monossacarídeos unidos por ligação hemiacetálica (glicosídica), em nº de 2. São solúveis em água e muito abundantes na natureza.

Fórmula geral é:



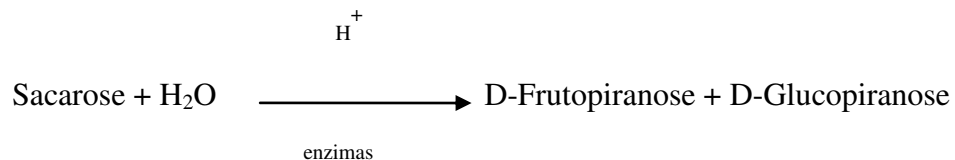
Entre os dissacarídeos de maior importância, tem: Sacarose, Maltose e Lactose

SACAROSE

É o açúcar resultante da união da glicose com a frutose. É o açúcar da cana-de-açúcar e da beterraba. É o dissacarídeo mais importante, tanto pela frequência como pela importância na alimentação humana. Também se encontra em todas as plantas que fotossintetizam. A sacarose já era utilizada a 300 anos antes de Cristo. É facilmente hidrolisada por soluções diluídas de ácidos minerais ou enzimas (invertases) com formação de D-glucose e D-frutose.

INVERSÃO DA SACAROSE:

No processo de hidrólise química ou enzimática ocorre a inversão da rotação ótica da solução inicial, motivo pelo qual o processo de hidrólise da sacarose é também conhecido por inversão da sacarose e o produto final é conhecido como açúcar invertido.



MALTOSE

É o açúcar do malte (maltobiose), é o elemento básico da estrutura do amido. Pode ser produzida pela hidrólise ácida / enzimática ou fermentação (cerveja). É bastante solúvel em água e pela ação da enzima alfa-glucosidase (maltase) é hidrolisada em 2 D-glucose. É encontrada na cevada malteada e grãos germinados, também nos animais, durante a digestão ocorre à hidrólise do amido, produzindo maltose.

LACTOSE

É o açúcar do leite, encontra-se apenas neste alimento (4 - 5 %), desdobrando-se através de hidrólise enzimática (lactase) em D-Glucose + D-Galactose.

CLASSIFICAÇÃO DOS DISSACARÍDIOS

Os dissacarídeos classificam-se em redutores e não redutores. Os redutores são aqueles que possuem apenas um grupo hidroxílico envolvido na ligação de monossacarídeos e reduzem soluções alcalinas como a de Fehling. Os não-redutores possuem os dois grupos hidroxílicos envolvidos na ligação glicosídica de monossacarídeos não reduzindo a solução de Fehling. A sacarose é um açúcar não redutor enquanto a lactose e a maltose são redutores.

POLISSACARÍDEOS

São macromoléculas naturais, ocorrendo em quase todos os organismos vivos. São formados pela condensação de monossacarídeos, unidos entre si pelas ligações glicosídicas. Possuem alto peso molecular e podem ter cadeias lineares, ramificadas e cíclicas (Ex.

dextrinas). Os polissacarídeos de menor peso molecular são solúveis em água e, esta solubilidade diminui com o peso da molécula e com associações entre moléculas. Aqueles mais insolúveis são os encontrados nas paredes celulares e sua função nos vegetais é a de reforçar e estrutura, por isso são denominados polissacarídeos estruturais.

Nomenclatura - São designados pelo sufixo “ana”, assim, glucose dá origem a glucanas,; arabinose dá origem a arabinana ou arabanos. Também são denominados por nomes já consagrados pelo uso : amido, celulose, pectinas, etc.

CLASSIFICAÇÃO E FUNÇÕES

São classificados em homoglicanas e heteroglicanas, quando formado por uma única espécie ou diferentes espécies de monossacarídeos. Na natureza, estes polímeros têm diversas funções:

- Fazem parte de estruturas da parede celular de vegetais (celulose, pectina, hemicelulose), ou de animais (quitina).
- Servem de reservas metabólicas de plantas (amido, frutanas, dextranas) e de animais (glicogênio)
- São substâncias protetoras de plantas (retém água) e com isso, os processos enzimáticos não são interrompidos, mesmo em condições de desidratação.

FUNÇÕES NOS ALIMENTOS

- Retém umidade, formando soluções , reduzindo a atividade de água do sistema.
- Importante na textura, aparência e “flavor” dos alimentos;

Entre os polissacarídeos mais importantes temos o amido, a celulose as pectinas e outros.

AMIDO

É a mais importante reserva de nutrição das plantas superiores (sementes, tubérculos, rizomas e bulbos). É facilmente digerido e por isso é importante na alimentação humana. Quando aquecido na presença de água, os amidos formam géis estáveis. É constituído de dois polissacarídeos, chamados de amilose e amilopectina, em proporção que varia de acordo com a origem das plantas e mesmo do grau de maturação. As proporções destes influem na viscosidade e poder de geleificação do amido.

Amilose - Polissacarídeo linear formado por unidades de D-glucopiranosose, unidas por ligações glicosídicas alfa (1-4) em nº que varia de 200 - 10.000. A amilose possui estrutura helicoidal dentro da qual podem acomodar-se moléculas de Iodo, formando um composto de cor azul. Esta reação é indicativa da presença de amido, e é usada para identificar ponto de maturação de frutos, por exemplo. Os lípidios podem ser envolvidos pelas hélices da amilose, que poderá ter influência na digestibilidade do amido.

Amilopectina - Fração ramificada do amido. É formada por várias cadeias de 20 a 25 unidades de alfa-D-glucopiranoose, unidas por ligações alfa (1-4) e as cadeias são unidas entre si por ligações alfa (1-6).

Grãos de amido em suspensão com água em temperatura alta, formam géis. Esta gelatinização está relacionada com a quantidade de água presente e a 120 °C todos os grãos estarão dissolvidos. Soluções de amido a temperaturas baixas gelatinizam ou formam precipitados cristalinos, estes só ocorrem com a forma linear (amilose). Este fenômeno é conhecido como retrogradação do amido.

Esquema da estrutura da amilopectina, sendo as ligações alfa 1-6, que une as cadeias entre si, representada por *.

CELULOSE

Principal componente da parede celular dos vegetais. É o composto orgânico encontrado com maior frequência na natureza.

Apresenta as seguintes características gerais:

- Não é digerida pelo homem, formam as fibras dietéticas, importantes na tecnologia de alimentos.
- No algodão está presente em 98% da matéria seca.
- É constituída de cadeias não ramificadas de d-glucopiranoose, em nº que varia de 100 a 200.
- É insolúvel em água, ácidos ou álcalis, difícil hidrólise a não ser por enzimas.

PECTINA

Constitui-se por cadeia de ácido D-galacturônico, cujos grupos carboxílicos pode estar parcialmente metoxilado ou neutralizado por bases. Geralmente divide-se em outros grupos menores, quais sejam:

Protopectina- Insolúveis em água e por aquecimento em meio ácido formam os ácidos pécticos e ácidos pectínicos. Estão presente em maior grau nas frutas verdes e a medida que a maturação avança vão sendo degradadas a ácidos pectínicos e pécticos. Pode estar associada a íons Cálcio os quais confere rigidez a estrutura celular.

Ácidos Pectínicos -Possuem grupos metoxílicos esterificados, dependendo do grau de metoxilação, estes compostos podem formar géis na presença de açúcar em meio ácido.

Ácidos Pécticos - Estes compostos não possuem metoxilações esterificando os grupamentos carboxílicos e formam géis na presença de íons metálicos bi ou trivalentes como o íon Cálcio.

A pectina é o polissacarídeo mais importante na indústria de alimentos. As pectinas podem ser de baixo teor de metoxilação (BTM), quando apresenta menos de 7% de grupos carboxílicos esterificados por grupamentos metílicos, e geleificam na presença de íons como o Cálcio. O teor de metoxilas ideal para este fim é 3,5 % e são importantes para a tecnologia de produtos dietéticos. Também são chamadas pectinas lentas. As pectinas de alto teor de metoxilação (ATM) são denominadas de pectinas rápidas e formam géis estáveis na presença de açúcar em meio ácido. Algumas das enzimas que degradam a pectina são a Pectinesterase (PE) - catalizam a reação de desmetoxilação e Poligalacturonase (PG) - catalizam a reação de despolimerização da molécula de pectina.

MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS NOS ALIMENTOS

Os testes qualitativos para açúcares estão baseados nos aspectos:

1. Reações coloridas provenientes da condensação de produtos de degradação dos açúcares em ácidos fortes com vários compostos orgânicos;
2. As propriedades redutoras do grupo carbonila.

Entre os métodos quantitativos disponíveis para determinação de açúcares totais de açúcares redutores, os mais utilizados em alimentos são:

1. Munson-Walker: método gravimétrico baseado na redução de cobre pelos grupos redutores dos açúcares;
2. Lane-Eynon: método titulométrico também baseado na redução de cobre pelos grupos redutores dos açúcares
3. Somogyi: método microtitulométrico baseado também na redução do cobre.
4. Métodos cromatográficos: papel, camada delgada, coluna, gasosa e cromatografia líquida de alta eficiência
5. Métodos óticos. Refratometria, Polarimetria, Densimetria

Método Lane-Eynon: a solução de açúcar é adicionado vagarosamente de uma bureta a uma mistura(1:1)em ebulição das duas soluções de Fehling. Próximo ao ponto de viragem é adicionado 1 mL de uma solução aquosa de azul de metileno 2%, que é um indicador que vai mudar a cor da solução de azul para incolor no ponto de viragem. A solução fica incolor, mas, como existe o precipitado cor de tijolo, a cor visível da viragem é de azul para vermelho tijolo. Existem dois fatores importantes a serem seguidos neste método para maior exatidão dos resultados.

- A solução deve ficar constantemente em ebulição durante a titulação, porque o CuO formado pode ser novamente oxidado pelo O₂ do ar, mudando a cor novamente para azul;
- A titulação deve levar no máximo 3 minutos, porque pode haver decomposição dos açúcares com o aquecimento prolongado.

A relação entre o cobre reduzido e o açúcar redutor não é estequiométrica, o resultado é obtido das tabelas ou padronizando-se a mistura de Fehling com uma solução de açúcar com concentração conhecida, e é geralmente expresso em glicose.

5.4 LIPÍDIOS

Compostos orgânicos formados por C,H,O e também podem possuir P,N e S, com predomínio de H, encontrando-se nos organismos vivos, geralmente insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos tais como éter etílico, éter de petróleo, acetona clorofórmio, benzeno e alcoóis Estes solventes apolares atacam a fração lipídica neutra que incluem ácidos graxos livres, mono, di e trigliceróis, e alguns mais polares como fosfolipídios,

glicolipídios e esfingolipídios. Esteroides, ceras, pigmentos lipossolúveis e vitaminas, que contribuem com energia na dieta, podem ser extraídos apenas parcialmente. Ocorrem em todas as células animais ou vegetais de onde podem ser extraídos com solventes orgânicos de baixa polaridade.

Tabela 6 - Conteúdo médio de lipídios em alguns alimentos:

ALIMENTO	% DE LIPÍDIOS
Carnes	16 – 25
Cereais	3 – 5
Chocolates	35
Frutas	0,1 – 1 (abacate: 26%)
Leite em pó	27,5
Leite fresco	3,7
Manteiga e margarina	81
Molhos e saladas	40 –70
Ovos	12
Peixes	0,1 – 20
Sorvetes	12
Vegetais	0,1 – 1,2

FUNÇÕES

- Energético = 9 Cal/grama;
- Transporte de Vitaminas lipossolúveis (A,D,E e K);
- Favorece a absorção de cálcio;
- Acúmulo causa obesidade e todos os problemas decorrentes
- Efeitos sobre o Aroma e sabor dos alimentos
- Maior palatabilidade dos alimentos
- Acido linolênico é essencial produz o acido araquidônico precursor do hormônio chamado prostaglandina

FUNÇÕES BIOLÓGICAS:

1. Importante fonte calórica da dieta;
2. Supre necessidades nutricionais específicas (ácidos graxos essenciais, por exemplo);
3. Atua no organismo como agente protetor e transportador de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K);
4. Exerce ação lubrificante;
5. Contribui na ação de leveza pelo aprisionamento de ar em massas e sorvetes;
6. Atua como agente transportador de calor, nas frituras;
7. Contribui no paladar;
- 8 Os lipídios fornecem por queima no organismo, 9 Calorias/ grama, contra 4 Calorias/grama dos carboidratos e proteínas, tornando-se uma das principais fontes de energia utilizadas pelo homem.

Em uma dieta balanceada, cerca de 20% das calorias são fornecidas pelas proteínas, 40-60% pelos carboidratos e 20-30% pelas gorduras.

CLASSIFICAÇÃO - A seguinte classificação possibilita uma distinção entre os vários tipos de lipídios:

a) Lipídios Simples- São compostos que por hidrólise total dão origem somente a ácidos graxos e álcoois e são divididos em

- Óleos e Gorduras - São esteres de ácidos graxos e glicerol, denominados de glicerídeos e são os lipídios mais importantes.

- Ceras - São esteres de ácidos graxos e monohidroxiálcoois de alto peso molecular.

➤ **GORDURA DO LEITE E DERIVADOS** - Caracterizado pela composição: 30 a 40% de ácido oléico; 20 a 30% de ácido palmítico e 10 a 15% de ácido esteárico. É o único grupo de gorduras que contém o ácido butírico (até 15%).

➤ **GRUPO DOS ÁCIDOS INSATURADOS** - Pertencem a este grupo, óleos e gorduras vegetais. Ocorre predominância dos ácidos oleico, linoleico e linolênico. Estão neste grupo os óleos de amendoim, girassol, milho algodão, babaçu e azeite de oliva (ricos em ácido oleico e linoleico), óleo de gérmen de trigo, soja e linhaça (ricos em ácido linolênico, tri insaturado)

➤ **GRUPO DO ÁCIDO LAURICO** - Contém ácido láurico em grandes concentrações (50%). Contém ácidos insaturados em pequenas quantidades, o que os fazem permanecer por longos períodos em armazenamento. Pertencem a este grupo, os óleos de babaçu e dendê (azeite).

➤ **GRUPO DAS GORDURAS ANIMAIS** - São constituídas por ácidos graxos saturados de 16 a 18 C em quantidade que varia até 40% e 60% de ácidos insaturados, principalmente oleico e linoleico. Pertencem a este grupo o toucinho e os sebos, com alto ponto de fusão.

As gorduras são compostas por misturas de triglicerídios e outras substâncias que fazem parte da natureza do produto ou se formam no processamento. A diferença entre os óleos e as gorduras é a natureza do ácido que esterifica o glicerol. Os óleos contêm maior quantidade de ácidos graxos insaturados do que as gorduras.

ÁCIDOS GRAXOS - São todos os ácidos monocarboxílicos alifáticos. Podem ser saturados e insaturados. Principais saturados são o láurico, palmítico e o esteárico e os insaturados, oleico, linoleico e linolênico.

Gorduras animais têm ácidos com cadeias de 16 a 18 C. Ácidos com mais de 20C são comuns em animais marinhos. Todos esses ácidos existem na natureza, principalmente na forma de esteres de glicerol ou de álcoois alifáticos de cadeia longa.

PROPRIEDADES DOS ÁCIDOS GRAXOS

- Forte polaridade dos grupos carboxílicos, capazes de formar com álcoois ligações de H;
- Ponto de fusão e ebulição, aumentam com o aumento da cadeia, presença de insaturações.
- Ácidos com nº par de carbono tem, a temperatura de fusão mais alta que o próximo ácido da série, porque nas cadeias pares os grupos terminais (CH₃ e COOH) estão situados em lados opostos, se ajustando melhor umas as outras, aumentando as forças de Van der Waals.
- Ácidos graxos de menor peso molecular são solúveis em água devido às ligações de hidrogênio que neste caso se dão entre moléculas de água e ácidos, facilitando a solubilização. Quanto menos solúveis em água, aumenta a solubilidade em solventes orgânicos.
- Ácidos graxos pouco solúveis tem a propriedade de formar uma fina e uniforme camada na superfície da água. O grupo hidrofílico (COOH) é dissolvido na água e o grupo hidrofóbico (cadeia de C) se coloca paralelas umas as outras, perpendicularmente a água.
- Apresentam o fenômeno do polimorfismo, isto é, cristalizam em mais de uma forma com a mesma composição química. É muito importante na indústria de óleos e gorduras, uma vez que a consistência de gorduras hidrogenadas, manteiga, margarinas e gorduras animais vai depender da forma cristalina dos ácidos graxos.

EXEMPLOS DE ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS E FONTE

- Ácido Butírico – Leite (15% dos ácidos totais) e manteiga rancificada,
- Ácido Esteárico – sementes e polpas de frutas, animais marinhos e gorduras de leite, toucinho e sebos;
- Ácido Palmítico - Todos os animais e vegetais, presente em pequenas quantidades, sementes de algodão e frutos de dendê e leite.

EXEMPLOS DE ÁCIDOS GRAXOS INSATURADOS E FONTES

- Ácido Oleico - Principal ácido de todas as gorduras, azeite de oliva (80% dos ácidos totais)
- Ácido Linoleico - É o ácido poli-insaturado mais importante (2 duplas ligações), soja, milho, algodão, girassol (75% do total);
- Ácido Linolênico - Óleo de linhaça (50 % dos ácidos totais)

ÓLEOS E GORDURAS

Óleos e gorduras são misturas naturais de esteres neutros da glicerina com ácidos graxos saturados e não saturados de alto peso molecular, razão pela qual são chamados glicerídeos.

Óleos e gorduras diferem entre si pelo fato de que, a temperatura ambiente, as gorduras são sólidas e os óleos são líquidos. São divididos em alguns grupos, que são: **GLICEROL** - É o constituinte comum a todos os óleos e gorduras. Por aquecimento a altas temperaturas em presença de catalisadores, o glicerol perde água com formação de **ACROLEINA**, composto de odor desagradável e ação irritante para os olhos e mucosas. **GLICERÍDIOS** - São esteres de ácidos graxos e glicerol, e nesta classe estão os triglicerídios (compostos nos quais as três hidroxilas do glicerol estão esterificadas a ácidos graxos). Podem ser constituídos por uma ou mais espécies de ácidos graxos.

PROPRIEDADES - São compostos sólidos com ponto de fusão bem definido. Aqueles com predomínio de ácidos graxos insaturados fundem-se a temperaturas mais baixas. Apresentam também o polimorfismo.

b) Lipídios Compostos - Contém outros grupos na molécula, além de ácidos graxos e álcoois. Podem ser divididos em:

- a) Fosfolipídios -. Ocorre tanto em vegetais como animais e têm em comum o ácido fosfórico e um composto nitrogenado, além de ácido graxo. A este grupo pertence as lecitinas (presente na gema do ovo, fígado e óleos vegetais, utilizados na tecnologia de alimento como agentes emulsionantes e antioxidantes).
- b) Ceras - esteres de ácidos graxos, monohidroxiálcoois, carboidratos e uma base nitrogenada.
- c) Sulfolipídios - Contém enxofre na molécula
- d) Glicolipídios - Não contém ácido fosfórico na molécula. São compostos que tem um ou mais monossacarídeos e uma base nitrogenada.

CERAS - São esteres de ácidos graxos e monohidroxiálcoois de alto peso molecular. Tem alto ponto de fusão e são mais resistentes as hidrólises do que os glicerídeos.

