

CBPF

**Centro Brasileiro de
Pesquisas Físicas**



**Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico**

DESENVOLVIMENTO DE INSTRUMENTAÇÃO PARA O ESTUDO DE FILMES FINOS E RECOBRIMENTOS NANOMÉTRICOS

Aluna: Sheila V. da Silva Estácio de Sá 10º período

Orientador: Alexandre Mello

METODOLOGIA PARA O PROJETO

Para a elaboração deste projeto foi desenvolvida uma metodologia de levantamento e análise de teses e dissertações de trabalhos relacionados à instrumentação científica do CBPF dando uma ênfase maior aos trabalhos do Tecnologista Sênior Doutor Alexandre Mello idealizador do projeto para saber qual a forma que este trabalho de iniciação científica contribuiria para o grupo, em seguida livros, teses e dissertações de Ciência e Tecnologia de Vácuo, pois o aquecedor de substrato desenvolvido foi projetado para suportar baixa pressão e alta temperatura

OBJETIVO

- **Projetar e montar um porta-substratos com aquecimento por radiação proveniente de lâmpadas halógenas e controle da temperatura para operação em vácuo 10^{-3} Torr (1333,223784 Pa) vácuo e ultra alto vácuo 10^{-8} Torr (1333,223684 Pa).**
- **Simulação computacional da homogeneidade térmica do porta-substrato.**

Materiais

Efeito termoelétrico

230 Volts

1000 Watts



Lâmpada halógena



Feedtrough

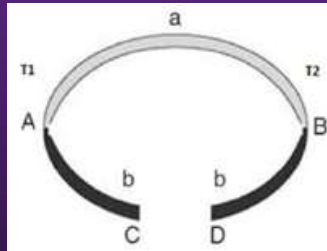
Para alimentação das
lâmpadas



Princípio de funcionamento do Termopar baseado no Efeito Seebeck, do tipo K (Ni10%Cr/Ni5%Al,Si) recomendável em atmosferas oxidante e inerte temperatura de funcionamento -530°C até 1372°C.

Termopar Efeito Seebeck

Dois metais semicondutores diferentes são submetidos nas junções A e B a diferentes temperaturas $T_1 > T_2$ surge uma força eletromotriz U a mesma se desenvolve nos pontos C e D.



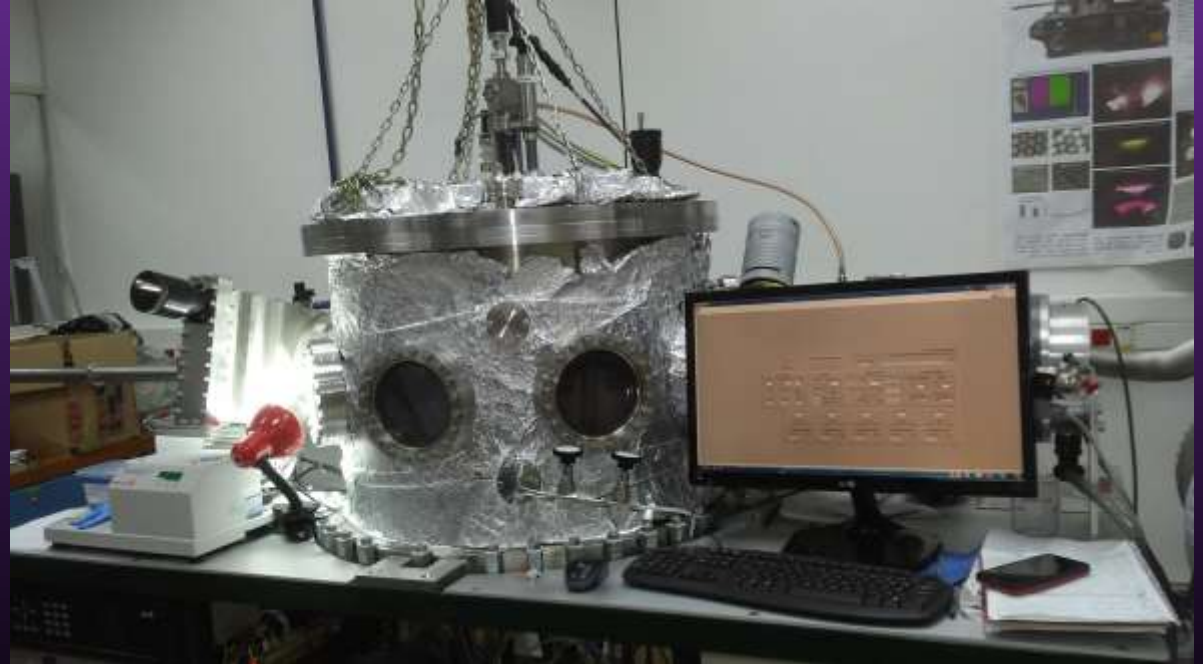
$$U = \alpha_{ab}(T_1 - T_2)$$

Sendo que α é o coeficiente de Seebeck fornecida pelo fabricante:

$$\alpha_{ab} = \alpha_a - \alpha_b$$

A forma usual de medir a temperatura que se deseja descobrir é colocando uma ponta no gelo para ser a temperatura de referência e olhando na tabela do fabricante o coeficiente de Seebeck pode-se saber a temperatura através da força eletromotriz gerada que é usualmente medida em mV/K. Sendo assim, quando a corrente surge no sentido horário o sinal é positivo e no sentido anti-horário negativo.

