



Bioquímica dos Alimentos

ATIVIDADE DE ÁGUA EM ALIMENTOS

Prof. M.Sc. Yuri Albuquerque

ÁGUA NOS ALIMENTOS

Água livre

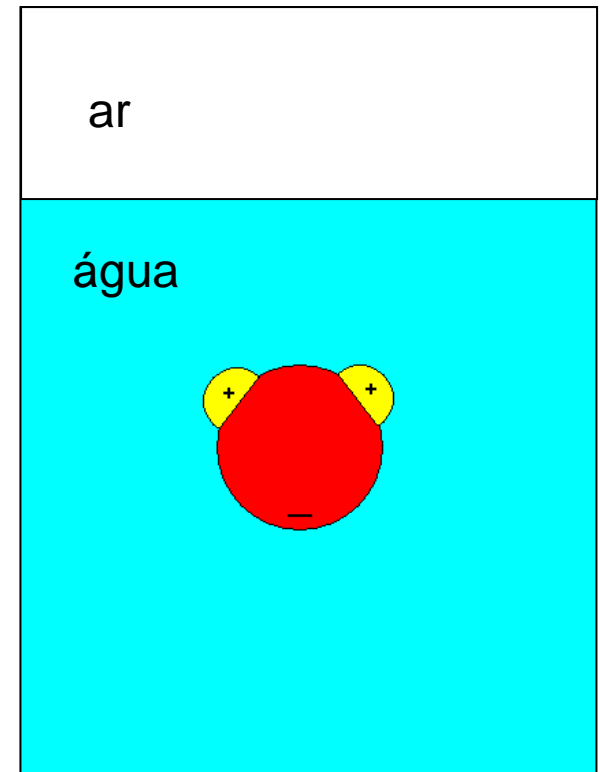
Fracamente ligada ao substrato, permitindo o crescimento dos microorganismos e a realização de reações químicas. É perdida facilmente (evaporação)

Água ligada

Fortemente ligada ao substrato, mais difícil de ser eliminada e não pode ser utilizada para o desenvolvimento de microorganismos e realização de reações químicas

PROPRIEDADES DAS MOLÉCULAS DE ÁGUA

- ✖ Moléculas tem energia
- ✖ Moléculas se movem
- ✖ Quanto maior a mobilidade,
maior o teor de água livre



INTERFERENTES DA MOBILIDADE DAS MOLÉCULAS DE ÁGUA

- × **Físicos**

- + Temperatura

- + Pressão

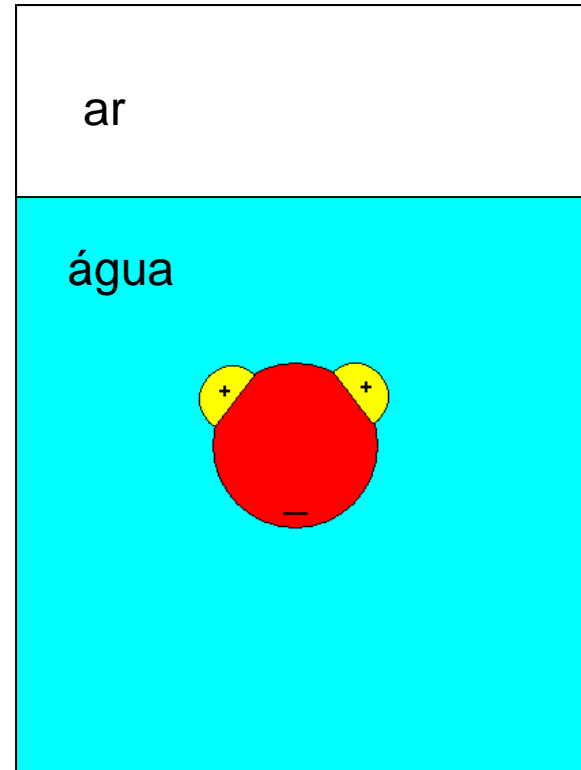
- × **Químicos**

- + Solutos

- + Sólidos hidrofílicos

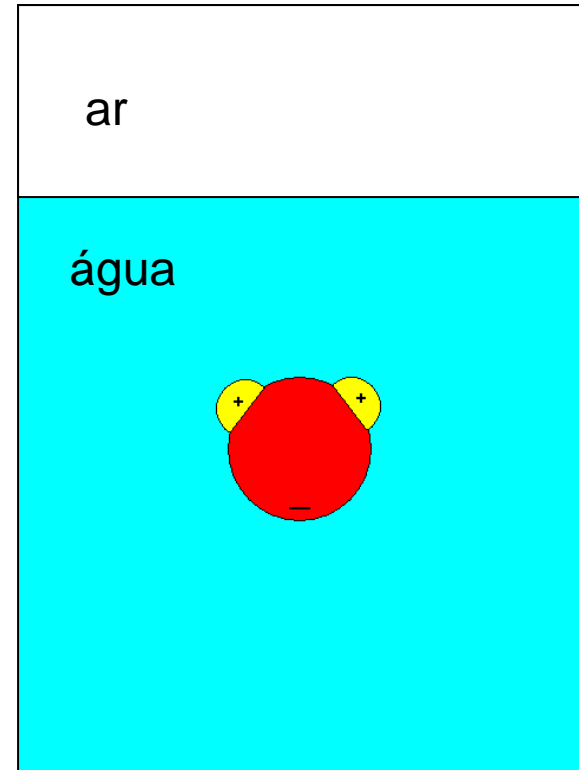
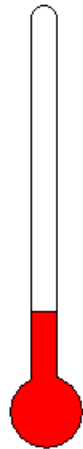
- × Combinação de fatores para gerar energia suficiente para o trabalho das moléculas de água

ZERO ABSOLUTO



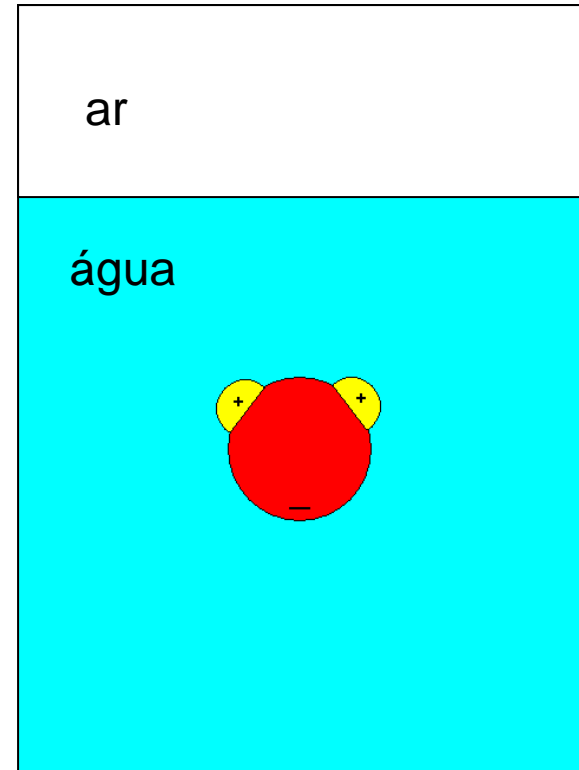
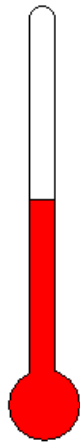
**Sem movimento
molecular**

BAIXAS TEMPERATURAS



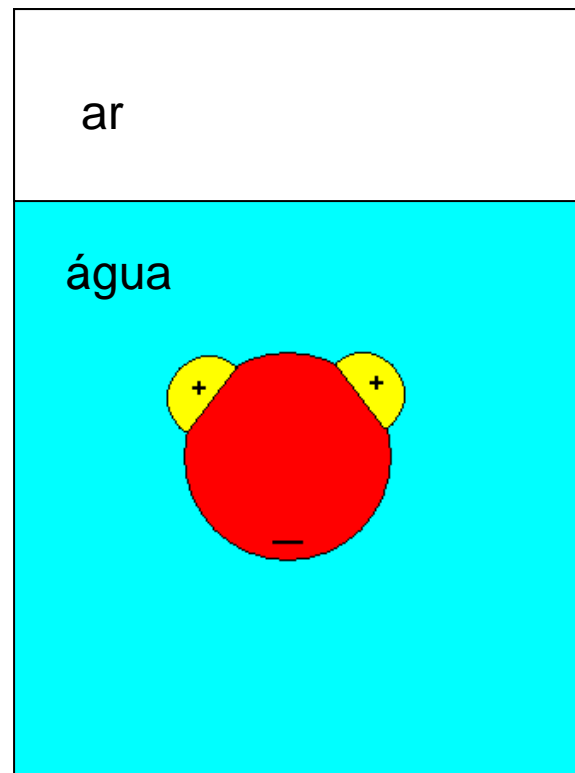
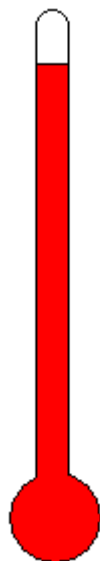
**Movimentos
moleculares lentos**

