

Água nos alimentos



Distribuição da água corporal

❖ Água corporal total e compartimentos líquidos

- Distribuição da água corporal:
- Variação depende das espécies, idades, sexos, estados nutricionais

Adulto
Magro
Não herbívoro } 70% PC

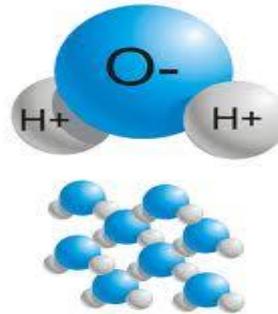
Propriedades...

tensão
superficial

calor de
vaporização

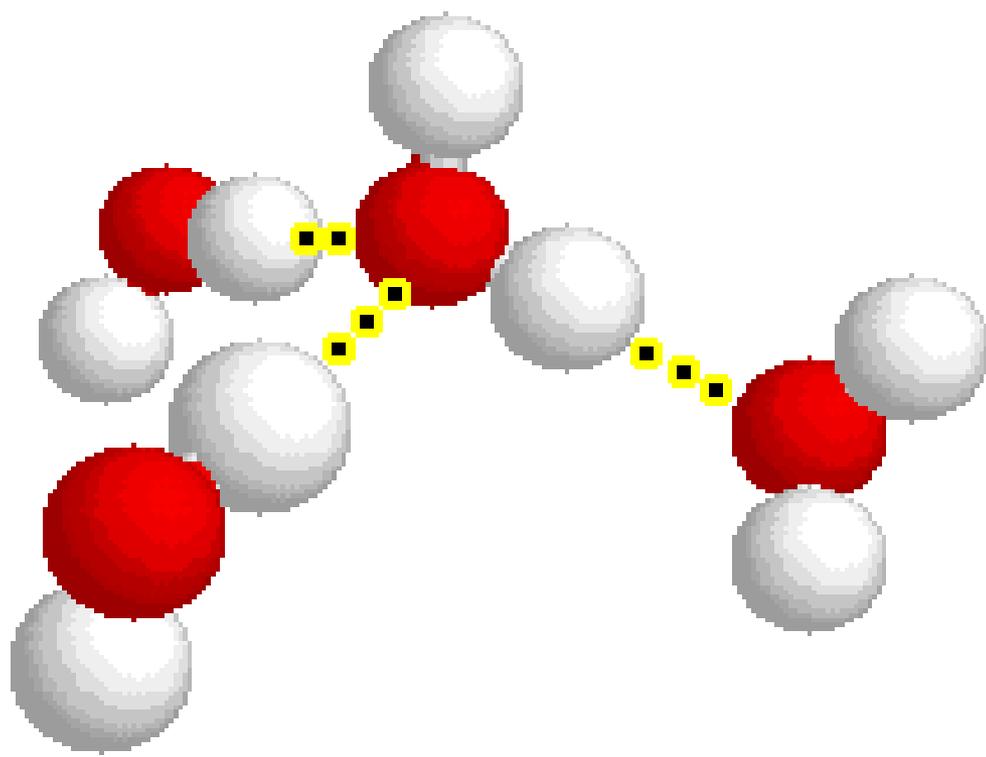
ponto de
ebulição

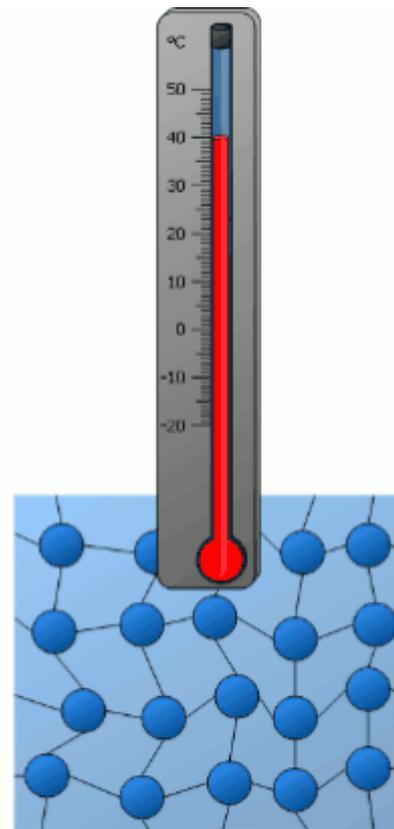
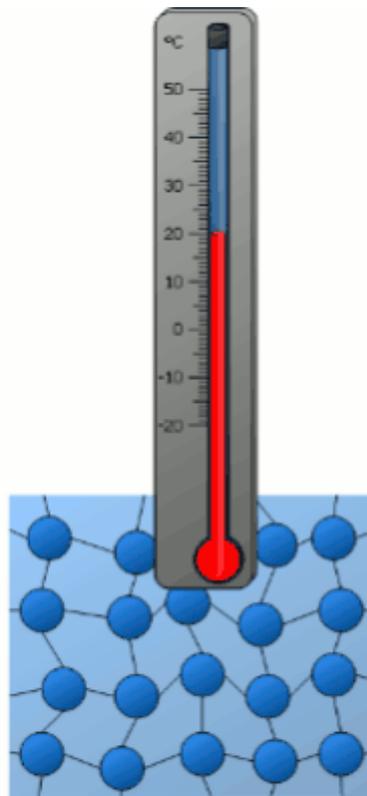
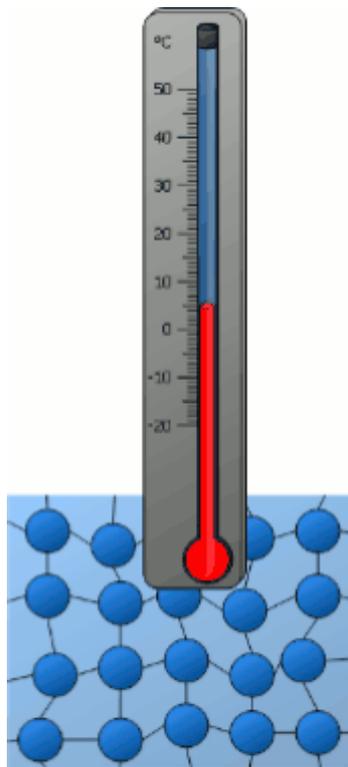
não metálica nem
iônica



