



**SIAN**

Simpósio de Alimentos e Nutrição

***PROCESSOS DE CONSERVAÇÃO DE  
ALIMENTOS QUE ENVOLVEM A  
REDUÇÃO DE ÁGUA***



**SIAN**

Simpósio de Alimentos e Nutrição

**CONCENTRAÇÃO**

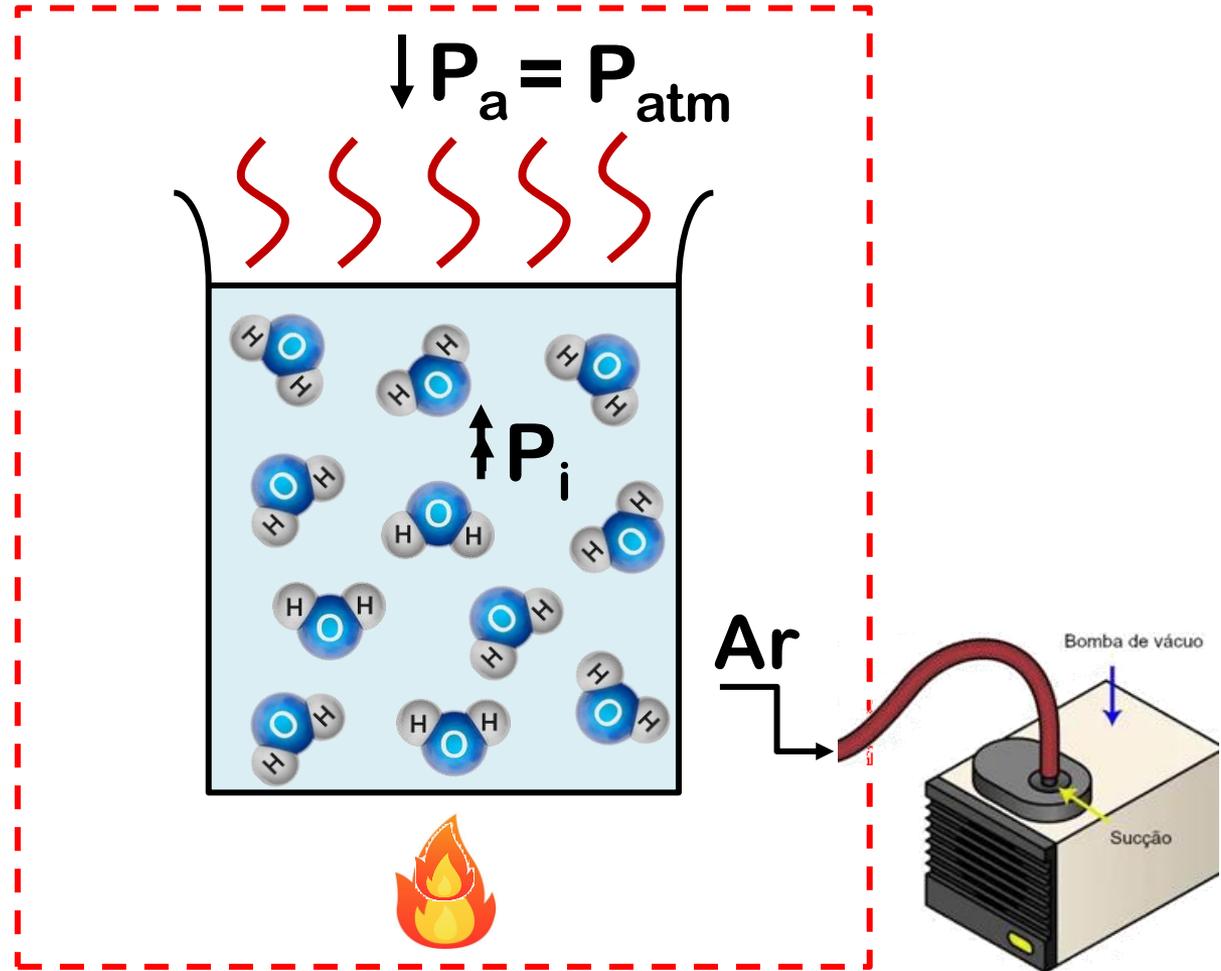
# **CONSIDERAÇÕES**

- ✓ **Eliminação parcial da água do alimento**
- ✓ **Economia com embalagem, transporte e armazenamento**
- ✓ **Concentração × atividade de água ( $a_w$ )**
- ✓ **Efeitos sobre propriedades físicas, nutrientes e micro-organismos**
- ✓ **Necessidade de métodos combinados**
- ✓ **Pré-processo para a secagem**

# FUNDAMENTOS

Evaporação:

$$P_i = P_a$$



# **FUNDAMENTOS**

- ✓ Transportes envolvidos:
  - Transferência de calor → aquecimento do produto
  - Transferência de massa → evaporação da água
  - Transferência de quantidade de movimento → transporte do fluido

SIMPÓSIO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO

# ***EQUIPAMENTOS***



**Tacho aberto**



**Rosinelson Pena**

# EQUIPAMENTOS



**Tacho a vácuo**

# ***EQUIPAMENTOS***

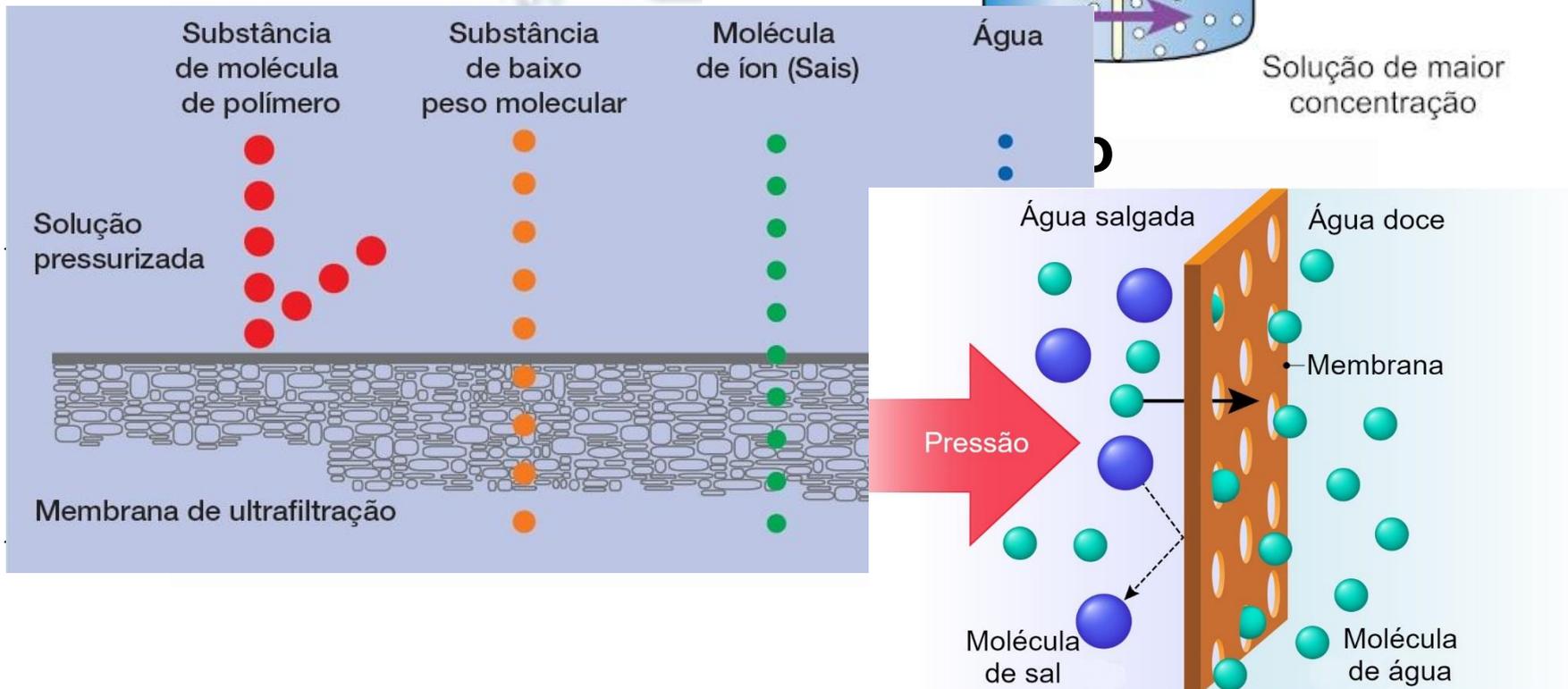
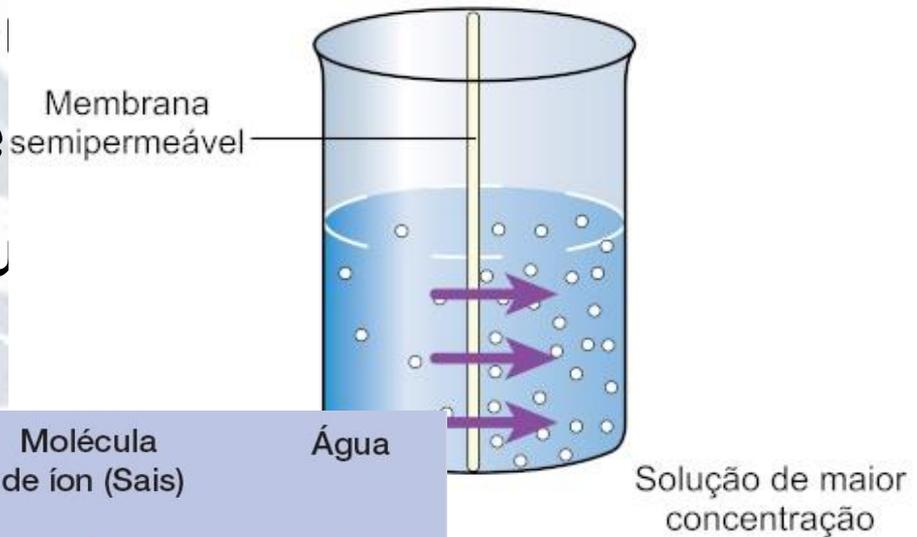