TEMPERATURA MÉDIA



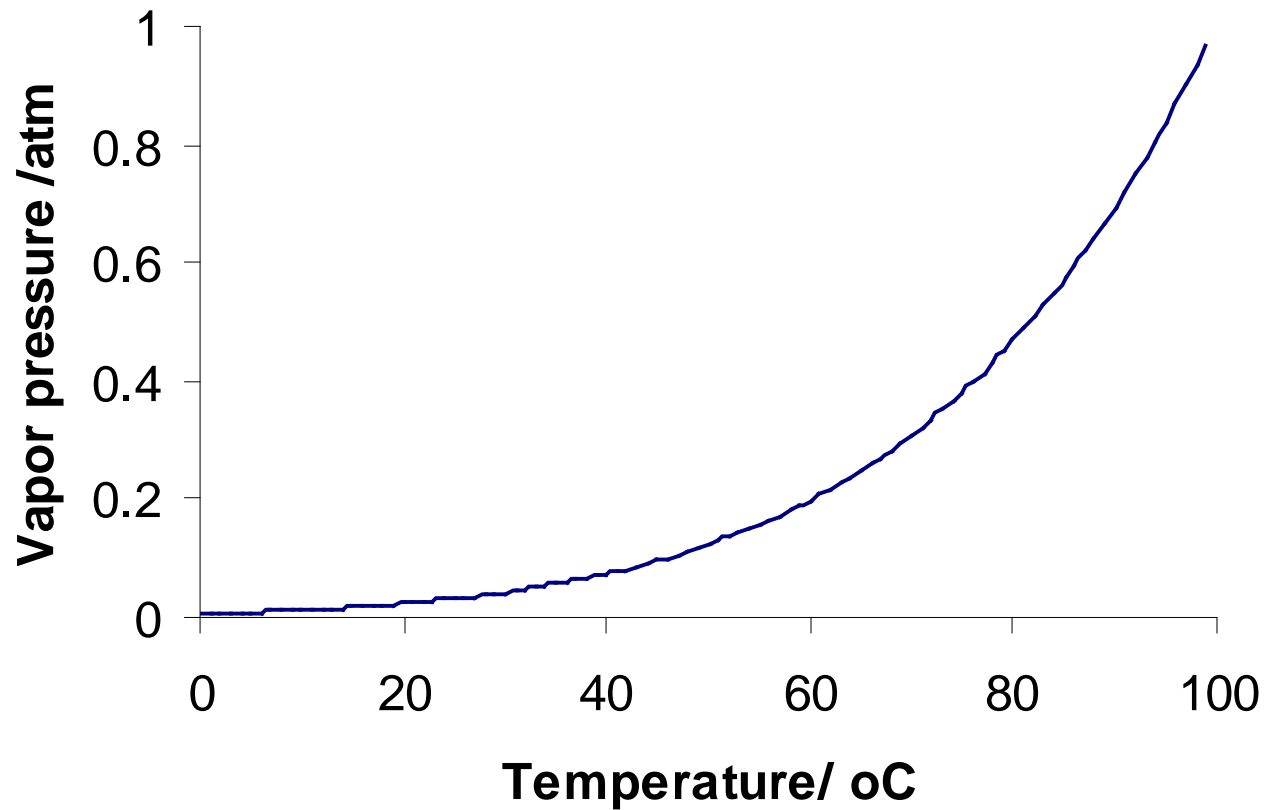
**Movimentos
moleculares de média
velocidade**

ALTAS TEMPERATURAS

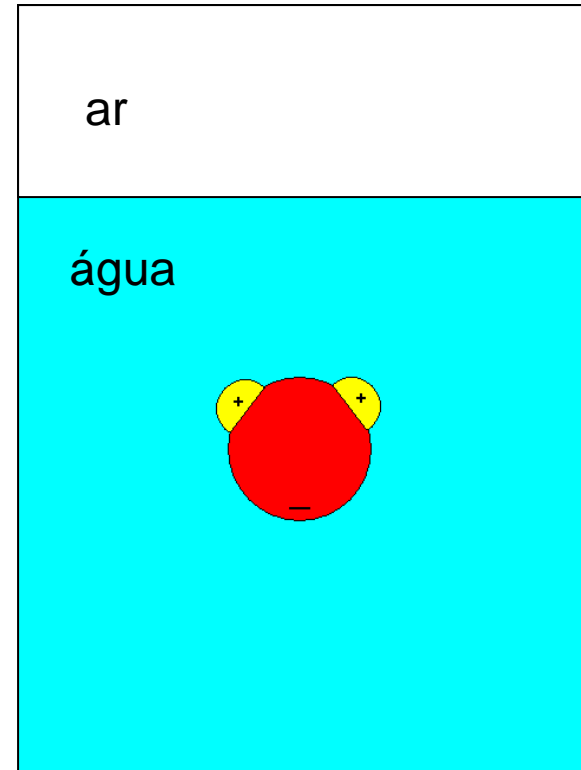
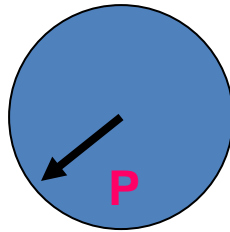


**Movimentos
moleculares rápidos**

PRESSÃO DE VAPOR DA ÁGUA

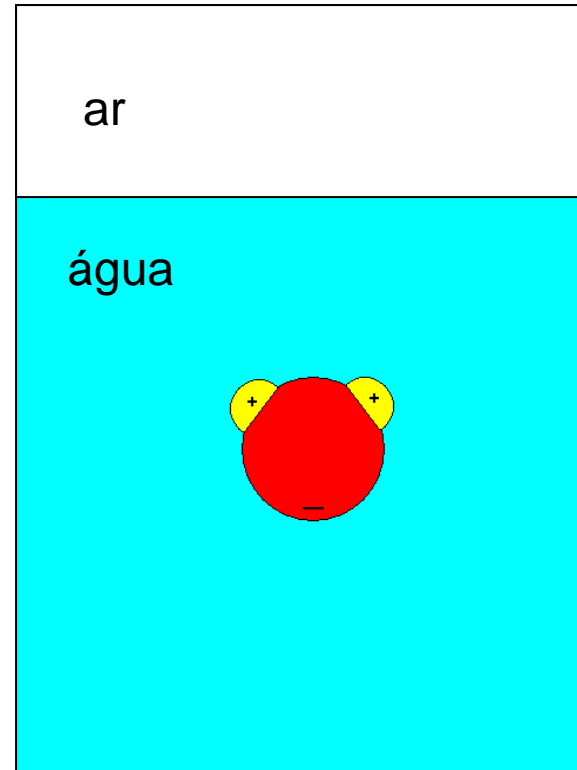
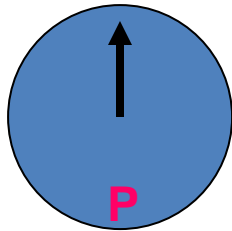


