

Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição
LAN0405 – Análise de alimentos

Composição centesimal de alimentos

Profa. Marta H. Fillet Spoto

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

- Sistema proximal de análise de alimentos
 - Desenvolvido para obter uma classificação abrangente dos componentes dos alimentos
 - Orientação nutricional, políticas públicas
 - Parâmetros nacionais e internacionais
 - Rotulagem
 - Base para P&D
 - Segurança alimentar e nutricional

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

- Grupos de substâncias homogêneas - principais nutrientes que compõem os alimentos
- Irão compor a dieta diária
- Indica de maneira geral o valor nutritivo do alimento
- Permite determinar o seu valor calórico

Dados de composição nutricional

- Podem ser disponibilizados tanto no formato de tabelas como no formato de bases de dados.
- Exemplo de tabela: Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO:
 - <http://www.nepa.unicamp.br/taco/index.php>
- Exemplo de base de dados de composição de alimentos: TBCA 7.0:
 - <http://www.tbca.net.br/>

MODELO DE RÓTULO

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL Porção de..... g ou mL (medida caseira)		
	Quantidade por porção	%VD(*)
Valor Energético	kcal e kJ	%
Carboidratos	g	%
Proteínas	g	%
Gorduras Totais	g	%
Gorduras Saturadas	g	%
Gorduras Trans	g	-
Fibra Alimentar	g	%
Sódio	mg	%
Outros minerais (1)	mg ou mcg	
Vitaminas (1)	mg ou mcg	
(*)% Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. (1) Quando declarados.		

Composição Centesimal

- Grupos de substâncias homogêneas - principais nutrientes que compõem os alimentos que irão compor a dieta diária
- É a proporção (%) de umidade (água), cinzas (minerais), lipídeos, proteínas, fibras, carboidratos em 100g do alimento
 - componentes orgânicos – lipídios, proteínas, fibras e carboidratos
 - componentes inorgânicos – água e minerais
- Métodos analíticos – obtenção do teor de cada componente
- Permite – cálculo – estabelecer o valor calórico

Umidade

- A determinação da umidade é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos.
 - A umidade afeta as características do alimento, como: **estabilidade química, microbiológica, qualidade, composição e fisiologia (brotamento)**.
- A determinação da umidade está relacionada aos fatores:
 - **Estocagem**: alimentos com umidade elevada estão sujeitos à maior deterioração do que alimentos com baixa umidade;
 - **Embalagem**: permeabilidade à luz, oxigênio, umidade - maior deterioração do alimento;
 - **Processamento**: a umidade deve ser controlada para cada tipo de processamento. Ex. panificação, conservas de frutas, pastifícios, etc.

Exemplos de Conteúdo de umidade

Alimento	Umidade (%)
Produtos lácteos fluidos	87-91
Leite em pó	4
Queijos	40-75
Manteiga	15
Creme de leite	60-70
Sorvete	65
Margarina e maionese	15
Molho de salada	40
Frutas	65-95
Vegetais	66
Carnes e peixes	50-70
Cereais	< 10
Macarrão	9
Pães e produtos de padaria	35-45
Açúcar	1
Ovos	74

UMIDADE

Considera-se umidade a água presente no alimento, podendo se apresentar de maneiras diferentes:

1º) **água superficial:** lavagem ou branqueamento = água livre

2º) **água aderente:** aderida à superfície, canais ou espaços ocultos.

$P_v \text{ vegetal} = P_v \text{ água livre}$

3º) **água capilar:** capilares de pequeno diâmetro ou espaços estreitos dentro das macromoléculas. $P_v \text{ vegetal} < P_v \text{ água livre}$

4º) **água firmemente ligada**, espaços inter e intracelulares.

$P_v \ll P_v \text{ água livre}$. Difícil de ser eliminada

5º) **água de solução:** mantém em solução nas células, os sais, carboidratos, polissacarídeos, proteínas. Essa umidade não deve ser retirada.