**Evaporador**

Rosinelson Pena

# PROCESSOS NÃO CONVENCIONAIS

- ✓ Ultrafiltração → remoção de  $H_2O$  de sólidos de
- ✓ Osmose reversa (ou osmose inversa) → remoção de solutos de baixo



# **APLICAÇÕES**

- ✓ Doces em geral (adição de açúcar) → conservação ( $\uparrow$  pressão osmótica,  $\downarrow a_w$ )
- ✓ Suco concentrado → conservação (pasteurização, embalagem)
- ✓ Extrato e molho de tomate → conservação (acidez, conservante, embalagem)
- ✓ Leite condensado (adição de açúcar) → conservação (pasteurização, embalagem)



# SIAN

Simpósio de Alimentos e Nutrição

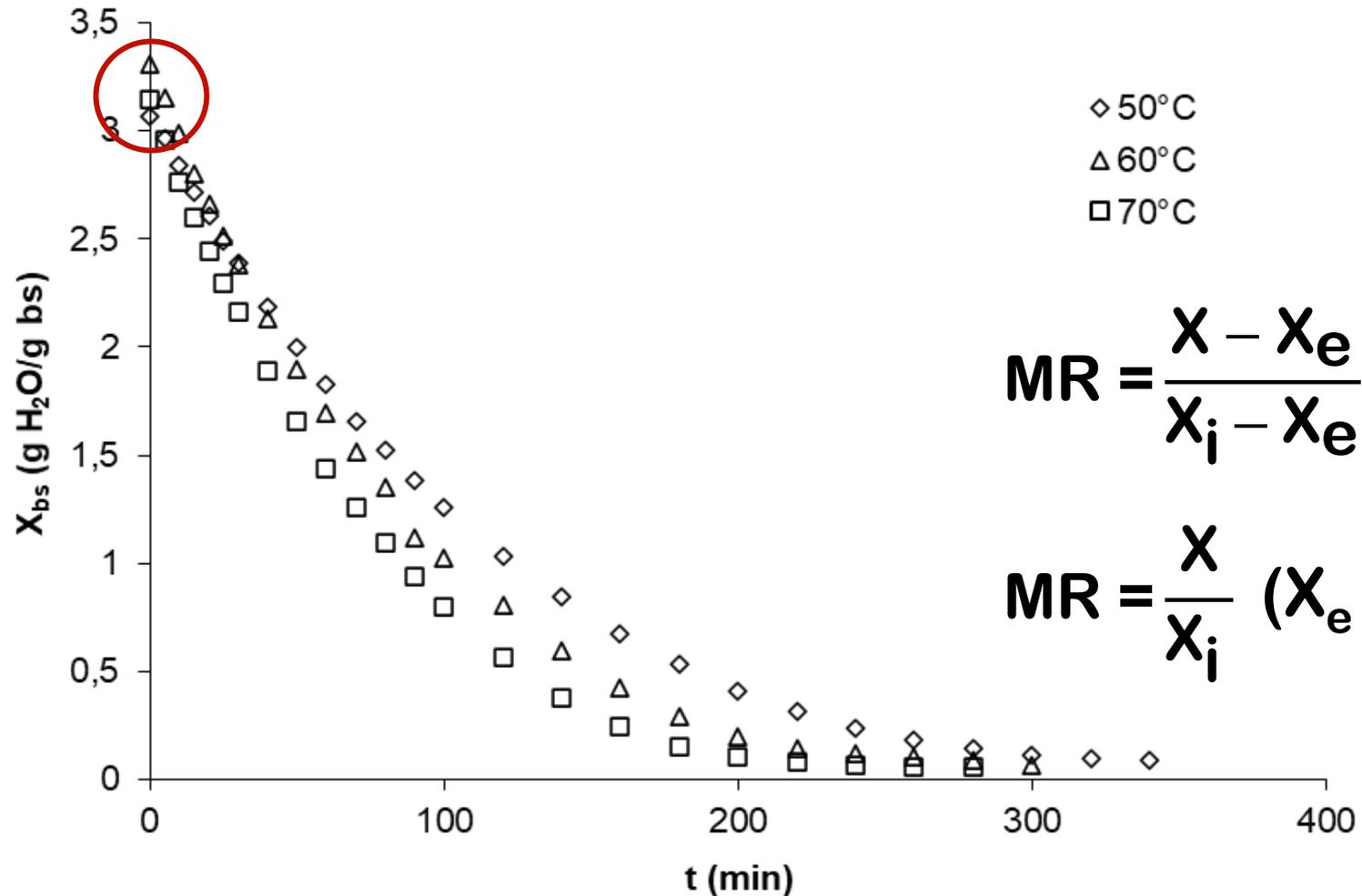
# **SECAGEM**

# **CONSIDERAÇÕES**

- ✓ Remoção da água de um alimento na forma de vapor → evaporação térmica ou contato com uma fase gasosa insaturada (ar)
- ✓ Economia com embalagem, transporte e armazenamento
- ✓ Secagem × atividade de água ( $a_w$ )
- ✓ Efeitos sobre propriedades físicas, nutrientes e micro-organismos
- ✓ Tipos: natural (sol) e artificial (secadores)