BAIXA PRESSÃO



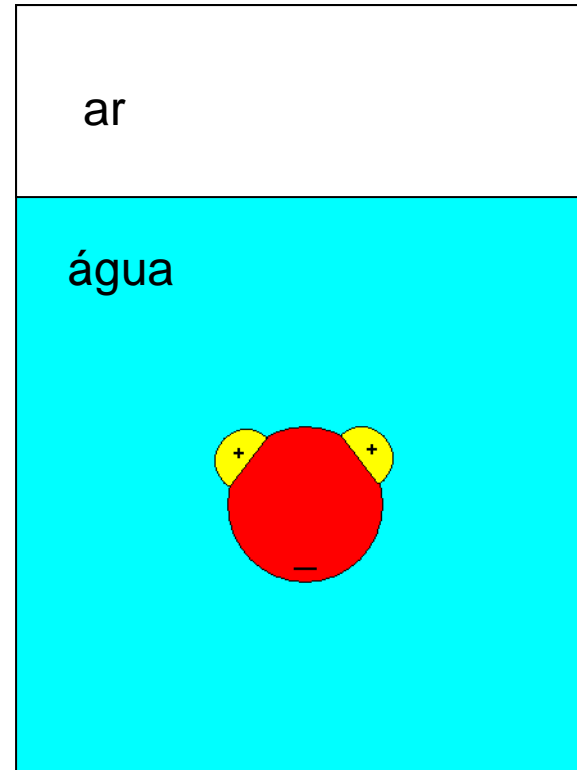
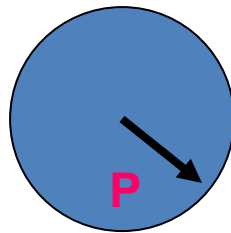
**Movimentos
moleculares lentos**

PRESSÕES MÉDIAS



**Movimentos
moleculares de média
velocidade**

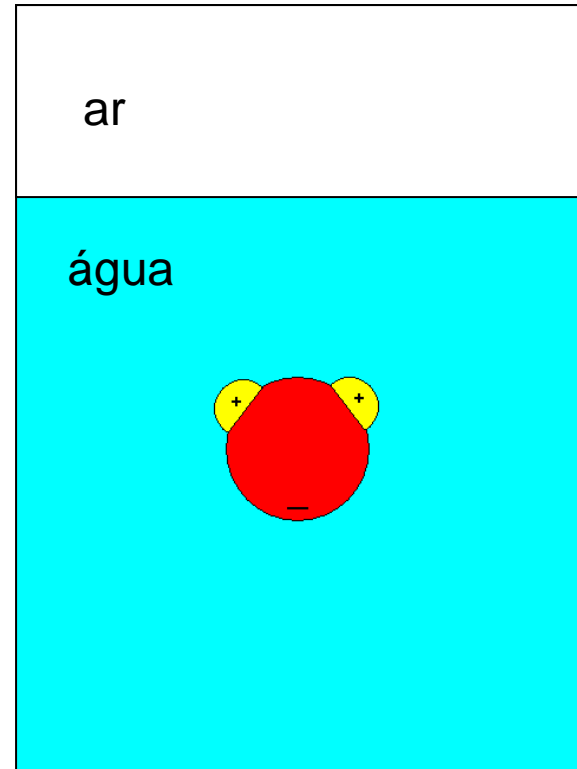
ALTA PRESSÃO



**Movimentos
moleculares rápidos**

SEM SOLUTOS

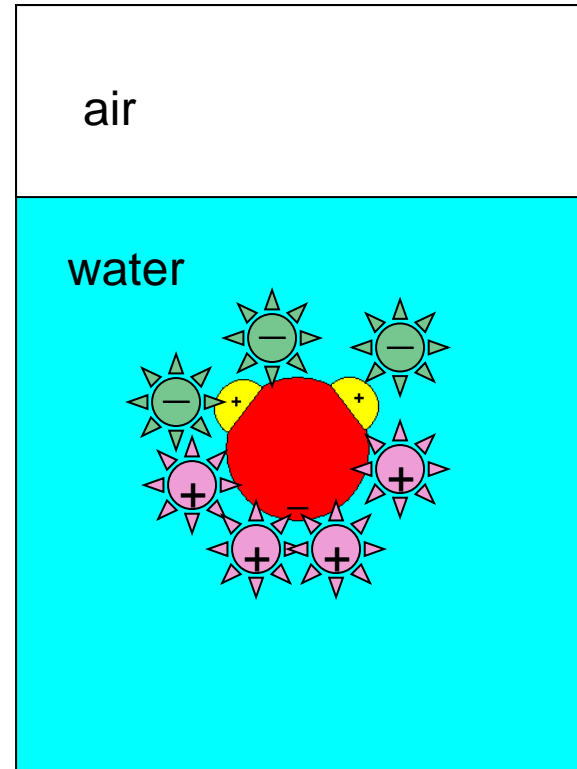
**Molécula de água
não ligada a solutos**



