



METER

Atividade de água (a_w) e umidade

Definições

- **Umidade (Moisture Content):** É a porcentagem de água em um sólido ou líquido que pode ser retirada sem alterar suas propriedades químicas.
- **Umidade Relativa (Relative Humidity):** Conteúdo de vapor de água no ar (gases)
- **Umidade Relativa de Equilíbrio (ERH):** Umidade relativa do ar no qual não há troca de umidade com as substâncias ao redor. Expressa em % e relacionada a aw.
- **Atividade de água (Water Activity)** Medida do estado da *energia da água* em um sistema. (Qualitativa).

Definições

- **Umidade absoluta:** Massa do vapor de água presente em uma unidade volumétrica de ar em uma dada temperatura e pressão. (No SI *g de água / m³ de ar*)
- **Absorção (do vapor de água):** É a retenção de “vapor de água” por penetração na estrutura do material.
- **Adsorção (do vapor de água):** É a retenção do vapor de água na camada superficial do material.
- **Dessorção:** Liberação da água absorvida ou adsorvida.

Artigo 2015 National Geographic

Potes com mel em tumba egípcia.

Mel era usado para adoçar alimentos, medicamentos, pagamento de impostos, embalsamento.

Comestível após 3000 !

- **Baixa atividade de água**



**O que é Atividade de
água?**



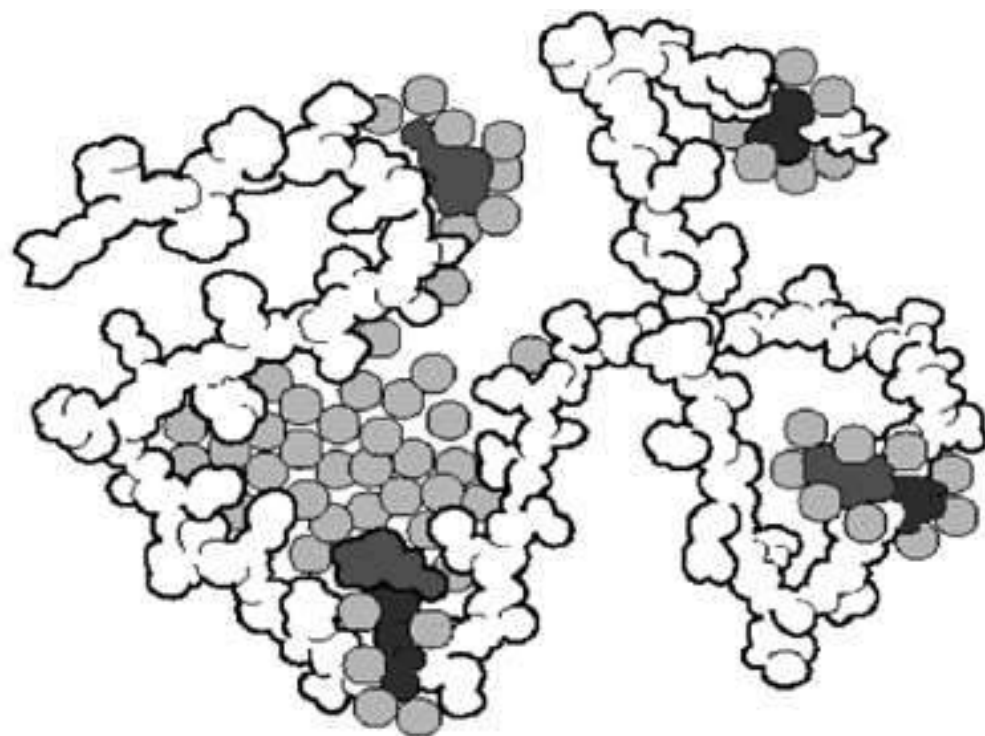


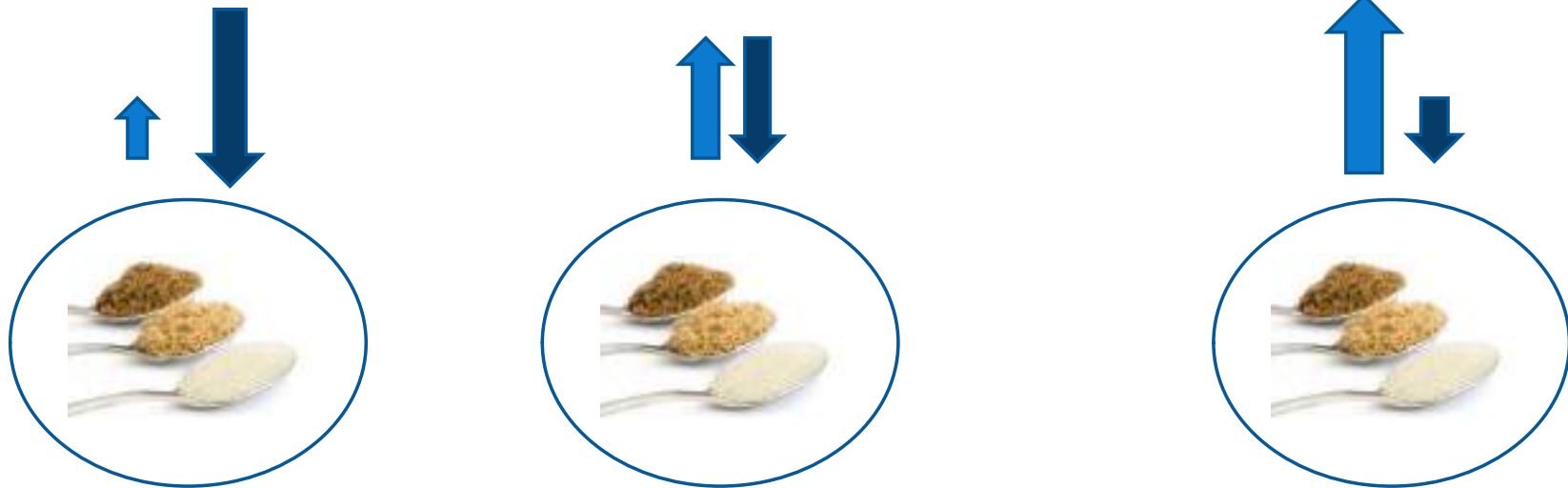
FIGURE 20.1

Heterogeneous distribution of water molecules about a polymer chain. Reactive species are shaded as an illustration of the hydration state of chemical reactants. *Illustration by Cynthia Gresham.*

Tendencia a entrar em equilíbrio de UR e a_w



Comportamento do material higroscópico em relação a UR



Pressão parcial da umidade no açúcar
Pressão parcial da umidade na atmosfera

Fatores que influenciam na velocidade do equilíbrio

- Área superficial – tamanho das partículas,
- tipo de embalagem / barreira
- Velocidade do ar
- Temperatura
- Pressão atmosférica





18%
umidade

$$a_w = 0,60$$



5%
umidade

$$a_w = 0,60$$

Por que medir a atividade de água?

- Prever o desenvolvimento microbiano
- Avaliar as reações químicas e vida de prateleira
- Avaliar a estabilidade física
- Controlar a migração da água entre os ingredientes
- Determinar a embalagem adequada