# CONSIDERAÇÕES

✓ Curva de secagem

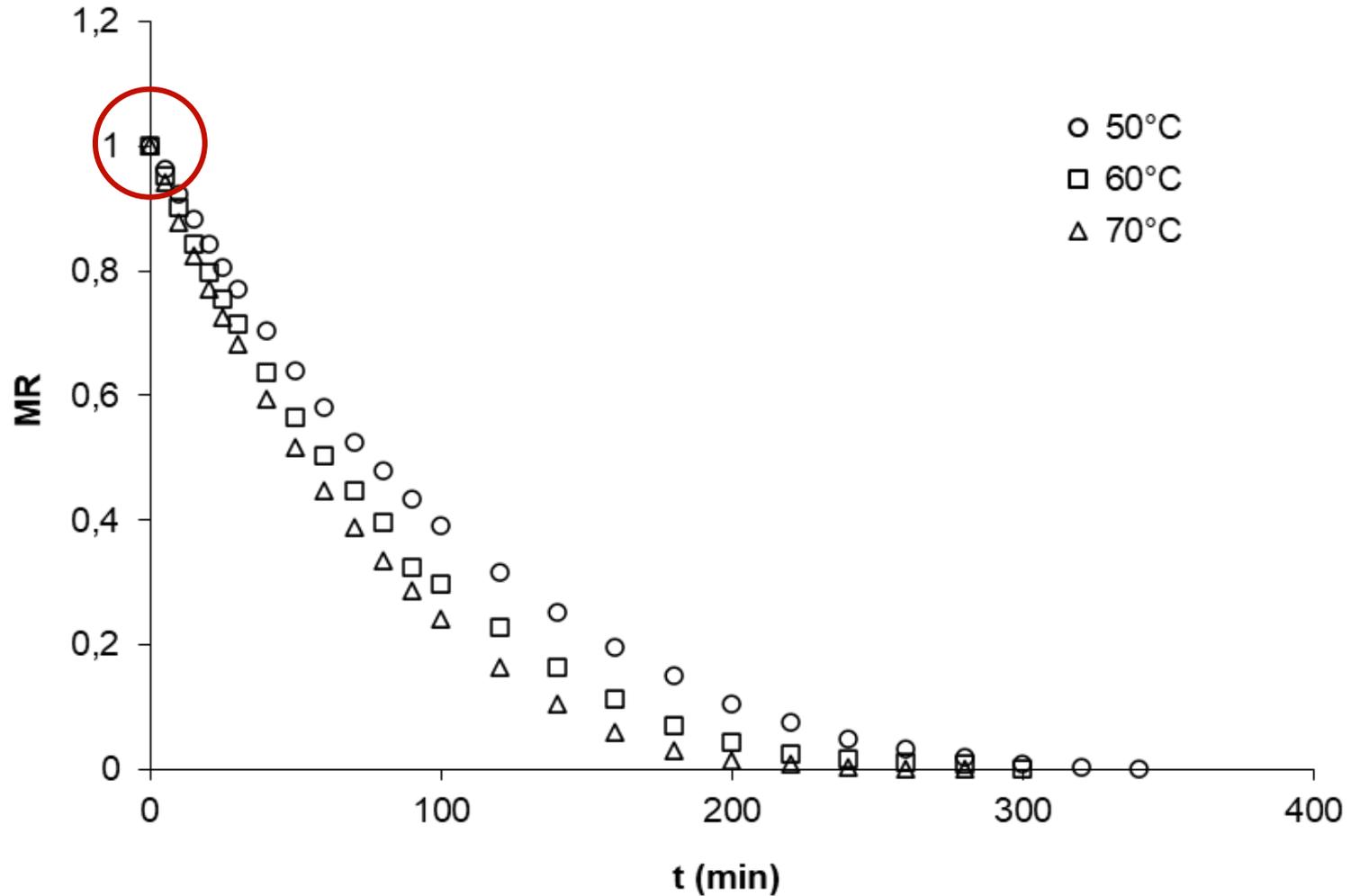


$$MR = \frac{X - X_e}{X_i - X_e}$$

$$MR = \frac{X}{X_i} \quad (X_e \rightarrow 0)$$

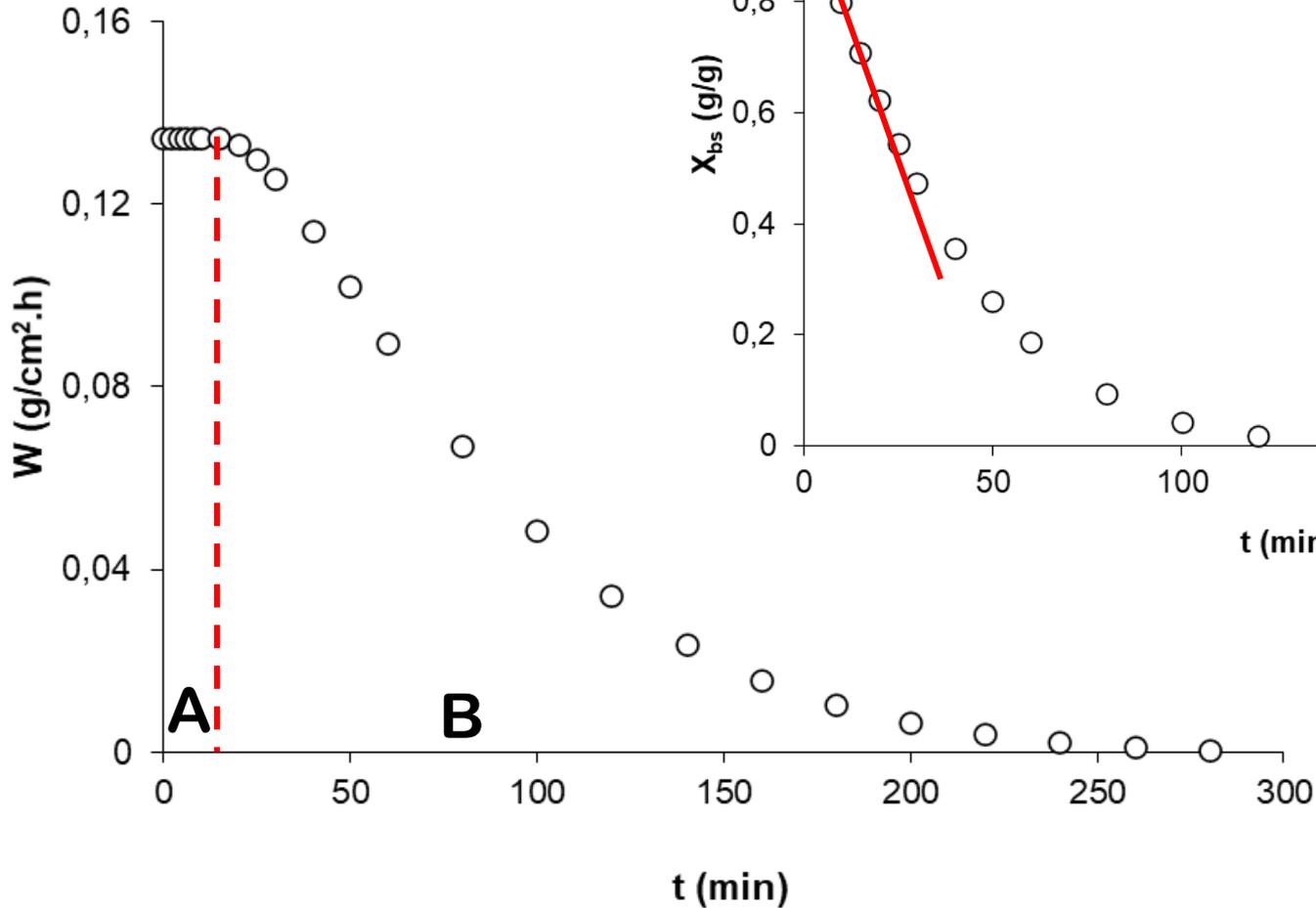
# CONSIDERAÇÕES

## ✓ Curva de secagem



# CONSIDERAÇÕES

✓ Curva de taxa de



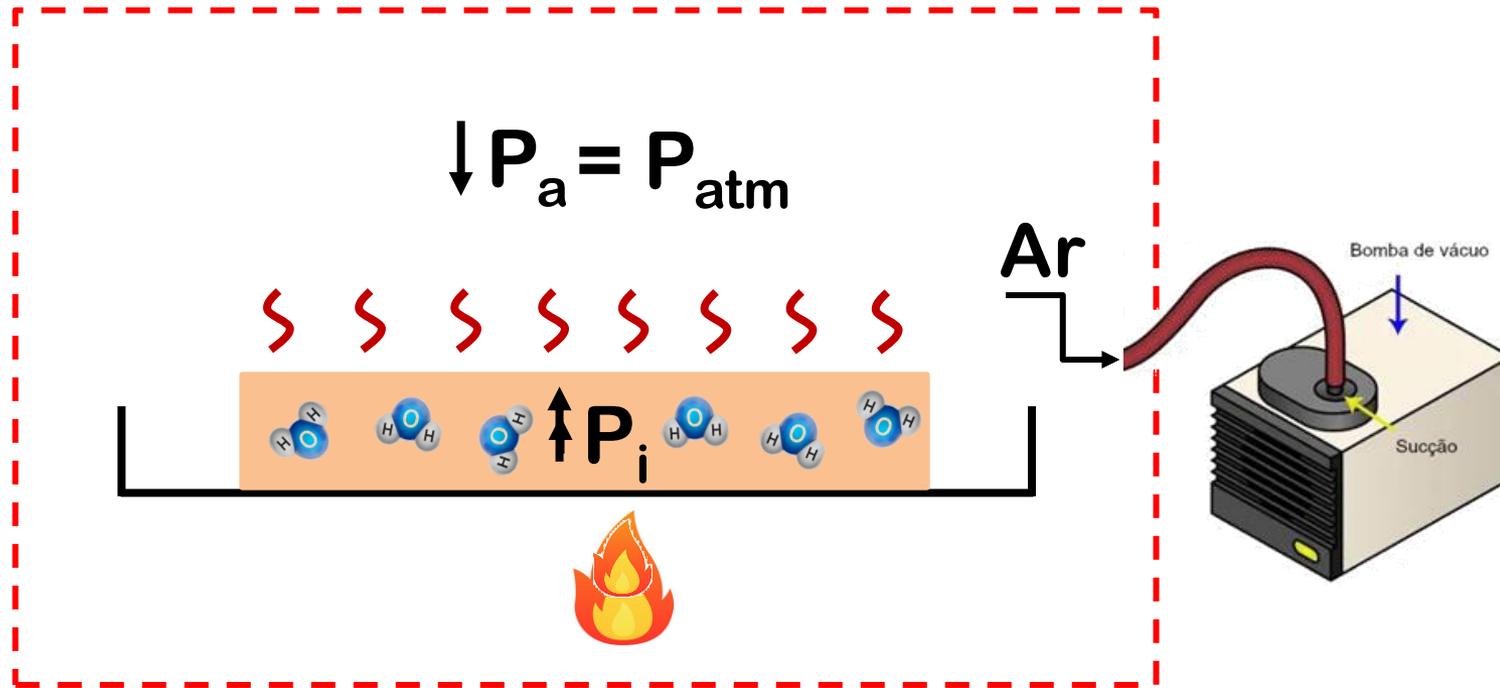
$$W = \frac{m}{A} \left( -\frac{dX}{dt} \right)$$