SISTEMA MAGNETRON SPUTTERING CONFOCAL



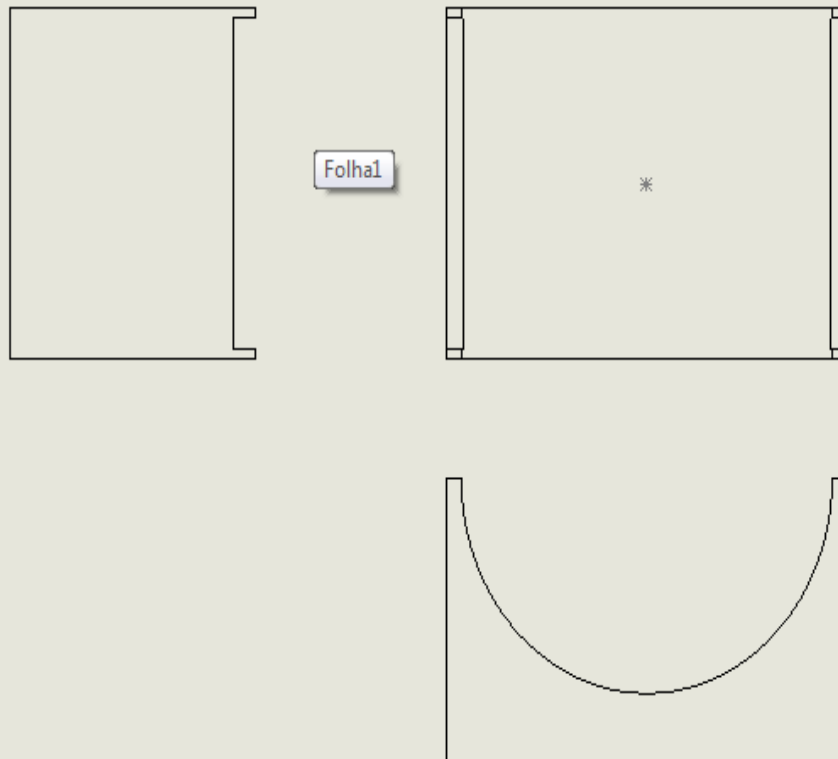
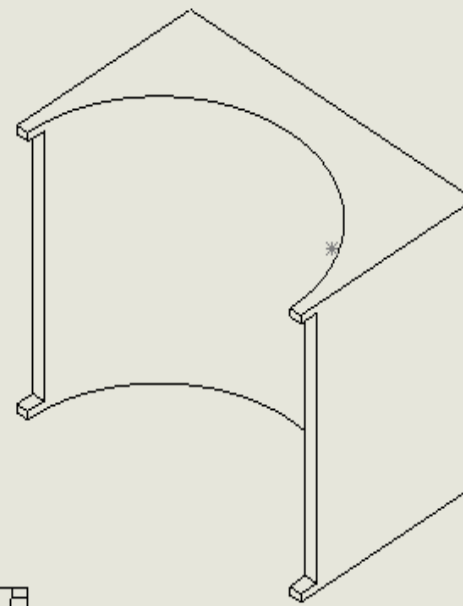
AJA INTERNATIONAL – Lab. Surf Nano



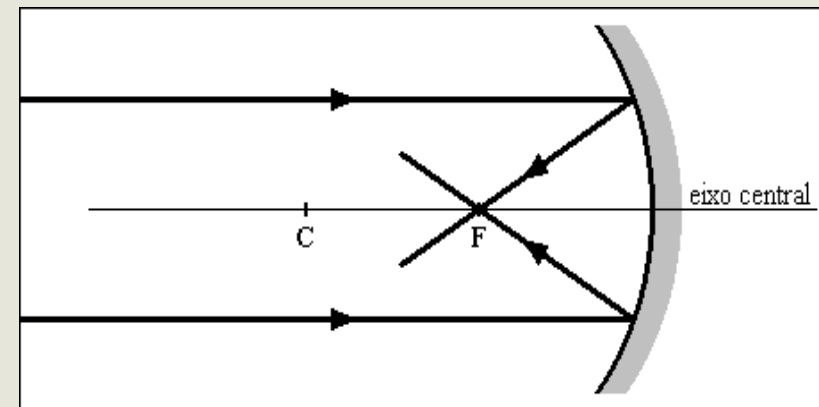
CRITÉRIO PARA SELEÇÃO DOS MATERIAIS

De forma bem resumida, os materiais para a construção deste equipamento devem ser impermeável aos gases, não podem reagir com o sistema, devem suportar feixes de partículas de alta energia e ter baixa pressão de vapor nas mais altas temperaturas (A, CHAMBER 1998). A pressão de vapor é um fenômeno que ocorre quando um sistema entra em equilíbrio em uma determinada temperatura com seu vapor. De forma simples a pressão de vapor de sublimação é a capacidade de um material mudar do estado sólido para vapor. (sólido-vapor) (DEGASPERI, 2006).

