



# Laboratório de Combustão e Motores da UFRGS



Fernando M. Pereira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Departamento de Engenharia Mecânica

[fernando@mecanica.ufrgs.br](mailto:fernando@mecanica.ufrgs.br)

- Objetivo do laboratório
- Equipe envolvida
- Colaborações RNC e externas
- Projetos recentes
- Infraestrutura existente até 2006
- Infraestrutura implantada 2007-2011
- Infraestrutura em implantação no próximo triênio
- Principais resultados obtidos
- Considerações finais

1. Realizar estudos fundamentais na queima de ***combustíveis alternativos***;
2. Realizar estudos fundamentais em combustão de **carvão mineral**;
3. Avaliar e desenvolver modelos de **radiação** para processos de combustão;
4. Estudar o processo de combustão em **motores** de combustão interna e **queimadores**;

# Equipe envolvida

## Grupo atuando em temas relacionados à combustão

### 14 Pesquisadores:

- 02 Pós-Doutorando
- 06 Doutorandos
- 06 Mestrandos

### 06 Professores:

Fernando M. Pereira  
Thamy C. Hayashi  
Paulo S. Schneider  
Francis H. R. França  
Horácio A. Vielmo  
Pedro B. Mello

**Fundamentos da combustão:** 9 pesquisadores

**Radiação em meio participante:** 3 pesquisadores

**Simulação numérica em motores:** 3 pesquisadores

**Experimentação em motores:** 4 pesquisadores

# Colaborações RNC e externas

- Universidade Federal de Santa Catarina
  - Estudo teórico da combustão em meios porosos
  - Caracterização de combustíveis alternativos
- Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
  - Estudo teórico da combustão em meios porosos
- Universidade Federal da Bahia
  - Combustão catalítica
- Universidade Regional Integrada - URI
  - Combustão de carvão

# Colaborações RNC e externas

- University of Texas, Austin – EUA
  - Modelos de radiação em processos de combustão
- Brandenburg University of Technology, Cottbus - Alemanha
  - Combustão de carvão

- Avaliação de modelos de radiação em processos de combustão, Cooperação Texas, CAPES/UT No. 028/08, R\$50k;
- Investigação do comportamento de carvões brasileiros submetidos à combustão em atmosferas de ar e de oxi-combustão, Cooperação Cottbus, CAPES/DAAD PROBROAL, R\$50k;
- Análise numérico-experimental da combustão em motores de combustão interna, CNPq, R\$16k;
- Modelagem da combustão de carvão, Rede Carvão, R\$150k.

1. Laboratório de motores com cerca de 200 m<sup>2</sup>;
2. Motor CFR (*Cooperative Fuel Research*) para caracterização de número de octanas e número de cetano;
3. Laser pulsado New Wave, 30 mJ;
4. Laser contínuo Dantech, 9,5 W;
5. Três bancadas dinamométricas (freio hidráulico, corrente parasita e freio de Foucault);
6. Centro Nacional de Supercomputação – CESUP.