Influência da temperatura na a_w

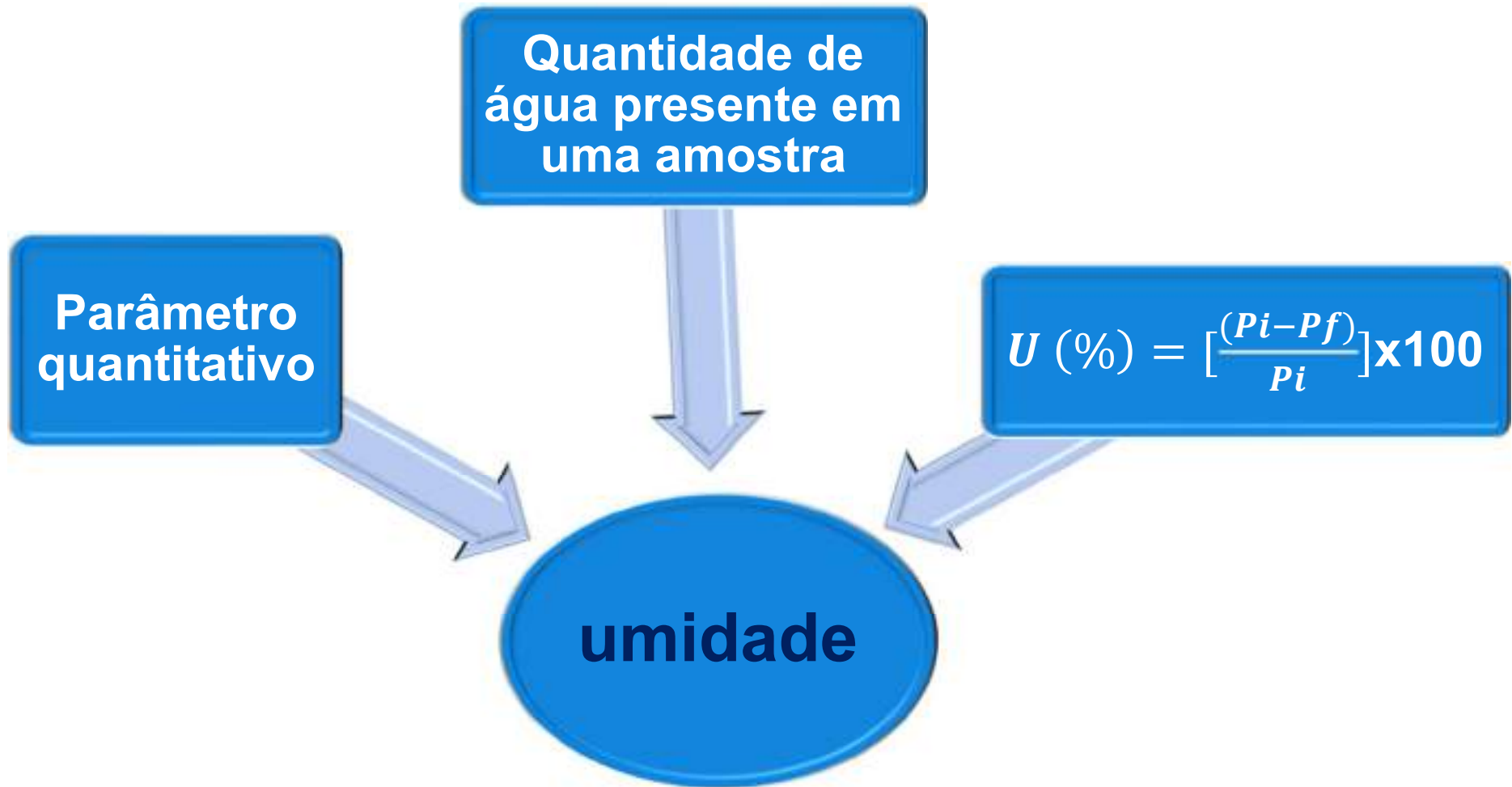
- A a_w é dependente da temperatura
 - a_w altera com a temperatura
 - Mudanças na temperatura podem causar migração da água entre os componentes.
- Temperatura altera a_w devido a mudanças em:
 - Ligações da água
 - Dissociações da água
 - Solubilidade dos solutos na água
 - Estado da matriz (vítreo vs amorfo)

