UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – PIRASSUNUNGA

ZEB0562

CÁLCULO NUMÉRICO

PROF. DR. JOSÉ A. RABI

DEPTO. ENGENHARIA DE BIOSSISTEMAS

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

USP

FZEA

ZEB0562 – TÓPICO 10: PARTE 5/5

PVC – EDO ORDEM 2: MDF

HANDS-ON TASK

- RESFRIAMENTO RÁPIDO DE REFEIÇÕES
- MODELO → PVC-EDO ORDEM 2 PERMANENTE

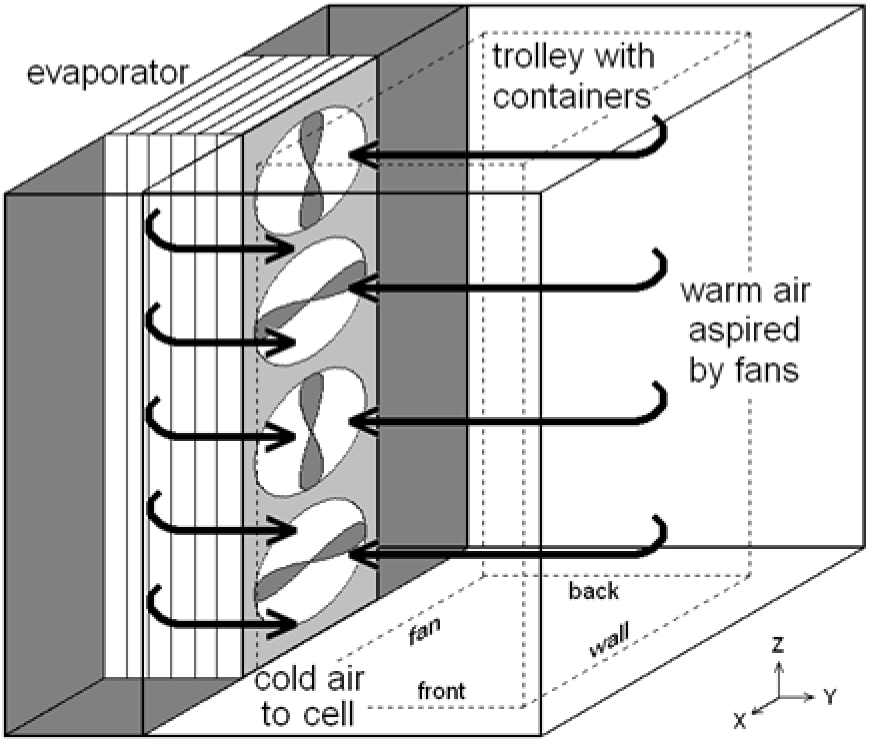
↓

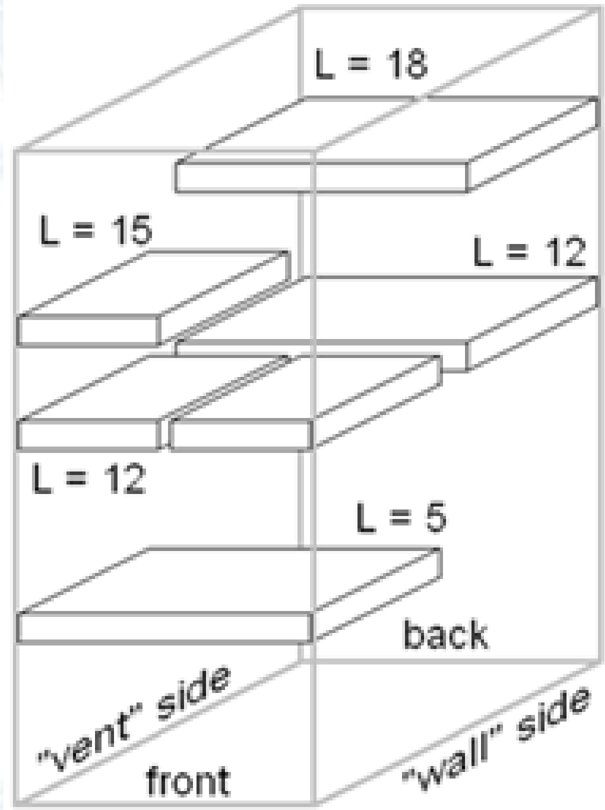
CONDIÇÕES DE CONTORNO: DIRICHLET & ROBIN