Base de Alumínio com superfície côncava polida.



Princípios de espelhos côncavos



Temperatura de operação 1000°C

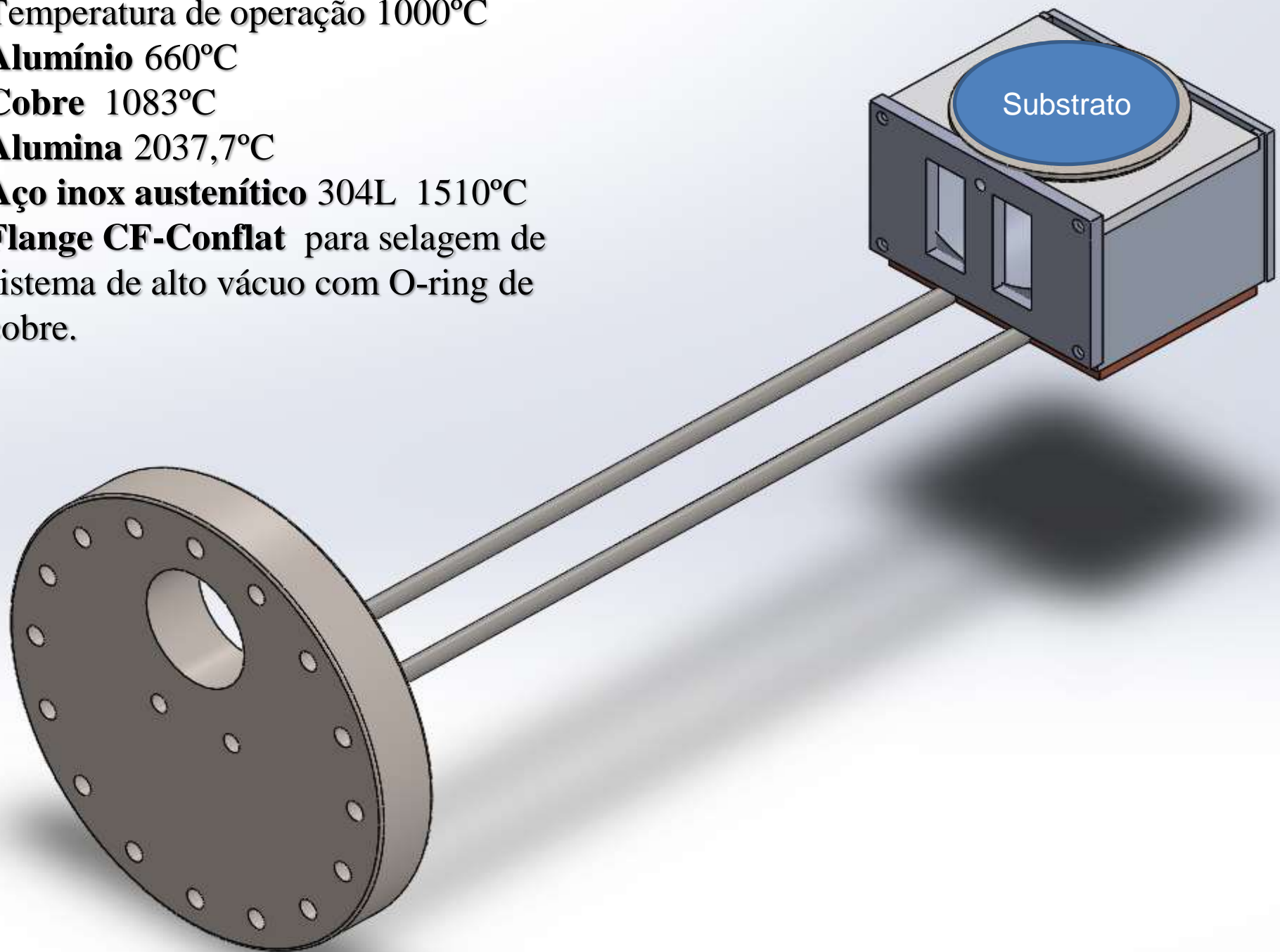
Alumínio 660°C

Cobre 1083°C

Alumina 2037,7°C

Aço inox austenítico 304L 1510°C

Flange CF-Conflat para selagem de sistema de alto vácuo com O-ring de cobre.

