contecc 2026
CONGRESSO TÉCNICO-CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA

# ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DAS LINHAS DE CORRENTE EM ESCOAMENTO LAMINAR UTILIZANDO INSTRUMENTO DIDÁTICO

GUSTAVO NASCIMENTO LIMA[1] e AILTON MARCOLINO LIBERATO[2]

[1]Graduando em Engenharia de Produção, UNIR, Cacoal-RO, gnascimentolima7@gmail.com;
[2]DSc. em Meteorologia, Prof. Associado II Física, UNIR, Cacoal-RO, ailtonliberato@unir.br;

**RESUMO**: O presente trabalho analisa experimentalmente o comportamento das linhas de corrente em escoamentos laminares utilizando um instrumento didático de fluxo. O estudo foi desenvolvido por meio de experimentos realizados com um equipamento constituído por bacias de acrílico, folhas de papel veludo e aplicação de corante para visualização das linhas de corrente. Foram analisadas situações envolvendo escoamento retilíneo, desvio do fluxo ao redor de obstáculos, comportamento do escoamento em perfis aerodinâmicos e variações de velocidade em estreitamentos. A metodologia experimental permitiu observar a relação entre velocidade, direção do escoamento e distribuição das linhas de corrente, possibilitando a análise prática de princípios da Mecânica dos Fluidos. Os resultados evidenciaram que a aproximação entre as linhas de corrente está associada ao aumento da velocidade do fluido, enquanto o afastamento indica redução da velocidade. Verificou-se também que obstáculos alteram significativamente a direção do escoamento em sua vizinhança imediata. Conclui-se que o instrumento didático utilizado contribui para a compreensão visual e experimental dos fenômenos relacionados ao escoamento laminar, favorecendo o processo de ensino e aprendizagem em Mecânica dos Fluidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação, Mecânica dos Fluidos, Experimentação.

## ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF STREAMLINES IN LAMINAR FLOW USING A DIDACTIC INSTRUMENT

**ABSTRACT**: This study experimentally analyzes the behavior of streamlines in laminar flows using a didactic flow instrument. The research was developed through experiments carried out with equipment composed of acrylic containers, velvet paper sheets, and dye application for streamline visualization. Situations involving rectilinear flow, flow deviation around obstacles, airflow around aerodynamic profiles, and velocity variations in constricted regions were analyzed. The experimental methodology allowed the observation of the relationship between velocity, flow direction, and streamline distribution, enabling a practical analysis of Fluid Mechanics principles. The results showed that the narrowing between streamlines is associated with an increase in fluid velocity, while the widening indicates a reduction in velocity. It was also verified that obstacles significantly alter the flow direction in their immediate vicinity. It is concluded that the didactic instrument contributes to the visual and experimental understanding of phenomena related to laminar flow, supporting the teaching and learning process in Fluid Mechanics.

**KEYWORDS:** Education; Fluid Mechanics; Experimentation.

## INTRODUÇÃO

A Mecânica dos Fluidos desempenha papel fundamental em diferentes áreas da engenharia, especialmente na análise do comportamento de líquidos e gases em movimento. Entre os principais conceitos abordados nessa área destacam-se os regimes de escoamento, classificados principalmente em laminar e turbulento. O escoamento laminar caracteriza-se pelo movimento ordenado das partículas do fluido em camadas suaves e paralelas, enquanto o escoamento turbulento apresenta comportamento

irregular e caótico (Godoi; Assunção, 2019; Halliday; Resnick; Walker, 2016; Tipler; Mosca, 2006; Young; Freedman, 2008). Nesse contexto, a análise das linhas de corrente permite compreender fenômenos relacionados à velocidade, direção e distribuição do fluxo em diferentes condições de escoamento.

