

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo



Termodinâmica

Introdução



Do grego

Termhe (calor)

+

Dynamis (potência)

= Termodinâmica

Termodinâmica = ciência da energia e da entropia.

Termodinâmica: objeto de estudo é a energia e suas transformações.



O que lhe agregará o curso?

- ◆ Aprendizado de uma disciplina fundamental de Engenharia;
- ◆ Aquisição de “cultura de Engenharia”, já que abordamos inúmeros problemas reais;
- ◆ Fornecimento de conhecimentos para entendimento de temas atuais, como a questão energética e o aquecimento global;
- ◆ Desenvolvimento de metodologia científica;
- ◆ Desenvolvimento do raciocínio abstrato.

Origem de nossa energia



Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo



Usinas hidrelétricas

Origem de nossa energia



Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo



Usinas termoelétricas

Origem de nossa energia



Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo



Usinas nucleares

Qual o impacto?



Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo



Poluição



Aquecimento global?



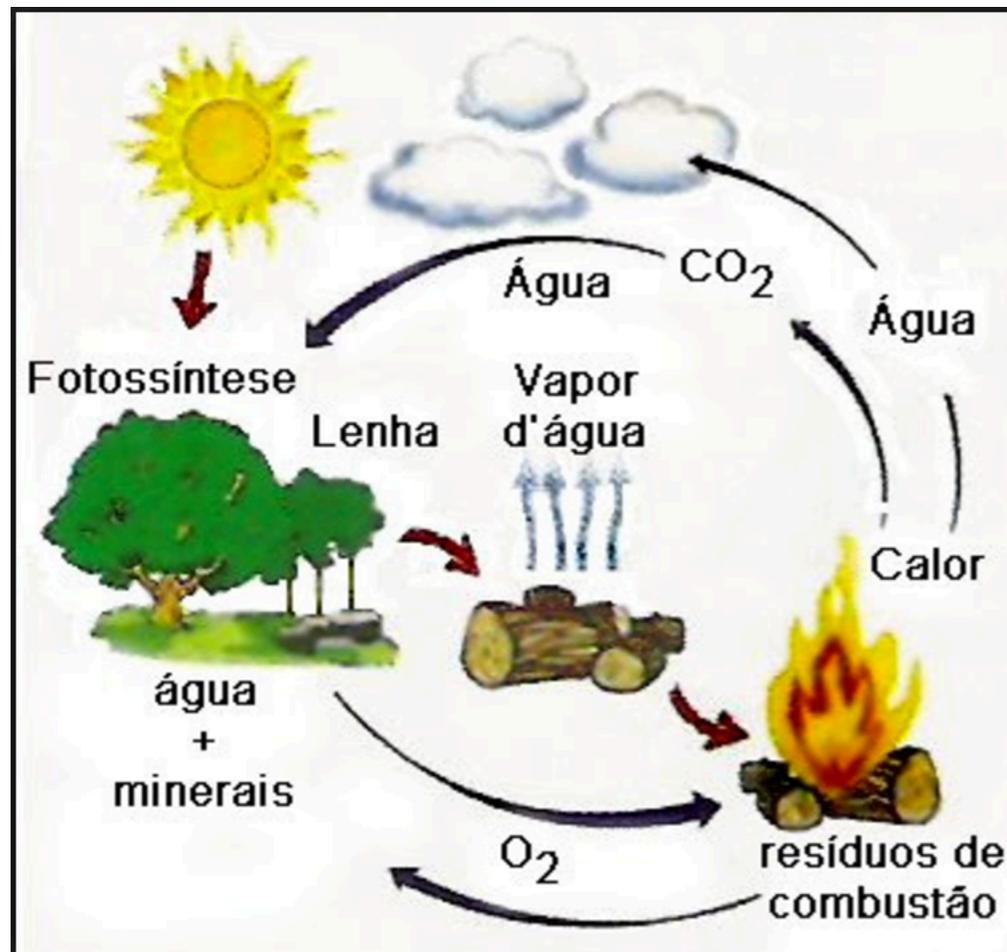