- Existem em vegetais e animais
- São insolúveis em água
- Formam camadas protetoras em vegetais e animais (contra perda de água)

- ceras de carnaúba (planta amazônica) e lanolina (lã de ovelha) são exemplos de ceras.

c) Lipídios Derivados - São substâncias produzidas por hidrólise dos lipídios simples e compostos, podem ser:

- Ácidos graxos;
- Álcoois: glicerol e álcoois de alto peso molecular
- Hidrocarbonetos
- Vitaminas lipossolúveis
- Pigmentos
- Compostos nitrogenados (Colina, Serina, etc)

METODOLOGIA DE ANÁLISE

A determinação quantitativa de lipídeos em alimentos é, a muito, um parâmetro básico para avaliações nutricionais e de processamento. Na indústria de extração de óleos vegetais, um rígido controle do teor de lipídeos na matéria-prima e nos subprodutos deve ser mantido tanto com fins econômicos como tecnológicos. Os métodos rotineiros para determinação quantitativa de lipídeos baseiam-se na extração da fração lipídica por meio de um solvente orgânico adequado. Após extração e remoção do solvente, determina-se gravimetricamente a quantidade de lipídeos presente. O resíduo obtido não é, na verdade, constituído unicamente por triglicerídios, mas por todos os compostos que, nas condições da determinação, possam ser extraídos pelo solvente. Geralmente, são fosfatídeos, esteróis, vitaminas A e D, carotenoides, óleos essenciais, etc., mas em quantidades relativamente pequenas, que não chegam a representar uma diferença significativa na determinação. Uma extração completa dos lipídeos se torna difícil em produtos contendo alta proporção de proteínas, e a presença de carboidratos também interfere.

5.4.1 EXTRAÇÃO COM SOLVENTES A QUENTE

O método está baseado em três etapas:

- Extração de gorduras da amostra com solventes
- Eliminação do solvente por evaporação.
- A gordura é quantificada por secagem.

CARACTERÍSTICAS

A escolha do solvente vai depender dos componentes lipídicos existentes no alimento. A extração com solvente é mais eficiente quando o alimento é seco antes da análise, pois existe maior penetração do solvente na amostra. Pode-se utilizar a amostra que foi usada na determinação de umidade. A preparação da amostra para determinação de

gordura deve ser cuidadosa de maneira a evitar a sua degradação. Em muitos alimentos processados, como em produtos derivados do leite, pão, produtos fermentados, açucarados e produtos animais, a maior parte dos lipídeos está ligada a proteínas e carboidratos, e a extração direta com solventes não polares é ineficiente. Estes alimentos precisam ser preparados para a extração de gordura por hidrólise ácida ou básica, ou outros métodos. É necessário um controle da temperatura e tempo de exposição do material no solvente. A eficiência da extração a quente depende de uma série de fatores:

1. Natureza do material a ser extraído;
2. Tamanho das partículas: quanto menor mais fácil à penetração do solvente;
3. Umidade da amostra: a água presente na amostra dificulta a penetração do solvente orgânico por imiscibilidade;
4. Natureza do solvente;
5. Semelhança entre as polaridades do solvente e da amostra;
6. Ligação dos lipídeos com outros componentes da amostra;
7. Circulação do solvente através da amostra;
8. A velocidade do refluxo não deve ser nem muito alta nem muito baixa, porque pode haver pouca penetração do solvente na velocidade muito alta;
9. Quantidade relativa entre solvente e material a ser extraído: quanto mais solvente maior é a extração, porém não se deve usar em excesso por causa do alto custo do solvente.

TIPOS DE SOLVENTES

Os dois solventes mais utilizados são o éter de petróleo e o éter etílico. O éter etílico é um solvente de extração mais ampla, pois pode extrair também vitaminas esteróides, resinas e pigmentos, o que constitui um erro quando se deseja determinar somente gordura (triacilglicerídeos). Porém estes compostos aparecem geralmente em pequenas quantidades, o que daria um erro aceitável. Por outro lado, ele é menos usado porque é mais caro, perigoso e pode acumular água durante a extração que vai dissolver materiais não lipídicos. Portanto, o éter de petróleo é mais comumente utilizado. Em alguns casos, é conveniente utilizar mistura de solventes como no caso de produtos lácteos.

O ÉTER ETÍLICO, apesar de ser um excelente extrator para lipídeos, tem algumas desvantagens:

- a) deve estar completamente livre de água, necessitando, portanto, de uma série de manuseios e cuidados;
- b) contendo água, dissolverá também alguns mono e dissacarídeos provocando desvios na determinação;
- c) a amostra a ser usada deve, portanto, estar completamente seca
- d) não extrai completamente derivados como a lecitina

e) é altamente inflamável e, quando oxidado, é explosivo, e a sua recuperação deve ser acompanhada com grande cuidado.

ÉTER DE PETRÓLEO, por sua vez, apesar de não ser o solvente por excelência, traz uma série de vantagens:

- a) não extrai outras frações que não seja a lipídica;
- b) é muito mais barato;
- c) não é afetado por pequenas quantidades de água, e
- d) a sua recuperação por destilação é muito mais conveniente.

A mistura de dois ou mais solventes é em alguns casos recomendável, mas a remoção da mistura para a pesagem da fração lipídica pode ser dificultada. A recuperação dos componentes individuais é, na maioria das vezes, inviável.

Uma série de outros solventes orgânicos pode também ser usada, mas dificilmente concorrem com o éter etílico e o éter de petróleo.

TIPOS DE EQUIPAMENTOS

A. SOXHLET - Características

1. É um extrator que utiliza refluxo de solvente.
2. O processo de extração é intermitente.
3. Pode ser utilizado somente com amostras sólidas.
4. Tem a vantagem de evitar a temperatura alta de ebulição do solvente, pois a amostra não fica em contato com o solvente muito quente, evitando assim a decomposição da gordura da amostra.
5. A quantidade de solvente é maior porque o volume total tem que ser suficiente para atingir o sifão do equipamento.
6. Tem a desvantagem da possível saturação do solvente que permanece em contato com a amostra antes de ser sifonado, o que dificulta a extração.

Existe, desde 1974, uma modificação do extrator de Soxhlet que extrai gordura com éter em 30 minutos em vez de 4 horas. A amostra seca é imersa diretamente no éter em ebulição, dentro de um copo feito de tela de arame, no equipamento em refluxo. Após 10 minutos, o copo, com a amostra, é suspenso e o éter condensado é utilizado para lavar a amostra por 20 minutos. A determinação completa leva 2 horas e 15 minutos, e podem ser feitas até 80 determinações por dia num extrator múltiplo comercial. A precisão é equivalente ao método Soxhlet

B. GOLDFISH - Características

1. É um método que também utiliza refluxo de solvente para extração.
2. O processo de extração é contínuo e, portanto, mais rápido.
3. Pode ser utilizado somente com amostras sólidas.
4. Tem a desvantagem do contato do solvente muito quente com a amostra, o que pode acarretar degradação da gordura.
5. Tem a vantagem de utilizar menos solvente e ser mais rápido, pois o método, sendo contínuo, faz com que a amostra esteja permanentemente em contato com o solvente.

5.4.2 EXTRAÇÃO COM SOLVENTES A FRIO - MÉTODO DE Blich-DYER

Blich e Dyer, em 1959, sugeriram um método de extração de gordura a frio que utilizava uma mistura de três solventes, clorofórmio-metanol-água. Inicialmente, a amostra é misturada com metanol e clorofórmio que estão numa proporção que forma uma só fase com a amostra. Em seguida, adiciona-se mais clorofórmio e água de maneira a formar duas fases distintas, uma de clorofórmio, contendo os lipídeos, e outra de metanol mais água, contendo as substâncias não lipídicas. A fase de clorofórmio com a gordura é isolada e, após a evaporação do clorofórmio, obtemos a quantidade de gordura por pesagem.

O método tem uma série de vantagens em relação à extração a quente:

- 1 Extrai todas as classes de lipídeos, inclusive os polares que representam um alto teor em produtos de trigo e soja e são importantes para avaliações dietéticas;
2. Os lipídeos são extraídos sem aquecimento e os extratos podem ser utilizados para avaliação de deterioração dos lipídeos através do índice de peróxidos e ácidos graxos livres, além das determinações do teor de carotenoides, vitamina E, composição de ácidos graxos e esteróis.
3. Pode ser utilizado em produtos com altos teores de umidade, além dos produtos secos.
4. A determinação completa pode ser realizada em tubos de ensaio não necessitando de equipamentos especializados e sofisticados.

5.4.3 EXTRAÇÃO DA GORDURA LIGADA A OUTROS COMPOSTOS, POR HIDRÓLISE ÁCIDA E ALCALLINA

Em alguns produtos como pão e leite, a gordura está ligada a proteína e carboidratos e, portanto, deve ser liberada para a quantificação. A liberação da gordura é feita por uma hidrólise ácida ou alcalina.

5.4.4 HIDRÓLISE ÁCIDA

A. Processo de Gerber

É um método de rotina utilizado somente para leite e produtos lácteos. A gordura no leite está presente em forma de emulsão de óleo e água, cercada de um filme de proteína. É necessário quebrar este filme para conseguir a extração da gordura. Para tanto a amostra é tratada com ácido sulfúrico. É também adicionado álcool isoamílico para facilitar a separação da gordura e reduzir o efeito de carbonização do ácido sulfúrico sobre ela. Após a digestão, a amostra é centrifugada num tubo chamado butirômetro, que já vem calibrado com uma escala volumétrica. A gordura separada da fase aquosa com a proteína é medida volumetricamente diretamente no butirômetro. Existem vários tipos de butirômetros com escalas diferentes, para medir diferentes produtos lácteos, como creme de leite e queijos, e até para alguns produtos não lácteos, como produtos processados de carne e peixe.

O método possui dois requisitos muito importantes para obtenção de bons resultados:

- O ácido sulfúrico deve ter uma densidade de 1,82 e, portanto, o ácido concentrado que possui uma densidade de 1,84 deve ser diluído;
- A leitura final da gordura no butirômetro deve ser feita a 71 °C.

B. Processo de Babcock

Utiliza, como no processo de Gerber, ácido sulfúrico para hidrólise da proteína. A diferença com o processo de Gerber está nas quantidades de leite e ácido sulfúrico adicionados, e na adição de água quente em vez de álcool isoamílico. O método é também volumétrico, e a medida é feita igualmente num tubo graduado. O método de Gerber é mais utilizado na Europa e o de Babcock nos Estados Unidos. Ambos os métodos não determinam os fosfolipídios, mas não há problemas como leite integral que tem apenas 1% de fosfolipídios na gordura total. A manteiga tem cerca de 24% de fosfolipídios e, portanto, deve-se utilizar os métodos de Goldfish ou Soxhlet. O método de Gerber é 2 a 3 vezes mais rápido que o de Babcock.

Hidrólise alcalina - Método de Rose-Gottlieb e Mojonier

No processo de Rose-Gottlieb e Mojonier, a amostra é tratada com hidróxido de amônia e álcool para hidrolisar a ligação proteína-gordura, e a gordura separada é então extraída com éter de petróleo e éter etílico. O álcool precipita a proteína que é dissolvida na amônia e a gordura separada pode ser extraída com éter. A extração com éter de petróleo é eficiente em amostras com muito açúcar como, por exemplo, leite condensado. De uma maneira geral, o método é bastante empregado para laticínios em geral.

5.4.5 CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS E GORDURAS

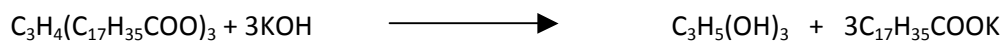
A. ÍNDICE DE IODO

Uma determinação analítica importante para os especialistas em óleos e gorduras é a medida da insaturação. Esta determinação é importante para a classificação de óleos e gorduras e para controle de alguns processamentos. O método geralmente utilizado é a medida do índice de iodo. Índice de iodo de um óleo ou gordura é definido como as gramas de iodo que são adicionadas em 100 g de amostra. O resultado é expresso em termos de iodo, independente de a reação ter sido com iodo ou outro halogênio (F, Cl, Br e I). Este índice é baseado no fato de que iodo e outros halogênios se adicionam numa dupla ligação da cadeia insaturada dos ácidos graxos.

As gorduras menos insaturadas, com baixo índice de iodo, são sólidas a temperatura ambiente, ou, inversamente, óleos que são mais insaturados, com maior índice de iodo, são líquidos. Outro ponto interessante e que quanto maior a insaturação e, conseqüentemente, maior o índice de iodo, maior será também a possibilidade de rancidez por oxidação.

B. ÍNDICE DE SAPONIFICAÇÃO (I.S.)

O índice de saponificação de um óleo ou gordura é definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para neutralizar os ácidos graxos resultantes da hidrólise completa de 1 g de amostra. Durante a saponificação, é formado sabão de acordo com a reação



ESTEARINA

GLICEROL ESTERETO DE POTÁSSIO

O índice de saponificação é uma indicação da quantidade relativa de ácidos graxos de alto e baixo peso molecular. Os esteres de ácidos graxos de baixo peso molecular requerem mais álcali para a saponificação, portanto o índice de saponificação é inversamente proporcional ao peso molecular dos ácidos graxos presentes nos trigliceróis. Isto acontece porque, num mesmo peso de amostra, a quantidade de grupos carboxílicos será maior em triacilgliceróis com ácidos graxos de baixo peso molecular, e, conseqüentemente, o consumo de KOH será maior (maior I.S.) e vice-versa.

O índice de saponificação não serve para identificar o óleo, pois muitos óleos possuem estes índices muito semelhantes (188 - 196). Esta determinação é útil para verificação do peso molecular médio da gordura e da adulteração por outros óleos com índices de saponificação bem diferentes, como óleo de coco (I.S. = 255), óleo de palma ou dendê (I.S. = 247) e manteiga (I.S. = 225), e outros óleos que contém alto teor de ácidos graxo com baixo peso molecular. A adulteração com parafina pode ser facilmente detectada por este método, pois ela tem um índice de saponificação mínimo.

5.4.6 CARACTERIZAÇÃO DA RANCIDEZ DE ÓLEOS E GORDURAS

A rancidez, deterioração da gordura, constitui um importante problema técnico nas indústrias de alimentos. A deterioração pode ocorrer através de 2 formas diferentes:

1. rancidez hidrolítica: hidrólise da ligação éster por lipase e umidade;
2. rancidez oxidativa: autooxidação dos acilgliceróis com ácidos graxos insaturados por oxigênio atmosférico.

A . Rancidez hidrolítica - Índice de acidez (I.A.)

O índice de acidez: é definido como o número de miligramas de KOH requerido para neutralizar os ácidos graxos livres em 1 g de amostra.

O procedimento está baseado na dissolução da gordura em um solvente misto e neutralizado com uma solução padrão de NaOH, na presença de fenolftaleína como indicador.

B. Rancidez oxidativa - Índice de peróxido (I.P.) / Índice de TBA

Este tipo de deterioração é a mais importante, porque todos os tipos de gorduras possuem triacilgliceróis insaturados. A deterioração oxidativa tem como consequência a destruição das vitaminas lipossolúveis e dos ácidos graxos essenciais, além da formação de subprodutos com sabor/odor forte e desagradável.

B.1. índice de peróxido: é um dos métodos mais utilizados para medir o estado de oxidação de óleos e gorduras. Como os peróxidos são os primeiros compostos formados quando uma gordura deteriora, toda gordura oxidada dá resultado positivo nos testes de peróxidos. O índice de peróxido de uma gordura é facilmente determinado dissolvendo-se um peso de gordura em uma solução de ácido acético-clorofórmio, adicionando-se iodeto de potássio e titulando o iodo liberado (o I⁻ é oxidado a I₂ pelo peróxido da amostra) com solução padrão de tiosulfato de sódio, usando amido como indicador. O resultado é expresso como equivalente de peróxido por 100 g da amostra.

B.2. Índice de TBA: a oxidação de gorduras produz compostos que reagem com ácido 2-tiobarbitúrico dando produtos de coloração vermelha. Essencialmente, o método compreende a dissolução da amostra de gordura em um solvente orgânico como benzeno, clorofórmio ou tetracloreto de carbono e extração do material reativo com uma solução de ácido acético - ácido tiobarbitúrico - água. O extrato aquoso, com aquecimento, desenvolverá uma coloração vermelha se a gordura estiver oxidada. O método torna-se quantitativo quando a intensidade de cor é medida no espectrofotômetro, através da medida da absorbância. O teste de TBA só pode ser corretamente aplicado nos primeiros estágios da oxidação, porque nos estágios mais avançados vai haver muita modificação nos compostos produzidos. A cor produzida irá variar com o tipo de ácidos graxos existente na amostra. O pigmento produzido na reação colorimétrica é resultante da condensação de duas moléculas

de TBA e uma de dialdeído malônico. O método foi utilizado inicialmente para leite e produtos lácteos, porém ele tem sido reconhecido como bom método, também, para gorduras vegetais e animais.

5.5 PROTEÍNAS

As proteínas são os maiores constituintes de toda célula viva, e cada uma delas, de acordo com sua estrutura molecular, tem uma função biológica associada às atividades vitais. Nos alimentos, além da função nutricional, as proteínas têm propriedades organolépticas e de textura. Podem vir combinadas com lipídeos e carboidratos. A tabela abaixo apresenta as quantidades de proteína nos vários tipos de alimentos (o conteúdo de proteína = $N \times 6,25\%$):

CONCEITO, COMPOSIÇÃO E NATUREZA DAS PROTEÍNAS:

A palavra proteína deriva do grego proteios, que significa “ocupar o primeiro lugar”. As proteínas contêm C (50 a 55%); H (6 a 8%); O (20 a 24%); N (15 a 18%) e S (0,2 a 0,3%). Quimicamente são polímeros de alto peso molecular, cujas unidades básicas são os aminoácidos ligados entre si por ligações peptídicas formando longas cadeias, em várias estruturas geométricas e combinações químicas para formar as proteínas específicas, cada qual com sua própria especificidade fisiológica. Apesar da sua complexidade estrutural, as proteínas podem ser hidrolisadas (quebradas) em seus constituintes aminoácidos por enzimas ou por meio de fervura com ácidos e álcalis sob certas condições. As proteínas puras e secas são razoavelmente estáveis, mas sob as condições em que são encontradas nos alimentos, elas tendem a se decompor à temperatura ambiente, auxiliadas pela ação bacteriana, e podem formar produtos tóxicos para o corpo; assim, é necessário conservar refrigerados, alimentos proteicos, como ovos, peixes, aves carne e leite. Os vegetais são capazes de sintetizar suas próprias proteínas a partir de fontes inorgânicas de nitrogênio, enquanto os animais necessitam ingeri-las na dieta. O metabolismo animal, a excreção e finalmente, a morte devolvem o nitrogênio para o solo. Esse processo contínuo é conhecido como o ciclo do nitrogênio. As proteínas vegetais geralmente são deficientes em um ou mais aminoácidos essenciais. São encontrados quase que em todos os alimentos, tanto de origem animal (carne, ovos, leite), como de origem vegetal (cereais, a soja e raízes ou tubérculos) e somente pequena quantidade é proveniente das chamadas fontes não convencionais sendo que, nos primeiros, em geral, encontra-se uma maior quantidade e melhor qualidade, já que, nos animais, as proteínas são consideradas como proteínas de Alto Valor Biológico (AVB).

Tabela 7. Teor de proteína em alguns alimentos usuais e sua classificação como fonte de

aminoácidos essenciais para a nutrição humana.