Influência da temperatura na a_w

- A atividade de água altera com a temperatura, portanto:
 - É necessário o controle da temperatura
 - Compensação da diferença de temperatura entre a amostra e o sensor
 - Esperar pelo equilíbrio térmico
- Propósitos de pesquisas de controle de temperatura:
 - Estudo da temperatura vs. a_w
 - Estudo acelerado de vida de prateleira
 - Geração de isotermas
 - Comparação de resultados entre laboratórios
 - Acordo com as normas internas e regulatórias para cada produto
 - Eliminar flutuações extremas nas temperaturas ambientais

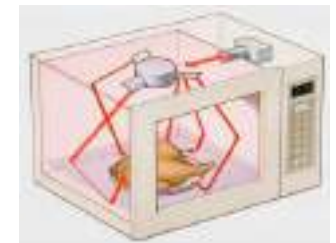
O que é Umidade?

Quantidade de água presente em uma amostra.



A.O.A.C. lista 35 métodos diferentes para medida de umidade

- **Métodos diretos** : removem a água do produto por secagem, destilação, extração, etc.
- Mede-se a quantidade de água pesando ou titulando.
- **Alguns exemplos:**
 - estufas com circulação de ar,
 - estufas à vácuo,
 - secagem por congelamento (liofilização),
 - destilação,
 - Karl Fisher,
 - análises termogravimétrica,
 - dessecação química,
 - cromatografia gasosa
- **Métodos indiretos**: não removem a água da amostra. Medem alguma propriedade do alimento que altera o sensor conforme o teor de umidade.
- Estes métodos requerem calibração com método primário.
- **Alguns exemplos:**
 - refratometria,
 - absorção de IV, NIR,
 - adsorção de micro-ondas,
 - capacitância,
 - ultrassom



Método para determinar a Umidade

Estufa

- Pesar a cápsula em balança analítica e anotar o peso
- Amostra pesada e colocada na estufa em T ($^{\circ}\text{C}$) específica do produto
- Geralmente referenciado com um método primário



Equipamentos/materiais



Cálculo de umidade

Cálculo Base úmida

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{\textit{peso inicial} - \textit{peso final}}{\textit{peso inicial}} \times 100$$

Cálculo Base Seca

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{\textit{peso inicial} - \textit{peso final}}{\textit{peso final}} \times 100$$

Exemplo - Cálculo de umidade

Amostra	Peso inicial (g)	Peso final (g)
X	2,2793	2,0419

Cálculo Base úmida

$$\text{Umidade} = \frac{2,2793 - 2,0419}{2,2793} \times 100 = 10,41 \left(\frac{g}{100g}\right)$$

Cálculo Base seca

$$\text{Umidade} = \frac{2,2793 - 2,0419}{2,0419} \times 100 = 11,62 \left(\frac{g}{100g}\right)$$

KARL FISCHER



Tituladores Karl Fischer



Dr. Karl Fischer (1901-1958) - criador do método para determinação do teor de água

Aplicações do método de Karl Fischer



Qual a importância de determinar a umidade?

- Requisitos legais de rotulagem
- Embalagem
- Qualidade alimentar
- Cálculo centesimal

