



SISTEMAS PASSIVOS DE RESFRIAMENTO

Leon Lima

Seminário PPG-EM

04/02/2015

SUMÁRIO



- Motivação
- Conceitos fundamentais
- Estabilidade
- Sistemas monofásicos

MOTIVAÇÃO



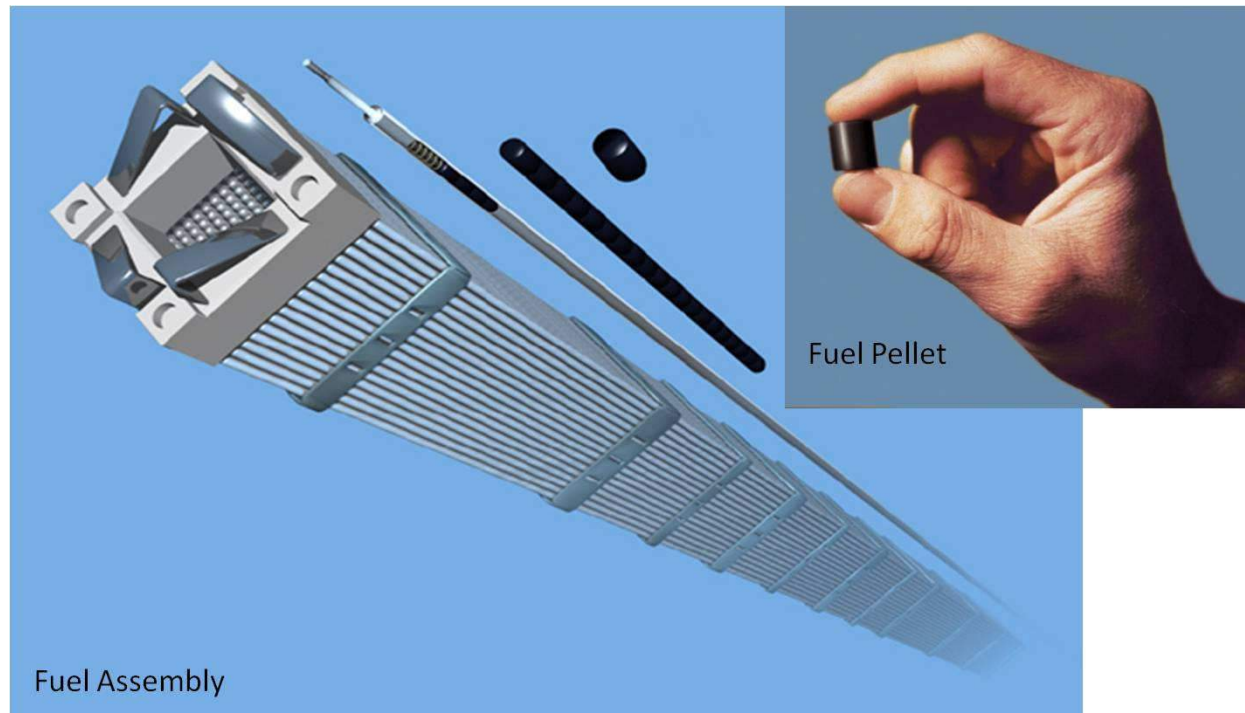
MOTIVAÇÃO



Solução:

Unidade Complementar de Armazenamento de
Elementos Combustíveis Irradiados

MOTIVAÇÃO



Elementos Combustíveis Irrradiados
seguem emitindo **calor**

MOTIVAÇÃO



O maior aprimoramento nos projetos atuais de instalações nucleares é a incorporação de sistemas passivos, por serem inerentemente seguros.