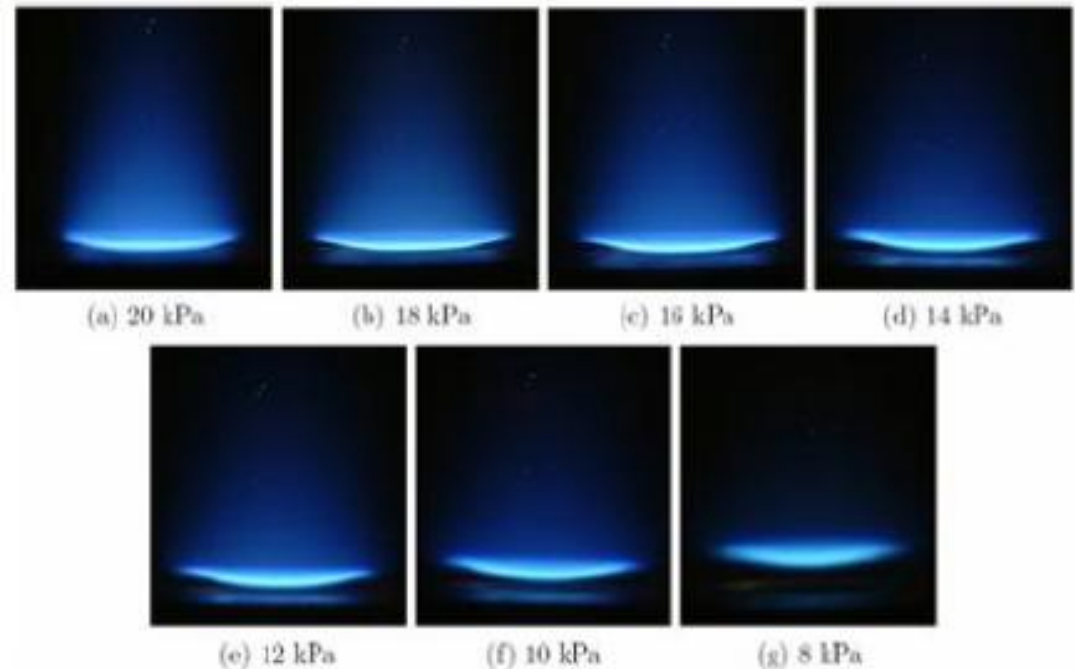
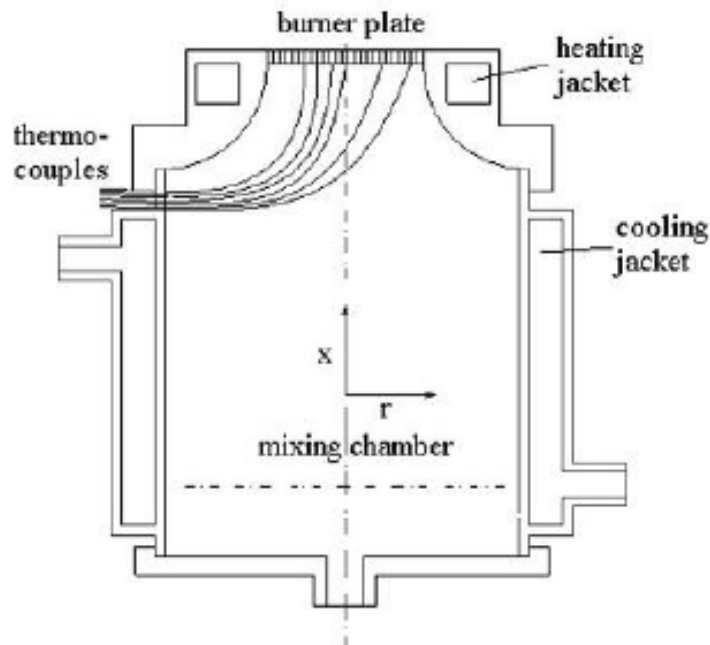
- Instrumentação do motor CFR para a medição de parâmetros de combustão:



