

Aplicação do Modelo Gaussiano de Dispersão Atmosférica

Bruno Del Papa, Ana Maria Pinho Leite Gordon
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

Inúmeros fatores influenciam na dispersão atmosférica local de efluentes radioativos, sendo os principais deles derivados de parâmetros atmosféricos. Uma análise criteriosa de alguns destes fatores permite uma boa estimativa das concentrações dos efluentes em regiões próximas à fonte emissora, assim como sua deposição no solo.

Um dos modelos é conhecido como Modelo de Dispersão Gaussiano, que trata uma solução da equação da continuidade, supondo distribuições normais ao redor da linha de emissão. A concentração $C(x,y,z)$, dada em $Bq.m^{-3}$, supondo vento unidirecional na direção x , é dada por:

$$C(x,y,z) = \frac{Q_0}{2\pi\sigma_y(x)\sigma_z(x)u} e^{\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2(x)}\right)} FD(x,z)R_p(x)R_f(x)D(x)w(x) \quad (1)$$

na qual Q_0 é o termo fonte, em Bq/s , $\sigma_y(x)$ e $\sigma_z(x)$ são os desvios padrão vertical e horizontal e u é a velocidade média do vento (m/s). A dispersão na altura é dada por

$$FD(x,z) = e^{\left(\frac{-(z-h)^2}{2\sigma_z(x)^2}\right)} + e^{\left(\frac{-(z+h)^2}{2\sigma_z(x)^2}\right)} \quad (2)$$

sendo h a altura da fonte de emissão. As funções $R_p(x)$ e $R_f(x)$ representam o decaimento do elemento radioativo e dos produtos de filiação, e $D(x)$ e $w(x)$ representam a diminuição da nuvem radioativa, a primeira por deposição no solo e a segunda por ação da chuva.

Este modelo tem se mostrado adequado em diversas situações, tanto com dados atmosféricos obtidos por estações meteorológicas como por dados *default* presentes na literatura^{[1],[2],[34],[5],[69]}.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi estudar a aplicação do modelo gaussiano de dispersão de efluentes gasosos radioativos, através de análises e simulações computacionais, para aplicação no reator IEA-R1 em condições normais de operação, para assim proporcionar uma estimativa teórica da dispersão do I-131. Ao se fazer isso, é possível obter as doses de radiação em diversas regiões ao redor do reator e, assim, futuramente, estimar as possíveis consequências físicas, químicas e biológicas da emissão das substâncias radioativas.

METODOLOGIA

Estudou-se, primeiramente, a correção de Briggs^[7] para a altura de emissão do efluente, através da determinação do Fator de Flutuabilidade **F** da pluma. Essa correção permitiu a idealização de um algoritmo computacional para o cálculo da altura efetiva, que corrige o modelo inicial.

Foram também estudadas aproximações para a determinação da velocidade do vento em diferentes alturas. A aproximação foi realizada para superfícies urbanas com construções de altura moderada (menores do que 30 metros).

Utilizou-se a temperatura, velocidade e direção do vento medida pela estação atmosférica, num período de 10 dias, 02/03/2011 a 11/03/2011, com dados de 15 em 15 minutos, para estimar a concentração relativa do efluente gasoso. Os dados foram adquiridos a 3m, 10m e 30m do solo. Foi desenvolvido um software, através do programa MatLab R2010a, para a apresentação de gráficos

da concentração relativa em função da distância da fonte, na direção do vento.

RESULTADOS

Inicialmente foi determinada a influência da meia vida do I-131 na dispersão atmosférica, $\tau_1 \sim 8$ dias. Para isso, considerou-se a dispersão em uma linha no mesmo plano da fonte ($y = 0$) e no solo ($z=0$), mantendo-se os demais parâmetros constantes.

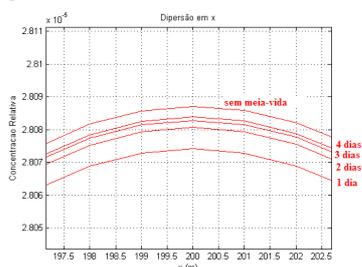


Figura 1. Comparação entre a concentração no solo para diferentes meias-vidas.

Pôde-se notar que as concentrações para as meias-vidas de 1, 2, 3 e 4 dias diferem menos de 0,1% da concentração para um efluente que não decai. Logo, a diminuição por decaimento para o I-131 pôde ser desprezada nos primeiros dias.

Foram também feitas simulações variando-se os demais parâmetros envolvidos, tanto atmosféricos como as características da fonte.

Utilizando os resultados obtidos pela estação meteorológica, pôde-se também calcular a concentração para os dados reais. A direção média do vento foi de $170(5)^\circ$ com um desvio padrão de 26° . A velocidade média do vento, utilizada no modelo, foi a média das velocidades nos 3 sensores $u = 1,94(10)$ m/s. As curvas de concentração estão na Figura 2.

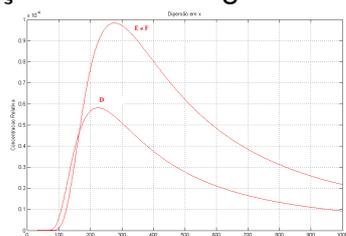


Figura 2. Concentração obtida com dados reais para a dispersão atmosférica, no solo, na direção do vento.

CONCLUSÕES

Obtiveram-se as curvas de concentração de efluentes radioativos ao redor de uma fonte utilizando o modelo gaussiano, para algumas classes de estabilidade atmosférica (D, E e F). Foram também determinadas as influências de todos os fatores do modelo, descartando os com pouca influência para aplicação no reator de pesquisa IEA-R1, como o decaimento do I-131, proporcionando resultados numéricos para a concentração em até 10Km da fonte de emissão. Existe, porém, a necessidade, em trabalhos futuros, de se verificar a compatibilidade desta estimativa com medidores específicos de concentração atmosférica, além dos possíveis efeitos físicos químicos e biológicos dos efluentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Isnard, A. A. *Investigação Computacional do Escoamento e da Dispersão de Poluentes Atmosféricos sobre Topografias Complexas*. 2004.
- [2] Santina, M. D. *Determinação das Zonas de Segurança da Central Nuclear de Angra dos Reis Conforme o Modelo de Difusão de Radiação na Atmosfera*. 1978.
- [3] Nieuwstadt, F.T.M. and van Dop, H., *Atmospheric Turbulence and Air Pollution Modelling*. 1982. A Course Held in The Hague in 1981.
- [4] Timm, A. U. *Estudo de Difusão Turbulenta Empregando Modelos Estocásticos Lagrangeanos*. 2007.
- [5] Pereira, M. M. R. *Estudo do transporte Local de poluentes em Iperó por Meio de um Modelo Lagrangeano de Partículas*. 2004.
- [6] Korsakissok, I. *Comparative Study of Gaussian Dispersion formulae within the Polyphemus platform: evaluation of prairie grass and Kincaid experiments*. 2011.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq/CNEN - PROBIC