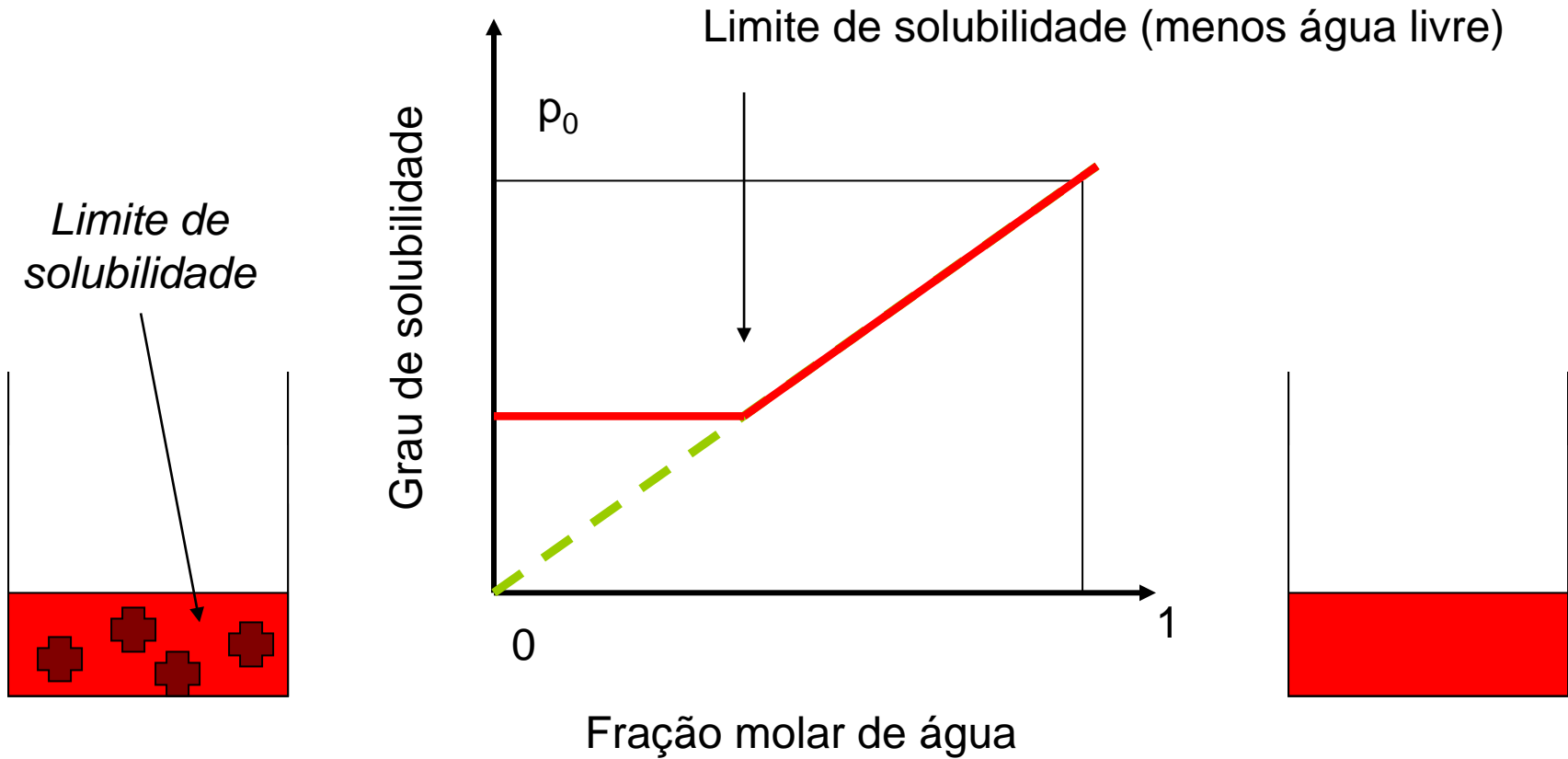
ADIÇÃO DE SOLUTOS

Movimentos mais lentos

**Moléculas de água
parcialmente ligadas a
solutos**



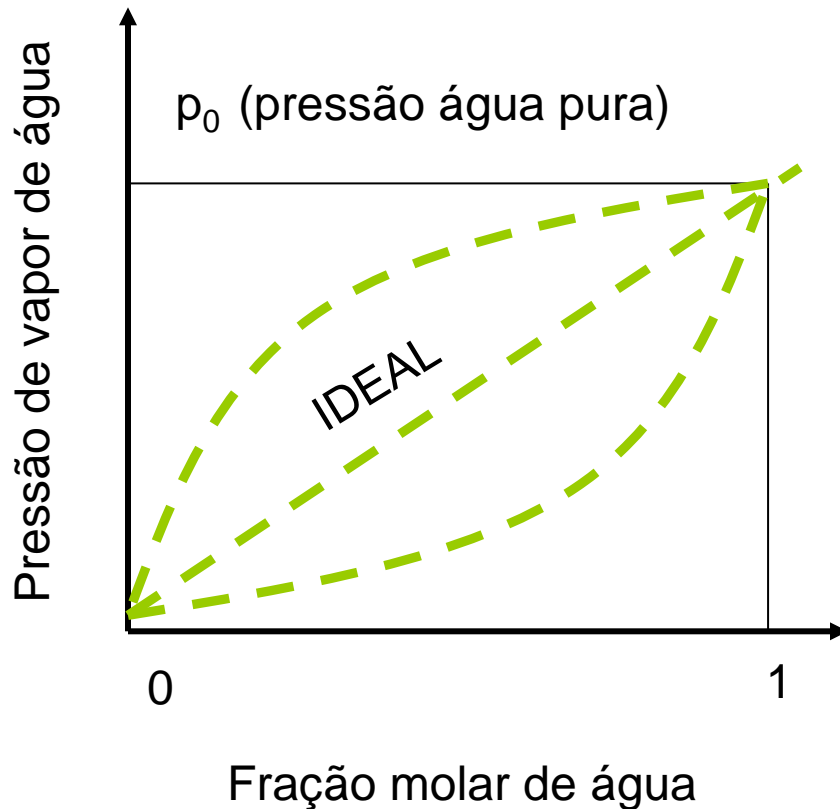
SOLUÇÕES SATURADAS



SOLUÇÕES SATURADAS

- ✖ Ao adicionar um soluto ao líquido a evaporação para a fase gasosa diminui = diminui a pressão de vapor.
- ✖ A pressão de vapor será menor do que a pressão da água pura
- ✖ Diferentes soluções saturadas terão diferentes pressões parciais de água

PRESSÃO DE VAPOR SOBRE A SOLUÇÃO



- × A pressão parcial de água sobre a solução é reduzida pela presença de soluto
- × Pressão de vapor depende da concentração de soluto bem como da temperatura

ATIVIDADE DE ÁGUA (A_w)

- + Indica a intensidade das forças que unem a água com outros componentes não-aquosos
- + Água disponível para o crescimento de microorganismos e para que se possam realizar diferentes reações químicas e bioquímicas.
- + Água sem solutos (pura) $\rightarrow A_w \text{ padrão} = 1$
- + Água com solutos $\rightarrow A_w < 1$

MUDANÇAS NA A_w

× Aumento

+ ↑ temperatura

+ ↑ pressão

× Diminuição

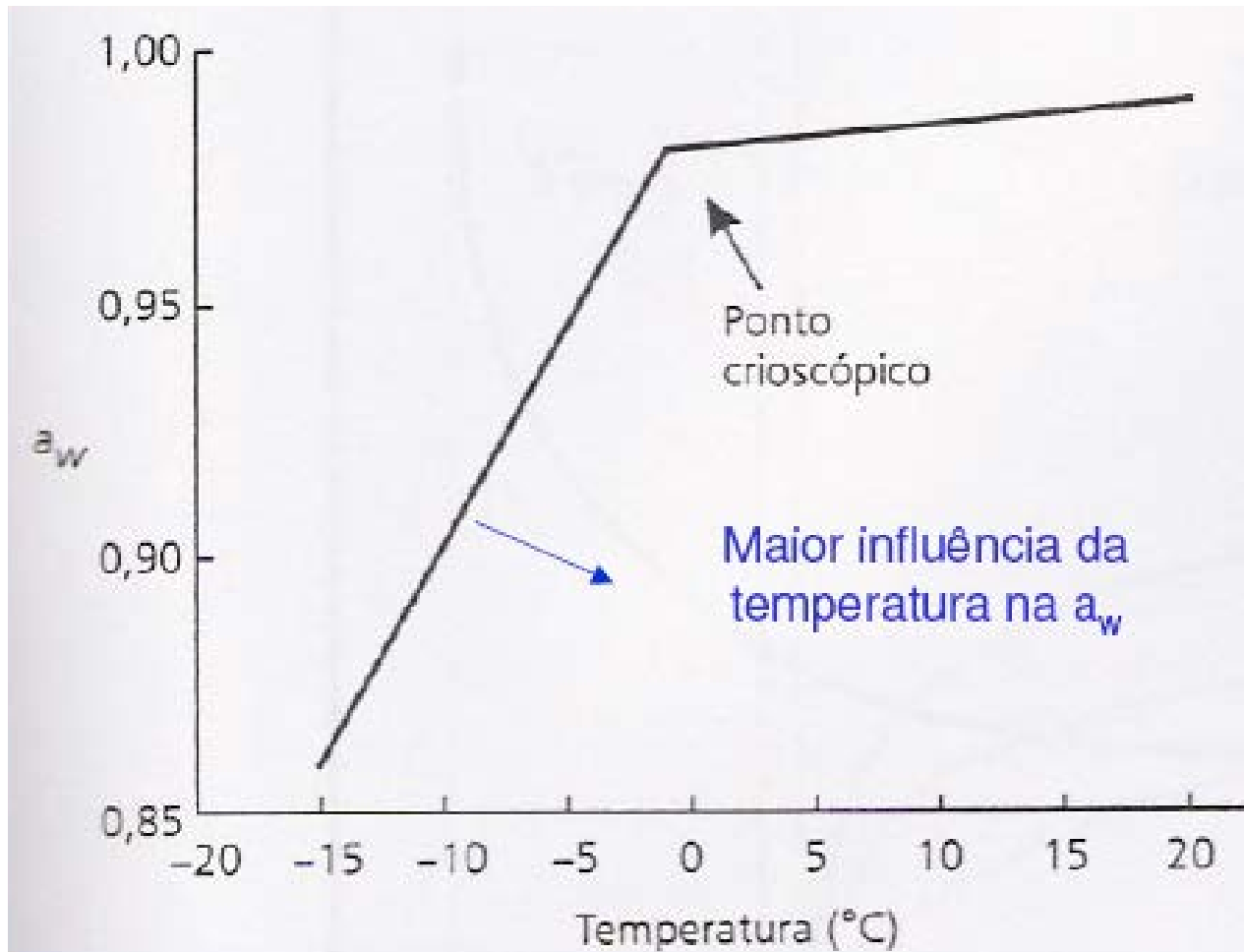
+ ↓ temperatura

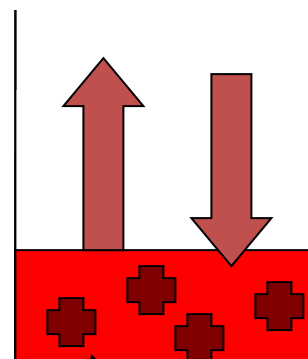
+ ↓ pressão

+ Adição de solutos

A_w E TEMPERATURA

À medida que aumenta a temperatura o mesmo ocorre com a_w , porque cresce a pressão de vapor.