Fazendas eólicas



Células fotovoltaicas

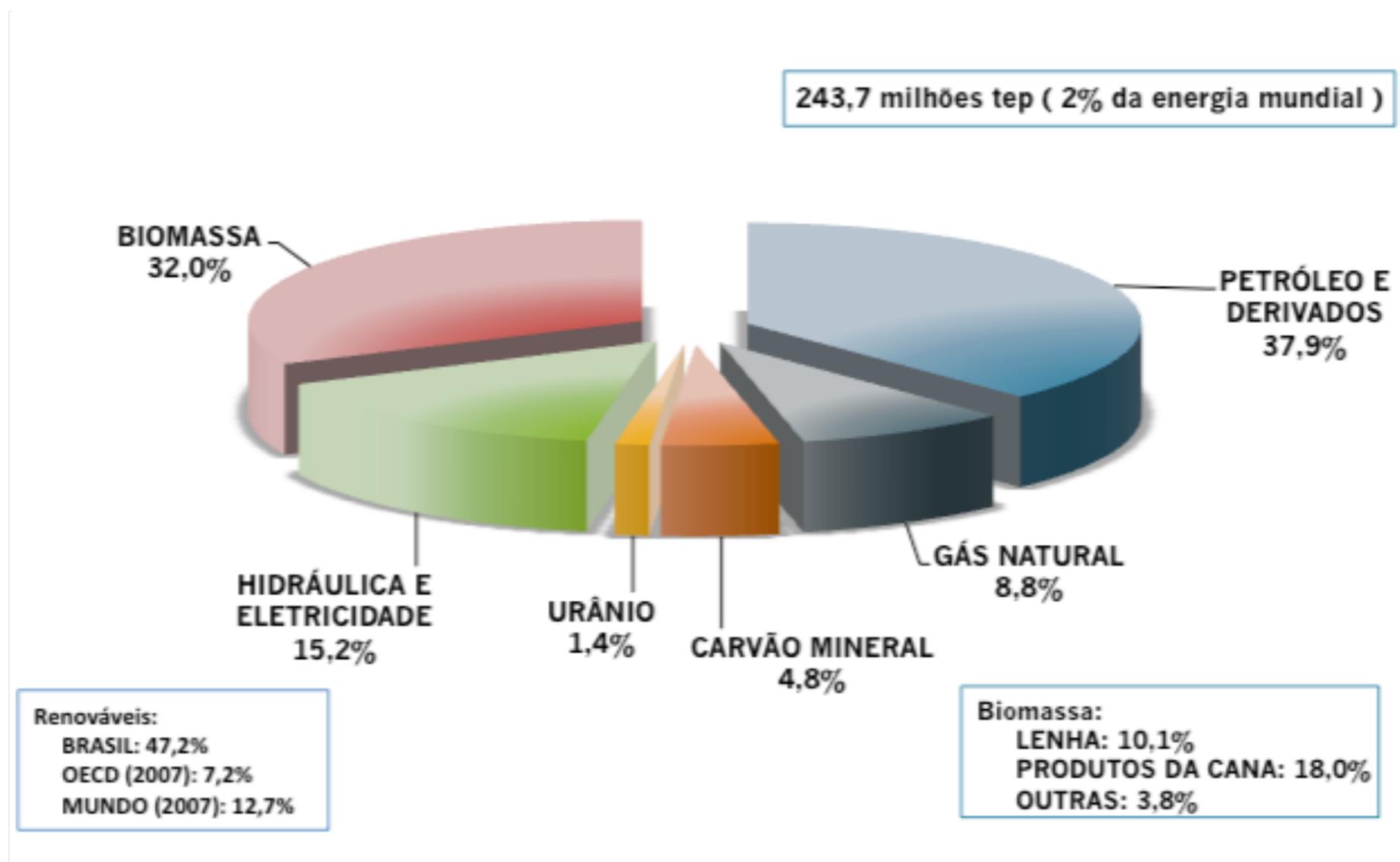


Plantas solares



Biomassa

Matriz energética brasileira



Fonte: Ministério das Minas e Energia (2009).



Somos constantemente bombardeados com a idéia de utilização de fontes alternativas de energia.

A conta que devemos fazer é simples? Basta escolhermos uma fonte alternativa e viável economicamente que nossos problemas ecológicos estão resolvidos?

A Termodinâmica diz que não. Veja os exemplos a seguir...

Aproveitamento da energia solar: aquecedor solar



Água deixa o aquecedor de 50 a 70 °C

Para conversão em energia mecânica
teríamos um rendimento máximo de
apenas 13%!

Portanto esse equipamento é adequado apenas para o aquecimento de água líquida!

Aproveitamento da energia: concentrador solar



Fluido térmico deixa o aquecedor na temperatura de 300 a 400°C!

Para conversão em energia mecânica teríamos um rendimento máximo de 56%!

Portanto é mais adequado utilizar esse equipamento para conversão em energia mecânica do que para apenas aquecimento!

★ Tão importante quanto a geração é o uso da energia!