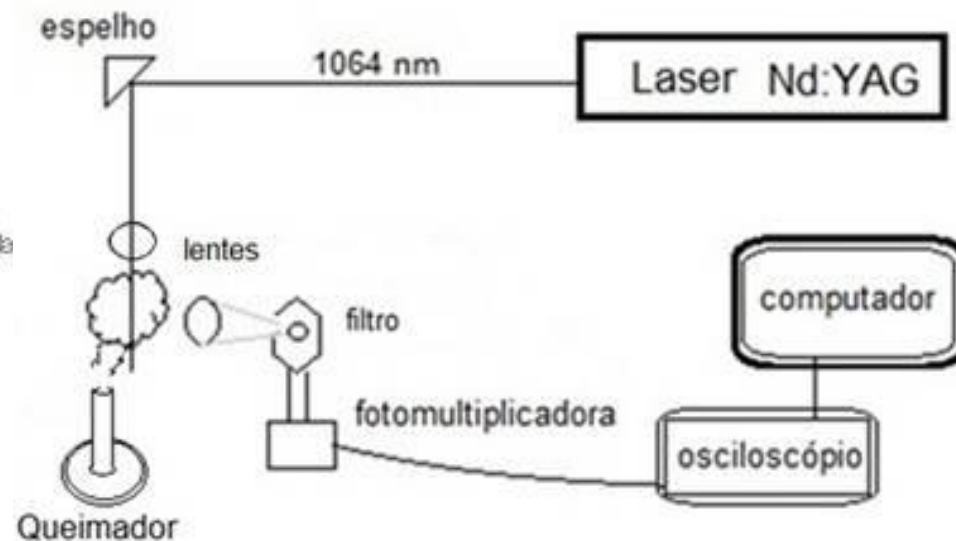
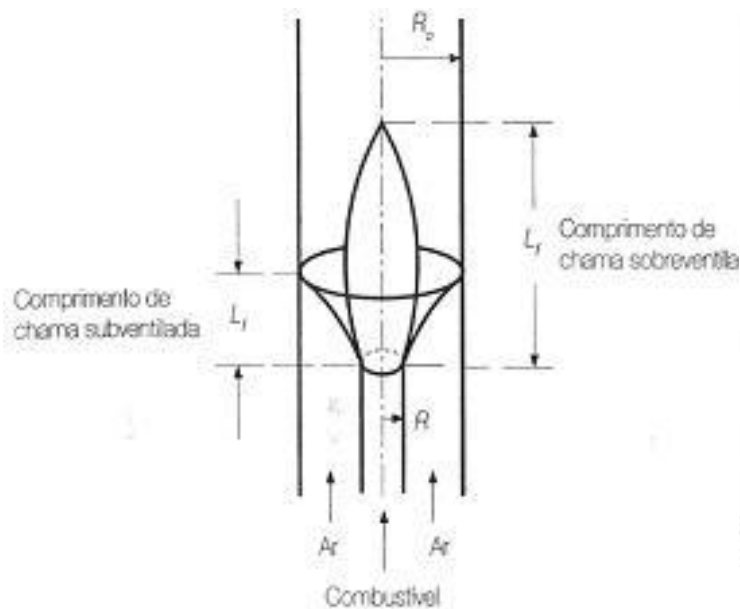
- sistema eletrônico de injeção,
- sensores de pressão e temperatura na câmara de combustão,
- sistema de leitura da posição do eixo de manivelas.

- Montagem de um cluster computacional.
- Busca de recursos para infraestrutura básica do laboratório experimental em combustão:
  - Casa de armazenamento de combustíveis;
  - Rampa de controle de pressão e linhas de distribuição de gases combustíveis;
  - Sistema de exaustão e equipamentos de segurança.

- Busca de recursos para equipamentos nos editais de pesquisa:
  - Queimador de chama plana laminar – medição de velocidade de chama;

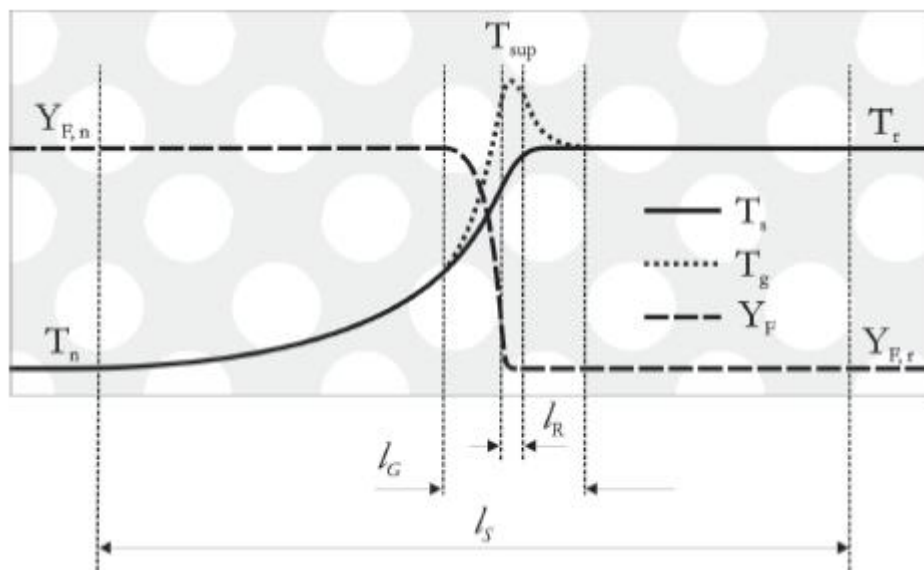


- Busca de recursos para equipamentos nos editais de pesquisa:
  - Incandescência induzida a laser – medição de fuligem em chamas difusivas laminares;



- Busca de recursos para equipamentos nos editais de pesquisa:
  - Construção de um *drop-tube-furnace* para estudo de cinética química de carvão;
  - Medição espectral da radiação em chamas;
  - Melhorias na bancada CFR.