A – secagem à taxa constante

B – secagem à taxa decrescente

# FUNDAMENTOS

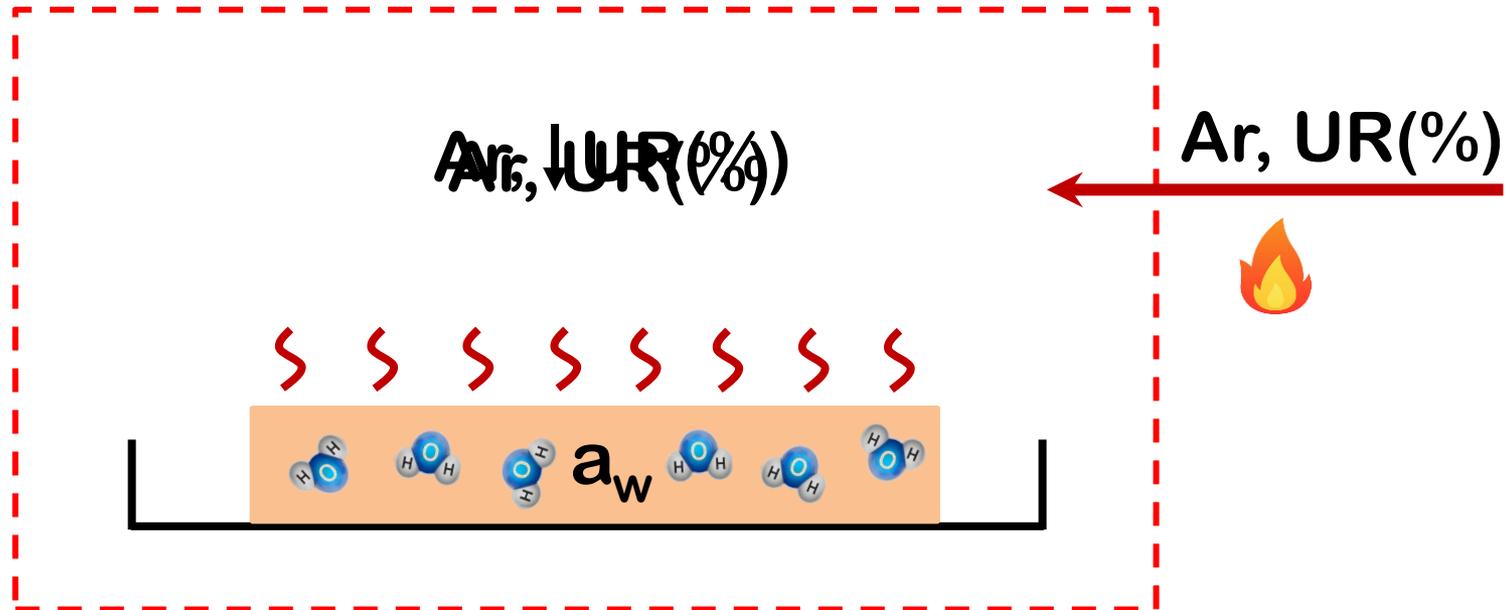
## ✓ Evaporação térmica (ebulição)



$$P_i = P_a \rightarrow \text{Evaporação}$$

# FUNDAMENTOS

- ✓ Contato com uma fase gasosa insaturada (ar)



$$\text{Equilíbrio: } a_w = \frac{\text{UR}(\%)}{100}$$

$\text{UR}(\%) < 100a_w \rightarrow \text{Evaporação}$

# **FUNDAMENTOS**

- ✓ Transportes envolvidos:
  - Transferência de calor → aquecimento do ar e do produto
  - Transferência de massa → difusão e evaporação da água
  - Transferência de quantidade de movimento → transporte do fluido