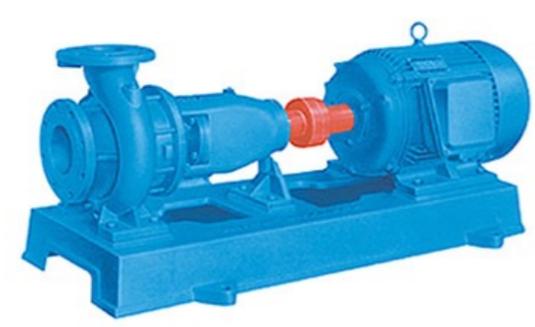
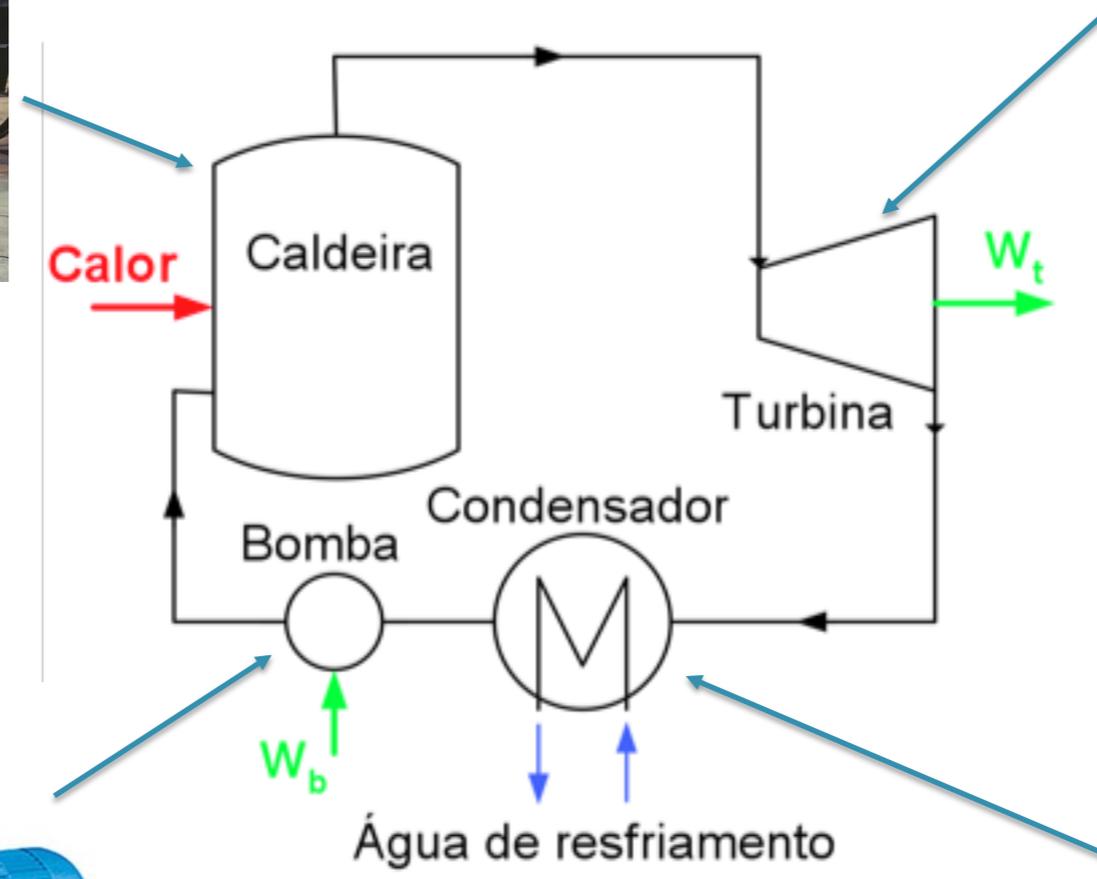
Vejamos como funcionam alguns sistemas de potência e refrigeração comuns. Trataremos desses sistemas com maiores detalhes ao longo de nosso curso.

Vamos aproveitar, também, e discutir alguns aspectos econômicos e de viabilidade técnica associados à conversão de energia!