PROTEINA - %	CLASSIFICAÇÃO	ALIMENTOS
30-44	Incompleta	soja
20-25	Incompleta	Feijão
6-10	Incompleta	Arroz
8-11	Incompleta	Milho
8-15	Incompleta	Trigo
3,5	Completa	leite de vaca
12	Completa	ovos de galinha
15-25	Completa	carne de mamífero
18-20	Completa	carne de galinha
20-35	Incompleta	amendoim
20-24	Completa	crustáceos e peixes

A terceira fonte de proteínas, ou seja, as proteínas chamadas não convencionais, são aquelas provenientes de micro-organismos como bactérias cultivadas com o uso de derivados de petróleo como fonte de carbono; as leveduras provenientes da fermentação da sacarose para produção de etanol e algas como as Chlorellas. Com exceção das proteínas de origem animal, as demais apresentam deficiências em um ou mais aminoácidos essenciais, ou podem apresentar problemas nutricionais por estarem acompanhadas de substâncias tóxicas ou de inibidores de enzimas proteolíticas.

Proteína de alto valor biológico (VB): proteína completa porque apresenta os aminoácidos em teores necessários a manutenção da vida e crescimento dos novos tecidos.

Proteína de baixo valor biológico: Não tem os aminoácidos em teores adequados.

Ex.: frutas e hortaliças

Proteínas parcialmente completas: apresenta um ou mais aminoácidos limitante. EX: cereais (deficientes em lisina, triptofano e treonina) e leguminosa (deficiente em metionina).

FUNÇÕES BIOLÓGICAS

- Componentes essenciais a todas as células vivas e estão relacionadas à quase todas as funções fisiológicas;
- Regeneração de tecidos;
- Catalisadores nas reações químicas (enzimas e hormônios);
- Necessárias nas reações imunológicas;

- Indispensáveis na reprodução e crescimento juntamente com os ácidos nucleicos;
- Constituem o elemento estrutural do organismo animal;
- Materiais reguladores são constituídos de proteínas. Ex. Tirosina que regula metabolismo energético; Insulina que regula o teor açúcar no sangue; Hemoglobina é a proteína que carrega O₂ dos pulmões aos tecidos;
- A digestão dos alimentos requer enzimas;
- Produtores de energia;
- Durante infância adolescência e gravidez, as proteínas são necessárias p/ construção de outros tecidos.

AMINOÁCIDOS

Grupos derivados de ácido carboxílicos, onde um H⁺ é substituído por uma amina. Existem aminoácidos encontrados com frequência nem sempre fazendo parte da cadeia proteica e alguns se repetindo várias vezes

Aminoácidos essenciais: fenilalanina, leucina, isoleucina, arginina, triptofano, metionina, valina, serina, treonina, histidina, lisina.

Aminoácidos dispensáveis: alanina, glicina, prolina, asparagina, cisteína, glutamina, hidroxiprolina, tirosina, hidroxilisina, ácido aspártico e ácido glutâmico

PROPRIEDADES FÍSICAS DOS AMINOÁCIDOS

- Sólidos e incolores, cristalinos e fundem a altas temperaturas
- Podem ter gosto doce, amargo ou sem gosto/sabor
- Solúveis em água, mas insolúveis em solventes orgânicos
- Solúveis em soluções diluídas de ácidos e bases
- Sua solubilidade é influenciada pela cadeia lateral (hidrofílica/ mais solúvel em água)
- Em soluções aquosas são corpos dipolares (anfótero) tem função de ácido e de base.

REAÇÕES QUÍMICAS

São comuns a todos os aminoácidos e pode envolver tanto o grupo carboxílico quanto o grupamento amínico;

- a) Reação com ninidrina: método simples e sensível para determinações de aa, mesmo em pequenas quantidades;
- b) Reação de oxidação: em presença de oxidantes fortes os aminoácidos se decompõem com produção de CO₂ e amônia;
- c) Reação com metais: na presença de metais pesados como Fe, Mg, Cu, Co, aminoácidos formam quelatos. Exemplo: CuO + glicina = diglicinato de Cu (cor azul intenso)
- d) Ligações peptídicas: é a propriedade mais importante dos aminoácidos, que é a capacidade de formarem amidas pela interação entre grupos carboxílicos e amínicos,

formando peptídeos e proteínas (NHCO).

PEPTÍDEOS E PROTEÍNAS

A síntese das proteínas nas células vivas é influenciada pelo sistema enzimático, e a ligação peptídica repetidas várias vezes formando cadeias longas de resíduos de aminoácidos.

PEPTÍDEOS: Condensação de menor número de aminoácidos, formando compostos de baixo peso molecular (até 10.000). Em geral os peptídeos tem cadeias retas são solúveis em água, não coagulam com o calor e não precipitam com soluções saturadas de sulfato de amônia

PROTEÍNAS: Compostos de alto peso molecular formada por cadeias de aminoácidos unidos entre si por ligações peptídicas. As propriedades de uma proteína são determinadas pelo número e espécie dos resíduos de aminoácidos e pela sua sequência. Nem todos os aminoácidos estão presentes nas proteínas e alguns estão em grande quantidade. Exemplo é a hidroxiprolina que constitui 12% do colágeno, aproximadamente. A degradação da proteína, seja química (ácida ou alcalina) ou enzimática leva a formação de aminoácidos.

5.5.1 CLASSIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS

a) SIMPLES: São aquelas que por hidrólise nos fornecem como únicos produtos:

- 1) Albuminas: altamente solúvel em água : clara do ovo; leite; ervilha
- 2) Globulinas: insolúveis em água: músculos; ervilha;
- 3) Glutelinas: somente em vegetais: trigo; arroz
- 4) Prolaminas: somente em vegetais: trigo, centeio, milho, cevada
- 5) Protaminas: produtos de peixes
- 6) Histonas: ácidos nucleicos
- 7) Escleroproteínas: queratina, colágeno

b) CONJUGADAS: Proteínas combinadas com substâncias não proteicas, chamada grupo prostético

- 1) cromoproteína: núcleo prostético é um pigmento
- 2) lipoproteína: lecitina e colesterol
- 3) nucleoproteínas: ácidos nucleicos, carboidratos, bases nitrogenadas
- 4) Glicoproteínas:
- 5) Fosfoproteínas
- 6) Metaloproteínas:

c) DERIVADAS: Não são encontradas na natureza, mas obtida da hidrólise das simples e/ou conjugadas pela ação de ácidos, bases ou enzimas.

c.1) derivadas primárias: obtidos por processos brandos de decomposição

c.2) derivados secundários: mistura complexa de uma moléculas de diferentes tamanhos e diferente composição de aminoácidos e diferentes propriedades.

REAÇÕES QUÍMICAS IMPORTANTES EM ALIMENTOS

a) Hidratação de proteínas

b) Desnaturação

ALGUMAS PROTEÍNAS IMPORTANTES EM ALIMENTOS

a) Proteínas da carne: miosina; actina; colágeno; tripsina

b) Proteínas do leite: caseína; lactoalbumina; lactoglobulina

c) Proteína do ovo: clara (ovalbumina (50%); canalbumina; glicoproteína; avidina/biotina). gema (lipovitelina, fosfovítina, livítina)

d) proteínas do trigo: prolamina (gliadina); glutelina (glutenina). Formam com água uma substância elástica e aderente insolúvel em água.

GLÚTEN — utilizada para dar textura em massas e pães.

METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO

O termo proteína bruta envolve um grande grupo de substâncias com estruturas semelhantes, porém com funções fisiológicas muito diferentes. O procedimento mais comum para determinar proteína é através da determinação de um elemento ou grupo pertencente à proteína. A conversão para conteúdo de proteína é feita através de um fator. Os elementos analisados geralmente são carbono e nitrogênio e os grupos são aminoácidos e ligações peptídicas. Baseado no fato de as proteínas terem porcentagem de nitrogênio quase constante, em torno de 16%, o que se faz normalmente é determinar o nitrogênio e, por meio de um fator de conversão, transformar o resultado em proteína bruta.

O procedimento mais comum para a determinação de proteína é através da determinação de um elemento ou um grupo pertencente à proteína. A conversão para conteúdo de proteína é feita através de um fator. Os elementos analisados geralmente são carbono ou nitrogênio, e os grupos são aminoácidos e ligações peptídicas.

5.5.2 ANÁLISES ELEMENTARES

A. Análise de carbono

- Digestão mais fácil do que para o nitrogênio;
- Menores erros no resultado por causa da maior quantidade em relação ao nitrogênio;
- Fator de correção mais constante que para o nitrogênio;
- Maior dificuldade em separar os carbonos pertencentes à proteína dos carbonos de outros componentes.

B. Análise de nitrogênio

- É a determinação mais utilizada;
- Considera que as proteínas têm 16% de nitrogênio em média (vai depender do tipo de

proteína);

□ Fator geral na transformação de nitrogênio para proteína é de 6.25.

16g N ----- 100 g proteínas

ng N ----- x g proteínas

$$x = \frac{n \times 100}{16} = n \times 6,25 \text{ g proteínas}$$

Este fator de conversão dá erros quando o conteúdo em N de um alimento é muito diferente de 16%. Nestes casos, existem os fatores de conversão específicos para cada alimento: trigo: 5,70; leite: 6,38; gelatina: 5,55.

METODO DE KJELDAHL: DETERMINAÇÃO ATRAVÉS DO “N” TOTAL

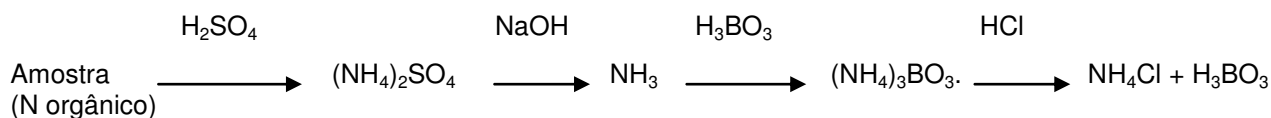
O método foi proposto por Kjeldahl na Dinamarca em 1883, quando estudava proteína em grãos. O método original sofreu várias modificações, mas continua sendo ainda o mais utilizado na determinação de proteína.

Este método determina N orgânico total, isto é, o N protéico e não protéico orgânico. Porém, na maioria dos alimentos, o N não protéico representa muito pouco no total. A razão entre o nitrogênio medido e a proteína estimada depende do tipo de amostra e de outros fatores. Por exemplo, no trigo esta razão é afetada pela variedade, condições de crescimento e quantidade e tipo de fertilizante utilizado. Para converter o nitrogênio medido para proteína, devemos multiplicar o conteúdo de nitrogênio por um fator arbitrário, que representa um fator médio para o material em estudo, que é 5,7 para trigo e 6,25 para alimentos em geral.

O procedimento do método baseia-se no aquecimento da amostra com ácido sulfúrico para digestão até que o carbono e hidrogênio sejam oxidados. O nitrogênio da proteína é reduzido e transformado em sulfato de amônia. Adiciona-se NaOH concentrado e aquece-se para a liberação da amônia dentro de um volume conhecido de urna solução de ácido bórico, formando borato de amônia. O borato de amônia formado é dosado com uma solução ácida (HCl) padronizada. Existe uma segunda maneira de recolher a amônia, em urna solução ácida (H₂SO₄ padrão) em excesso, e depois titular o ácido que não reagiu com a amônia, com uma solução básica padronizada (NaOH). Esta segunda maneira tem a desvantagem de necessitar de duas soluções padronizadas e também de fazer a determinação indiretamente.

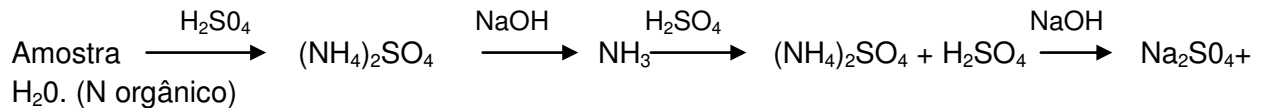
Reações envolvidas na análise

Digestão com H₂SO₄, K₂SO₄ e catalisador metálico



Adição de excesso de H₂SO₄ padrão: com o ácido não reagido, faz-se a titulação com NaOH

padrão.



CÁLCULOS

É uma titulometria de neutralização, onde:

número de miliequivalente do ácido = número de miliequivalente da base

nº de meq do HCl = nº de meq do N

mL do ácido x normalidade do ácido = peso N (g) / meq do N

peso N (g) = mL do ácido x normalidade do ácido x 0,014

peso N (mg) = mL do ácido x normalidade do ácido x 14

% N x fator = % de proteína total.

Modificações do método de Kjeldahl

A. Adição de catalisadores

Wilforth (1885) sugeriu a adição de óxidos de metais de mercúrio, cobre, ferro etc. para acelerar a digestão da amostra.

Praticamente todos os metais da tabela periódica foram testados na digestão da amostra, porém mercúrio, cobre e selênio foram os que apresentaram melhores resultados.

Mercúrio: é superior ao cobre como catalisador, porém é necessário uma etapa a mais no método para separar o complexo de mercúrio-amônia formado. Esta separação é feita pela precipitação do mercúrio com tiosulfato de sódio.

Cobre: é o menos eficiente de três catalisadores e só tem problema de limite de aplicação pela sua toxidez.

Selênio: é o mais polêmico dos três catalisadores. Tem efeito mais rápido do que o mercúrio e não necessita de separação após seu uso. Entretanto pode haver perda de N se ele for utilizado em excesso ou se a temperatura de digestão não for cuidadosamente controlada. As condições são mais críticas que para o mercúrio e o cobre.

Atualmente é utilizada uma mistura dos três catalisadores, pois assim não apresentam problemas na pequena concentração em que são utilizados na mistura.

B. Adição de sulfato de potássio

Gunning, em 1889, sugeriu a adição deste reagente para aumentar o ponto de ebulição da mistura na digestão, acelerando assim o processo. O excesso de sulfato de potássio pode causar decomposição por excesso de aquecimento, com perda da amônia. A temperatura da digestão deve ficar entre 370 °C e 410 °C.

C. Ácido bórico

No método original, a amônia liberada da amostra é recolhida em ácido padronizado.

Na modificação, o recolhimento é feito em excesso de ácido bórico. O borato de amônia formado é que vai ser titulado com um ácido padronizado. Esta modificação é vantajosa no sentido de que será necessária somente uma solução padronizada. Nem a quantidade (cerca de 50 mL), nem a concentração (cerca de 4%) de ácido bórico necessitam ser precisas.

METODO DE DUMAS

O método descoberto por Dumas (1831) determina N total, após combustão da amostra a 700 – 800 °C, por medida volumétrica do N gasoso. A medida é difícil e sujeita a erros, porque a quantidade de amostra é muito pequena e às vezes não representativa de todo o alimento. Existe um equipamento recentemente construído que completa a análise em 10 minutos e com boa precisão.

5.5.3 ANÁLISE POR GRUPOS

METODO POR BIURETO

O método por biureto foi proposto por Riegler em 1914, baseado na observação de que substâncias contendo duas ou mais ligações peptídicas formam um complexo de cor roxa com sais de cobre em soluções alcalinas. A intensidade da cor formada é proporcional à quantidade de proteína, e a medida é feita num colorímetro.

Este método tem as seguintes vantagens:

- Ser bastante específico por não apresentar problemas de interferentes.
- É simples, rápido e barato.
- Por envolver uma reação com a ligação peptídica, o método determina proteína, ao contrário do método de Kjeldahl que determina N total.

Porém ele tem duas desvantagens que são:

- A necessidade de uma curva de calibração tomada com um padrão conhecido de proteína, por exemplo, uma proteína determinada por Kjeldahl.
- A cor formada no complexo não é idêntica para todas as proteínas, porém os desvios causados são menores do que em outros métodos colorimétricos.

METODO POR FENOL (FOLLIN-CIOCALTEAU-LOWRY)

Foi uma das primeiras determinações colorimétricas de proteína, realizada a partir de 1912. É um método bastante utilizado e que se baseia na interação das proteínas com o reagente fenol e cobre em condições alcalinas. A reação colorimétrica envolve uma oxidação, catalisada por cobre, de aminoácidos aromáticos por um reagente heteropolifosfato (fosfotungstíco-fosfomolibídico), desenvolvendo uma cor azul, que vai ser medida num colorímetro e comparada com uma curva padrão.

O método tem algumas vantagens e desvantagens. As vantagens são:

- É de 10 a 20 vezes mais sensível que a determinação por UV, e 100 vezes mais sensível

que o método por biureto.

É bastante específico, pois são poucas as substâncias potencialmente interferentes, sendo a sacarose, em alta concentração, um dos poucos interferentes.

As desvantagens são:

A intensidade da cor pode variar com a composição em aminoácidos da proteína analisada e também com as condições analíticas.

É lento.

Destrói a amostra.

Operações múltiplas (muita manipulação).

Necessita período de incubação entre a adição dos reagentes.

Necessita de curva padrão com proteína conhecida.

METODO POR ESPECTROFOTOMETRIA ULTRAVIOLETA

A maioria das proteínas possui absorção UV em 280 nm devido à presença de tirosina, triptofano e fenilalanina, que são aminoácidos aromáticos, com anel benzênico, e, portanto, com duplas ligações conjugadas.

As vantagens do método são as seguintes:

Rápido.

Simples.

Não destrutivo.

E as desvantagens são:

Os resultados não são muito precisos porque eles vão depender da concentração dos três aminoácidos na composição da proteína.

Não tem interferência com sais de amônia, mas os ácidos nucleicos podem dar interferência na análise.

A preparação da amostra para a leitura espectrofotométrica é muito longa.

A determinação pode ser feita também pela medida da fluorescência UV devido principalmente ao triptofano.

Este método foi desenvolvido a princípio para leite e produtos lácteos, porém atualmente é também utilizado em produtos cárneos e agrícolas.

METODOS TURBIDIMÉTRICOS

A medida é baseada na turbidez causada pela proteína precipitada por algum agente precipitante, como ácido tricloroacético, ferricianeto de potássio e ácido sulfossalicílico.

As vantagens do método são:

É rápido.

Simples para amostras líquidas, onde a proteína está em solução. As desvantagens são:

Não compensa ser utilizado para amostras sólidas, onde a proteína deve ser extraída para uma solução.

Os resultados variam com o tipo de proteína.

- Pode haver precipitação de outras substâncias com as proteínas, causando interferência no método.
- O método depende de calibração com padrões conhecidos de proteínas determinados por outros métodos.

MÉTODO DYE-BINDING

Este método apareceu por volta de 1944, e seu uso em alimentos tem aumentado nos últimos anos. Quando uma amostra é tratada com excesso de corante (tipo indicador), o corante e a proteína reagem quantitativamente para formar um complexo insolúvel que pode ser separado por centrifugação ou filtração. O excesso de corante não reagido em solução é medido colorimetricamente e, por diferença, obtém-se indiretamente a quantidade de proteína da amostra. Uma relação entre a quantidade do corante de ligação e o conteúdo de proteína de uma amostra permite a construção, para cada tipo de alimento, de uma tabela de conversão onde as % de proteína são lidas. O método é normalmente utilizado em amostras de grãos de cereais, sementes oleaginosas, produtos vegetais e animais e laticínios. Existem equipamentos comerciais disponíveis que tornam o método rápido e sem a desagradável manipulação dos reagentes corrosivos utilizados no método de Kjeldahl. Estes equipamentos fazem, num mesmo conjunto, a reação colorimétrica, a filtração do complexo insolúvel e a medida colorimétrica da solução filtrada. Os corantes utilizados no método são: laranja G, laranja 12, vermelho A, preto búfalo e preto amino 10B. Este método tem boa correlação com o método oficial de Kjeldahl.

São várias as vantagens deste método:

- Simplicidade.
- Rapidez.
- Exatidão.
- Economia.

A maior desvantagem é que ele depende do equipamento próprio para atender as vantagens citadas acima.

MÉTODOS FÍSICOS

São vários os métodos físicos disponíveis, mas, como eles não são muito utilizados, serão apenas citados. São os seguintes: índice de refração; densidade específica; viscosidade; tensão superficial; condutividade; polarização.

