



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

EXPERIMENTO

**DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM
O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS
SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA
CONSTANTE**



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

INTRODUÇÃO

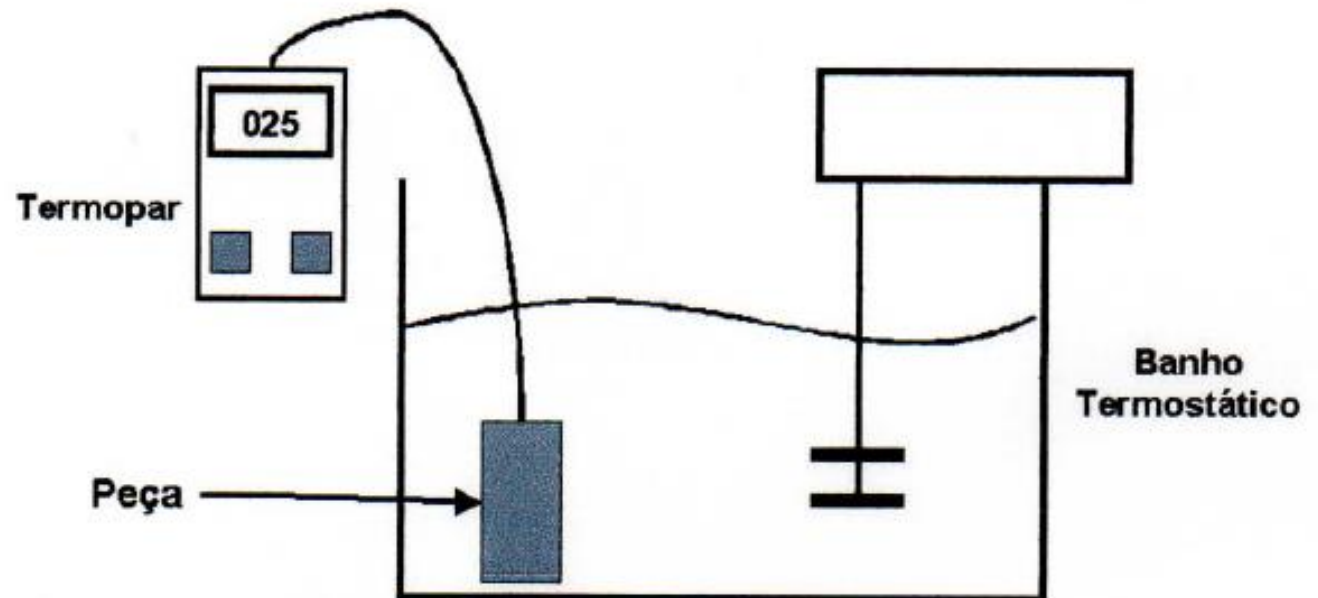
Esta experiência visa principalmente a determinação da temperatura no centro geométrico de diferentes formas sólidas (placa, cilindro e esfera). Será feita também a comparação com a análise transiente de parâmetros concentrados, objetivando verificar a validade da hipótese de parâmetros concentrados.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

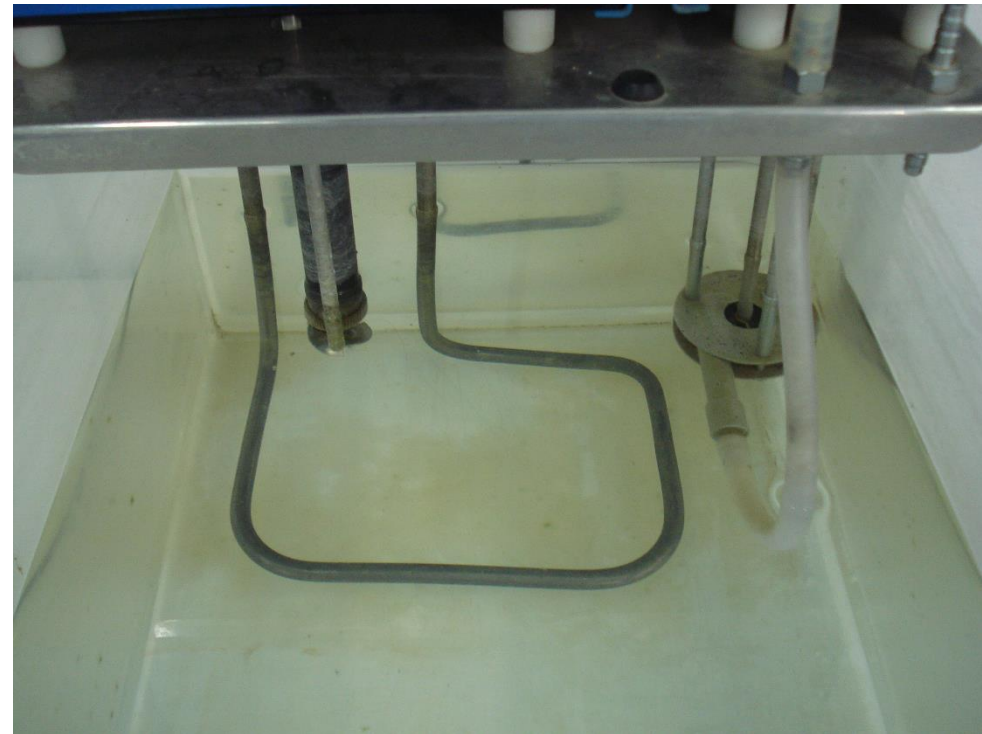
ARRANJO FÍSICO





UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

ARRANJO FÍSICO





EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

EQUAÇÕES QUE REGEM O FENÔMENO

$$Bi = \frac{h \times L_s}{k_s}$$

$$L_s = \frac{V_s}{A_s}$$

$$\frac{T(t) - T_{\infty}}{T_0 - T_{\infty}} = e^{-mt}$$

$$m = \frac{h}{\rho \times c_p \times L_s}$$

OBS: $Bi \leq 0,1$ (vale a hipótese de análise transiente por parâmetros concentrados)



EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

Onde:

T_0 = temperatura inicial do sólido

T_t = temperatura do sólido no tempo t

T_f = temperatura do fluido

V_s = volume do sólido

A_s = área do sólido em contato com o fluido

ρ_s = massa específica do sólido

cp_s = calor específico do sólido

h = coeficiente de convecção (valor constante neste caso)

k_s = condutividade térmica do sólido

Bi = número de Biot

L_s = comprimento equivalente



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

P1 – Colocar a peça no fluido que está mantido a uma temperatura constante, através de um banho termostático.

P2 – Acoplar o termopar no sólido.