**Grande concentração
de solutos não
dissolvidos → menor
 A_w**

Aw DE ALIMENTOS

- ✖ Aw da solução comparada à A_w de uma solução padrão (água pura)
- ✖ Aw de alimentos não pode ser maior que a Aw padrão, pois a adição de solutos diminui a Aw
 - + A_w de alimentos < 1

A_w DE ALIMENTOS

- × Alimentos com o mesmo conteúdo de água apresentam diferentes graus de perecibilidade
 - + Perecibilidade depende da intensidade com que a água se associa com compostos não aquosos → água fortemente ligada é menos propensa para reações químicas

ATIVIDADE DE ÁGUA

$$A_w \approx p/p_o$$

Onde:

p = pressão parcial de água sobre a solução

p_o = pressão parcial sobre a água pura

De acordo com a Lei de Raoult

$$p/p_o = n_2/(n_1+n_2)$$

Onde:

n_1 = mols de soluto

n_2 = mols de solvente

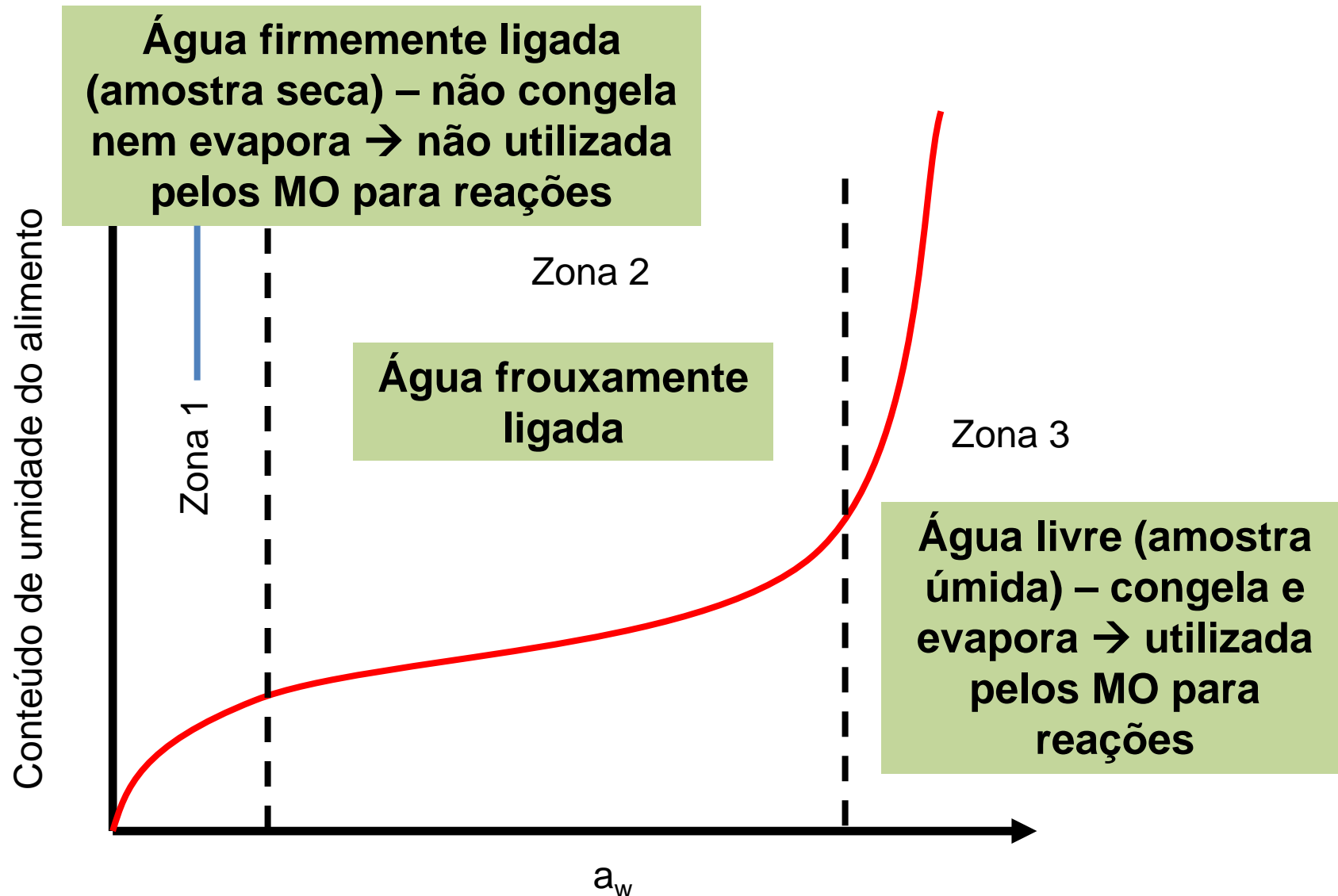
ISOTERMAS DE SORÇÃO DE UMIDADE

- ✘ Gráficos que relacionam a A_w de um alimento com a umidade relativa da atmosfera que circunda o alimento ou com a quantidade de água do alimento
- ✘ A maioria das isotermas apresenta forma sigmóide, com pequenas variações conforme a estrutura física, a composição química, a temperatura e a capacidade de retenção de água do alimento.

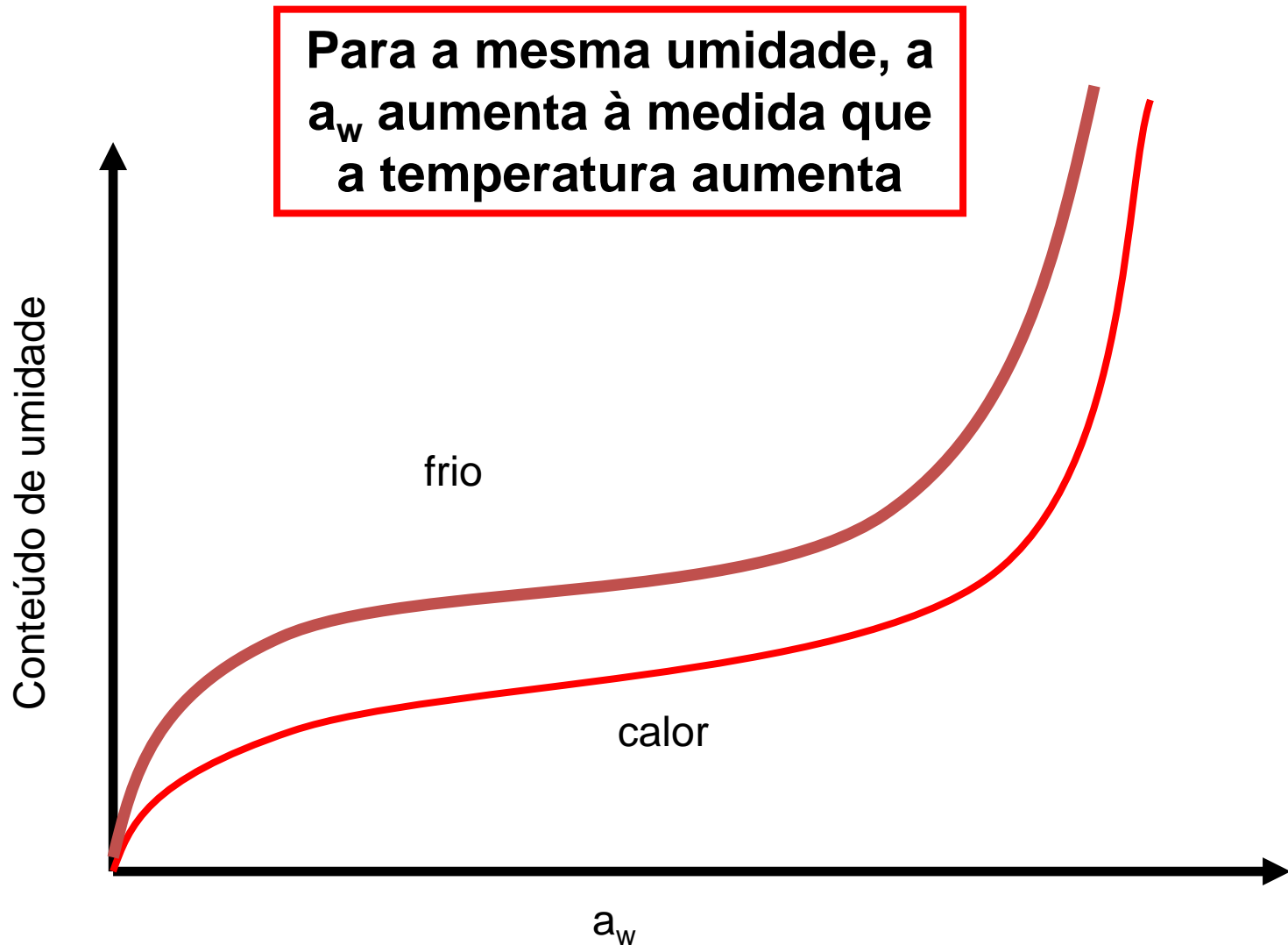
ISOTERMAS DE SORÇÃO DE UMIDADE

- ✘ À medida que a umidade aumenta, o alimento absorve a água do ambiente e aumenta progressivamente sua a_w
- ✘ Inicialmente, a água absorvida vai se ligando às moléculas do soluto, até que, em condições de muito alta umidade, forma-se uma camada de água livre
- ✘ Chega a um ponto em que a umidade é tão alta, que o alimento está saturado de água e não aumenta mais sua a_w
- ✘ A_w e a umidade relativa do ar tendem a se equilibrar