SIMPÓSIO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO

# PROCESSOS

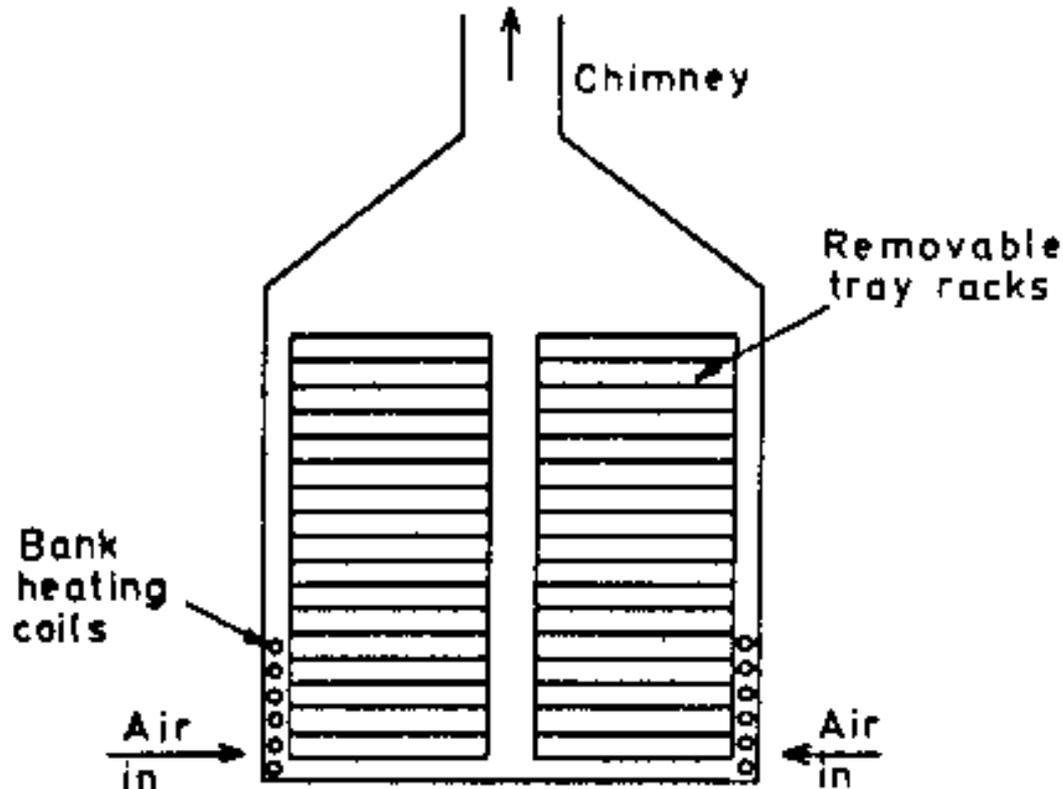
✓ Secagem natural



Secagem de amêndoas de cacau

# PROCESSOS

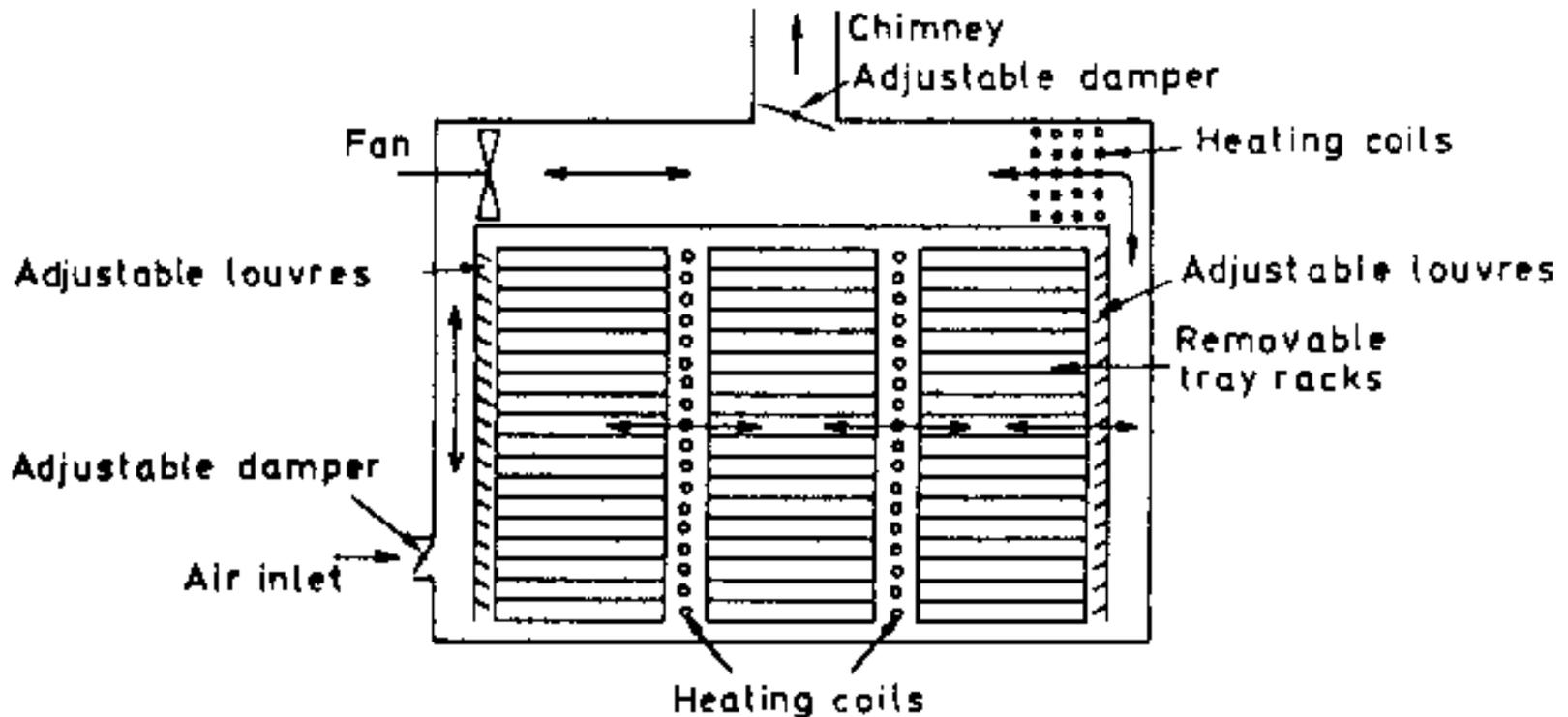
✓ Secador de bandeja → sólidos



Circulação natural do ar

# PROCESSOS

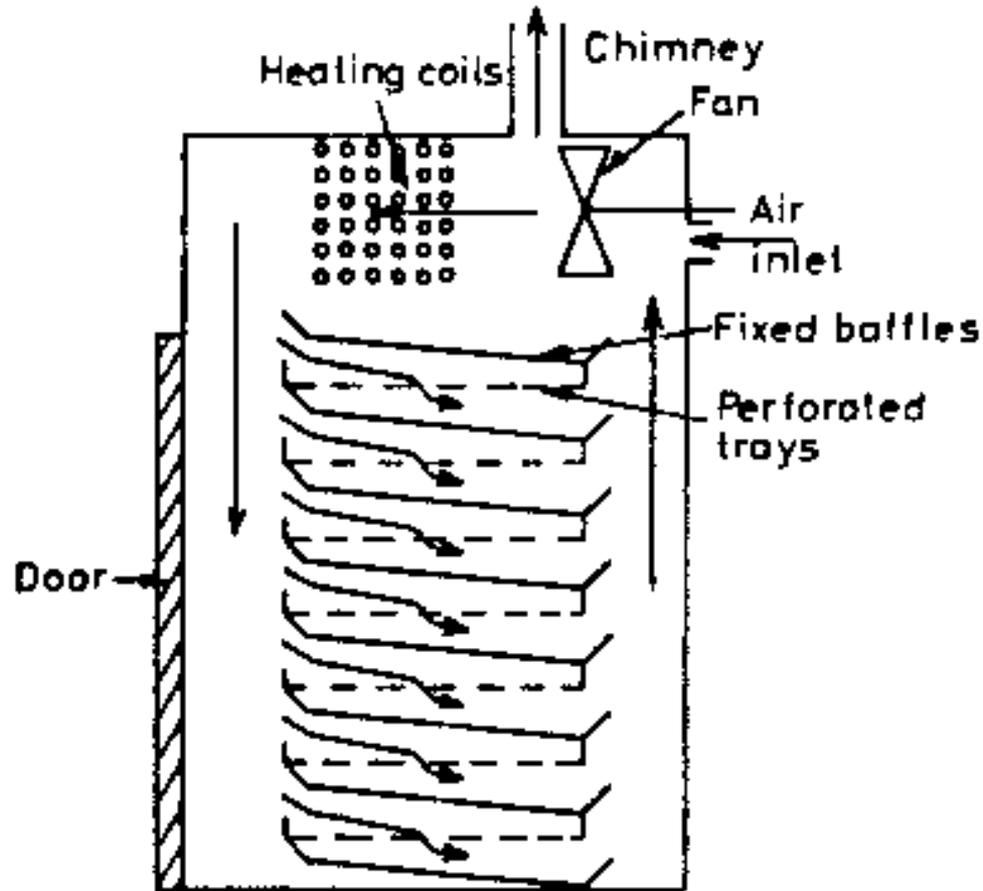
✓ Secador de bandeja → sólidos



Circulação forçada do ar

# PROCESSOS

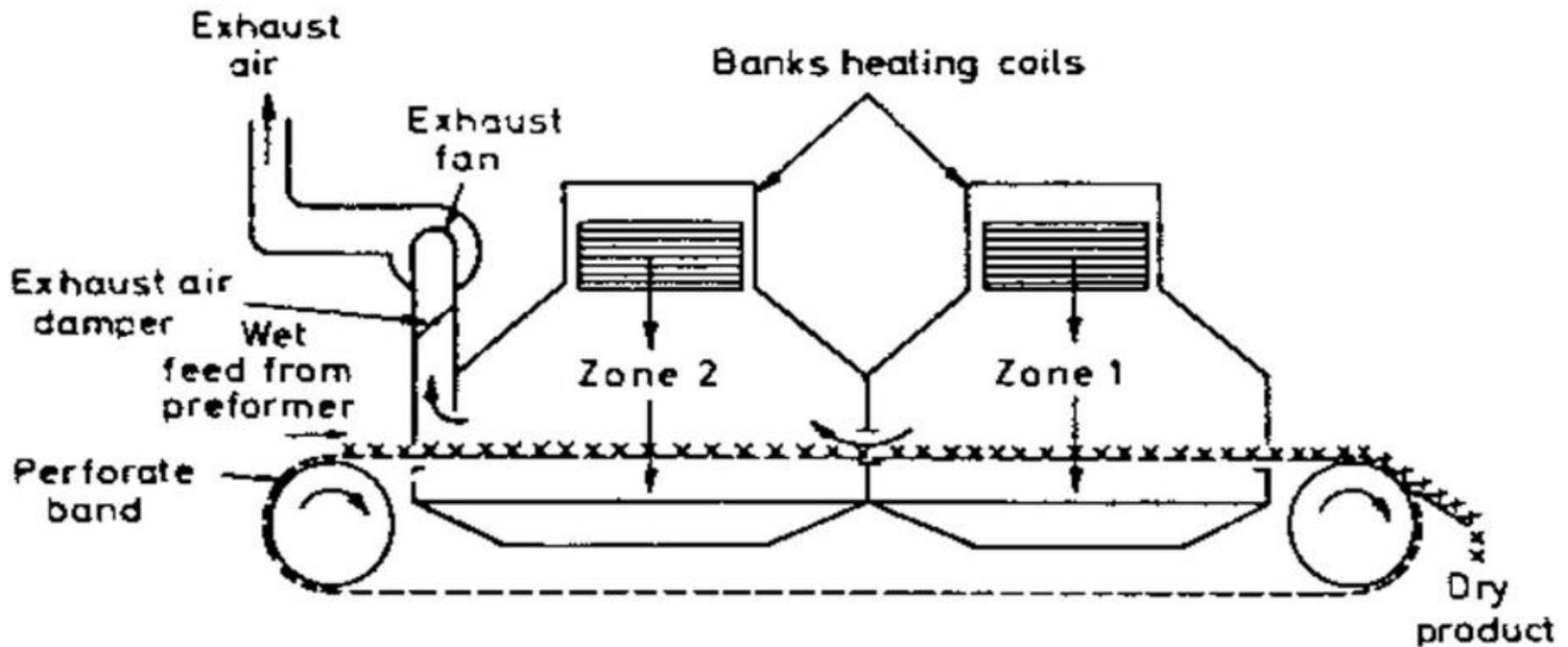
✓ Secador de bandeja → sólidos



**Bandejas perfuradas**

# PROCESSOS

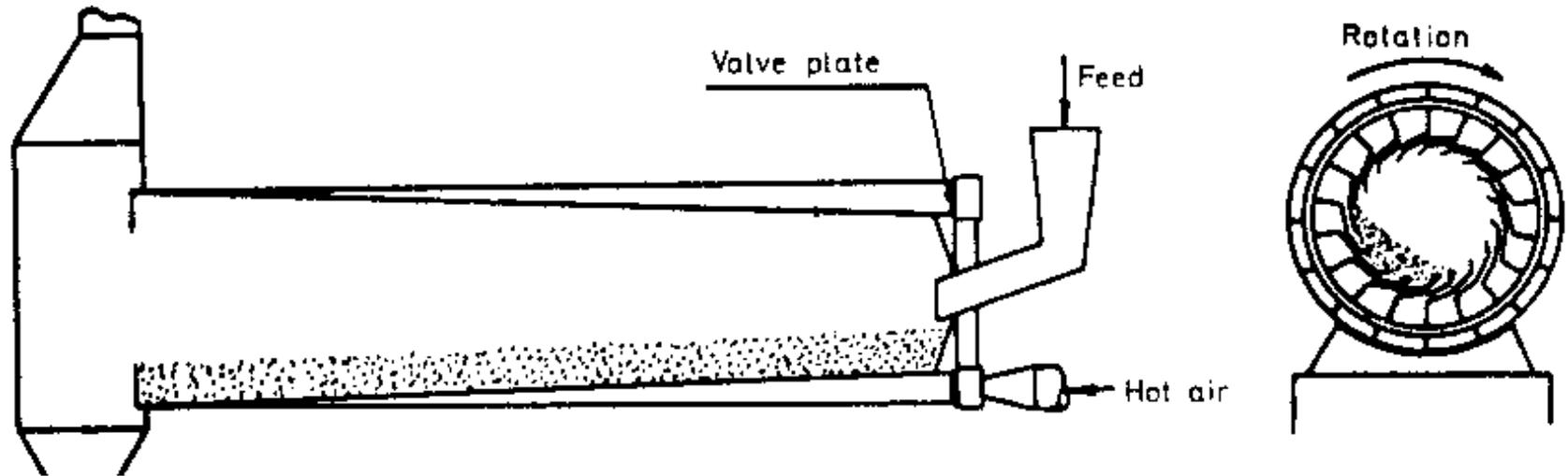
