

Bolsista: Andressa Mendes Rodrigues, mrodrigues.andressa@gmail.com
Orientador: Francis H. R. França, frfranca@mecanica.ufrgs.br
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Departamento de Engenharia Mecânica
Grupo de Estudos Térmicos e Energéticos - GESTE

Introdução

Chamas livres são comumente encontradas na natureza e na indústria. Um exemplo muito conhecido na indústria do petróleo são os chamados *flares*. O presente trabalho considera a simulação computacional de uma chama livre de metano em regime laminar, fazendo-se o uso do CFD Ansys, que é amplamente utilizado em pesquisas acadêmicas e na indústria. A simulação envolve a solução acoplada das equações da continuidade, momentum, conservação de energia e da cinética química. Em particular, foi analisada a transferência radiativa da chama, que em geral corresponde ao principal mecanismo de transferência de calor de uma chama. Esse processo envolve a radiação em um meio formado por gases participantes, como vapor de água e dióxido de carbono, tratados como meio cinza. Foi realizado um conjunto de análises com diferentes modelos de turbulência, cinética química e de radiação, avaliando-se não apenas seus efeitos sobre os campos de velocidade, de temperatura, de concentrações das espécies químicas e dos fluxos radiativos locais, mas também sobre a convergência numérica e tempo computacional.

Objetivos

Um dos principais objetivos da pesquisa, é a geração de campos de fluxo radiativo em torno da chama, a partir dos quais serão propostas correlações para aplicações em cálculos de engenharia.

