



UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE LIVRE OCTAVE EM FENÔMENOS DE TRANSPORTES

Paulo Roberto Paraíso – paulo@deq.uem.br

Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Engenharia Química

Endereço : Av. Colombo, 5790 - Bloco D-90 - Campus Universitário

CEP – 87020-900– Maringá - Paraná

Wagner André dos Santos Conceição – wasconceicao@hotmail.com

Universidade Estadual do Centro-Oeste – Departamento de Engenharia de Alimentos

Endereço: Rua Camargo Varela de Sá, 03 – DEALI - Centro Politécnico de Guarapuava

- Vila Carli CEP – 85040-080 – Guarapuava - Paraná

Mônica Ronobo Coutinho – mcoutinho@unicentro.br

Cid Marcos G. Andrade – cid@deq.uem.br

Luiz Mário M. Jorge - lmj@deq.uem.br

Resumo: *Cursos de Fenômenos de transportes estão presentes em todos os currículos de cursos de engenharia. Os problemas gerados normalmente precisam de ferramentas computacionais para sua solução. Apresentamos, aqui, dois exemplos resolvidos usando-se o software GNU Octave, que é um software livre, portanto com as seguintes características, código fonte aberto e livre distribuição. O software se mostrou de fácil utilização e ótimos recursos na visualização dos resultados.*

Palavras-chave: *Software livre, fenômenos de transportes, ferramentas computacionais*

1 INTRODUÇÃO

O GNU Octave é um software livre (portanto de código fonte aberto), sob a licença GPL (General Public License), que recebe contribuições em seu desenvolvimento e aperfeiçoamento de inúmeras pessoas e entidades no mundo todo, o gerenciamento do projeto Octave esta a cargo de John Eaton, da Universidade de Wisconsin (Eaton, 1997). Pode-se dizer que é o similar livre ao proprietário MATLAB.

Octave é um software interativo, cujo elemento básico são matrizes (que não precisam de dimensionamento) utilizadas para cálculos computacionais, científicos e de engenharia, e visualização gráfica. Toda a parte gráfica do Octave é feita pelo programa plot (Williams, 2001). É possível gerar gráficos bidimensionais e alguns tipos de gráficos tridimensionais. O plot funciona como uma ferramenta subjacente. Muitos outros recursos gráficos podem ser obtidos no Octave, incluindo animações. O software apresenta estruturas sintáticas de programação similares às linguagens de alto nível como o BASIC, o FORTRAN, o PASCAL, e o C; porém sendo sua utilização muito mais simples, isto principalmente pela facilidade de entrada e saída de dados.



O conjunto de transferência de massa, calor e movimento, é compreendido dentro da disciplina de fenômenos de transporte, didaticamente esta disciplina é abordada por meio de teoria e prática. Entretanto para a maioria dos casos é difícil visualizar o comportamento dos mecanismos de transferência, por exemplo, na salga de um queijo como é o perfil de concentração dentro do mesmo? Este tipo de questionamento pode ser resolvido utilizando ferramentas computacionais como Matlab, Octave, Scilab, Maple, entre outros.

A utilização de software livre facilita o acesso dos alunos a estas ferramentas. Além disso, alguns estados, como o Paraná está adotando a política de utilização de apenas softwares livres nas instituições ensino superior. Este trabalho tem como objetivo principal apresentar o software livre Octave como uma alternativa computacional para solução de problemas de fenômenos de transportes.

2 FENOMENOS DE TRANSPORTE TRANSIENTE COMPUTACIONAL

O desenvolvimento de computadores domésticos capazes de processar dados em alta velocidade tem tido um grande impacto no meio científico. Problemas de fenômenos de transporte que consumiam muito tempo (horas, dias e até anos) e dinheiro agora podem ser resolvidos a muito baixo custo e em poucos segundos (Tannehill *et al.*, 1997).

Anteriormente a única maneira de se avaliar um novo projeto de um carro, um avião ou uma nave espacial era por meio do túnel de vento em um laboratório onde se variava a velocidade do fluido e coletava os dados para análise. Túneis de vento são equipamentos pesados, perigosos e muito caros, por estes motivos a utilização de programas computacionais são difundidos, pois podem obter os mesmos resultados de túneis de ventos e outros equipamentos sem o mesmo ônus (Anderson, 1995).

