



Dinâmica de Fluidos Reativos Para Deposição de Filmes Finos

Fernando Fuzinatto Dall'Agnol, Richard Lubbers, Thebano Emílio dos Santos.

Universidade Federal de Santa Catarina.

Divisão de Displays e Tablets/Divisão de Microssistemas

Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer



Aplicação

- Formação de filmes finos transparentes para aplicações em Displays e Telas de Toque;

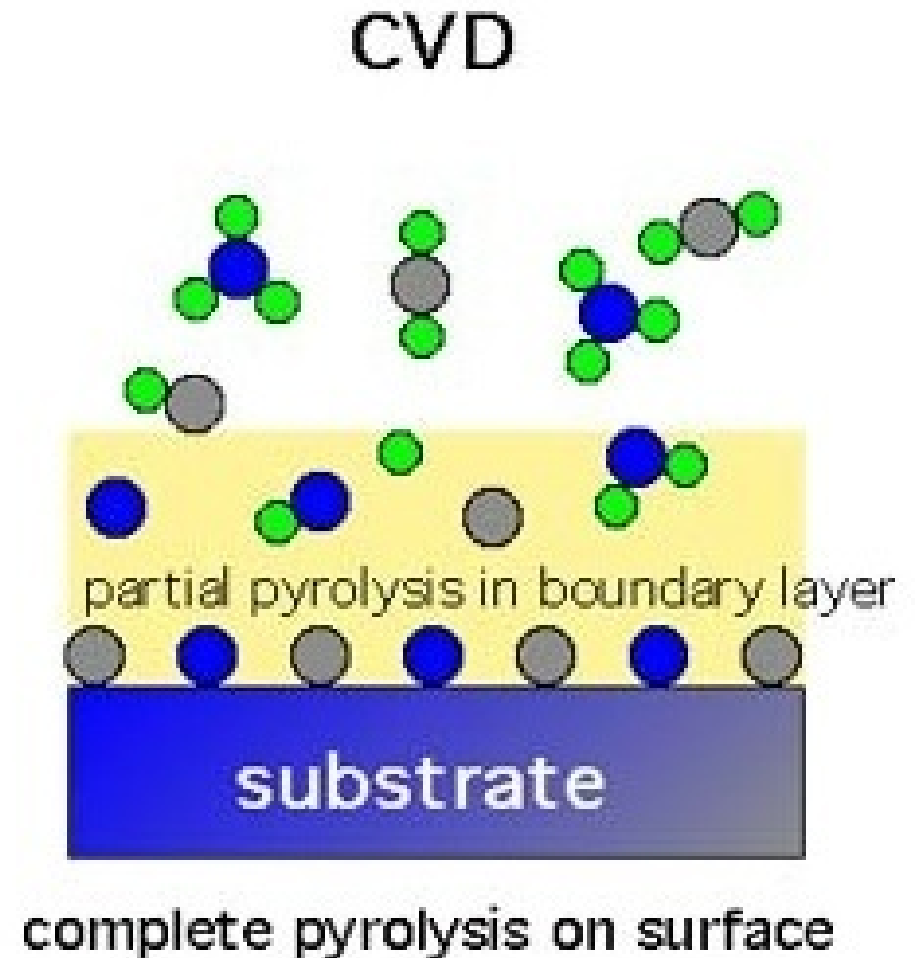
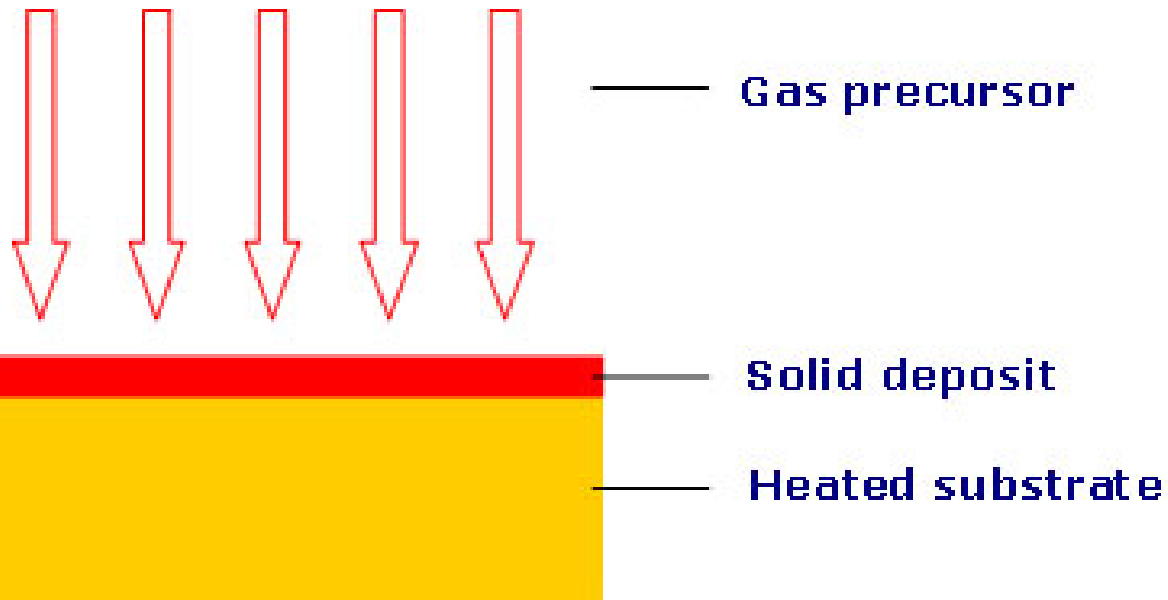
Técnica de formação dos filmes

- Técnica de CVD;