5.6. FIBRAS

São substâncias componentes dos tecidos vegetais, que não constituem fonte de energia, porque não podem ser hidrolizadas por enzimas do intestino humano. Uma definição mais precisa de fibras não é possível porque as substâncias não digeríveis incluem misturas complexas e heterogêneas de substâncias, não existindo ainda uma concordância acerca de qual parte da substância constitui a fibra. Quantitativamente, os principais

integrantes das fibras da dieta derivam das paredes celulares das plantas, os polissacarídeos não-amiláceos insolúveis (celulose, hemicelulose, lignina), outros fazem parte do material intercelular solúveis (algumas hemiceluloses, pectinas) e outros ainda são secretados pelos vegetais para desempenho de funções especializadas (gomas e mucilagens). Assim, como diferentes vitaminas exercem funções específicas em nosso organismo, os vários componentes das fibras alimentares produzem diferentes respostas fisiológicas que estão relacionadas às propriedades físico-químicas destes integrantes.

Celulose:

A celulose é composta de uma única cadeia longa de unidades de glicose unida por ligações as quais as enzimas digestivas não conseguem hidrolizar. A celulose está presente nas frutas (polpa e casca), nas hortaliças (haste e folhas), nos legumes e cereais

Hemicelulose:

Difere estruturalmente da celulose porque possui menos unidades de glicose. São utilizadas como laxante e na produção de alimentos de baixas calorias, devido à sua capacidade de produzir volumes e sensação de saciedade.

Lignina:

É um polímero de fenóis e ácidos encontrados na porção lenhosa de vegetais.

Pectinas

Formada por muitas unidades de ácido galacturônico, absorvem água e formam gel, é amplamente utilizada na indústria de alimentos. Encontrada em todos os frutos.

Gomas e Mucilagens

Semelhantes a pectina, exceto porque suas unidades são formadas por ligações de galactose e polissacarídeos. Encontradas nas secreções de vegetais ou sementes

PROPRIEDADES DAS FIBRAS ALIMENTARES

a) Suscetibilidade à degradação enzimática bacteriana

A fibra é a parte do alimento que lhe confere volume, ou seja, a que mais resiste à ação dos sucos e enzimas digestivas, favorecendo, assim, os movimentos peristálticos do intestino, devido ao aumento do volume da massa fecal pela retenção das fezes. As fibras solúveis, parcialmente fermentescíveis no intestino grosso, são particularmente efetivas em promover alterações benéficas na microflora intestinal. Embora resistente às enzimas do trato intestinal, ao passarem pelo intestino as fibras alimentares se expõem às enzimas produzidas por bactérias, as quais degradam seletivamente muitas das frações que integram as fibras. Este é o processo de digestão denominado de fermentação, do qual resultam diversos produtos, entre eles: ácidos graxos de cadeia curta, CO₂, H₂, metano e H₂O. A

extensão da fermentação depende da natureza das bactérias, do tempo de trânsito ao longo do intestino grosso, da estrutura física e da composição química das fibras. Atualmente usa-se o termo fibra dietética como a soma da lignina e dos polissacarídeos da dieta que não são digeridos pelas secreções digestivas humanas, diferindo da fibra bruta que seria o resíduo orgânico dos alimentos após a eliminação da água e dos lipídeos e hidrólise à quente com ácidos e álcalis diluídos.

Embora resistente às enzimas humanas do trato alimentar, ao passarem através do intestino, as fibras alimentares se expõem às enzimas produzidas por bactérias, que degradam seletivamente muitas das frações que integram as fibras da dieta. Este é o processo de digestão bacteriana também denominada fermentação, do qual resultam diversos produtos, entre eles, ácidos graxos de cadeia curta, CO₂, H₂, metano e H₂O. A extensão da fermentação das fibras alimentares depende da natureza das bactérias, do tempo de trânsito ao longo do intestino grosso, da estrutura física e da composição química das fibras.

O grau de digestão bacteriana varia consideravelmente entre os constituintes das fibras alimentares. Pectinas, mucilagens, certas gomas e a maior parte da hemicelulose podem ser quase completamente degradadas, a celulose é apenas parcialmente digerida (6-50%), a lignina resiste à degradação bacteriana, sendo quase que totalmente recuperada nas fezes.

b) **Capacidade de fixar e absorver água e outras substâncias**

Acredita-se que as fibras exerçam suas funções através de sua capacidade de hidratação e de aumentar o volume fecal e a velocidade de transito do bolo alimentar, possuindo também capacidade de se complexar com outros constituintes da dieta, através de vários mecanismos, podendo arrastá-los em maior quantidade na excreção fecal. Desta forma, tanto nutriente essencial como substâncias tóxicas poderão ser excretadas em maior ou menor quantidades, dependendo da qualidade e quantidade das fibras presente na dieta. As pectinas e mucilagens, a hemicelulose tem maior capacidade de ligar água. A lignina é relativamente apolar e muito menos higroscópico (não tem afinidade com H₂O) do que os demais componentes das fibras alimentares. As fibras da dieta têm a propriedade de absorver ácidos biliares, colesterol e compostos tóxicos e mesmo bactérias. As fibras alimentares agem como resina na troca de cátion. Assim como pode ocorrer com outros nutrientes, o excesso pode ser prejudicial, causando distúrbios intestinais e reduzindo assimilação de minerais, como cálcio, magnésio, ferro, zinco e fósforo. Uma dieta com altos teores de fibras podem gerar um desequilíbrio no teor de minerais do corpo, especialmente no de pessoas desnutridas.

Fontes alimentares

Pectinas, frutas, leguminosas, aveia, cevada, soja, lentilha, etc... Os melhores exemplos de fibras solúveis – pêssego, mamão, parte branca da laranja, maçã e outros.

Consumo – consumir 25 a 30g por dia. Se for consumo em excesso prejudica a absorção de minerais essenciais à saúde. Ex. ferro.

Fontes de fibras insolúveis – cereais, frutas, hortaliças, grãos, farelos, etc.

Cereais – 75% hemicelulose, 17% celulose, 0.7% lignina

Vegetais crus: 66% pectina e hemicelulose, 31% celulose, 3% lignina

Frutas: 63% pectina e hemicelulose, 20% celulose, 17% lignina

CLASSIFICAÇÃO

Os componentes da fibra na dieta podem ser classificados com base nas suas propriedades físicas e papel fisiológico em:

a- Fibras solúveis: retardando o esvaziamento gástrico, aumentando o tempo de transito intestinal, tornando mais lenta a absorção da glicose, retardando a hidrólise do amido, reduzem os níveis elevados de colesterol. Ex: pectinas, gomas e certas hemiceluloses

b- Fibras insolúveis: Diminuem o tempo de transito intestinal, aumentam o volume fecal, tornando mais lenta a absorção de glicose e retardando a digestão do amido. Ex. celulose, lignina e muitas hemicelulose

Fibra Bruta (Método Weende): É o resíduo orgânico dos alimentos após a eliminação da água e dos lipídeos e hidrólise à quente com ácidos e álcalis diluídos.

Fibra Detergente (Método Van Soest): É baseado na separação das diversas frações constituintes das fibras por meio de reagentes específicos, denominados detergentes. As técnicas que usam detergentes ácidos e/ou neutros, quando não acompanhados do uso de amilase e da determinação do nitrogênio residual, podem dar valores superestimados, incluindo nestes resultados de teores de amido e proteínas não solubilizados, não permitindo também a avaliação dos componentes solúveis.

Fibra Alimentar Insolúvel, Fibra Alimentar Solúvel, Fibra Alimentar Total.

As fibras solúveis, parcialmente fermentescíveis no intestino grosso, são particularmente efetivas em promover alterações benéficas na microflora intestinal. Atualmente usa-se o termo Fibra Dietética ou Fibra Dietária como a soma da lignina e dos polissacarídeos da dieta que não são digeridos pelas secreções digestivas humanas, diferindo da fibra bruta.

5.5.1 MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO

O método para determinação de fibra bruta foi desenvolvido por cientistas alemães em 1864 e seu procedimento resumido é o seguinte:

- Pesar 2 g de amostra e extrair a gordura com éter de petróleo;
- Ferver em refluxo com ácido sulfúrico 1,25% por 30 minutos
- Filtrar em filtros especiais, lavando com água fervendo até acabar todo o ácido;

- Ferver o resíduo com solução de NaOH 1,25% por 30 minutos;
- Filtrar em cadinho de Gooch (de fundo poroso);
- Secar em estufa e pesar;
- Incinerar em mufla, esfriar e pesar;
- O peso perdido na incineração é calculado como fibra bruta.

Considerações sobre o método

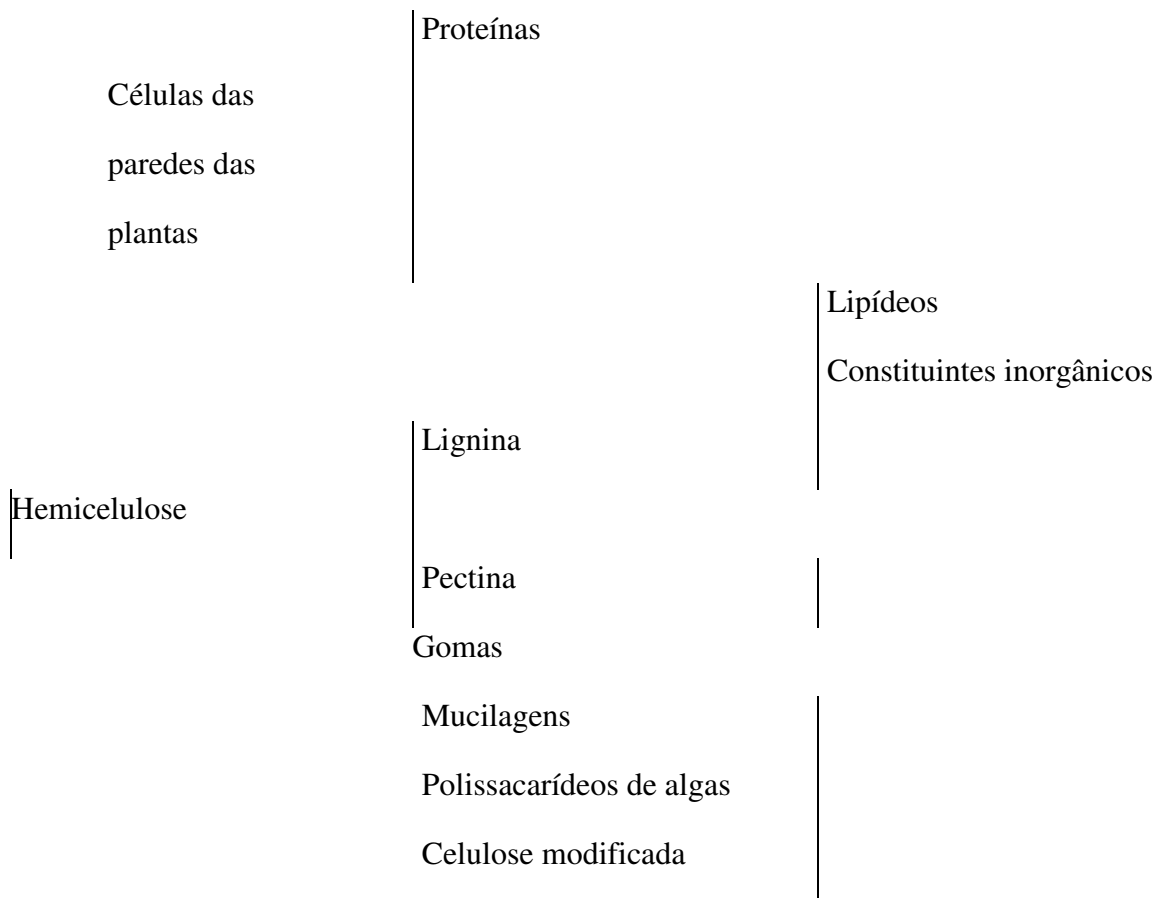
Tamanho das partículas das amostras: quanto mais fina for moída a partícula menor será a quantidade de fibra.

Presença de gordura na amostra: afeta um pouco o resultado da fibra;

Ebulição da amostra: ebulição muito forte diminui a quantidade de fibras;

Filtração após as fervuras com ácido e base: as filtrações geralmente são difíceis e lentas. Mas é importante terminar as filtrações até o fim.

Em 1967 foi introduzido um novo conceito de fibra bruta, que é fibra dietética. A fibra foi definida em base nutricional como “matérias vegetais insolúveis que não são digeridas por enzimas proteolíticas e diastásicas, e que não podem ser utilizadas exceto por fermentações microbianas no trato digestivo de animais”.



Os autores acharam que a digestão clássica da fibra com ácido e base para obter a fibra do material vegetal descrita como fibra bruta dá um sentido que tem uma relação incerta e variável com o valor nutricional. O método ideal é aquele que separa a lignina, celulose e hemicelulose com um mínimo de nitrogênio. O método clássico considera uma porção da proteína da planta, e parte da lignina é gelatinizada ou dissolvida e perdida.

Na última década tem sido de grande interesse a determinação da fibra dietética em vez da fibra bruta. A fibra dietética é definida como a que não contém polissacarídeos do tipo amido, mas contém lignina. Ela se origina das células das paredes das plantas. Existem hoje diversas metodologias, onde nenhuma é totalmente satisfatória.

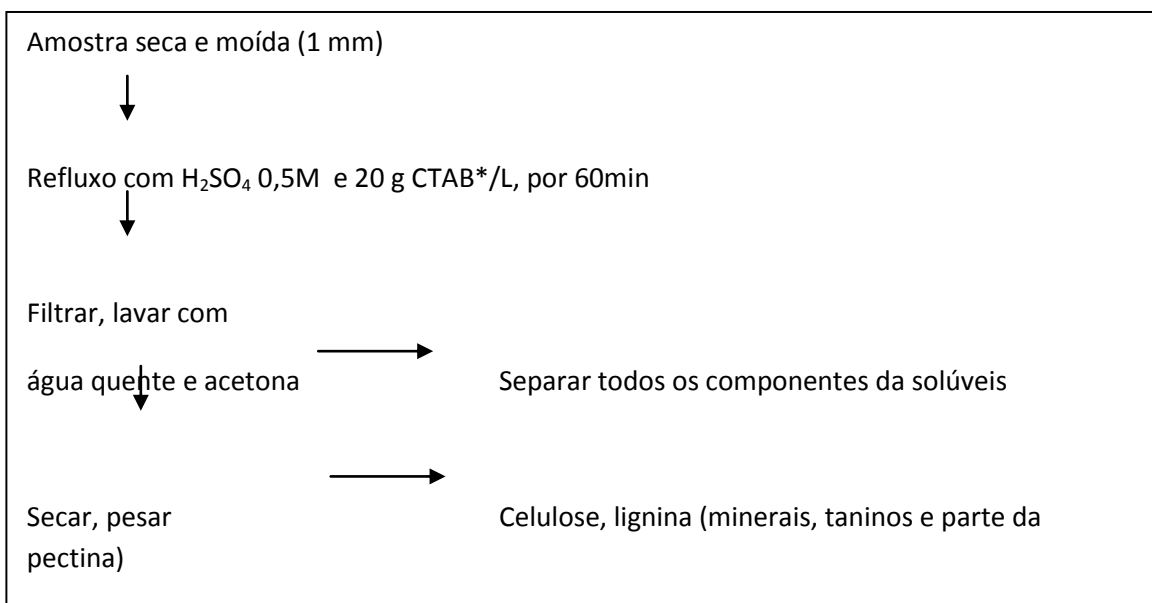
FILISSETTI – COZZI e LAJOLO (1991) citam que as propriedades físico-químicas de cada fração de fibra e mesmo o grau de desintegração durante o processamento e mastigação, influem nos seus efeitos fisiológicos no organismo, sendo que isso torna difícil a análise desse componente. Hoje, a maioria dos laboratórios utiliza as técnicas de determinação de fibra bruta (método oficial), obtida através da extração ácida e alcalina, sendo esta metodologia deficiente por estimar valores baixos da proporção de fibra alimentar existente nos alimentos, por destruir toda a sua fração solúvel e parte da insolúvel.

SCHALLER citado por FILISSETTI-COZZI e LAJOLO (1991) relata que esse processo analítico tradicional, somente 20% da hemicelulose, de 10 a 40% da lignina e de 50 a 90% da celulose é determinado após o tratamento drástico submetido. Os métodos gravimétricos para determinação de fibra dietética podem ser divididos em:

1. Métodos detergentes: fibras insolúveis em detergentes
2. Métodos enzimáticos: fibra insolúvel somente; fibra insolúvel + fibra solúvel

As técnicas que usam detergentes ácidos e/ou neutros, quando não acompanhados do uso de amilase e da determinação do nitrogênio residual, podem dar valores superestimados, incluindo nestes resultados de teores de amido e proteínas não solubilizadas, não permitindo também a avaliação dos componentes solúveis.

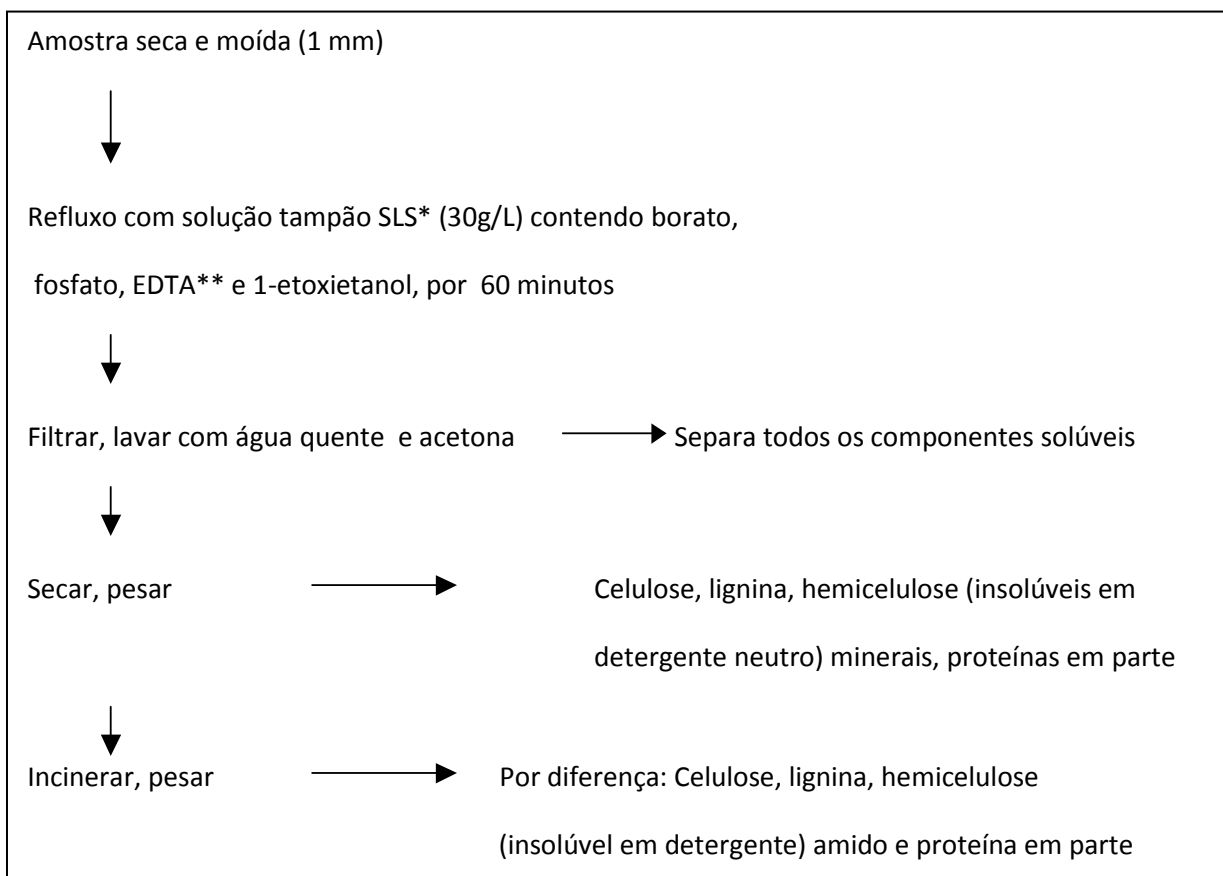
Os métodos detergentes mais comumente utilizados são:



a. **Fibra por detergente ácido (ADF)**: determina celulose + lignina. Abaixo ilustramos com o fluxograma básico proposto por Pomeranz e Meloan (1982).

b. **Fibra por detergente neutro (NDF)**: determina celulose + hemicelulose + lignina. É utilizado como método oficial para determinação de fibra dietética em grãos e cereais. O fluxograma abaixo ilustra o procedimento básico proposto por Pomeranz e Meloan (1982).

