

# Estudo de Dispositivos Venturi Aplicados ao Suporte Ventilatório em Pacientes com Parkinson

Luiz H. C. B. dos Passos<sup>1</sup>, Rodolfo L. Sobral<sup>2</sup>

Departamento de Engenharia Mecânica, CEFET-RJ, Nova Iguaçu, RJ

A Doença de Parkinson (DP) é uma desordem neurodegenerativa progressiva que afeta o controle motor, levando a sintomas como tremores, rigidez muscular e bradicinesia (lentidão dos movimentos). Além das manifestações motoras clássicas, a DP também compromete funções autonômicas e musculares, incluindo aquelas envolvidas na deglutição e na proteção das vias aéreas, predispondo os pacientes a complicações respiratórias graves, como a disfagia (dificuldade para engolir alimentos ou líquidos) e a pneumonia aspirativa [1].

Pacientes com Parkinson podem desenvolver complicações pulmonares como as pneumonias aspirativas, que ocorrem quando partículas de alimentos, líquidos ou secreções orofaríngeas atingem os pulmões e desencadeiam um processo inflamatório-infeccioso [2]. Nesse contexto, a máscara de Venturi é um dispositivo de suporte ventilatório que regula com precisão a fração inspirada de oxigênio (FIO<sub>2</sub>), garantindo um suprimento adequado sem riscos ao paciente, sendo amplamente utilizada na administração de oxigênio controlado para pacientes com dificuldades respiratórias, permitindo a mistura precisa de oxigênio com ar ambiente [3]. As máscaras de Venturi desempenham um papel essencial na prevenção de hipoxemia (baixa oxigenação no sangue) e complicações pulmonares, como pneumonias. Elas são conectadas a uma fonte de oxigênio, e a concentração fornecida ao paciente é ajustada por meio de conexões específicas. Cada conexão possui uma coloração específica, que indica o percentual de oxigênio administrado.

A eficácia desses dispositivos depende da dinâmica dos fluidos dentro do tubo de Venturi, tornando essencial a análise do escoamento através da modelagem numérica. Neste estudo, investiga-se, por meio de simulação numérica, o comportamento do escoamento em tubos de Venturi com diferentes comprimentos (6 cm, 8 cm e 10 cm) e concentrações de oxigênio (24%, 31% e 50%) para avaliar sua aplicabilidade em suporte ventilatório, considerando regime permanente e fluido compressível. Para isso, foram utilizadas as equações da continuidade e da quantidade de movimento linear (QML) local, sendo resolvidas no software ANSYS Fluent. A equação da continuidade garante a conservação da massa no escoamento, enquanto a equação da quantidade de movimento linear permite a análise das forças atuantes no fluido [4].

A equação da continuidade pode ser escrita como:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = 0, \quad (1)$$

onde  $\rho$  é a massa específica do fluido e  $\mathbf{v}$  representa o vetor velocidade.

A equação da quantidade de movimento linear (QML) local é expressa por:

$$\rho \frac{D\mathbf{v}}{Dt} = -\nabla P + \mu \nabla^2 \mathbf{v} + \mathbf{F}, \quad (2)$$

onde  $P$  é a pressão,  $\mu$  é a viscosidade dinâmica do fluido e  $\mathbf{F}$  representa forças externas atuantes.

<sup>1</sup>luiz.passos@aluno.cefet-rj.br

<sup>2</sup>rodolfo.sobral@cefet-rj.br

No modelo utilizado, a mistura gasosa é descrita por uma equação constitutiva que considera a composição do ar ambiente, incluindo nitrogênio, oxigênio e vapor d'água. Dessa forma, a equação de estado dos gases ideais é aplicada a fim de estimar a massa específica da mistura em função da pressão e temperatura.

O software ANSYS Fluent resolve essas equações por meio do método dos volumes finitos, discretizando o domínio do tubo de Venturi em pequenas regiões onde as equações governantes são aplicadas iterativamente. Com essa abordagem, é possível obter distribuições de pressão e velocidade ao longo do dispositivo, permitindo uma avaliação quantitativa do desempenho dos diferentes modelos de tubo de Venturi.

O estudo busca aprimorar o uso das máscaras de Venturi em pacientes com Parkinson, assegurando uma administração eficiente de oxigênio, com um fluxo estável e minimizando variações bruscas de pressão. Essa otimização é especialmente relevante diante da projeção do aumento expressivo da incidência da doença nos próximos anos, com uma estimativa de crescimento de 112% até 2050, alcançando 25 milhões de casos em todo o mundo [5].

## Agradecimentos

Agradeço ao meu professor orientador, Rodolfo L. Sobral, pelo apoio e orientação ao longo deste estudo. Também expresso minha gratidão ao meu pai, que luta contra o Parkinson.

## Referências

- [1] G. Berretin-Felix, S. T. Matsumoto e K. F. Genaro. “Disfagia orofaríngea na doença de Parkinson: revisão de literatura”. Em: **Revista CEFAC** 10.4 (2013). Acesso em: 10 fev. 2025, pp. 503–512. DOI: 10.1590/S1516-18462008000400002. URL: <https://www.scielo.br/j/rcefac/a/tcZZ67HYWzmM4nTSqgFB9FL/?format=pdf&lang=pt>.
- [2] W. Y. Chua, J. D. J. Wang, C. K. M. Chan e L.-L. Chan. “Risk of aspiration pneumonia and hospital mortality in Parkinson’s disease: A systematic review and meta-analysis”. Em: **European Journal of Neurology** 31.12 (2024), pp. 1–10. DOI: 10.1111/ene.16449.
- [3] P. H. Barreto, F. S. L. Silva, R. S. Vasconcelos, R. P. Sales, T. B. Vasconcelos, A. N. C. Nogueira e M. A. Holanda. “Análise do conhecimento dos profissionais de saúde sobre o uso de oxigenoterapia em um hospital universitário de Fortaleza-CE”. Em: **Repositório Institucional da UFC** (2017). Acesso em: 10 fev. 2025. URL: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/28412/1/2017\\_art\\_phbarreto.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/28412/1/2017_art_phbarreto.pdf).
- [4] R. W. Fox, A. T. McDonald e P. J. Pritchard. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. ISBN: 9788521623021.
- [5] O. Globo. “Parkinson: casos da doença vão crescer 112% e chegar a 25 milhões no mundo até 2050”. Em: **O Globo** (2025). Acesso em: 10 mar. 2025. URL: <https://oglobo.globo.com/saude/noticia/2025/03/06/parkinson-casos-da-doenca-vao-crescer-112percent-e-chegar-a-25-milhoes-no-mundo-ate-2050.ghtml>.