

# Modelagem Matemática do Escoamento Médio do Ar para Áreas de Floresta da Amazônia

Abrahão Q. da Silva,<sup>1</sup> Alessandro A. dos S. Michiles<sup>2</sup>  
UEA, Manaus, AM

Devido à grande extensão das florestas de terra firme da Amazônia e da importância de sua interação com o escoamento atmosférico, realizou-se um estudo de modelagem matemática que relaciona o tipo de distribuição vertical de matéria vegetal com este escoamento. Especificamente, considerou-se um modelo com densidade de área foliar constante com a altura, chamado, aqui, de “retangular”. Aplicou-se este modelo de biomassa nas equações de Navier-Stokes, baseando-se em [2], para obter um modelo matemático que descreva o escoamento médio do ar, para intervalos de tempo longos, como uma estação do ano, por exemplo, que tem a duração de cerca de três meses. Dessa forma, considerou-se o escoamento estacionário e os efeitos da turbulência desprezíveis, uma vez que esse fenômeno é observado apenas para intervalos de tempo muito curtos, podendo-se, além disso, tratar o escoamento como laminar. Adicionalmente, considerou-se a viscosidade, para incluir os efeitos da floresta sobre o escoamento e, em razão das baixas velocidades, não se incluiu os efeitos da compressibilidade.

Inclui-se a ação da rugosidade das árvores sobre o escoamento, por meio da introdução de um parâmetro de absorção de quantidade de movimento linear, no modelo de biomassa, que se opõe à velocidade de escoamento e está relacionado à arquitetura da floresta. O modelo matemático deste parâmetro apresenta uma forma similar ao da força de arrasto (força de resistência, semelhante ao atrito, sobre corpos sólidos em movimento num fluido), a baixas velocidades. Além disso, considerou-se um escoamento unidirecional na coordenada  $x$ , com variação somente em função da coordenada  $z$ , ou seja,  $u = u(z)$  e  $v = w = 0$ .

Subdividiu-se o modelo em duas partes: (i) acima da floresta, onde não há interferência direta da biomassa, tendo, portanto, um perfil vertical de escoamento comumente observado para fluidos newtonianos sobre superfícies estacionárias (perfil logarítmico); (ii) no interior da floresta, onde a rugosidade atua por todo o seu volume, reduzindo a velocidade do escoamento e apresentando um perfil que varia de forma mais gradual.

Por meio da realização de testes de sensibilidade, variando-se os valores dos parâmetros de entrada dos modelos obtidos para o escoamento acima e no interior da floresta, verificou-se uma resposta mais acentuada em relação à viscosidade do ar, à variação horizontal de pressão e ao termo que expressa a influência da rugosidade da floresta no escoamento.

Validou-se o modelo completo (juntando os resultados acima e no interior da floresta) por meio da comparação de seus perfis com dados coletados na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Uatumã (RDSU), de forma semelhante a [1], tanto para a estação seca quanto para a chuvosa. Dessa forma, observou-se uma correlação estreita entre o modelo e os dados coletados, conforme verifica-se nas Figuras 1 e 2.

---

<sup>1</sup>abrahaoqueirozdasilva@gmail.com

<sup>2</sup>amichiles@uea.edu.br

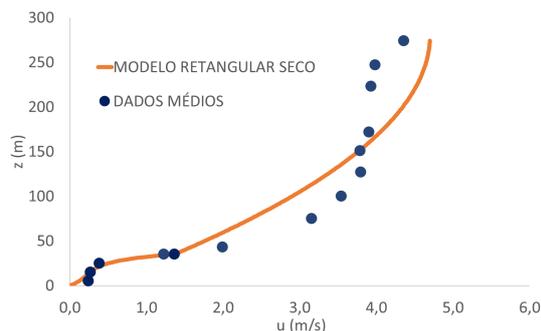


Figura 1: Perfis verticais de velocidade dos modelos (linha contínua) e dos dados coletados na RDSU para a estação seca (linha pontilhada). Fonte: Dos Autores.

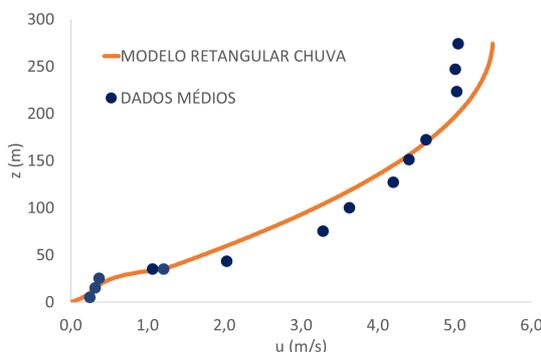


Figura 2: Como na Figura 1, para a estação chuvosa. Fonte: Dos Autores.

Portanto, os resultados de aplicação do modelo matemático, desenvolvido para uma área de floresta da Amazônia, apresentaram boa correspondência com os perfis de velocidade do vento gerados com dados coletados na RDSU, com coeficientes de determinação ( $R^2$ ), para as estações seca e chuvosa, iguais a, respectivamente, 0,981 e 0,989.

## Referências

- [1] R. A. S Santana, C. Q. Dias-Júnior, R. S. Vale, J. Tóta e D. R. Fitzjarrald. “Observing and Modeling the Vertical Wind Profile at Multiple Sites in and above the Amazon Rain Forest Canopy”. Em: **Advances in Meteorology** 5436157 (2017), pp. 1–8. DOI: 10.1155/2017/5436157.
- [2] F. M. White. **Mecânica dos Fluidos**. 8a. ed. São Paulo: AMGH, 2018. ISBN: 978-8580556063.