A determinação de hemicelulose por diferença entre a fibra por detergente ácido e a fibra por detergente neutro não é precisa por causa da presença de vários outros componentes nos dois métodos por detergentes. Os erros podem ser reduzidos nas análises sequenciais de NAF e ADF. Pectina e taninos são solúveis na solução NDF, e hemicelulose pode ser estimada do peso perdido pelo resíduo NDF (livre de amido e proteína). após tratamento ADF. O método enzimico-gravimétrico, determina o conteúdo total da fração de fibra alimentar, determinando separadamente a fração solúvel e insolúvel, sendo este atualmente o método recomendado por apresentar reprodutibilidade aceitável, porém o seu custo é mais elevado.



*SLS = lauril sulfato de sódio

** EDTA = ácido etilendiaminotetracético

6 CONCEITO, CLASSIFICAÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

6.1 MEL

INTRODUÇÃO

O mel é considerado um fluido viscoso, aromático e doce elaborado a partir do néctar das flores e de secreções de partes vivas de determinadas plantas ou ainda de excreções de insetos sugadores de plantas, no qual abelhas melíferas coletam, transformam combinam e deixam maturar nos favos das colmeias. As características podem ser alteradas de acordo com o tipo de flor utilizada, clima, solo, umidade, altitude, entre outros, afetando o sabor, a cor e o aroma do mesmo. O mel é um alimento nutritivo além de ser terapêutico. Na constituição do mel encontra-se a glicose, a frutose, minerais, ácidos orgânicos, enzimas, água e partículas sólidas provenientes da colheita. Alguns tipos apresentam maior teor de sacarose que outros. O mel é classificado de acordo com as plantas utilizadas na sua elaboração. Portanto este pode ser monofloral, ou seja, é produzido a partir do néctar de uma única flor, ou ainda polifloral, ou seja, é aquele produzido a partir do néctar de diversas espécies florais.

Composição por 100 gramas de parte comestível: Centesimal, minerais, vitaminas e colesterol - Mel de abelha

Umidade (%)	Energia	Proteína	Lípidos	Colesterol	Carboidrato	Fibra Alimentar	Cinzas	Cálcio	Magésio
(%)	(kcal) (kJ)	(g)	(g)	(mg)	(g)	(g)	(g)	(mg)	(mg)
15,8	309 e 1294	0,0	0,0	NA	84,0	NA	0,1	10	6

Fonte - TACO

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

A qualidade do mel é dependente das características que ele possui, tais como: cor, sabor, aroma, cristalização, umidade, viscosidade, entre outras.

COR: A coloração do mel depende quase que, exclusivamente, da origem da flor, podendo ser claro, vermelho, dourado ou escuro (figura 1). Dependendo da coloração, o sabor e aroma sofrem alterações, preservando o valor nutritivo. Quanto mais escuro o mel, maior quantidade de minerais este possui, porém menor valor comercial, pois a coloração clara é mais aceita no mercado mundial, sendo vendido com maior preço. Na figura 2 é possível a visualização da cor do mel quando ele ainda esta no favo.

Figura 2. Mel no favo

Fonte: Embrapa

SABOR: O mel pode ter sabor doce, ácido e até mesmo amargo. Os sabores irão variar de acordo com a planta que produziu o néctar para as abelhas. O mel com sabor delicado é sempre luminoso e os escuros normalmente tem um sabor forte indicando que a cor pode oferecer informações sobre o sabor.

AROMA: É variável de acordo com a origem da planta, clima, solo e até mesmo a manipulação do apicultor.

CRISTALIZAÇÃO: A cristalização (figura 4) ocorre devido à separação da glicose que é menos solúvel em água do que a frutose e é influenciada pela origem botânica, temperatura ambiente, umidade. O mel pode passar pelo processo de descristalização com o aquecimento controlado de 45 a 50°C em banho maria. Geralmente o mel cristaliza em temperaturas de 25 a 26°C. É importante ressaltar que apenas o mel puro cristaliza e isto provoca a alteração de cor do mel deixando-a mais opaca.

TEOR DE UMIDADE: O teor de umidade é uma característica importante para determinar a qualidade do mel. De acordo com a legislação brasileira o teor de umidade não deve ser inferior a 16,8% e nem superior a 20%. O mel maduro geralmente apresenta teor de umidade de 18%. Isto é importante porque o teor de umidade influencia outras características tais com: viscosidade, peso, conservação, sabor, palatabilidade e cristalização.

VISCOSIDADE: A água é um fluido com pequena viscosidade, enquanto o mel possui densidade maior. A viscosidade também depende da temperatura. Menos viscoso a temperaturas mais altas do que quando está frio. A viscosidade também pode ser influenciada pela composição do mel e principalmente o teor de água.

HIDROXIMETILFURFURAL (HMF): O mel, mesmo depois de extraído continua passando por modificações que afetaram a qualidade do produto. O hidroximetilfurfural (HMF) é um composto químico formado pela reação de certos açúcares com ácidos, servindo com indicador de qualidade no mel. Pois quando mais elevado for o teor hidroximetilfurfural menor será o valor nutricional do mel em razão da destruição, por meio de aquecimento de determinadas vitaminas e enzimas.

TEOR DE CINZAS: O teor de cinzas indica a quantidade de minerais encontradas no mel. É influenciado pela origem botânica da flor, expressando a riqueza do mel em minerais. O teor de cinzas muito alta indica que o mel sofreu adulterações.

pH: Também é influenciado pela origem da flor, constituintes das cinzas. O pH ideal para o mel é aquele inferior a 4,0.

VALOR NUTRITIVO DO MEL E COMPOSIÇÃO QUÍMICA

O mel é um alimento completo e nutritivo (tabela 2), devendo ser consumido todos os dias. Possui fácil digestão. é importante para o corpo humano pois em quantidades equilibradas encontra-se fermentos, vitaminas, minerais, ácidos, aminoácidos, substâncias bactericidas e aromáticas. Pode substituir o açúcar, sendo um produto totalmente natural. Tem propriedades terapêuticas que são determinadas pelas plantas visitadas pelas abelhas. Uma colher de sopa de mel tem o mesmo valor nutritivo de duas bananas, duas laranjas, meia maçã, 200 ml de leite, 100g de nozes, 150 gr de peixe e outros alimentos.

Tabela 2. Valor nutricional do mel

Composição básica do mel			
Componentes	Média	Desvio padrão	Variação
Água (%)	17,2	1,46	13,4 - 22,9
Frutose (%)	38,19	2,07	27,25 - 44,26
Glicose (%)	31,28	3,03	22,03 - 40,75
Sacarose (%)	1,31	0,95	0,25 - 7,57
Maltose (%)	7,31	2,09	2,74 - 15,98
Açúcares totais (%)	1,50	1,03	0,13 - 8,49
Outros (%)	3,1	1,97	0,0 - 13,2
pH	3,91	-	3,42 - 6,10
Acidez livre (meq/Kg)	22,03	8,22	6,75 - 47,19
Lactose (meq/Kg)	7,11	3,52	0,00 - 18,76
Acidez total (meq/Kg)	29,12	10,33	8,68 - 59,49
Lactose/Acidez livre	0,335	0,135	0,00 - 0,950
Cinzas (%)	0,169	0,15	0,020 - 1,028
Nitrogenio (%)	0,041	0,026	0,00 - 0,133
Diastase	20,8	9,76	2,1 - 61,2

Fonte: Embrapa

Apesar de o mel ser basicamente uma solução saturada de açúcares e água, seus outros componentes, aliados às características da fonte floral que o originou, conferem-lhe um alto grau de complexidade. Segundo Campos (1987), a composição média do mel, em termos esquemáticos, pode ser resumida em três componentes principais: açúcares, água e diversos.

Por detrás dessa aparente simplicidade, esconde-se um dos produtos biológicos mais complexos. A tabela 5 apresenta a composição básica do mel.

FERMENTAÇÃO DO MEL

O alto teor de umidade, temperatura de armazenamento alta (maior que 26°C) e a presença de leveduras indesejáveis causam a fermentação do mel. A fermentação promove a transformação dos açúcares presentes no mel em álcool e gás carbônico. O álcool na presença de oxigênio é convertido em ácido acético, deixando o meio propício para o desenvolvimento e atuação de microrganismos que aceleram o processo de fermentação deteriorando assim a qualidade do mel.

6.2 CEREAIS

Cereais

São as sementes ou grãos comestíveis das gramíneas. Fazem parte do hábito alimentar de diversos povos, devido a sua facilidade de manutenção e conservação; por seu baixo custo e pelo alto valor nutritivo. Nos grãos de cereais podemos encontrar nutrientes como: carboidratos, proteínas, gorduras, sais minerais, vitaminas, enzimas e outras substâncias. Os integrais, além desses nutrientes, são ricos em fibras. Os carboidratos aparecem em altos índices no grão (78 a 83%), variando com o tipo de cereal e plantio. O amido representa quase toda a totalidade dos carboidratos dos cereais. É um polissacarídeo da glicose encontrado na natureza na forma de amilose e amilopectina.

Os cereais são deficientes nos aminoácidos lisina, treonina e triptofano. Essa deficiência é compensada com a combinação de alimentos (arroz com feijão), resultando numa mistura de melhor valor proteico. A proporção adequada é uma parte de feijão para três partes de arroz. O glúten é uma substância presente nos cereais, especialmente no trigo, formado por duas proteínas: gliadina e glutenina. Estas duas proteínas quando misturadas em água dão a elasticidade característica para a panificação. As gorduras são principalmente trigliceróis. São mais encontradas no germe, aveia e milho.

Entre os sais minerais presentes nos cereais estão: Na, K, Cl, P, Ca, Mg, S, Fe. As vitaminas encontradas nos cereais são as do complexo B, principalmente a B1, no germe e a B2 mais distribuída no grão. A vitamina E, é encontrada principalmente no germe. Os principais cereais são: arroz, milho, trigo, aveia, centeio, sorgo, cevada.

Todos os amidos são de fácil digestão. A cocção confere aos produtos melhor condição de digestibilidade. As farinhas e os flocos possuem quociente de digestibilidade mais alto do que os grãos integrais, triturados ou não, pois estes contêm celulose, fibra de difícil digestão.

Arroz: É o cereal mais cultivado. Contém maior quantidade de vitamina B1 e de sais minerais quando fervido com a casca. Podem ser preparadas farinhas para bolos, mingaus e doces, e também bebidas (aguardentes e saquê). Existem vários tipos de arroz, empregados em diversas preparações.

Alimento	Calorias(100g)	Proteínas(g)	Carboidratos(g)	Gorduras(g)
Arroz polido	167	2,30	32,30	0,50
Arroz parbolizado	109,7	2,80	24,40	0,10
Arroz selvagem	298	13,16	60,47	0,46
Arroz integral	350,4	8,06	75,13	1,96
Arroz arbóreo	171	2,30	32,30	0,50

Arroz polido: Conhecido como arroz branco, é consumido refogado e cozido em água. Seus grãos podem ser curtos, médios, longos ou redondos. O arroz curto e arredondado é mais utilizado pela culinária oriental e para fazer arroz doce. O grão médio pode ser usado em receitas salgadas ou doces, especialmente indicado para risotos. O arroz longo é o mais utilizado nas preparações salgadas. No processo de beneficiamento, para ficar branco, o arroz perde a casca e a película, onde está concentrado a maior parte dos minerais e das vitaminas. Com isso, restando poucos nutrientes no grão.

Arroz parbolizado: É um arroz de grão longo submetido a cozimento sob pressão, antes do beneficiamento. Os nutrientes estão presentes no centro do grão. Suas principais vantagens em relação ao polido são maior valor nutritivo e maior rendimento. Sofre um processo hidrotérmico, que promove a gelatinização total ou parcial do amido. Onde os nutrientes se deslocam para o endocarpo, aumentando o valor nutritivo do grão. O arroz fica mais solto, no final das preparações.

Arroz selvagem: Não é um arroz verdadeiro, e sim uma gramínea aquática, de longas sementes escuras. Apresenta elevado valor nutritivo, rico em proteínas, minerais e vitaminas do complexo B. Possui um sabor característico, semelhante ao da noz.

Arroz integral: É o grão do qual se remove apenas a casca. Permanece com o farelo, fina película onde se encontra a maior parte dos nutrientes. O arroz integral é o mais nutritivos de todos.

Arroz arbóreo

É uma variedade de arroz italiano, com grãos grossos, redondos e curtos. Utilizado no preparo de risotos, pois após do cozimento sua consistência fica “al dente” e cremosa.

Milho

É utilizado na indústria alimentícia na produção alimentícia na produção de amido de milho, glucose e alguns uísques. O milho apresenta o mais elevado valor de lipídios. Na panificação é utilizado associado ao trigo. Entre os derivados do trigo estão: fubá, canjica,

canjiquinha, amido, xarope, glucose (açúcar de milho cristalizado), pipoca e flocos de milho. É rico em amido e em fibras. Encontra-se as vitaminas B1 e B2, E, fósforo e potássio.

Alimento	Calorias(100g)	Proteínas(g)	Carboidratos(g)	Gorduras(g)
Milho Verde	129	3,3	27,8	0,8
Milho em Lata	109	3,5	18	2,,5
Farinha de Milho	361	6,9	77,9	3,8

Aveia

A forma mais empregada para o consumo da aveia é a utilização em flocos. Apresenta um teor mais elevado de lipídios, porque quase todo o germe é mantido. É menos oxidável devido ao seu alto teor de vitamina E (antioxidante). O grão de aveia apresenta em média 13,3% de proteína, 6,2% de lipídios e 66,4% de carboidratos. A proteína da aveia distingue-se pelo seu alto teor de arginina em relação aos outros cereais. Rica em fibras, vitaminas do complexo B, vitamina E, cálcio, fósforo e ferro. Pode ser ingerida sob forma de flocos grossos, flocos finos e farinha.

Alimento	Calorias(100g)	Proteínas(g)	Carboidratos(g)	Gorduras(g)
Aveia	350	15	57,5	7,5

Centeio

É transformado principalmente em farinhas para a utilização em panificação. É preparado com o grão integral. No Brasil, a farinha de centeio é, geralmente, misturada com a farinha de trigo. A proporção de proteínas de centeio é variável e quase inferior as do trigo. A massa preparada da farinha de centeio é compacta e rompe-se com facilidade. Não possuindo elasticidade que é encontrada na massa da farinha de trigo. Contém vitaminas do complexo B, ferro, manganês, zinco, cobre e potássio.

Alimento	Calorias(100g)	Proteínas(g)	Carboidratos(g)	Gorduras(g)
Centeio	357,3	12,10	73,40	1,70

Cevada

É o mais antigo cereal conhecido. É utilizada principalmente no preparo da cerveja e uísques, podendo também ser consumida cozida ou como mingau. Muitos utilizam sua infusão com o grão torrado e moído em substituição do café. Os índices protéicos encontrados na cevada são inferiores aos do trigo, pobres em gorduras, mas ricos em vitaminas do complexo B, cálcio, fósforo e potássio.

Alimento	Calorias(100g)	Proteínas(g)	Carboidratos(g)	Gorduras(g)
Cevada	299,1	23,63	50	0,52

Trigo

É o mais importante dos cereais. É constituído de amido e glúten, substância formada por duas proteínas insolúveis: gliadina e glutenina. Estas quando misturadas a líquidos, fornecem a elasticidade necessária para a panificação. O glúten pode absorver até 200% de água do seu peso inicial. A farinha apresenta de 8 a 14% de proteínas. Os trigos mais resistentes, fornecem uma farinha forte, também chamado “duro”, relativamente rica em glúten, são mais utilizados para confecção de pão e pastelaria. Já os trigos menos resistentes, com percentuais reduzidos de glúten, são apropriados para confecção de biscoitos, tortas e empadas. A farinha de trigo branca é resultado da moagem dos grãos amidosos, sem o farelo e o germe. A farinha de trigo integral é preparada através da moagem do grão de trigo completo.

Alimento	Calorias(100g)	Proteínas(g)	Carboidratos(g)	Gorduras(g)
Trigo	374,6	13,74	75,20	2,10

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS CEREAIS:

	TRIGO COMPACTO	TRIGO MOLE	CEVADA	MILHO	ARROZ MARRON	ARROZ BRANCO	CENTEIO	AVEIA	SORGO
PROTEÍNA	12,2%	10,5%	9%	9,5%	7,5%	6,7%	8%	13%	10%
GORDURA	2%	1,9%	1,4%	4,3%	1,8%	0,7%	1,5%	7,5%	3%
CÁLCIO	37mg	37mg	20mg	15mg	15mg	10mg	25mg	56mg	-
FERRO	4mg	4mg	0,7mg	1,4mg	1,4mg	1mg	3,5mg	4mg	4,5mg
VIT. B ₁	0,45mg	0,38mg	0,15mg	0,3mg	0,3mg	0,08mg	0,28mg	0,6mg	0,5mg
VIT. B ₂	0,13mg	0,08mg	0,08mg	0,05mg	0,05mg	0,03mg	0,1mg	0,01mg	0,12mg
ÁC. NICOTÍNICO	5,4mg	4,3mg	2,5mg	4,6mg	4,6mg	1,6mg	1,2mg	0,9mg	3,5mg
CALORIAS	332 kcal	332 kcal	-	357 kcal	357 kcal	360	340 kcal	385 kcal	-

Fonte: FAO (Food and Agriculture Organization) Organização de Agricultura e Alimentos da ONU

6.3 LEITE E DERIVADOS

CONCEITO

a) CONCEITO SOBRE ASPECTO BIOLÓGICO:

Leite é uma secreção das glândulas mamárias, rico em princípios energéticos, proteínas, sais minerais e vitaminas e que serve para alimentar os mamíferos em sua primeira fase de vida. Importância biológica: é o alimento exclusivamente dos mamíferos jovens.

b) CONCEITO SOBRE ASPECTO FÍSICO-QUÍMICO

Leite é uma dispersão mista de aspecto branco, opaco, levemente adocicado, tendendo a neutralidade, constituído de gorduras em emulsão, proteínas em estado coloidal (caseína) e

carboidratos (lactose), sais (citratos), vitaminas B e C em solução, sendo a água o meio dispersante.

c) CONCEITO SOBRE ASPECTO PROTEICO:

Leite é um produto íntegro obtido de vacas leiteiras sadias, a partir de uma ordenha completa e ininterrupta (7 a 8 minutos), convenientemente alimentadas, ordenhadas a partir de uma ordenha higiênica, com exceção do colostro.