Ciclo de potência a vapor



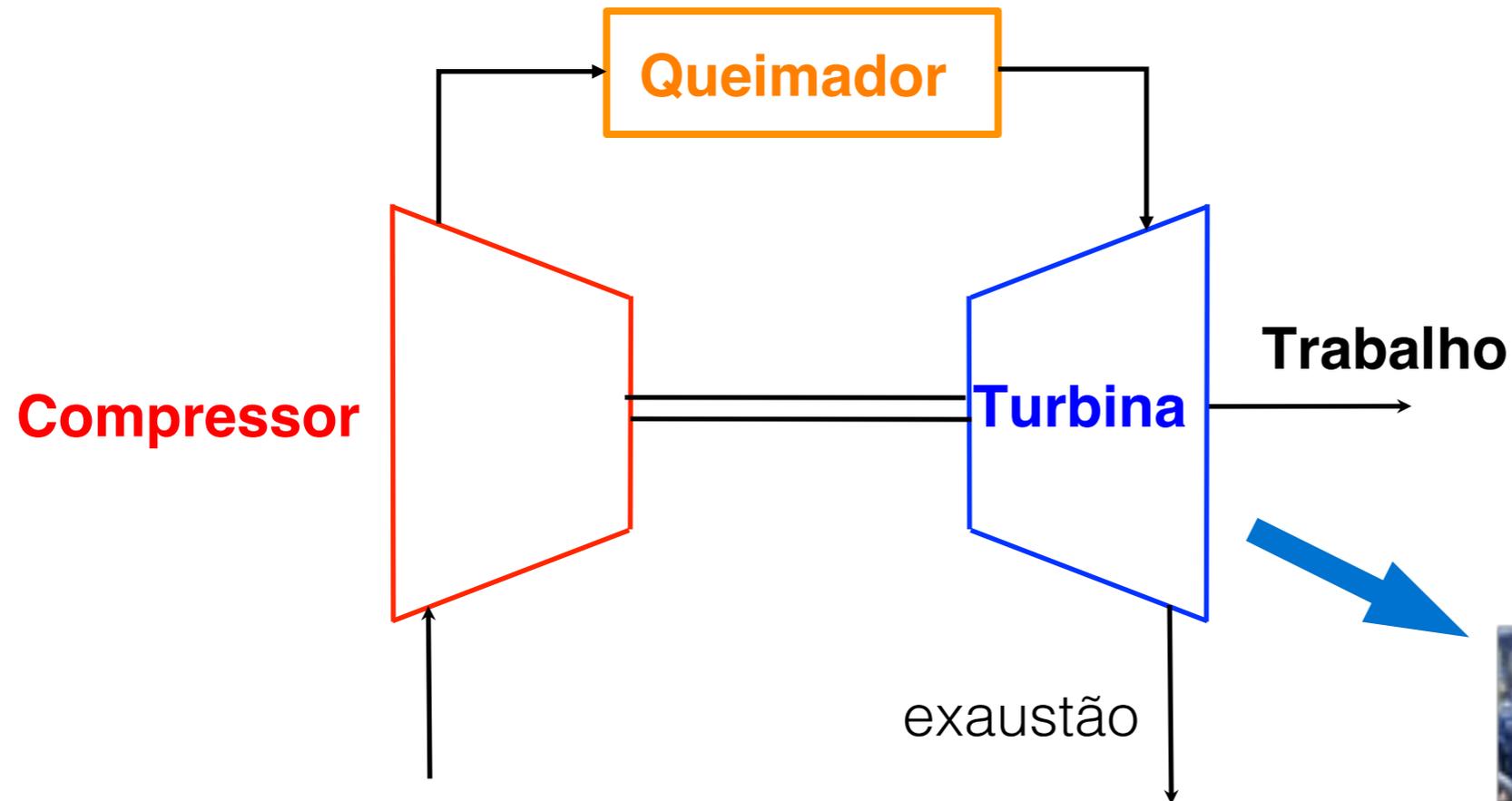
Fluido de trabalho: água



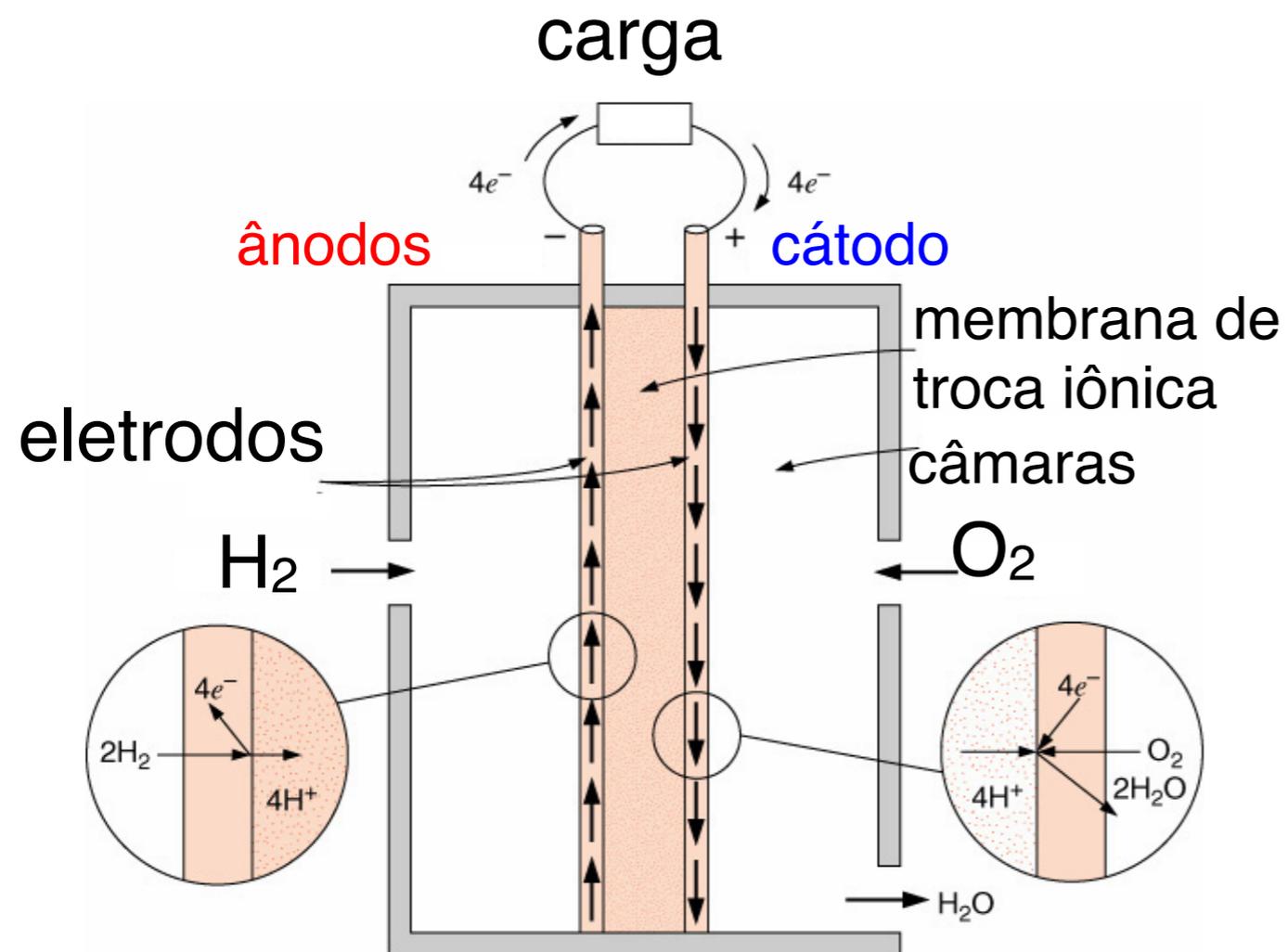