ponto de fusão

Capacidade incomparável para formar ligações de hidrogênio

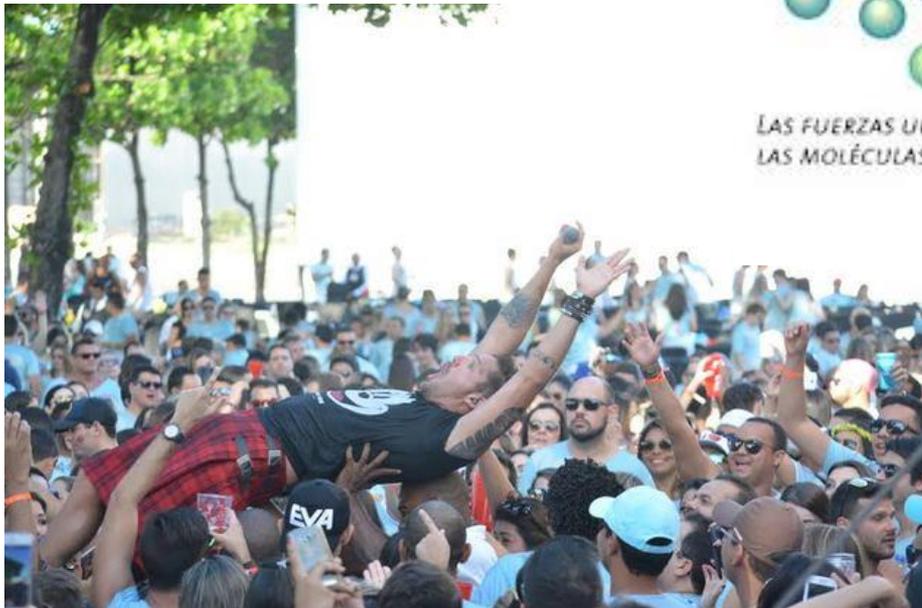
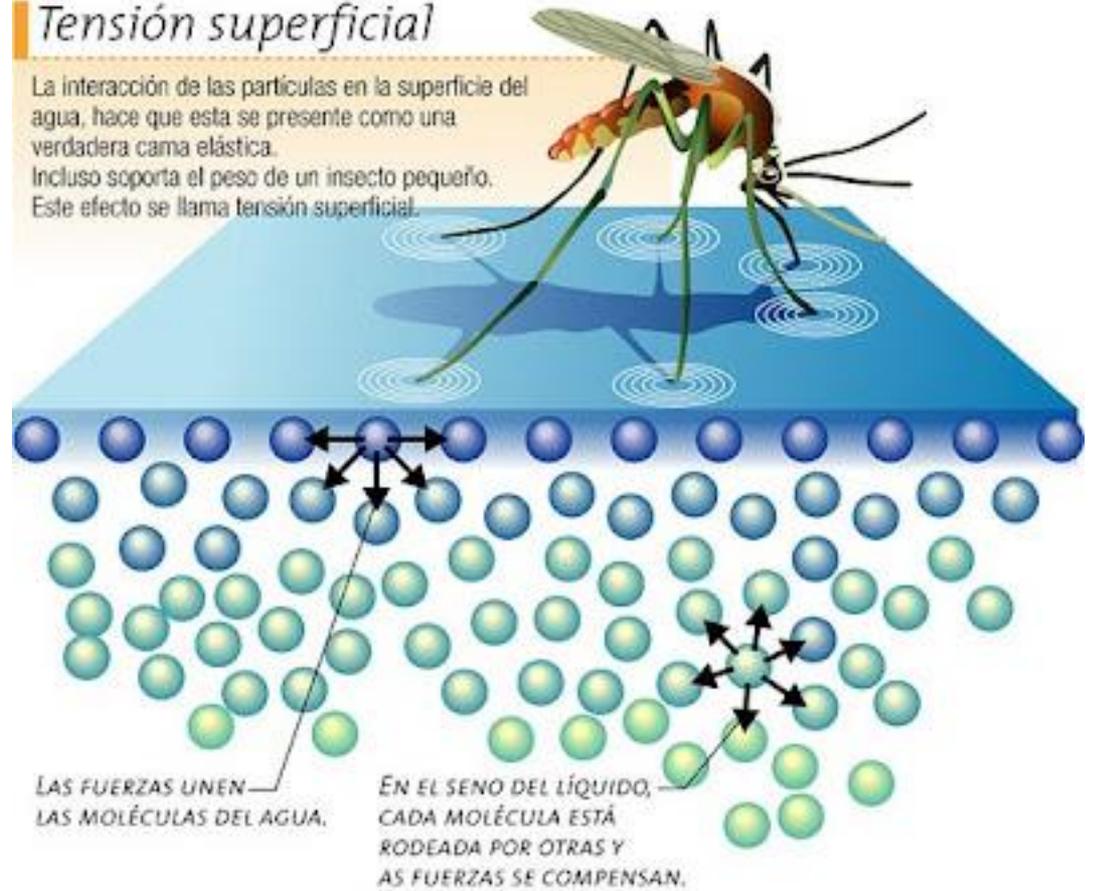




| MATERIAL | CALOR ESPECÍFICO (cal/g.°C) |
|----------|--------------------------------|
| Acetona | 0,52 |
| Areia | 0,2 |
| Água | 1 |
| Cobre | 0,09 |
| Etanol | 0,59 |
| Ferro | 0,11 |
| Ouro | 0,03 |
| Prata | 0,05 |
| Aluminio | 0,22 |

Tensión superficial

La interacción de las partículas en la superficie del agua, hace que esta se presente como una verdadera cama elástica. Incluso soporta el peso de un insecto pequeño. Este efecto se llama tensión superficial.

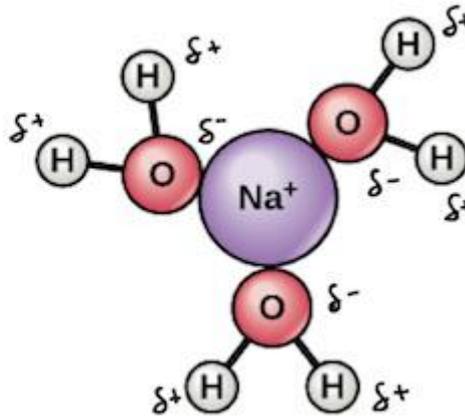
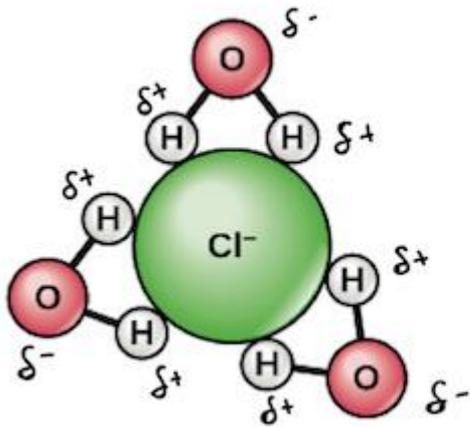