COLOSTRO - Obtido até vinte dias antes do parto e dez dias após. Não é recomendado o seu consumo, porque contém substâncias repugnantes, pus, escamações do úbere, excesso de cloretos, ácido (pH = 5,2 - 5,5) e pode ter células de *Staphylococcus aureus*, que produz toxinas.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

COR - a cor branca opaca do leite deve-se ao resultado da dispersão da luz em proteínas, gorduras, fosfatos e citrato de cálcio. O processo de homogeneização do leite aumenta a coloração branca, pois as partículas fragmentadas dispersam mais luz. O leite desnatado apresenta tonalidade mais azulada, já que existe baixa quantidade de grandes partículas na suspensão.

SABOR - é levemente adocicado, reflexo da presença de lactose e cloretos.

AROMA - típico do leite, bastante suave e está relacionado ao teor de ácido cítrico (citratos).

Tanto o sabor quanto o aroma do leite dependem principalmente de sua composição química, entretanto outros fatores, determinados por condições ambientais as quais o leite pode estar exposto, terão influência marcante sobre o aroma e sabor. Estes fatores são principalmente: absorção de odores estranhos e ação de microrganismos (decompondo certos constituintes do leite).

COMPOSIÇÃO DO LEITE

Vários são os componentes do leite. O que se apresenta em maior proporção é a água, sendo os demais formados principalmente por gorduras, proteínas, carboidrato, todos sintetizados na glândula mamária. Existem também pequenas quantidades de substâncias minerais, substâncias hidrossolúveis transferidas do plasma sanguíneo, proteínas específicas do sangue e traços de enzimas.

A composição média de um litro de leite de vaca, em percentagem, é a seguinte:

ÁGUA			87,25
EXTRATO SECO TOTAL (EST)	Gorduras		3,8
	Extrato Seco Desengordurado	PROTEÍNAS.....	3,3
		LACTOSE.....	4,7
	MINERAIS.....	0,7	8,7
VITAMINAS			Traços
ENZIMAS			Traços
PIGMENTOS			traços
Gases Dissolvidos (CO ₂ , O ₂ , N)			traços

COMPOSIÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE LEITE (g/litro)

Espécie	EST	Gordura	Açúcares	Subst. Nitrogenadas		Minerais
				Caseína	Albumina Globulina	
Vaca	125 – 130	35 – 40	47 – 52	27 – 30	4 – 5	9 - 9,5
Ovelha	170 – 185	55 – 70	43 – 50	45 – 50	8 – 10	9 – 10
Cabra	125 – 145	35 – 50	40 – 50	30 – 32	5 – 7	7 – 9
Mulher	117 – 120	32 – 35	65 – 70	10 – 12	5 – 6	2 – 3
Égua	95 – 100	9 – 15	60 – 65	10 – 12	7 – 8	3 – 4
Jumenta	95 – 105	10 – 12	60 - 70	8 – 12	7 – 9	4 – 5

FATORES QUE AFETAM A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE

REFERENTES AO ANIMAL – raça, idade, estágio de lactação, alimentação, sanidade (infecções do úbere),

REFERENTES AO AMBIENTE - temperatura, insolação, etc.

VALOR NUTRITIVO DO LEITE

O valor nutritivo do leite e derivados lácteos, para a alimentação humana, deve-se não somente ao papel que desempenham como provedores de certos nutrientes essenciais, mas também à forma, a distribuição equilibrada e a fácil metabolização com que esses elementos composicionais se encontram no leite.

- Fonte de proteínas, lipídios, vitaminas, minerais, energia, etc.
- Qualidade da proteína e aminoácidos essenciais.
- Lactose varia de 4,7 a 5,2%. Baixo poder adoçante e pouco solúvel.
- Gordura está em emulsão, 35 g/L.
- Minerais estão presentes em 7,5 g/l. Relação cálcio e fósforo (1:0,7). Leite é pobre em ferro (0,05mg), podendo ser enriquecido com ferro quelato, que é um composto solúvel de ferro (20%) com glicina (80%).
- Vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis.
- Digestibilidade: lactose, 98%; proteínas, 97% e gorduras, 95%.
- Consumo diário recomendado pela OMS, de 0,5 litros / dia (pessoa adulta).

GENERALIDADES

Teste de acidez: teste de alizarina ou processo de Dornic

5.1 - leite ácido - fermentação láctica indesejável, devido à falta de higiene. As bactérias lácticas desdobram a lactose em ácido láctico.

5.2 - leite condensado - com sujidades e baixa densidade, deve ser descartado. Deve-se verificar se a baixa acidez é devido à adição de água ou mastite.

6) PADRÕES PARA SE CONSIDERAR UM LEITE NORMAL

- a) caracteres organolépticos normais;
- b) teor de gordura mínimo de 3,0%;
- c) acidez de 14 -18 °D;
- d) pH na faixa de 6,6 - 6,8;
- d) densidade a 15 °C entre 1,028 - 1,034 g/cm³ ou 28 a 34 GL;
- e) lactose, teor mínimo de 4,7%;
- f) Extrato Seco Desengordurado maior ou igual a 8,5%;
- g) Extrato Seco Total maior ou igual a 11,5%;
- h) índice crioscópico entre -0,530 e -0,550 °C;
- i) Ponto de ebulição: 100,17 °C;

ALTERAÇÕES DO LEITE POR FRAUDES

FRAUDE	DENSIDADE	GORDURA (%)	ACIDEZ	ESD	REFRATOMETRIA	CRIOSCOPIA
Aguagem	diminui	diminui	diminui	diminui	diminui	Aumenta
Desnatamento ou adição leite desnatado	aumenta	diminui	em geral aumenta	inalterada	aumenta	Não altera
Aguagem e desnatamento	pode equilibrar	diminui	em geral diminui	diminui	diminui	Aumenta
Adição de conservadores ou neutralizadores	pode equilibrar	inalterada	normal ou diminui	inalterada ou aumenta	aumenta	Diminui
Adição de água e reconstituintes de densidade	pode equilibrar	diminui	normal ou diminui	diminui	diminui ou inalterada	Diminui

CONSERVADORES: H₂O₂; Formol; Boratos (evitam a acidificação)

RECONSTITUÍNTES: Amido; urina; cloretos (encobrem fraudes)

REDUTORES DE ACIDEZ: NaOH,; NaHCO₃; CaCO₃

CLASSIFICAÇÃO DO LEITE:

- Quanto ao teor de gordura

Leite integral - Que tem no mínimo 3,5% de gordura

Leite padronizado - Todo o leite com gordura mínima corrigida para 3%

Leite magro - teor de gordura > 2% e < 3%

Leite Desnatado - Teor de gordura < 2%

Leite Re combinado - Creme + Leite em pó a 1% + água

Leite Reconstituído - Leite em pó desnatado + água potável

- Quanto a procedência:

Leite Tipo A – Leite produzido com alta exigência sanitária, é retirado pela ordenha mecânica e vai direto para um tanque, onde é aquecido até 70-75°C e depois resfriado. O processo é feito todo em estabelecimento denominado “Granja leiteira” (produção, beneficiamento e envasamento). O contato humano é mínimo. Oferece um padrão microbiológico de até 10.000 bactérias/ml.

Leite Tipo B – também é retirado por ordenha mecânica, todavia o processo de pasteurização e o envasamento podem ser realizados em laticínio fora da fazenda, de forma que este tipo de leite tem maior possibilidade de contaminação e menor durabilidade que o leite tipo A. Oferece um padrão microbiológico de até 50.000 bactérias/ml. Deve ser refrigerado logo após a ordenha atingido a temperatura máxima de 7°C até três horas após sua entrada no resfriador e permanecer na propriedade no máximo 48 horas após a ordenha.

Leite Tipo C – A ordenha pode ser manual ou mecânica. O leite pode ser armazenado em tanques não refrigerados antes de seguir para o laticínio onde será pasteurizado e envasado. Deve ser entregue no laticínio até às 10 horas da manhã do dia da ordenha. Oferece um padrão microbiológico de até 350.000 bactérias/ml.

DERIVADOS

IOGURTE

Iogurte é produzido a partir do leite, com ou sem adição de outros ingredientes, obtido pela sua fermentação, com ou sem adição de duas bactérias: *Streptococcus termophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, até alcançar a acidez característica. Por ser um produto “vivo” a ter vida de prateleira de 30 dias, sob refrigeração, o iogurte deve ser produzido sob rigorosas condições higiênicas e com tecnologias apropriada.

TIPOS DE IOGURTE DISPONÍVEIS NO MERCADO:

- 1) Tipo Suíço ou batido: É obtido através de fermentação do leite, batido após resfriamento, adição de aromas e base de frutas e embalagem.
- 2) Fermentado no pote: é colocado o leite mais as bactérias no pote, fermentado e sem bater, resfriado.
- 3) Tipo Sundae: uma base de frutas é adicionada no fundo do pote e o iogurte pronto é dosado sobre a base de frutas.

4) Tipo líquido: o iogurte líquido se diferencia do tipo suíço porque ele é destinado a beber diretamente, enquanto que o batido é mais viscoso e para ser comido com colher.

OBS.: bebidas lácteas, além do iogurte temos a adição do soro do leite.

QUEIJO

O queijo pode ser definido como um produto que é obtido a partir do leite coalhado, separado do soro e amadurecido durante tempo variável. O queijo é considerado uma conserva obtida pela coagulação do leite e por acidificação e desidratação da coalhada. É uma concentração de sólidos do leite com adição de outros aditivos como:

- o coalho para obter a coagulação do leite;
- os fermentos bacterianos para a acidificação da coalhada;
- o cloreto de sódio e cloreto de cálcio.

O queijo é um produto vivo. Quando bem elaborado com bons fermentos bacterianos para a acidificação da coalhada, o queijo se conserva durante longo tempo, sem necessidade de se adicionar nenhum conservante. O queijo é um produto de elevado valor nutritivo com grande concentração de proteínas, sais minerais e vitaminas. É um produto muito rico em fósforo e cálcio

6.4 ÓLEOS E GORDURAS

A definição de óleos e gorduras ou lipídeos é baseada na consistência e depende do tipo de ácido graxo presente no triacilglicerol. Eles são macronutrientes que podem ser sintetizados no organismo, com exceção dos ácidos graxos essenciais, exercem funções energéticas (fornecem 9 Kcal/grama quando oxidados no organismo), estruturais e hormonais, e são encontrados tanto em fontes animais como vegetais. Alimentos de origem animal (carnes, ovos, leite e derivados) geralmente apresentam maior quantidade de lipídeos do que os de origem vegetal (frutas, verduras e grãos), exceto alguns óleos vegetais e frutas como coco, abacate e açaí. Os lipídeos podem ser classificados de acordo com o tamanho da cadeia de carbono, nível de saturação, forma e técnica de hidrogenação. Classificação dos lipídeos:

1. Lipídeos simples: 1.ácidos graxos (gorduras saturadas, insaturadas, monoinsaturadas, poliinsaturadas); 2.gorduras neutras (mono, di e triglicerídeos); 3. Ceras (ésteres de esterol, como o colesterol);
2. Lipídeos compostos: 1.fosfolipídeos; 2.glicolipídeos; 3. lipoproteínas;
3. Lipídeos derivados, álcoois.

Por serem insolúveis em água, apresentam diferentes processos de digestão, absorção e transporte em comparação aos demais macronutrientes (carboidratos e proteínas). A gordura dietética, além de fornecer maior quantidade de calorias por grama, é importante para o transporte de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), melhora a palatabilidade dos alimentos, diminui o volume da alimentação, aumenta o tempo da digestão e fornece ácidos graxos essenciais. Aproximadamente 98% dos lipídeos de origem alimentar estão sob a forma de

triacilgliceróis, que podem conter ácidos graxos saturados, monoinsaturados ou poliinsaturados. O grau de saturação de um lipídeo é importante para determinar as funções no organismo, os efeitos sobre a saúde e o uso na formulação de produtos alimentícios.

Ácidos graxos saturados possuem uma ligação simples entre os átomos de carbono . A gordura saturada é a principal causa alimentar de elevação de colesterol plasmático, pois reduz os receptores celulares B-E, inibindo a remoção plasmática das partículas de LDL-c, permitindo, além disso, maior entrada de colesterol nas partículas de LDL-c. Os ácidos graxos saturados estão presentes principalmente na gordura animal (carnes gordurosas, leite integral e derivados), polpa de coco e alguns óleos vegetais (dendê e coco). Os peixes, pobres em gorduras saturadas, vêm sendo uma boa opção na diminuição do consumo destas.

Ácidos graxos insaturados possuem uma cadeia hidrocarbonada com uma ou mais ligações duplas. Quando a dupla ligação encontra-se no mesmo lado da cadeia de carbono, é chamado de cis; em lados opostos da cadeia é trans. Os ácidos graxos trans são mais encontrados em produtos industrializados e pesquisas recentes indicam que estes podem aumentar as concentrações de LDL-colesterol ocasionando riscos à saúde.

Os **ácidos graxos monoinsaturados** são encontrados no azeite, óleo de canola, azeitonas, avelã, amêndoa e abacate. São mais resistentes ao estresse oxidativo e uma dieta rica nestes ácidos graxos faz com que as partículas de LDL-c fiquem enriquecidas com eles, tornando-as menos suscetíveis à oxidação. Na substituição de gorduras saturadas por monoinsaturadas, as concentrações de colesterol total são reduzidas e as de HDL-c possivelmente aumentadas.

Os **ácidos graxos essenciais** (ácido linoléico – ômega 6, e ácido linolênico – ômega 3) ou **ácidos graxos poliinsaturados** apresentam duplas ligações cis. Devem ser ingeridos na alimentação, pois fazem parte da estrutura dos fosfolipídeos que são componentes importantes das membranas e da matriz estrutural de todas as células. Além disso, desempenham ações semelhantes à de hormônios fundamentais na coagulação sanguínea, pressão sanguínea, vasodilatação, frequência cardíaca e resposta imune. Os ômega-6 são encontrados em óleos vegetais como o de milho e soja, e, embora não prejudiciais, são mais suscetíveis à oxidação e talvez reduzam as concentrações da HDL-c, tornando os cientistas mais prudentes em relação a eles. Contudo, os ômega-3 vêm sendo alvo de diversos estudos, pois reduzem os triglicérides séricos, melhoram a função plaquetária, promovem ligeira redução na pressão arterial (PA) em pacientes hipertensos e parecem ter efeito anti-inflamatório sendo encontrados principalmente nos óleos de peixes de águas frias e profundas como o salmão, arenque, atum e sardinhas.

6.5 REFRIGERANTES

CONCEITO

Refrigerante é uma bebida não alcoólica, carbonatada, com alto poder refrescante encontrada em diversos sabores. O vocábulo “tubaína”, empregado no interior do Brasil, é sinônimo de refrigerante regional e local. A indústria de refrigerante surgiu em 1871 nos Esta-

dos Unidos. No Brasil, os primeiros registros remontam a 1906, mas somente na década de 1920 é que o refrigerante entrou definitivamente no cotidiano dos brasileiros. Em 1942, no Rio de Janeiro, foi instalada a primeira fábrica. O Brasil é o terceiro produtor mundial de refrigerantes, depois dos Estados Unidos e México. Contudo, o consumo per capita é da ordem de 69 L por habitante por ano, o que coloca o país em 28º lugar nesse aspecto. A Coca-Cola e a Pepsi detêm $\frac{3}{4}$ do mercado mundial, avaliado em cerca de US\$ 66 bilhões anuais.

COMPOSIÇÃO

Os ingredientes que compõem a formulação do refrigerante têm finalidades específicas e devem se enquadrar nos padrões estabelecidos. São eles:

Água: Constitui cerca de 88% m/m do produto final. Ela precisa preencher certos requisitos para ser empregada na manufatura de refrigerante:

- Baixa alcalinidade: Carbonatos e bicarbonatos interagem com ácidos orgânicos, como ascórbico e cítrico, presentes na formulação, alterando o sabor do refrigerante, pois reduzem sua acidez e provocam perda de aroma;
- Sulfatos e cloretos: Auxiliam na definição do sabor, porém o excesso é prejudicial, pois o gosto ficará demasiado acentuado;
- Cloro e fenóis: O cloro dá um sabor característico de remédio e provoca reações de oxidação e despigmentação, alterando a cor original do refrigerante. Os fenóis transferem seu sabor típico, principalmente quando combinado com o cloro (clorofenóis);
- Metais: Ferro, cobre e manganês aceleram reações de oxidação, degradando o refrigerante;
- Padrões microbiológicos: É necessário um plano de higienização e controle criterioso na unidade industrial, que garantam à água todas as características desejadas: límpida, inodora e livre de microrganismos.

Açúcar: É o segundo ingrediente em quantidade (cerca de 11% m/m). Ele confere o sabor adocicado, “encorpa” o produto, juntamente com o acidulante, fixa e realça o paladar e fornece energia. A sacarose (dissacarídeo de fórmula $C_{12}H_{22}O_{11}$ - glicose + frutose) é o açúcar comumente usado (açúcar cristal).

Concentrados: Conferem o sabor característico à bebida. São compostos por extratos, óleos essenciais e destilados de frutas e vegetais (Palha, 2005). Sabor é a experiência mista de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação.

Acidulante: Regula a doçura do açúcar, realça o paladar e baixa o pH da bebida, inibindo a proliferação de micro-organismos. Todos os refrigerantes possuem pH ácido (2,7 a 3,5 de acordo com a bebida). Na escolha do acidulante, o fator mais importante é a capacidade de realçar o sabor em questão.

O ácido cítrico (INS 330) é obtido a partir do micro-organismo *Aspergillus niger*, que transforma diretamente a glicose em ácido cítrico. Os refrigerantes de limão já o contêm na sua composição normal.

O ácido fosfórico (INS 338) apresenta a maior acidez dentre todos aqueles utilizados em bebidas. É utilizado principalmente nos refrigerantes do tipo cola.

O ácido tartárico (INS 334) é usado nos refrigerantes de sabor uva por ser um dos seus componentes naturais.

Antioxidante: Previne a influência negativa do oxigênio na bebida. Aldeídos, esteres e outros componentes do sabor são susceptíveis a oxidações pelo oxigênio do ar durante a estocagem. Luz solar e calor aceleram as oxidações. Por isso, os refrigerantes nunca devem ser expostos ao sol. Os ácidos ascórbico e isoascórbico (INS 300) são muito usados para essa finalidade. Quando o primeiro é utilizado não é com o objetivo de conferir vitamina C ao refrigerante, e sim servir unicamente como antioxidante.

Conservante: Os refrigerantes estão sujeitos à deterioração causada por leveduras, mofos e bactérias (micro-organismos acidófilos ou ácido tolerantes), provocando turvações e alterações no sabor e odor. O conservante visa inibir o desenvolvimento desses micro-organismos.

O ácido benzoico (INS 211) atua praticamente contra todas as espécies de micro-organismos. Sua ação máxima é em pH = 3. É barato e bem tolerado pelo organismo. Como esse ácido é pouco solúvel em água, é utilizado na forma de benzoato de sódio. O teor máximo permitido no Brasil é de 500 mg/100mL de refrigerante (expresso em ácido benzoico).

O ácido sórbico (INS 202) ocorre no fruto da Tramazeira (*Sorbus aucuparia*). É usado como sorbato de potássio e atua mais especificamente sobre bolores e leveduras. Sua ação máxima é em pH = 6. O teor máximo permitido é 30 mg/100mL (expresso em ácido sórbico livre).

Edulcorante: É uma substância que confere sabor doce às bebidas em lugar da sacarose. As bebidas de baixa caloria (diet) seguem os padrões de identidade e qualidade das bebidas correspondentes, com exceção do teor calórico.

