

## *Máquinas Térmicas I*

### *Combustíveis e combustão - Exercícios*

*por*

*Christian Strobel*

*“Não vamos entrar em Pânico! Vou conseguir  
dinheiro vendendo um de meus fígados, posso  
viver com um só...  
- Homer J. Simpson*

#### **1. Exercícios Propostos**

- a. Determine a relação Ar/Combustível e Emissão  $\text{CO}_2$  Combustível para um hidrocarboneto alceno e construa um gráfico desta relação nas ordenadas com o número de alcanos nas abcissas.
- b. Determine a relação Ar / Combustível e  $E_{\text{CO}_2}$  / Combustível para os seguintes combustíveis:
  - i.  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  (Octano Puro);
  - ii. C = 85,5%; H = 14,5%; O = 0% (Gasolina pura, percentuais em massa,  $\rho_{\text{gp}}=720 \text{ kg/m}^3$ );
  - iii.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (Etanol puro) ( $\rho_{\text{ep}} = 800 \text{ kg/m}^3$ );
  - iv.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  com 4% de umidade;
  - v.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  com 7% de umidade;
  - vi. Gasolina pura com 20% de etanol hidratado com 7% de umidade no etanol;
  - vii. Gasolina pura com 25% de etanol hidratado com 7% de umidade no etanol;
  - viii. C = 87,0 %; H = 12,6%; S = 0,4% (Diesel, percentuais em massa)
  - ix. Gás natural da Bolívia ( $\text{CH}_4 = 89,0203\%$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 = 5,9353\%$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8 = 1,918\%$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 1,0563\%$ ;  $\text{CO}_2 = 1,0297\%$ ;  $\text{N}_2 = 1,0113\%$ ;  $\text{O}_2 = 0,0297\%$  - Frações volumétricas)

- x. Gás Natural Veicular ( $\text{CH}_4 = 97,726\%$ ;  $\text{CO}_2 = 1,13\%$ ;  $\text{N}_2 = 1,11\%$ ;  $\text{O}_2 = 0,0328\%$  - Frações volumétricas.
- c. Um gerador de vapor utiliza lenha como combustível com a seguinte composição em massa):  
 $\text{C} = 46\%$ ;  $\text{H}_2 = 6\%$ ;  $\text{O}_2 = 32\%$ ;  $\text{W} = 16\%$   
O excesso de ar utilizado na combustão é de 40%. Determine:  
i. A relação A/C estequiométrica (em massa e em volume);  
ii. A relação A/C Real (em massa e em volume)  
iii. O PCI deste combustível;  
iv. O PCI deste combustível caso a umidade aumente para 40%.
- d. Um óleo combustível possui a seguinte composição em massa:  
 $\text{C} = 82\%$  ;  $\text{H}_2 = 8\%$ ;  $\text{O}_2 = 4\%$ ;  $\text{S} = 4\%$ ;  $\text{W} = 2\%$   
Determine:  
i. O PCI deste combustível;  
ii. A vazão volumétrica de ar (nas CNTP) necessária para queimar 450 kg/h deste óleo com um excesso de ar de 25%.
- e. Uma espécie de carvão apresenta a seguinte composição mássica em base seca:  
 $\text{C} = 59\%$  ;  $\text{H}_2 = 6\%$ ;  $\text{O}_2 = 8\%$ ;  $\text{S} = 5\%$ ;  $\text{A} = 22\%$   
Determine:  
i. O PCI deste combustível na base seca;  
ii. O PCI deste combustível na base úmida, com 25% de umidade;  
iii. Os teores em massa e em volume dos gases resultantes da combustão estequiométrica do carvão úmido.

- f. No estudo da combustão de um óleo combustível são conhecidos os seguintes dados (composição em massa):

Composição combustível: C = 83% ; H<sub>2</sub> = 15%; O<sub>2</sub> = 1,2%; S = 0,3%; W = 0,5%.

Coefficiente de excesso de ar: 1,3

Temperatura ambiente: 25°C

Determine:

- i. A vazão real (mássica e volumétrica) de ar necessário para a combustão de 1500 kg/h de óleo;
  - ii. A constante termodinâmica dos gases;
  - iii. Os teores de CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> em volume nos gases secos de combustão;
  - iv. O coeficiente de excesso de ar quando for medido em uma amostra de gases secos da combustão um teor volumétrico de CO<sub>2</sub> igual a 10%;
  - v. Os teores volumétricos de O<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> nas condições do item anterior.
- g. Uma pequena caldeira utiliza gás GLP como combustível e trabalha com um excesso de ar de 12%. Considerando a composição do GLP (em volume) como sendo 50% de propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) e 50% de butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), determine:
- i. O PCI do GLP (em base mássica e volumétrica);
  - ii. A relação estequiométrica A/C em massa e em volume;
  - iii. A vazão volumétrica de ar a 15°C para a queima de 50Nm<sup>3</sup>/h de GLP;
  - iv. A vazão volumétrica dos gases de combustão na chaminé da caldeira (a 200°C);
  - v. A velocidade dos gases na chaminé cujo diâmetro é de 300 mm.