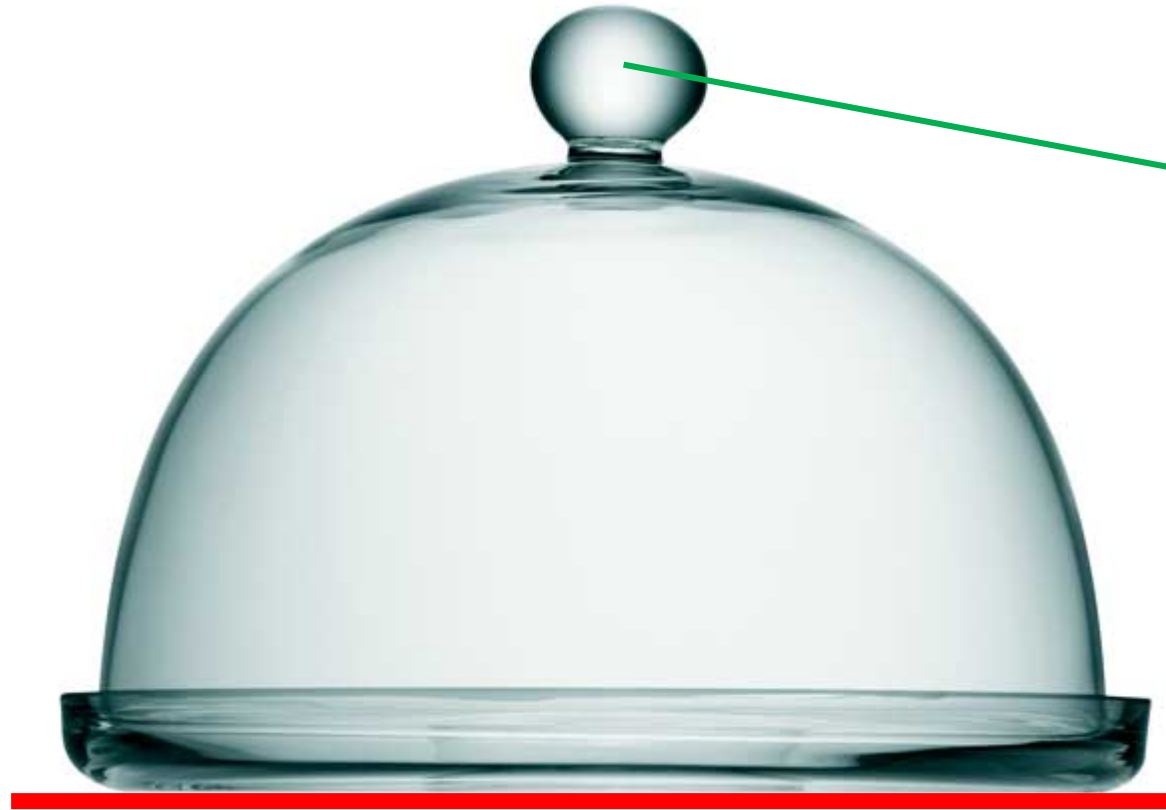
Característica desejada

- Uniformidade:
 - uniformidade da temperatura ;
 - uniformidade do fluxo de gases;
 - uniformidade da mistura dos precursores

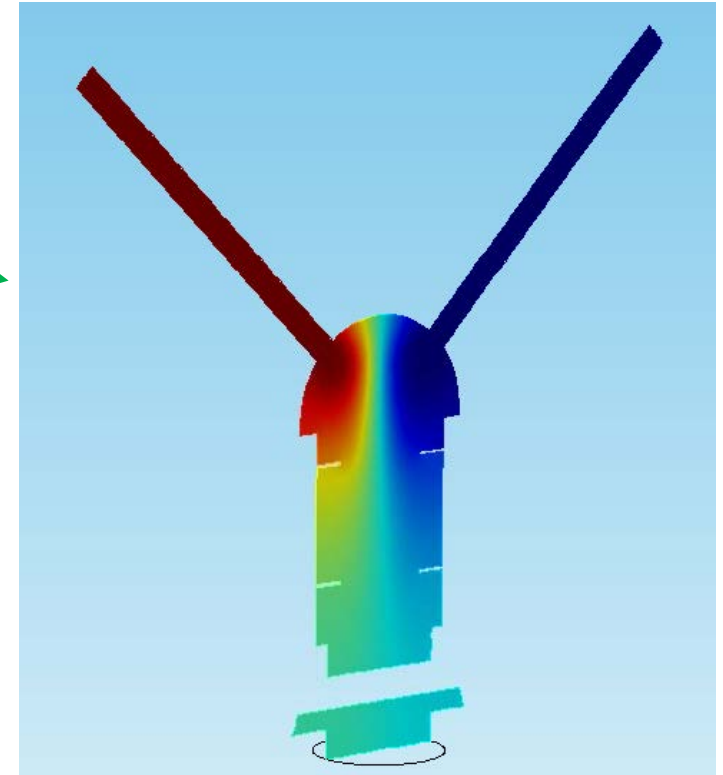
Sistema de CVD (Chemical Vapor Deposition)