Dióxido de carbono: A carbonatação dá “vida” ao produto, realça o paladar e a aparência da bebida. Sua ação refrescante está associada à solubilidade dos gases em líquidos, que diminui com o aumento da temperatura. Como o refrigerante é tomado gelado, sua temperatura aumenta do trajeto que vai da boca ao estômago. O aumento da temperatura e o meio ácido estomacal favorecem a eliminação do CO₂, e a sensação de frescor resulta da expansão desse gás, que é um processo endotérmico.

6.6. GELÉIAS DE FRUTAS

CONSTITUIÇÃO

a) **FRUTAS:** quando maduras tem menor teor de pectina, porém tem mais aroma, sabor e açúcares; quando estão verdes tem maior teor de ácidos e pectinas. O ideal é o equilíbrio entre esses constituintes.

b) **PECTINA:** Cadeias longas de ácido galacturônico parcialmente esterificados com grupos metílicos. Este grau de metoxilação é importante para a formação do gel, pois pectinas com alto teor metílico forma gel com grandes quantidades de açúcares e mais rapidamente. O comprimento da cadeia também é importante, pois somente cadeias com mais de 250 unidades conseguem formar o gel. **GRAU DA PECTINA** (graus SAG), é a quantidade de açúcar que 1 grama da pectina consegue geleificar, sob condições de acidez e sólidos solúveis adequadas. O ideal é que tenhamos cerca de 1% de pectina na formulação.

- c) **ÁCIDOS:** baixar o pH para ter uma geleificação adequada e manter / realçar o aroma natural da fruta. Para a formação do gel o que interfere diretamente é a intensidade dos ácidos, ou seja a acidez livre, que é dado pelo pH. O valor ótimo de pH está em torno de 3,2 (3,0 a 3,6). Ácidos mais usados são o cítrico e o láctico.
- d) **AÇÚCARES:** tem efeito desidratante. O teor varia conforme o tipo de produto a ser elaborado. Para geleias comuns são usadas 40 partes de frutas e 60 partes de açúcares; para geleias extras são usados 50:50; para doces em massa são usados em torno de 40 a 50 partes de açúcares para 60 a 50 partes de frutas. A concentração final deve ser de mais de 65% de sólidos solúveis totais. O teor de açúcares redutores é de 35-40% do total de açúcares. Normalmente se adiciona em torno de 15 a 20% de glicose porque melhora a qualidade final do produto. Quanto maior o teor de pectina e ácidos mais açúcares a rede pode suportar.
- e) **ÁGUA:** para geleias não se usa. Para doces em massa se adiciona o suficiente para abrandar os tecidos, cerca de 20% sobre o peso total das frutas a ser colocada no início do processo.
- f) **CORREÇÕES:** tanto de pectina quanto de ácido, devem ser efetuadas no final do processo. O açúcar deve ser adicionado lentamente, posteriormente a pectina e por último o ácido, quando o doce já estiver pronto;
- g) **CONSERVANTES:** podem ser utilizados conservantes permitidos pela legislação: benzoato de sódio, sorbato de potássio e dióxido de enxofre, cuidando sempre com a dosagem permitida.
- h) **CONCENTRAÇÃO:** pode ser efetuada em tacho aberto ou a vácuo, sendo este melhor em relação à manutenção da qualidade final do produto. Porém o tempo de processamento não deve ser muito longo, pois poderá acarretar danos à formação do gel, escurecimento e alterações de qualidade sensoriais. O final do processo pode ser observado de várias maneiras, como: pela temperatura, pelo teor de sólidos solúveis totais ou pelos métodos práticos.

7 VITAMINAS

As vitaminas são substâncias orgânicas, cuja deficiência provoca estados de carência no organismo, assim mesmo, uma ingestão excessiva de vitaminas lipossolúveis, também pode dar lugar a estados patológicos (hipervitaminose). As vitaminas são componentes essenciais dos alimentos. O organismo não pode sintetizá-las (ao menos em quantidades suficientes); estão contidas – algumas como precursores (provitaminas) – nos alimentos e são necessárias em pequenas quantidades. Normalmente, os alimentos contêm todas as vitaminas em quantidades suficientes. As vitaminas possibilitam a degradação dos macronutrientes, a regulação do metabolismo e a formação de substâncias próprias do organismo, ao intervir em inúmeros processos enzimáticos. As vitaminas se dividem em lipossolúveis e hidrossolúveis.

As vitaminas hidrossolúveis: são aquelas do complexo B, formada por B1 (tiamina), B2 (riboflavina), vitaminas B6 (piridoxina), vitaminas B12 (cianocobalamina), ácido fólico, niacina (nicotinamida, antigamente vitamina PP) e ácido pantotênico, da vitamina C (ácido ascórbico) e da biotina (antigamente vitamina H)

As vitaminas lipossolúveis: Vitamina A (retinol); vitamina D (calciferol); vitamina E (tocoferol); vitamina K (filoquinona).

Não são vitaminas: o ácido orótico (antes vitamina B13), o ácido p-aminobenzóico (= um componente do ácido fólico), a esfingomielina e a lecitina que contem colina ou inosita (componente das vitaminas do grupo B) . Para muitas dessas substâncias eram atribuídas anteriormente propriedades vitamínicas de forma injustificada e inclusive para algumas foi mantido o termo “vitamina” no nome –sem ser e muitas vezes por motivo publicitário- como por exemplo a “vitamina F” (= ácidos graxos essenciais), “vitamina P” (= bioflavonóides), “vitamina Br” (= carnitina), etc.

O crescente interesse em relação à demanda de nutrientes, entre eles as vitaminas, e o consequente estabelecimento de padrões nutricionais na dieta das populações têm aumentado devido as fortes evidências demonstrando a estreita relação entre a dieta e as doenças humanas. Tal fato resultou em grandes investimentos governamentais e particulares, além de intensificar as atividades dos laboratórios de análises, nos países desenvolvidos.

A necessidade do conhecimento dos teores de vitaminas nos alimentos aumentou ainda mais com a preocupação da declaração desses valores nos rótulos dos alimentos comercializados, principalmente utilizando metodologias mais apropriadas.

Hoje, com o aumento do consumo de alimentos industrializados e a sua maior diversidade, aliado a baixa estabilidade das vitaminas, surge a preocupação em adicionar esses nutrientes aos alimentos como medida para recuperar as perdas decorrentes do processamento, embora muitas vezes o enriquecimento, principalmente em novos produtos, represente uma estratégia de marketing. A adição de vitaminas requer muita atenção, já que algumas, quando ingeridas em níveis superiores ao requerido pelo organismo, podem apresentar toxicidez.

Métodos analíticos que confirmem com segurança os teores de vitaminas em alimentos são desejáveis por organismos de fiscalização, conferindo paralelamente à indústria possibilidade de melhor controle de processos tecnológicos, e à nutrição, para um melhor planejamento dietético quando associado a informações de biopotência.

Destacamos a seguir a importância e a metodologia de análise para algumas vitaminas, especialmente para a vitamina C.

CAROTENÓIDES

Os carotenoides representam um importante grupo de pigmentos naturais, tendo como aplicações industriais serve de corante alimentício e fisiologicamente, alguns são fonte de vitamina A na dieta (pró-vitamina A). Dentre suas funções no organismo, além de serem precursores da vitamina A, são também oxidantes e preventivos contra certos tipos de câncer. A atividade pró-vitamínica A pode ser diminuída com processamento e estocagens inadequadas. Existem vários métodos analíticos para a análise dos carotenoides, sendo os

mais usados a cromatografia em coluna aberta e a cromatografia líquida de alta eficiência. Existem vários fatores que dificultam a obtenção de dados confiáveis sobre o teor de pró-vitamina A. Devido à própria natureza dos carotenoides, muitos cuidados devem ser tomados durante a análise, especialmente em relação a exposição ao oxigênio, luz calor e ácidos que promovem, além da perda dos carotenoides a formação de compostos. Independentemente do método utilizado para a determinação dos carotenoides pró-vitamínicos, este deve apresentar alguns requisitos indispensáveis para a obtenção de dados confiáveis, como: (1) separação individual dos carotenoides ativos e de suas respectivas formas isoméricas; (2) eliminação dos carotenoides inativos, evitando dessa forma superestimação do valor vitamínico; (3) medidas para evitar perdas e formação de artefatos (compostos; produtos) durante a análise; e (4) adequação do método à natureza da amostra a ser analisada.

VITAMINA E

Vitamina E é o termo genérico para designar 8 compostos lipossolúveis naturais que apresentam, em diferentes graus, a mesma atividade biológica do α -tocoferol. Embora seja extensivamente estudada quanto as suas funções e metabolismo, alguns afirmam que ainda há muito a se entender quanto ao seu papel fisiológico, porém sua função mais divulgada é a sua ação antioxidante. A vitamina E vem sendo considerada como o mais potente antioxidante biológico, sendo também parte integrante de um sistema de proteção que envolve outros componentes, dentre eles o ácido ascórbico e as enzimas como a glutathione redutase, a glutathione peroxidase, o superóxido dismutase e a catalase. A análise de vitamina E implica na separação de seus diferentes componentes para se saber seu real valor. Uma das técnicas mais empregadas para separação e purificação é a cromatografia em camada delgada (CCD). A cromatografia gasosa (CG), por sua vez, é empregada tanto para análise qualitativa quanto quantitativa. Através desta técnica é possível a separação dos homólogos de vitamina E. Também é possível, através da CG, analisar os produtos de oxidação da vitamina E. A cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) é largamente empregada para análise de vitamina E, e tem mostrado ser a melhor opção, já que possibilita a separação simultânea dos diferentes homólogos.

VITAMINA C

Introdução

A vitamina C, ou ácido L-ascórbico, é uma vitamina hidrossolúvel e se encontra largamente distribuída nos reinos animal e vegetal. A determinação desta vitamina em alimentos é importante tanto pelo seu valor nutricional, como pelo fato de ser amplamente utilizada pela indústria de alimentos como um agente antioxidante. É considerada a mais instável das vitaminas em alimentos. A vitamina pura é uma substância branca, cristalina, derivada do ácido L-gulônico e sintetizada química e biologicamente a partir da D-glicose. A característica mais importante do ácido L-ascórbico é a sua oxidação a ácido L-

dehidroascórbico para formar um sistema redox. Estas duas substâncias são ativos agentes antiescorbuto e ocorrem em quantidades significantes em vegetais, frutas, órgãos de animais como fígado e rins, e em pequenas quantidades em carnes. As plantas sintetizam o ácido L-ascórbico a partir de carboidratos. Variações dos teores de vitamina C em alimentos podem ocorrer devido ao grau de amadurecimento, origem, condições de estocagem, etc., servindo portanto como um índice de qualidade. Alimentos processados como presunto, bacon, sucos de frutas, ect. geralmente são adicionados de ácido ascórbico como antioxidante. Quantidades apreciáveis de ácido L-ascórbico podem ser destruídas com o cozimento na presença de ar e contato com traços de cobre. A vitamina C é também destruída por longos períodos. Em alimentos congelados ela é estável e seus teores se mantêm com a estocagem, entretanto, perdas significativas ocorrem com o cozimento, se não houver proteção contra oxidação.

METODOLOGIA DE ANÁLISE

Numerosos métodos têm sido empregados para a determinação da vitamina C. Os métodos físico químicos são os mais aplicáveis às determinações dessa vitamina, pois são geralmente precisos, rápidos e econômicos. Nessa categoria estão incluídos os métodos titulométricos, espectrofotométricos, colorimétricos, fluorimétricos e os cromatográficos.

Extração da vitamina C

Os procedimentos envolvem extração, limpeza do extrato, e análise ou isolamento da vitamina da solução. Solventes aquosos e não aquosos costumam ser empregados na extração. No caso de extratos aquosos cuidados devem ser tomados para prevenir a hidrólise, oxidação e subsequente perda da vitamina, principalmente quando elas se encontram em pequenas quantidades na amostra inicial. Para tanto, os extratos aquosos devem conter quantidades adequadas de ácido metafosfórico, contendo ácido acético e EDTA (3- 6%); de 0,5 a 2 % de ácido oxálico; ácido tricloroacético diluído com EDTA; ácido perclórico diluído ou 0,5 a 2,3% de dimercaptopropanol. Além de estabilizar o ácido ascórbico complexando íons metálicos para minimizar o grau de oxidação, os ácidos metafosfórico e tricloroacético também precipitam as proteínas formando soluções limpas. O ácido acético é adicionado ao extrato para prevenir perdas da vitamina pela absorção em carvão animal. Solventes não aquosos usados para extrair a vitamina C de várias amostras são o etanol e metanol, geralmente contendo traços de ácido metafosfórico, ácido oxálico ou um antioxidante como o cloreto estanoso. Algumas vezes a acetona tem sido incorporada para remover a interferência do dióxido de enxofre presente em vários alimentos. A extração deve ser realizada sob atmosfera inerte e pouca luz para evitar a destruição da vitamina principalmente quando ela se encontra presente em pequenas quantidades. A limpeza do extrato depende da natureza da substância interferente. Normalmente são utilizados carvão, coluna cromatográfica, extração com solvente contendo cloreto de metileno. Gases inertes como hidrogênio e sulfeto de hidrogênio tem sido usado com sucesso maior que o dióxido de carbono ou nitrogênio para proteger a vitamina em solução.

Métodos analíticos

O primeiro método químico para análise do ácido L-ascórbico foi uma titulação oxidativa com o 2,6-diclorofenolindofenol. A partir destes, muitos métodos químicos e físico-químicos foram testados, baseados no caráter redutor do ácido L-ascórbico. Muitas substâncias presentes nos alimentos devem ser eliminadas antes da análise pois interferem em seu resultado. São elas o dióxido de enxofre, aminoácidos, açúcares, íons metálicos, pigmentos, etc... Apesar do método da 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNP), e o método do 2,6-diclorofenolindofenol (DIP) terem sido largamente aceitos como métodos oficiais para determinação do ácido ascórbico, eles são muito demorados e necessitam de muitos reagentes.

Além disso, o método (DNP) frequentemente apresenta erros. Somente 85% do ácido dehidroascórbico (DHA) reage com a 2,4-dinitrofenilhidrazina a 37°C durante um período de 3 horas e pequenas flutuações na temperatura de incubação e o tempo afetam os resultados. Os açúcares reagem com a 2,4-dinitrofenilhidrazina, desta forma, aqueles alimentos como geleias apresentam teores de ácido ascórbico muito maiores do que os valores verdadeiros, O teor de ácido ascórbico é obtido pela subtração do teor de ácido dehidroascórbico do conteúdo total. O método do 2,6-diclorofenolindofenol (DIP), baseado na titrimetria, usando o poder redutor do ácido ascórbico, não pode ser usado para amostras contendo substâncias redutoras ou amostras coloridas porque o ponto final da titulação é difícil de ser lida.

A cromatografia líquida de alta resolução (HPLC) também tem sido usada na análise de ácido ascórbico. O ácido D-isoascórbico, um isômero do ácido ascórbico, pode ser separado do ácido ascórbico por HPLC (3) mas é necessária a purificação da amostra para eliminação de substâncias interferentes e compostos de alto peso molecular.

Alguns autores consideram que os métodos enzimáticos apresentam considerável vantagem sobre os procedimentos analíticos tradicionais devido aos seus baixos custos e rapidez, e porque eles não necessitam de purificação preliminar dos substratos a serem analisados.

A vitamina C é facilmente oxidada pela peroxidase, uma enzima que é largamente distribuída no reino vegetal aonde ela cataliza uma variedade de processos biosintéticos e degradativos em moléculas complexas contendo funções fenólicas ou aminas na presença de peróxido de hidrogênio.

Entre os estudos recentes para se determinar os melhores métodos para determinação do ácido ascórbico, os enzimáticos pareceram os mais favoráveis. As enzimas têm alta especificidade por substratos e as reações geralmente se completam em um tempo curto. Muitas técnicas enzimáticas para ácido ascórbico têm usado a ascorbato oxidase, baseadas na espectrofotometria, que emprega o uso da diferença das absorbâncias depois e antes da oxidação do ácido ascórbico. Esta enzima é muito cara para análise de rotina.

Outras enzimas que tem sido usadas são a ascorbato peroxidase que é instável e difícil de ser encontrada na forma purificada. É necessário que se proceda a extração da ascorbato peroxidase de vegetais diariamente para se empregar este método. Ao contrário da ascorbato peroxidase, a guaiacol peroxidase é estável e encontrada com preços razoáveis. Além disso, a

guaiacol peroxidase cataliza a reação de oxidação do ácido ascórbico e, o guaiacol não é encontrado nos alimentos. Assim, é possível o uso da guaiacol peroxidase para a análise de ácido ascórbico em alimentos .

8 ADITIVOS

HISTÓRICO:

O emprego de substâncias químicas em alimentos é uma prática bastante antiga. Como exemplos temos o uso do sal, da defumação, condimentos e corantes naturais, etc. Seu uso é bastante discutido e seus efeitos sobre a saúde sendo bastante estudados, principalmente sobre o ponto de vista toxicológico.

CONCEITO:

É uma substância não nutritiva adicionada geralmente em pequenas quantidades para melhorar a aparência, sabor, textura e propriedades de armazenamento.(FDA). “Só considera as *substâncias adicionadas intencionalmente*”

Qualquer substância presente por adição intencional ou não, a um alimento, com finalidades tecnológicas quais sejam conservação contra deteriorações microbianas, proteção contra alterações oxidativas, fornecimento de características organolépticas como cor, aroma e textura (BARUFFALDI, 1998).

Podem ser:

Obrigatórios – quando modificam ou alteram a estrutura do alimento. Ex. espessantes, umectantes, estabilizantes

Não obrigatórios: Não modificam estrutura do alimento. Ex. corantes, edulcorantes

ORGÃOS - Internacional: OMS e FAO

Brasil: Secretária Nacional de Vigilância Sanitária/ Divisão Nacional de Alimentos – Ministério da Saúde

VANTAGENS

- a) aumentar o valor nutritivo do alimento
- b) aumentar a sua conservação ou a estabilidade, com resultante redução nas perdas de alimentos;
- c) tornar o alimento mais atrativo ao consumidor
- d) fornecer condições essenciais ao processamento do alimento

DESVANTAGENS

- a) quando houver evidência ou suspeita de que o mesmo possui toxicidade real ou potencial
- b) quando interferir sensível e desfavoravelmente no valor nutritivo do alimento

- c) quando servir para encobrir falhas no processamento e nas técnicas de manipulação do alimento
- d) quando encobrir alteração na matéria-prima do produto já elaborado
- e) quando induzir o consumidor a erro, engano ou confusão
- f) quando não satisfizer a legislação de aditivos em alimentos

REQUISITOS PARA O EMPREGO DE ADITIVOS

- De ordem Regular: respeitar o limite máximo estabelecido para a sua utilização
- De ordem Química ou Institucional: apresentar inteira inocuidade, preservar o mais possível, os caracteres sensoriais dos produtos, não produzir redução considerável do valor nutritivo dos alimentos, não ocultar alterações ou adulterações da matéria-prima ou do produto elaborado, atender os hábitos alimentares implantados na região
- De ordem Higiênica e Econômica: Conservar o produto, conferindo-lhe mais tempo de vida, contribuir para a produção mais econômica e de maior quantidade de alimentos, com a composição estável e qualidade estável, em relação ao tempo

Os Aditivos poder ser classificados quanto a origem em:

- a) **Naturais:** Obtidos por extração: resina de alecrim, óleo de cravo-da-índia, cochonilha, entre outros
- b) **Artificiais:** Obtidos pelo processo de síntese: oxitetraciclina (antibiótico), usado no congelamento de frangos (7 ppm).
- c) **Orgânicos:** Ácidos orgânicos e seus sais, podendo ser produzidos pelo próprio alimentos (fermentações): Ácidos láctico, benzoico, cítrico, propiônico, acético, fórmico, sórbico, etc.
- d) **Inorgânicos:** Ácidos inorgânicos e seus sais, álcoois, peróxidos e alguns metais: NaCl, hipocloritos, sulfitos, nitritos, nitratos, ácido bórico, ácido fosfórico, etc.