Ciclo de potência a gás



Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo



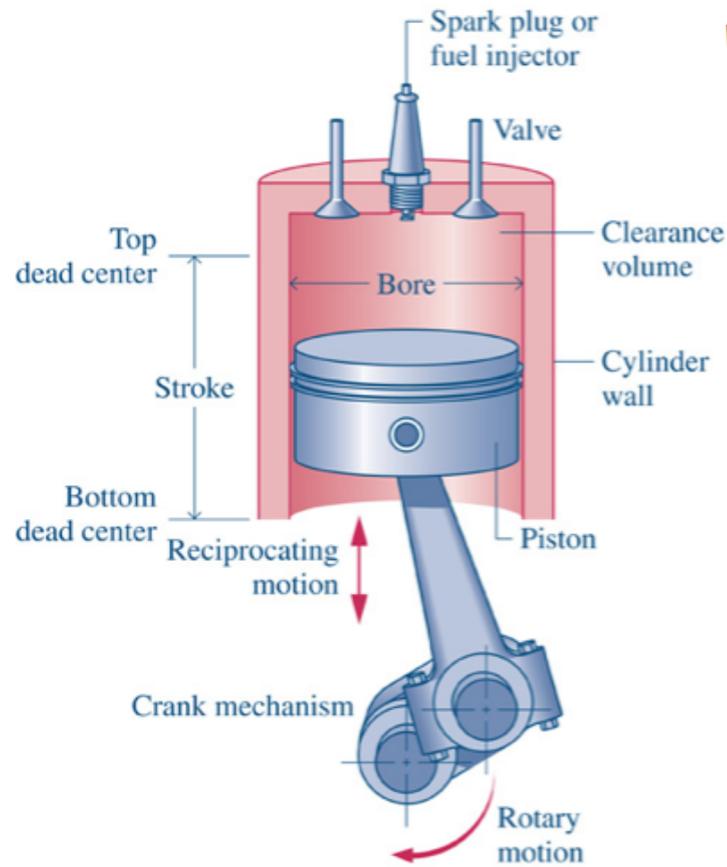