IMPORTÂNCIA DAS LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO

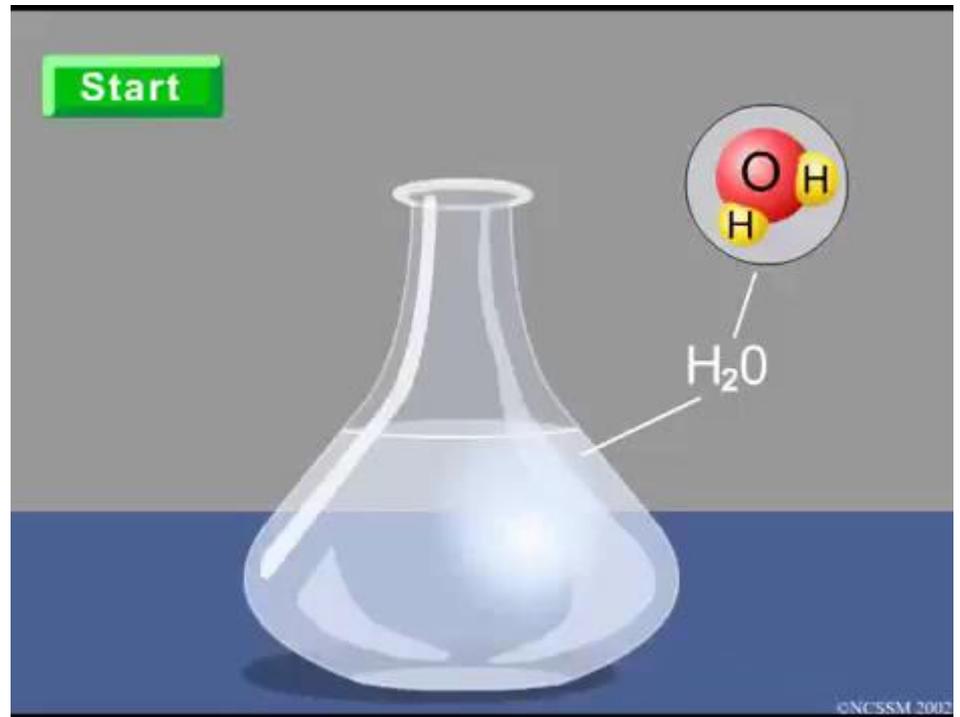
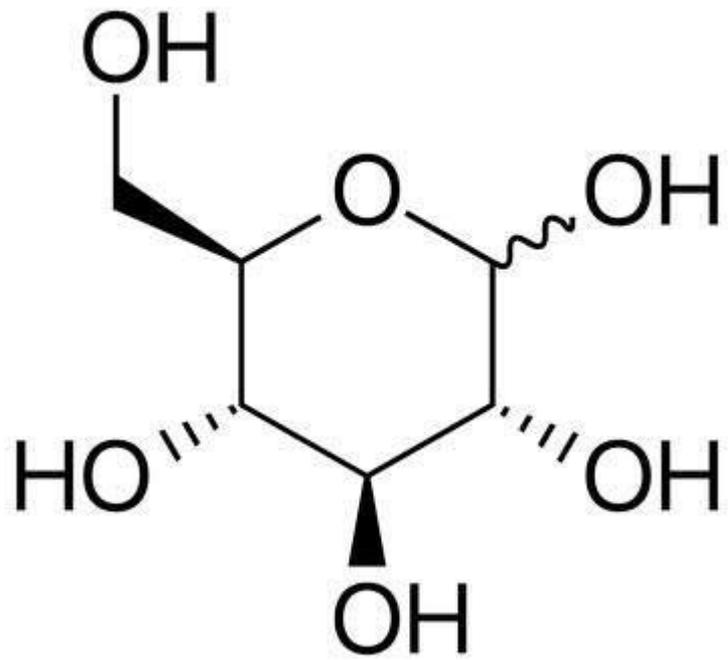
PROPRIEDADES FUNCIONAIS

- Todas as propriedades da água são explicadas pelas pontes de H. Sendo assim, as pontes de H definem as funções que a água desempenha:
 - ⇒ Permitir o acúmulo e a perda de calor (homeostase térmica)
 - ⇒ Carrear íons e moléculas (princípio da solvatação)
 - ⇒ Participar em reações bioquímicas (reagente e/ou produto)

Propriedade Solvente...



Conchas de hidratação ao redor íons em solução. Moléculas de água de modo que oriente a carga elétrica do íon é sequestrado pela água dipolo para íons cations e anios.



ÁGUA NOS ALIMENTOS

- Principal solvente dos metabolismos em geral:
 - Alterações:
 - *Químicas*
 - *Bioquímicas*
 - *Microbiológicas*

CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS ATRAVÉS DA IMOBILIZAÇÃO / RETIRADA DA ÁGUA



INTERAÇÃO ÁGUA ALIMENTOS

Água ligada: água em contato com solutos e outros constituintes não aquosos, que exibe mobilidade reduzida e não congela a -40°C . Está presente em quantidades muito pequenas (batata 0,090 g de água/g de matéria seca)

Água livre: é a água que apresenta as mesmas propriedades da água pura, está disponível para o crescimento dos microorganismos e para reações enzimáticas, mas que não flui livremente do alimento quando este é cortado

UMIDADE

- *Quantidade (teórica) total de água do alimento*

- *Métodos de determinação de umidade*



•Físicos

- secagem / liofilização; refratometria; ponto de congelamento; espectroscopia no IV; métodos elétricos

•Químicos

- Destilação (solventes orgânicos; Karl Fischer)

- *Escolha de Métodos*

- Mais simples e fácil
- Matriz alimentar (*água presente, compostos termolábeis*)
- Dentro da exatidão e precisão desejados
- Custo e tempo necessário para executá-lo.

UMIDADE

- Métodos oficiais de análise AOAC (*Association of Official Agricultural Chemists*) –
- 948.12 - estufa ventilação forçada
- 926.08 - estufa a vácuo
- 977.11 – micro-ondas
- 969.19 – destilação



A água e os alimentos

Água livre – é aquela que se apresenta **fracamente** ligada aos demais componentes dos alimentos.

Esta água poderá servir de meio de cultivo para microrganismos (provocando alterações nos alimentos, na imensa maioria das vezes indesejáveis, levando à perda de sua qualidade)

Como meio para reações químicas e bioquímicas (também provocando alterações nos alimentos).

A água e os alimentos

Água ligada – é aquela que se apresenta **fortemente** ligada aos demais componentes dos alimentos, normalmente formando as primeiras camadas de hidratação das mesmas.