Os programas computacionais só são válidos se estiverem embasados em uma quantidade substancial de desenvolvimento teórico, só assim pode-se produzir códigos de investigação que podem ser aplicados aos fenômenos de transporte.

3 APLICAÇÕES

3.1 Transferência de Calor em Regime Transiente Bidimensional

Considere o bloco de um material isolante mostrado na Figura 1, com um duto quadrado no interior a 400°C e sendo que a temperatura externa na superfície varia de acordo com a Equação 1.

$$T_{ext} = 200 + 100\cos\left(\frac{2\pi(t - 12)}{24}\right) \quad (1)$$

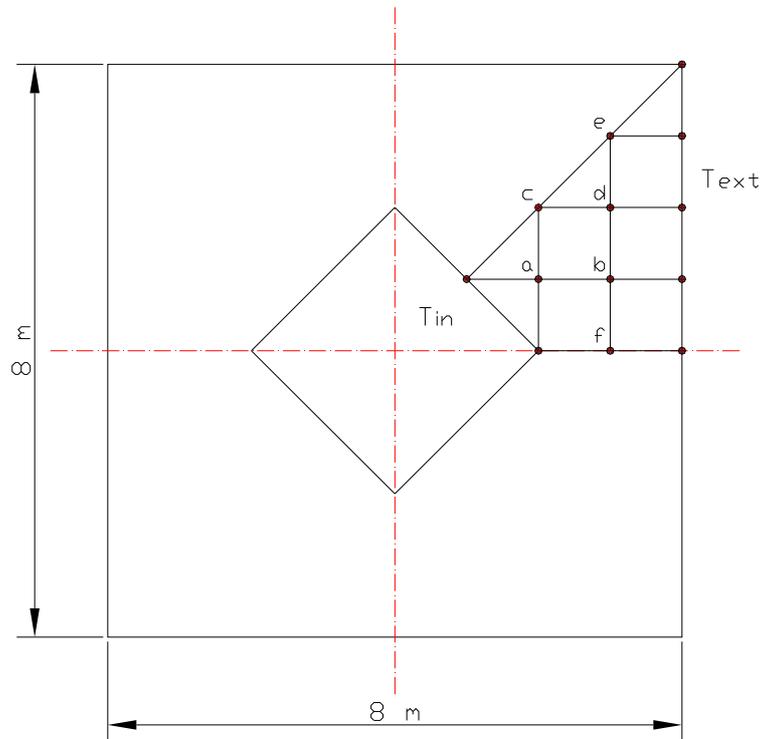


Figura 1- Bloco de material isolante

Demonstre a distribuição de temperatura no bloco e o comportamento do fluxo de calor ao longo de 24 horas.

Solução:

O sistema de equações oriundos dos balanços de energia nos pontos são:

Ponto a: $400 + 400 + T_b + T_c - 4T_a = 0$; Ponto b: $T_a + T_f + T_{ext} + T_d - 4T_b = 0$

Ponto c: $T_a + T_d - 2T_c = 0$; Ponto d: $T_c + T_b + T_{ext} + T_e - 4T_d = 0$

Ponto e: $T_d + T_{ext} - 2T_e = 0$; Ponto f: $2T_{ext} + T_b + 50 - 2T_f = 0$

Os gráficos apresentados na Figura 2 apresentam a distribuição da temperatura no bloco, obtidos através de um programa desenvolvido no Octave.

