



SIMULAÇÃO DA DISPERSÃO DE ODOR EM SITUAÇÃO DE VENTO FRACO – UM ESTUDO DE CASO

DOMINIKI RIBAS DOS SANTOS¹; GLÊNIO AGUIAR GONÇALVES²

¹*Universidade Federal de Pelotas 1 – dominikiribas@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – gleniogoncalves@yahoo.com.br*

1. INTRODUÇÃO

Entre os poluentes, pela percepção imediata, o odor se destaca em número de reclamações entre a população. A estimativa da concentração de odores no campo é uma tarefa complexa devido à homogeneidade das diferentes emissões. Esta é uma das principais razões da utilização da modelagem matemática como método de avaliação do impacto do mau cheiro. Devido à constatação de odores no ambiente da Universidade Federal de Pelotas, no Campus do Capão do Leão, em alguns dias, foi possível detectar que a fonte emisora era de uma área de confinamento de animais bovinos, a uma distância de aproximadamente 2000m. Utilizando uma equação tridimensional transitória solucionada analiticamente, foram obtidas soluções condizentes aos relatos.

2. METODOLOGIA

A equação descrita por BUSINGER, 1974 possui propriedades difusivas nas direções verticais e caráter advectivo nas direções horizontais, ela representa a concentração de poluentes atmosféricos C , no instante inicial $t=0$ por uma fonte pontual Q .

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) \quad (1)$$

Em que u e v representam a velocidade do vento nas direções longitudinal e transversal, respectivamente. $C(t,x,y,z)$ representa a função da concentração de poluente (Kg/m^3) e o coeficiente de difusão nas direções verticais do transporte é dado por $K_z (\text{m}^2/\text{s})$. As condições iniciais e de fonte são dadas por meio das Equações (2), (3) e (4), com $Q (\text{g/m}^2\text{s})$ representando a intensidade da fonte, $F(y)$ a concentração média do poluente no eixo y e $H_s (\text{m})$ a altura.

$$K_z \frac{\partial C}{\partial z} = 0 \text{ em } z = h \text{ e } z = z_0 \quad (2)$$

$$uC(0, x, y, z) = Q(0) \delta(x) F(y) \delta(z - H_s) \quad (3)$$

$$uC(t, 0, y, z) = Q(t) F(y) \delta(z - H_s) \quad (4)$$

A solução analítica é dada por meio do método de separação de variáveis e utilização da técnica GILTT (Generalized Integral Laplace Transform Technique). Maiores detalhes da resolução da equação tridimensional transiente poderão ser encontrados em GONÇALVES et al. (2018), a solução será dada por:

$$uC(t, x, y, z) = F(y - vt)Q\left(t - \frac{x}{u}\right)\xi(x, t) \quad (5)$$

Ao utilizar a técnica GILTT na Equação (1), o termo $\xi(x, z)$ representa a solução do termo difusivo. Em seguida, considerando F e Q funções de Delta de Dirac, a concentração C poderá ser expressa por:

$$C(t, x, y, z) = \int_0^\infty H(t - \tau)C(t, \tau, x, y, z)d\tau = \frac{2\tau(x, t)}{\sqrt{16\pi^2 K_y K_x t^2}} \int_0^\infty uQ(\tau)e^{-\frac{(x(t-\tau)-z)^2}{4K_y z}}e^{-\frac{(v(t-\tau)-y)^2}{4K_y z}} \quad (6)$$

Neste momento, a pluma pode ser decomposta em N segmentos de concentração C_j , cada um destes segmentos j possui intervalo de tempo arbitrário.

Dessa forma, a concentração está sujeita às condições meteorológicas do segmento emitido da fonte no intervalo de tempo. Assim:

$$C(t, x, y, z) = \sum_{j=1}^N \frac{Q_j u_j}{\sqrt{\pi D_j A_j}} e^{\frac{4C_j A_j + B_j^2}{4A_j D_j}} \left[\operatorname{erf}\left(\frac{2A_j t_j + B_j}{2\sqrt{A_j D_j}}\right) - \operatorname{erf}\left(\frac{2A_j t_{j-1} + B_j}{2\sqrt{A_j D_j}}\right) \right] \xi(x, t) \quad (7)$$

As incógnitas representam: $A = u + v$, $B = 2u(x - ut) + 2v(y - vt)$, $C = (x - ut)^2 + (y - vt)^2$ e $D = 16(x/u)K_x K_y$. O índice j representa o j -ésimo intervalo. O u (vento médio), é determinado pela equação:

$$u(z) = \frac{u_*}{k} \left(\ln \frac{z}{z_0} + 0,74 \frac{z - z_0}{L} \right) \quad (8)$$

Onde z_0 representa a rugosidade do solo, L é o comprimento de Monin-Obukhov, u_* é a velocidade de fricção e k representa a constante de Von Karman. Considerando as condições de vento fraco nas direções horizontais, foi usado um sistema de duas equações acopladas de Langevin para representar a flutuação no vento.