- Análise assintótica da combustão em meios porosos.



*Solução baseada em escalas características*

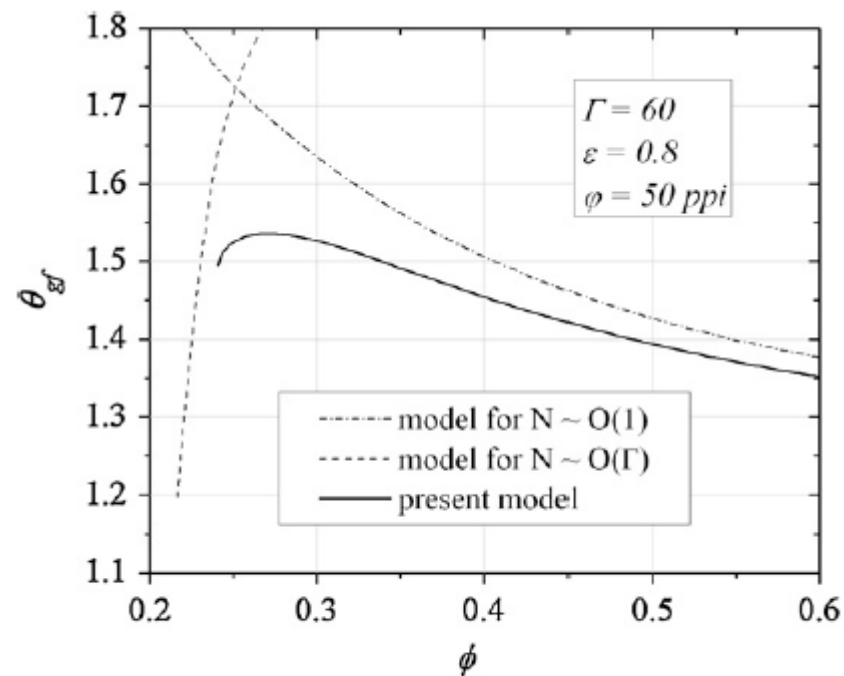


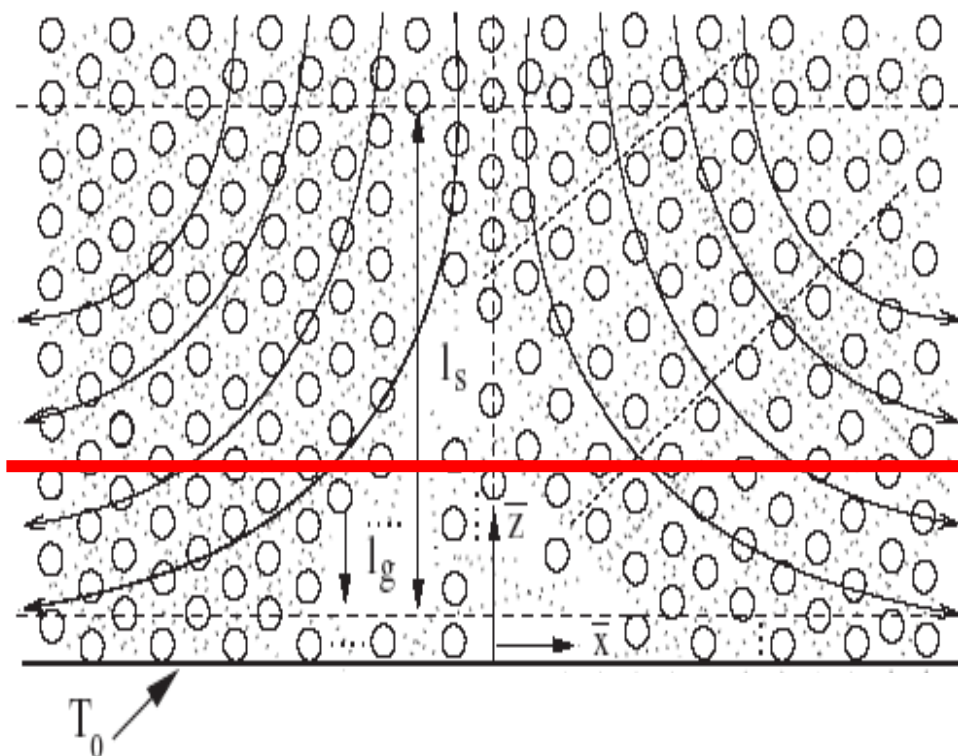
Fig. 2. Gas-phase temperature at the flame as a function of  $\phi$ .