Dentro desta tendência:

Unidade Complementar de Armazenamento de
Elementos Combustíveis Irradiados com
Sistema Passivo de Resfriamento

MOTIVAÇÃO



Sistema Passivo de Resfriamento

Universidade Técnica de Dresden
maio a outubro de 2014

Fotos_LUKA



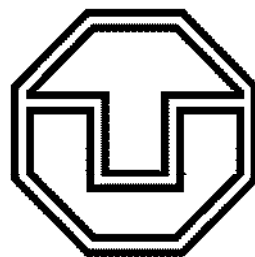
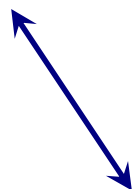
MOTIVAÇÃO




AREVA




Eletrobras
Eletronuclear

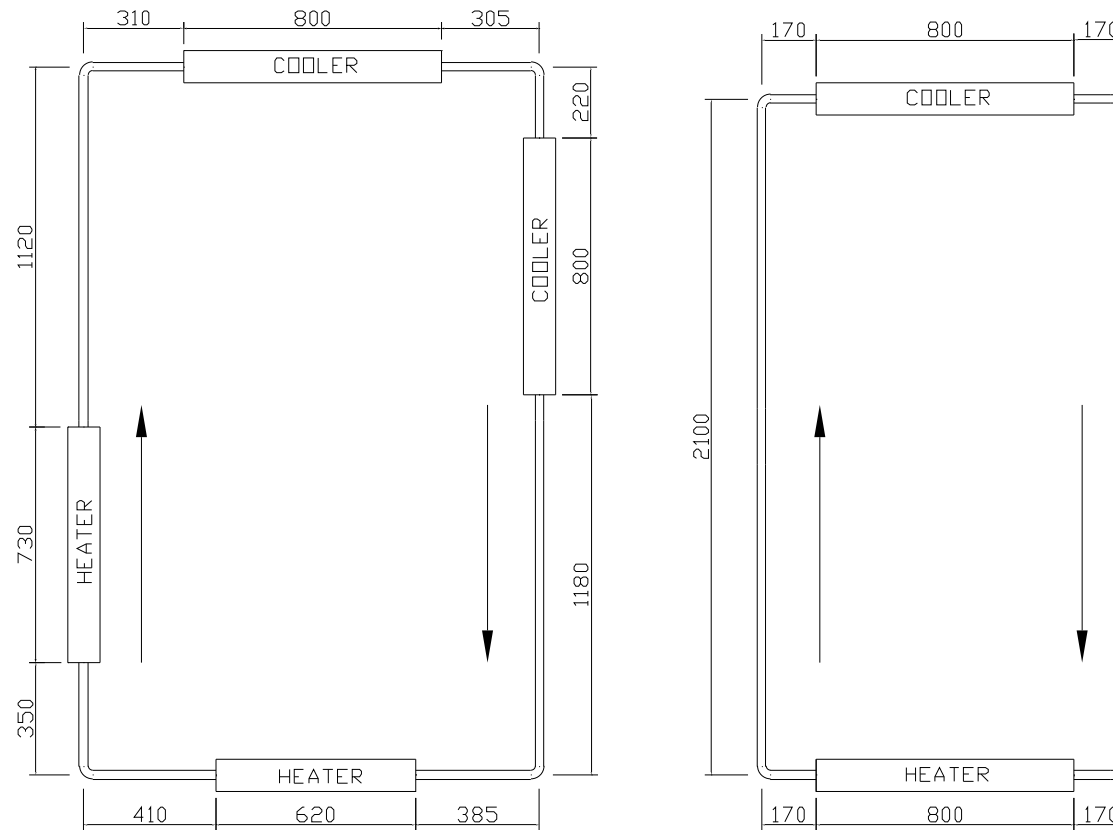


**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**



Sistemas Passivos de Resfriamento

CONCEITOS FUNDAMENTAIS

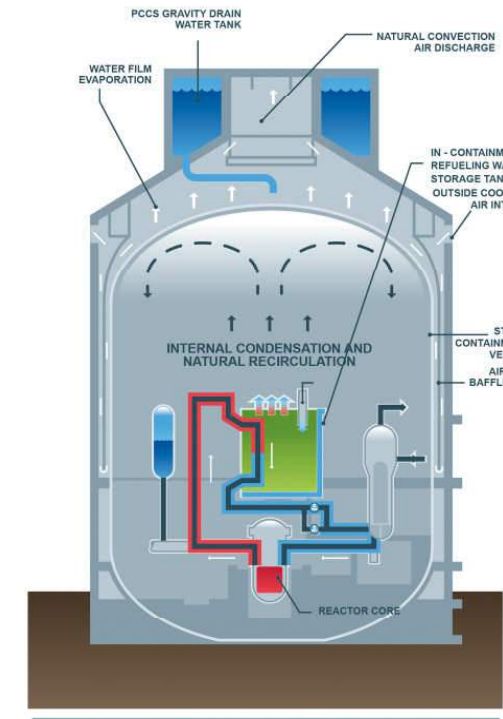
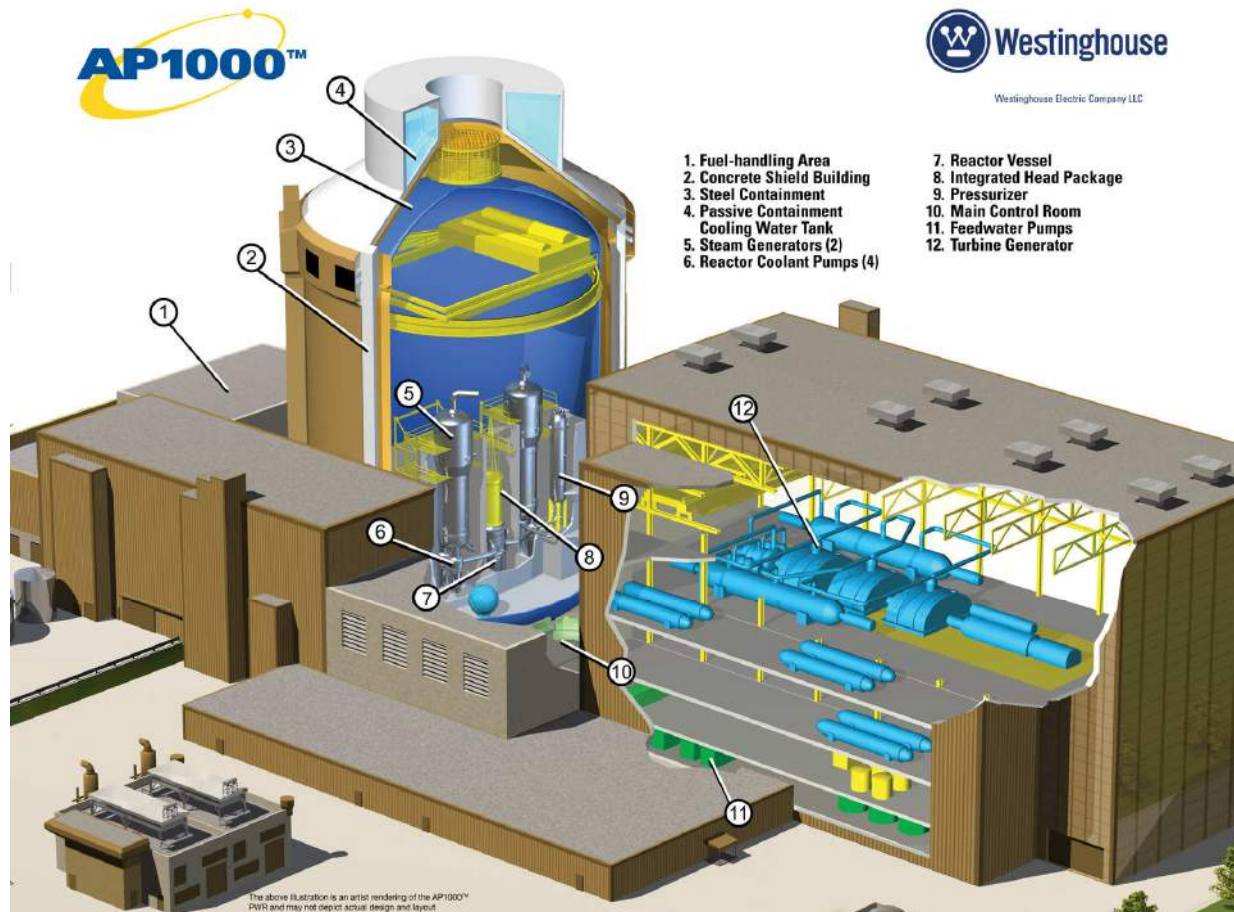