- SOLUÇÃO: MÉTODO DE DIFERENÇAS FINITAS

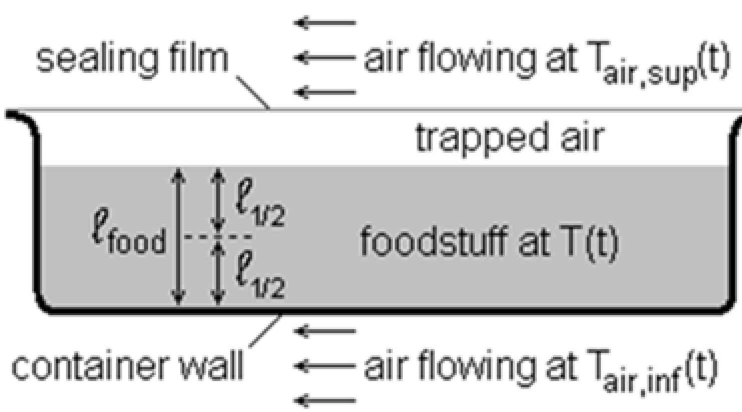
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
USP
FZEA

Resfriamento rápido de refeições





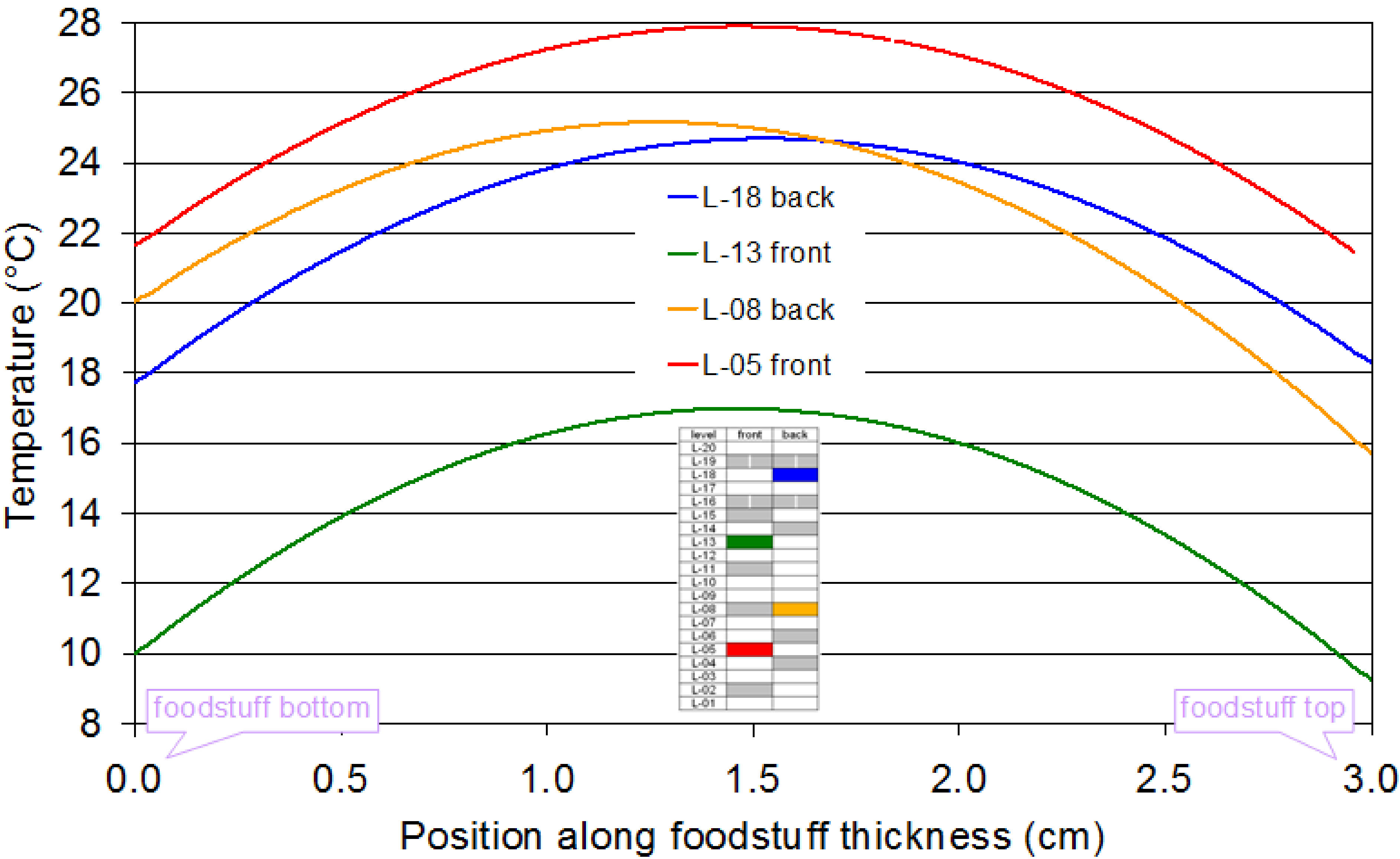
level	front	back
L-20		
L-19		
L-18		
L-17		
L-16		
L-15		
L-14		
L-13		
L-12		
L-11		
L-10		
L-9		
L-8		
L-7		
L-6		
L-5		
L-4		
L-3		
L-2		
L-1		



