



USP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental

FBA – 0201
Bromatologia

ÁGUA NOS ALIMENTOS

Prof. Dr. João Paulo Fabi

Agosto 2019

ÁGUA NOS ALIMENTOS



PRINCIPAL COMPONENTE DOS ALIMENTOS

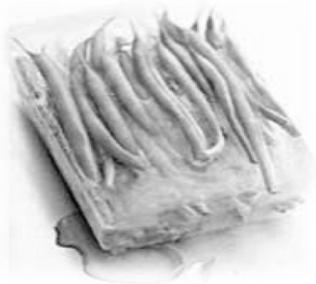
PRESENÇA x AUSÊNCIA

| Alimento | % Água (p/p) | Alimento | % Água (p/p) |
|----------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| Alface, tomate | 95 | Frutas secas | 18 |
| Repolho, brócolis | 92 | Manteiga, margarina | 16 |
| Cenoura, batata | 90 | Farinha de trigo | 12 |
| Frutas cítricas | 87 | Macarrão | 4 |
| Maçã, cereja | 85 | | |
| Carne crua de frango | 72 | | |
| Carne crua bovina | 60 | Bebida | % Água |
| Queijo amarelo | 37 | Cerveja | 90 |
| Pão branco/biscoito | 35 | Suco de frutas | 87 |
| Salame | 30 | Leite | 87 |
| Compotas | 28 | Uísque | 60 |
| Mel | 20 | | |