✓ Secador de esteira → sólidos



Secador contínuo

# PROCESSOS

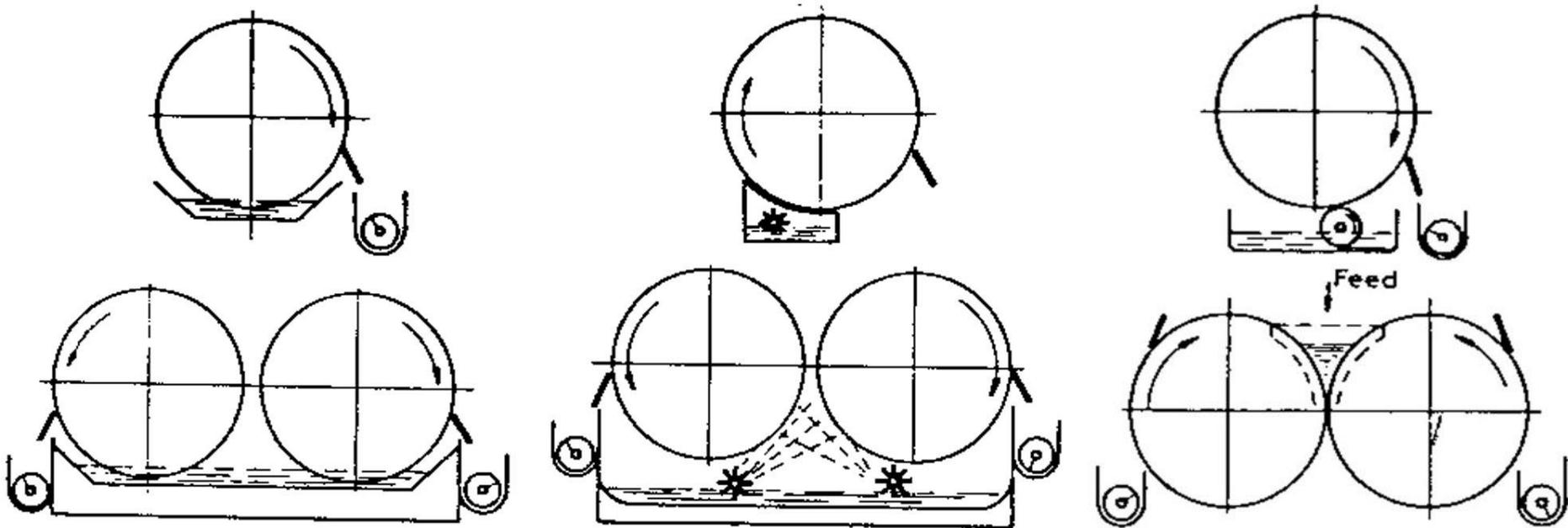
✓ Secador de tambor rotativo → grãos



Secador contínuo

# PROCESSOS

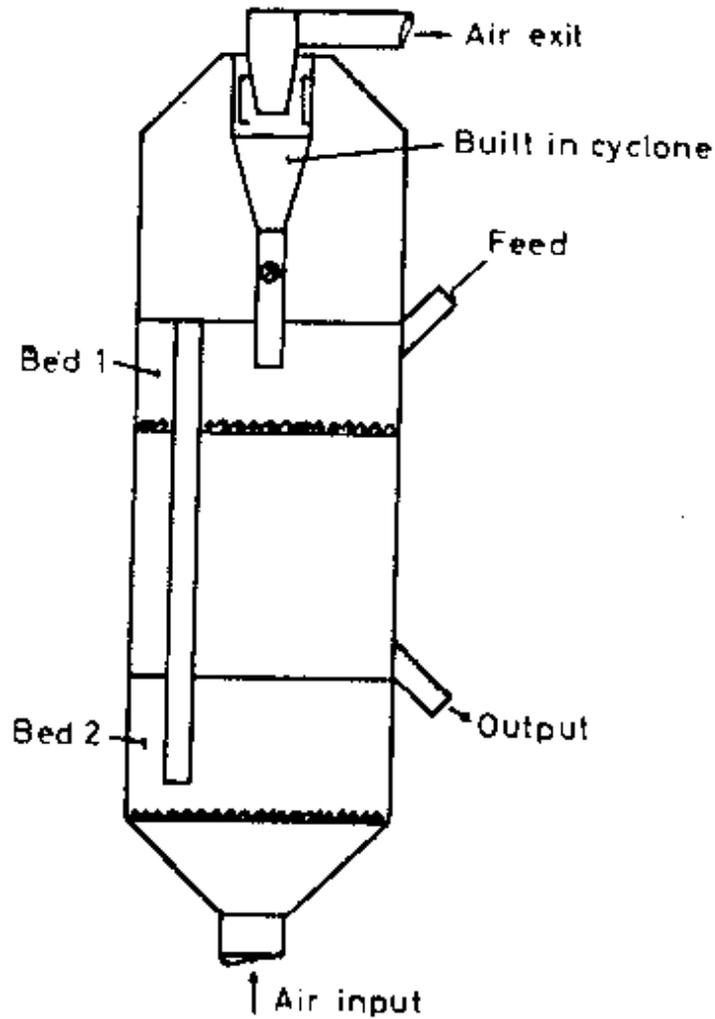
✓ Secador de tambor (filme) → pastas



Secador contínuo

# PROCESSOS

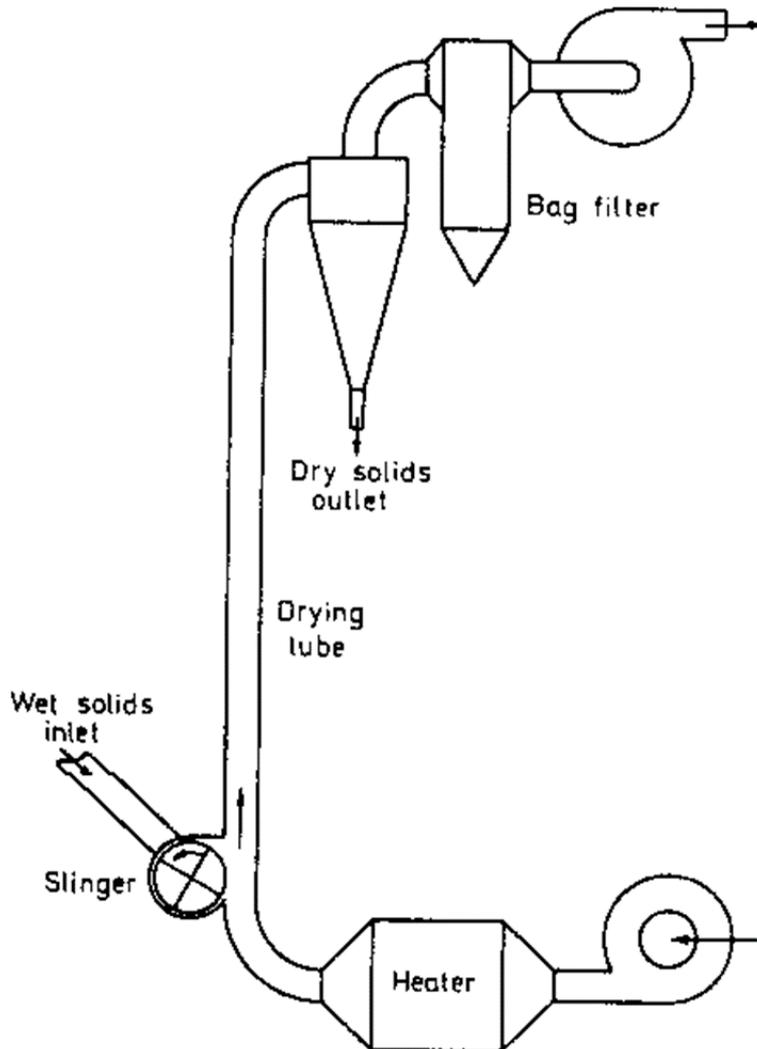
✓ Secador de leito fluidizado → particulados



Secador contínuo

# PROCESSOS

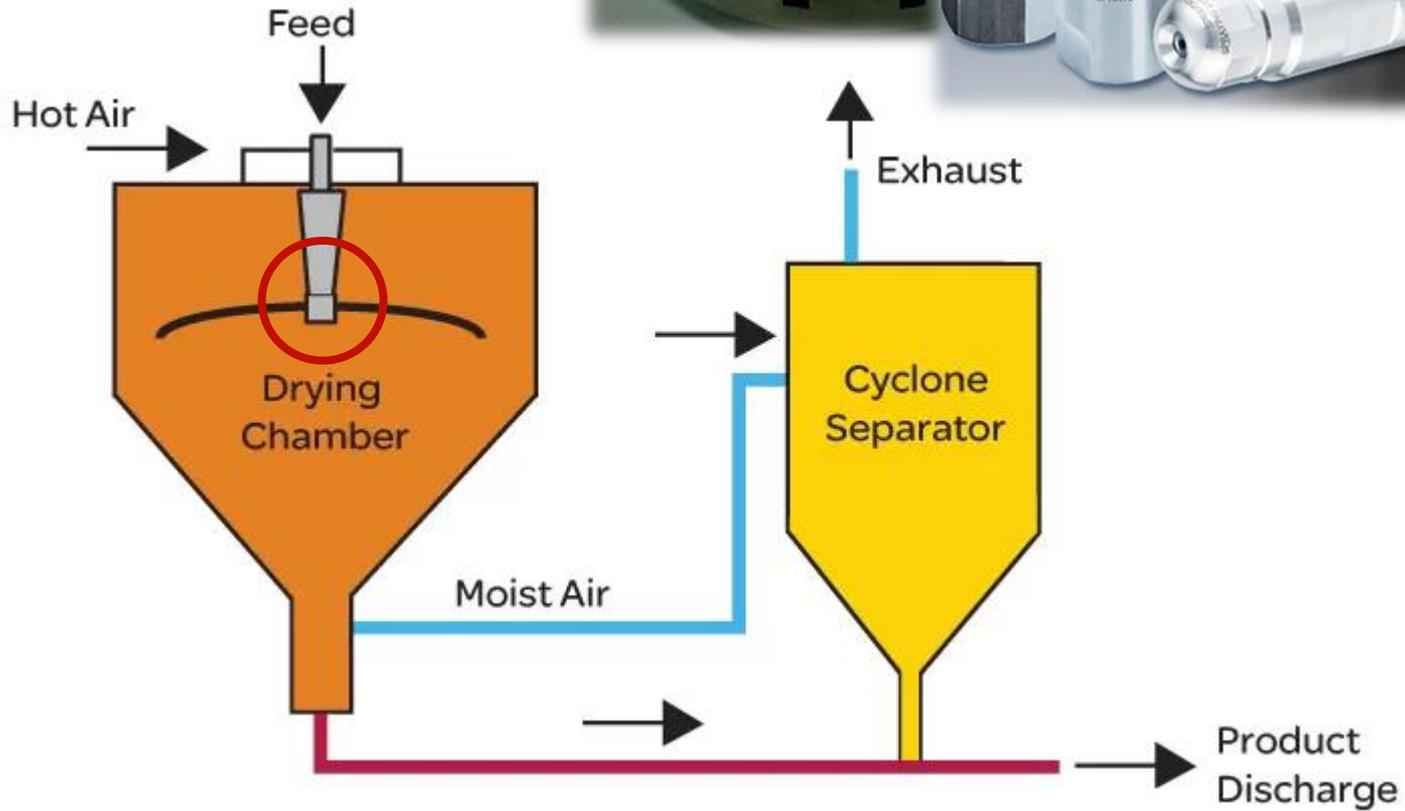
✓ Transporte pneumático → particulados



Secador contínuo

