

CFD Aplicado ao Estudo Inicial do Escoamento sobre Palhetas de Turbocompressores Variáveis

Larissa M. Silva,¹ Gustavo S. Rodrigues,² Victor S. Santiago³ André L. T. Rezende⁴
IME, Rio de Janeiro, RJ

O uso de turbocompressores em motores proporciona benefícios como redução de emissões, downsizing, aumento de potência e economia de combustível. Isso ocorre porque o sistema aproveita a energia dos gases de exaustão para comprimir o ar na admissão, melhorando a combustão [1]. Os turbocompressores de geometria variável (VGT) oferecem vantagens superiores aos convencionais, incluindo resposta ágil em baixas rotações, maior potência em altas rotações e controle preciso da pressão. Isso se deve à capacidade do VGT de ajustar dinamicamente o fluxo dos gases na turbina, otimizando o desempenho em diferentes condições.

Este estudo numérico preliminar analisa o escoamento sobre uma pá semelhante às usadas em turbinas de turbocompressores (Figura 1). O foco é avaliar o comportamento do fluido com a variação do ângulo de ataque e a adequação do modelo de turbulência SST $\kappa - \omega$ [2].

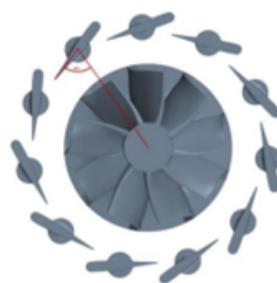


Figura 1: Esquema da parte interna da turbina de um turbocompressor de geometria variável. Fonte:[1].

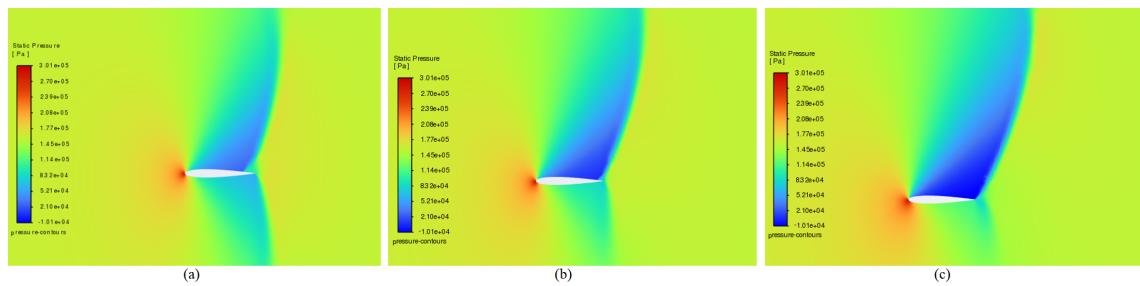
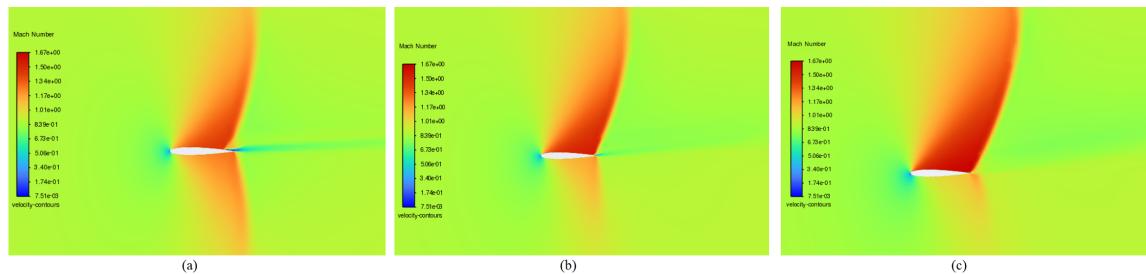
Assim como [3], este estudo adotou perfis aerodinâmicos para modelar pás de turbinas de ângulo variável, escolhendo o perfil NACA 0012 pela confiabilidade e ampla disponibilidade de dados. A modelagem foi bidimensional, com simulações para ângulos de ataque de 3°, 6° e 9°, frequentemente utilizados em pesquisas com esse perfil. O escoamento foi modelado como compressível, devido aos gases de exaustão do motor. A simulação numérica foi realizada no ANSYS Fluent, utilizando o modelo de turbulência SST $\kappa - \omega$ [2] e uma malha de 19.000 elementos, refinada próximo à pá para maior precisão. As condições de contorno foram baseadas em [4], com pressão de 257 kPa e temperatura de 873,15 K, valores alinhados com [3], garantindo a confiabilidade dos parâmetros. O fluido simulado foi dióxido de carbono, com número de Mach igual a 0,9. As Figuras 1 e 2 mostram os campos de velocidade e pressão para os diferentes ângulos de ataque.

¹larissa.marqui@ime.eb.br

²simao@ime.eb.br

³santoro@ime.eb.br

⁴arezende@ime.eb.br

Figura 2: Campos de pressão: (a) 3° , (b) 6° e (c) 9° . Fonte: autores.Figura 3: Campos de velocidade: (a) 3° , (b) 6° e (c) 9° . Fonte: autores.

Os contornos de pressão e velocidade apresentaram o comportamento esperado, conforme a física do problema. Como próximo passo, o estudo aprofundará o escoamento interno da turbina de um turbocompressor de geometria variável. Serão analisados ângulos de ataque das palhetas entre 40° e 60° , com base em referências científicas. O modelo incluirá uma geometria mais detalhada, considerando carcaça, palhetas e rotor em uma abordagem tridimensional.

Referências

- [1] A. J. Feneley, A. Pesiridis e A. M. Andwari. “Variable geometry turbocharger technologies for exhaust energy recovery and boosting-a review”. Em: **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 71 (2017), pp. 959–975. doi: [10.1016/j.rser.2016.12.125](https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.125).
- [2] F. R. Menter. “Review of the shear-stress transport turbulence model experience from an industrial perspective”. Em: **International Journal of Computational Fluid Dynamics** 23.4 (2009), pp. 305–316. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/10618560902773387>.
- [3] A. Pesiridis, B. Vassil, M. Padzillah e R. Martinez-Botas. “A comparison of flow control devices for variable geometry turbocharger application”. Em: **International Journal of Automotive Engineering and Technologies** 3.1 (2014), pp. 1–21. doi: <https://doi.org/10.18245/ijaet.84934>.
- [4] W. Wang, J. Morita, Y. Sakurai, T. Ueno, I. Morita, P. G. Novo e D. Sakaguchi. “Turbine performance improvement by the multi-objective optimization for variable nozzle vanes of turbocharger”. Em: **IOP PUBLISHING. Journal of Physics: Conference Series** 2707.1 (2024), p. 012156.