Pereira et al., *Combustion and Flame*, 2011.  
 Pereira et al., *Journal of Fluid Mechanics*, 2010.  
 Pereira et al., *Combustion and Flame*, 2009.

- Análise assintótica da combustão em meios porosos.

*Extensão para chamas impingentes em meios porosos inertes*

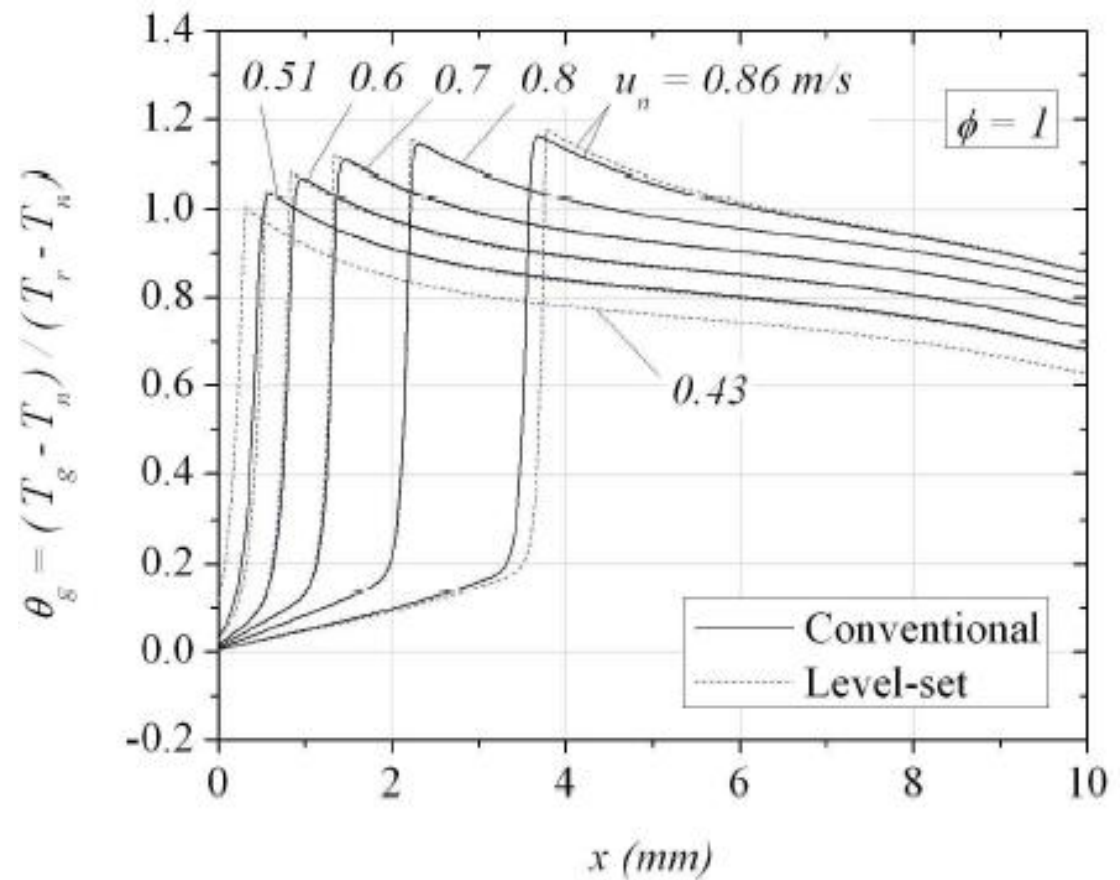
*Kokubun et al.,  
será submetido  
ao simpósio de  
combustão, 2012*



- Análise numérica da combustão em meios porosos.