- Disponível para o crescimento de MOs e reações enzimáticas
- Eliminada com facilidade
- Conservação de alimentos: congelada, removida por desidratação, concentração ou adição de solutos (sal/açúcar)

- Mobilidade reduzida
- Não participa de reações enzimáticas ou crescim. de MOs
- Quant. pequena nos alimentos

Determinação da Umidade

A água que será efetivamente medida vai depender do método analítico empregado, somente a água livre é medida em todos os métodos. Métodos mais comumente conhecidos e empregados:

- Secagem em estufas
- Secagem por radiação infravermelha
- Secagem em fornos micro-ondas
- Secagem em dissecadores

a) Secagem em estufas

- É o método mais usado em alimentos
- **Baseado na remoção da água por aquecimento** – ar quente absorvido por uma camada fina do alimento e conduzido para o interior por condução.
 - Tempo de secagem de 6 a 18hs a 100-102°C – até peso constante
- **Fatores que influenciam na exatidão do método:**
 - Temperatura de secagem ($> 100^{\circ}\text{C}$ p/ evaporação da água à Pressão Atmosférica)
 - Vácuo na estufa ($\pm 70^{\circ}\text{C}$ p/ frutas ou açucarados)
 - UR e movimentação do ar dentro da estufa
 - Tamanho das partículas e espessura da amostra
 - Formação de crosta na superfície da amostra (remexer a amostra de vez em quando ou uso de vácuo a 70°C)
 - Quantidade e posição das amostras na estufa

Determinação da Umidade pelo Método da Estufa

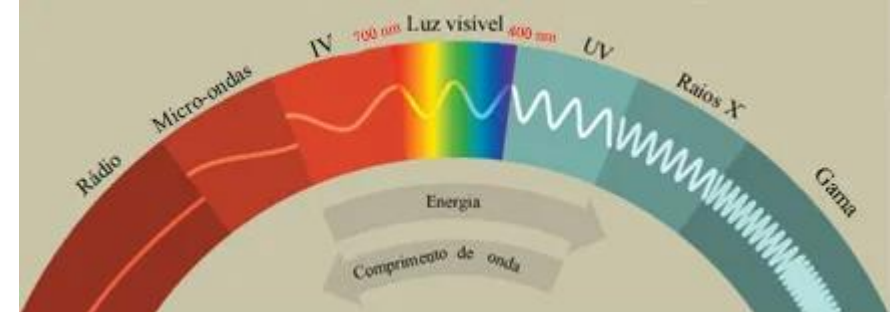
PROCEDIMENTO

1. Homogeneizar o material a ser analisado;
2. Tarar em balança analítica uma cápsula já previamente seca até peso constante e anotar o peso;
3. Pesar 1- 5 g de amostra e anotar;
4. Colocar em estufa de circulação de ar forçado a 105°C (dependendo do material) até peso constante (1 noite, aproximadamente);
5. Retirar a cápsula da estufa e colocar em dessecador até atingir temperatura ambiente;
6. Pesar novamente a cápsula;
7. A diferença obtida irá corresponder à umidade a 105°C;
8. Fazer em triplicata;
9. Expressar o resultado em porcentagem.

Limitações do Método de Secagem por Estufa

- Produtos com alto teor de açúcar e carnes com alto teor de gordura devem ser secos em estufa a vácuo a $T < 70^{\circ}\text{C}$ (em temps $>$, corre o risco de caramelização/ reação de Mayllard)
 - Os açucarados podem ser secos em forno a vácuo a 60°C ou 70°C
- Substâncias voláteis (condimentos) – volatilização dessas substâncias, perda de peso da amostra, computada como perda de água
- Pode haver até 3°C de variação nas diferentes partes da câmara
- Produtos higroscópicos devem ser colocados no dessecador e pesados logo após o resfriamento
- Estufas com circulação forçada são usadas para acelerar a secagem a peso constante.