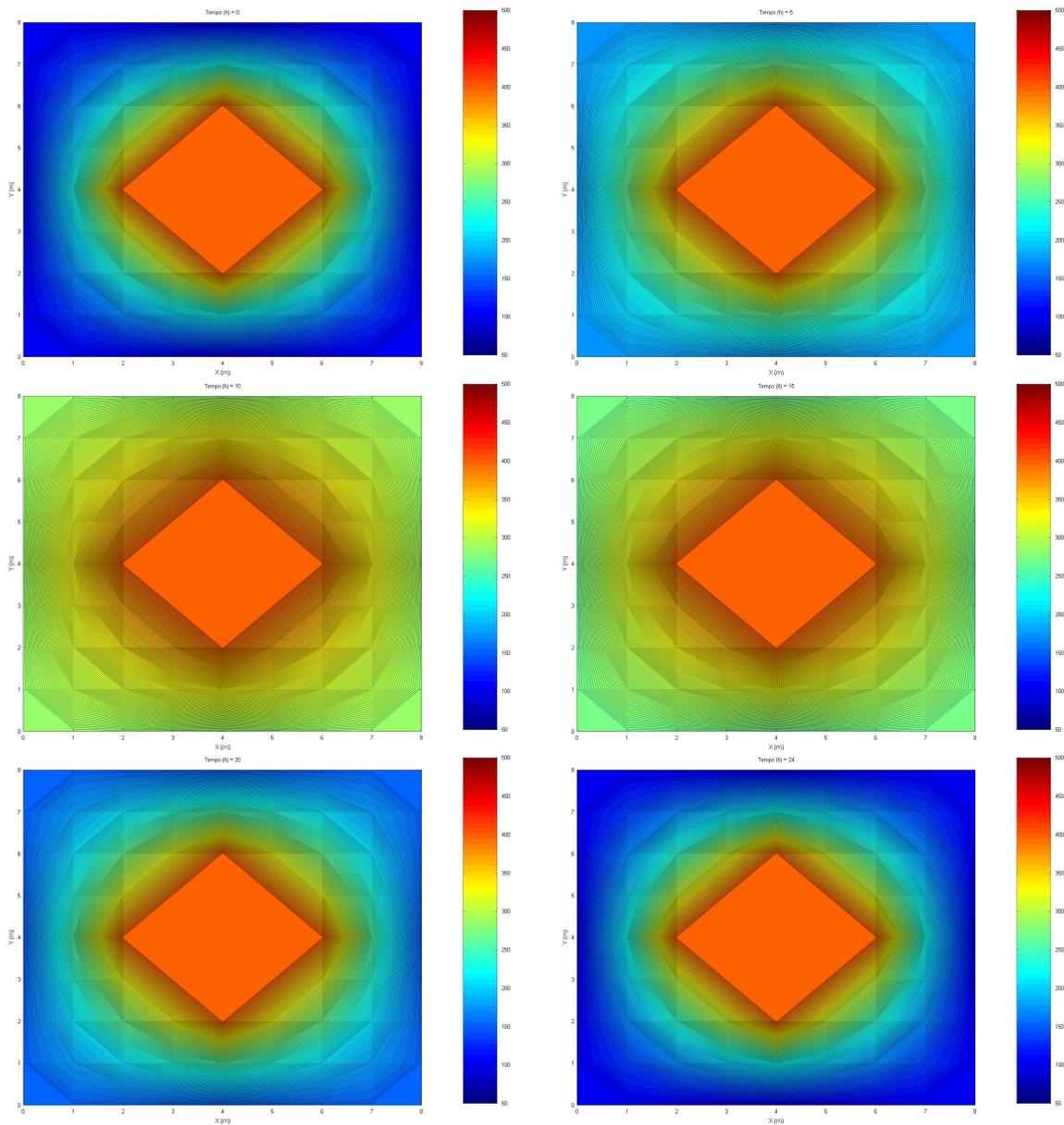


Figura 2- Perfil de temperatura ao longo de 24 horas

O resultado obtido no Octave e a animação do perfil de temperatura em 2D deste duto.

3.2 Difusão Mássica Transiente em Solido Semi-Infinito

Assumindo que a concentração de oxigênio na superfície de um silo de estocagem é constante e igual a $0,21\text{m}^3$ de O_2/m^3 de ar, demonstre graficamente o comportamento da concentração de O_2 durante 1 hora em um silo de 1 m de profundidade. A difusividade



de O_2 no material estocado no silo é $1,781 \times 10^{-5} m^2/s$ a $0^\circ C$. Desconsidere o crescimento microbiano e o CO_2 gerado durante a respiração.