ISOTERMA DE SORÇÃO DE UMIDADE

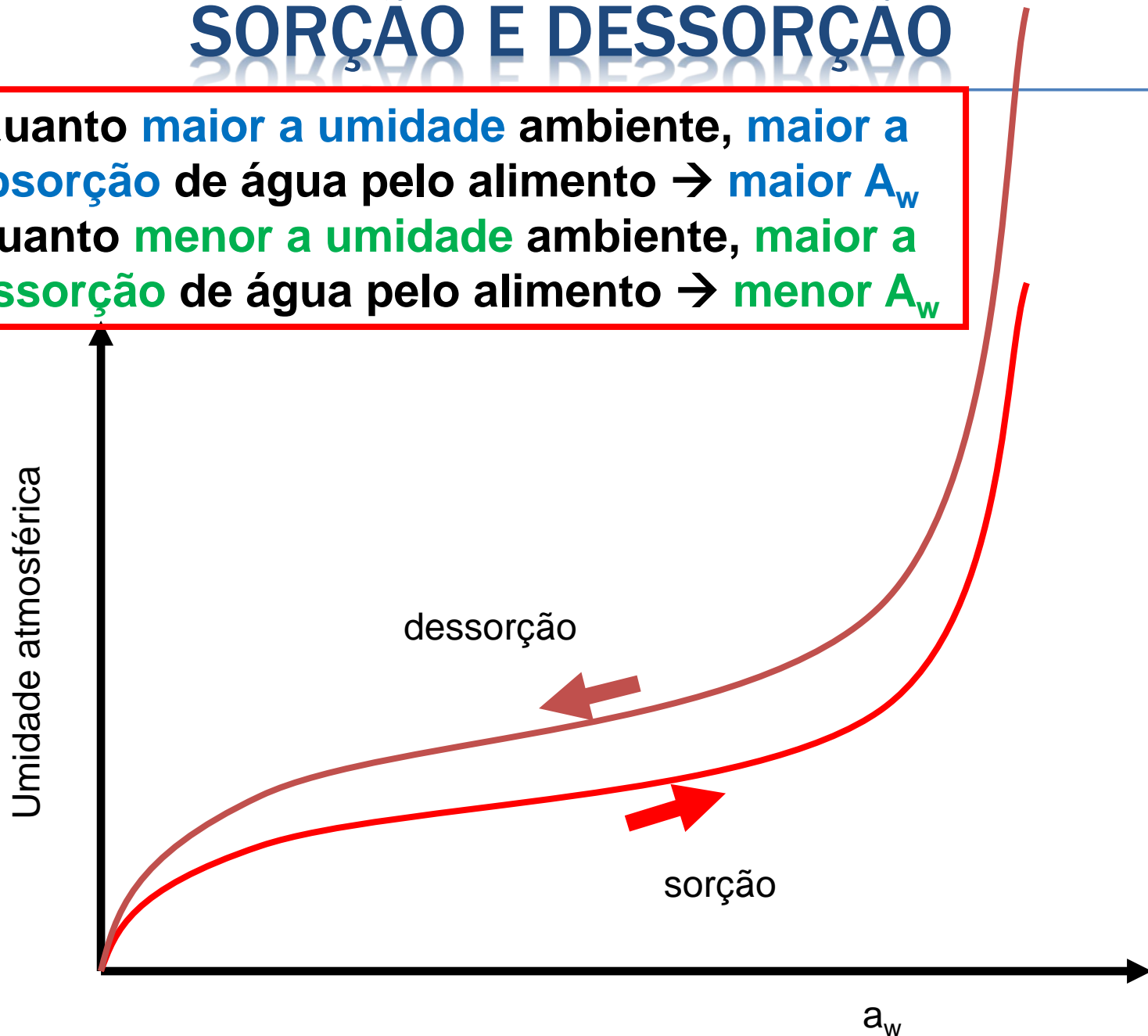


DEPENDÊNCIA DA TEMPERATURA



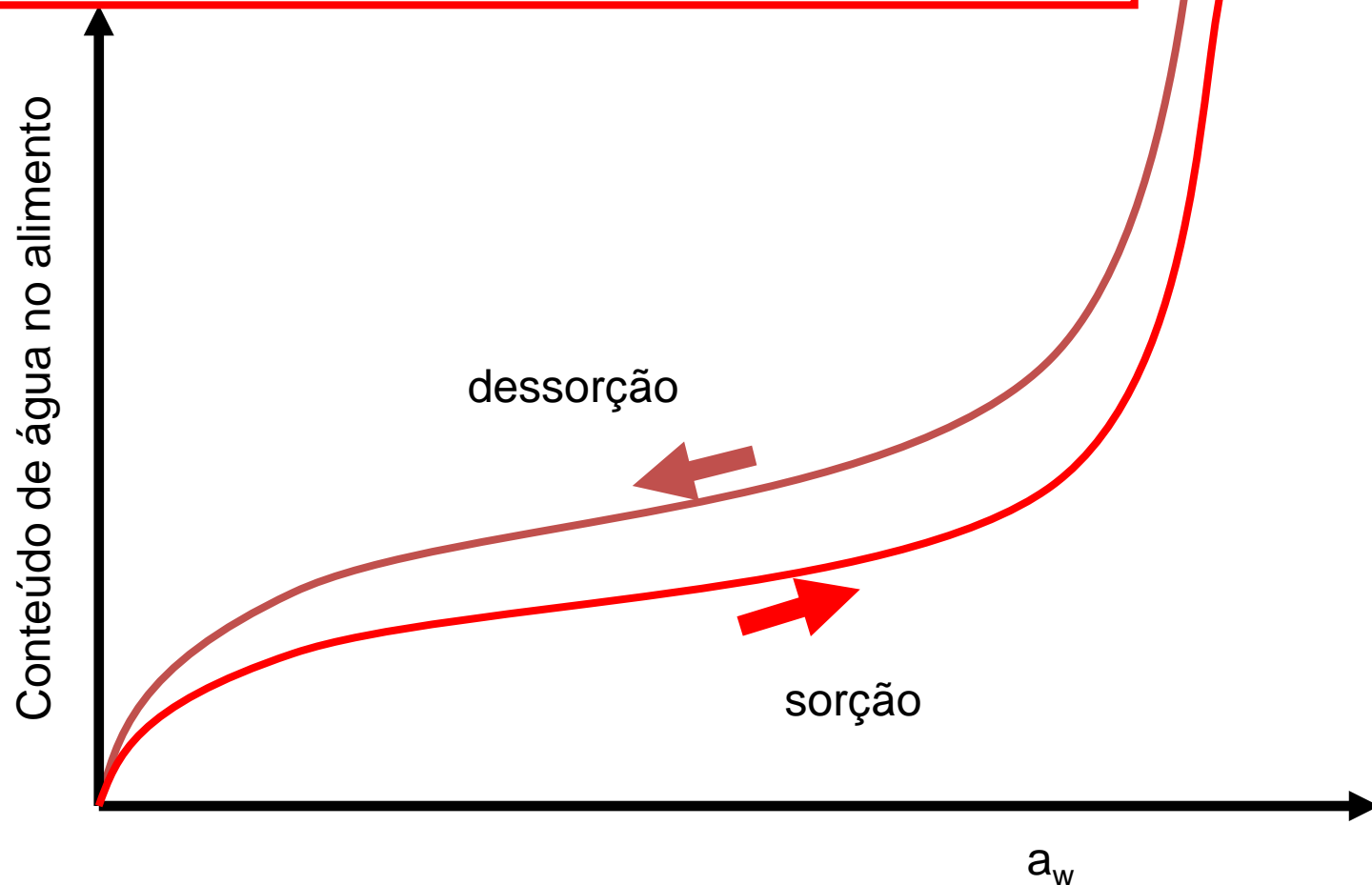
SORÇÃO E DESSORÇÃO

- Quanto **maior a umidade** ambiente, **maior a absorção** de água pelo alimento → **maior A_w**
- Quanto **menor a umidade** ambiente, **maior a dessorção** de água pelo alimento → **menor A_w**