P3 – Efetuar a leitura da temperatura (T) e o tempo (t), durante o intervalo de temperatura estabelecido pelo Professor.

P4 – Retirar a peça do fluido e imergi-la em um banho de água gelada para acelerar o arrefecimento.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

P5 - Selecionar outra peça e retornar a P1.

P6 - Os experimentos serão feitos em duplicata, e na repetição, o procedimento 4 (P4) não deverá ser realizado

P7 – Quando a repetição estiver concluída, todas as peças estarão dentro do banho termostático. Retirar todas as peças e coloca-las no ar ambiente.

P8 – Efetuar a leitura da temperatura (T) e o tempo (t), durante o intervalo de tempo estabelecido pelo Professor.



OBSERVAÇÃO: os dados contidos nas tabelas mostradas a seguir deverão ser entregues ao professor ao término do experimento. O grupo deverá providenciar uma cópia para que possam elaborar o relatório.

[illegible]



NO TOTAL SERÃO 12 TABELAS:

[illegible][illegible]



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

Geometrias:

- ✓ Placa
- ✓ Cilindro
- ✓ Esfera

Materiais:

- Cobre e Alumínio





EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

RESULTADOS

➤ Plotar os gráficos:

- ✓ Temperatura x tempo (experimental)
- ✓ Temperatura x tempo (teórico)

Comparar e discutir os resultados encontrados.

$$e(\%) = \frac{|t_{\text{exp}} - t_{\text{teór}}|}{t_{\text{teór}}} \times 100$$



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

RELATÓRIO

$$h_{\text{água}} = 1500 \text{ W/m}^2.\text{°C}$$

$$h_{\text{ar}} = 15 \text{ W/m}^2.\text{°C}$$



EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

RELATÓRIO

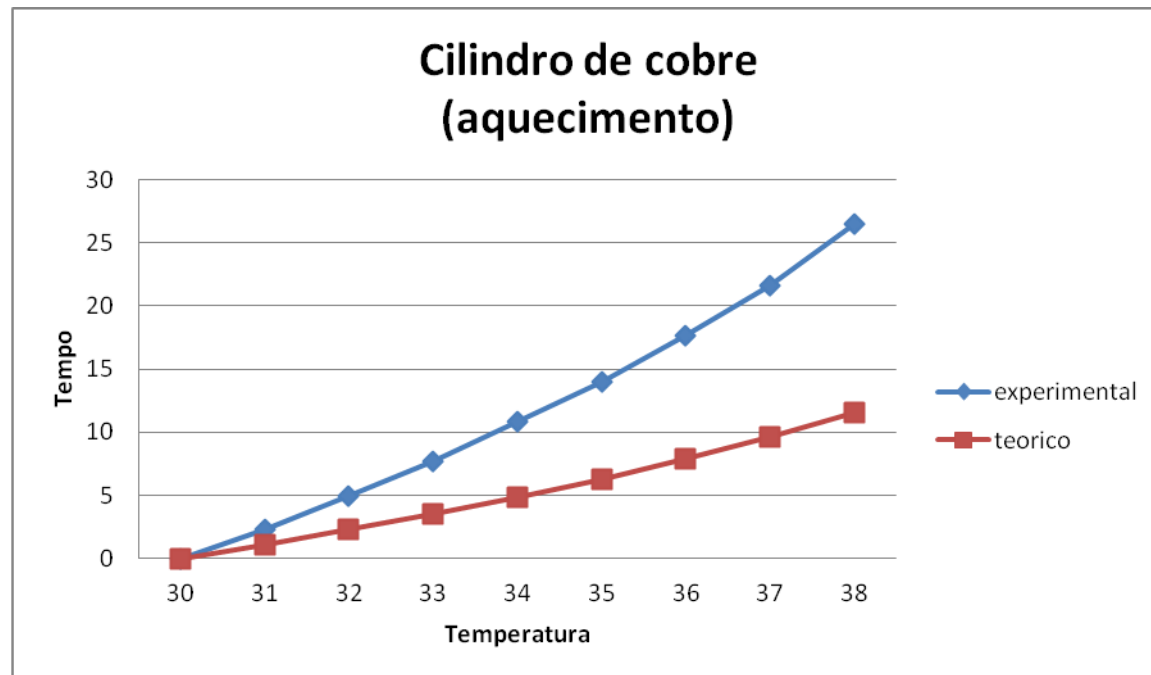


DIMENSÕES DAS FORMAS GEOMÉTRICAS		
PLACA (Al e Cu)	CILINDRO (Al e Cu)	ESFERA (Al e Cu)
Espessura = 13 mm Largura = 102 mm Comprimento = 153 mm	Diâmetro = 50 mm Altura = 153 mm	Diâmetro = 51 mm



EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

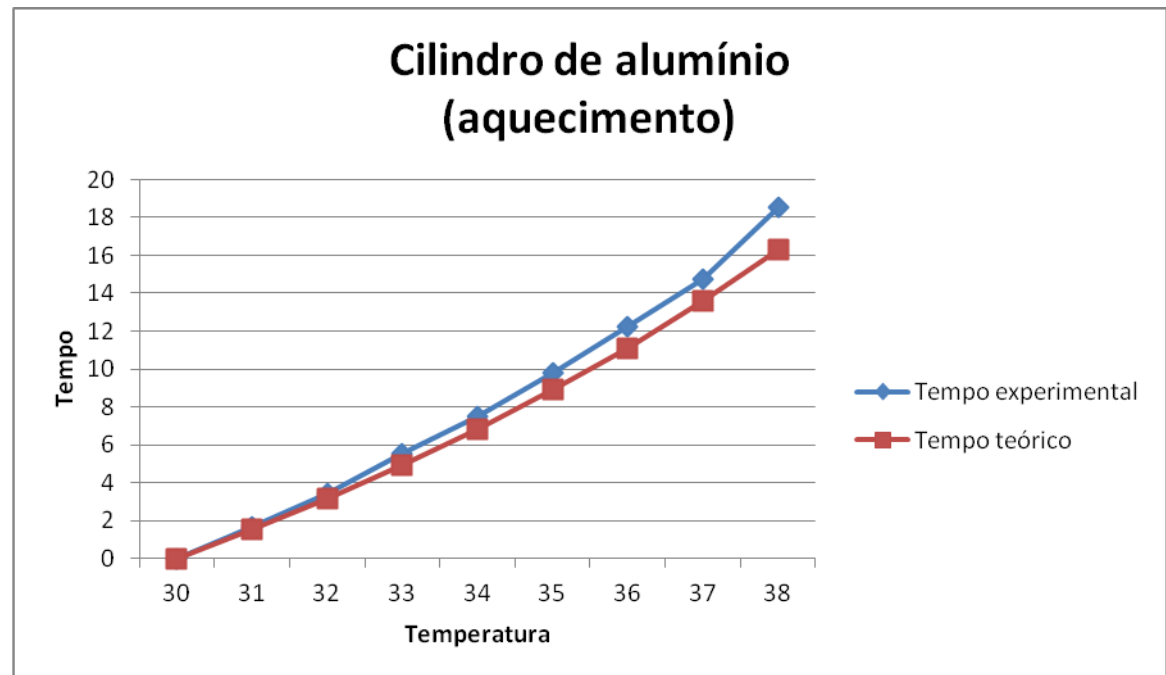
ETAPA DE AQUECIMENTO





EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

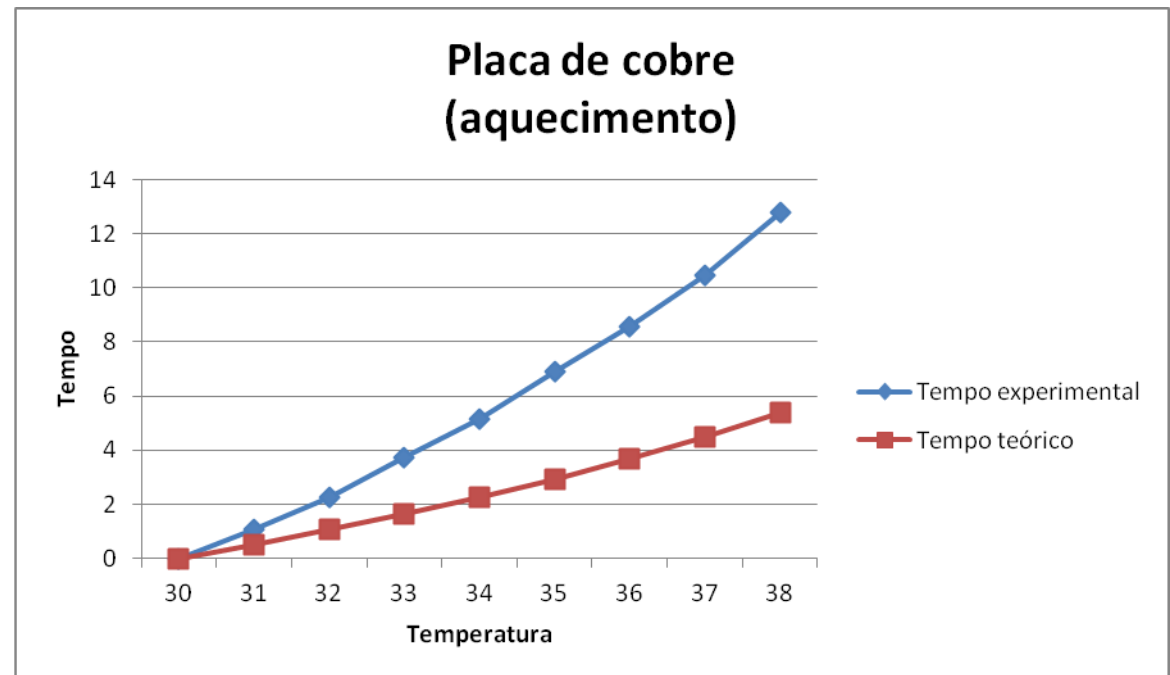
ETAPA DE AQUECIMENTO





EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

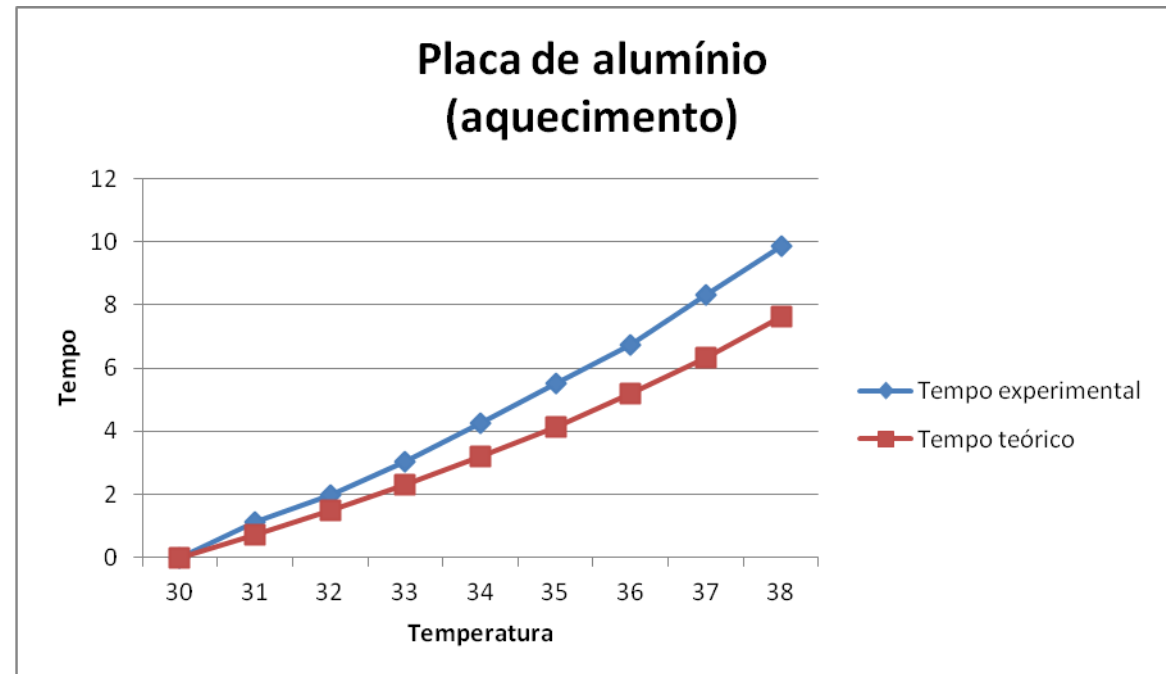
ETAPA DE AQUECIMENTO





EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

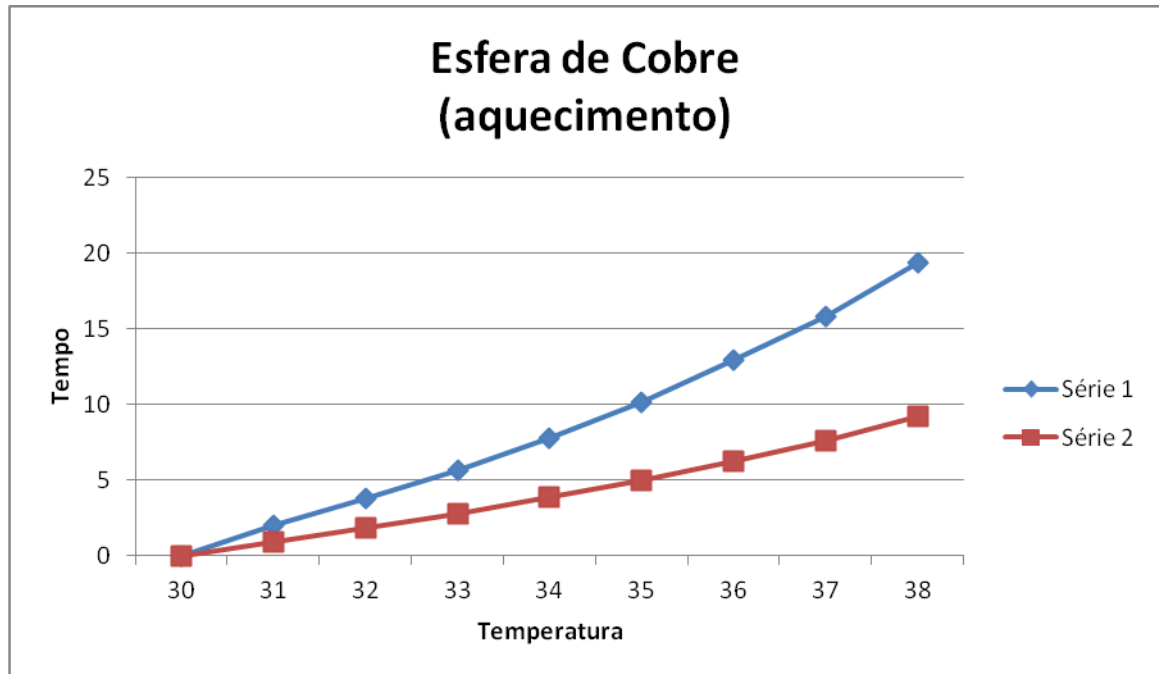
ETAPA DE AQUECIMENTO





EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

ETAPA DE AQUECIMENTO

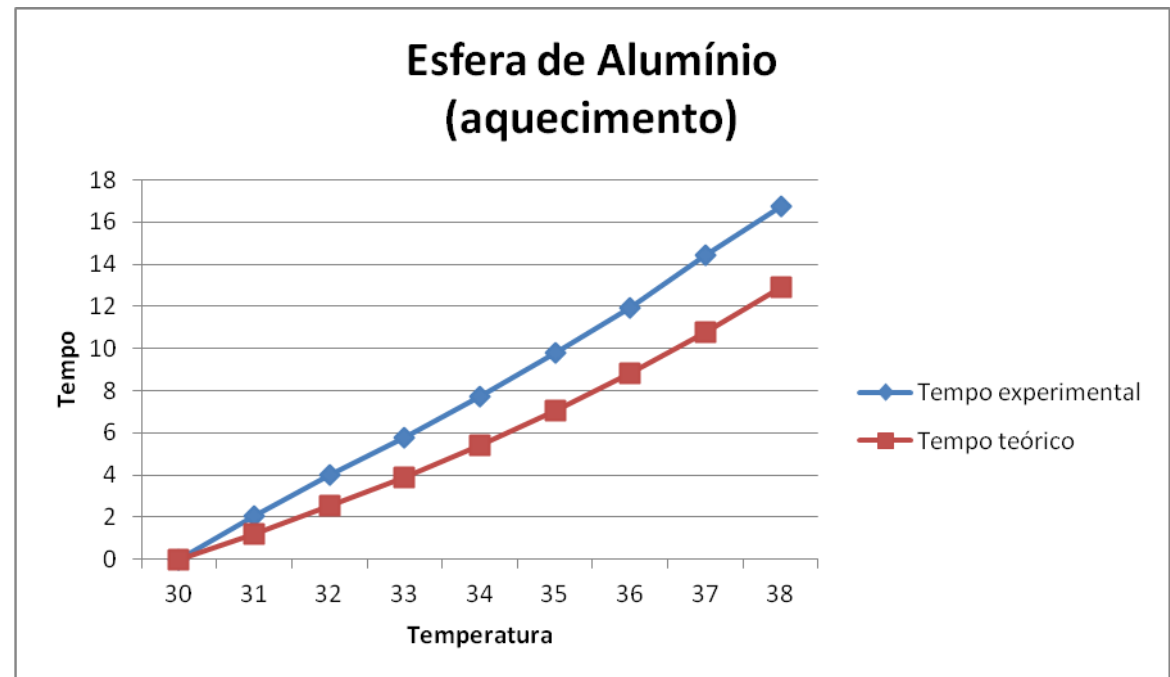




UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

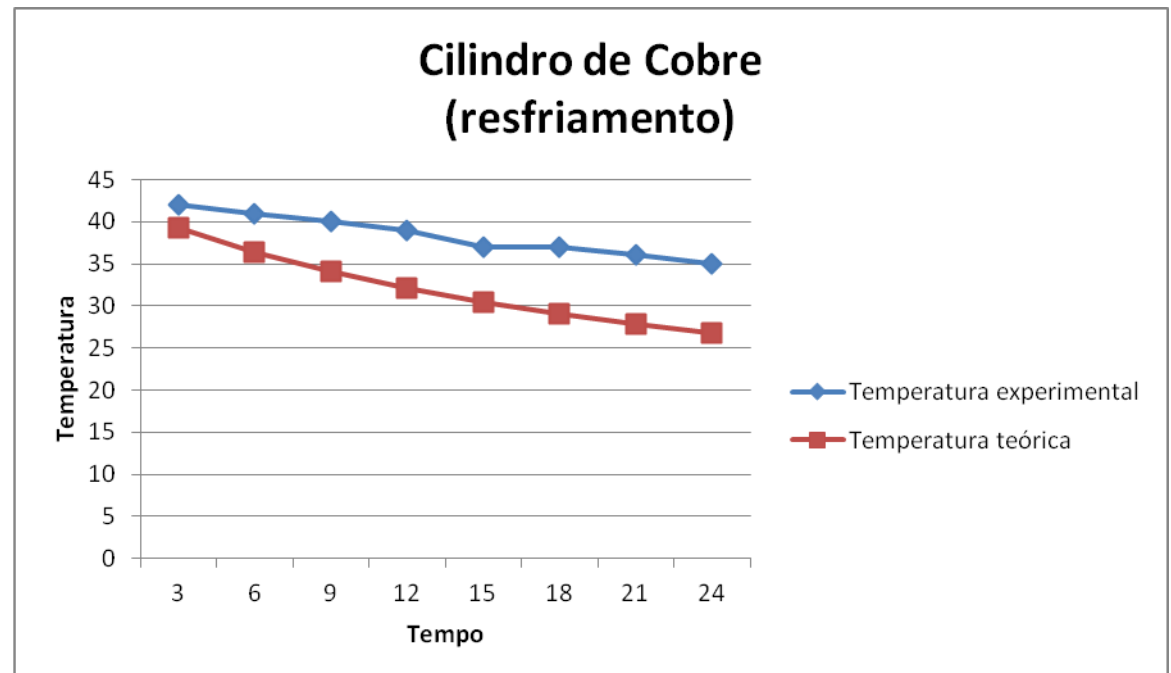
ETAPA DE AQUECIMENTO





EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