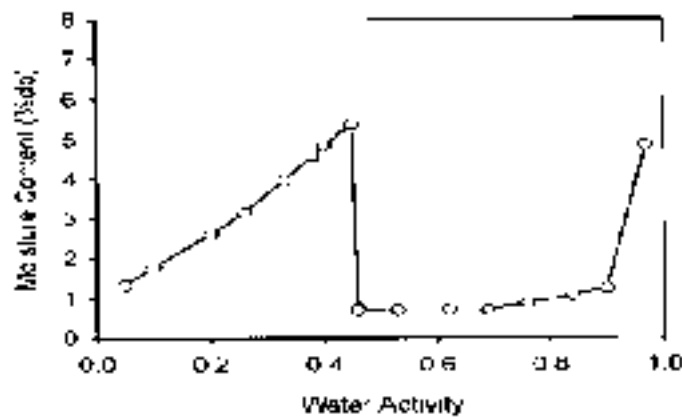
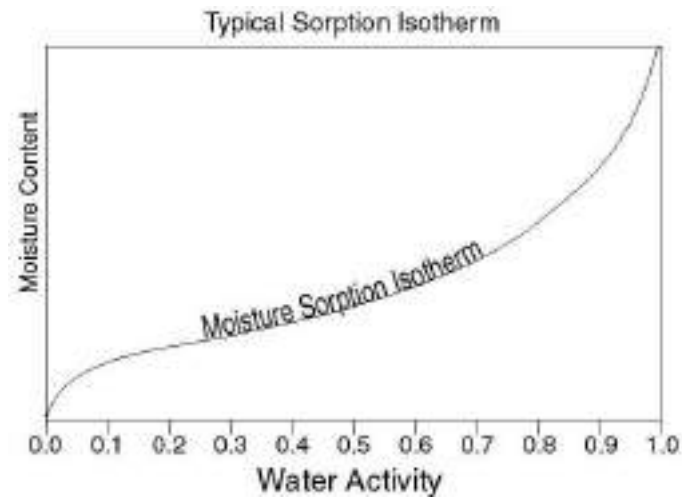
**Qual a diferença entre
atividade de água e umidade?**



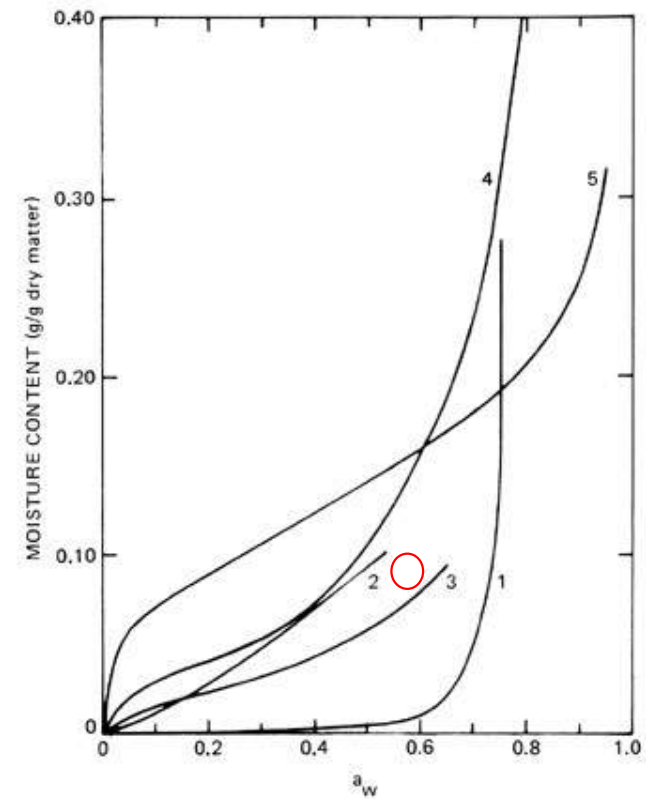
Qual a relação entre atividade de água e umidade?