# PROCESSOS

✓ Secagem por atom



Spray dryer

Rosinelson Pena

# PROCESSOS

## ✓ Liofilização



Liofilizador

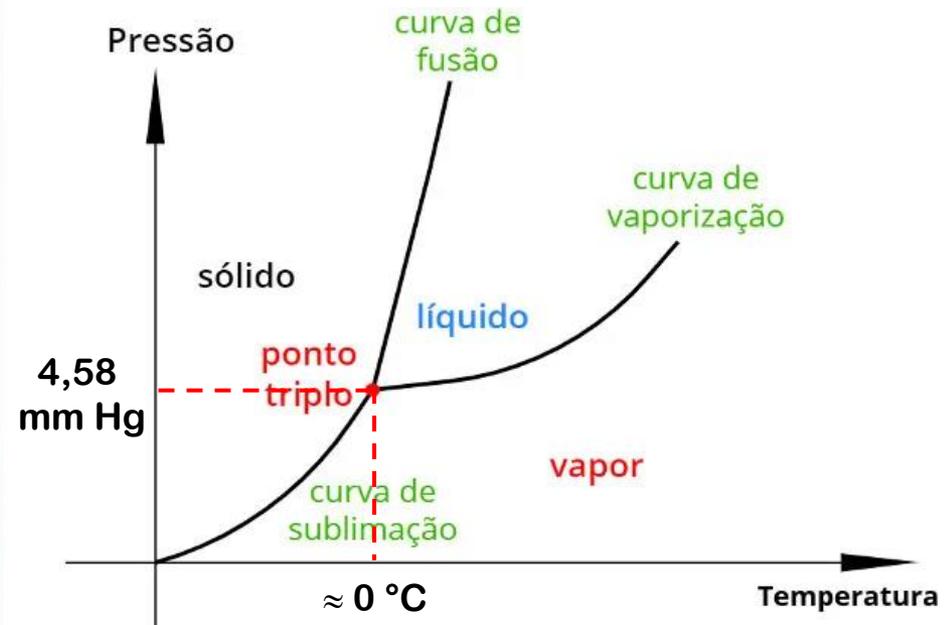


Diagrama de fases da água pura

# **APLICAÇÕES**

- ✓ Cereais (trigo, arroz, milho, cevada, aveia, centeio, sorgo)
- ✓ Grãos (soja, feijão, ervilha, grão de bico, lentilha)
- ✓ Produtos em pó (sucos, leite, café, chocolate)
- ✓ Farinhas
- ✓ Frutas secas
- ✓ Carne e pescados secos
- ✓ Conservação → pasteurização /  $a_w$  (fluidos), sanitização /  $a_w$  (sólidos)



