

The background of the cover is a photograph of four students (three men and one woman) sitting around a white table, engaged in a study session. They are looking at books, papers, and a tablet. The scene is brightly lit, suggesting a classroom or library environment. Overlaid on this image are several geometric shapes: a large orange hexagon in the upper left, a grey hexagon in the lower right, and a complex arrangement of smaller hexagons and triangles in shades of blue, purple, and brown on the left side. Some of these geometric shapes contain patterns of parallel lines.

# FÍSICA II

Gustavo Luis  
de Carvalho



# Tipos de fluxo

## Objetivos de aprendizagem

Ao final deste texto, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Elencar exemplos de fluxos na hidrodinâmica e na física em geral.
- Caracterizar as propriedades dos diferentes tipos de fluxos da hidrodinâmica.
- Relacionar fluxo a uma quantidade que passa por uma superfície.

## Introdução

Você já parou para pensar se o tipo de fluxo do ar oferece perigos aos aviões? E por que certos rios têm a capacidade de reciclar a poluição em sua água? Você já pensou como os tipos de fluxos afetam nossas vidas e como são usados dentro da ciência? O fluxo do ar e a água dos rios e mares são fluxos de grande importância para o homem. Além destes, também podemos citar o esgoto e o gás em canos, na irrigação de canais e em torno de foguetes e aviões.

Neste capítulo, você vai conhecer os tipos de fluxos e seus principais fatores.

## O que é um fluxo?

Fluxo é um conceito usado na física e na matemática que significa o quão rápido uma quantidade, ou um objeto, atravessa uma superfície (ROGAWSKI, 2009). Por exemplo, ao colocarmos uma rede em um rio, podemos pensar que há um fluxo no movimento da água, porém, somente a velocidade da água não é um fluxo, sendo então o fluxo da água a velocidade que esta passa pela rede. Veja, na Figura 1, uma cascata. Ela não é um fluxo, é somente água caindo. Porém, se pensarmos que há uma superfície, como, por exemplo, um quadrado no caminho da água, poderemos dizer que o fluxo é o quanto de água atravessa o quadrado em um determinado tempo).



### Fique atento

Fluxo não é somente a grandeza de movimento, ele precisa ter uma superfície por onde a grandeza passa.



**Figura 1.** Cascata.

*Fonte:* ValeryRuta/Shutterstock.com.

Agora que temos uma noção básica do que é um fluxo, vamos extrapolar para casos na física em geral, além da hidrodinâmica. Na Figura 2, temos dois métodos de conversão de energia para energia elétrica e que usam a ideia de fluxo. No caso do painel solar, a quantidade de energia elétrica que o painel fornece é diretamente proporcional ao fluxo de fótons que colidem com a superfície do painel. Já no caso das turbinas eólicas, o fluxo de vento que colide com a superfície das pás é o que importa.



**Figura 2.** Pannel solar e turbinas eólicas.

*Fonte:* Hruí/Shutterstock.com.

O importante a se destacar sobre o que é um fluxo é que podemos defini-lo para qualquer objeto que esteja em movimento ou parado. Então, uma mesa não é um fluxo, mas no caso de uma mesa estar parada, podemos dizer que o fluxo de mesas que passam pela janela é zero, sendo assim, temos um fluxo, mesmo que o valor seja nulo.

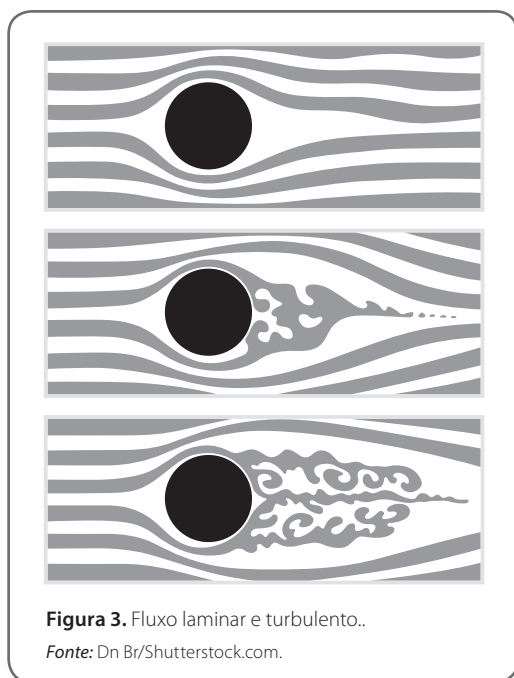
O exemplo da mesa foi bem abstrato, mas, em síntese, um objeto não é um fluxo, porém, a quantidade desse objeto que passa por uma superfície de uma região é um fluxo.