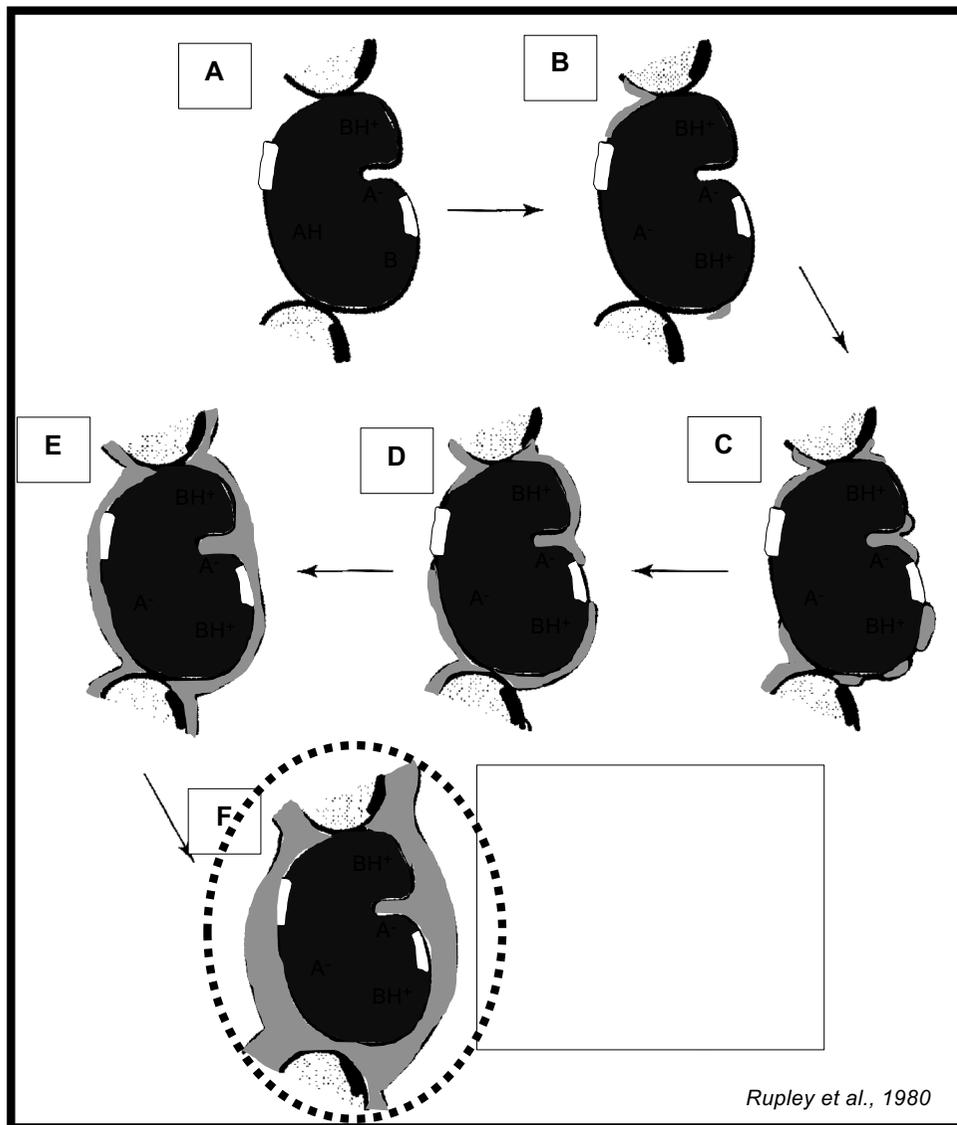
ÁGUA NOS ALIMENTOS

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

CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS ATRAVÉS DA IMOBILIZAÇÃO / RETIRADA DA ÁGUA



INTERAÇÃO ÁGUA - ALIMENTOS



A-B: água ligada (*início hidratação*)

B-C: água de hidratação

C-D: água de hidratação
(+ *multicamadas*)

D-E: água adsorvida fisicamente

E-F: água livre
(*alimento hidratado*)

Quantidade de água de um alimento \neq Água livre de um alimento?

Qual a implicação para a conservação dos alimentos?

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*) – ex. queijos

- **948.12 - estufa ventilação forçada**
- **926.08 - estufa a vácuo**
- **977.11 – micro-ondas**
- **969.19 – destilação**



ATIVIDADE DE ÁGUA

A “atividade de água” (A_a) é derivada da razão:

$$A_a = (f / f^\circ)_T$$

f = fugacidade do solvente (tendência do solvente escapar da solução)

f[°] = fugacidade do solvente puro (estado definido como padrão)

T = temperaturas constantes

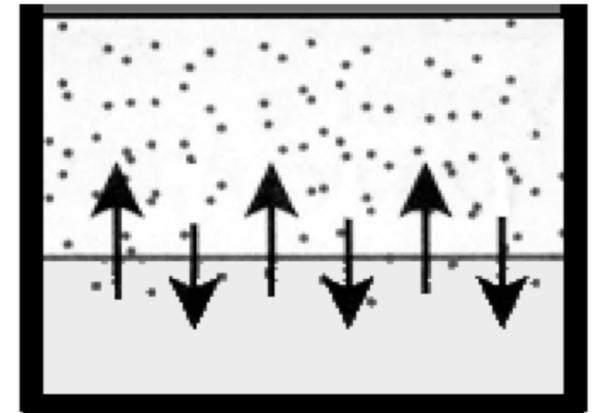
Fugacidade: função termodinâmica dependente da pressão

ATIVIDADE DE ÁGUA E PRESSÃO DE VAPOR RELATIVA

Considerando os alimentos sob baixas pressões (pressão ambiente):

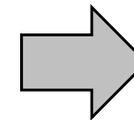
$$(f / f^{\circ})_T \approx (p / p^{\circ})_T (\neq 1\%)$$

Pressão de vapor relativa $(p / p^{\circ})_T$: pressão exercida por um vapor quando em equilíbrio



