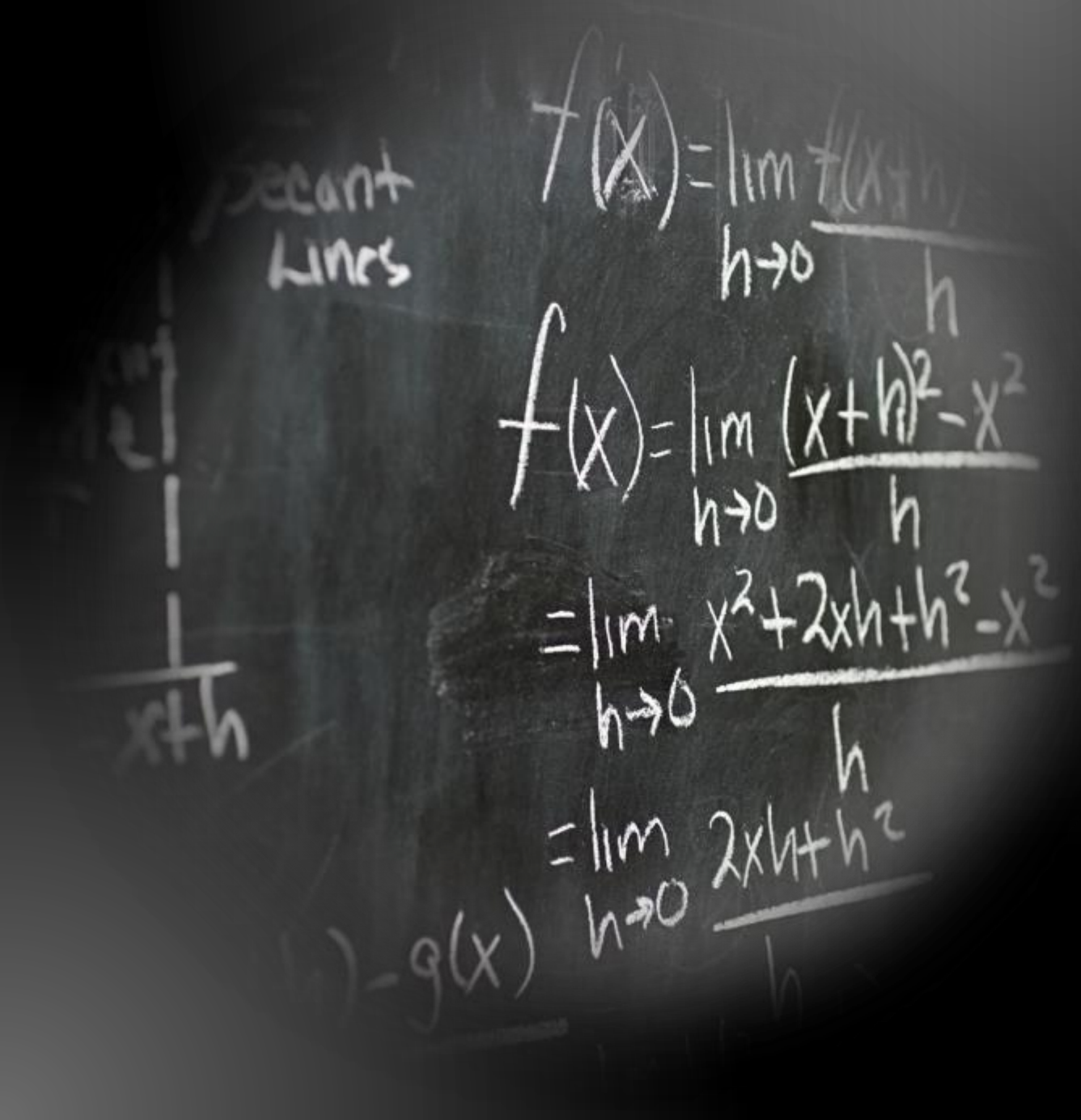


Projeto – Cálculo Numérico

PROFESSOR – GUSTAVO CHARLES

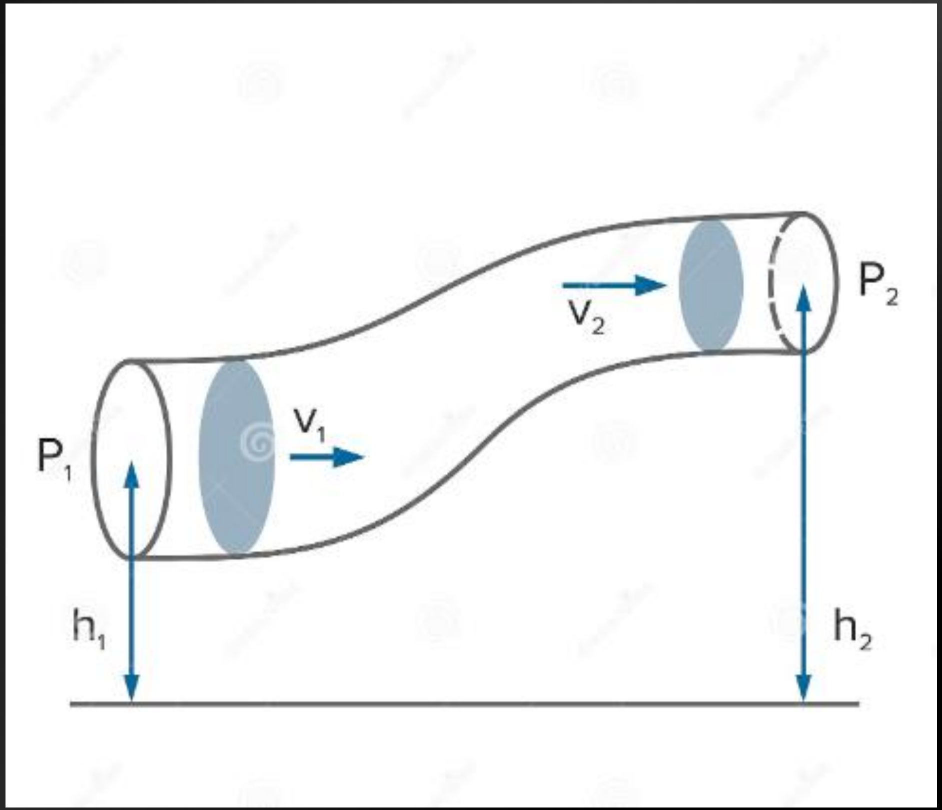
ALUNO – PEDRO LUCCAS DE BRITO BROCK

MATRÍCULA - 20200007985

Introdução - Equação de Bernoulli

- O problema a ser apresentado é sobre a equação de Bernoulli, sendo está uma equação fundamental da mecânica dos fluidos que descreve o comportamento de um fluido em movimento. A equação de Bernoulli relaciona a pressão, a densidade e a velocidade de um fluido em movimento, bem como a aceleração da gravidade, vazão do fluido e o diâmetro e comprimento do tubo. A equação de Bernoulli é aplicável a fluidos incompressíveis e sem viscosidade, e é frequentemente usada para modelar o fluxo de fluidos em tubos, canais, dutos e outros sistemas. Ela também é utilizada em diversas aplicações práticas, como na aviação, na engenharia de sistemas hidráulicos e na medicina (para o estudo do fluxo sanguíneo no corpo humano).

Equação de Bernoulli - Exemplo



Na imagem temos resumidamente,
uma descrição do comportamento de
um fluido que se move ao longo de um tubo, em que temos sua velocidade, pressão e altura em 2 pontos distintos.