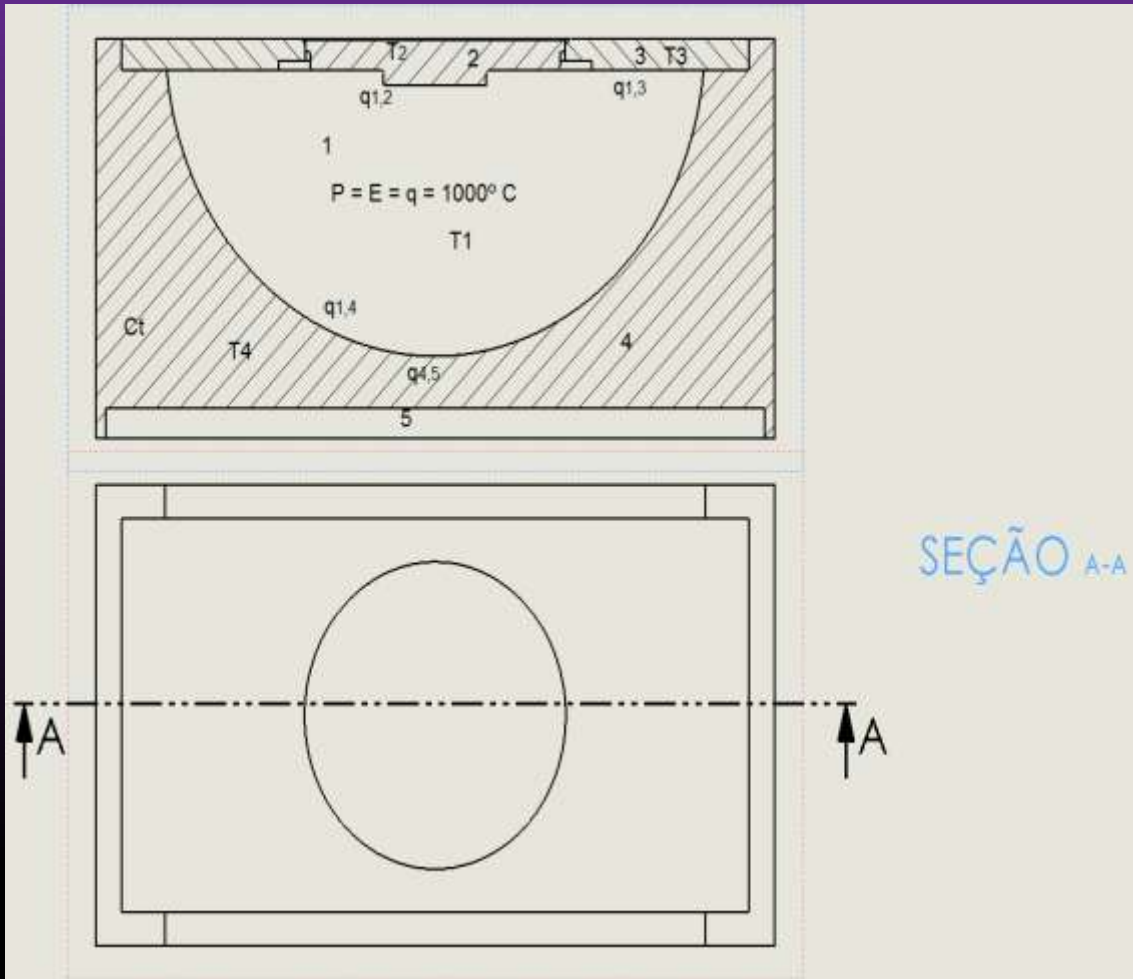


MODELO CONCEITUAL



Um modelo exato para qualquer sistema de transmissão de calor usa-se equações diferenciais parciais porque o calor flui e a temperatura se distribui de maneira contínua ao longo do corpo. Isso ocorre porque tanto a resistência tanto quanto a capacitância térmica estão distribuídas pelo equipamento (GARCIA, 2016).

MODELO FÍSICO 1



Equações do sistema

- Balço de energia

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{Ct} \cdot q_{total} = \frac{1}{Ct} (q_{l\u00e2mpada} - q_{4,5})$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{Ct} \cdot q_3 = \frac{1}{Ct} (q_3 - q_4)$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{Ct} \cdot q_2 = \frac{1}{Ct} (q_2 - q_3)$$