Condições de Contorno

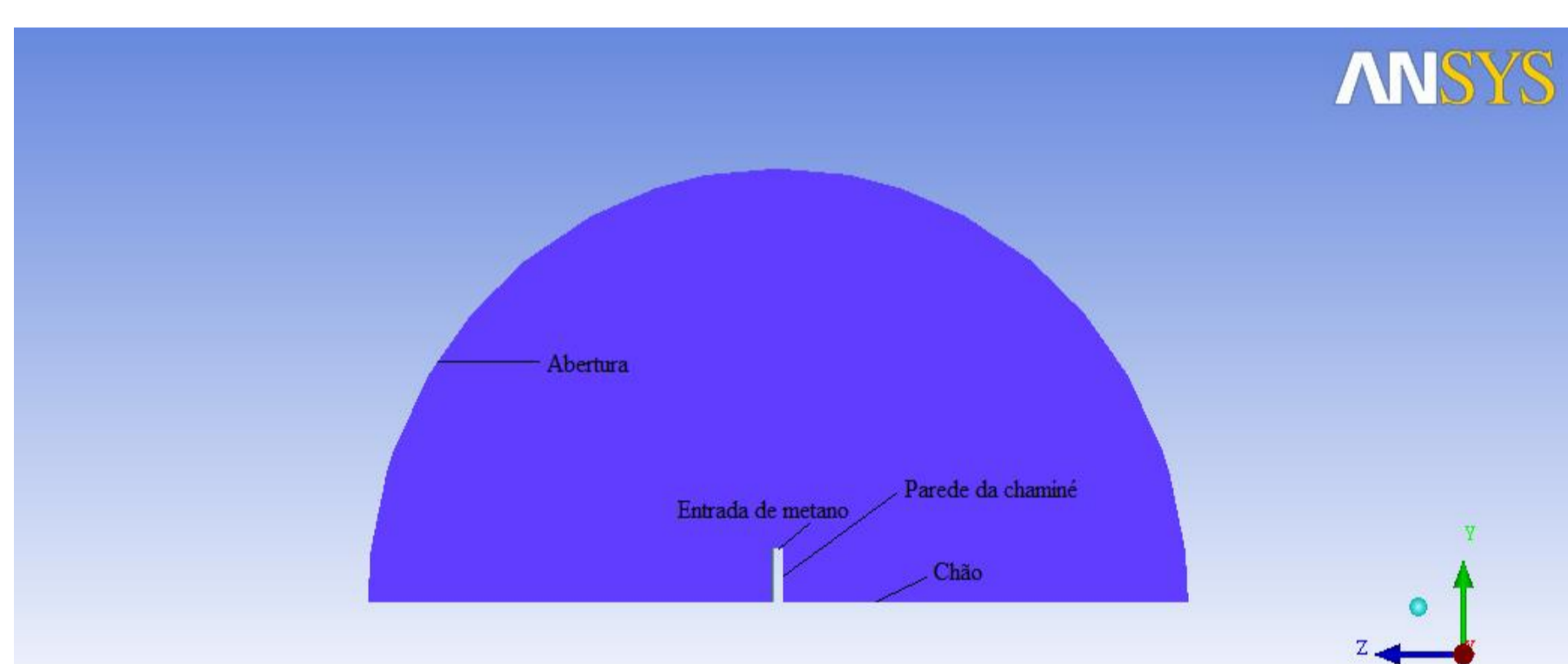


Figura 1: Corte mostrando uma seção do domínio contendo as condições de contorno

Entrada de metano: fração mássica de 100%, a 3cm/s e a 300K.

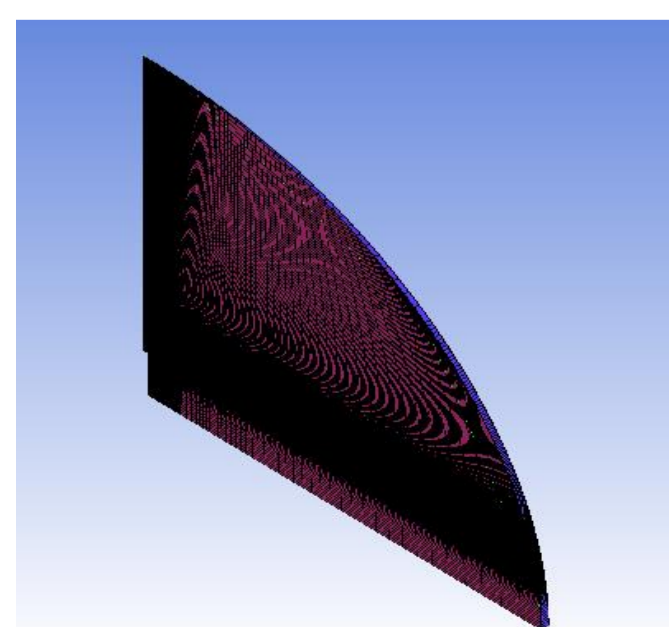
Abertura da atmosfera: fronteira que considera entrada e saída de matéria – pressão de 0 Pa (man).

Parede do queimador e chão: adiabáticos.

Geometria e Malha

- 150000 elementos hexaédricos
- Axissimetria

Figura 2: Malha Hexaédrica com 150000 elementos.