CONCEITOS FUNDAMENTAIS

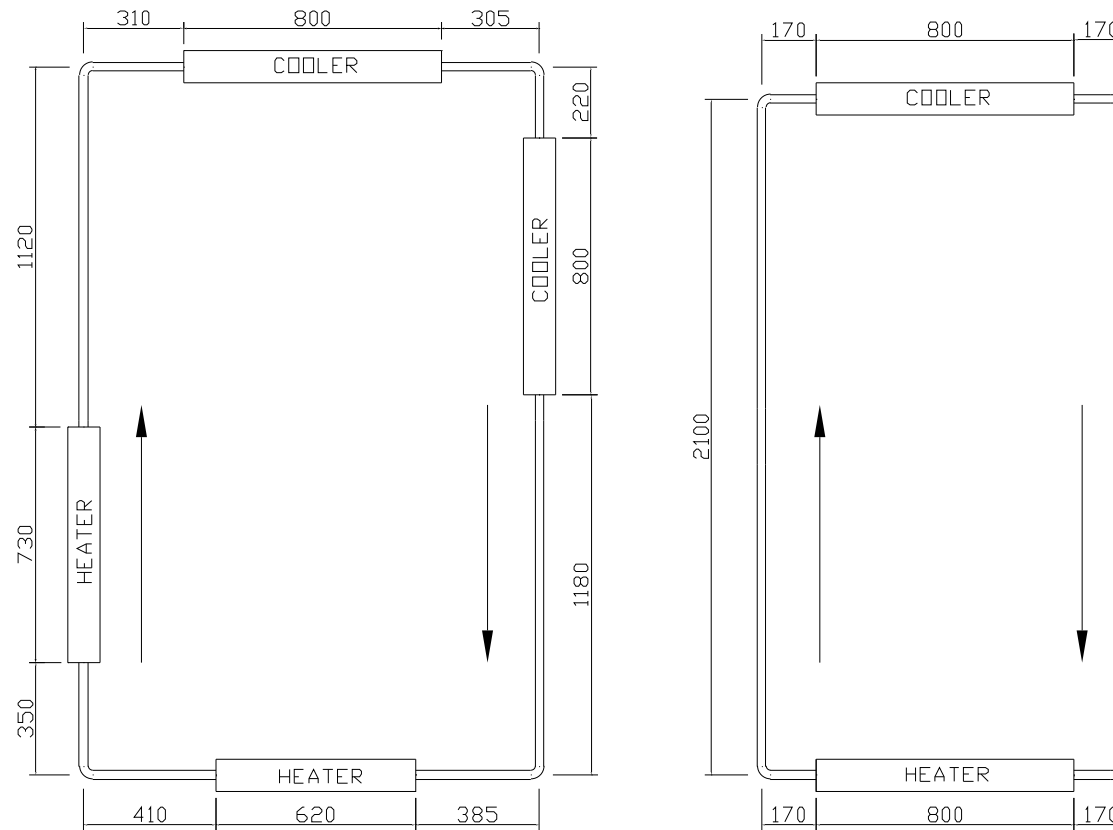


Sistemas Passivos de Resfriamento não são uma tecnologia nova

CONCEITOS FUNDAMENTAIS



CONCEITOS FUNDAMENTAIS



PROJETO DE SISTEMAS PASSIVOS DE RESFRIAMENTO

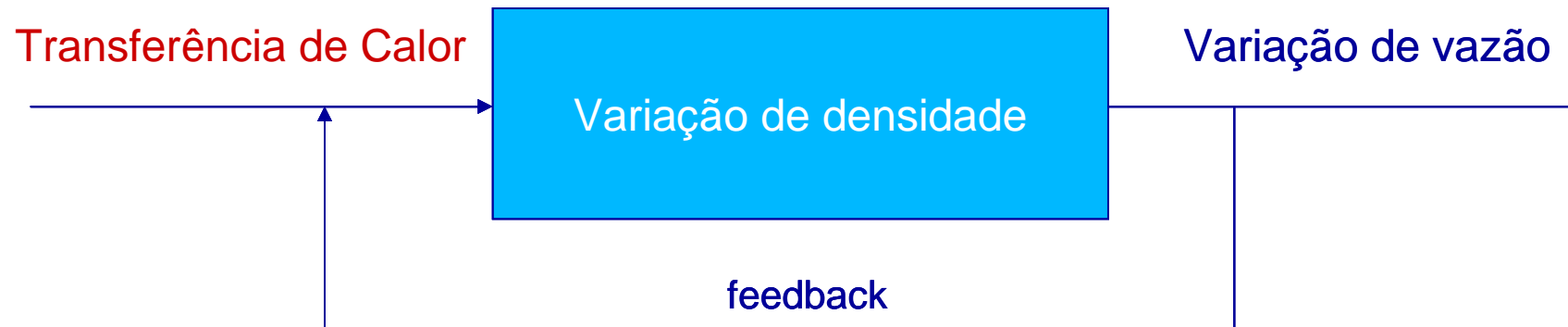


Objetivo: remover uma dada carga térmica dentro de uma diferença máxima de temperaturas entre fonte quente e fonte fria

Balanço: eficiência dos trocadores de calor x perdas de carga

- Monofásicos
- Bifásicos
- Supercríticos
- Materiais resistentes a corrosão
- Custo baixo
- Sistema compacto
- Facilidade de manutenção
- Sistema estável

INSTABILIDADES TERMO-HIDRÁULICAS



INSTABILIDADES TERMO-HIDRÁULICAS



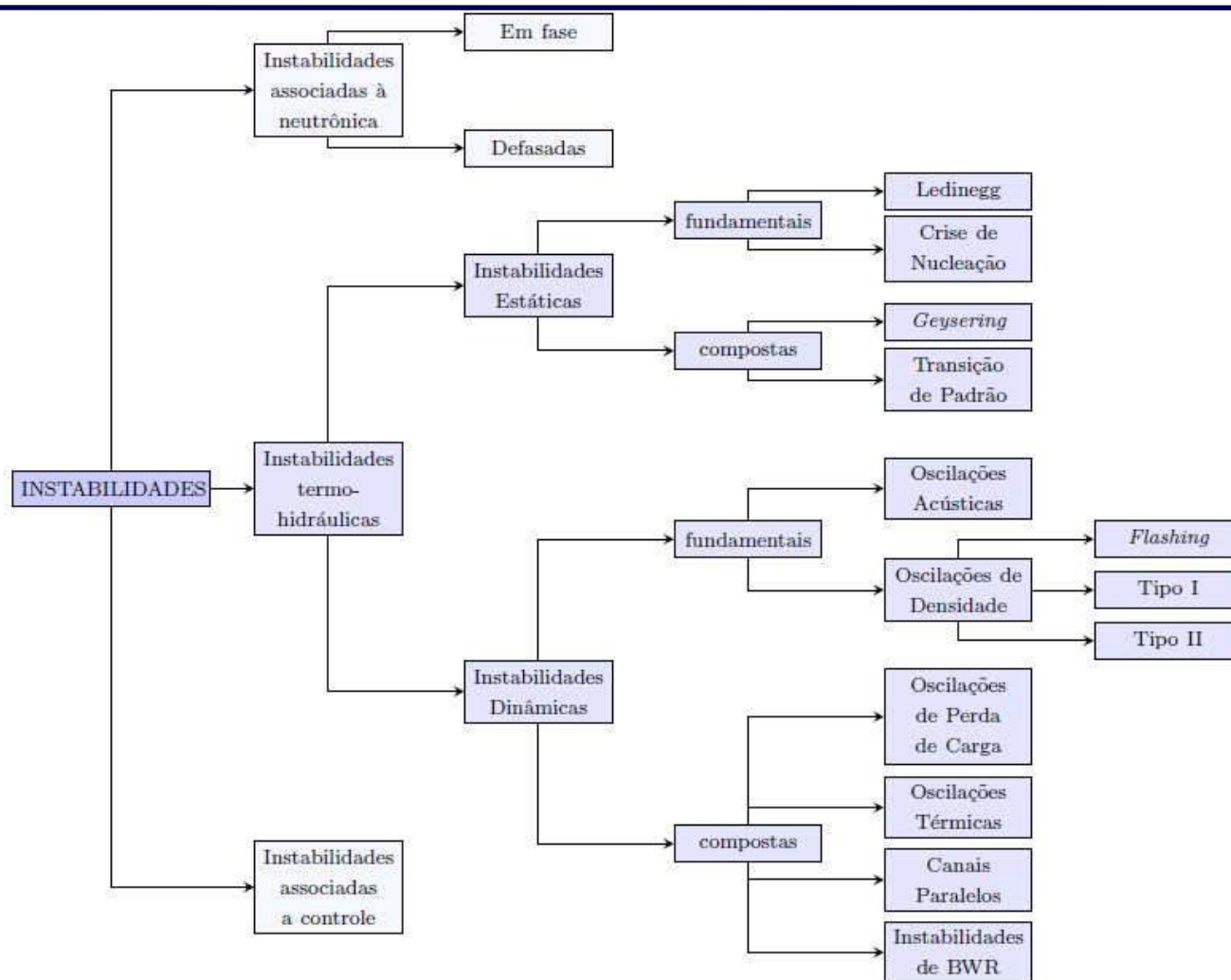
- Dado um sistema em equilíbrio, a introdução de uma perturbação vai gerar oscilações que poderão crescer ou decair.
- A defasagem entre uma perturbação na vazão e a variação do ΔT pode crescer de tal forma que o sistema não recupera o estado inicial.
- Do ponto de vista matemático, o entendimento é mais amplo: instabilidades estão associadas à multiplicidade de soluções.

TIPOS DE INSTABILIDADE



- Boure et al., 1973: Review of Two-phase Flow Instability
- Leuba e Rey, 1993: Coupled thermohydraulic-neutronic instabilities in boiling water nuclear reactors: a review of the state of the art
- Durga Prasad et al., 2007: Review of research on flow instabilities in natural circulation boiling systems

TIPOS DE INSTABILIDADE



SISTEMAS MONOFÁSICOS



- A princípio não se esperava que pudessem apresentar instabilidades
- **Welander, 1967**: On the oscillatory instability of a differentially heated fluid loop
- **Creveling et al., 1975**: Stability characteristics of a single-phase free convection loop