Por estar ligada intimamente ao alimento, não serve como meio de cultivo para microrganismos, assim como não é meio propício para ocorrência de reações químicas e bioquímicas

1. MÉTODO ADOLF LUTZ



Figura 2.2: Estufa com circulação forçada de ar – (a) fechada e (b) aberta

Fonte: Autor

1. MÉTODO ADOLF LUTZ

$$\text{Umidade, \% (m/m)} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Onde: P_i = Peso inicial da amostra (amostra úmida) em gramas (descontado o peso da cápsula)

P_f = Peso final da amostra (amostra seca) em gramas (descontado o peso da cápsula)

1. MÉTODO ADOLF LUTZ

Exemplo

Um técnico de laboratório de bromatologia, ao determinar a umidade de uma amostra de biscoitos através do método de perda por dessecação em estufa a 105°C, pulverizou a amostra (Figura 2.3) e realizou a análise utilizando triplicatas (Prova 1, Prova 2 e Prova 3), obtendo os valores de peso (Figura 2.4) de acordo com a Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Peso da "cápsula + amostra" antes da secagem e após sucessivos períodos de secagem

| | Peso cápsula + amostra | | | |
|---------|----------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| | Antes de iniciar a secagem | Após primeira secagem | Após segunda secagem | Após terceira secagem |
| Prova 1 | 57,86 g | 57,79 g | 57,72 g | 57,71 g |
| Prova 2 | 64,08 g | 63,84 g | 63,62 g | 63,62 g |
| Prova 3 | 58,25 g | 58,12 g | 58,02 g | 58,01 g |

Fonte: Autor

1. MÉTODO ADOLF LUTZ



Figura 2.3: Amostra de biscoito pulverizada utilizando graal e pistilo

Fonte: Autor

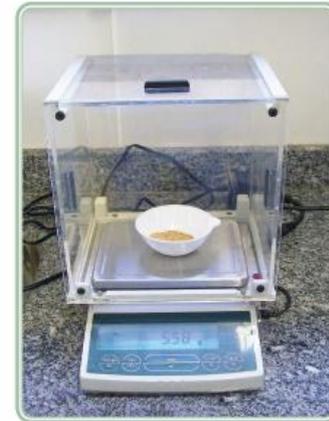


Figura 2.4: Pesagem da amostra em cápsula

Fonte: Autor

1. MÉTODO ADOLF LUTZ

Prova 1: $P_i = 57,86 - 54,34 = 3,52$ g

Prova 2: $P_i = 64,08 - 55,13 = 8,95$ g

Prova 3: $P_i = 58,25 - 53,40 = 4,85$ g

Prova 1: $P_f = 57,71 - 54,34 = 3,37$ g

Prova 2: $P_f = 63,62 - 55,13 = 8,49$ g

Prova 3: $P_f = 58,01 - 53,40 = 4,61$ g

2. Assim, aplicam-se os valores de P_i e P_f à fórmula e obtêm-se:

Prova 1: Umidade = 4,26% (m/m)

Prova 2: Umidade = 5,14% (m/m)

Prova 3: Umidade = 4,95% (m/m)

3. Finalmente, calculam-se a média aritmética e o desvio padrão, para obter-se o valor de umidade da amostra de biscoito:

Umidade = $4,78 \pm 0,46\%$ m/m (média \pm desvio padrão)

SECAGEM EM
BALANÇA DE
INFRAVERMELHO



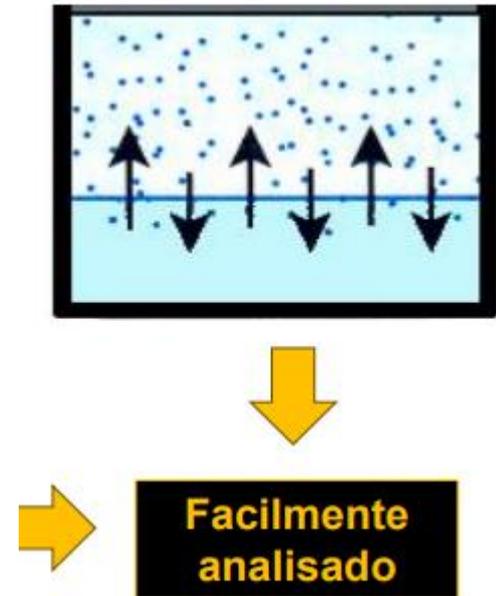
2. determinação da atividade de água dos alimentos

- A atividade de água (a_w) representa intensidade de ligação da água com os demais componentes do alimento, ou seja, o teor de água livre presente no mesmo.

Dessa forma, este parâmetro indica o quanto o alimento está predisposto a sofrer alterações, principalmente no que se refere a alterações por microrganismos

2. determinação da atividade de água dos alimentos

$$a_w = \frac{P}{P_0}$$



Onde:

P = pressão de vapor da amostra

P₀ = pressão de vapor da água pura (ambos na mesma temperatura)

2. determinação da atividade de água dos alimentos

| Alimento | Umidade, % p/p | a_w |
|---------------|----------------|-------|
| Carne fresca | 60 | 0,98 |
| Queijo | 37 | 0,97 |
| Compotas | 28 | 0,88 |
| Salame | 30 | 0,83 |
| Frutas secas | 18 | 0,76 |
| Mel | 20 | 0,70 |
| Macarrão seco | 12 | 0,50 |

Fonte: Adaptado de Coultate, 2004

2. Determinação da atividade de água dos alimentos



Figura 2.5: Medidor de atividade de água produzido pela empresa Aqualab®

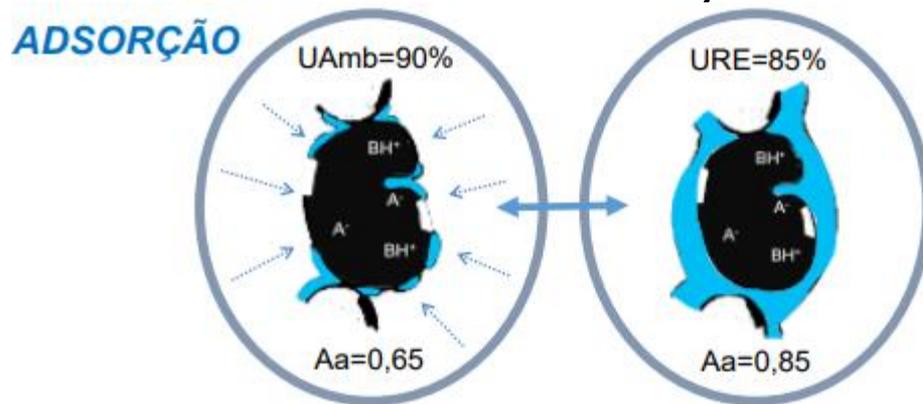
Fonte: http://aqualab.deca.com.br/assets/Images/Product-Images/Water-Activity-Meters/_resampled/CroppedResize169169-Series-4-loading-2.jpg

- Medidor de atividade de água”, produzido por várias indústrias que utilizam para realizar a medida, sensores eletrolíticos e de umidade.