$$A_a \approx (p / p^{\circ})_T$$

$(p / p^{\circ})_T = \text{PVR} = \text{equilíbrio termodinâmico}$



**Facilmente
analisado**

ATIVIDADE DE ÁGUA (Aa) E

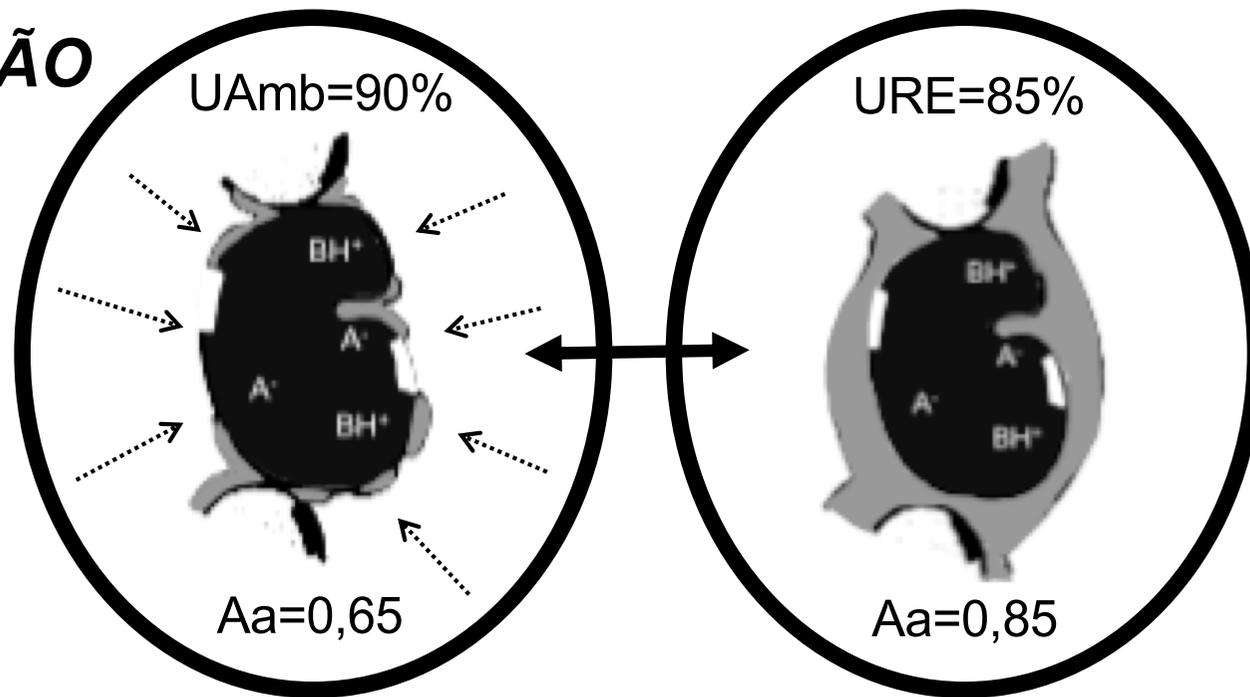
UMIDADE RELATIVA DE EQUILÍBRIO (URE)

$Aa \approx (p/p^0)_T$ = 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*)