SISTEMAS MONOFÁSICOS



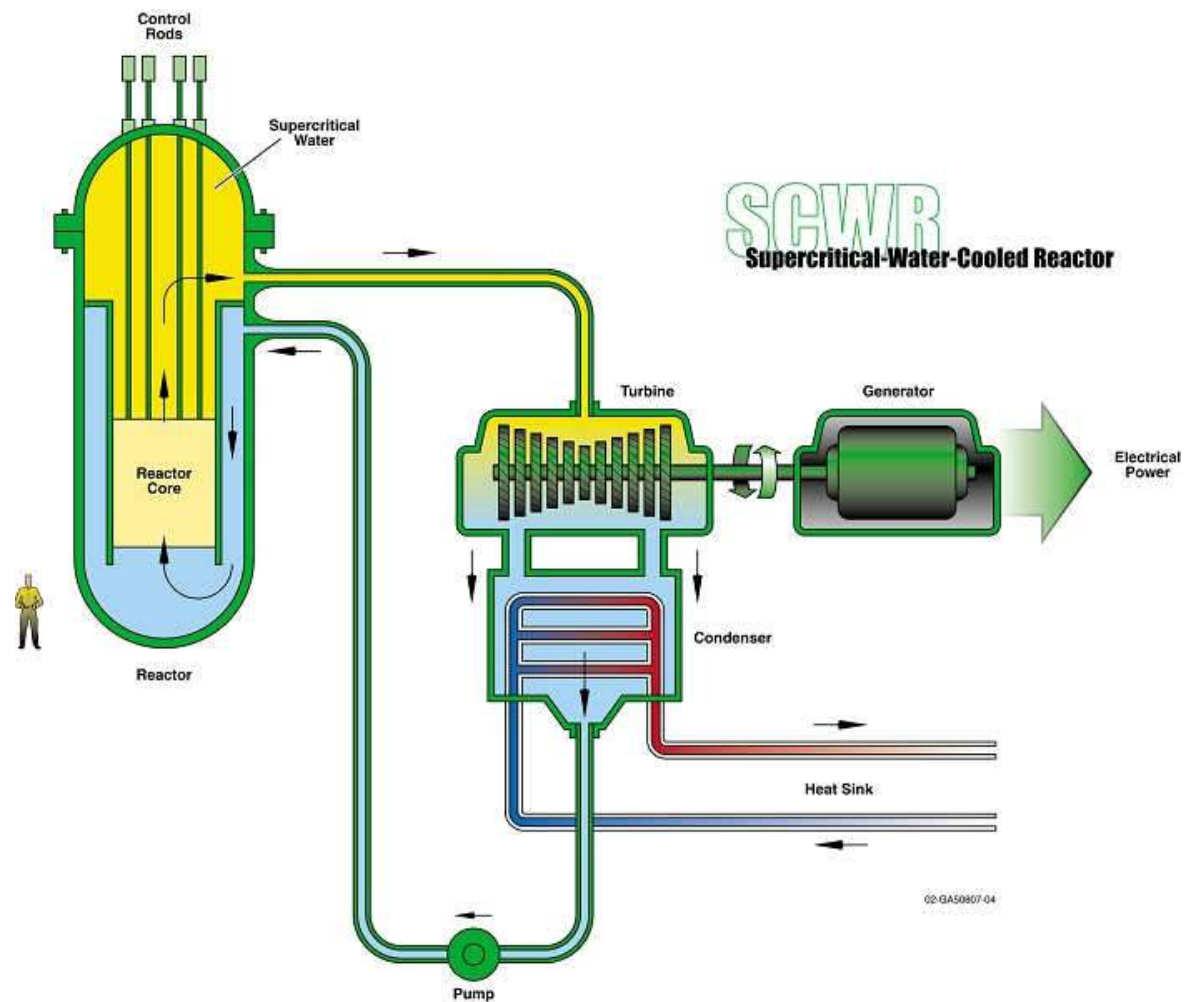
- BARC (Bhabha Atomic Research Centre): P. K. Vijayan
[Vijayan e Austregesilo, 1994](#)
- Universidade de Pisa: Walter Ambrosini
[Ambrosini et al., 2004](#)
- Indian Institute of Technology Kharagpur: Dipankar N. Basu
[Basu et al., 2013](#)
- IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – SP)
[Angelo et al., 2012](#)