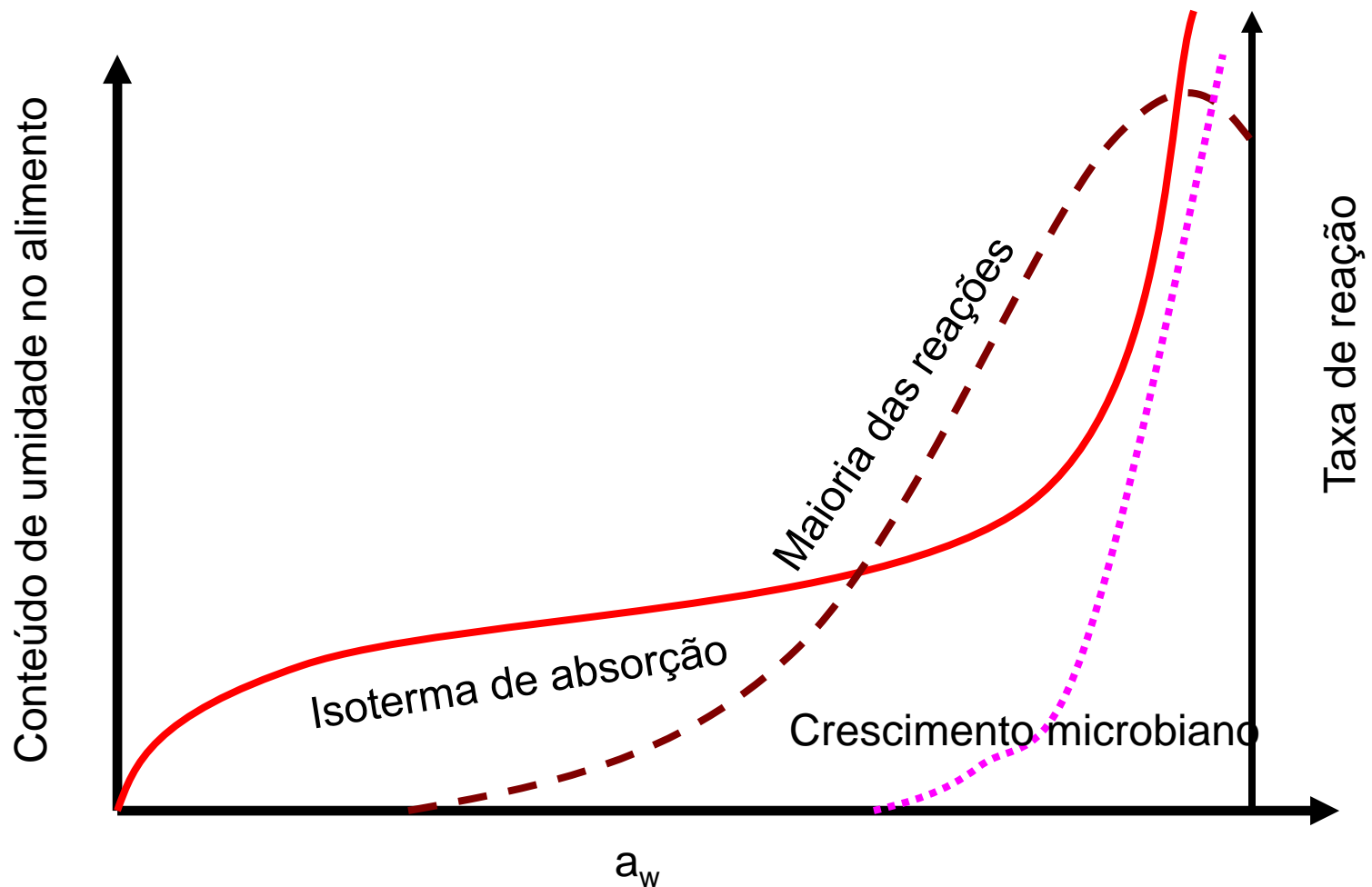


SORÇÃO E DESSORÇÃO

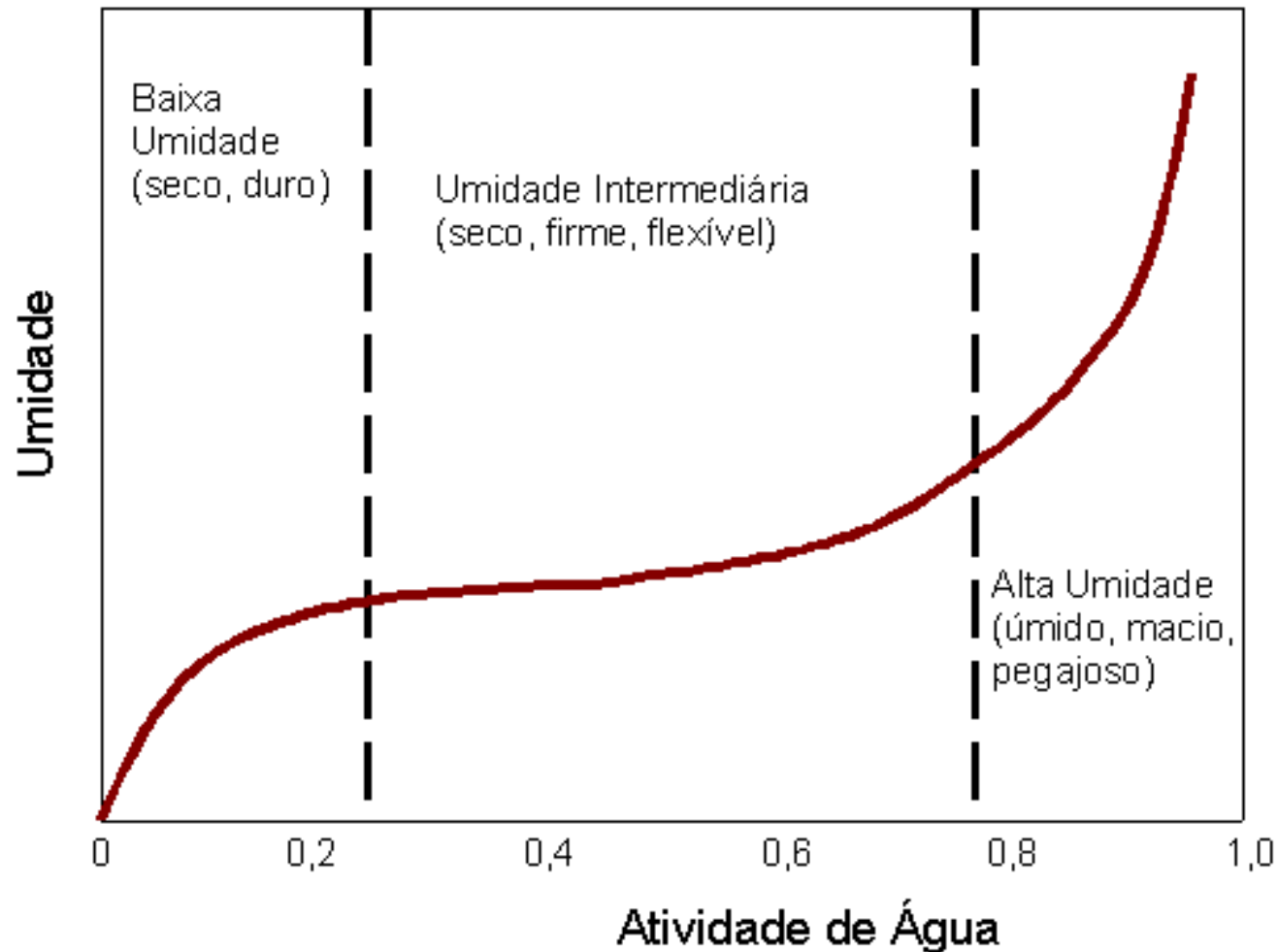
- As curvas de sorção e dessorção não são iguais (**histerese**)
- A uma mesma a_w , os alimentos apresentam maior conteúdo de água durante a dessorção do que na adsorção → mais fácil que o alimento desidrate do que se hidrate