A grande aplicação de fluxos está no eletromagnetismo, no qual o fluxo elétrico é o quanto de campo elétrico passa por uma superfície e essa quantidade é a responsável pela geração de eletricidade (BAUER, 2012).

## Quais os tipos de fluxos da hidrodinâmica?

Sabemos que o fluxo está relacionado ao movimento de uma quantidade por meio de uma superfície, mas será que todos os fluxos são fáceis de trabalhar e de prever o seu comportamento?

Justamente por causa dessa situação é que os fluxos são classificados em *laminar* e *turbulento*. O laminar é fácil de calcular, pois, se pudéssemos pintar as camadas de um líquido em fluxo laminar, veríamos como se fossem linhas que nunca se cruzam (KNIGHT, 2009). Na Figura 3, vemos os dois tipos de fluxos. Na primeira imagem, temos o laminar. Para enxergarmos o fluxo, o fluido foi pintado de azul (observe que temos um fluxo que forma lâminas ao longo do caminho todo). Já nas imagens inferiores, vemos uma região na qual não há lâminas, ou seja, não há uma simplicidade.



**Figura 3.** Fluxo laminar e turbulento..

Fonte: Dn Br/Shutterstock.com.

Vejamos agora um exemplo empírico de fluxo laminar e turbulento na Figura 4.



**Figura 4.** Aqui temos duas imagens: à esquerda um fluxo laminar e à direita um fluxo turbulento. Observe o comportamento de ambos, um deles parece organizado e o outro caótico.

**Fonte:** Arts Vector/Shutterstock.com e Vetre/Shutterstock.com.

Além dos tipos de fluxos aqui vistos, temos o modelo de *fluido ideal* na hidrodinâmica, que é um modelo que assume três condições para podermos tratar do comportamento de um fluido. São elas:

1. O fluxo é laminar.
2. O fluido é não viscoso, isto é, ele desliza sobre uma superfície sem sofrer resistência, e isso faz com que a velocidade de todas as partículas em uma mesma superfície se mantenha uniforme.
3. Não temos como comprimir o fluido (KNIGHT, 2009).

O fluido ideal é o caso fácil de trabalhar e com o qual podemos utilizar certas equações para prever o comportamento de um fluido. No caso de um fluido real, ele tem viscosidade, então teremos um fluxo laminar não uniforme, isso significa que em um cano a água é mais rápida no centro e mais lenta perto das bordas.

## Fluxo, área de superfície e intensidade

Se o fluido for ideal, a intensidade com que a quantidade passa pela superfície muda de acordo com o tamanho desta, isso significa que o fluxo se conserva e que é o mesmo ao longo do tempo. Essa propriedade nos traz algumas curiosidades e, sem usar equações, podemos modelar alguns fatos gerais para depois sintetizarmos uma equação.

