

BALANÇO DE ENERGIA EM UM TUBO DE VENTURI

Luiz Augusto Dembicki Fernandes

22 de fevereiro de 2023

Resumo

Comparando a taxa de esvaziamento teórica com a experimental, sendo encontrados boas correlações.

1 Montagem Experimental

Foi utilizado um compressor para encaminhar ar até um tubo de venturi, conectado a 8 manômetros utilizando água, de forma a medir as pressões(em duas vazões diferentes) e relacionar com a energia cinética e potencial do ar que trafega o tubo.

2 Dados

$$P_{atm} = 692 \text{ mmHg}$$

$$T_{ambiente} = 23,1^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ar} = 31,5^{\circ}\text{C}$$

$$\rho_{ar@31,5^{\circ}\text{C}} \approx 1.159 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{H_2O@25^{\circ}\text{C}} \approx 997 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{Hg@25^{\circ}\text{C}} \approx 13534 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Gravidade local: } 9,78 \text{ m/s}^2$$

$$\gamma_{ig} = 1,4$$

$$C_D \approx 1$$

| | | | | | | | | |
|--------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| L (mm) | 0 | 36 | 57 | 78 | 100 | 132 | 150 | 193 |
| D (mm) | 53 | 49 | 39 | 31 | 25 | 33 | 36 | 40 |

Tabela 1: Distância entre cada um dos pontos e os diâmetros equivalentes

| Vazão 1 | | Vazão 2 | |
|---------|----------------|---------|----------------|
| Ponto | h_{man} (cm) | Ponto | h_{man} (cm) |
| 1 | -6,1 | 1 | -6,1 |
| 2 | -11 | 2 | -10 |
| 3 | -16 | 3 | -15,5 |
| 4 | -62 | 4 | -61,5 |
| 5 | -15,8 | 5 | -16 |
| 6 | 5 | 6 | 5 |
| 7 | 13 | 7 | 13 |
| 8 | 15 | 8 | 14,5 |

Tabela 2: h_{man} calculadas por a subtração da altura da pressão atmosférica com a pressão de gás.

3 Análise de dados

A partir dos dados foram criadas as seguintes tabelas:

| Vazão 1 | | \dot{m} (kg/s) | 0,053 | | | |
|---------|----------------|------------------|-----------------------------|----------------------|-------------|----------------------|
| Ponto | h_{man} (cm) | P_{ar} (Pa) | ρ (kg/m ³) | ΔEP_x (J/kg) | V_x (m/s) | ΔEK_x (J/kg) |
| 1,000 | -6,100 | 91000,074 | 1,159 | 0,000 | 20,583 | 0,000 |
| 2,000 | -11,000 | 90522,291 | 1,155 | -413,012 | 24,172 | 80,299 |
| 3,000 | -16,000 | 90034,758 | 1,150 | -836,061 | 38,304 | 521,762 |
| 4,000 | -62,000 | 85549,455 | 1,109 | -4807,056 | 62,878 | 1765,013 |
| 5,000 | -15,800 | 90054,260 | 1,150 | -819,108 | 93,202 | 4131,480 |
| 6,000 | 5,000 | 92082,397 | 1,169 | 929,902 | 52,646 | 1173,989 |
| 7,000 | 13,000 | 92862,450 | 1,176 | 1595,272 | 43,972 | 754,929 |
| 8,000 | 15,000 | 93057,463 | 1,178 | 1760,991 | 35,564 | 420,561 |

| Vazão 2 | | \dot{m} (kg/s) | 0,053 | | | |
|---------|----------------|------------------|-----------------------------|----------------------|-------------|----------------------|
| Ponto | h_{man} (cm) | P_{ar} (Pa) | ρ (kg/m ³) | ΔEP_x (J/kg) | V_x (m/s) | ΔEK_x (J/kg) |
| 1,000 | -6,100 | 91000,074 | 1,159 | 0,000 | 20,788 | 0,000 |
| 2,000 | -10,000 | 90619,798 | 1,156 | -328,598 | 24,393 | 81,447 |
| 3,000 | -15,500 | 90083,512 | 1,151 | -793,683 | 38,670 | 531,619 |
| 4,000 | -61,500 | 85598,208 | 1,109 | -4763,102 | 63,478 | 1798,673 |
| 5,000 | -16,000 | 90034,758 | 1,150 | -836,061 | 94,144 | 4215,481 |
| 6,000 | 5,000 | 92082,397 | 1,169 | 929,902 | 53,170 | 1197,469 |
| 7,000 | 13,000 | 92862,450 | 1,176 | 1595,272 | 44,409 | 770,028 |
| 8,000 | 14,500 | 93008,710 | 1,177 | 1719,584 | 35,931 | 429,456 |

As vazões foram minimamente diferentes, as unidades que não estavam no SI foram convertidas e foram utilizadas as equações pertinentes. Os resultados foram plotados:

Figura 1: vazão 1

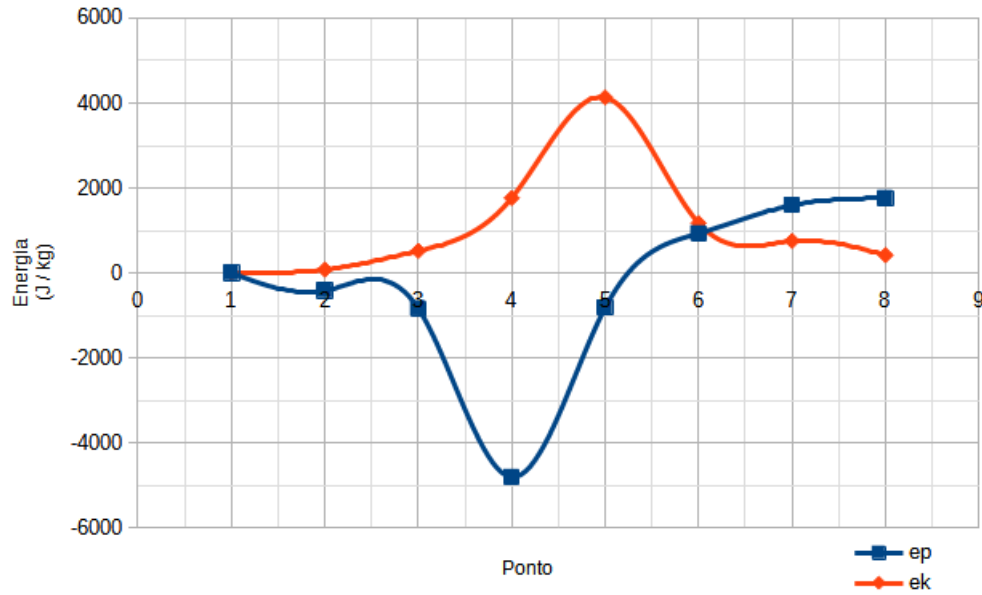
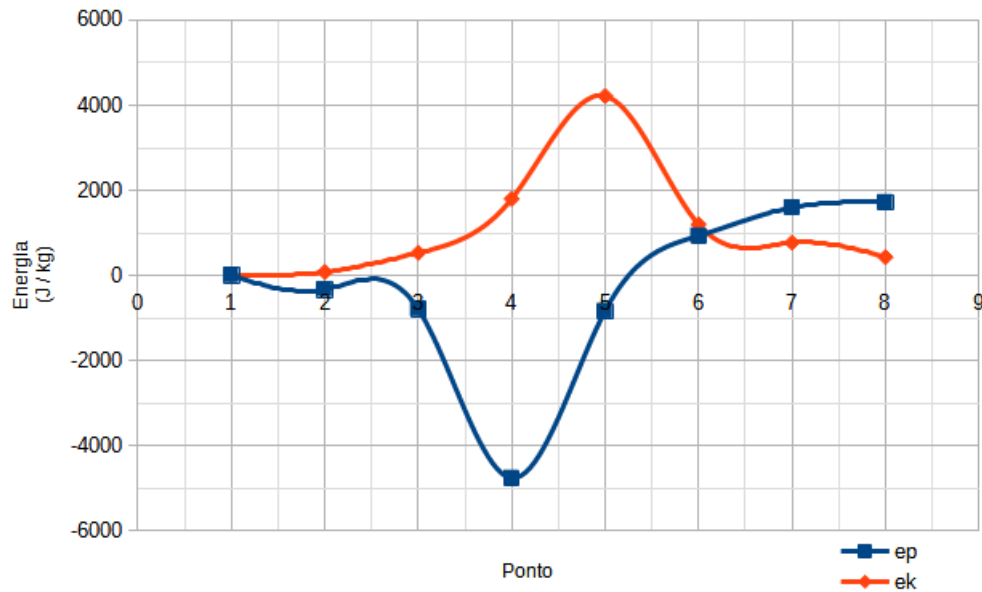


Figura 2: vazão 2



4 Conclusão

Infelizmente podemos notar que a partir do ponto 5 a energia potencial não segue exatamente o esperado, e acaba por assumir valores positivos, também é perceptível um atraso entre a relação das curvas. E por fim um espaçamento entre as curvas.

Pode se atribuir os valores positivos da energia potencial que seu valor padrão no ponto 1 é relacionado a uma pressão negativa e assim quando a pressão se tornou positiva, em relação a pressão atmosférica, a energia potencial se apresentou como positiva então, não havendo uma criação de energia no sistema. O *delay* pode ter ocorrido devido a natureza dos calculos empregados de variação de energia. e a abertura entre as curvas se deve a energias residuais como a de fricção, de natureza entrópica.