Célula a combustível



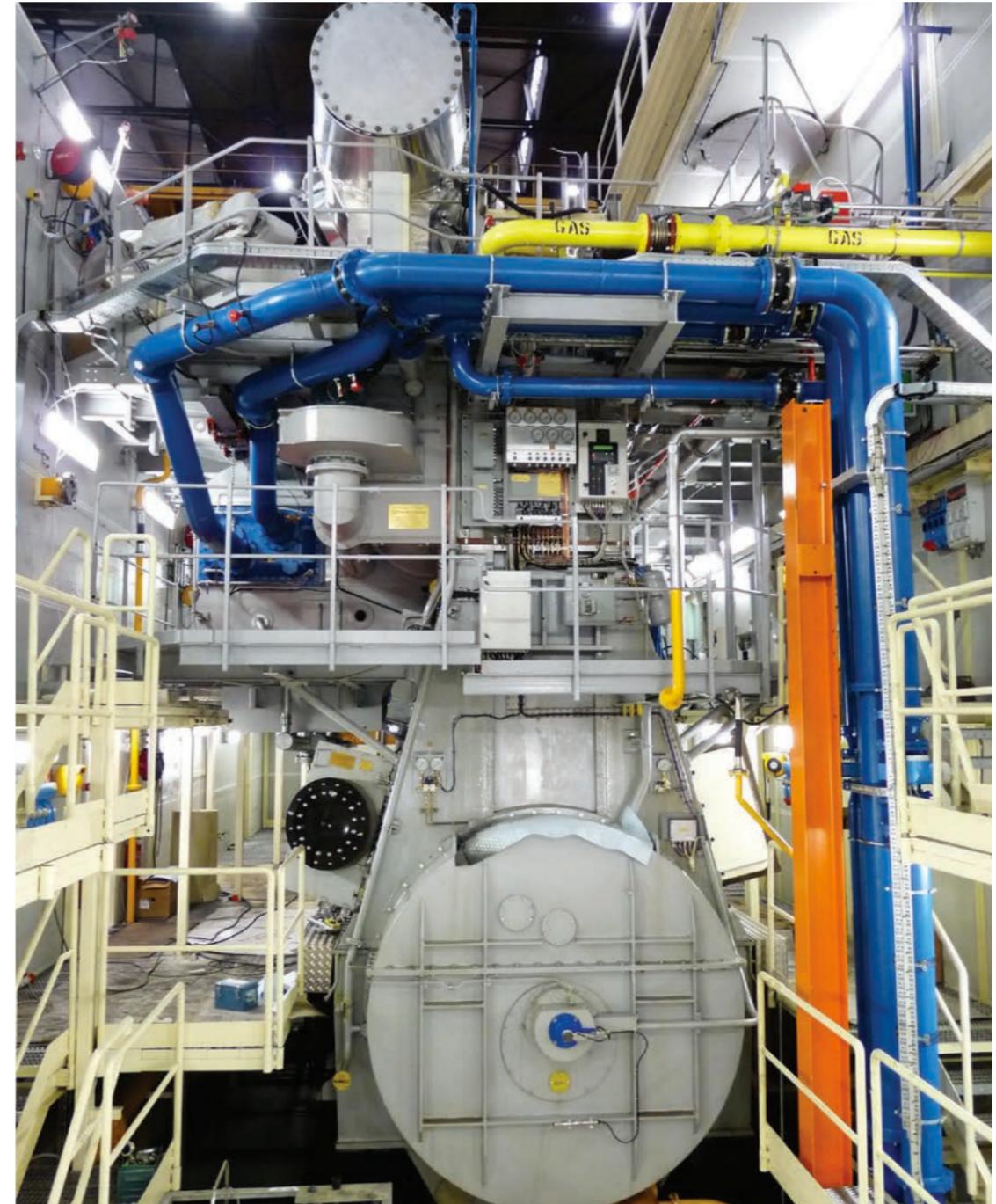
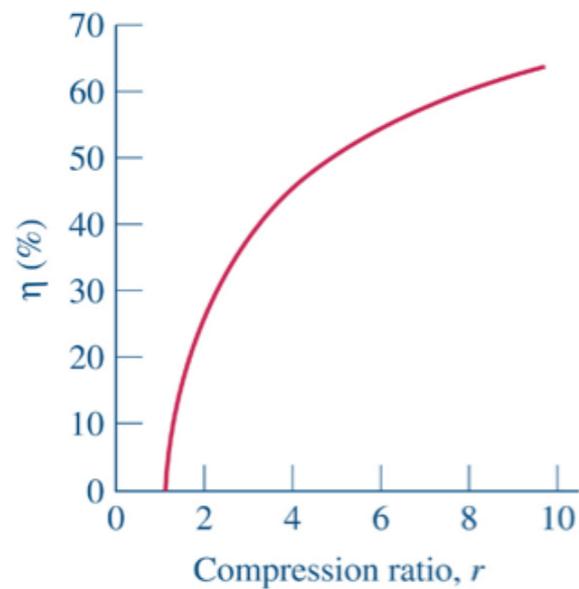
Ciclo de potência a gás