ETAPA DE RESFRIAMENTO

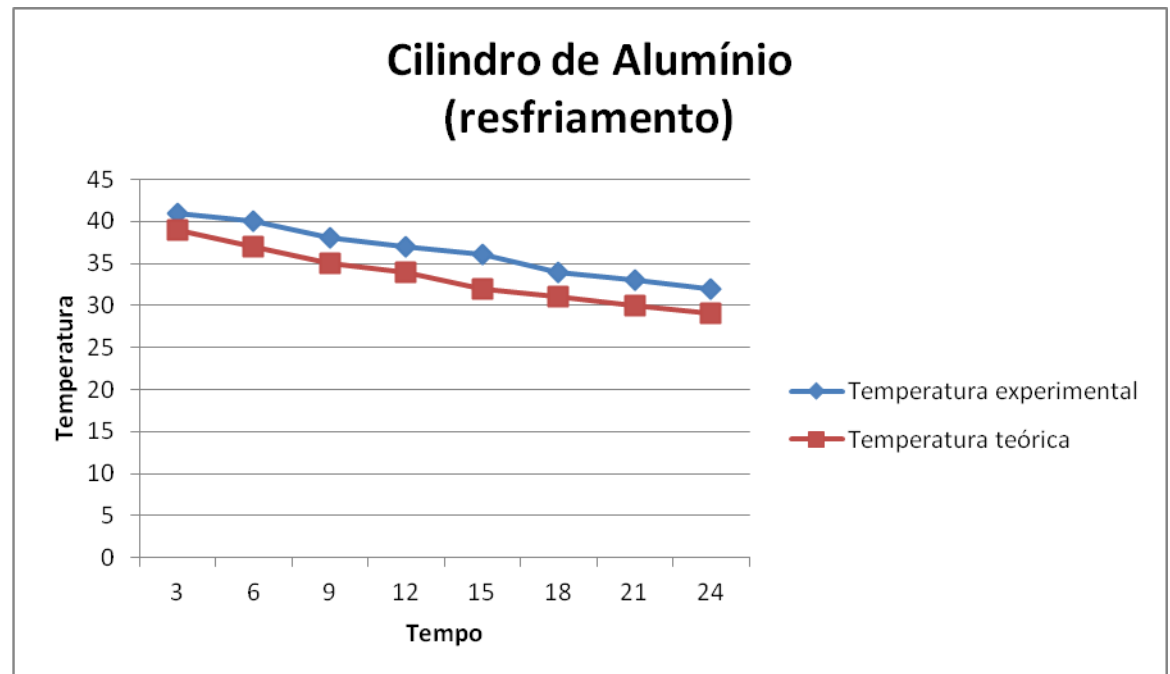




UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

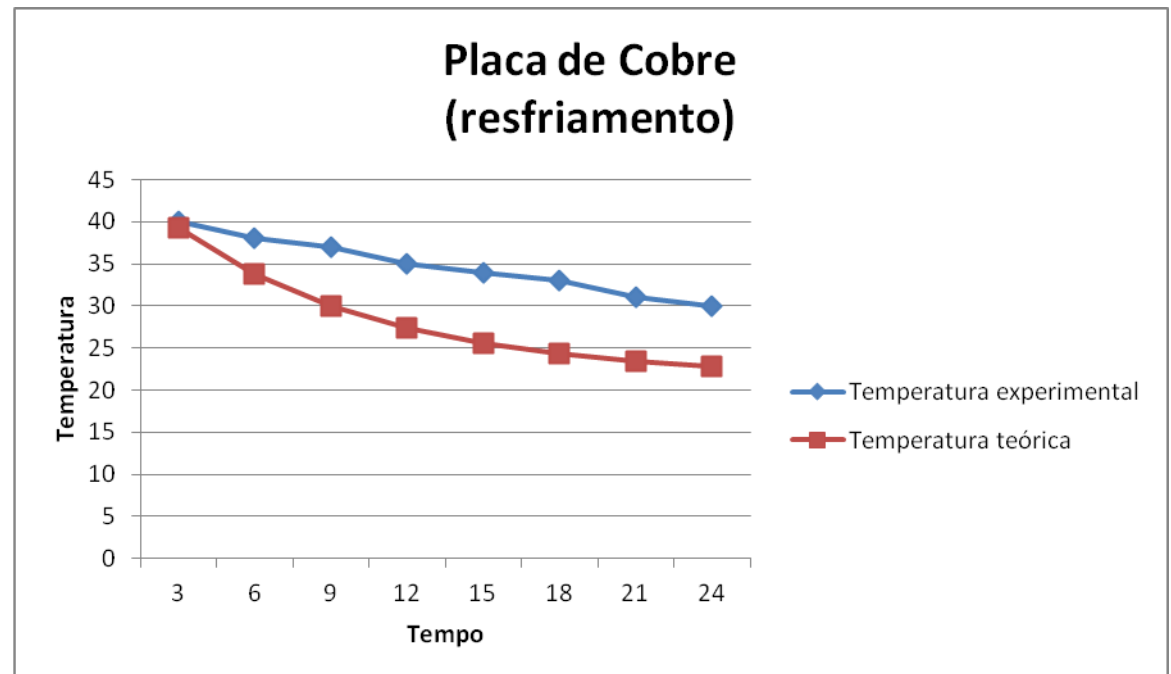
ETAPA DE RESFRIAMENTO





EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

ETAPA DE RESFRIAMENTO

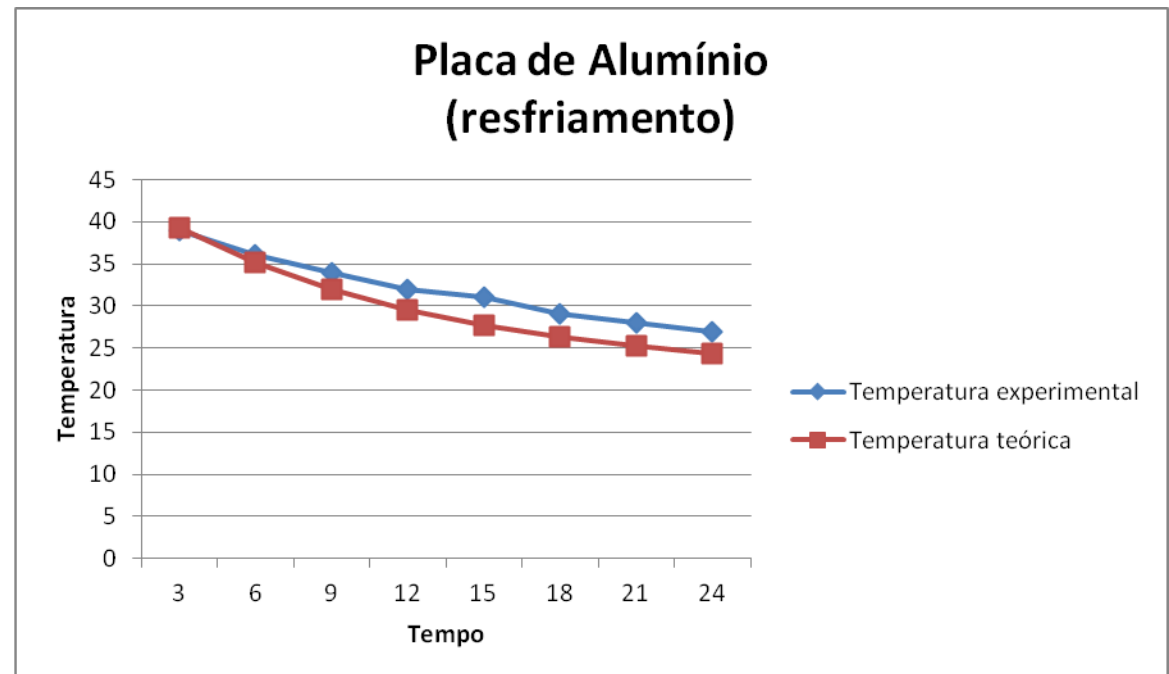




UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

ETAPA DE RESFRIAMENTO