- Rela\u00e7\u00f5es constitutivas

$$q_{1,2} = \frac{1}{R} (T_1 - T_2)$$

$$q_{1,3} = \frac{1}{R} (T_1 - T_3)$$

$$q_{1,4} = \frac{1}{R} (T_1 - T_4)$$

$$q_{4,5} = \frac{1}{R} (T_4 - T_5)$$

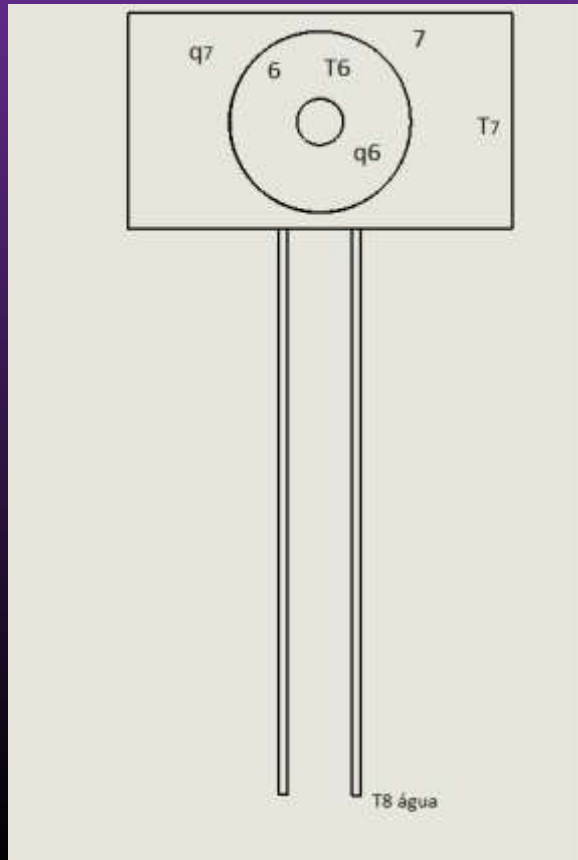
$$q_{2,3} = \frac{1}{R} (T_2 - T_3)$$

$$q_{3,4} = \frac{1}{R} (T_3 - T_4)$$

- Equa\u00e7\u00e3o do movimento

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{Ct} \left[q - \frac{Ar}{L} = \frac{1}{Ct} (q_{l\u00e2mpada} - q_{4,5}) \right]$$

MODELO FÍSICO 2



Equação do sistema

- Balanço de energia

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{Ct} \cdot q_{\text{total}} = \frac{1}{Ct} (q_7 - q_8 + q_6)$$