ISOTERMA DE SORÇÃO

A relação entre a a_w e umidade = isoterma



Bertin et al., 1979 J Dairy Sci 62:146-149



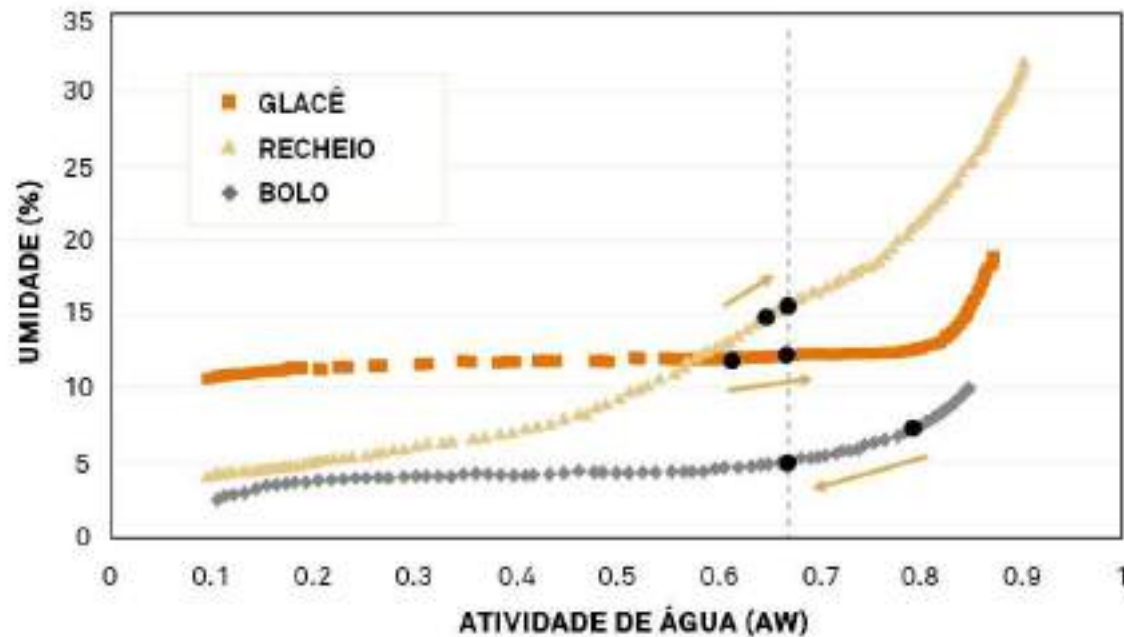
A relação entre a a_w e umidade

- Cada produto tem sua isoterma de sorção própria e única
- A água dentro do produto interage diferentemente com os diversos componentes (proteína, carboidratos, sais, ácidos, etc.) e assim se tem os formatos das isotermas.
- Diferenças na composição química, estado físico químico (sólido, líquido ou gás) dos ingredientes, e estrutura física (rede, matriz, capilares) influenciam no formato da isoterma.
- As diferentes interações (coligativa, capilaridade, e efeito de superfície) entre a água e os componentes proporcionam curvas de isotermas com diferentes formatos.