b) Secagem por radiação infravermelha



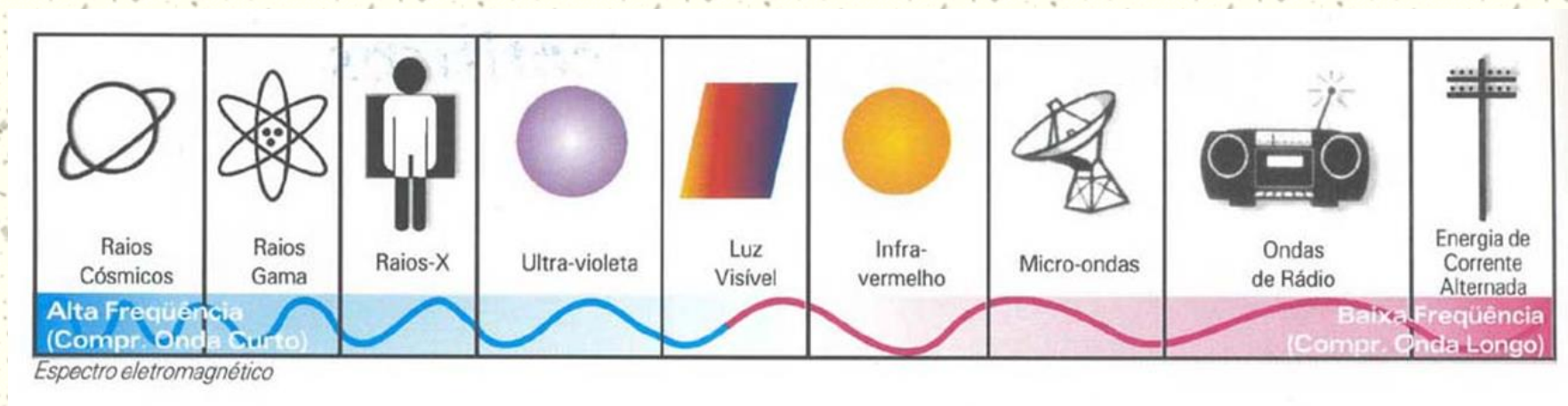
- Fundamento: a radiação infravermelha (IV), com entre 700 nm e 50 000 nm, faz parte da região invisível do espectro.
 - O aquecimento é maior (700°C), envolve a penetração do calor dentro da amostra, o que encurta o tempo de secagem em até 1/3 do total
 - O método consiste de uma lâmpada infravermelha com 250 a 500 watts, com filamento a 2.000 a 2.500°K
 - Distância entre a lâmpada e amostra = 10cm pra não decompor a amostra
 - Espessura da amostra = 10 a 15mm
 - Peso da amostra = 2,5 a 10g (depende do conteúdo de água)
 - Balança faz a leitura direta pela ≠ de peso
 - Tempo de secagem: 20min p/ carnes; 10min p/ grãos.

Medida de Umidade por Infravermelho

- Preparo da amostra: transformar em pó, pasta ou escamas (> superfície de contato);
- Homogeneizar;
- Tomar 5g, espalhar na placa;
- Colocar a amostra no aparelho já programado;
- Aguardar 10 a 15 minutos.
- O resultado já sai como % umidade final.

c) Secagem em forno de micro-ondas

MICRO-ONDAS



Micro-ondas - radiação eletromagnética não ionizante - frequência de 300 a 300.000 MHz - e comprimentos de onda de 1 mm a 1 m. A região de micro-ondas situa-se entre a região de **infravermelho** e **ondas de rádio** no espectro eletromagnético

Utilização de energia de micro-ondas em laboratório

Vantagens de micro-ondas sobre o aquecimento convencional (manta, bico de Bunsen, placa de aquecimento, etc.) para uma reação química:

- # a) as taxas de **aquecimento** em uma reação reagente/solvente são muito **maiores** que no aquecimento **convencional**;
- # b) a **energia** pode ser **absorvida** pelo reagente ou solvente (ou **seletivamente** por um dos constituintes da reação);
- # c) a **energia** é transferida **diretamente** para a **amostra**, não havendo contato físico com a fonte de aquecimento ou recipiente.