Solução:

Para problema de difusão transiente em um sólido semi-infinito, a solução é dada por

$$\frac{y(z,t) - y_i}{y_s - y_i} = \operatorname{erfc}\left(\frac{z}{\sqrt{4Dt}}\right) \quad (2)$$

Onde: y_i – concentração inicial ($t = 0$); y_s – concentração na superfície; $y(z,t)$ – concentração em uma dada posição em um tempo; z – profundidade; D – difusividade mássica; t – tempo.

A Figura 3 apresenta a distribuição da concentração gerada por um programa desenvolvido no Octave de O_2 durante 1 hora em um silo de 1m de profundidade.

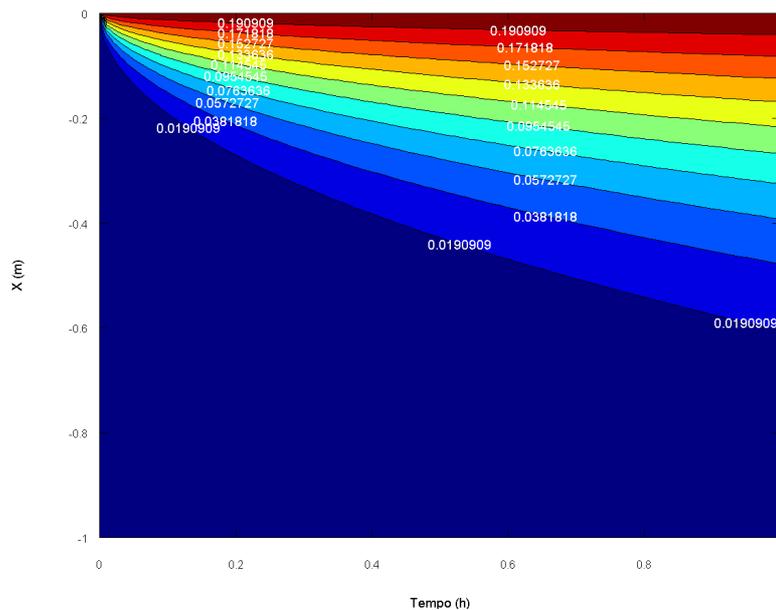


Figura 3 – Perfil de concentração de oxigênio com o tempo e o espaço

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O software GNU Octave apresentou um desempenho aceitável para geração da animação do primeiro problema, o programa também expandiu a malha 9×9 para uma 180×180 , melhorando assim a visualização do comportamento da distribuição de temperatura, houve apenas certo retardo entre os gráficos gerados. O segundo problema demonstra como é mais fácil de entender a transferência de massa em sólidos, pode-se acompanhar a concentração de O_2 em diferentes profundidades, o programa desenvolvido não gera apenas uma resposta mais sim um conjunto de respostas que estão bem apresentados na Figura 3.



O Octave pode ser usado tanto como ferramenta de ensino como de pesquisa dentro das universidades. O próximo passo para a utilização deste software e a aquisição de dados.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, J. D. **Computational Fluid Dynamic: the basics applications**. New York: Ed.McGraw-Hill, 1995.

EATON, J. W. Octave - A high-level interactive language for numerical computation. Disponível em: <http://www.octave.org>. Acesso em : Dezembro de 1997.

TANEHILL, J. C.; ANDERSON, D. A.;PLETCHER, R. H. **Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer**. Ed. Taylor & Francis, 1997.

WILLIAMS, T. and et al. plot FAQ. Disponível em: <<http://www.ucc.ie/plot>>. Acesso em: dezembro de 2001.

UTILIZATION OF FREE SOFTWARE OCTAVE IN TRANSFER PHENOMENA

Abstract: Disciplines of transport phenomena are present in all the curricula of engineering courses. The problems usually need computational tools for their solution. We present, here, two examples solved using the software GNU Octave, which is free software, so with the following features, open source and free distribution. The software proved easy to use and great features in the visualization of results.

Key-words: *Free software, transport phenomena, computational tolls.*