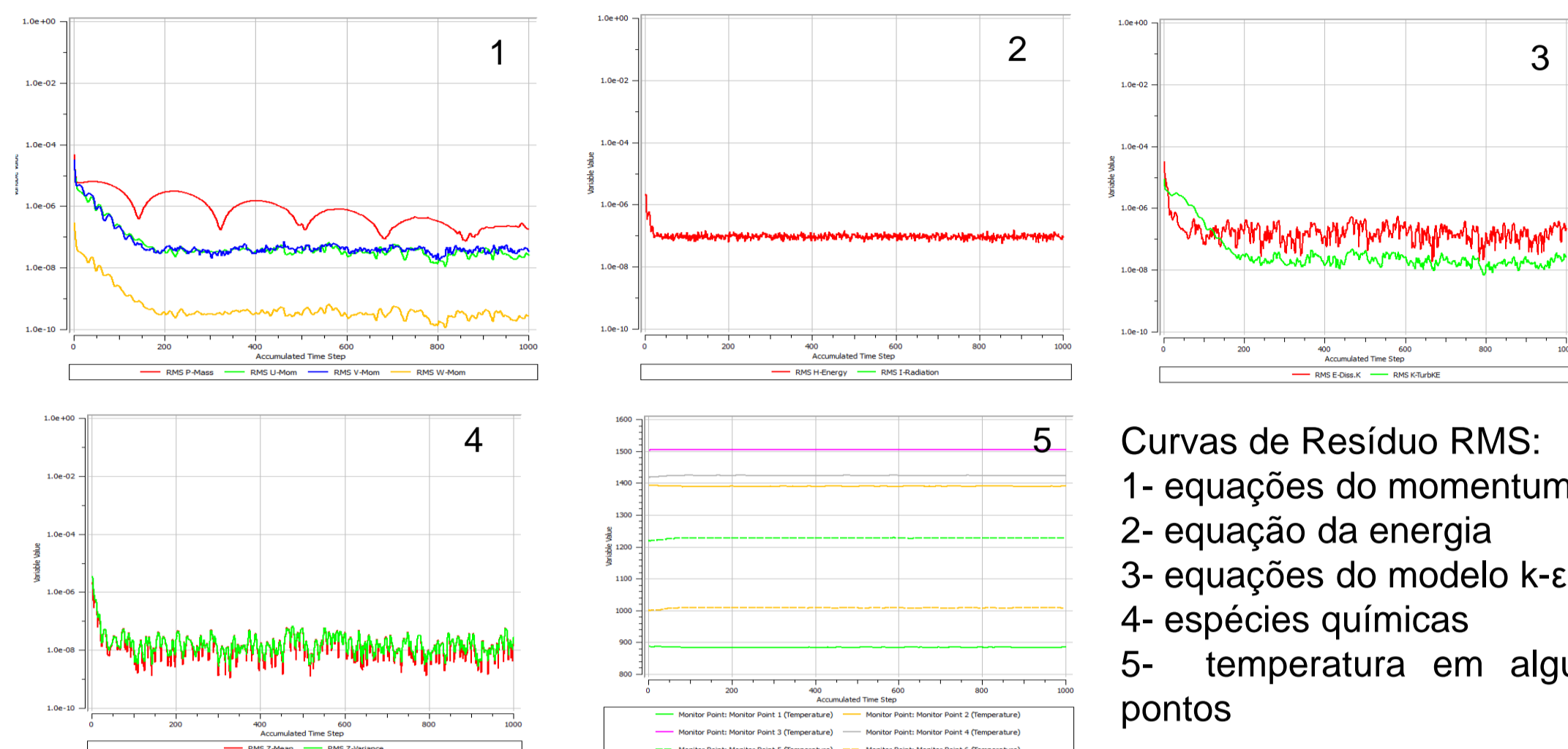


Modelos Utilizados:

- Modelo de turbulência: k-ε
- Modelo de combustão: *PDF Flamelet*
- Modelo de convecção livre: *Full Buoyancy Model*.
- Modelo de radiação térmica: P1, Monte Carlo e Discrete Transfer

