

## **SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE UM ESCOAMENTO TURBULENTO SOBRE UM DEGRAU**

Vinicius Leonardo Weiler, discente de graduação, Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete

Adrián Caresani da Cruz, discente de graduação, Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete

Felipe Denardin Costa, Docente, Universidade Federal do Pampa,

Ronald Wiliam Assunção da Silva, discente de graduação, Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete

Thiago Ferreira Gomes, discente de graduação, Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete

Rafael Maroneze, docente, Universidade Federal do Pampa

e-mail primeiro autor: [viniciusweiler.aluno@unipampa.edu.br](mailto:viniciusweiler.aluno@unipampa.edu.br)

Em geral, áreas urbanas apresentam temperaturas mais elevadas em relação a zonas rurais, uma vez que as propriedades térmicas dos materiais e a geometria das cidades possuem um papel fundamental nos processos de troca de energia na forma de calor, impactando as condições térmicas do ambiente. Nos últimos anos, a verticalização das grandes cidades tornou-se uma tendência mundial. Além da verticalização das cidades, a emissão de gases poluentes está acelerando com o aumento da população mundial, resultando em impactos negativos na qualidade do ar. As características de um escoamento e dispersão de poluentes em cânions urbanos não dependem apenas das condições meteorológicas, mas também da geometria da cidade. As simulações numéricas de escoamentos sobre, ou em torno de, geometrias simples/idealizadas nos fornecem conceitos básicos, fundamentais para o entendimento dos escoamentos mais complexos como um escoamento sobre uma área urbana real. Escoamentos a jusante de um edifício, ou em vertedores em degraus ("skimming flow"), são complexos e apresentam regiões de descolamento da camada limite, recirculação e recolamento da camada limite devido a mudança brusca na geometria. O escoamento em um degrau, como os descritos anteriormente, é vastamente abordado na literatura, e são conhecidos como "*Backward-Facing Step (BFS)*". O presente trabalho tem como objetivo analisar um escoamento neutro a jusante de um edifício de 13 andares, cuja sua altura(h) em relação a rua é de 40 m. A simulação numérica foi realizada com o modelo atmosférico PALM, que utiliza um modelo de turbulência de simulação de grandes turbilhões (Large Eddy Simulation – LES). O domínio computacional é constituído por um paralelepípedo cuja as arestas são  $x_d=360$  m,  $y_d=60$  m e  $z_d = 80$  m, onde o edifício (degrau) ocupa as posições entre  $x= 0$  m e  $x= 38$  m, sendo 180 o número de células ao longo do eixo x, 30 ao longo do eixo y e 40 ao longo do eixo z, a distância entre duas células vizinhas é de 2 m, em ambas as direções. Foi assumido como condição inicial e de contorno um perfil

de velocidade do vento constante e igual a  $5 \text{ m s}^{-1}$ , condições de contorno não cíclicas foram adotadas ao longo dos eixos  $x$  e  $y$ , e uma condição de free-slip no topo do domínio. Após atingir a estacionariedade, o escoamento simulado, cujo o número de Reynolds é da ordem de  $10^6$ , apresentou à jusante do degrau um grande vórtice de recirculação, provocado por um gradiente adverso de pressão ocasionado por uma mudança súbita na geometria do canal aberto. A distância entre o ponto de recolamento e o degrau, chamada de comprimento de recolamento, é de aproximadamente 5,8 vezes maior que a altura do degrau (altura  $h$  do edifício) de acordo com os valores apresentados na literatura. Simulações DNS apresentam um segundo vórtice de recirculação próximo a borda do degrau, que não é observado neste trabalho. Esse fato pode estar associado a grade “grosseira” utilizada na presente simulação uma vez que ela é homogênea ao longo de todo domínio, e não possui um maior refinamento próximo ao degrau. Ambos os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com a literatura, um fato importante a ser destacado é que o presente trabalho se encontra em fase inicial de desenvolvimento e como perspectivas futuras para sua continuidade, simulações com diferentes geometrias, que se aproximem de um cânion urbano, serão realizadas. Nas próximas simulações pretende-se se considerar os mecanismos de transferência de energia na forma de calor sensível entre as superfícies e o fluido, de modo que seja possível analisar os efeitos da estratificação térmica sobre o escoamento, de modo que a simulação possa cada vez mais se aproximar de uma situação real.

**Agradecimentos:** Unipampa

**Palavras-chave:** Simulações numéricas; Degrau; PALM; Vórtice