$$u'(t + \Delta t) = -(pu'(t) + qv'(t))\Delta t + \sigma_u \sqrt{2p\Delta t} \xi_u \quad (9)$$

$$v'(t + \Delta t) = -(qu'(t) + qp(t))\Delta t + \sigma_v \sqrt{2p\Delta t} \xi_v \quad (10)$$

Nas equações (9) e (10), p e q são os parâmetros teóricos e ξ representa variáveis estocásticas que obedecem a uma probabilidade normal da função

distribuição. SHARAN (1996) E SHARAN (2002) representam os coeficientes de difusão K_x , K_y e K_z da seguinte maneira:

$$K_x = u[\cosh(\sigma_\theta^2) - 1]^{1/2} \quad (11)$$

$$K_y = u[\sinh(\sigma_\theta^2)]^{1/2} \quad (12)$$

$$K_z = 1,69 \left(\frac{u}{u}\right)^2 ux \quad (13)$$

Em que x é a distância da fonte e σ_θ é o desvio padrão na direção da velocidade do vento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As ocorrências de mau cheiro na localidade rural do município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil, trouxeram questionamentos sobre como é realizada a dispersão do odor e se teria alguma forma de minimizar ou cessar este incômodo. Foi buscado na literatura algumas formas já comprovadas de diminuição de poluição em áreas habitadas. A solução mais compatível com a situação presenciada foi elaborada baseada no estudo de Abdullah et al.(2015) que utilizaram o plantio de árvores e vegetações em torno de rodovias com áreas residenciais próximas, os resultados foram positivos.

Para a análise, consideramos duas situações: com ventos fracos (1,1m/s) e a segunda com ventos médios (2,8m/s). Os dados foram calculados conforme as distâncias de raios de 500m, 1000m, 1500m e 2000m. Os dados meteorológicos são fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Ambas as análises referem-se ao dia 20 de junho de 2020, com constatação de mau cheiro por meio de moradores. Foram considerados 40 repetições de modelos estocásticos, considerando a média dos valores de pico de cada repetição em condições reais e em condições ilustrativas em que houvesse o plantio de vegetação em torno da área de confinamento dos animais. As análises podem ser observadas nas tabelas 1 e tabela2.

Tabela 1: Comparações de análises em períodos de vento fraco.

Raio	Sem Vegetação	Desvio Padrão	Com Vegetação	Desvio Padrão
500m	12,09	3,80	4,94	2,65
1000m	5,64	2,00	3,15	1,24
1500m	4,09	1,08	1,85	0,54
2000m	2,58	0,68	1,26	0,40

Fonte: da autora.



Tabela 2: Comparações de análises em condições de vento médio.

Raio	Sem Vegetação	Desvio Padrão	Com Vegetação	Desvio Padrão
500m	1,54	0,86	0,82	0,29
1000m	0,33	0,13	0,35	0,12
1500m	0,22	0,05	0,25	0,07
2000m	0,13	0,37	0,15	0,04

Fonte: da autora.

4. CONCLUSÕES

Os dados verificados pelo modelo de dispersão de poluentes constatou que o plantio de árvores e vegetação poderá ser uma alternativa de solução para a questão do mau cheiro que afeta a população e aos estudantes da Universidade. Esta alternativa possui baixo custo monetário além de não afetar o território dos animais, pelo contrário podendo ser uma possibilidade ecologica. Além do baixo custo computacional.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL- DADDOUS, A., KUMAR, P., ROBINS, A., Influence of roadside vegetation barriers on concentration of traffic- spewed ultrafine particles. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON HARMONISATION WITHIN ATMOSPHERIC DISPERSION MODELLING FOR REGULATORY PURPOSES**, 15, Madrid, Espanha, 2013.

BUSINGER, J., WYNGAARD,C., YZUMI, Y., BRADLEY, E.F., flux-profile relationships in the atmospheric surface layer. **JORNAL OF THE ATMOSPHERIC SCIENCES**, 28:181-189, 1974.

GONÇALVES, G., BUSKE, D., QUADROS, R., WEYMAR, G., A new approach to solve the timedeependent three- dimensional advection- diffusion equation applied to model air pollution dispersion in the planetary boundary layer. **INT. J. DEV. RES.**, 8(5): 20535-20543, 2018.

SHARAN, M., SING, M., YADAV, A., Simulation of short- range diffusion experiment in low- wind convective conditions. **ATMOSPHERIC ENVIRONMENT**, 36: 1901-1906, 2002.

SHARAN, M., SING, M., MONDANI, M., A mathematical model for the dispersion in low winds with eddy diffusivities as linear functions of downwind distance. **ATMOSPHERIC ENVIRONMENT**, 30: 1137-1145, 1996.