ATIVIDADE DE ÁGUA (Aa) E UMIDADE RELATIVA DE EQUILÍBRIO (URE)

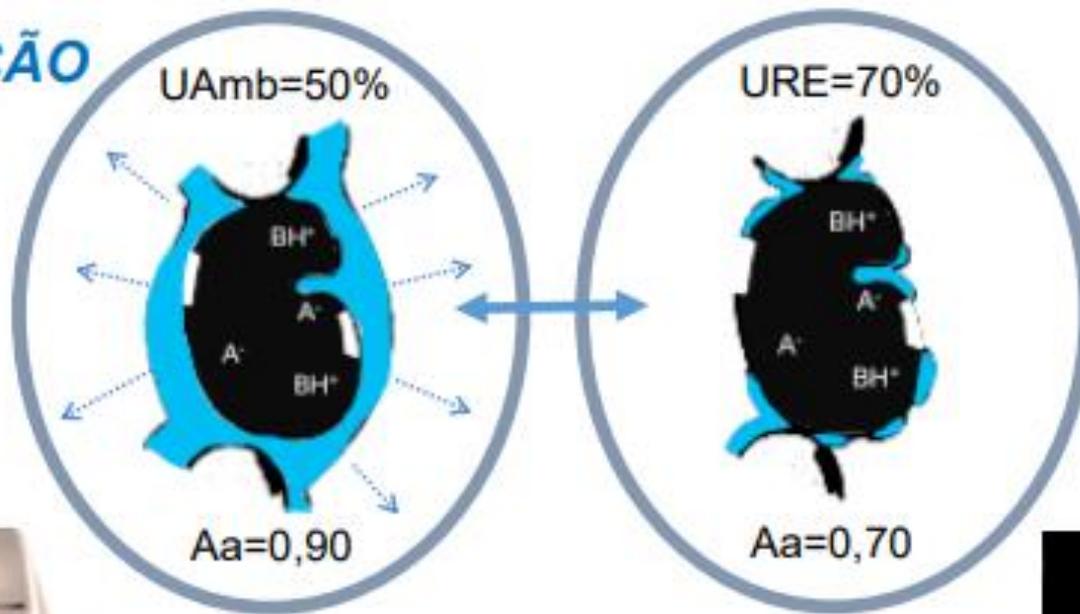
- $Aa \approx (p/p^0)_T =$ pressão de vapor relativa (PVR);
Alimento: $PVR = URE =$ Umidade Relativa de Equilíbrio: expressa em porcentagem (%)

URE amostra = equilíbrio (peso constante) em uma câmara fechada: medição da pressão ou umidade relativa dentro da câmara (manômetros, higrômetros, instrumentos de ponto de orvalho)



Aa = Umidade Relativa Ambiente (em %)

DESSORÇÃO



$$Aa = \frac{\text{Umidade Relativa Ambiente (em \%)}}{100}$$





0.0635 aw
24.99°C

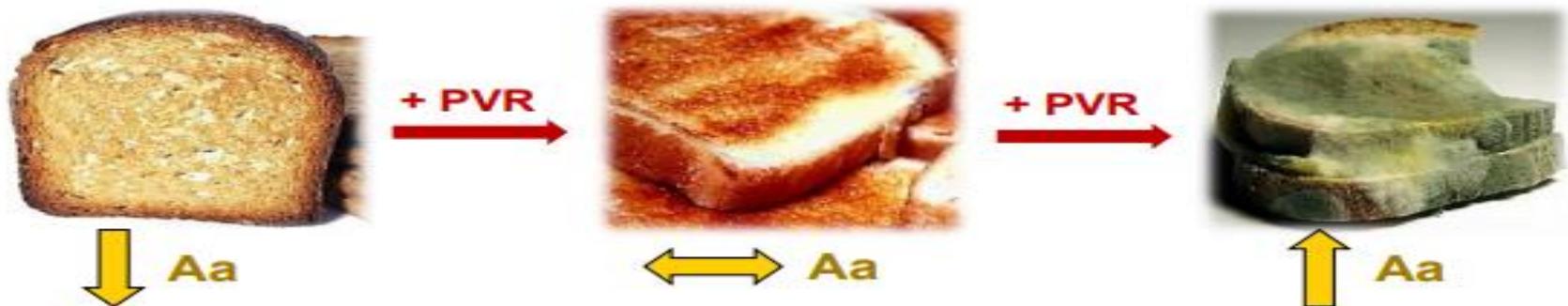
WARNING!
Do NOT fill cups more than half full with sample material.

SECRETARIA DO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TÉCNOLOGIA DE ALIMENTOS
Fone: 3318-5122

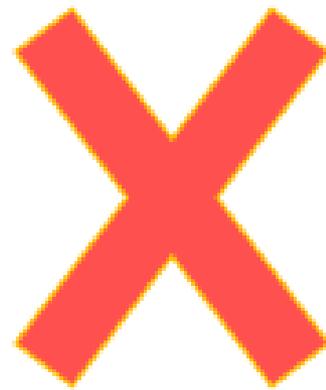
AQUA LAB
Dew Point Water Activity Meter
4TE

ATIVIDADE DE ÁGUA (Aa) E UMIDADE RELATIVA DE EQUILÍBRIO (URE)

- Permite quantificar a intensidade de ligação entre a água e os nutrientes de um alimento;
- Reflete a quantidade de água disponível para as reações químicas, congelamento e crescimento de microrganismos;
- Determinação do prazo de validade do produto



**Conteúdo total
de água no
alimento**



**Atividade de
água no
alimento**

COMO ESTIMAR essa diferença?

COMO MEDIR essa diferença?

ISOTERMAS DE SORÇÃO DE UMIDADE (ISUs)

- As ISUs podem ser obtidas por meio de **adsorção** (re-hidratação) ou **dessorção** (desidratação) de uma amostra



- Fenômeno cujos gráficos de adsorção / dessorção não se sobrepõem: um mesmo alimento pode ter comportamento diferente

- Em relação à determinação de umidade em alimentos é INCORRETO afirmar que:
- (A) é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos, pois está relacionada com a estabilidade, qualidade e composição do alimento.
- (B) o método de secagem em estufa até atingir o peso constante é o mais utilizado em alimentos, e está baseado na remoção de água por aquecimento.
- (C) os métodos de determinação de umidade são capazes de medir a água livre, a água absorvida e a água de hidratação presentes no alimento.
- (D) o conteúdo de umidade varia muito nos alimentos, interferindo assim no seu período de estocagem; as frutas possuem umidade entre 65 e 95% e os cereais, abaixo de 10%.
- (E) existem vários métodos para a determinação da umidade, porém nenhum deles é ao mesmo tempo preciso, exato e prático.

