

ANÁLISE DE ESCOAMENTO DE FLUIDO NA ÁRVORE TRAQUEOBRÔNQUICA: COM E SEM IMPLANTE

Jairson C. Dinis^{1,2}, Rui B. Ruben¹ e Marta S. Carvalho^{2,3}

¹ ESTG-CDRSP, Politécnico de Leiria, Portugal

² UNIDEMI, Universidade NOVA de Lisboa, Portugal

³ Laboratório Associado de Sistemas Inteligentes, LASI., Portugal

jairson.dinis@ipleiria.pt; rui.ruben@ipleiria.pt; mip.carvalho@fct.unl.pt

PALAVRAS-CHAVE: Simulação Computacional, Arvore Traqueobrônquica

1 INTRODUÇÃO

O sistema respiratório é essencial para a troca gasosa, sendo crucial para manutenção da vida [1]. Distúrbios respiratórios, podem comprometer essa função, exigindo intervenções médicas. Implantes traqueobrônquicos surgem como uma solução promissora para aliviar obstruções e melhorar o fluxo de ar na traqueia. Este trabalho tem como objetivo analisar e comparar características do escoamento de fluido na traqueia, como pressão, tensões e perfil de velocidade, em condições normais e na presença de implante. Para isso, foram realizadas simulações computacionais com modelos tridimensionais da traqueia humana com e sem implante.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O ciclo respiratório é composto por inspiração e expiração, garantindo a troca de gases necessária para o equilíbrio metabólico [2]. Neste estudo, os resultados foram analisados em ambas as fases com e sem implante. Na inspiração, foca-se na porção proximal da traqueia, onde forças de pressão podem deslocar o implante. Na expiração, analisa-se a porção distal, que pode sofrer aumento de pressão com o retorno do ar dos pulmões. Utilizou-se imagens de Tomografia Computadorizada para gerar modelos 3D no software Invesalious, e as simulações foram feitas no ANSYS Fluent 2023 R2.

Para uma pessoa adulta saudável, o volume respiratório varia entre 350 a 600 mL/s, na condição de repouso. Com base na área de entrada (que é conhecida e tem o valor de 150.616 mm²), foi gerado o perfil respiratório para esta simulação, com formato senoidal para este paciente, como base no trabalho de Qi et al. [3], como representado na figura 1.

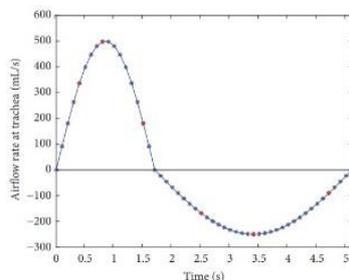


Figura 1 Perfil da velocidade adotada na simulação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho avalia a pressão, tensão de corte nas paredes e o fluxo da velocidade ao longo da árvore traqueobrônquica durante o ciclo respiratório. Os resultados centram-se em intervalos específicos: 0.4 s, 0.8 s na inspiração e 2.5 s, 3.4 s na expiração.

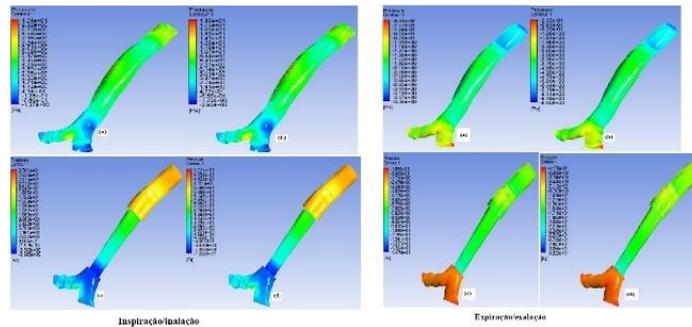


Figura 2: Distribuição da pressão: Inspiração (0.4 s e 0.8 s), modelo sem implante (a e b) com implante (c e d); Expiração (2.5 s e 3.4 s), modelo sem implante (a e b) com implante (c e d).

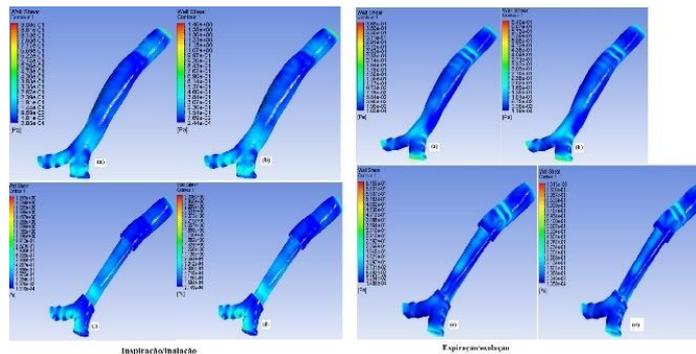


Figura 3: Distribuição da tensão de corte: Inspiração (0.4 s e 0.8 s), modelo sem implante (a e b) com implante (c e d); Expiração (2.5 s e 3.4 s), modelo sem implante (a e b) com implante (c e d).

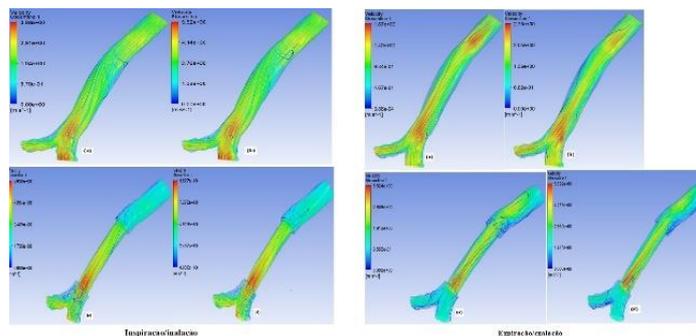


Figura 4: Distribuição da fluxo da velocidade: Inspiração (0.4 s e 0.8 s), modelo sem implante (a e b) com implante (c e d); Expiração (2.5 s e 3.4 s), modelo sem implante (a e b) com implante (c e d).

Os resultados mostram que a presença de implantes altera significativamente os padrões de fluxo, resultando numa distribuição não uniforme de velocidade (com zonas de recirculação) e pressão ao longo da árvore traqueobrônquica, como pode ser observado nas imagens das figuras 2, 3 e 4.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) de Portugal pelo apoio financeiro concedido através da bolsa de doutoramento 2020.05002.BD, através do financiamento base do CDRSP (DOI: 10.54499/UIDB/04044/2020) e através do financiamento base e programático do UNIDEMI (DOI: 10.54499/UIDB/00667/2020 e 10.54499/UIDP/00667/2020).

REFERÊNCIAS

- [1] D. McFarland. «Anatomia em ortofonia: Palavra, voz e deglutição». Em: Loures, Portugal: Lusodidacta (2008) (ver pp. 3–6).
- [2] Guyton, Arthur C., and John E. Hall. Fisiologia médica. Elsevier srl, 2006.
- [3] Shouliang Qi et al, Computational and Mathematical Methods in Medicine, 2017:1-14, 2019.