Quanto ao tipo de ação, podemos classificar os aditivos em:

- a) **Acidulantes:** comunicam gosto ácido aos alimentos, reduzindo o pH, muitas vezes por fermentações no próprio alimento. Os fatores que pesam na escolha do acidulante são:
 - Efeito sobre o sabor e aromas do produto;
 - Solubilidade e higroscopicidade do ácido.Ácido cítrico (INS 330): é o acidulante mais usado, correspondendo a 60% do total. É barato, é um ácido forte, é inócuo, faz parte naturalmente da maioria dos alimentos, porém é bastante higroscópico (por isso não é usado em alimentos em pó). É produzido por fermentação do melão de cana pelo *Aspergillus niger*
Ácido fosfórico (INS 338): Corresponde a 25% do total dos acidulantes utilizados, sendo o único ácido inorgânico usado na indústria de alimentos, principalmente em bebidas carbonatadas a base de cola. Ácidos láctico (INS 270), málico (INS 296), tartárico (INS 334), fumárico (INS 297), adípico (INS 355), glicônico (INS 574), acético (INS 260).

b) **Umectantes:** evitam a perda de umidade dos alimentos:

- Polióis: glicerol (INS 422); Dioctil sulfossuccinato de sódio (INS 480); Propileno glicol (INS 1520); Sorbitol (INS 420); Lactato de sódio (INS 325)

c) **Antiumectantes:** Diminuem as características higroscópicas:

Carbonato de Ca (INS 170i), carbonato de Mg (INS 504i), fosfato tricálcio (INS 341iii), citrato de ferro amoniacal (INS 381), silicato de Ca (INS), ferrocianeto de Na (INS 535), alumínio silicato de Na (INS 554) e dióxido de silício/sílica (INS 551).

d) **Espessantes:** elevam a viscosidade de soluções, emulsões e suspensões:

Agar-agar (INS 406), alginato de cálcio (INS 404), carboximeltilcelulose sódica (INS 466), Goma adragante (INS 413), Goma arábica (INS 414), Goma caraia (INS 416), goma guar (INS 412), Goma jataí (INS 410), mono e diglicerídios (INS), musgo irlandês ou caragena (INS 407), celulose microcristalina (INS 460i), goma xantana (INS 415).

e) **Estabilizantes:** Favorecem e mantêm as características físicas de emulsão e suspensão (não separam em fases): lecitina (INS 322), goma arábica (INS 414), polifosfato de Na e Ca (INS 452iii), citrato de sódio (INS 331iii), lactato de sódio (INS 325), e outros

f) **Aromatizantes/flavorizantes:** conferem e intensificam o sabor e aroma dos alimentos, bastante usados melhorando a aceitação dos produtos, de acordo com CNNPA, temos:

Aroma natural: na elaboração foi usado exclusivamente matérias-primas aromatizantes naturais e/ou produto aromatizante natural

Aroma natural reforçado: na elaboração entre matéria-prima aromatizante, produto aromatizante natural, adicionado de substâncias aromatizante natural ou substância aromatizante idêntica à natural, existente no produto cujo aroma se quer reforçar.

Aroma reconstituído: é aquele em cuja elaboração entre produto aromatizante natural, substância aromatizante natural ou substância aromatizante idêntica a natural, de modo que sua composição reconstitua o aroma natural correspondente

Aroma imitação: é aquele em cuja composição foi feito uso de: substância aromatizante natural e/ou substância aromatizante idêntica à natural, presente no produto aromatizante natural, cujo aroma e/ou sabor pretende imitar, adicionada ou não de produto aromatizante natural correspondente ou, também, matéria-prima aromatizante natural originária do produto cujo aroma ou sabor pretende imitar, adicionada de produto aromatizante natural, substância aromatizante natural ou substância aromatizante idêntica à natural.

Aroma artificial: é aquele cuja elaboração foi utilizada: Substância aromatizante artificial, adicionada ou não de matéria-prima aromatizante natural, produto aromatizante natural, substância aromatizante natural ou de substância aromatizante idêntica à natural; Substância aromatizante natural ou substância aromatizante idêntica à natural, não ocorrente no aroma que lhe empresta o nome, adicionada ou não de matéria-prima aromatizante natural

g) **Corantes:** Confere a intensificação da cor do produto. A CNNPA classifica os corantes em:

Corantes orgânicos: obtido a partir de vegetal ou, eventualmente de animais, cujo princípio corante tenha sido isolado com emprego de processo tecnológico adequado, sem limite de quantidade. A legislação permite o uso de cacau, carotenoides, beterraba (betanina INS 162), antocianinas (INS 163i), urucum (INS 160b), cochonilhas (INS120) e outros.

Corante orgânico sintético: é aquele obtido por síntese orgânica mediante o emprego de processo tecnológico adequado, podendo ser corante artificial e corante orgânico sintético idêntico ao natural.

Os carotenos comerciais (INS 160a(ii)) estão aqui incluídos e possuem uma coloração que vai do amarelo ao alaranjado, sendo usado em massas, bolos, margarinas, Corantes inorgânicos são permitidos em certos produtos, dentro de certos teores, sendo que o teor máximo é 0,01%. Exemplos destes corantes são: amarelo crepúsculo (INS 110), tartrazina, indigotina (INS 132), eritrosina (INS 127), Ponceau 4R (INS 124), azul brilhante FCF (INS 133), etc. Caramelo é o corante natural obtido pelo aquecimento de açúcares a temperaturas superiores ao ponto de fusão (125 °C). Caramelo I (INS 150a)

h) **Edulcorantes:** São substâncias não glicídicas, sintéticas, utilizadas para conferir o gosto doce, especialmente em produtos dietéticos. Alguns edulcorantes permitidos são: esteviosídeo (INS 960), sorbitol (INS 420), xilitol (INS 967), sacarina (INS 954) e aspartame (INS 951).

i) **Antioxidantes:** sua função é retardar ou impedir a deterioração dos alimentos, notadamente óleos e gorduras, evitando formação de ranço, por processo de oxidação. Os principais antioxidantes permitindo pela legislação brasileira são: ácido ascórbico (INS 300), ácido cítrico (INS 330), ácido fosfórico (INS 338), BHA (INS 320), BHT (INS 321), lecitina (INS 322), galato de propila (INS 320), tocoferóis (INS 307).

j) **Conservantes:** Evitam ou retardam a deterioração microbiana e/ou enzimática dos alimentos. Os conservadores permitidos são: ácido benzoico (INS 210), sorbato de potássio (INS 202), dióxido de enxofre (INS 220), nitrato de sódio (INS 251), nitrato de potássio (INS 252), nitrito de potássio (INS 249), nitrito de sódio (INS 250), propionato de potássio (INS 283), propionato de sódio (INS 282), ácido deidroacético (INS 260).

9 ÁGUA

Solução fundamental para a vida, o meio em que todos os processos metabólicos ocorrem, a via em que as interações acontecem, o fluxo de intercâmbio contínuo entre os meios interno-externo. Os eletrólitos conduzem a integração, a comunicação e a solidariedade necessárias para que a harmonia se faça e seja distribuída por todo o ser vivo.

A quantidade de água existente no organismo humano é mantida constante mesmo durante longos períodos da vida. Para isso, é necessário que haja um equilíbrio entre disponibilidade de água e nutrientes adequados na alimentação diária. O exame da água, principalmente daquela destinada ao consumo humano, é de fundamental importância. Por ele pode-se ter certeza de que a água distribuída é de confiança, se está isenta de micro-organismos ou substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde das pessoas.

A água é também fundamental para a manutenção da temperatura corporal. A dinâmica dos líquidos corpóreos depende do metabolismo celular e da produção de calor. A perda desse calor é feita pela evaporação, condução, convecção, irradiação. A evaporação é o principal método usado para eliminar calor. A perda de água insensível (não-perceptível), pela pele, chega a ser de 600ml por dia. A perda sensível, pela sudorese, varia com a temperatura e umidade relativas do ar ambiente. Grande quantidade de LTC é perdida quando a temperatura ambiente é igual ou superior a 32°C.

A perda de calor também é feita pela expiração. O gás expirado é umidificado pelo vapor de água, a transformação em líquido para vapor consome energia que é levada ao exterior. Dessa maneira, o organismo reduz o calor de seu meio interno. O ser humano é capaz de reduzir muito sua perda de água nas situações em que não consegue ingeri-la, entretanto, continua eliminando-a, obrigatoriamente, entre 500 a 600 ml pela diurese e de 800 a 1000ml pela perspiração insensível (pele e pulmões). A redução entre 4 a 5% da água corpórea reduz de 20 a 30% a capacidade de trabalho dos órgãos e sistemas. O limite de privação de água é em torno de 2 a 3 dias.

O exame da água, principalmente daquela destinada ao consumo humano, é de fundamental importância. Por ele pode-se ter certeza de que a água distribuída é de confiança, se está isenta de micro-organismos ou substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde das pessoas. Distribuir água sem antes examiná-la é um tiro no escuro, muitas vezes de consequências irremediáveis.

Alcalinidade total

A alcalinidade total de uma água é dada pelo somatório das diferentes formas de alcalinidade existentes, ou seja, é a concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, expressa em termos de carbonato de cálcio. Pode-se dizer que a alcalinidade mede a capacidade da água em neutralizar os ácidos. A medida da alcalinidade é de fundamental importância durante o processo de tratamento de água, pois é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados. Normalmente as águas superficiais possuem alcalinidade natural em concentração suficiente para reagir com o sulfato de alumínio nos processos de tratamento. Quando a alcalinidade é muito baixa ou inexistente há a necessidade de se provocar uma alcalinidade artificial com aplicação de substâncias alcalinas, tal como cal hidratada ou barrilha (carbonato de sódio) para que o objetivo seja alcançado. Quando a alcalinidade é muito elevada, procede-se ao contrário, acidificando-se a água até que se obtenha um teor de alcalinidade suficiente para reagir com o sulfato de alumínio ou outro produto utilizado no tratamento da água.

Gás carbônico livre

O gás carbônico livre existente em águas superficiais normalmente está em concentração menor do que 10 mg/l, enquanto que em águas subterrâneas pode existir em maior concentração. O gás carbônico contido na água pode contribuir significativamente para a corrosão das estruturas metálicas e de materiais à base de cimento (tubos de fibrocimento) de um sistema de abastecimento de água e por essa razão o seu teor deve ser conhecido e controlado.

Cloretos

Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/l. Estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. A água do mar possui concentração elevada de cloretos que está em torno de 26.000 mg/l. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da

água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar. A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o teor de 250 mg/l como o valor máximo permitido para água potável. Os métodos convencionais de tratamento de água não removem cloretos. A sua remoção pode ser feita por desmineralização (deionização) ou evaporação.

Dureza total

A dureza total é calculada como sendo a soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como carbonato de cálcio.

A dureza de uma água pode ser temporária ou permanente.

A dureza temporária, também chamada de dureza de carbonatos, é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Esse tipo de dureza resiste à ação dos sabões e provoca incrustações. É denominada de temporária porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam.

A dureza permanente, também chamada de dureza de não carbonatos, é devida à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, resiste também à ação dos sabões, mas não produz incrustações por serem seus sais muito solúveis na água. Não se decompõe pela ação do calor.

A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece para dureza o teor de 500 mg/L em termos de CaCO_3 como o valor máximo permitido para água potável.

pH

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, este fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento ele é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção. O valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina. Água com pH 7 é neutra.

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição.

Existem no mercado vários aparelhos para determinação do pH. São denominados de potenciômetros ou colorímetros.

Análises colorimétricas

Cloro residual livre

O cloro é um produto químico utilizado na desinfecção da água. Sua medida é importante e serve para controlar a dosagem que está sendo aplicada e também para acompanhar sua evolução durante o tratamento. A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde determina a obrigatoriedade de se manter na saída do tratamento (após desinfecção) concentração de cloro residual livre de 0,5mg/l e em qualquer ponto na rede de distribuição

0,2 mg/l. Recomenda, ainda, que o teor máximo seja de 2,0 mg/l em qualquer ponto do sistema de abastecimento. Os principais produtos utilizados são: hipoclorito de cálcio, cal clorada, hipoclorito de sódio e cloro gasoso.

Cor

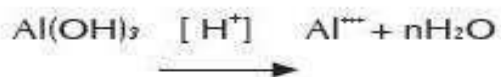
A cor da água é proveniente da matéria orgânica como, por exemplo, substâncias húmicas, taninos e também por metais como o ferro e o manganês e resíduos industriais fortemente coloridos. A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é esteticamente indesejável. A sua medida é de fundamental importância, visto que água de cor elevada provoca a sua rejeição por parte do consumidor e o leva a procurar outras fontes de suprimento muitas vezes inseguras. A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece para cor aparente o Valor Máximo Permitido de 15 (quinze) uH como padrão de aceitação para consumo humano.

Alumínio

O teste de alumínio é indicado para estações de tratamento onde o sulfato de alumínio é usado como coagulante. A dosagem incorreta desse coagulante é denotada pela quantidade significativa de alumínio que persiste na água tratada.

O hidróxido de alumínio – $\text{Al}(\text{OH})_3$ - formado na reação é anfótero. Sua ionização se processa em pH ácido ou básico, segundo as equações:

Em pH ácido:



Em pH básico:



Nas duas formas ele pode se solubilizar e atravessar os decantadores e filtros. A solubilização acontece com a correção do pH. Quando o pH ótimo de floculação não está correto, o teor de alumínio da água tratada aumenta. A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que o padrão de aceitação para consumo humano é de 0,2 mg/l.

Turbidez

A turbidez da água é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais. A turbidez tem sua importância no processo de tratamento da água. Água com turbidez elevada e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados que decantam mais rapidamente do que água com baixa turbidez. Também tem suas desvantagens como no caso da desinfecção que

pode ser dificultada pela proteção que pode dar aos micro-organismos no contato direto com os desinfetantes.

É um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano. A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que o Valor Máximo Permitido é de 1,0 uT para água subterrânea desinfetada e água filtrada após tratamento completo ou filtração direta. Para água resultante de filtração lenta o Valor Máximo Permitido é 2,0 uT, e em qualquer ponto da rede de distribuição 5,0 uT como padrão de aceitação para consumo humano. Existem equipamentos específicos para determinação da turbidez na água.

Temperatura

A temperatura está relacionada com o aumento do consumo de água, com a fluoretação, com a solubilidade e ionização das substâncias coagulantes, com a mudança do pH, com a desinfecção, etc.

Fluoretos

A aplicação de flúor na água para consumo humano tem a finalidade de prevenir a cárie dental. Hoje, esse procedimento é considerado um processo normal de tratamento de água e o teor ótimo de flúor é parte essencial de sua qualidade. Em razão disso e outros fatores, é que o seu controle se faz necessário na ETA.

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece como Valor Máximo Permitido 1,5 mg/l de íon fluoreto. Existem vários métodos para determinação de flúor na água. Os três mais conhecidos são: o método Spadns, o Scott-Sanchis e o método do eletrodo específico para íons fluoretos. Neste manual, descreve-se apenas o método Scott-Sanchis, que embora não seja o que dá maior grau de exatidão, atende às expectativas e é o de custo mais barato. É um método de comparação visual de cor feito em tubos de Nessler.

REFERÊNCIAS

ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas. Histórico do setor. Disponível em: <http://www.abir.org.br/rubrique.php3?id_rubrique=178>. Acesso em Junho de 2012.

Brasil. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 3ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira: Promovendo a alimentação saudável** / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição – Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

CEREAIS. Disponível em: <http://www.sonutricao.com.br/conteudo/guia/cereais.php>. Acesso em Julho de 2012.

DECRETO-LEI Nº 214/2003. **Transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2001/110/CE, do Conselho, de 20 de Dezembro, relativa ao mel.** Disponível em: http://64.233.169.104/search?q=cache:vsSAOhssMboJ:www.minagricultura.pt/oportal/extent/docs/FOLDER/CA_LEGISLACAO/F_LEGIS_2003/F_TEXTOS_03/DL_214.htm+%22caracteristicas+do+mel%22+cor&hl=pt-t=clnk&cd=8&gl=br&lr=lang_pt>. Acesso em Julho de 2012.

DREWNOWSKI, A. Energy intake and sensory properties of food. **Am. J. Clin. Nutr** v.62(suppl), p.1081S-5S, 1995.

EMBRAPA Produção de Mel. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/mel.htm>. Acesso em Julho de 2012.

Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos/coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LESER, S. Os lipídeos no exercício. In: **Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte**. São Paulo: Manole, 2005. Capítulo 3, p. 49-86.

PALHA, P.G. Tecnologia de refrigerantes. Rio de Janeiro: AmBev, 2005.

RIQUE, A.B.R.; SOARES, E.A.; MEIRELLES, C.M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. **Rev Bras Med Esporte**, v.8, n.6, p. 244-254, 2002.

RODRIGUES, M.V.N.; RODRIGUES, R.A.F. e SERRA, G.E. Produção de xarope de açúcar invertido obtido por hidrólise heterogênea, através de planejamento experimental. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, p. 103-109, 2000.

SANTOS, T.M. Lipídeos. In: **Ciências Nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998. Capítulo 5, p. 87-97.

SILVA. **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. 1º ed. São Paulo: Roca. 2007. Bioquímica e Metabolismo dos Lípidos; p. 55-73

Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.. -- Campinas: NEPAUNICAMP, 2011.

VICENZI, R. Apostila de Bromatologia/ DCSA – departamento de ciências da saúde UNIJUI - Universidade Regional do Noroeste do Estado do RS

VICENZI, R. Apostila de Análise de Alimentos/ DCSA – departamento de ciências da saúde

UNIJUI - Universidade Regional do Noroeste do Estado do RS

VICENZI, R. Apostila de Tecnologia de Alimentos/ DCSA – departamento de ciências da saúde UNIJUI - Universidade Regional do Noroeste do Estado do RS

Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas
De um povo heróico o brado retumbante,
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte,
Em teu seio, ó liberdade,
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido
De amor e de esperança à terra desce,
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,
Ao som do mar e à luz do céu profundo,
Fulguras, ó Brasil, florão da América,
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;
"Nossos bosques têm mais vida",
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostentas estrelado,
E diga o verde-louro dessa flâmula
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes
Música de Alberto Nepomuceno
Terra do sol, do amor, terra da luz!
Soa o clarim que tua glória conta!
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta
Em clarão que seduz!
Nome que brilha esplêndido luzeiro
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!
Chuvas de prata rolem das estrelas...
E despertando, deslumbrada, ao vê-las
Ressoa a voz dos ninhos...
Há de florar nas rosas e nos cravos
Rubros o sangue ardente dos escravos.
Seja teu verbo a voz do coração,
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!
Ruja teu peito em luta contra a morte,
Acordando a amplidão.
Peito que deu alívio a quem sofria
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!
Vento feliz conduza a vela ousada!
Que importa que no seu barco seja um nada
Na vastidão do oceano,
Se à proa vão heróis e marinheiros
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!
Porque esse chão que embebe a água dos rios
Há de florar em meses, nos estios
E bosques, pelas águas!
Selvas e rios, serras e florestas
Brotem no solo em rumorosas festas!
Abra-se ao vento o teu pendão natal
Sobre as revoltas águas dos teus mares!
E desfraldado diga aos céus e aos mares
A vitória imortal!
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,
E foi na paz da cor das hóstias brancas!



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação