

# A determinação das propriedades termodinâmicas e de transporte para misturas gasosas

Autor: Rodrigo Dias; e-mail: diasrodrigo@me.com

Orientador: Waldyr Luiz Ribeiro Gallo

DE – FEM – Unicamp

Órgão financiador: CNPq/PIBIC - Unicamp

Palavras-chave: Análise computacional de propriedades – Exergia de combustíveis – Misturas gasosas

## Introdução

O uso recorrente de misturas gasosas na engenharia, particularmente ligado a ciclos de potência e processos de troca térmica, demanda invariavelmente a determinação desse tipo de propriedades para resolver problemas encontrados, ou estimar parâmetros de desempenho; estes índices são de total importância, seja no ambiente acadêmico ou industrial.

## Objetivos

Propriedades termodinâmicas fundamentais : entalpia, entropia e exergia;

- Eficiência energética pela 1ª lei, com cálculo do poder calorífico da mistura combustível, para gases reais e ideais;

- Eficiência exergética pela 2ª lei da termodinâmica, com cálculo de irreversibilidades envolvidas, para gases ideais.

Propriedades de transporte fundamentais : viscosidade e condutividade térmica.

## Metodologia

Se deu a partir do uso de correlações encontradas na literatura, simulação computacional dos resultados e sub-rotinas escritas especificamente para esse tipo de substância através do software EES, e comparação com dados experimentais. Além disso, sugerem-se correlações que se ajustam melhor a determinados dados, como a viscosidade para o método escolhido: Wilke.

Substâncias de interesse: Principais gases ligados à combustão e combustíveis comerciais como a gasolina, diesel, lenha e gás natural. Outros combustíveis podem ser adicionados à biblioteca, necessitando de entrada de suas propriedades; estas podem ser encontradas na bibliografia deste trabalho.

A viscosidade apresenta vasta importância no que se refere a cálculo de projeto dentro das áreas de Mecânica dos Fluidos e Transferência de Calor. Exemplo disso é a equação de Dittus-Boelter (1930):  $Nu_d = 0,023.Re_d^{0,8}.Pr^n$  onde:  $Nu_d = \frac{hd}{k}$ ,  $Re_d = \frac{\rho V d}{\mu}$ . É necessário para este cálculo também a condutividade térmica associada à mistura.

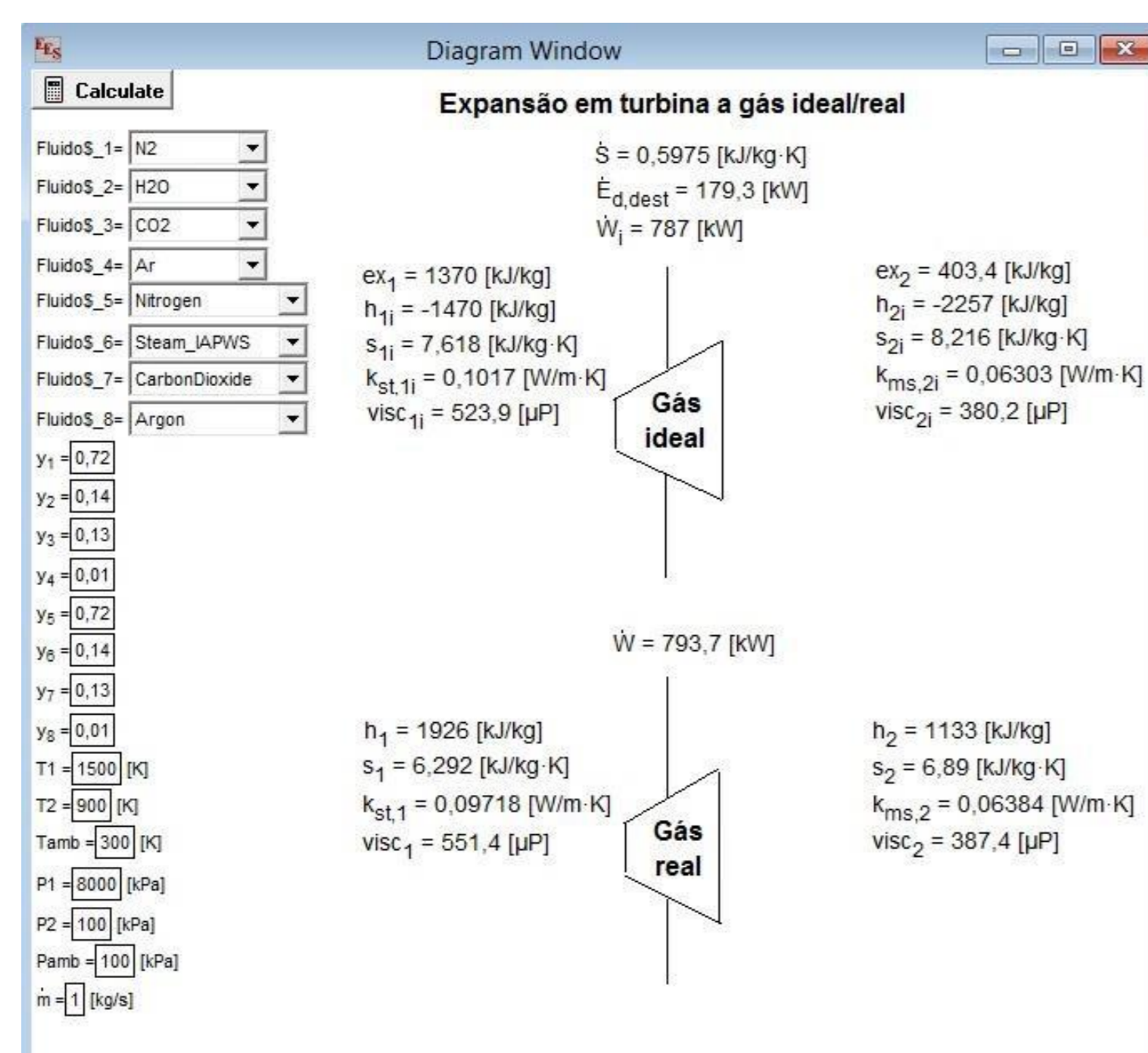


Figura 1 – Comparação entre propriedades de misturas gasosas reais e ideais

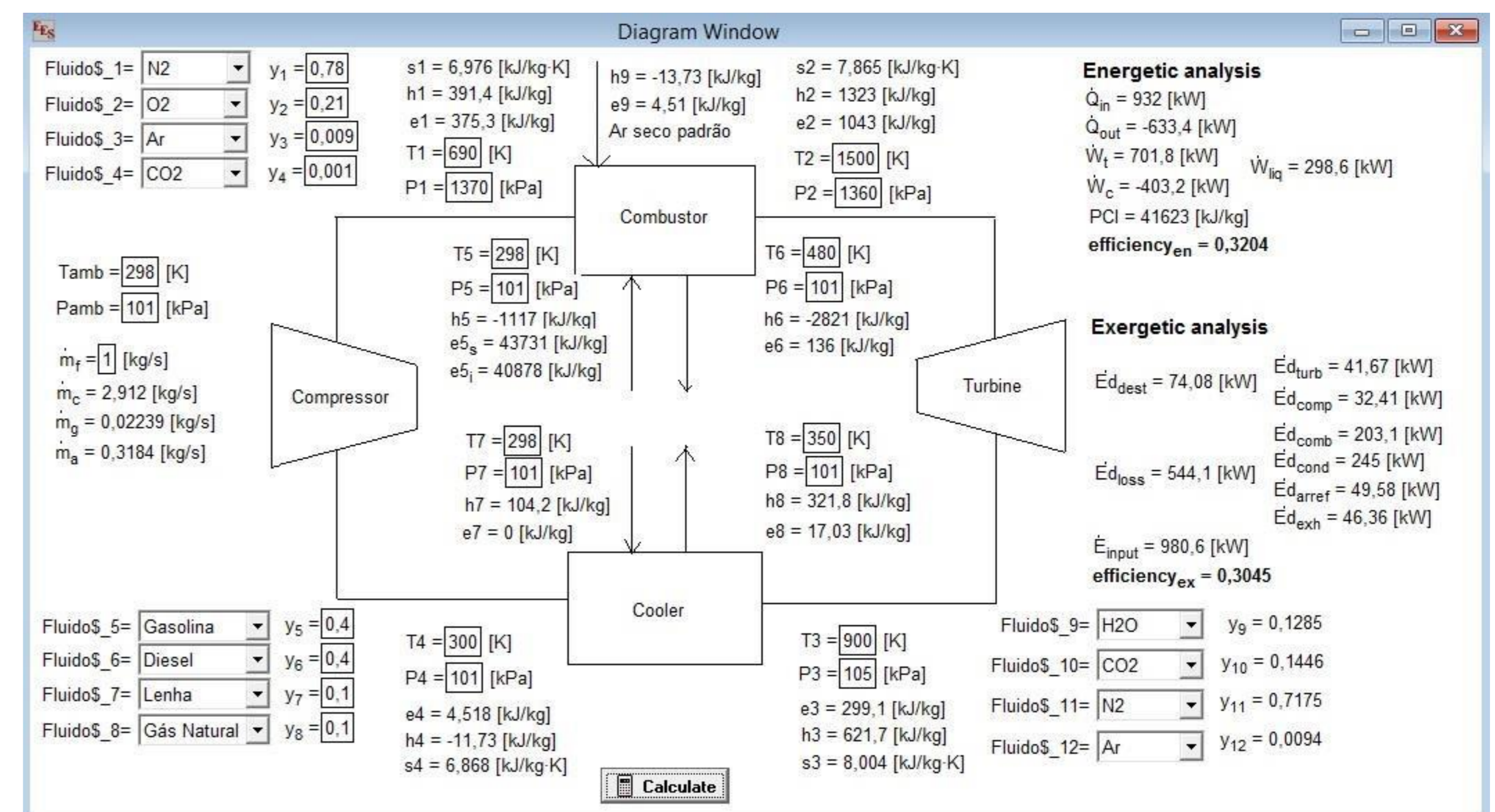


Figura 2 – Ciclo termodinâmico de análise

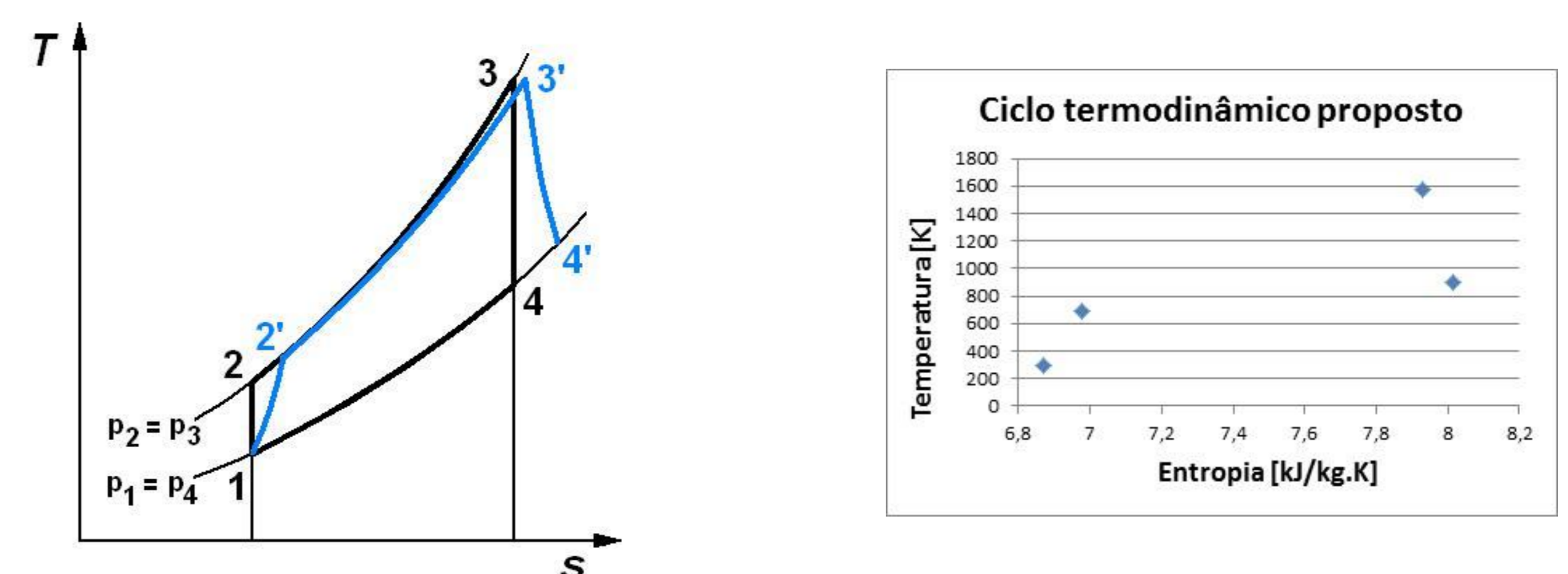


Figura 3 – Diagrama T-s do ciclo de potência proposto

## Conclusão

Pôde-se expandir o conhecimento dentro da termodinâmica através dos métodos de cálculo de propriedades, além da verificação do rendimento de processos para combustíveis de larga utilização no cotidiano, compostas por diversas substâncias. Além disso, as sub-rotinas escritas podem ser utilizadas pelos alunos e docentes para trabalhos na área.

## Bibliografia

- [1] Ferguson, C. R. & Kirkpatrick, A. T. (2001) – Internal Combustion Engines (Applied Thermosciences) – 2nd edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Szargut, J. (1988) - Exergy analysis of thermal, chemical, and metallurgical processes – 1st edition. New York: Hemisphere.
- [3] Kotas, T. J. (1985) – The Exergy Method of Thermal Plant Analysis – 1st Edition. London: Butterworths.
- [4] Reid, Prausnitz, Poling (1987) – Properties of gases and liquids – 4th. Edition. New York: McGraw-Hill Book Company.