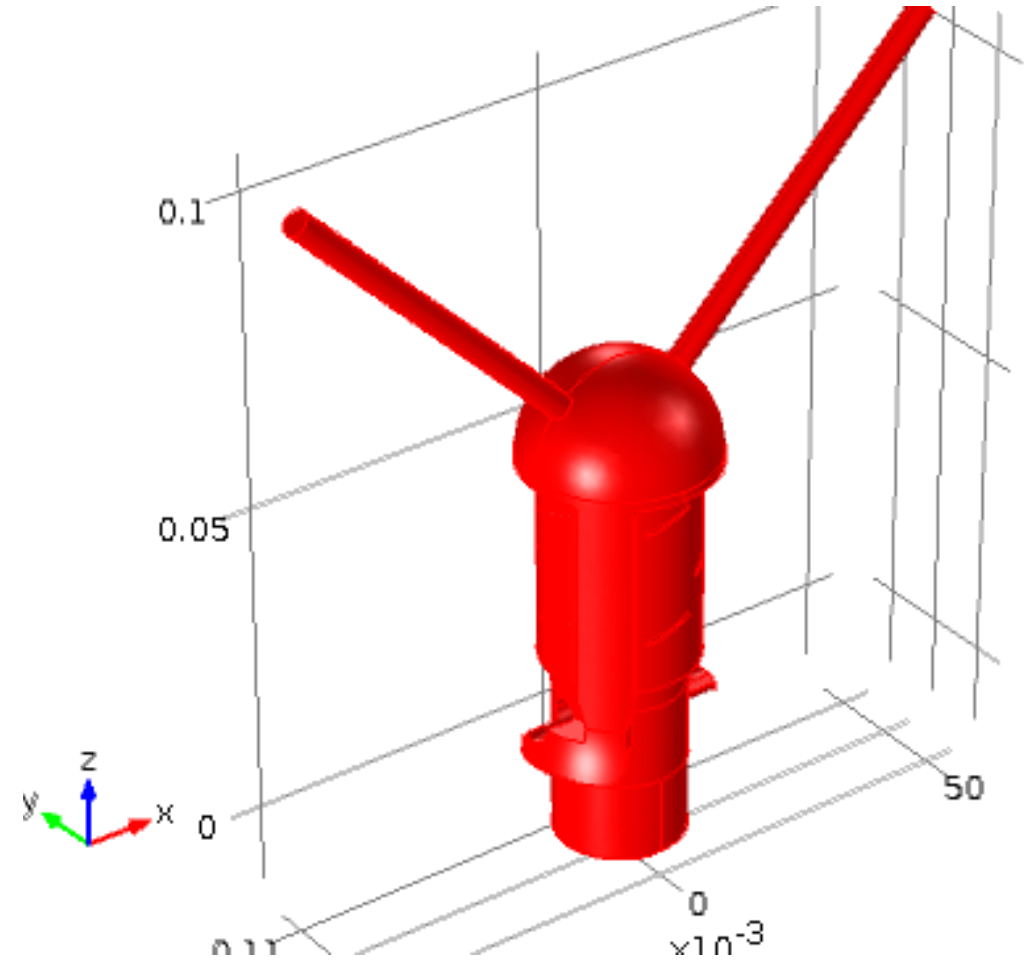
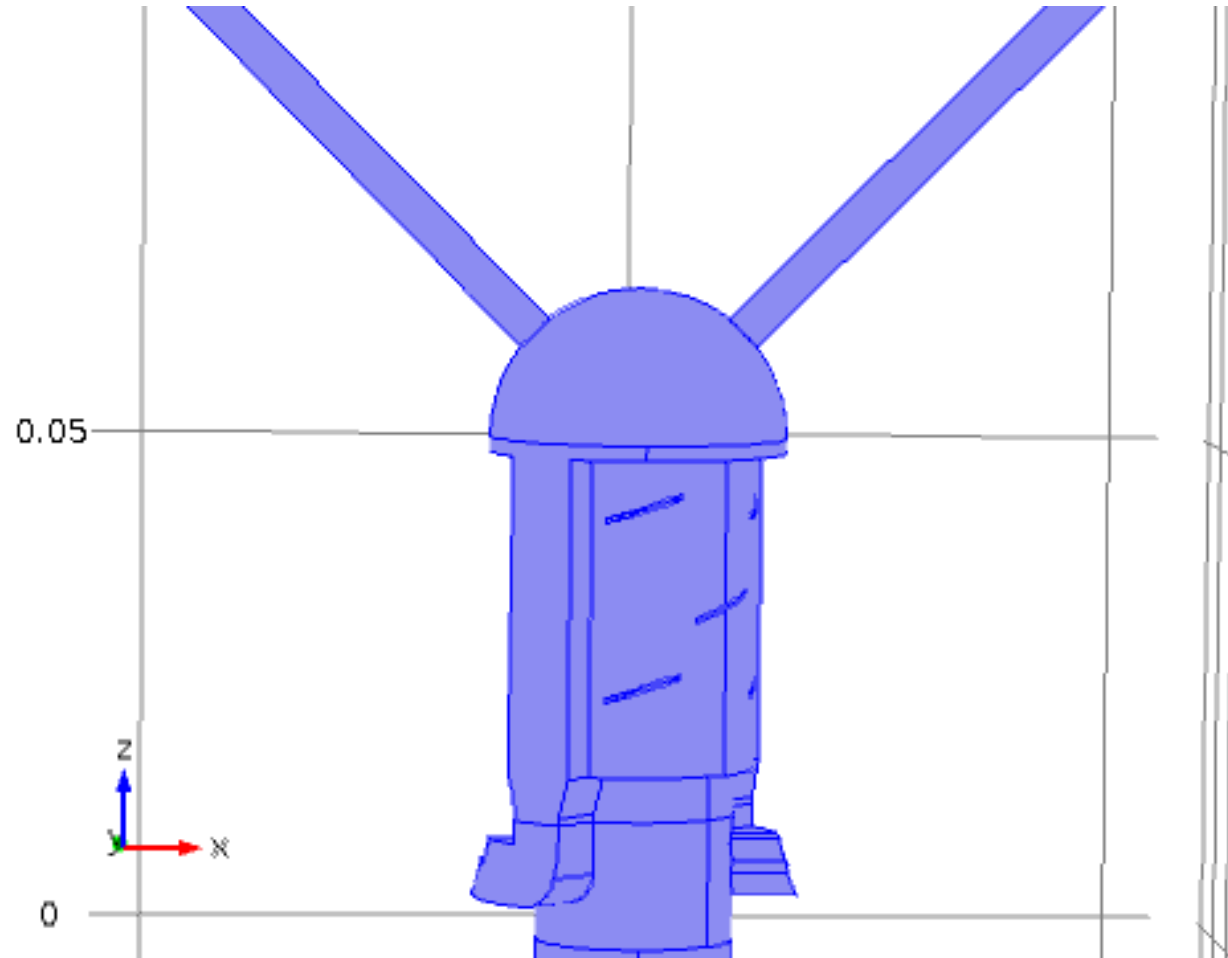
Sistema de CVD do CTI Renato Archer