**SIAN**

Simpósio de Alimentos e Nutrição

***DESIDRATAÇÃO  
OSMÓTICA***

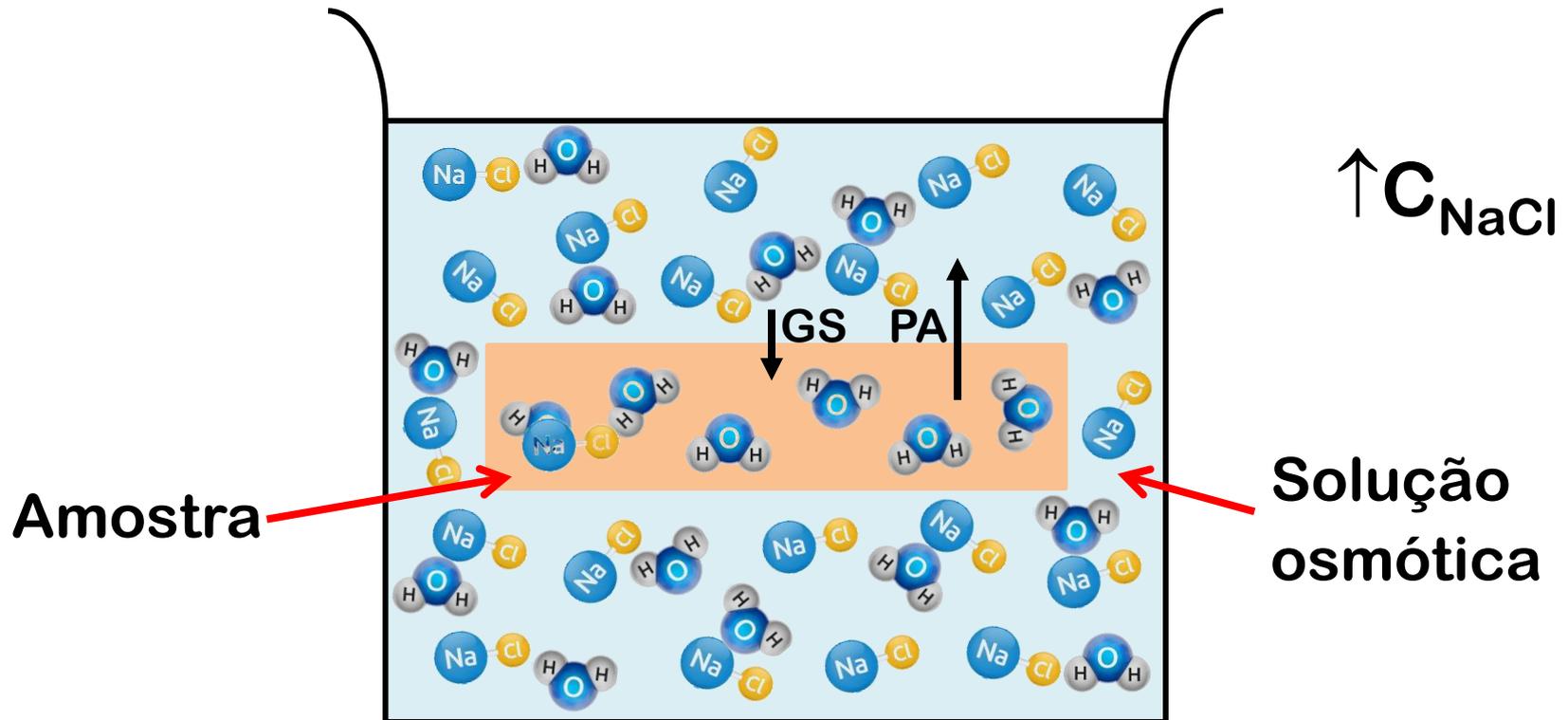
# **CONSIDERAÇÕES**

- ✓ **Eliminação parcial da água do alimento**
- ✓ **DO × atividade de água ( $a_w$ )**
- ✓ **Efeitos sobre propriedades físicas, nutrientes e micro-organismos**
- ✓ **Necessidade de métodos combinados**
- ✓ **Pré-processo para a secagem → redução de custos**

S I A N  
Simpósio de Alimentos e Nutrição

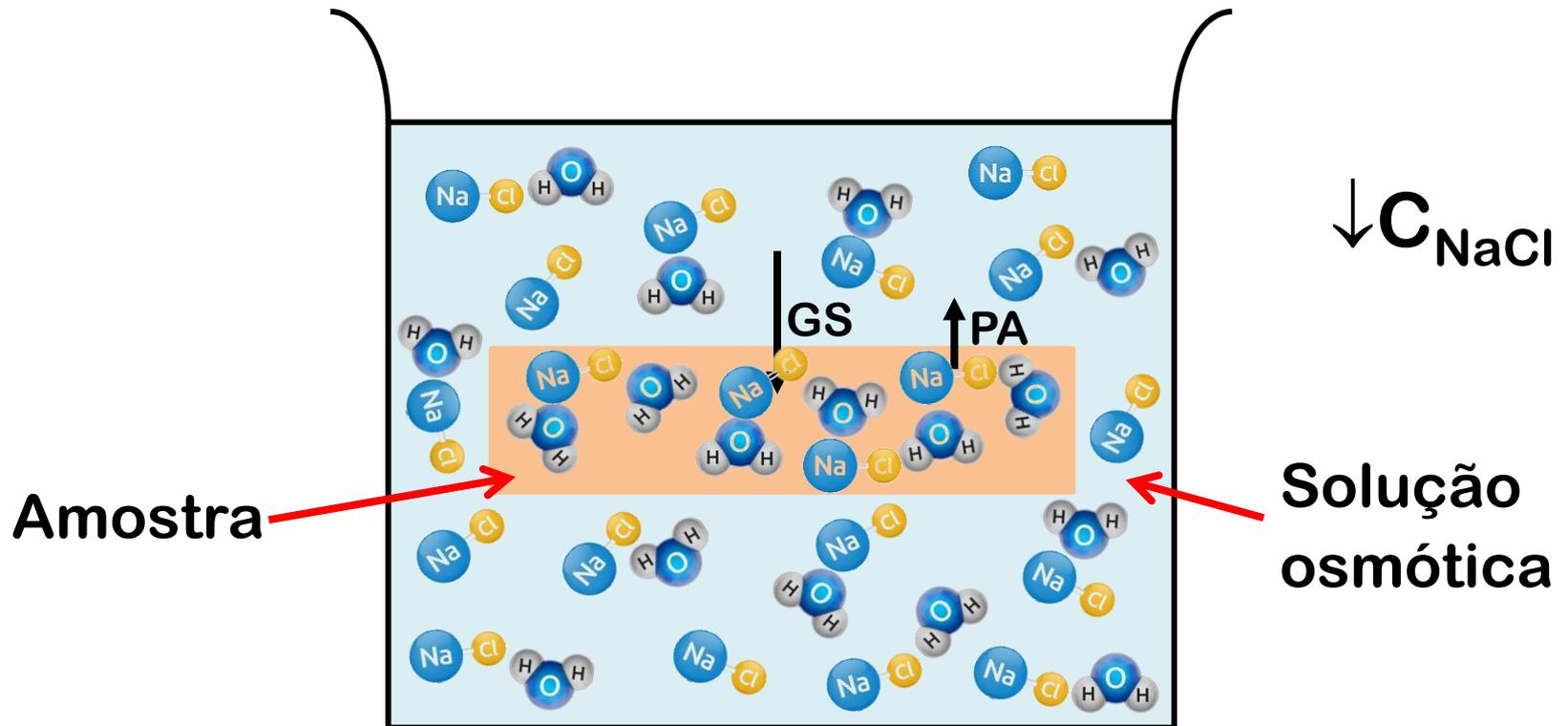
# FUNDAMENTOS

## Desidratação osmótica



# FUNDAMENTOS

## Impregnação



# **FUNDAMENTOS**

- ✓ Transportes envolvidos:
  - Transferência de calor → aquecimento da solução osmótica
  - Transferência de massa → difusão da água e de sólidos
  - Transferência de quantidade de movimento → se houver transporte do fluido

# **FUNDAMENTOS**

## ✓ Controles:

- Agente osmótico (NaCl, sacarose, glicose, frutose, sorbitol)
- Tipo de solução (binária, ternária)
- Concentração da solução osmótica
- ↓Relação amostra/solução →  $C_{\text{solução}}$  cte
- Agitação → homogeneidade
- Temperatura → ↑PA ↓sensorial e bioativos
- Tempo
- Pressão (vácuo) → ↓O<sub>2</sub> e líquido dos poros

# **APLICAÇÕES**

- ✓ Frutas → uva-passa, banana-passa
- ✓ Carnes → charque, carne de sol
- ✓ Pescados → peixe, camarão, mariscos

**S I A N**  
Simpósio de Alimentos e Nutrição



# SIAN

Simpósio de Alimentos e Nutrição

***OBRIGADO!***

***ROSINELSON DA SILVA PENA***

***(rspena@ufpa.br)***