modelo

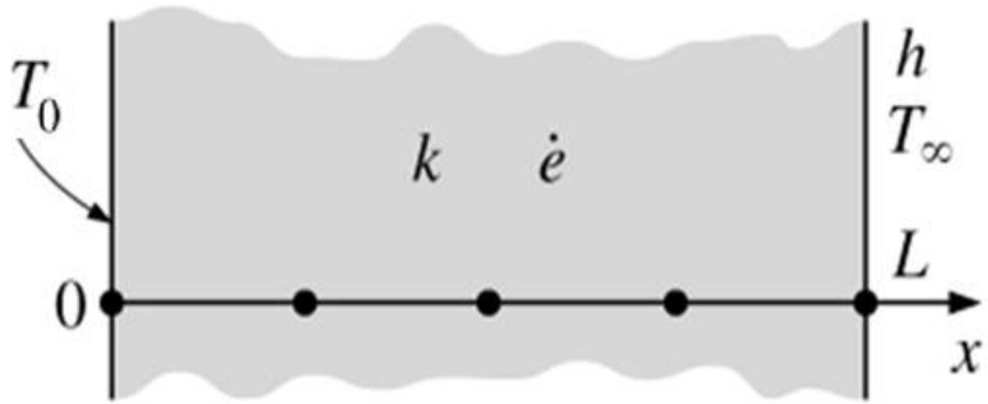
representação esquemática

Resfriamento rápido de refeições



HOT → solução numérica via MDF

Condução de calor: regime permanente e geração interna: $\dfrac{\mathrm{d}^2T}{\mathrm{d}x^2}+\dfrac{\dot{e}}{k}=0$



$$\dot{e}=5\times10^6\ \mathrm{W/m^3} \qquad L=0.04\,\mathrm{m}$$
$$h=45\,\mathrm{W/(m^2K)} \qquad T_0=0^\circ\mathrm{C}$$
$$k=28\,\mathrm{W/(m\,K)} \qquad T_\infty=30^\circ\mathrm{C}$$

$$1\le m\le 3:\quad \frac{T_{m-1}-2T_m+T_{m+1}}{(\Delta x)^2}+\frac{\dot{e}}{k}=0 \quad\Rightarrow\quad T_m=\frac{T_{m-1}+T_{m+1}}{2}+\frac{\dot{e}(\Delta x)^2}{2k}$$

$$m=4:\ h\left(T_\infty-T_4\right)+k\frac{T_3-T_4}{\Delta x}+\frac{\dot{e}\Delta x}{2}=0\Rightarrow T_4=\frac{h\Delta x T_\infty+kT_3+\frac{1}{2}\dot{e}(\Delta x)^2}{h\Delta x+k}$$

$$\text{solução exata}:\quad T(x)=T_0+\frac{\dot{e}L+\dot{e}hL^2/(2k)+h(T_\infty-T_0)}{hL+k}x-\frac{\dot{e}}{2k}x^2$$