Base quente



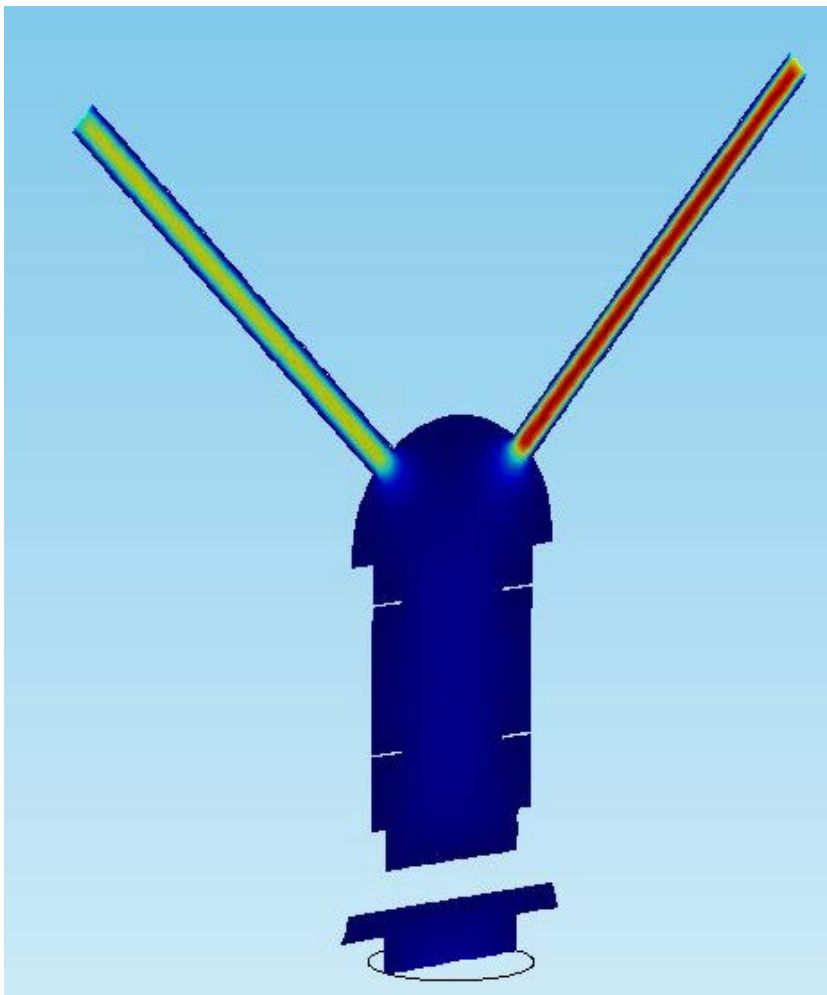
Geometria do misturador



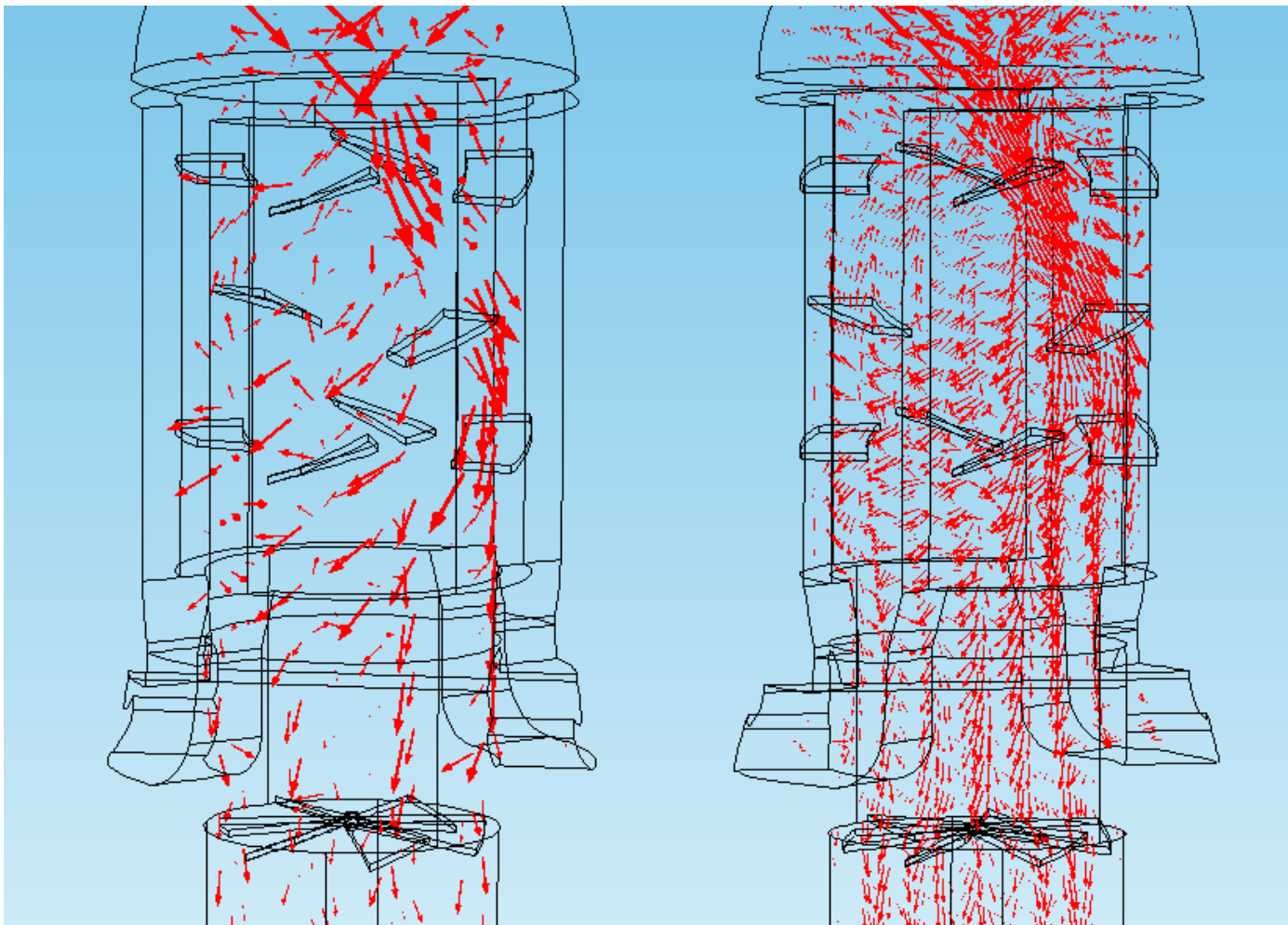
Objetivos da simulação

- ✓ Prover belas figuras de simulação do COMSOL para o Relatório de estágio.
- ✓ Mostrar que o Misturador do Richard mistura que mistura.

