

Simulações preliminares do comportamento de poluentes atmosféricos em canyons urbanos usando o OpenFOAM

Victor Augusto Silva¹
Patrick Alves Bastos²
Mônica Beatriz Kolicheski³
Fernando Pablo Devecchi⁴

A poluição atmosférica é um dos maiores problemas ambientais do século XXI, por conta dos danos que pode gerar tanto ao meio ambiente, como na saúde humana causando doenças, por exemplo, no sistema respiratório e circulatório (ANDERSON, THUNDIYIL, STOLBACH, 2011). O aumento da poluição se dá principalmente por conta da interferência do homem no meio ambiente, a qual é cada vez mais intensa e sem uma avaliação criteriosa dos impactos provocados (DERISIO, 2012). Assim uma análise responsável e a proposição de medidas corretivas e preventivas devem ser realizadas em áreas que possuem um grande potencial poluidor, como os grandes centros urbanos. Neste trabalho propõe-se uma análise da dispersão de poluentes atmosféricos na cidade de Curitiba, aplicando ferramentas de Fluidodinâmica Computacional (CFD), utilizando o modelo de turbulência k- ϵ implementado no software OpenFOAM. Sendo possível avaliar e estimar os efeitos de diferentes estratégias para diminuir a poluição atmosférica, como por exemplo, a arborização urbana ou o uso de tintas absorvedoras de poluição. A análise dos poluentes deste trabalho foi feita utilizando o software OpenFOAM (versão 7). Este software utiliza equações de fluidodinâmica discretizadas para calcular as grandezas físicas desejadas. O software disponibiliza solucionadores com equações pré-determinadas para resolver tipos específicos de problemas. Além de escolher qual solucionador melhor se encaixa no problema, é necessário desenhar a área onde serão calculadas as grandezas físicas, por meio de uma geometria discretizada, e determinar as condições de contorno do problema. Para a modelagem dos poluentes foi utilizado um escoamento incompressível com turbulência por meio do modelo k- ϵ , pois os métodos de solução aplicados geram resultados que são descritos como boas simplificações dos túneis de vento, além da utilização do modelo power law de porosidade e o modelo de transporte escalar para cálculo de poluentes conforme JEANJEAN et al. (2017) e de forma a obter resultados comparáveis da literatura por exemplo JEANJEAN et al. (2017), VRANCKX et al. (2015) e GROMKE e RUCK (2012).

A geometria escolhida modela um túnel de vento com 7 volumes porosos no centro, que representam árvores e entre estes volumes existe uma área retangular usada para simular a rua. Deste modo, existem 2 zonas de células, uma porosa e outra não porosa, e 4 paredes, a rua, as laterais e a parte superior. O túnel construído apresenta 100 m de comprimento aproximadamente, e 10 m de altura. Esta geometria está baseada nos modelos presentes no openFOAM em especial o tutorial cavity.

As simulações utilizaram condições de contorno pensadas para a emissão de CO_2 pelos carros na rua. O ar na entrada do túnel tem a velocidade de (0 10 0) m/s, k e ϵ foram calculados de acordo com o modelo adotado nesse estudo que está mostrado no site do projeto (link), a pressão

¹victoraugusto@ufpr.br

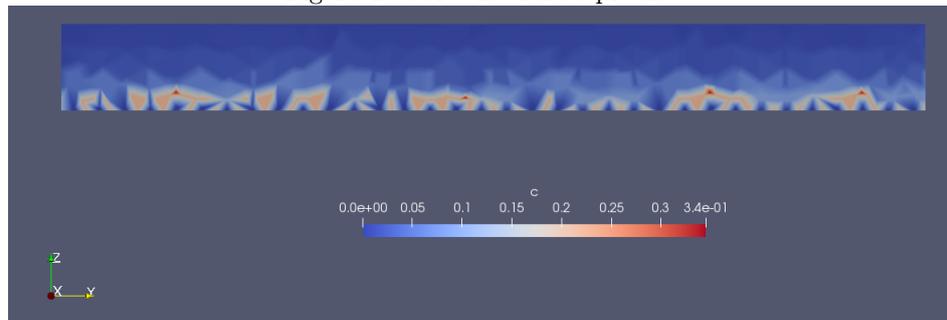
²patrickalves@ufpr.br

³monica.beatriz@ufpr.br

⁴devecchi1@ufpr.br

cinemática (pressão dividida pela densidade) na saída é $0,1 \text{ m}^2/\text{s}^2$, a área folhear e o coeficiente de arrasto foram escolhidos com base no trabalho de JEANJEAN et al. (2017), deste modo temos que C_0 é 0.6, a viscosidade cinemática é $1.6 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, o coeficiente de difusão escolhido foi de 1.6×10^{-5} , a concentração na rua foi de $1 \text{ kg}/\text{m}^3$. Obtivemos então os valores representados pela figura (1) que contém as concentrações de poluentes (C) ao redor das zonas porosas (árvores).

Figura 1: Corte lateral ao prédio.



Pode-se observar que os valores de concentração de CO_2 são menores nas simulações com região porosa, logo, existe uma redução de poluentes devido a presença das árvores. Comparando os resultados encontrados no site com GROMKE e RUCK (2012), podemos observar uma semelhança no padrão de concentração. Mostrando que a presença de árvores reduz a concentração de poluentes nas regiões das calçadas, indicando que essas trazem um benefício para a saúde, desde que sejam plantadas em locais estratégicos.

Referências

- [1] Anderson, J.O., Thundiyil J.G., Stolbach A. Clearing the Air: A Review of the Effects of Particulate Matter Air Pollution on Human Health, . Med. Toxicol, 2012. DOI: 10.1007/s13181-011-0203-1
- [2] Derisio, J. C. *Introdução ao controle de poluição ambiental, 5a. edição*. Oficina de Texto. 2012.
- [3] Gromke, C., Ruck, B. Pollutant Concentrations in Street Canyons of Different Aspect Ratio with Avenues of Trees for Various Wind Directions, *Boundary-Layer Meteorology*, 2012. DOI: 10.1007/s10546-012-9703-z
- [4] Jeanjean, A. P. R., Gallagher, J., Monks, P. S., Leigh R.J. Ranking current and prospective NO₂ pollution mitigation strategies: An environmental and economic modelling investigation in Oxford Street, London, *Environmental Pollution*, 2017. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.03.027
- [5] Vranckx, S., Vos, P., Maiheu, B., Janssen, S. Impact of trees on pollutant dispersion in street canyons: A numerical study of the annual average effects in Antwerp, Belgium, *Science of the Total Environment*, 2015. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.06.032.