- . Quando se fala em segurança e qualidade microbiológica de alimentos, duas importantes medidas críticas devem ser conhecidas: Teor de Umidade e Atividade de Água do alimento. Quanto a essas medidas, é correto afirmar:
- (A) a determinação do teor de umidade expressa a medida da quantidade total de água contida num alimento (água total). É expressa como uma porcentagem (%) do peso seco do produto.
- (B) a atividade da água de um alimento não é a mesma coisa que seu teor de umidade. Embora os alimentos úmidos sejam suscetíveis a ter maior atividade de água, nem sempre isso se verifica.
- (C) quanto mais baixa for a atividade da água, mais rápido os microrganismos serão capazes de crescer; logo a importância da atividade de água está na sua relação com a conservação dos alimentos.

- (D) os alimentos perecíveis têm atividade de água inferior a 0,95, este fato proporciona umidade suficiente para o crescimento de bactérias.
- (E) enquanto a atividade de água define a quantidade de água nos alimentos e ingredientes, a umidade, em termos práticos, é a água do alimento que vai reagir com microrganismos (e também participar de outras reações, como as enzimáticas).

Matéria Mineral (Cinzas)

O que é a fração “Cinzas” no alimento? Refere-se ao resíduo inorgânico remanescente após a completa destruição da matriz orgânica do alimento.



Minerais



- ✓ Normal funcionamento do corpo
- ✓ Essencial para TODOS seres

Dieta → Deficiência

Baixo desempenho
produtivo

Alterações
Metabólicas

Subnutrição

Macronutrientes

- ✓ Cálcio
- ✓ Fosforo
- ✓ Potássio
- ✓ Sódio
- ✓ Cloro
- ✓ Magnésio
- ✓ enxofre

Razão da quantidade
requerida!

Micronutrientes

- ✓ Ferro
- ✓ Iodo
- ✓ Zinco
- ✓ Cobre
- ✓ Manganês
- ✓ Colbalto
- ✓ Molibdênio
- ✓ Selenio
- ✓ Cromo
- ✓ Vanádio
- ✓ Fluor
- ✓ Silica
- ✓ Níquel
- ✓ Arsenico
- ✓ Estanho



Função Estrutural e Fisiológica

- ✓ Tecido ósseo
- ✓ Proteína muscular
- ✓ Equilíbrio osmótico
- ✓ Balanço acido-básico

Crescimento e Metabolismo

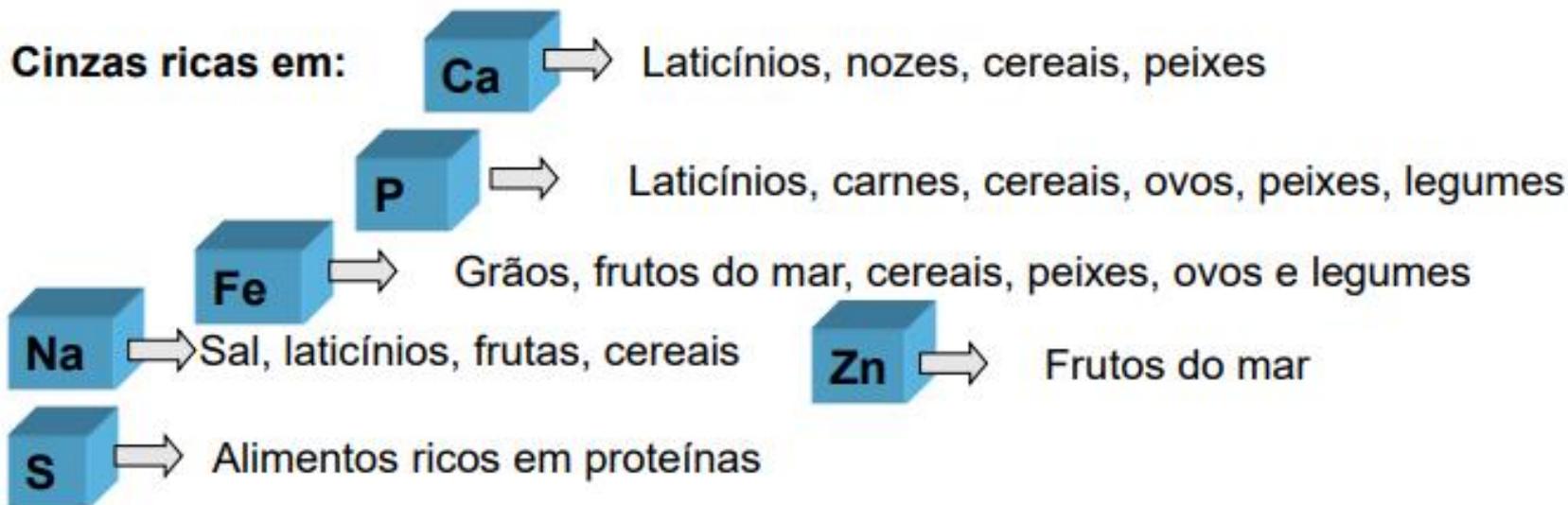
- ✓ Baixa Concentração:
- ✓ Digestão de fibras
- ✓ Síntese de Proteína microbiana



Qualidade da Carne

- ✓ Favorece crescimento dos tecidos
- ✓ Aspectos qualitativos da carcaça
- ✓ Calpaínas e calpastantinas