Utilização de energia de micro-ondas em laboratório

Micro-ondas analíticos - construídos com balança, escala digital e microcomputadores para cálculo de umidade

- Secam 2 a 30g de amostra com energia de 175 a 1.400 watts
- Tempo de secagem - 2,5 a 90 min
- Umidade da amostra pode variar de 10 a 90%
- O calor é distribuído uniformemente na superfície e parte interna do alimento, evitando a formação da crosta na superfície, característica da secagem por estufa.

Tipos de Amostras que podem ser secas por micro-ondas em laboratório

- **Alimentos com alta umidade:** frutas e vegetais aplicação limitada - alta concentração de açúcares - superaquecimento com caramelização da amostra
 - 20g de massa melhores resultados: amostras pequenas apresentam menor uniformidade
 - Amostras maiores - superestimação por decomposição dos açúcares
- **Sementes: baixa umidade** - grande quantidade de água ligada - baixo fluxo - necessário moer antes a amostra
- **Carnes: alta umidade** - ausência de parede celulósica melhora a permeabilidade ao vapor
 - Mas a presença de gordura diminui absorção de energia por micro-ondas
- **Laticínios e alimentos processados:** amostras geralmente uniformes, mas alta concentração de sal/água ligada

d) Secagem em dissecadores

Pós e farinhas de fácil decomposição - secagem em dessecador fechado hermeticamente com dissecantes,

Ex:

Gel de sílica,

Sulfato de Cálcio;

cloreto de cálcio;

argila montmorilonita;

Terra diatomácea (argila macia proveniente de fósseis de algas diatomáceas, possui dióxido de sílica - SiO_2 - como principal componente de efeito inseticida);

Aula Prática: Determinação de umidade em Alimentos

Prática 1. Determinação de umidade em amostras usando estufa comum

Objetivo

Manter contato com a técnica de secagem com estufa comum, que vem a ser o mais simples e econômico dos métodos de secagem

Material e Equipamento

- Balança analítica
- Cadinho e tampa de alumínio
- Estufa comum adiabática a 130°C
- Dessecador
- Espátula e pinça

Procedimento

- Manipular o cadinho com a pinça, evitando o contato com as mãos, que podem passar umidade e gordura
- Secar o cadinho, com sua respectiva tampa, por meia hora, na estufa, a 130°C
- Colocar no dessecador para esfriar antes de pesar
- Anotar o peso do cadinho vazio e da tampa até 0,1mg
- Juntar 2g de amostra e registrar o peso até 0,1mg na balança analítica
- Repetir com outro cadinho para ter duplicata
- Colocar o cadinho, com a tampa ao lado, para secar na estufa, por aproximadamente 6 a 7 horas, a 130°C
- Tirar o cadinho da estufa, tampando-o imediatamente para evitar absorção de umidade, e colocar no dessecador para esfriar. Deixar 15 a 20 minutos
- Pesar na balança analítica e voltar para a estufa por mais meia hora.
- Recolocar no dessecador e pesar novamente, para verificar se o peso se manteve constante
- Se o peso variou, voltar à estufa até obter peso constante

Cálculo da porcentagem de umidade de cada amostra

$$MS\% = \frac{(\text{Peso placa} + \text{Peso amostra seca}) - \text{Peso placa}}{(\text{Peso da amostra úmida})} \times 100$$

$$U\% = 100 - MS\%$$

CINZAS E CONTEÚDO MINERAL

Cinzas em Alimentos

- Resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica (transformada em CO_2 , H_2O , NO_2)
- A cinza é constituída principalmente de:
 - Grandes quantidades: K, Na, Ca, Mg
 - Pequenas quantidades: Al, Fe, Cu, Mn, Zn
 - Traços: Ar, I, F
- Os elementos minerais se apresentam na cinza sob a forma de: **óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos e cloretos.**
- Algumas mudanças podem ocorrer, como a transformação de oxalatos de cálcio em carbonatos, ou óxidos.