Análise do Fluxo

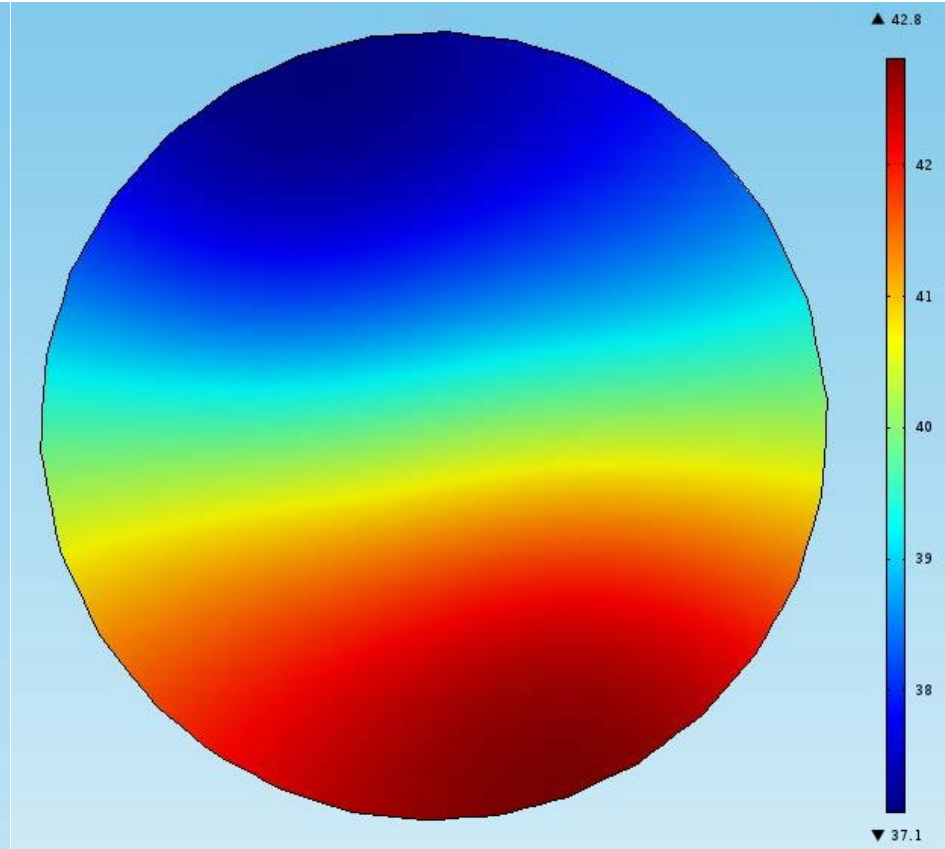
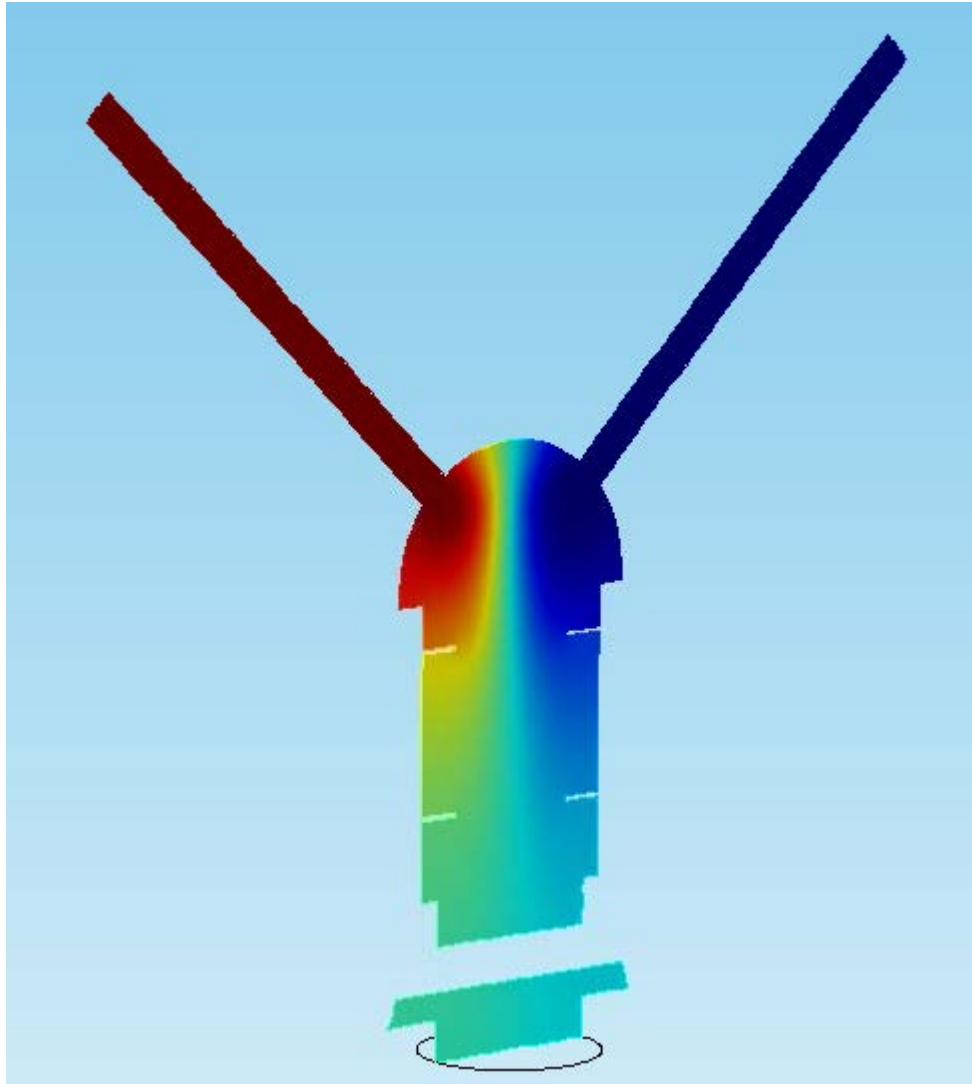


Velocidade em Módulo

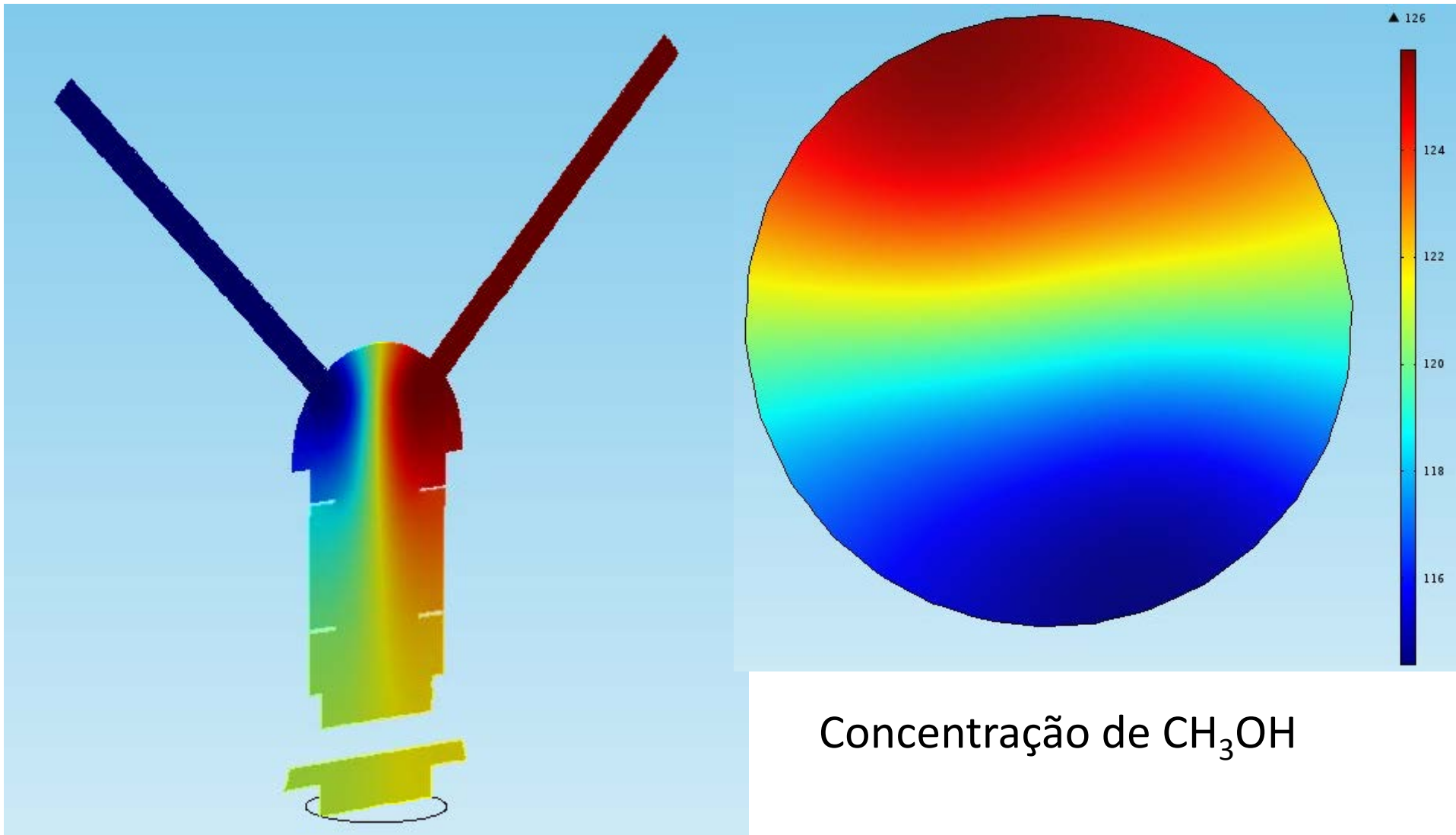


Vetor Velocidade

Análise da Concentração




Concentração de SnCl_4
Resultado preliminar com $\mu = 1\text{e-}2$ poises
Valores de teste apenas ($\mu_{\text{real}} = 1\text{e-}5$)



Concentração de CH_3OH

Fluidodinâmica e Equações de Convecção-Difusão Acopladas-Acoplamento Fraco.