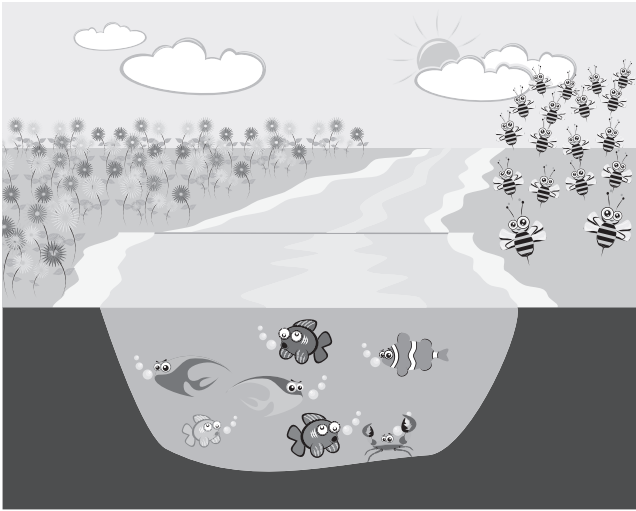
Se o fluxo depende da velocidade com que certa quantidade atravessa uma superfície, concluímos então que o fluxo é maior para uma velocidade maior, uma superfície maior e para a direção da grandeza estudada, afinal, de que adianta uma superfície gigantesca e uma velocidade muito alta se o objeto não atravessa a superfície, uma vez que isso irá gerar um fluxo igual a zero, por definição.

Tendo entendido como um fluxo depende da superfície e da velocidade da grandeza que atravessa a superfície, pensemos nos seguintes casos:

1. Se o fluxo se conserva, por ser um fluido ideal, e temos duas superfícies iguais, como é a velocidade nessas duas superfícies?
2. Se em um rio o fluxo se conserva e temos duas velocidades diferentes, uma no começo e outra no fim do rio, o que podemos dizer sobre a superfície, ou seja, a área que delimita toda uma seção de água?
3. Se não temos nenhuma fonte de água em um trecho do rio e o fluido é ideal, podemos pensar que há uma relação entre a superfície e a velocidade da água para duas seções no início e no fim do trecho?

Vejamos a Figura 5 para melhor visualizar o conceito de seção do rio, ou a superfície pela qual a água passa.





**Figura 5.** O corte em azul da água é um exemplo de superfície por onde a água passa.

Fonte: Udaix/Shutterstock.com.

A resposta é:

1. A velocidade vai ser igual, pois, se fosse diferente para uma mesma superfície, o fluxo teria que ser diferente.
2. Concluímos que a superfície, seção que analisamos, tem que ser diferente para cada caso, pois, se fosse a mesma, o fluxo seria diferente.
3. Sim, podemos concluir que há uma relação, afinal, o fluxo será o mesmo. Se não houvesse relação entre a velocidade e a superfície, o fluxo não poderia ser o mesmo.

Tendo analisado os casos, podemos pensar que existe uma equação que relaciona o fluxo em duas superfícies distintas ao longo do caminho do fluxo. Essa equação se chama *equação da continuidade*.

A versão que estamos interessados neste material é a da hidrodinâmica, que pode ser expressa por:

$$V_1 A_1 = V_2 A_2$$

Essa equação diz que o fluxo se conserva, ou seja, se pegar um cano, o fluxo é igual no começo e no final dele. Nesse exemplo, o fluxo é a velocidade da água que passa no sentido de escoamento do cano.



### Link

Pode-se tentar explicar o efeito de apertar o bico de uma mangueira e ver a água ser esguichada mais longe por essa equação. Apesar de ser muito tentador, no exemplo da mangueira não podemos fazer isso, pois a água sai de uma situação ideal para uma não ideal ao atravessar a fronteira da mangueira. Veja em:



<https://goo.gl/fr5CPq>



### Referências

BAUER, W.; WESTFALL, G. D.; DIAS, H. *Física para universitários: eletricidade e magnetismo*. Porto Alegre: AMGH, 2012.

KNIGHT, R. D. *Física: uma abordagem estratégica*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. v. 2: Termodinâmica óptica. cap. 15.

ROGAWSKI, J. *Cálculo*. Porto Alegre: Bookman, 2009. v. 2.

SILVEIRA, S. L. *Jato d'água da mangueira*. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=jato-dagua-da-mangueira>> Acesso em: 25/02/2018.



Conteúdo:



SOLUÇÕES  
EDUCACIONAIS  
INTEGRADAS