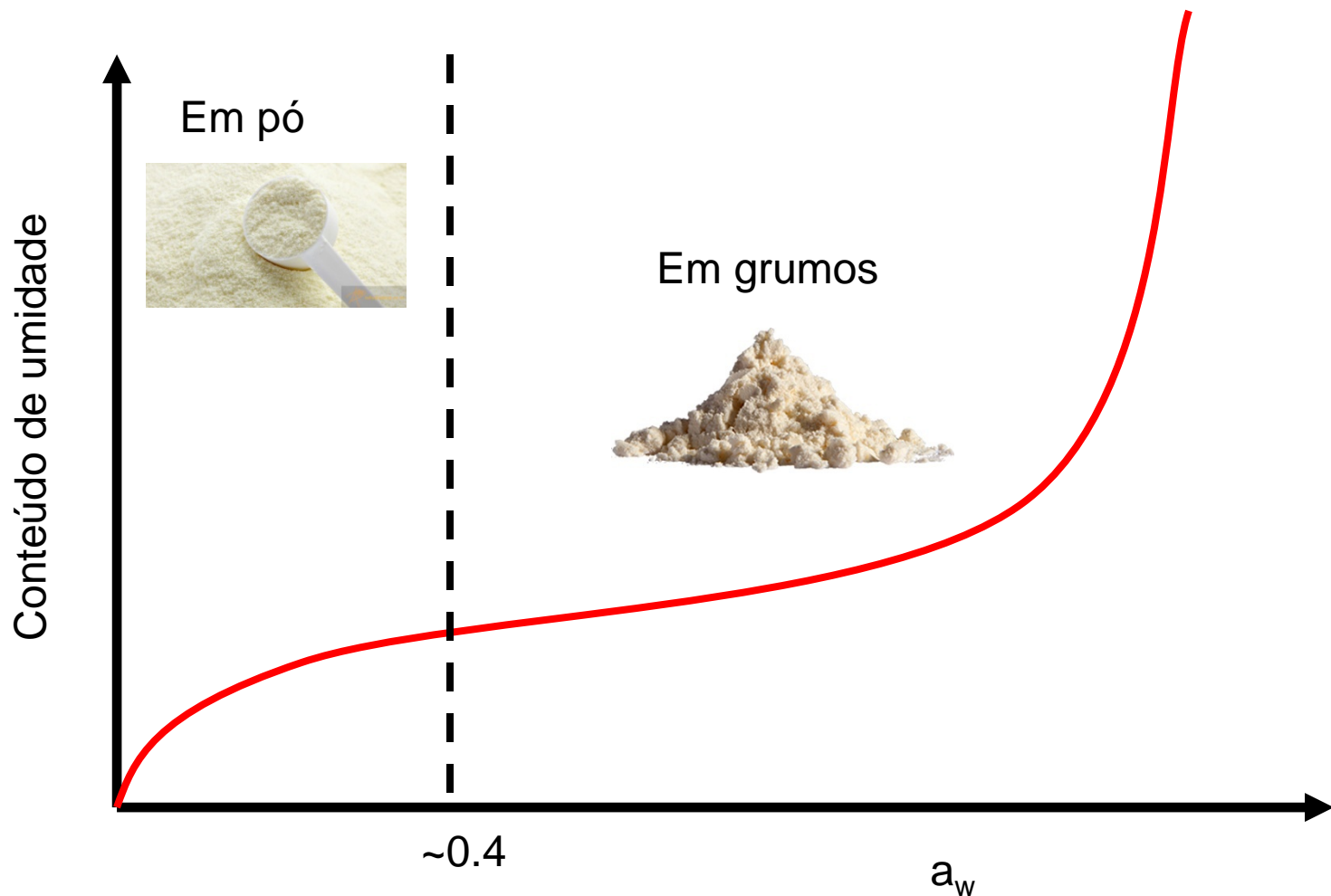
REAÇÕES QUÍMICAS X ATIVIDADE DE ÁGUA



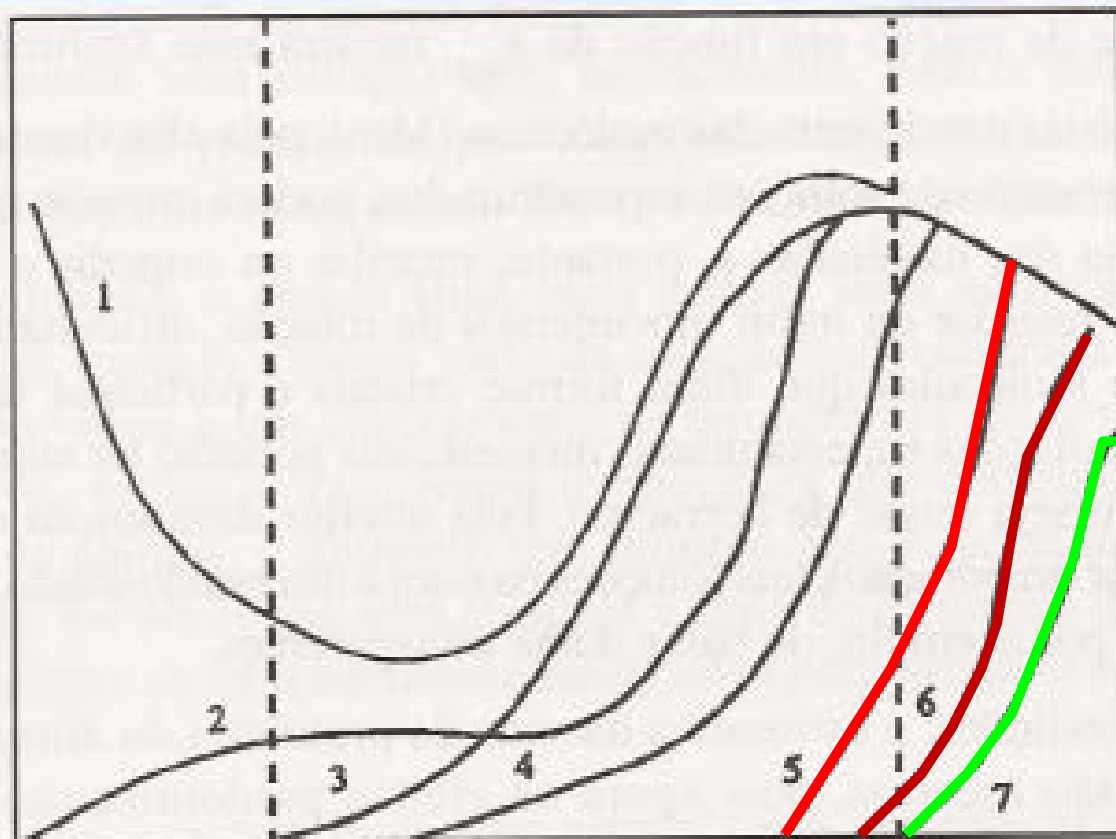
ATIVIDADE DE ÁGUA X TEXTURAS



ATIVIDADE DE ÁGUA X TEXTURAS



Velocidade Relativa das Reações e do
Crescimento de Microorganismos



Atividade da água

1. Oxidação de lipídios (rancificação)
2. Isoterma de a sorção de umidade
3. Escurecimento não-enzimático
4. Atividade enzimática
5. Crescimento de fungos —
6. Crescimento de leveduras —
7. Crescimento de bactérias —

ATIVIDADE DE ÁGUA X UMIDADE



Armazenamento em ambiente onde a umidade é menor que a A_w do alimento



Ressecamento (ex.: queijo aberto na geladeira)



Armazenamento em ambiente onde a umidade é maior que a A_w do alimento



Absorção de umidade (ex.: leite em pó exposto no ambiente)

ATIVIDADE DE ÁGUA X CONTEÚDO DE ÁGUA



**Por que a salmoura não
sofre deterioração?**



**Moléculas de água
estão ligadas ao NaCl
(baixa A_w)**

CONTATOS



E-mail: yuri.albuquerque@outlook.com



DOWNLOAD DO
CONTEÚDO DA AULA

<https://yurialb.github.io>