Constituintes Minerais dos Alimentos: Cinza Total

Depende do produto ou método de determinação

- **Ca**: produtos lácteos, cereais, nozes, peixes (sardinha, salmão), vegetais (brócolis, espinafre, couve)
- **P**: produtos lácteos, grãos nozes, carnes, peixes, aves, ovos, legumes
- **Fe**: grãos, farinhas, produtos farináceos, nozes, carnes, aves, frutos do mar, peixes, ovos e legumes
- **Na**: sal; < quantidade: produtos lácteos, frutas, cereais, nozes, carnes, peixes, aves, ovos e vegetais
- **Mg**: nozes, cereais, legumes
- **Mn**: cereais, vegetais, algumas frutas e carnes
- **Cu**: frutos do mar, cereais e vegetais
- **S**: alimentos ricos em proteínas e alguns vegetais
- **Co**: vegetais e frutas
- **Zn**: frutos do mar

Importância da Análise de Cinzas no Alimento

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

1. Determinação da cinza total (solúvel e insolúvel)

a) Importância no processamento de alimentos

- Índice de refinação para açúcares e farinhas:

- Açúcares - ↑cinza dificulta a cristalização e descoloração;
- Farinha - ↑cinza influi na extração

b) Importância para a caracterização da pureza ou verificação da adulteração de amostras:

- Cinza solúvel e insolúvel em água: determinação da quantidade de frutas em geleias e conservas
- Alcalinidade da cinza:
 - frutas e vegetais – cinzas alcalinas
 - carnes e cereais - cinzas ácidas
 - Técnica usada para verificar adulteração em alimentos de origem vegetal ou animal.
- Cinza insolúvel em ácido: verificação de adição de mineral em alimentos, como areia em temperos, talco em confeitos...

↑ - ácidos fracos (cítrico, tartárico e málico) na incineração são convertidos em carbonatos

Importância da Análise de Cinzas no Alimento

2) Componentes individuais da cinza:

1. Indispensáveis para o metabolismo do organismo (elementos de dieta essencial)
2. Os que não tem nenhuma função conhecida ou podem até serem prejudiciais à saúde
 - Provenientes da pulverização das plantas com agrotóxicos ou resíduos agroindustriais (Pb e Hg)

Conteúdo de Cinzas Totais em Alimentos

- Cereais: 0,3 a 3,3%
- Produtos lácteos: 0,7 a 6,0%
- Peixes e produtos marinhos: 1,2 a 3,9%
- Frutas frescas: 0,3 a 2,1%
- Vegetais frescos: 0,4 a 2,1%
- Carnes e produtos cárneos: 0,5 a 6,7%
- Aves: 1,0 a 1,2%
- Nozes: 1,7 a 3,6%
- Óleos e gorduras: 0,0
- Manteiga e margarina: 2,5%
- Leguminosas: 2,2 a 4,0%
- Açúcares e xaropes: 0,0 a 1,2%

Determinação de Cinza Total

Procedimento:

- Pesar 5g da amostra num cadinho de platina ou porcelana, previamente incinerado, esfriado e tarado
- Incinerar o conjunto (amostra + cadinho) na mufla a 500-600°C (começar com temp. mais baixa)
- Quando a cinza estiver pronta (não restar mais nenhum ponto preto de matéria orgânica) colocar no dessecador para esfriar
- Pesar a amostra quando atingir a temp. ambiente.
- A diferença entre o peso do conjunto e o peso do cadinho vai dar a quantidade de cinza na amostra
- Especificar o tempo e a temperatura da amostra