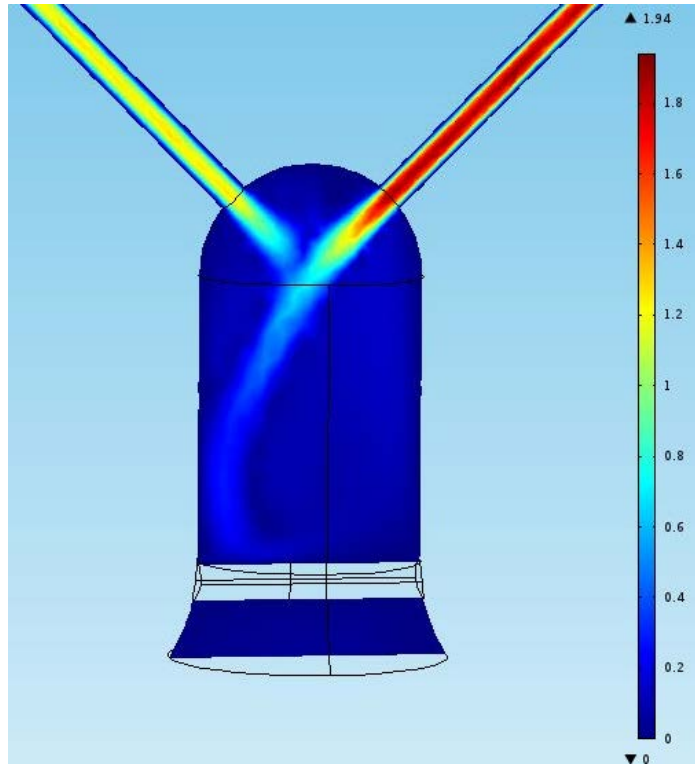
Variáveis dependentes da Interface *Laminar Flow* $\begin{cases} p \\ \vec{v} = (v_x, v_y, v_z) \end{cases}$


$$\frac{\partial \rho_1}{\partial t} = D_1 \nabla^2 \rho_1 - \vec{v} \cdot \nabla \rho_1 \quad \frac{\partial \rho_2}{\partial t} = D_2 \nabla^2 \rho_2 - \vec{v} \cdot \nabla \rho_2$$

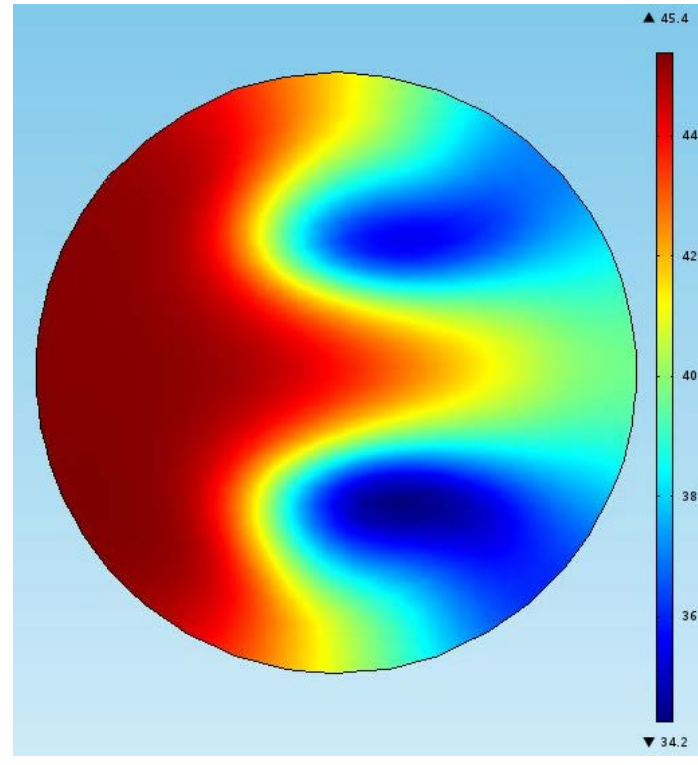
Onde o índice [1] é para CH_3OH e [2] para SnCl_4

Boundary conditions nas entradas $\begin{cases} \rho_1 = 10^{-4} \text{ mol/cm}^3 \\ \rho_2 = 2 \times 10^{-4} \text{ mol/cm}^3 \end{cases}$

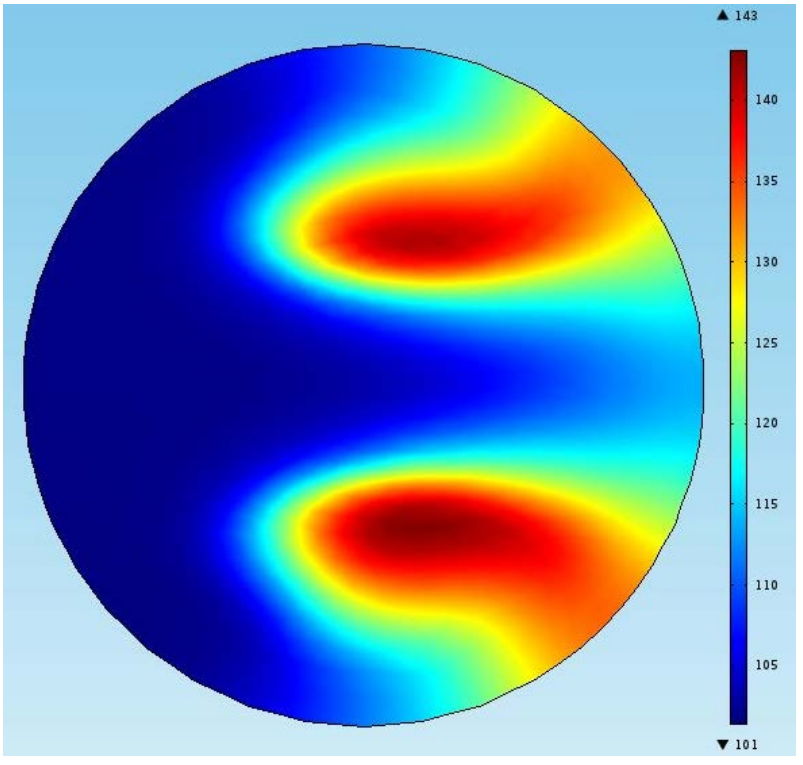
Resultados Exatos $\mu=1e-5$ poises sem misturador



