

Simulação do escoamento atmosférico sobre topografia urbana idealizada através do OpenFOAM

Bruno C. Bittencourt¹; Carlos Balsa²; Carlos V. Rodrigues³

¹ a38179@alunos.ipb.pt, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

² balsa@ipb.pt, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

³ cvr@fe.up.pt, Universidade do Porto, Portugal

Resumo

Os modelos de Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD) em larga escala não conseguem representar em detalhe o escoamento atmosférico em uma cidade ou ambiente urbano. Quando a resolução numa malha computacional é maior ou equivalente à escala característica dos obstáculos urbanos, estes constituem perturbações de submalha. Uma forma de contornar este problema consiste em parameterizar o efeito do tecido urbano no escoamento através da inclusão do arrasto adicional na simulação de larga escala. Tal pode ser feito aumentando artificialmente a rugosidade aerodinâmica do terreno (z_0) e deslocando a altura do nível do solo através de uma altura de deslocamento (d). Este trabalho simula, com o *software* de código aberto *OpenFOAM*, o escoamento da camada limite atmosférica sobre um domínio computacional que consiste numa matriz quadrada de cubos, adotando o modelo de turbulência *k- ω* SST. A independência da malha foi verificada. O arrasto de pressão e de fricção foram quantificados e, então, definido o coeficiente de arrasto urbano (C_d). Foram verificados os efeitos de um baixo número de Reynolds nos perfis de velocidade e no valor do coeficiente de atrito, que se mostraram irrelevantes, também foram calculados a rugosidade aerodinâmica do terreno e a altura de deslocamento. Os resultados foram obtidos para uma camada limite atmosférica neutra e hidrodinamicamente estável e foram comparados com dados da bibliografia e com dados experimentais em túnel de vento, mostrando boa concordância.

Palavras-Chave: dinâmica dos fluidos computacional; openfoam; parametrização; tecidos urbanos; rugosidade aerodinâmica.

Atmospheric flow simulation over ideal urban topography through OpenFOAM

Bruno C. Bittencourt¹; Carlos Balsa²; Carlos V. Rodrigues³

¹ a38179@alunos.ipb.pt, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

² balsa@ipb.pt, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

³ cvr@fe.up.pt, Universidade do Porto, Portugal

Abstract

Large scale Computational Fluid Dynamics (CFD) models cannot represent in detail the atmospheric flow in a city or an urban environment. When the resolution in a computational mesh is bigger or equivalent than the scale characteristic of urban obstacles, these constitute sub grid disturbances. A manner to avoid this problem consists in the urban canopy parametrization in the flow through an inclusion of an additional drag in the large scale simulation. Such manner can be done increasing artificially the aerodynamic roughness length (z_o) and displacing the ground level through a displacement height (d). This study simulates, through an open-source software OpenFOAM, the atmospheric boundary layer over a computational domain which consists of a square array of cubes, adopting the $k-\omega$ SST turbulence model. The mesh independency was verified. The pressure and viscous drag were quantified and then the urban drag coefficient (C_d) was defined. The effects of a low Reynolds number were verified in the velocity profiles and in the drag coefficient, which were shown irrelevant, as well as were calculated the aerodynamic roughness length and the displacement height. The results were obtained for a neutral atmospheric boundary layer and hydrodynamically stable and they were compared to bibliography data and wind tunnel experiments, showing good agreement.

Keywords: computational fluid dynamics; openfoam; parametrization; urban canopy; roughness length.