Metodologia - Equação de Bernoulli

- Para calcular a equação de Bernoulli, foi utilizado o método de secante. No caso da equação de Bernoulli, que relaciona a pressão, a velocidade e a densidade de um fluido em movimento, a função não é linear e não há uma solução analítica geral para a equação. Portanto, é necessário utilizar técnicas numéricas para resolver a equação. O método da secante é uma opção viável para resolver a equação de Bernoulli, pois ele pode ser aplicado a funções não lineares sem a necessidade de calcular a derivada. Assim, o método da secante pode ser uma boa escolha para resolver a equação de Bernoulli. Além disso, o método da secante é um método iterativo que converge para a solução da equação, mais rápido que o método da bissecção.

- Nesse caso específico usarei a equação em um tubo genérico. Assim a equação de Bernoulli foi adaptada para resolver o problema de determinação da velocidade do fluido no ponto 2, dado um conjunto de parâmetros como vazão, diâmetro interno do tubo, comprimento do tubo, rugosidade absoluta, pressões nos pontos 1 e 2, e densidade do fluido. A equação utilizada no problema é a seguinte:

(4 * q^2 * epsilon / (pi^2 * D^8 * 2 * g * rho) * L * x^2 + P2 / rho - P1 / rho - x)

Onde:

q é a vazão do fluido;

D é o diâmetro interno do tubo;

g é a aceleração da gravidade;

rho é a densidade do fluido;

L é o comprimento do tubo;

epsilon é a rugosidade absoluta;

P1 e P2 são as pressões nos pontos 1 e 2, respectivamente;

x é a velocidade do fluido no ponto 2.

Implementação Computacional - Equação de Bernoulli

```python
import math
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

def bernoulli(f, x0, x1, tol):
    while abs(f(x1)) > tol:
        x_next = x1 - f(x1) * (x1 - x0) / (f(x1) - f(x0))
        x0, x1 = x1, x_next
    return x1
#Equação utilizada:
#(4 * q2 * epsilon / (math.pi2 * D8 * 2 * g * rho) * L * x2
#P2 / rho - P1 / rho - x)

#Onde:
q = 0.1   # vazão (m³/s)
D = 0.05  # diâmetro interno do tubo (m)
g = 9.81  # aceleração da gravidade (m/s²)
rho = 1000  # densidade da água (kg/m³)
L = 100  # comprimento do tubo (m)
epsilon = 0.00001  # rugosidade absoluta (m)
P1 = 1e5  # pressão no ponto 1 (Pa)
P2 = 0  # pressão no ponto 2 (Pa)
```

```python

# Definindo a função a ser resolvida
def f(x):
    return (4 * q**2 * epsilon / (math.pi**2 * D**8 * 2 * g * rho) * L * x**2
            + P2 / rho - P1 / rho - x)

# Resolvendo a equação de Bernoulli
x0 = 1  # chute inicial
x1 = 2  # chute inicial
tol = 1e-6  # tolerância para o critério de parada
x = bernoulli(f, x0, x1, tol)

# Plotando a função e a raiz encontrada
x_vals = np.linspace(0, 5, 1000)
y_vals = f(x_vals)
plt.plot(x_vals, y_vals, label='Função')
plt.axhline(y=0, color='black', linestyle='--')
plt.scatter(x, f(x), color='red', label='Raiz')
plt.xlabel('Velocidade (m/s)')
plt.ylabel('Função')
plt.legend()
plt.show()

# Imprimindo o resultado
print('A velocidade no ponto 2 é de', x, 'm/s')

```

Resultados – Equação de Bernoulli

- O código utiliza o método da secante para resolver a equação de Bernoulli adaptada, tendo como resultado final a velocidade do fluido no ponto 2, com esse resultado, podemos ver a influência de cada parâmetro na velocidade, avaliando os efeitos de cada mudança, e a capacidade do método da secante para resolver equações não lineares, o que pode ser útil em outras aplicações onde a função a ser resolvida não é linear ou não é possível encontrar uma solução analítica. Com os parâmetros do código, a velocidade no ponto 2 é igual a 4.4, utilizei em um problema genérico mas com essa velocidade é possível analisar os sistemas de tubulação, como sua eficiência e segurança, a partir dela podemos calcular outras grandezas e controle de processos industriais envolvendo fluidos, entre outras aplicações.