- Relações constitutivas

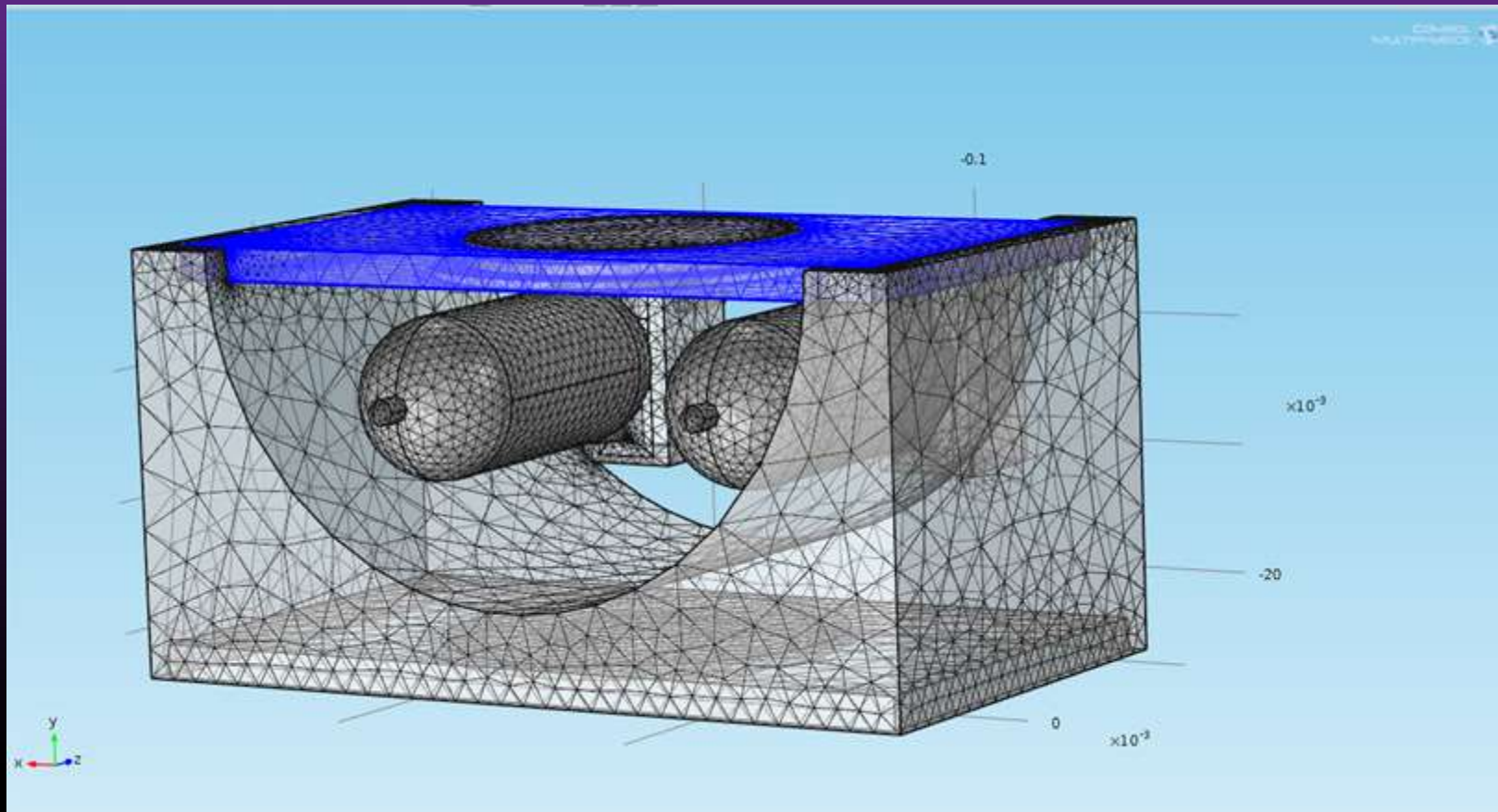
$$q_{7,8} = \frac{1}{R}(T_7 - T_8)$$

$$q_{6,8} = \frac{1}{R}(T_6 - T_8)$$

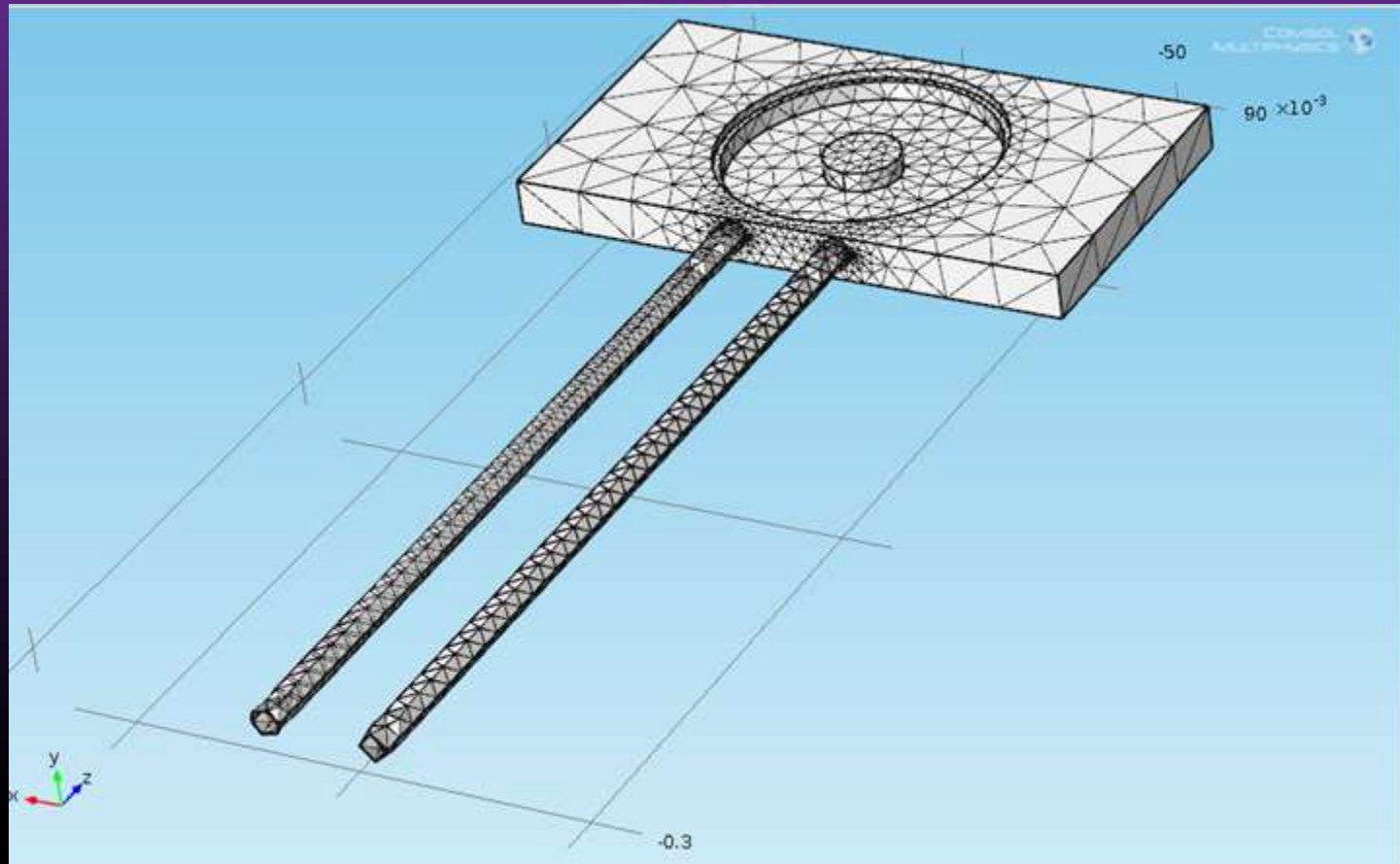
