

## SOFTWARE PARA CÁLCULO DA TEMPERATURA DE ORVALHO DE PRODUTOS DE COMBUSTÃO

F. H. R. Cunha, C. R. Santos, T.K. Sen

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Av. BPS, 1303, Itajubá/MG, CEP: 37500-000

[ciro\\_unifei@yahoo.com.br](mailto:ciro_unifei@yahoo.com.br)

### RESUMO

Desenvolveu-se um *software* de simples operação para calcular a temperatura de orvalho de produtos de combustão, para qualquer combustível que se queira utilizar.

O procedimento adotado para o supracitado cálculo baseou-se na curva de temperatura por pressão que melhor se adequou aos resultados obtidos experimentalmente, sendo esta resultado da concatenação de outras curvas, definidas para cada intervalo de pressão.

### 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata do *software* desenvolvido com base nos conhecimentos acerca da disciplina Fenômenos de Transporte, ministrada aos graduandos dos cursos de engenharia da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). O tema abordado pela equipe em questão é o cálculo da temperatura de orvalho de produtos de combustão, amplamente aplicável no âmbito industrial, tendo como plataforma de programação o ambiente *Dotnet* provido pela *Microsoft* - mais precisamente, a linguagem *Visual Basic.NET*.

### 2. MODELO TEÓRICO

Quando o vapor proveniente dos produtos de combustão é condensado, a água formada costuma conter certos gases dissolvidos - o que lhe confere propriedades corrosivas. Por essa razão, os produtos da combustão de uma turbina a gás, em um ambiente industrial, são comumente mantidos acima de seu ponto de orvalho até descarregar para a atmosfera.

A temperatura de orvalho, por sua vez, constitui a temperatura para a qual o vapor d'água, inserido na porção de ar de um determinado local, inicia o processo de condensação. Trata-se, igualmente, da temperatura de saturação correspondente à pressão parcial de vapor de água no ar atmosférico.

### 3. DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO

Ter conhecimento da temperatura de orvalho é uma importante ferramenta para aplicações industriais. Sendo assim, foi desenvolvido um programa que permite calcular, além da temperatura de orvalho, os coeficientes da equação real genérica de combustão, a pressão parcial do vapor d'água e as percentagens de dióxido de carbono, nitrogênio, água, dióxido de enxofre e oxigênio em relação aos produtos da reação (análise molar dos produtos).

Para operar-se as funcionalidades do programa, basta fornecer os seguintes dados: a pressão, a quantidade de ar teórico envolvida na reação e o tipo de combustível utilizado (caso o requerido não se encontre entre os combustíveis listados, deve-se especificar a quantidade de átomos de cada elemento por molécula).

A metodologia empregada para o cálculo utiliza uma tabela com dados experimentais, onde cada pressão parcial equivale a uma temperatura de orvalho. Valendo-se de tais dados, pode-se empregar um procedimento matemático a fim de se obter as expressões que melhor se ajustam à curva real, considerando diversos intervalos de pressão parcial.

A figura a seguir expõe a interface do *software* após o cálculo, tendo como combustível de exemplo o octano.

**Ponto de Orvalho**

## Entrada de dados

Insira os dados nos campos reservados abaixo e pressione "OK" para ver os resultados dos cálculos.

Selecione o tipo de combustível:

Quantidade de átomos de Carbono (C):

Quantidade de átomos de Hidrogênio (H):

Quantidade de átomos de Enxofre (S):

Quantidade de átomos de Oxigênio (O):

Quantidade de átomos de Nitrogênio (N):

Ar teórico (%):

Pressão (Kgf/cm<sup>2</sup>):

## Cálculos

Em seguida são apresentados a equação da combustão e os resultados dos cálculos.

Equação Genérica Real da Combustão:

$$C_a H_b S_c O_d N_e + m_0 (O_2 + 3,76N_2) \rightarrow m_1 CO_2 + m_2 H_2O + m_3 SO_2 + m_4 O_2 + m_5 N_2$$

Os valores dos coeficientes da equação química mostrada acima são:

a = 8	c = 0	e = 0	m <sub>1</sub> = 8	m <sub>3</sub> = 0	m <sub>5</sub> = 94
b = 18	d = 0	m <sub>0</sub> = 25	m <sub>2</sub> = 9	m <sub>4</sub> = 12,5	

Temperatura de Orvalho: 39,408 °C

Pressão Parcial do Vapor de Água: 0,073 Kgf/cm<sup>2</sup>

Análise Molar dos Produtos:

Dióxido de carbono (%): 6,5	Água (%): 7,3	Oxigênio (%): 0
Nitrogênio (%): 10,1	Dióxido de enxofre (%): 76,1	

Figura 2: Interface do *software* após a apresentação dos resultados

### 3. CONCLUSÃO

O programa gerou resultados condizentes com a teoria e muito precisos, uma vez que as equações utilizadas no cálculo da temperatura de orvalho possuíam erros praticamente desprezíveis. Pode-se inferir também, com base neste trabalho, a importância de se programar tal *software*, pois a realização dos cálculos manualmente, além de mostrar-se particularmente difícil, poderia levar a uma série de erros, tanto por parte do executor, quanto derivados de arredondamento. O programa tem, portanto, uma grande aplicabilidade no meio industrial.

### 4. REFERÊNCIAS

- Van Wylen, G.J., 1976, "Fundamentos da termodinâmica clássica", São Paulo: Ed. Edgard Blücher (2ª edição)
- Moran, M.J., Shapiro, H.N., 2002, "Princípios de termodinâmica para engenharia", Rio de Janeiro: Ed. LTC (4ª edição).
- Sen, T.K., 2000, "Apostila de Fenômenos de Transporte", Itajubá: UNIFEI.