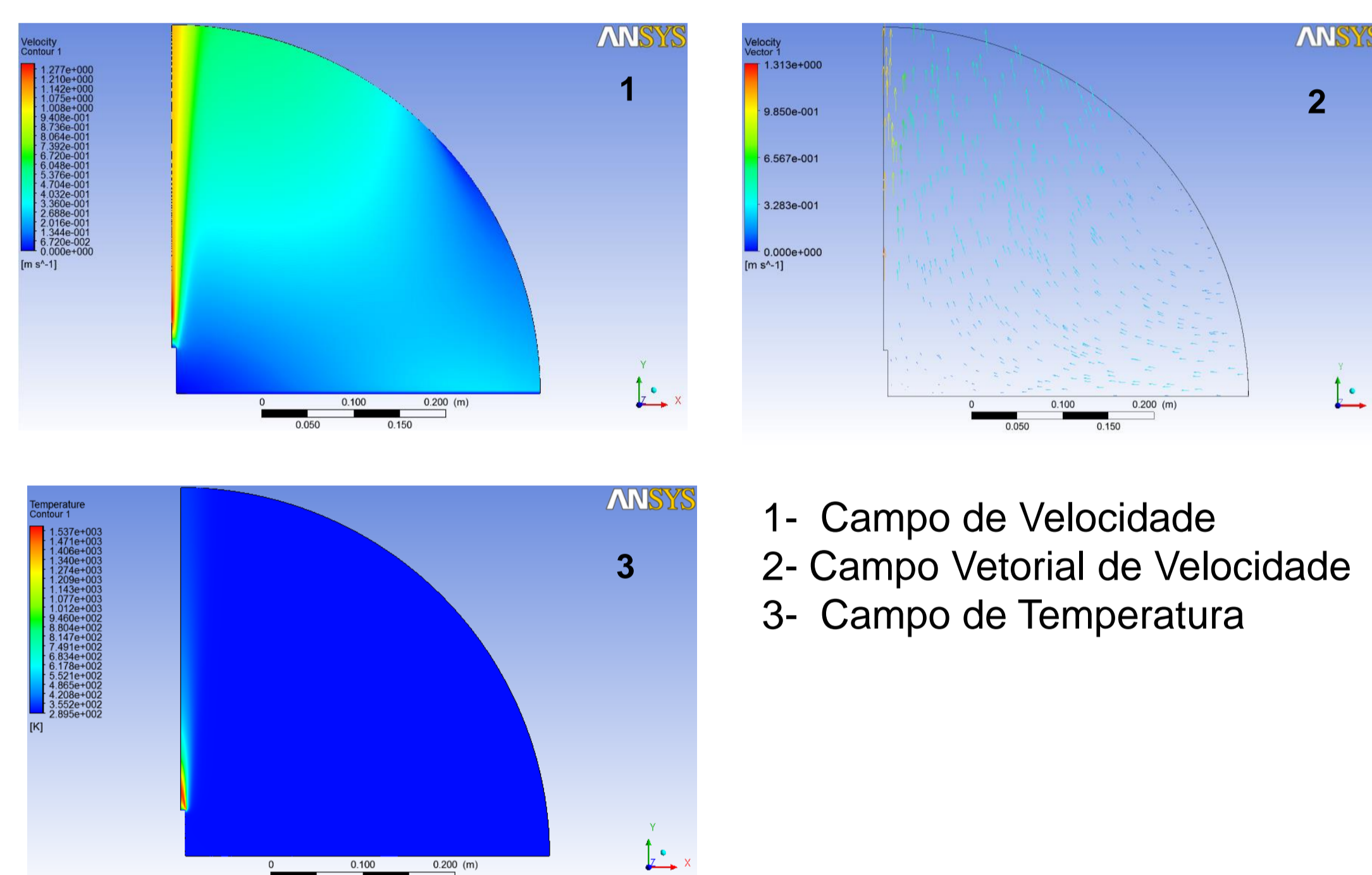
Resultados

Convergência da Solução



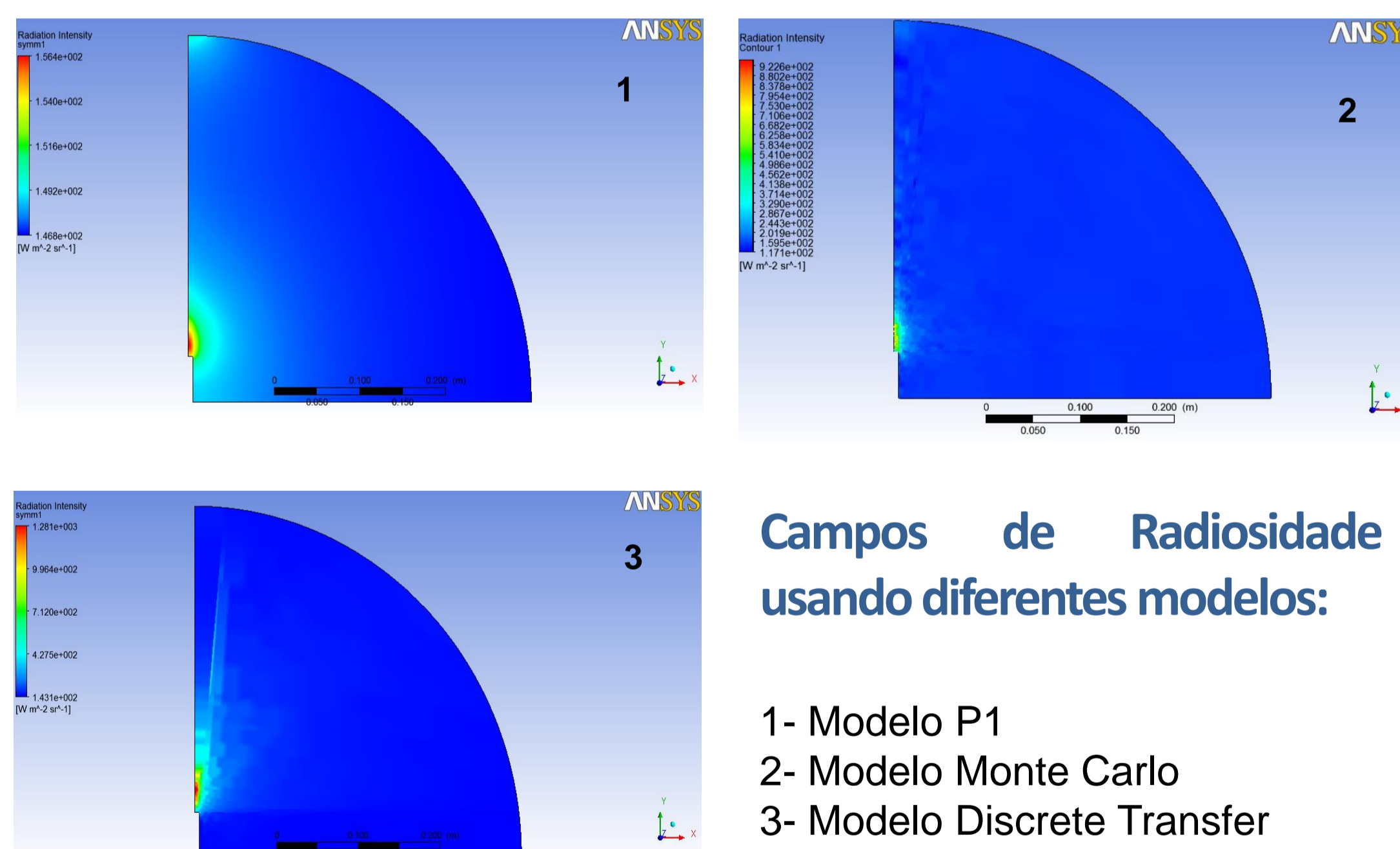
Curvas de Resíduo RMS:
1- equações do momentum
2- equação da energia
3- equações do modelo k-ε.
4- espécies químicas
5- temperatura em alguns pontos

Campos De Velocidade E Temperatura



1- Campo de Velocidade
2- Campo Vetorial de Velocidade
3- Campo de Temperatura

Campos De Radiosidade



Campos de Radiosidade usando diferentes modelos:

- 1- Modelo P1
- 2- Modelo Monte Carlo
- 3- Modelo Discrete Transfer

Conclusão

A modelagem de uma chama livre de baixa velocidade é um caso interessante de ser analisado dado o domínio utilizado. Ao decorrer da pesquisa o modelo utilizado se mostrou bastante confiável. A partir desse caso, pode-se ter uma ideia de como proceder na resolução de outros casos com domínio indefinido, como outras situações que envolvam combustão.

Os campos de velocidades e temperaturas se mostraram muito condizentes com o esperado. Já os campos de radiosidade mostraram discrepâncias entre os modelos utilizados.

Referências Bibliográficas

- ANSYS CFX 14.0, Theory Guide, 2012.
- Incropera, F. P., Fundamentos de Transferência de Calor e Massa, 6a ed., 2008.