SISTEMAS MONOFÁSICOS

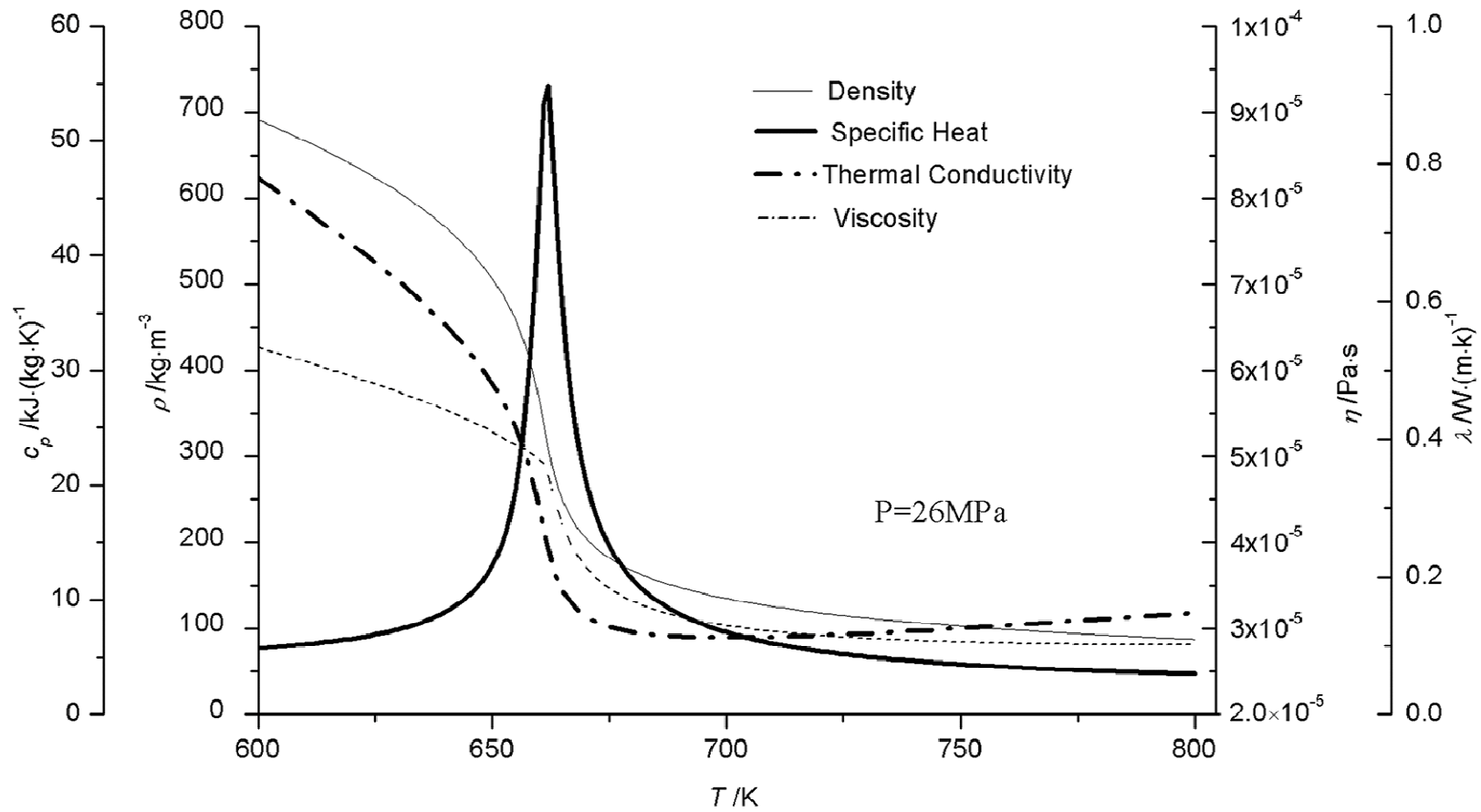


- Influência de efeitos 3D
- Correlação para o fator de atrito
- Medida de estabilidade

FLUIDOS SUPERCRÍTICOS



FLUIDOS SUPERCRÍTICOS



FIM!



obrigado!