Como avaliar a relação a_w com umidade

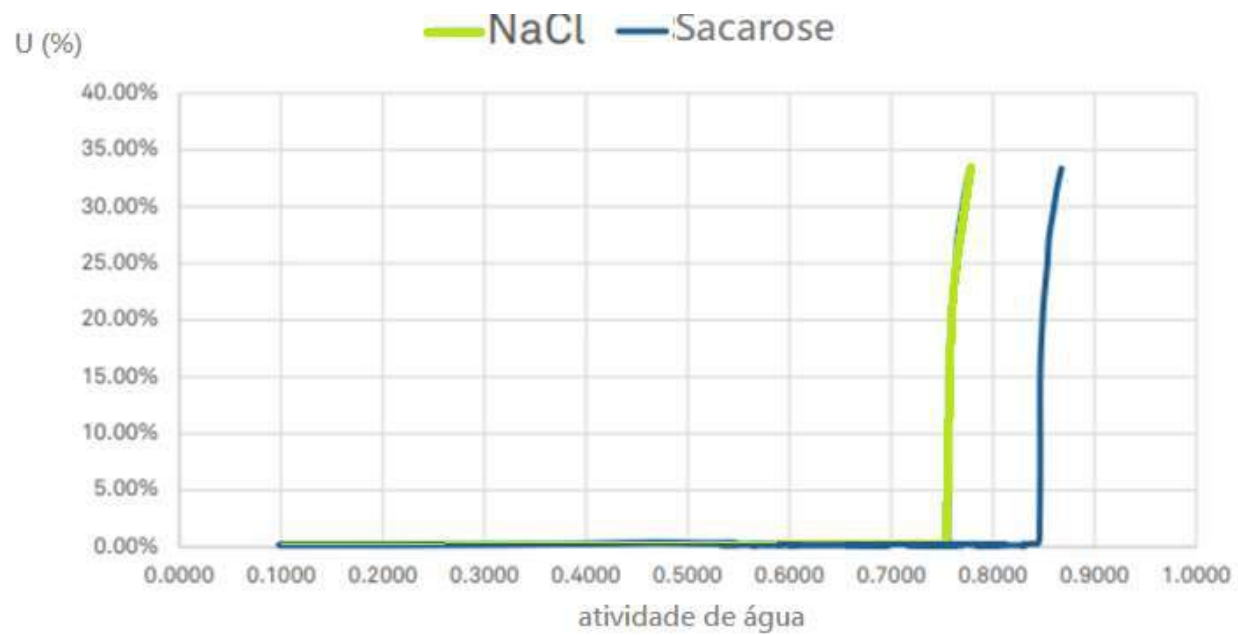


A importância de se medir a aw e a umidade



- É fundamental traçar a isoterma para cada ingrediente para que não ocorra migração de umidade entre as camadas, resultando em mudanças indesejáveis na textura do bolo.

É melhor medir a_w ou umidade?



Métodos de medida de a_w

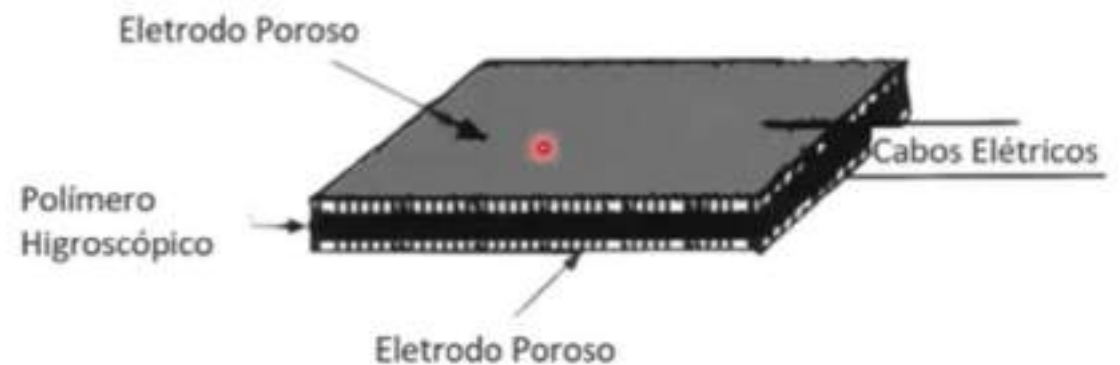
Sensor dielétrico / Capacitivo

Vantagens

- Relativamente insensível aos voláteis
- Leitura de toda faixa de a_w

Desvantagens:

- Sensor requer compensação da temperatura
- Sensor pode sofrer histerese



Sensor dielétrico / Capacitivo



Pawkit

Exatidão: $\pm 0,02 a_w$
Sem controle de temperatura

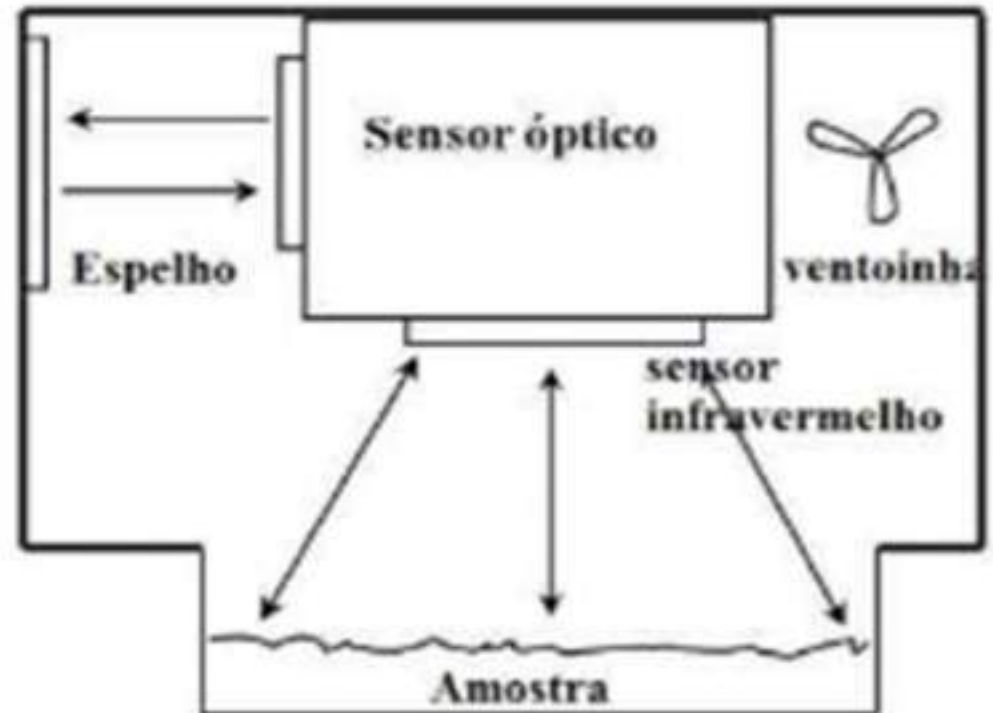


PRE

Exatidão: $\pm 0,015 a_w$
Condiciona a temperatura da amostra
para 25°C

Ponto de Orvalho

- O Sensor ponto de orvalho é a **medida primária** da atividade de água.
- O espelho se resfria até que se forme o orvalho. Célula fotoelétrica detecta o ponto exato da primeira condensação no espelho.
- Um termopar grava a temperatura na qual ocorreu a condensação.
- Aqualab então emite um sinal sonoro e apresenta os valores de atividade de água final e temperatura.



Ponto de Orvalho



AquaLab 4TE

Exatidão: $\pm 0,003 a_w$
Condiciona a temperatura da amostra
na faixa de 15 a 50°C.



AquaLab PRE

Exatidão: $\pm 0,010 a_w$
Condiciona a temperatura da amostra
para 25°C.

Diodo Laser

- Exatidão: $\pm 0,005 a_w$
- Condiciona a temperatura da amostra para exatos 25°C.
- Preciso, rápido e fácil de manusear
- Lê até as amostras **mais voláteis**



VSA – Moisture Analysis Toolkit

Especificações

- Métodos de Isotherma: Ponto de Orvalho de Constante Dielétrica
- Balança analítica - Faixa de medida: 500mg a 5000mg
- Faixa de a_w : 0,03 a 0,95 a_w na temperatura de 15 a 50°C
- Faixa de a_w : 0,03 a 0,90 a_w na temperatura de 50 a 60°C
- Exatidão da a_w : $\pm 0,005 a_w$



DÚVIDAS?



**ESTE SEMINÁRIO
LHE FOI ÚTIL?
DEIXE OS SEUS
COMENTÁRIOS E
SUGESTÕES.**



ENCONTRE-NOS



<https://www.facebook.com/metergroupbr/>



<https://www.youtube.com/metergrouplatam>



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



<https://www.instagram.com/metergrouplatam/>



<https://twitter.com/metergrouplatam>



<http://linkedin.com/company/metergrouplatam>

OBRIGADA PELA PARTICIPAÇÃO

comercial@metergroup.com