Exemplos quantitativos e qualitativos das cinzas em alimentos



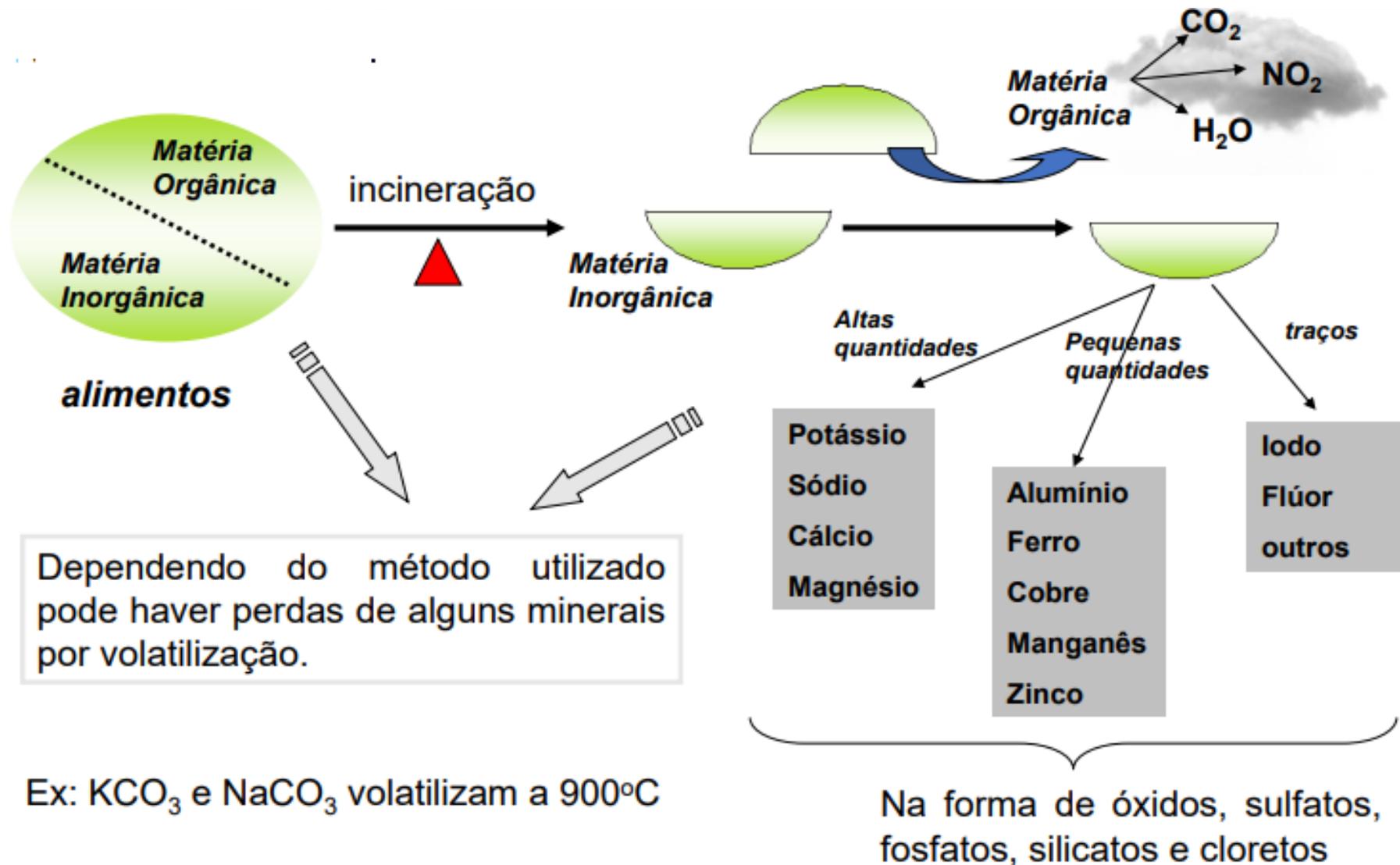
Exemplos do teor de cinzas de alguns alimentos

Cereais ➔ 0.3 a 3.3%
Laticínios ➔ 0.7 a 6.0%
Peixes ➔ 1.2 a 3.9%
Frutas ➔ 0.3 a 2.1%
Nozes ➔ 1.7 a 3.6%
Óleos ➔ 0%
Açúcares ➔ 0 a 1.2%

Cinzas

Quanto (%) ???

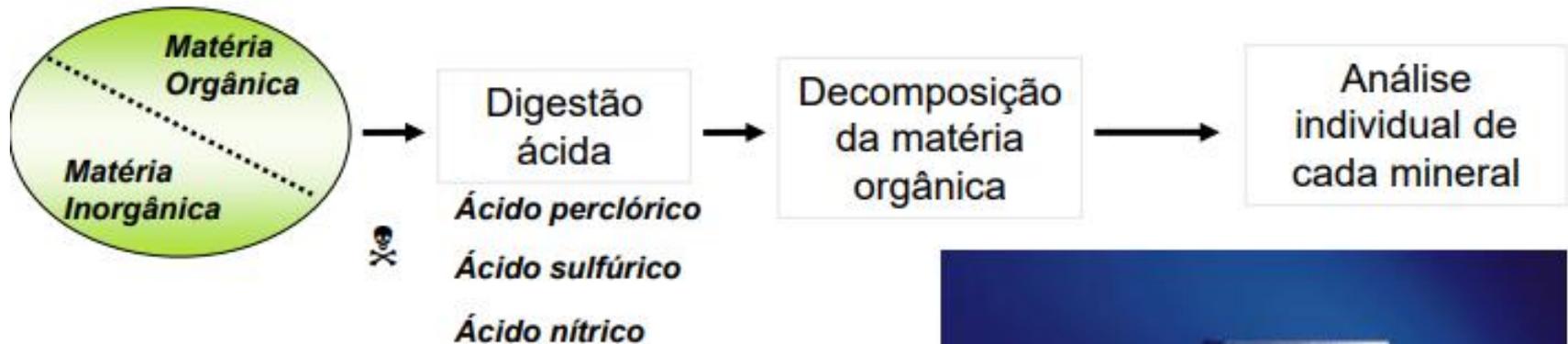
Como se compõe?



- A análise de cinzas fornece informações prévias sobre o valor nutricional do alimento, no tocante ao seu conteúdo em minerais e é o primeiro passo para análises subsequentes de caracterização destes minerais.
- O conteúdo de cinzas dos alimentos de origem animal tem menor variação de amostra para amostra quando comparada com cinzas derivadas de alimentos de origem vegetal.