A visualização experimental das linhas de corrente representa importante ferramenta didática e científica para compreensão dos fenômenos associados à Mecânica dos Fluidos. Segundo Fox, McDonald e Pritchard (2014), técnicas experimentais com utilização de corantes permitem visualizar o comportamento do escoamento e identificar alterações nas linhas de corrente em diferentes condições de fluxo. Estudos clássicos demonstram que alterações geométricas no canal de escoamento influenciam diretamente a velocidade e a pressão do fluido, fenômeno explicado pela equação de Bernoulli (Çengel; Cimbala, 2015). Além disso, aplicações envolvendo perfis aerodinâmicos evidenciam a relevância prática da análise das linhas de corrente em áreas como engenharia aeronáutica e hidráulica (Munson *et al*., 2018).

Apesar da ampla abordagem teórica da Mecânica dos Fluidos, ainda existem dificuldades na compreensão prática e visual dos fenômenos relacionados às linhas de corrente em escoamentos laminares, principalmente em atividades experimentais didáticas. Observa-se a necessidade de estudos que relacionem experimentalmente a distribuição das linhas de corrente, a variação da velocidade do fluido e os efeitos provocados por obstáculos e estreitamentos no canal de escoamento (Brunetti, 2008).

Diante disso, este trabalho teve como objetivo analisar experimentalmente o comportamento das linhas de corrente em diferentes situações de escoamento laminar utilizando instrumento didático de fluxo, destacando a relação entre velocidade, direção do fluxo e distribuição das linhas de corrente.

Partiu-se da hipótese de que a visualização experimental das linhas de corrente em diferentes configurações geométricas permite identificar alterações na velocidade e na direção do fluxo em escoamentos laminares, contribuindo para melhor compreensão dos princípios da Mecânica dos Fluidos (White, 2011).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado utilizando o instrumento laminar de fluxo, composto por duas bacias de vidro acrílico, folhas de papel veludo com áreas vazadas, máscara de aplicação de corante e recipiente contendo solução colorida. O instrumento pertence ao Laboratório Didático de Física do curso de Engenharia de Produção da Fundação Universidade Federal de Rondônia, campus de Cacoal, Rondônia.

O princípio de funcionamento do equipamento baseia-se na capilaridade e na ação da gravidade. A água presente na bacia superior escoa lentamente através do papel veludo, formando uma corrente de baixa velocidade. O colorante aplicado na região superior do papel permite visualizar as linhas de corrente ao longo do percurso do fluido.

Inicialmente, a bacia superior foi preenchida com água até poucos milímetros abaixo da borda. Em seguida, a folha de papel veludo foi umedecida e posicionada no equipamento, garantindo contato uniforme entre o papel e a superfície acrílica.

Após o posicionamento da máscara, o corante foi aplicado nas regiões vazadas utilizando aplicadores específicos. O experimento foi conduzido em quatro configurações distintas:

**Experiência 1 – Escoamento Laminar Retilíneo**

Utilizou-se folha de papel veludo sem vazados, permitindo observar o comportamento das linhas de corrente em escoamento uniforme.

**Experiência 2 – Escoamento ao Redor de Obstáculos**

Foram utilizadas folhas contendo obstáculos com formatos circular, semicircular e retangular. O objetivo foi analisar a alteração da direção e da velocidade das linhas de corrente ao contornar diferentes geometrias.

**Experiência 3 – Escoamento em Perfil de Asa**

Utilizou-se folha contendo perfil aerodinâmico semelhante a uma asa. O experimento foi repetido em diferentes ângulos de inclinação para análise das modificações do fluxo acima e abaixo do perfil.

**Experiência 4 – Escoamento em Estreitamento**

Foi utilizada folha com estreitamento lateral, permitindo observar a aceleração do escoamento em regiões de menor seção de passagem.

As imagens das linhas de corrente foram analisadas qualitativamente com base na distribuição espacial das linhas coloridas e na interpretação física do comportamento do escoamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os experimentos permitiram observar de forma clara o comportamento das linhas de corrente em diferentes situações de escoamento laminar.