velocity

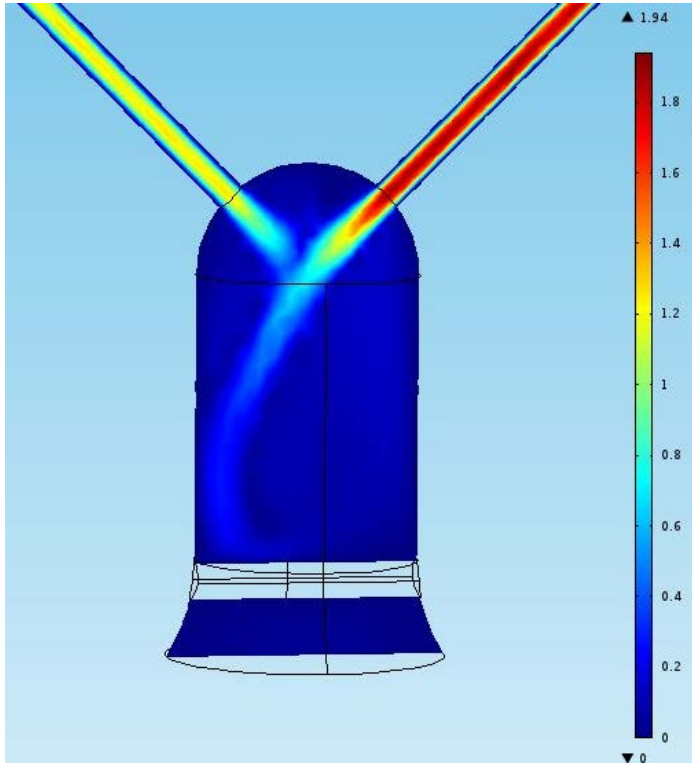


$[\text{SnCl}_4]$
34.2 a 45.4 mol/m³

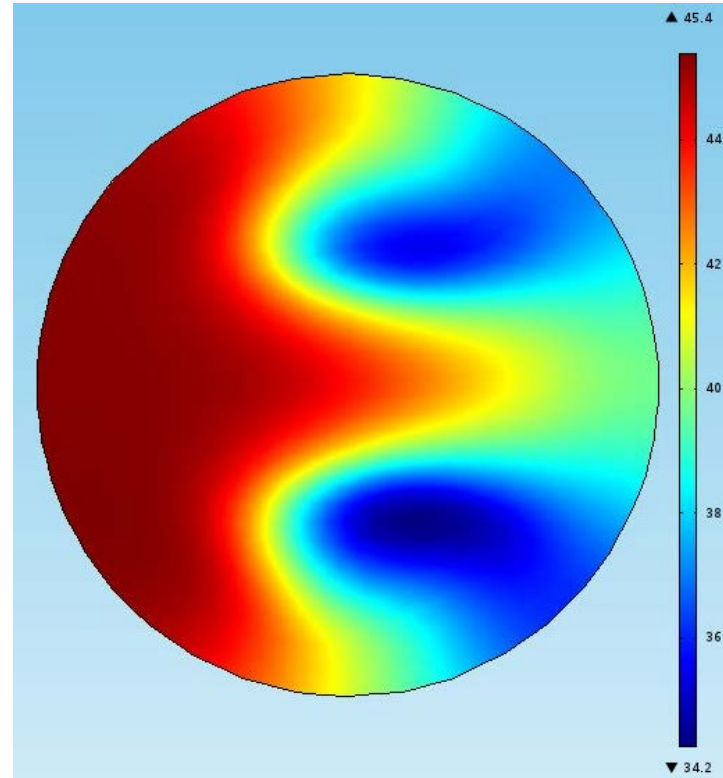


CH_3OH
101 a 143 mol/m³

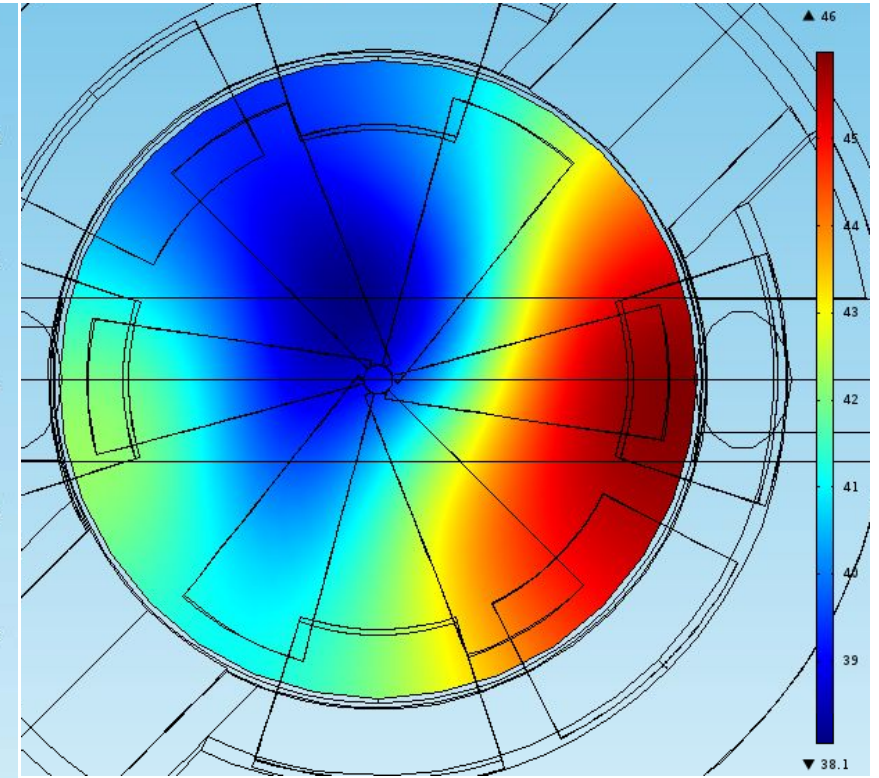
Resultados Exatos $\mu=1e-5$ poises com misturador