Motor de Combustão Interna



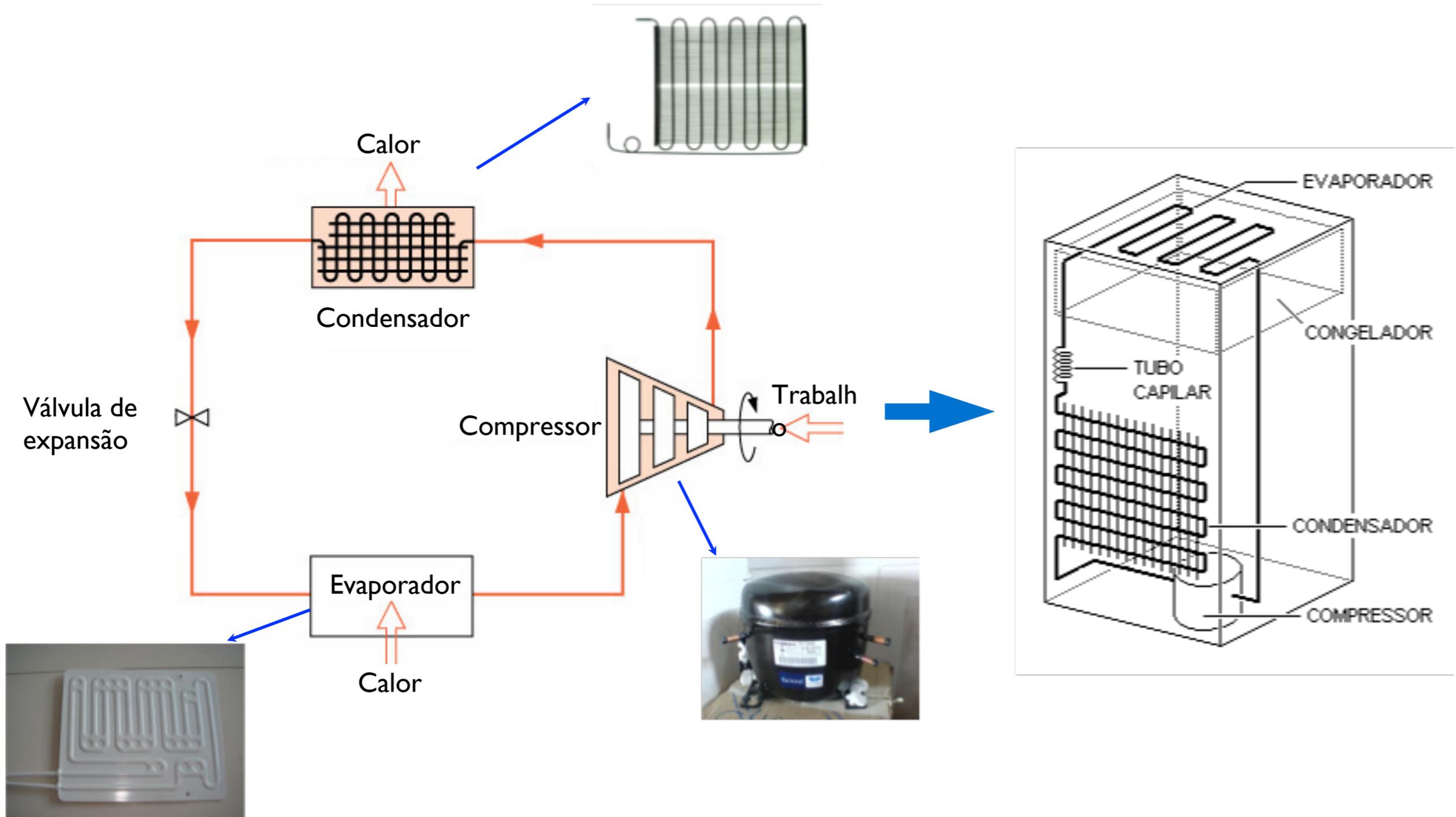
Wärtsilä RT-flex50DF test-bed engine



Ciclo de refrigeração



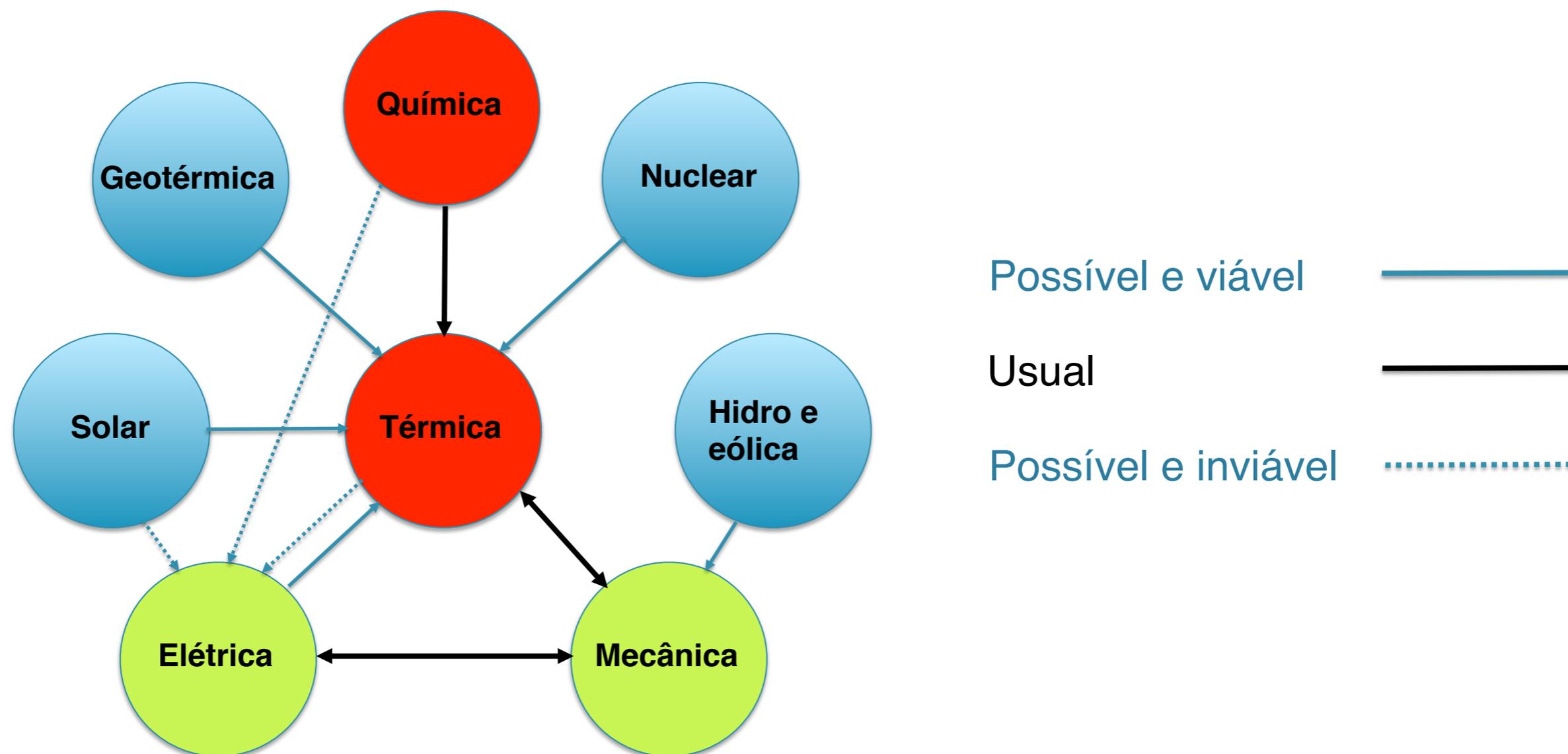
Fluido de trabalho: fluido refrigerante



Conversão de energia



Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo



Adaptado de: Eastop, T. D., Croft, D. R., 1996, Energy Efficiency for Engineers and Technologists, Addison Wesley Longman Limited.