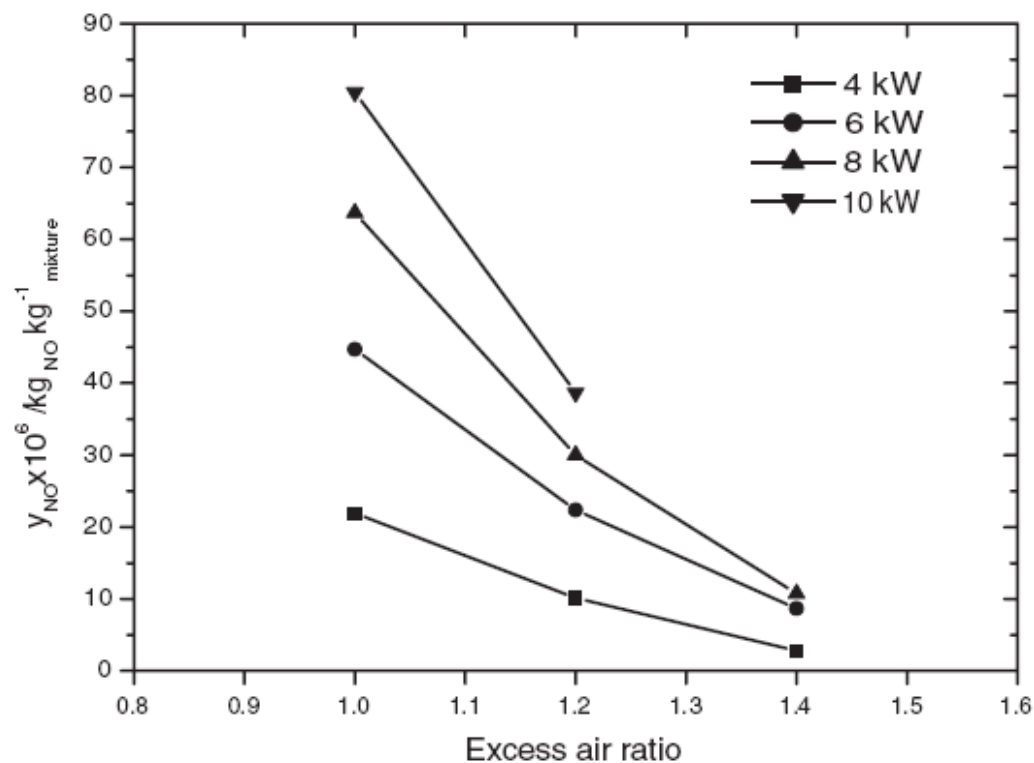
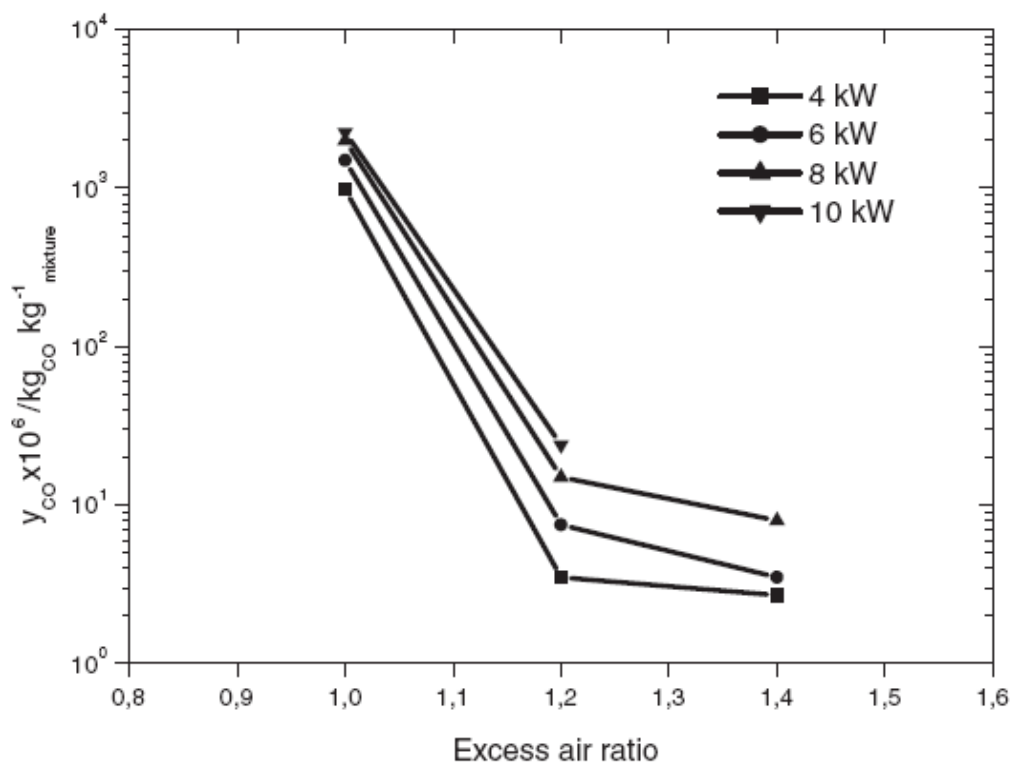
Método **Level-set** para a simulação 3D da combustão laminar em meios porosos

