

# Campeonato de Física 2021

Gabriel Telles

26 de Julho

## Problema 4 - Grupo C

### Vórtices caseiros

Neste problema você irá estudar redemoinhos em uma garrafa PET e sua influência na vazão da garrafa. Atente-se ao fato de que todos os dados coletados e calculados devem ser apresentados com as respectivas incertezas, além de algarismos significativos coerentes. Todos os detalhes serão avaliados, portanto capriche!

#### Preparação teórica

*Perfil de um redemoinho.* Considere um vórtice irrotacional, isto é, em que a velocidade tangencial do fluido é  $v = K/r$ , sendo  $K$  uma constante e  $r$  a distância até o centro do vórtice. Encontre a função que descreve o raio da superfície livre em função da profundidade  $r(z)$ . Chame de  $R$  o raio do redemoinho na superfície.

#### Vazão simples

*Montagem experimental.* Será necessária uma garrafa PET. Retire quaisquer adesivos para facilitar a visualização do interior. Meça o diâmetro da boca e do corpo da garrafa, e indique o volume da mesma.

*Coleta de dados.* Coloque um volume conhecido de água na garrafa, e vire-a em um balde ou recipiente similar. Cronometre o tempo necessário para a garrafa esvaziar. Repita esse experimento para volumes diferentes e monte uma tabela com os dados coletados.

*Análise dos dados* Monte um gráfico do tempo para esvaziar a garrafa em função do volume inicial da mesma. Qual comportamento pode ser observado? Proponha uma função que se ajuste bem aos pontos experimentais e determine seus parâmetros.

#### Vazão com Redemoinho

*Coleta de dados.* Agora, ao invés de apenas deixar a garrafa esvaziar, segure um objeto impermeável qualquer na boca da garrafa e vire-a, sem deixar vazar água. Agite a garrafa circularmente até se formar um princípio de redemoinho, e então libere a água. Cronometre o tempo para esvaziar totalmente a garrafa em função do volume inicial de água e monte uma tabela com os dados.

*Análise dos dados* O esvaziamento da garrafa com o auxílio de um redemoinho foi mais rápido, mais devagar, ou aproximadamente igual ao esvaziamento simples? Monte um gráfico e determine a relação funcional entre o tempo para esvaziar a garrafa e o volume inicial, analogamente ao feito no caso da vazão simples.

## Perfil do Redemoinho

*Montagem experimental.* Agora você irá analisar o perfil do redemoinho. Para isso, monte um *setup* de filmagem para obter uma gravação do redemoinho esvaziando a garrafa PET como no item anterior. Busque manter a garrafa PET estável por meio de um suporte.

*Análise do perfil.* Por meio de um software (Recomenda-se fortemente o [Tracker](#)) trace o perfil do redemoinho com base em um frame do vídeo. Use o diâmetro da garrafa como padrão de escala para tirar as demais medidas. O perfil seguiu a previsão teórica feita no começo? Faça uma regressão polinomial dos dados e determine a constante  $K$  do vórtice.

*Retorno à vazão.* Com o fit polinomial do item anterior, faça uma estimativa para o tempo necessário para esvaziar a garrafa para um dado volume. Essa previsão está de acordo com os dados experimentais obtidos na seção Vazão com Redemoinho? Discuta possíveis incoerências.