**Escoamento Laminar Retilíneo**

No escoamento sem obstáculos, verificou-se que as linhas de corrente permaneceram aproximadamente paralelas e igualmente espaçadas ao longo de todo o percurso (figura 1). Esse comportamento caracteriza um escoamento laminar uniforme, no qual a velocidade do fluido permanece praticamente constante em diferentes pontos do sistema. A distribuição uniforme das linhas indica ausência de perturbações significativas no fluxo. Nesse caso, a energia do sistema apresenta pequena variação ao longo da corrente.

**Escoamento ao Redor de Obstáculos**

Nos experimentos envolvendo obstáculos, observou-se desvio das linhas de corrente nas proximidades dos corpos inseridos no fluxo (figura 2a,b,c). Antes do obstáculo, as linhas se aproximaram umas das outras, indicando aumento da velocidade local do fluido. Esse comportamento pode ser explicado pela equação de Bernoulli:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2 \quad (1)$$

Como o experimento ocorreu praticamente na mesma altura, o termo gravitacional pode ser considerado constante. Dessa forma, o aumento da velocidade do fluido nas regiões próximas ao obstáculo implica redução da pressão estática.

Após a passagem pelo obstáculo, verificou-se afastamento gradual das linhas de corrente e redução da velocidade do escoamento, restabelecendo aproximadamente o padrão inicial. Os obstáculos de geometria circular e semicircular promoveram desvio mais suave das linhas de corrente, enquanto o obstáculo retangular provocou alterações mais abruptas na direção do fluxo.

**Escoamento em Perfil de Asa**

No experimento com perfil de asa, observou-se forte aproximação das linhas de corrente na região superior do perfil, indicando aumento significativo da velocidade do fluido (figura 3a,b). Segundo a equação de Bernoulli, o aumento da velocidade está associado à redução da pressão na parte superior da asa. Na região inferior, a velocidade permaneceu relativamente menor, gerando diferença de pressão entre as superfícies.

Quando o perfil foi inclinado com ângulo positivo, verificou-se intensificação do desvio das linhas de corrente, especialmente na região superior (figura 3b). Esse comportamento evidencia o mecanismo físico relacionado à geração de sustentação aerodinâmica.

**Escoamento em Estreitamento**

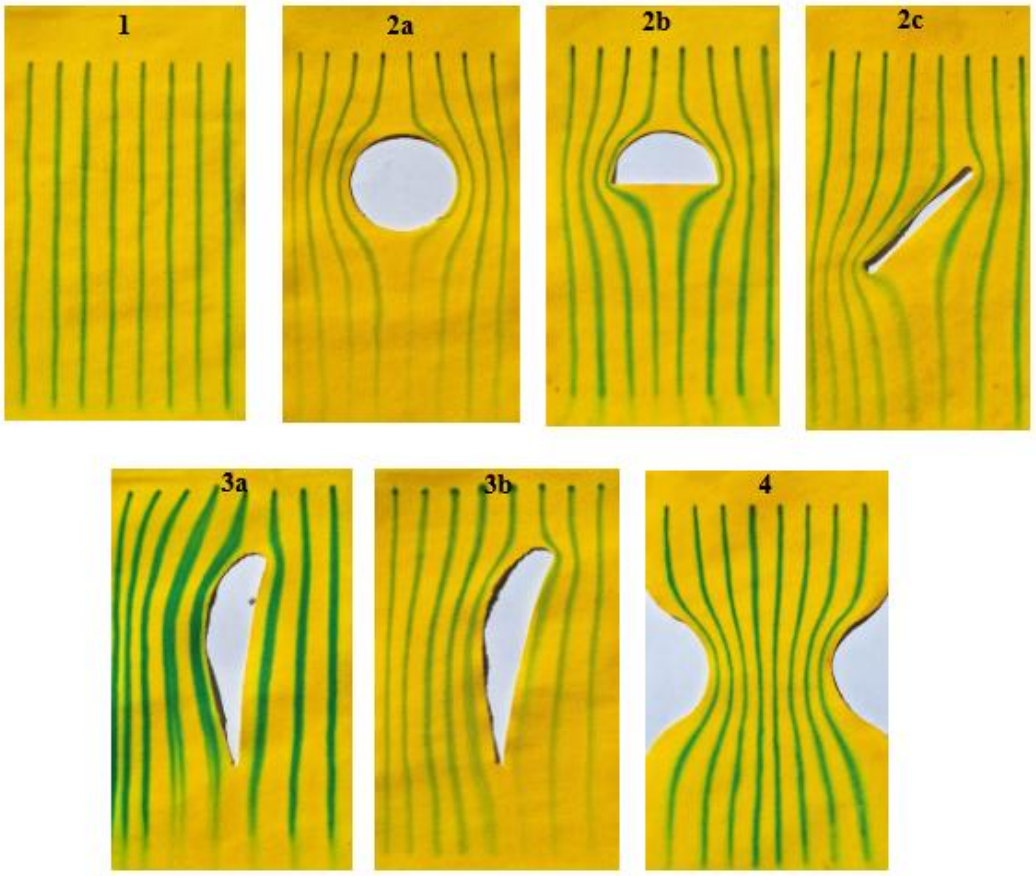
No estreitamento, as linhas de corrente aproximaram-se significativamente umas das outras, evidenciando aceleração do fluido na região de menor área disponível para escoamento (figura 4). Esse comportamento está associado à equação da continuidade:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \tag{2}$$