$$\frac{\partial G}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla G = v_F |\nabla G|$$



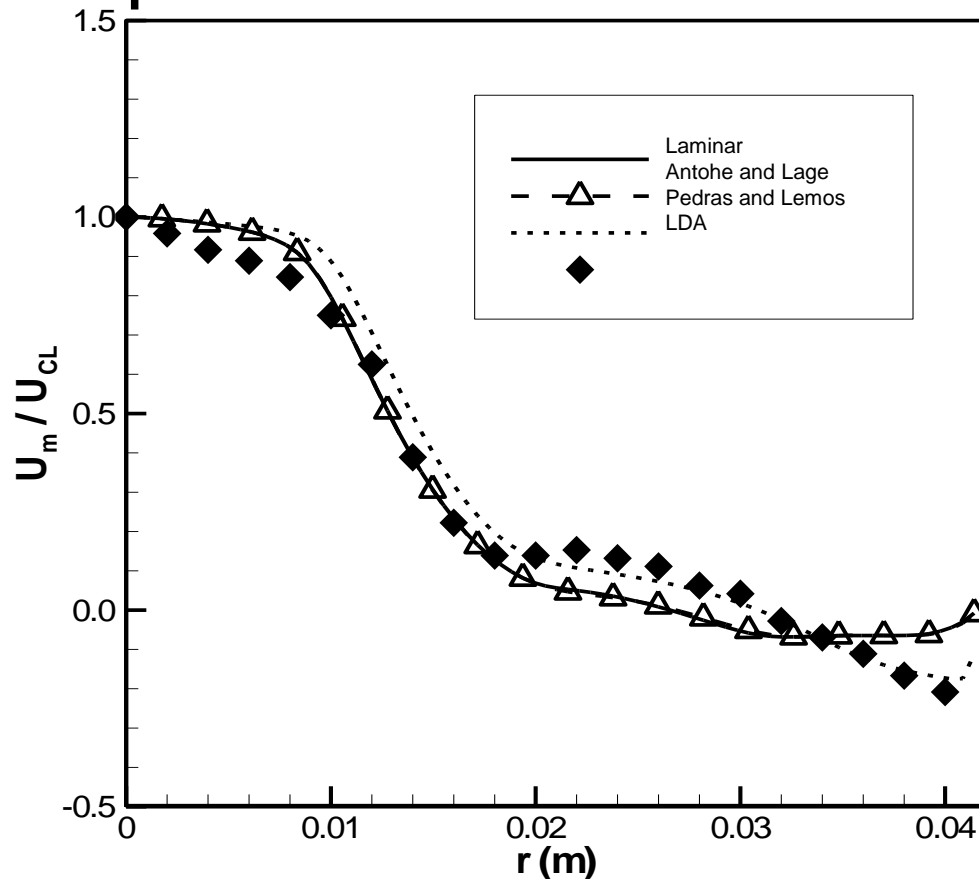


- Análise numérica da combustão em meios porosos.



*Hayashi et al., Combust Theor Model, 2011.*

- Análise numérica da combustão em meios porosos.