- Equação do movimento

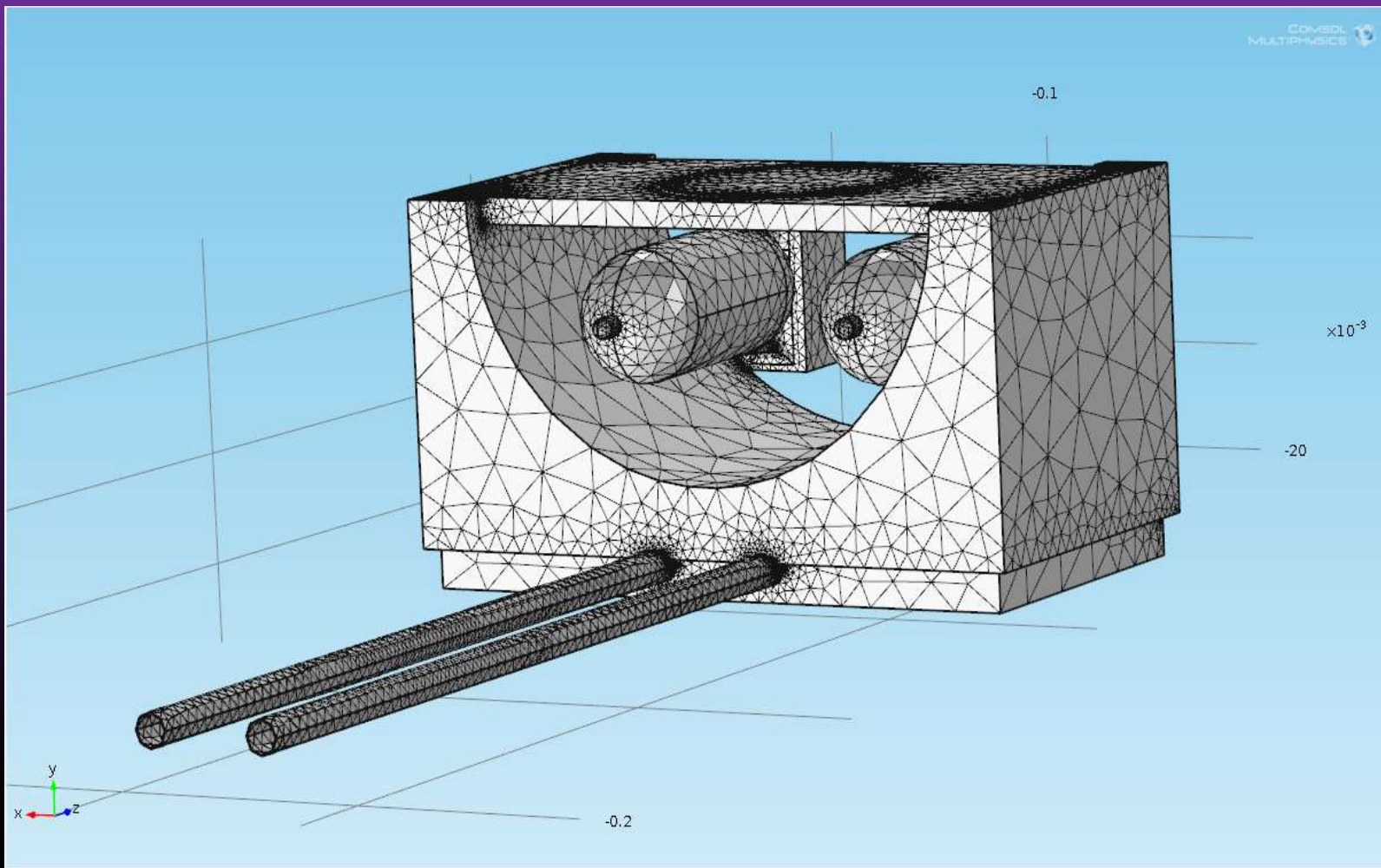
$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{Ct} \left[q - \frac{Ar}{L} (q_7 - q_8 + q_6) \right]$$