A redução da área transversal implica aumento da velocidade do fluido para manutenção da vazão. Após a região de estreitamento, observou-se afastamento gradual das linhas de corrente e redução da velocidade do escoamento.

Os resultados obtidos demonstraram que o experimento possibilita a visualização qualitativa de fenômenos fundamentais da Mecânica dos Fluidos, contribuindo significativamente para o processo de ensino-aprendizagem ao relacionar, de forma prática, os conceitos teóricos de escoamento laminar, continuidade e conservação de energia em fluidos.

Figuras: Escoamento laminar.




Fonte: Elaborado pelos Autores, 2026.

**CONCLUSÃO**

O experimento permitiu analisar o comportamento das linhas de corrente em diferentes situações de escoamento laminar, evidenciando alterações na direção e na velocidade do fluido na presença de obstáculos, perfis aerodinâmicos e regiões de estreitamento. Observou-se que a aproximação entre as linhas de corrente está associada ao aumento da velocidade do escoamento, enquanto o afastamento dessas linhas indica redução da velocidade do fluido. A aplicação da equação da continuidade e da equação de Bernoulli mostrou-se adequada para a interpretação física dos fenômenos observados, permitindo relacionar as variações de velocidade e pressão ao comportamento do escoamento. Dessa forma, a utilização desse recurso experimental demonstrou ser uma importante ferramenta didática para a compreensão de conceitos relacionados ao escoamento laminar, à aerodinâmica e aos princípios de conservação de massa e energia em fluidos.

## REFERÊNCIAS

ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. **Mecânica dos Fluidos: Fundamentos e Aplicações**. 3. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.

FOX, R. W.; McDONALD, A. T.; PRITCHARD, P. J. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

GODOI, J. R. de; ASSUNÇÃO, P. H. de. **Mecânica dos Fluidos Aplicada**. São Paulo: Érica, 2019.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. v.2, 10ª edição, Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MUNSON, B. R.; YOUNG, D. F.; OKIISHI, T. H.; HUEBSCH, W. W. **Fundamentos da Mecânica dos Fluidos**. 7. ed. São Paulo: Blucher, 2018.

TIPLER, P. A., MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. v.1, 5 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2006.

WHITE, F. M. **Mecânica dos Fluidos**. 6. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física II: Termodinâmica e Ondas**. 12. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2008.