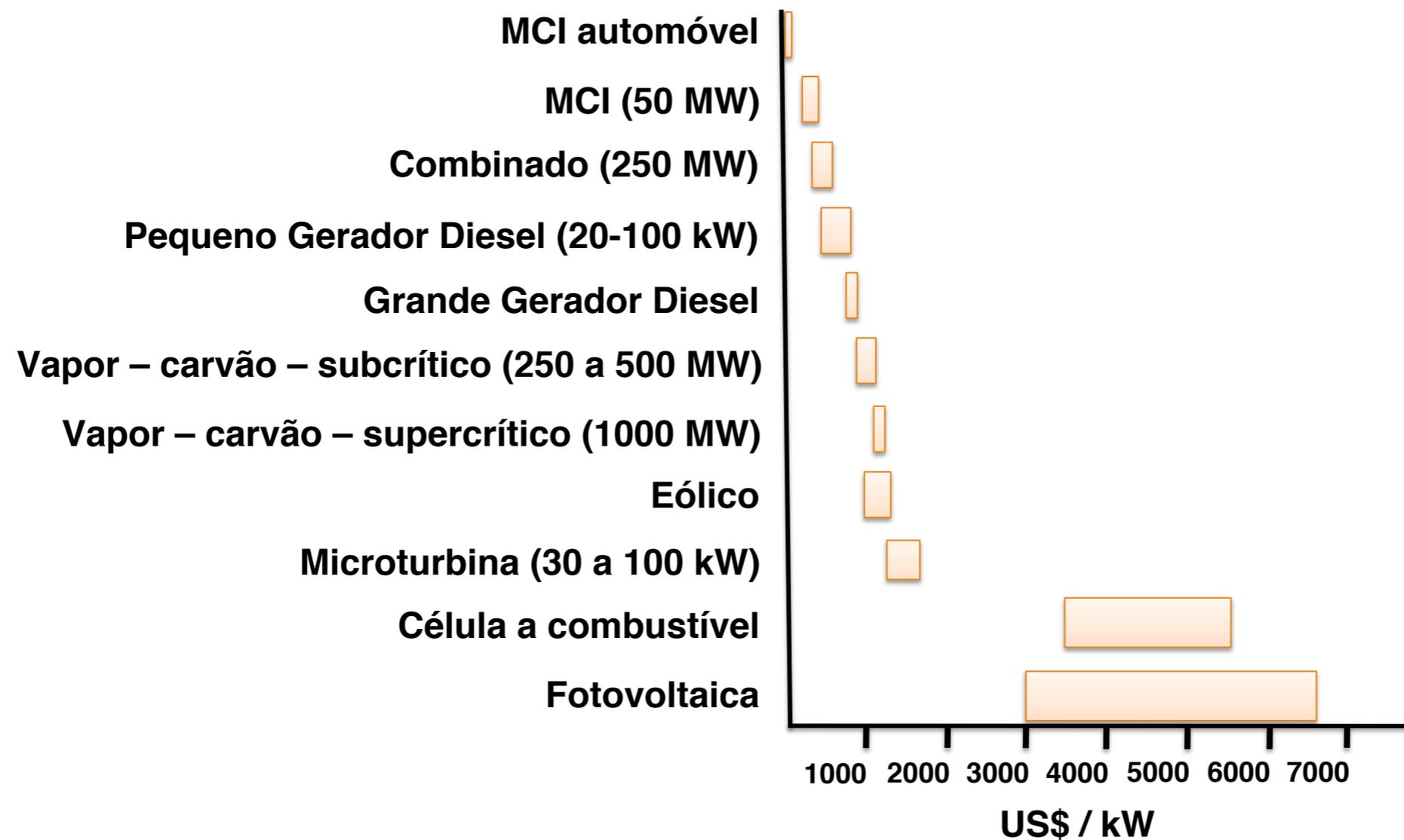
Sistemas de potência

Origem	Rendimento típico (%)	Faixa típica (%)
Fotovoltaica	10	5 a 10
Solar térmica	15	10 a 25
Turbina a gás	30	15 a 38
Otto	30	25 a 35
Nuclear	33	32 a 35
Turbina a vapor	33	25 a 39
Turbina eólica	40	30 a 50
Diesel	40	35 a 49
Célula a combustível	45	40 a 70
Combinado	50	45 a 60
Hidroelétrica	85	70 a 90

Custo capital*



Sistemas de potência



* Valores aproximados



Básica:

◆ Van Wylen, Borgnakke, C., Sonntag, R.E., **Fundamentos da Termodinâmica**, 7ª Ed., Edgard Blucher, 2009.

Complementar:

◆ Moran, M.J.; Shapiro, H.N. **Princípios de termodinâmica para engenharia**. LTC, 6 ed., 2009.

◆ Çengel, Y. A.; Boles, M. A. **Termodinâmica**. McGraw-Hill, 5. ed., 2006.

Cronograma de atividades



Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo



BOM CURSO!