

EMPREGO DE ALGORITMO NUMÉRICO PARA RESOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DA DIFUSÃO BIIDIMENSIONAL EM CENÁRIOS DE DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

PEREIRA, Matheus F.¹; SANTANA, Tais A. L.²; TIMÓTEO, Varese S.³

¹ Mestre em tecnologia e inovação, FT / Unicamp, Limeira, matheus.pereira@pos.ft.unicamp.br.

² Engenheira ambiental, FT / Unicamp, Limeira, Limeira, taisdealencar@hotmail.com

³ Professor Doutor, FT / Unicamp, Limeira, Limeira, varese.salvador@gmail.com

RESUMO – o presente estudo visa a adaptação de um algoritmo numérico para resolução da equação da difusão em duas e em três dimensões para a avaliação da influência de fatores como taxa de emissão, velocidade do fluxo, densidade do meio e coeficiente de dispersão na variação da concentração de poluentes em cenários de dispersão, visando seu emprego no planejamento de fontes emissoras pontuais.

Palavras-chave: equação da difusão; algoritmo numérico; dispersão; poluentes atmosféricos

INTRODUÇÃO

Diversos modelos de dispersão de poluentes vêm sendo desenvolvidos de modo a prover subsídios para avaliação de impactos ambientais e monitoramento da qualidade de recursos naturais, tais como água, ar e solo. A equação da difusão, utilizada como base para a maioria dos modelos existentes, pode ser aplicada em diversas áreas, como em estimativas de concentrações de poluentes atmosféricos, análise de dispersão em meio aquoso, mecânica dos solos e engenharia de petróleo (SAVOVIC e DJORDJEVICH, 2012).

Após a emissão, os poluentes podem assumir diversos comportamentos, sendo influenciados pelas características da fonte, por fatores meteorológicos, pela topografia do terreno e pelo uso do solo. As variáveis em questão podem contribuir tanto para a acumulação de um determinado poluente quanto para a sua diluição na atmosfera.

A distribuição espacial e temporal da concentração de poluentes atmosféricos baseia-se na equação da difusão (Equação 1), que consiste no cálculo da concentração em função da intensidade da fonte emissora (E), transporte por convecção (C) e difusão molecular (D) e turbulenta (LORA, 2002).

$$\frac{\partial C}{\partial t} = E + C + D \quad (1)$$

Este trabalho propõe o emprego de algoritmo numérico para resolução da equação da difusão bidimensional em cenários de dispersão de poluentes atmosféricos de modo a viabilizar a utilização do modelo no planejamento de fontes emissoras pontuais.

METODOLOGIA

Para modelagem da dispersão de poluentes atmosféricos, deve-se levar em consideração alguns contribuintes, tais como, fontes emissoras, concentração inicial do poluente, velocidade

e características do fluxo no qual um poluente é carregado, fluxo de massa através da superfície e características do meio, como temperatura e densidade, conforme Figura 1.

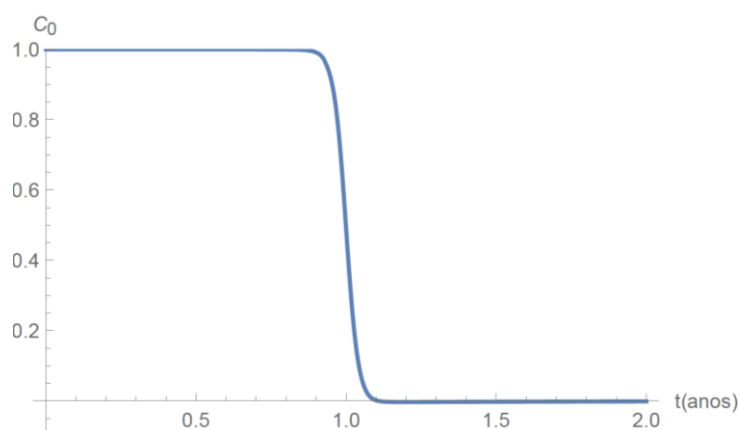
O presente estudo contempla a análise da influência da taxa de emissão, da velocidade do fluxo em que um determinado poluente é carregado, da heterogeneidade do meio e do coeficiente de dispersividade do meio, sendo estes dois últimos fatores divididos em dois componentes, longitudinal e transversal, na variação da concentração de um determinado poluente em função do espaço e do tempo.