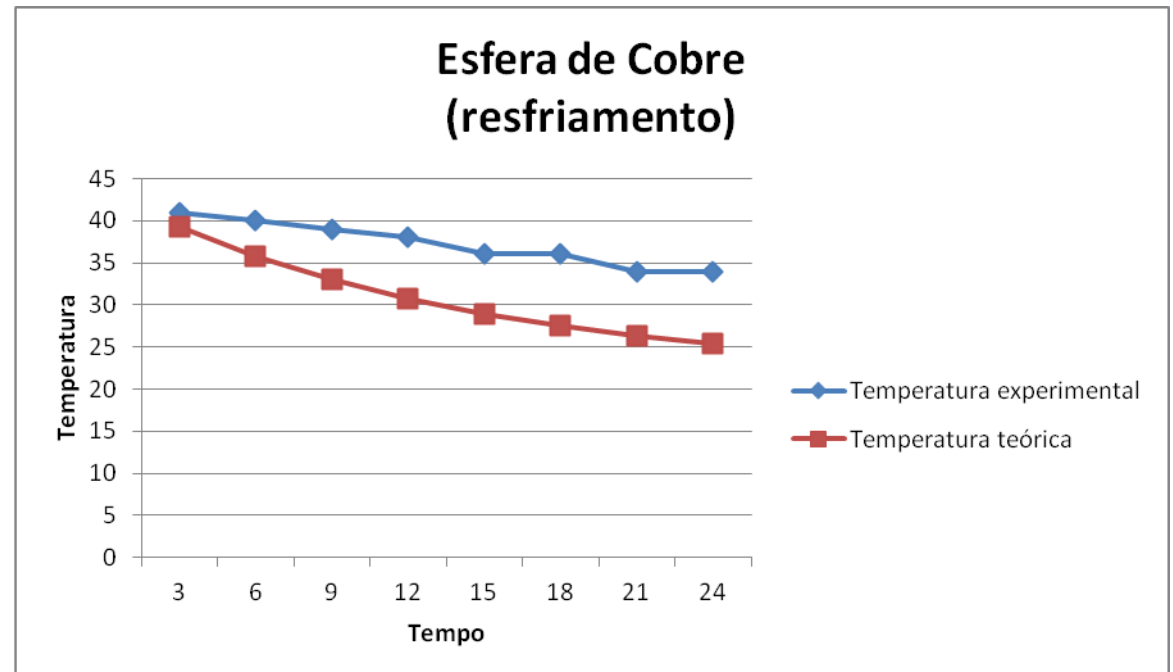




UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

ETAPA DE RESFRIAMENTO

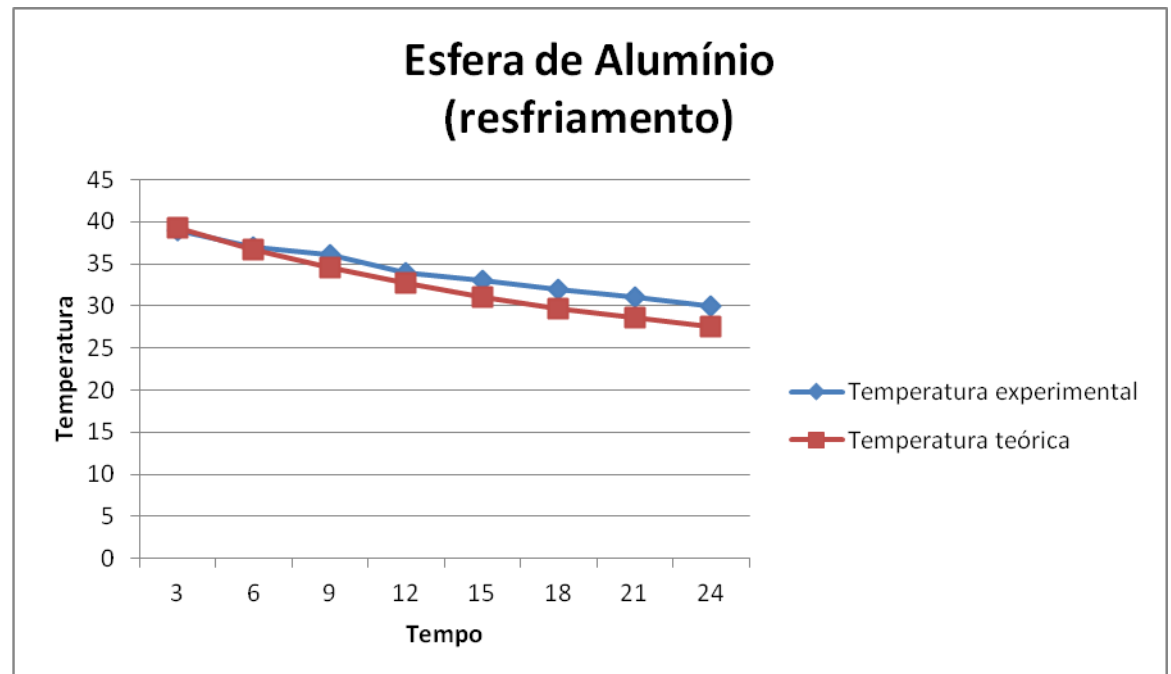




UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

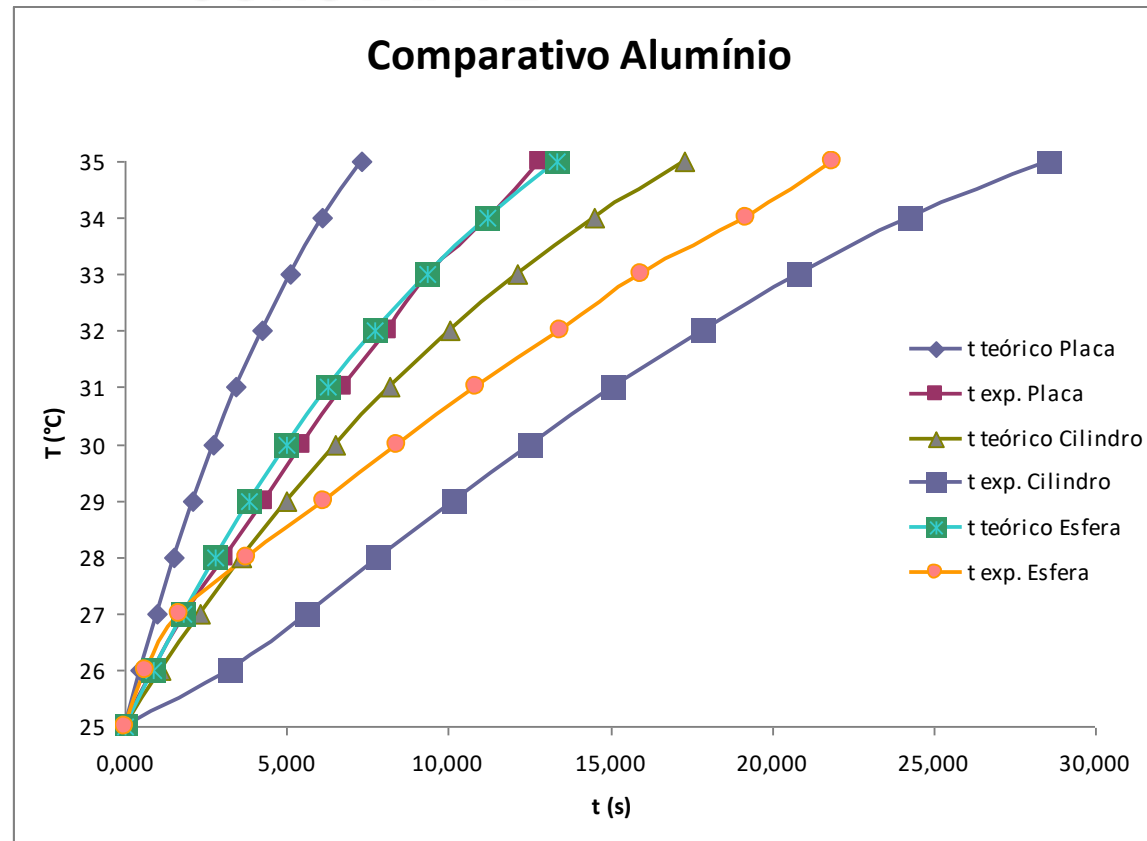
ETAPA DE RESFRIAMENTO





EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

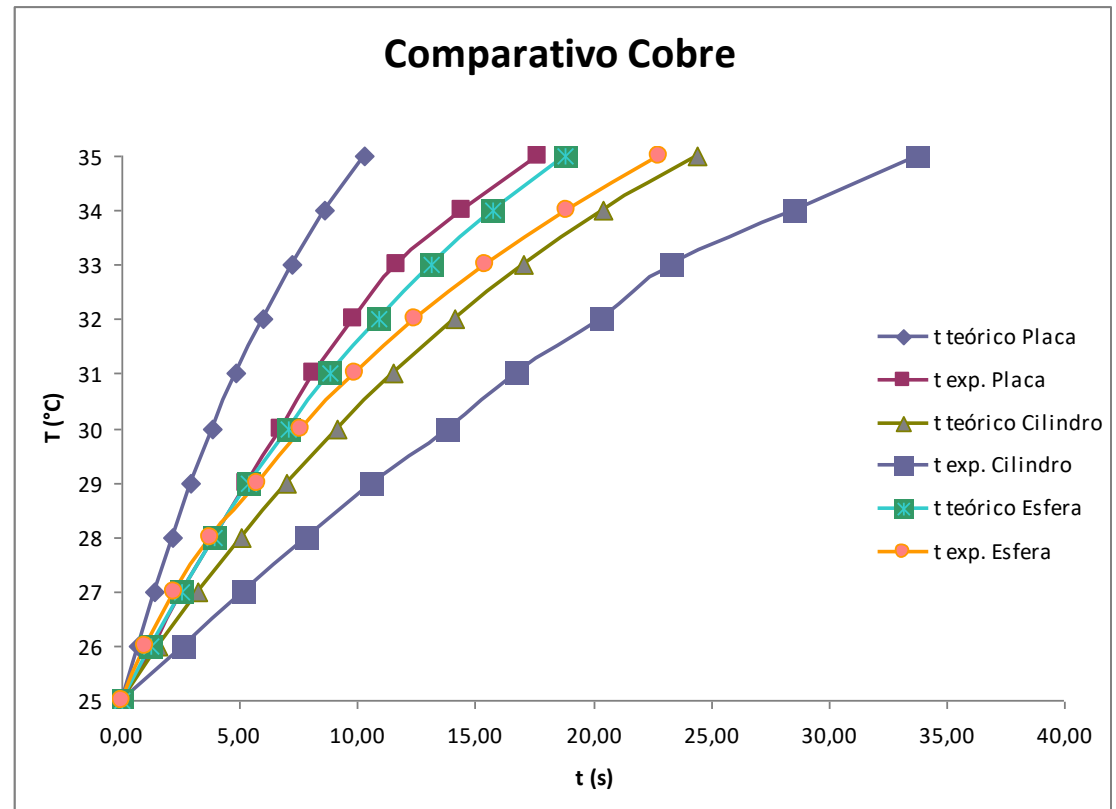