Determinação de Cinza Total

- **Preparo da amostra:**
- Os pesos das amostras variam com o conteúdo de cinzas dos produtos:
 - Cereais, queijos e leite: 3-5g
 - Açúcar, carnes, legumes, vinhos: 5-10g
 - Sucos, frutas frescas, frutas enlatadas: 25g
 - Geleias, xaropes, doces em massa: 10g
- Produtos com grande quantidade de material volátil (condimentos) e ricos em gordura – devem ser aquecidos devagar de maneira que comecem a fumer sem pegar fogo
 - Produtos gordurosos geralmente são incinerados antes de colocar na mufla

Determinação de Cinza Total

- **Preparo da amostra:**
- Amostras líquidas ou úmidas devem ser secas em estufa antes da determinação de cinzas
 - Costuma-se usar a amostra em que foi determinada a umidade
- Açúcares possuem 0% de cinzas – tendem a formar espuma na determinação de cinzas
 - Secagem a 100°C antes de colocar na mufla (subir devagar a T°C da mufla)

Determinação de Cinza Total

- **Tipos de cadinhos:**
 - Depende do tipo de análise: quartzo, porcelana (mais utilizado), aço, níquel, platina
- **Temperatura de incineração na mufla:**
 - 525°C: frutas e produtos de frutas, carnes e produtos cárneos, açúcar e produtos açucarados e produtos vegetais
 - 550°C: produtos de cereais, produtos lácteos (exceção manteiga – 500°C), peixes e produtos marinhos, temperos e condimentos e vinho
 - 600°C: grãos e ração
- **Tempo de incineração:**
 - Grãos e ração: 2h
 - Demais produtos: 5h ou quando o material se torna completamente branco ou cinza
 - Tempo muito longo: pode-se acelerar o processo com glicerina, álcool ou oxidantes químicos (ácido sulfúrico)

Determinação de Cinza Total

- **Pesagem da cinza:**
- Cuidados com as amostras antes de pesar:
 - Cinzas são muito leves: cobrir o cadinho com vidro de relógio, mesmo dentro do dessecador
 - Cinzas muito higroscópicas (carbonato de potássio): pesar o mais rápido possível em frasco com tampa (pesa-filtro)

Determinação da Cinza Úmida

- Utilizada na determinação de elementos traços, que podem ser perdidos na cinza seca e, também, de metais tóxicos.
- A digestão é feita com um ou mais ácidos e misturas desses. Ex. ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico ($-\text{HNO}_3$), ácido perclórico ($-\text{HClO}_4$).

Análise de Elementos Individuais

- Para análise de cada elemento emprega-se a cinza obtida por via úmida
- Os métodos empregados nessa análise são:
 - Absorção atômica
 - Emissão de chama
 - Colorimetria
 - Turbidimetria
 - Titulometria
- São métodos sofisticados e caros. Porém, os resultados são muito precisos

Aula Prática: Determinação de cinzas em Alimentos

Prática 2. Determinação de cinzas em alimentos utilizando a mufla

Objetivo

Fazer contato com a técnica de incineração em mufla.

Material e equipamento

- Cadinho de porcelana
- ▶ • Balança analítica
- Dessecador
- Mufla a 550°C
- Espátula e pinça

Procedimento

- Manipular o cadinho com a pinça, evitando o contato com as mãos, que podem passar umidade e gordura
- Aquecer o cadinho na mufla a 550°C, por meia hora.
- Esfriar em dessecador
- Pesar em balança analítica até 0,1 mg
- Registrar o peso do cadinho vazio
- Colocar o cadinho mais a amostra na mufla pré-aquecida a 550°C, esperando até que o material se torne branco ou cinza-claro (uma indicação de que a cinza está pronta)

Cálculo da porcentagem de cinza da amostra

$$C\% = \frac{(\text{Peso cadinho} + \text{Peso amostra pós-mufla}) - \text{Peso cadinho}}{\text{Peso da amostra úmida}} \times 100$$