Após a validação do algoritmo utilizado para a equação da difusão bidimensional, será avaliada a viabilidade do emprego do mesmo em coordenadas polares e, posteriormente, em três dimensões, com validação por meio da comparação com estudos de caso de fontes pontuais.

RESULTADOS PRELIMINARES

Para validação do método, o algoritmo foi empregado com os mesmos dados de entrada utilizados por Djordjevic e Savovic (2013) para resolução da equação da difusão bidimensional em cenário de dispersão de soluto com fonte do tipo pulso, cuja emissão é cessada após um ano. Na figura 1 é apresentada a variação da concentração inicial em x_0 e y_0 em função do tempo neste estudo para validação do método empregado.

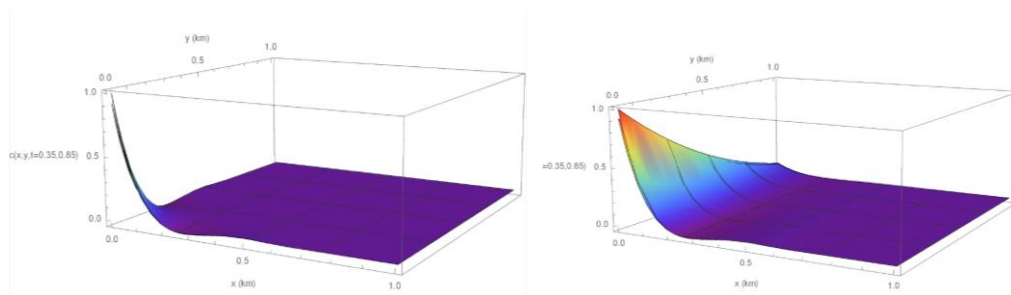
Figura 1: Variação da concentração inicial em x_0 e y_0 em função do tempo para validação do método.



Ainda para validação do método, foi simulada a variação da concentração em função dos eixos x e y para tempos fixos, de 0,35 e 0,85 ano, conforme simulado por Djordjevic e Savovic (2013), foram observadas diferenças no decaimento da concentração, conforme Figura 2 (esq). Foram realizados testes alterando os valores de D_{x0} e D_{y0} , sendo observado um decaimento mais suave no eixo y para valores de D_{x0} e D_{y0} compreendidos entre 0,2 e 1,3

(Figura 2 - dir), indicando que ainda são necessários ajustes para conclusão da validação do método empregado.

Figura 2: Variação da concentração inicial do soluto em função da distância para $t=0,35$ ano e $t=0,85$ para os dados de entrada utilizados por Djordjevich e Savovic (2013) (à esquerda) e com Dx_0 e Dy_0 variando de 0,2 a 1,3 (à direita).



CONCLUSÕES

De acordo com os resultados preliminares, observa-se que embora a variação da concentração inicial em x_0 e y_0 em função do tempo tenham sido compatíveis com o estudo desenvolvido por Djordjevich e Savovic (2013), ainda são necessários ajustes nas configurações do algoritmo utilizado para validação do método utilizado de modo a viabilizar o emprego do método para resolução da equação da difusão bidimensional.

REFERÊNCIAS

- DJORDJEVICH, A.; SAVOVIC, S. Solute dispersion with longitudinal and transverse diffusion in temporally and spatially dependent flow from a pulse-type source. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 65, 321-326, 2013.
- LORA, E.E.S. Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte. 2 Ed. RJ: Interciência, 2002, 862p.
- PEREIRA, M. F. Estudo numérico da equação da difusão unidimensional. Dissertação (mestrado). 2014. 68 p. Dissertação (mestrado). Faculdade de Tecnologia, Unicamp, Limeira.
- SAVOVIC, S.; DJORDJEVICH, A. Finite difference solution of the one-dimensional advection-diffusion equation with variable coefficients in semi-infinite media. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 55, 4291-4294, 2012.
- YADAV, S.K.; KUMAR, A.; KUMAR, N. Horizontal solute transport from a pulse-type source along temporally and spatially dependent flow: analytical solution. *Journal of Hydrology* 412-413, 193-199, 2012.