velocity

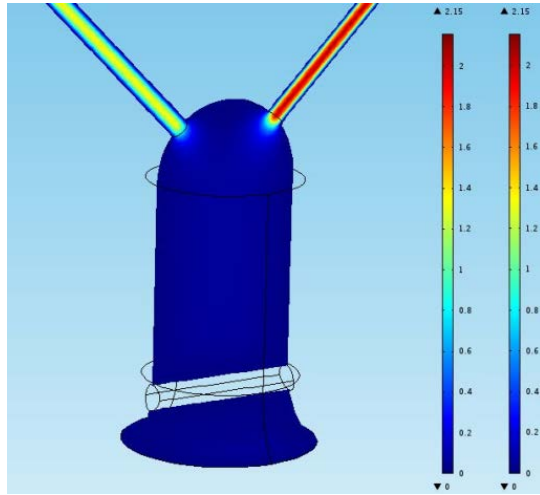


$[\text{SnCl}_4]$ sem
34.2 a 45.4 mol/m³

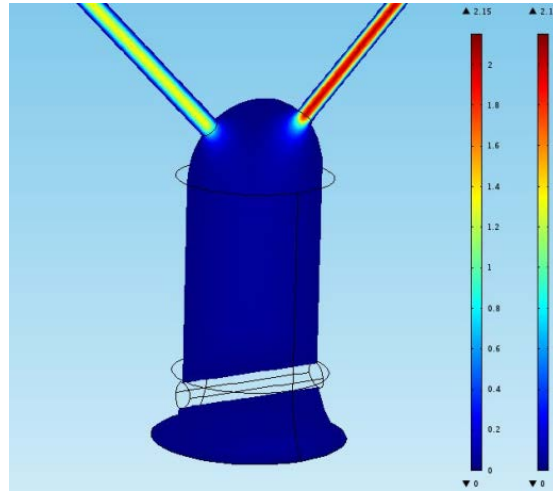


$[\text{SnCl}_4]$ com
36.1 a 46 mol/m³

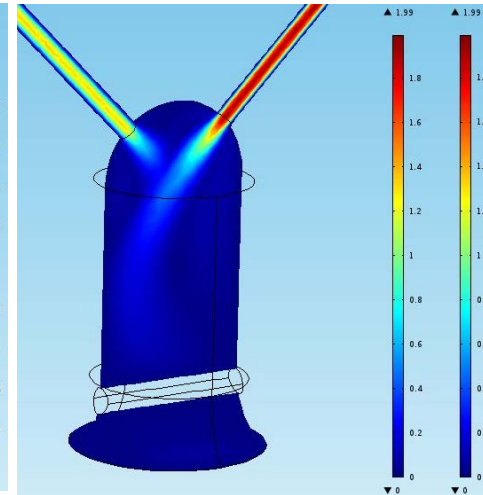
Convergência numérica com a viscosidade



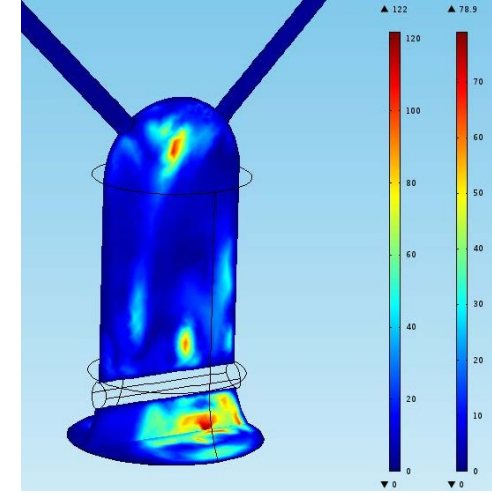
$\mu=0.01$



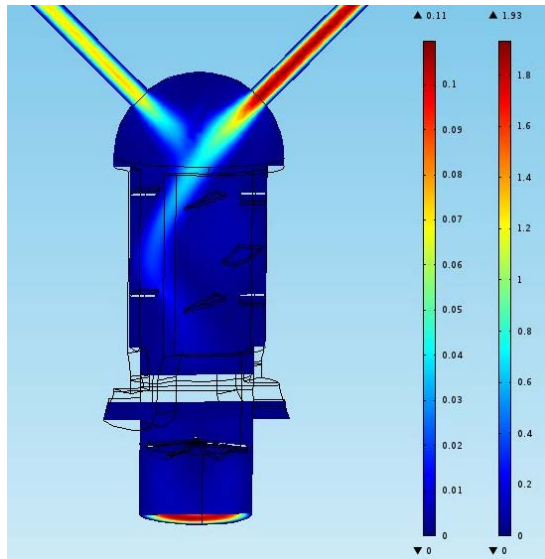
$\mu =0.001$



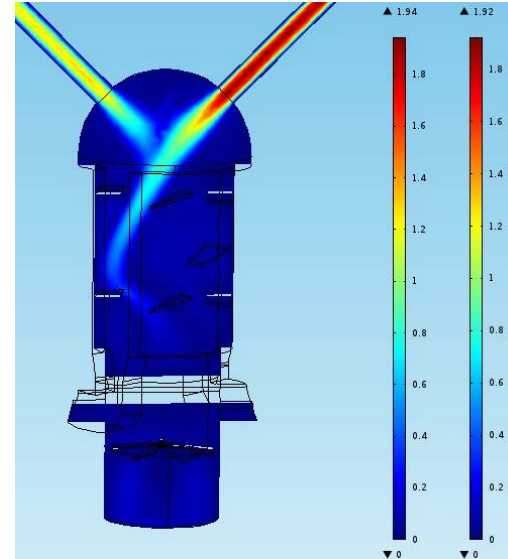
$\mu =1e-4$



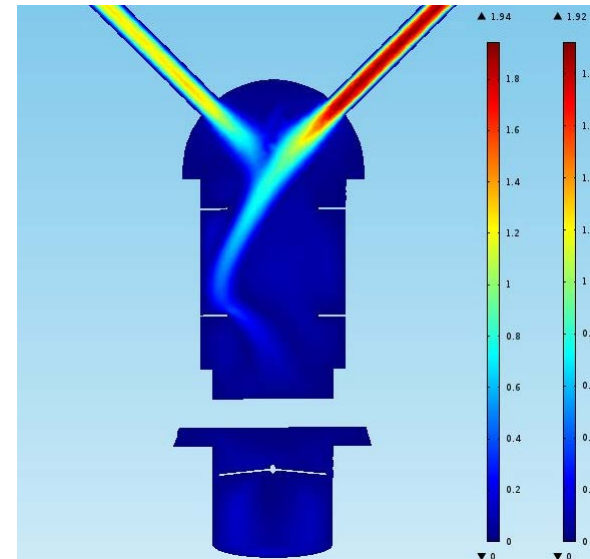
$1e-5$



$5e-5$



$2.5e-5$



$\mu =1e-5$

Conclusão

As simulações demonstram que o misturador não melhorou significativamente a homogeneidade da mistura na saída. O resultado é negativo 😞

Muitos parâmetros podem interferir na uniformidade do filme como:

- Temperatura;
- Turbulência na campânula;
- Desbalanço no fluxo de saída;
- Não homogeneidade na mistura dos gases.

Teria sido difícil reconhecer a falha na uniformidade devido à não homogeneidade dos gases havendo a percepção que o misturador seria eficiente.

Demanda latente

- Resolver a não homogeneidade do misturador;
- Simular o fluxo na campânula;
- Simular a distribuição de temperatura;
- Modelar as reações químicas;
- Integrar os fenômenos acima.