Comparações Aquecimento





EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

Comparações Aquecimento

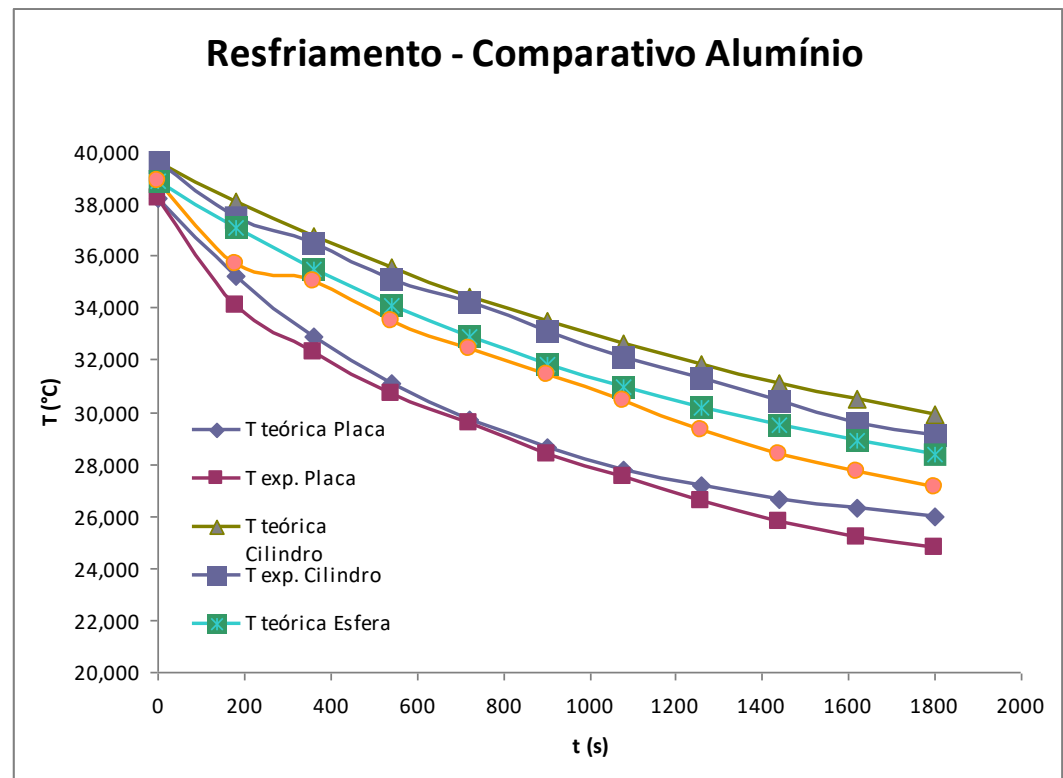




EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

Comparações

Resfriamento

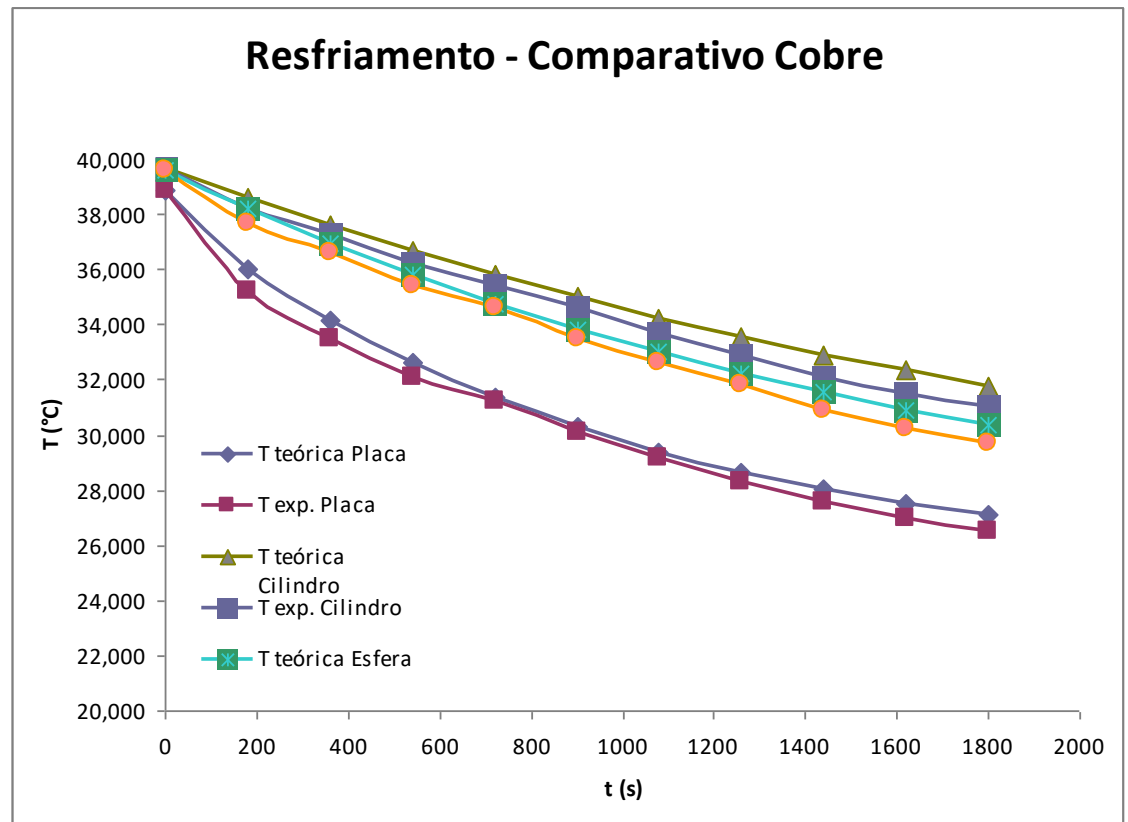




EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

Comparações

Resfriamento





UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

EXPERIMENTO: DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA COM O TEMPO NO CENTRO DE DIFERENTES FORMAS SÓLIDAS IMERSAS EM FLUIDO A TEMPERATURA CONSTANTE

CONCLUSÕES:

Influência da geometria no aquecimento e resfriamento

Influência do material no aquecimento e resfriamento

Qual a geometria e material que troca calor com maior eficiência? (mais rápido, por exemplo)