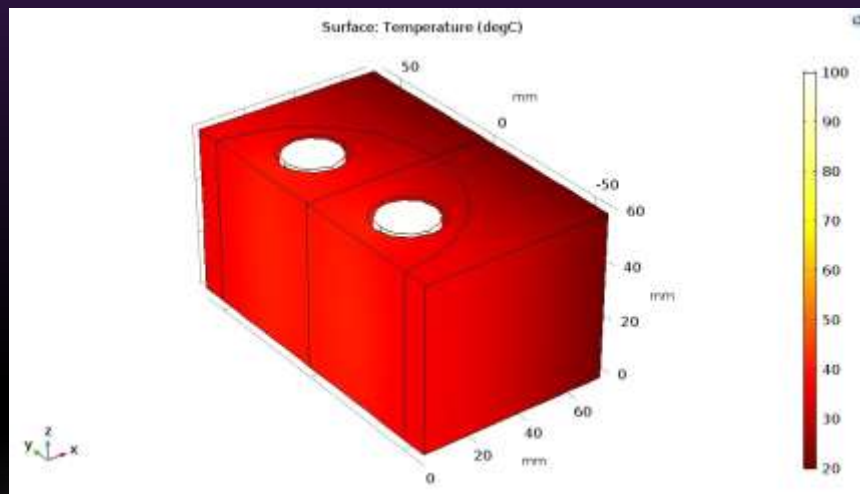
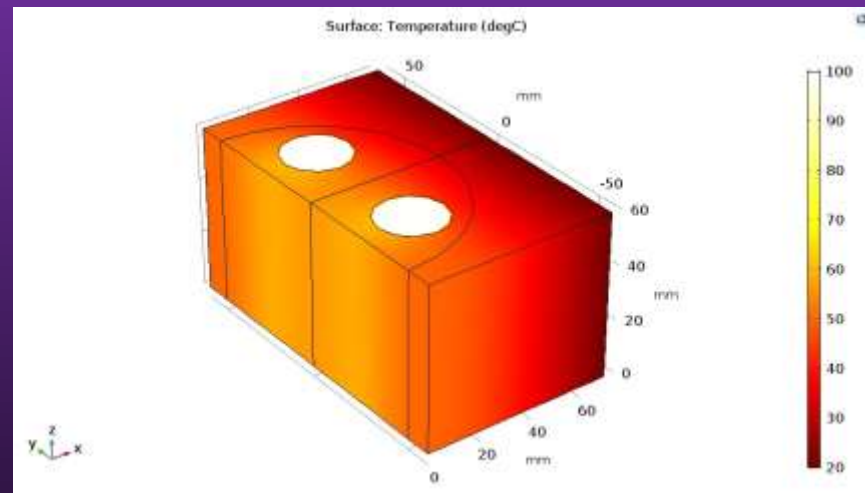
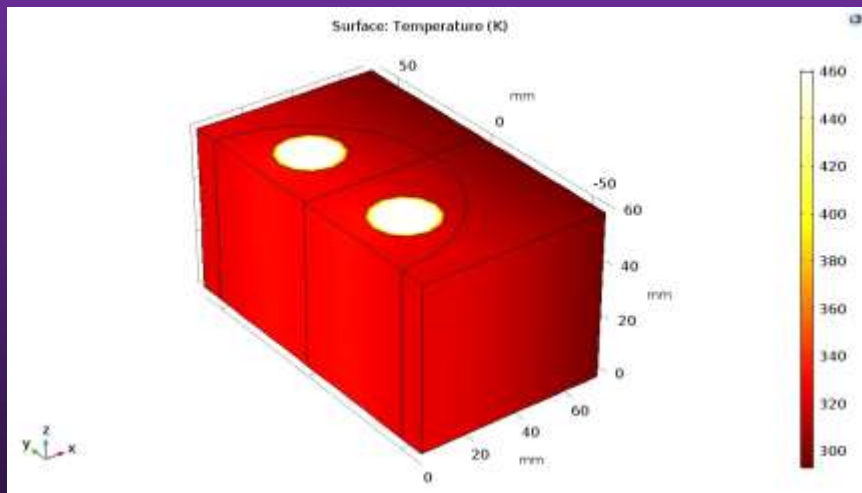
SIMULAÇÃO TÉRMICA 1



SIMULAÇÃO TÉRMICA 2







Conclusões

DEVE SER CORRIGIDA AS DIMENSÕES DO EQUIPAMENTO NO SOLIDWORKS, POIS O SOFTWARE COMSOL USA O MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS ONDE A GEOMETRIA É SUBDIVIDIDA EM PEQUENAS PARTES DENOMINADA DE ELEMENTOS OS QUAIS PASSAM A REPRESENTAR O DOMÍNIO CONTÍNUO DO PROBLEMA.

AGRADECIMENTOS

DOUTOR ALEXANDRE MELLO

PÓS DOC ELVIS O. LÓPEZ

DOUTORANDO GRABRIEL

AO CNPq PELA CONCESSÃO DA BOLSA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
AO NIT-RIO PELAS REUNIÕES DO “CAFÉ COM ELAS” SOBRE
EMPREENDEDORISMO NA CIÊNCIA

OPORTUNIDADE DE PARCERIA COM A EMPRESA

DONAIRE SISTEMAS LTDA- SP

(Nanotecnologia, energia renováveis, saneamento e gestão de resíduos sólidos
urbanos)

SOB ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR DOUTOR FRANCISCO TADEU
DEGASPERI MEMBRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE VÁCUO E
PROFESSOR DA FATEC-SP

OBRIGADA!