CINZA ÚMIDA

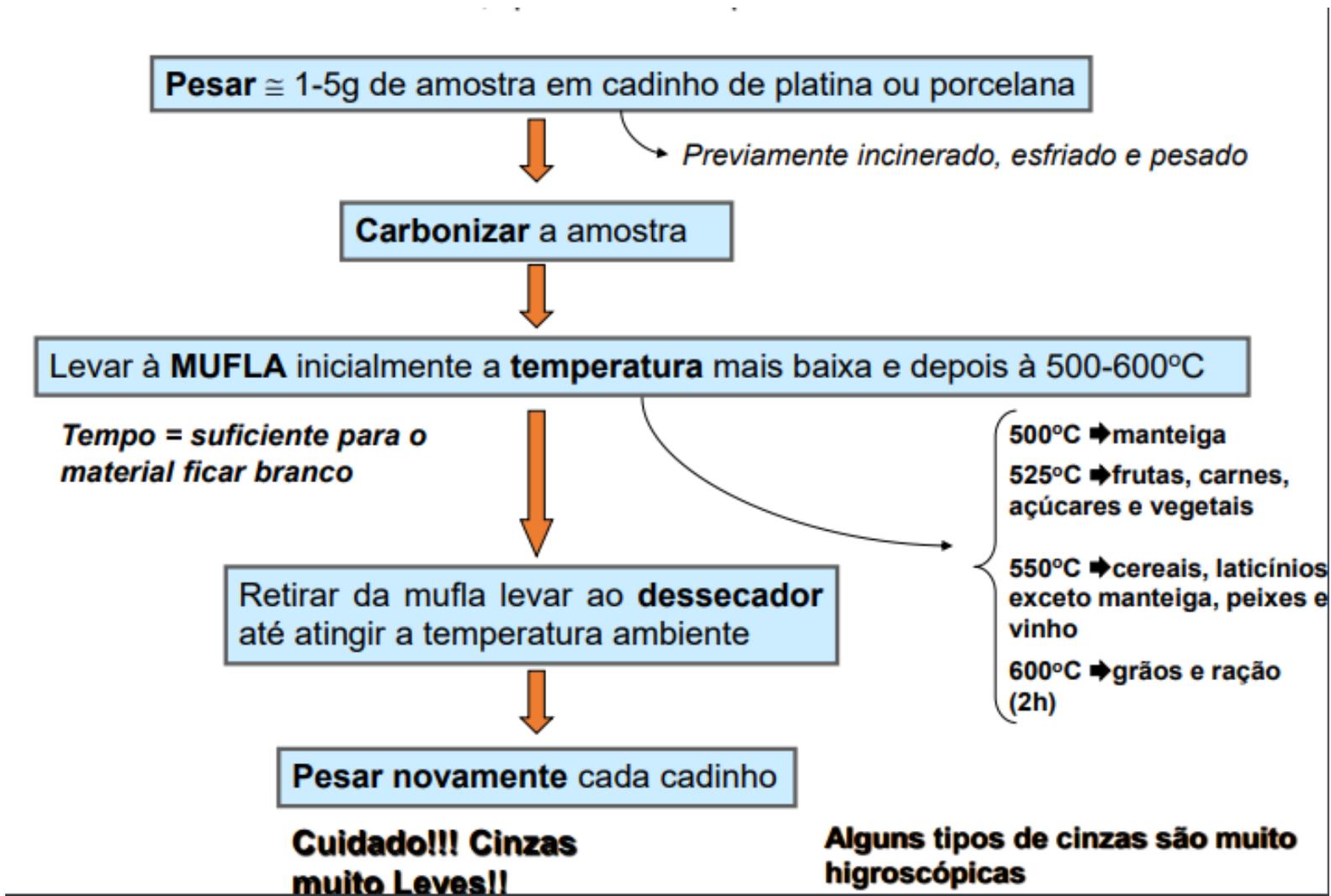
Adequado para alimentos com alto teor de gordura. Emprega ácidos concentrados em alta temperatura para provocar a destruição da matriz orgânica. É utilizada na determinação de elementos traço que podem ser perdidos na cinza seca.



Sob controle rigoroso de temperatura (150-350°C)



CINZA SECA É o procedimento mais utilizado. Emprega o uso de fornos do tipo mufla, operando em temperaturas na faixa de 500-600°C.



CINZA SECA

X

CINZA ÚMIDA

Usada para análises quantitativas (rotina)
Pode ocasionar a perda de elementos voláteis da amostra (Ex: Fe, Ni, P, Zn).

Usada para análises qualitativas

Usa altas temperaturas/longo tempo

Baixas temperaturas/ tempo reduzido

Muito prático e permite o preparo de várias amostras simultaneamente

Não é prático

Serve para amostras grandes

Não se aplica à amostras grandes

Não usa reagentes químicos

Utiliza reagentes altamente corrosivos

Avaliação das Cinzas ou Matéria Mineral

Avaliação das Cinzas ou Matéria Mineral

- ✓ A MM é constituída pelo resíduo inorgânico obtido após a queima da matéria orgânica:

CO₂, H₂O, e NO₂

- ✓ Método:

- Incineração dos alimentos
- 500 a 600°C

Aparatos



Balança Analítica



Dessecador



Mufla



Estufa



Cadinho de
Porcelana

Procedimentos

- 1 Ligar a Balança Analítica e aguardar 30 min até estabilizar
- 2 Secar os cadinhos de porcelana em estufa a 105°C por 16h
Limpos e secos por 2h
* Calcinar cadinhos – Mufla (2h)
- 3 Esfria-los no dessecador até temperatura ambiente (apx. 30 min);
Respeitando a quantidade máxima de 20 cadinhos.



Dessecador com sílica gel **AZUL**

4

Pesar os cadinhos com o auxílio de uma pinça;
Um de cada vez, mantendo o dessecador fechado entre as remoções.



5

Adicionar aos cadinhos aproximadamente 2 g da amostra seca ao ar;
Duas repetições por amostra.

6

Acionar os cadinhos contendo as amostras na mufla;
Após ligado o equipamento, aguardar o mesmo alcançar a temperatura de 600°C.

7

Proceder a queima por 3 a 4 horas;
Após esse tempo desligar a mufla e deixar que a mesma resfrie fechada.

8

Ao atingir 100°C retirar os cadinhos da mufla e coloca-los no dessecador;
Esperar estabilizar ate a temperatura ambiente.

9

Pesar e registrar os pesos



| Alimento | Rep | Cadinho | Tara (g) | ASA (g) | Cinza + Tara | MM Cinzas | % MM na ASA |
|----------|-----|---------|----------|---------|--------------|-----------|-------------|
| FS P2 | 1 | 11 | 48,182 | 2,0011 | 48,2809 | 0,099 | 4,95 |
| FS P2 | 2 | 12 | 42,871 | 2,0018 | 42,9789 | 0,1083 | 5,41 |

$$\begin{array}{rcl}
 \text{MM \%} = 2,0011 \text{ ASA g} & \longrightarrow & 100\% \\
 0,0099 \text{ g} & \longrightarrow & X
 \end{array}$$

$$X = 4,95$$

$$\text{MO \%} = 100 - \% \text{ MM MS}$$

Estudo dirigido

- Cite as principais propriedades da água que a torna um bom solvente.
- Explique atividade de água.
- Porque a atividade da água tem maiores implicações na estabilidade de alimentos do que a umidade?
- Cite métodos de conservação de alimentos que diminuem a atividade de água, mas mantêm a umidade.

Estudo dirigido

- O que é dureza da água?
- Porque é importante a determinação da dureza da água na produção de alimentos?
- O que é dureza permanente e dureza temporária?

Referências

- BOBBIO, F. O. Introdução a química de alimentos. São Paulo: Varela, 1992.
- FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. Química de Alimentos de Fennema – 4ª ed. – Capítulo 2: Água e Gelo. Editora Artmed, 2010.
- Fabi, João PAULO. Água nos alimentos. Acesso em: 16/10/2022. Acervo USP.