ADSORÇÃO



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

ATIVIDADE DE ÁGUA (Aa) E

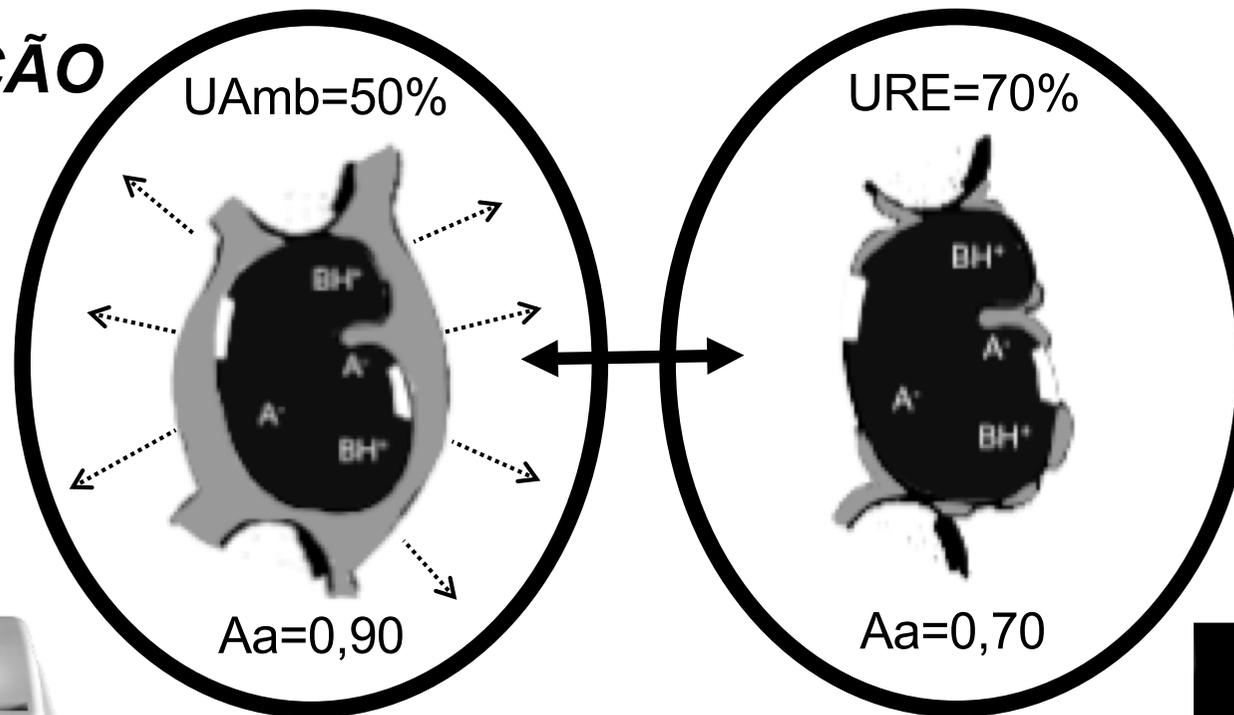
UMIDADE RELATIVA DE EQUILÍBRIO (URE)

$Aa \approx (p/p^0)_T$ = 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*)

DESSORÇÃO



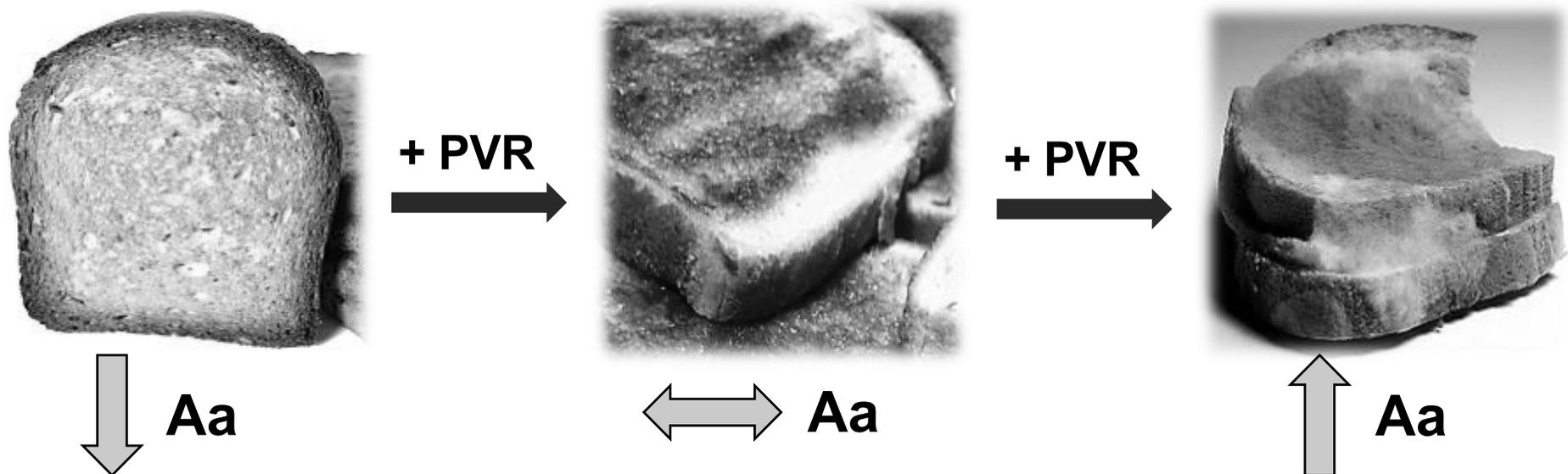
$Aa = \frac{\text{Umidade Relativa Ambiente (em \%)}}{100}$

100



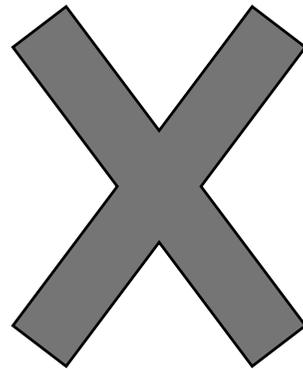
ATIVIDADE DE ÁGUA (Aa) E UMIDADE RELATIVA DE EQUILÍBRIO (URE)

- 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.