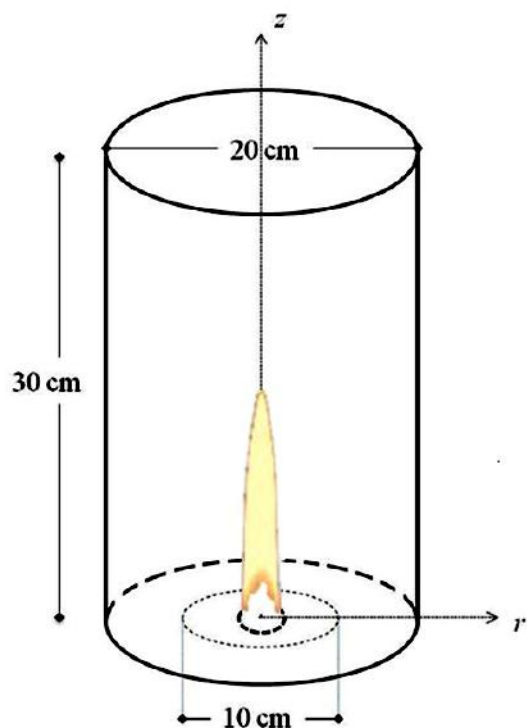


**Escoamento turbulento em meio poroso.**

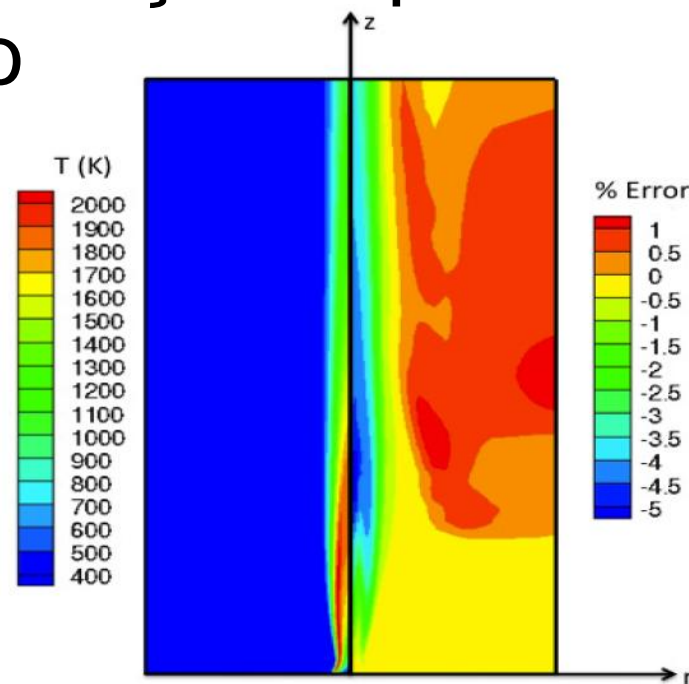
Resultados numéricos **x** experimentais da velocidade em um plano situado 10 mm a montante de uma placa porosa inserida a 40 mm de uma expansão súbita em um tubo.

*Pereira et al., aceito em J Porous Media, 2012*

- Comparação de modelos de radiação em meios participante em condições típicas de processos de combustão



*Modelo de gás cinza apresenta bons resultados para chamas difusivas.*



(a) Temperature Profile

*Mossi et al., **aceito em High Temp – High Press, 2011***  
*Maurense et al., **JQSRT, 2008***  
*Silva et al. **Combust Sci Technol, 2007***

- Estudos em motores de combustão interna

*Avaliação do uso de GN em motores de ciclo Otto: Mello et al.,  
**Fuel, 2006***

- Modelagem da combustão de carvão

*Determinação de parâmetros cinéticos globais na oxi-combustão de  
carvão, Carotenuto et al., **III CBCM, 2011***

*Simulação da combustão de carvão pulverizado em caldeiras,  
Silva et al., **ENCIT, 2010***

As perspectivas do **Laboratório de Combustão e Motores** da UFRGS são:

- Implantação da infraestrutura experimental do laboratório;
- Avançar em estudos experimentais em combustíveis alternativos, carvão e radiação;
- Ampliar as parcerias nacionais e internacionais.



# Laboratório de Combustão e Motores da UFRGS



Fernando M. Pereira  
Francis H. R. França  
Horácio A. Vielmo  
Paulo S. Schneider  
Pedro B. Mello  
Thamy C. Hayashi

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Rua Sarmiento Leite 425, Cidade Baixa  
Porto Alegre – RS, CEP 90050-170

Fone: (51) 3308-3114  
[fernando@mecanica.ufrgs.br](mailto:fernando@mecanica.ufrgs.br)