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

**Conteúdo total
de água no
alimento**



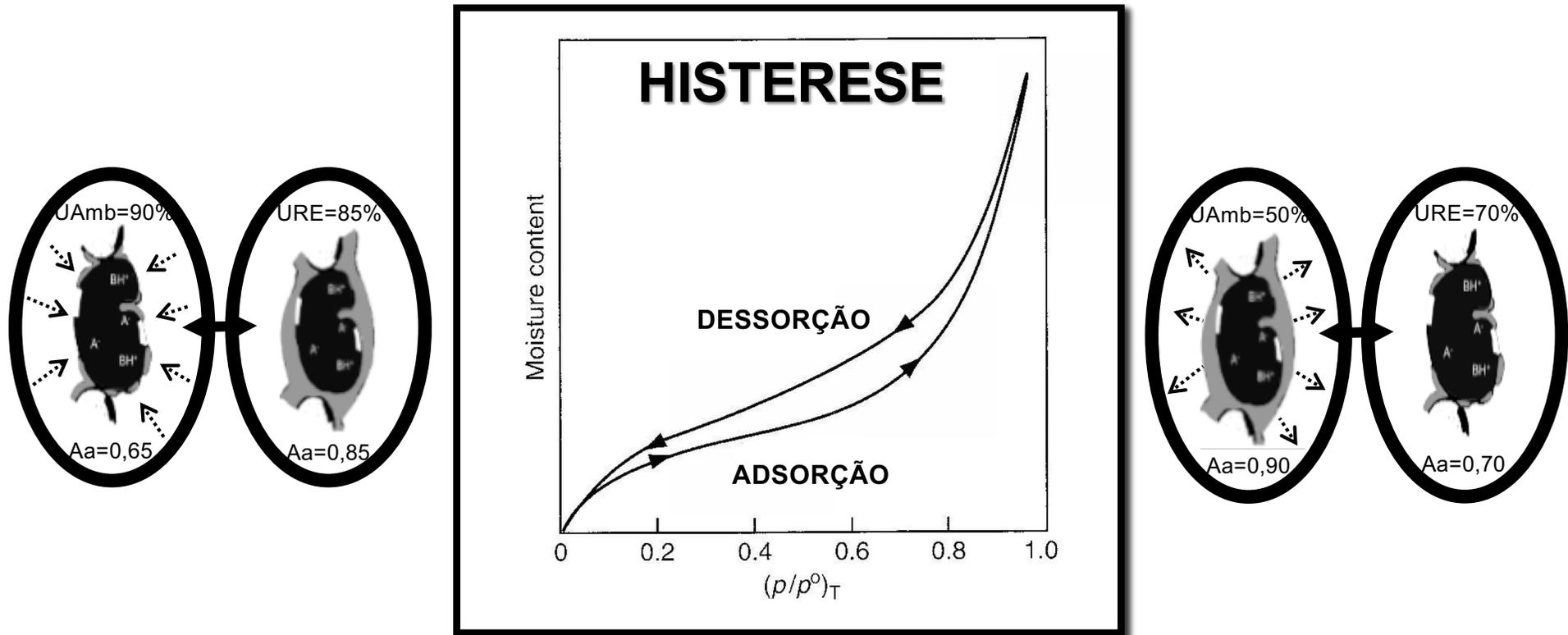
**Atividade de
água no
alimento**

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

ATIVIDADE PRÁTICA

- Estimativa da umidade de um alimento;
- Estimativa da atividade de água de um alimento;
- Interpolação gráfica

