



**UNIDADE CURRICULAR:** Computação Numérica

**CÓDIGO:** 21180

**DOCENTE:** Yves Robert(Professor:); Filipe Pais(Tutor)

**A preencher pelo estudante**

**NOME:** Ester Rafaela Aveiro Rodrigues

**N.º DE ESTUDANTE:** 1900362

**CURSO:** Licenciatura em Engenharia Informática

**DATA DE ENTREGA:** 02 de dezembro de 2025

## TRABALHO / RESOLUÇÃO:

### Pergunta 1.1

Para o volume do cone dado por:

$$V = \frac{\pi r^2 h}{3}$$

O erro absoluto é dado pela propagação de erros:

$$E_V = \left| \frac{\partial V}{\partial r} \right| E_r + \left| \frac{\partial V}{\partial h} \right| E_h$$

Calculando as derivadas parciais:

$$\frac{\partial V}{\partial r} = \frac{2\pi r h}{3}, \frac{\partial V}{\partial h} = \frac{\pi r^2}{3}$$

Substituindo na expressão do erro:

$$E_V = \frac{2\pi r h}{3} E_r + \frac{\pi r^2}{3} E_h$$

Sabendo que  $E_h = h \cdot r_h$  onde  $r_h$  é o erro relativo da altura:

$$E_V = \frac{2\pi r h}{3} E_r + \frac{\pi r^2}{3} \cdot h \cdot r_h$$

$$E_V = \frac{\pi r h}{3} (2E_r + r \cdot r_h)$$

$$E_V = \frac{\pi r h}{3} (2E_r + r \cdot r_h)$$

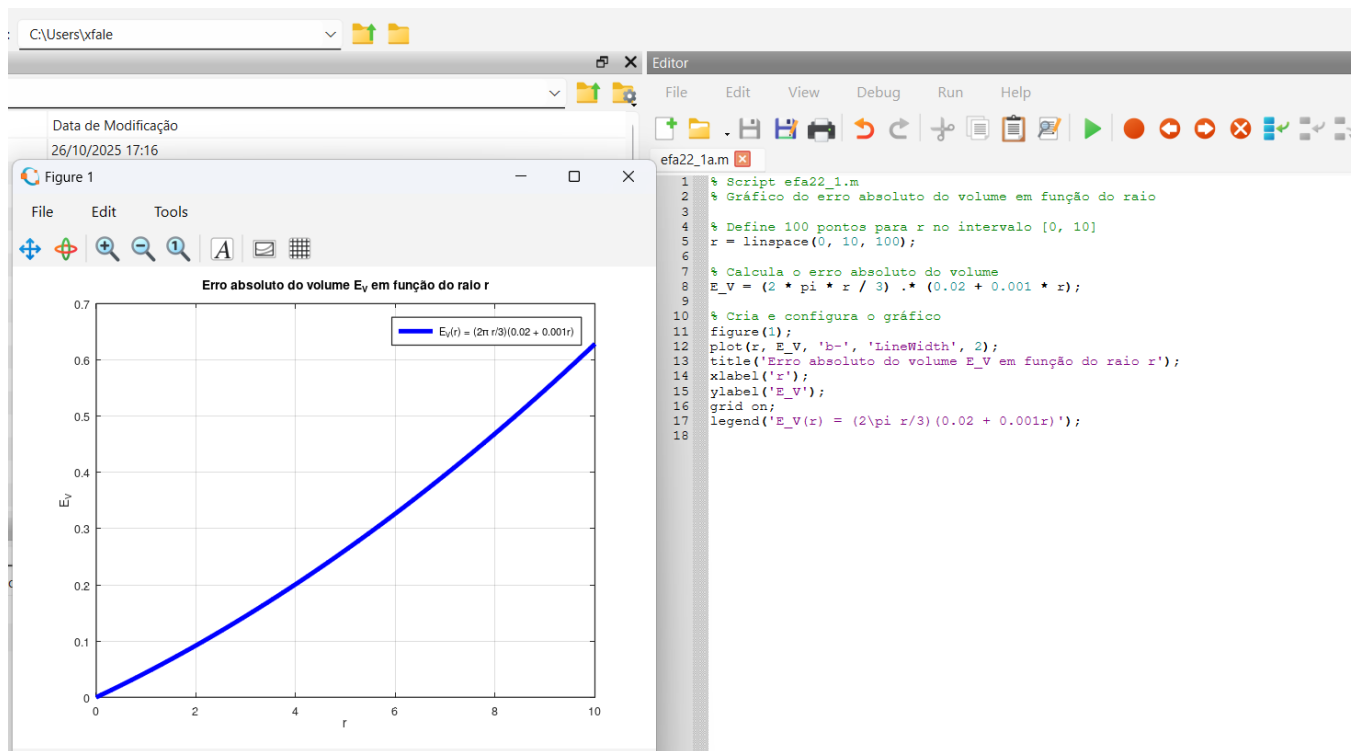
### Pergunta 1.2

Sabendo que,  $\bar{h} = 2$ ,  $r_h = 0.1\% = 0.001$ ,  $E_r = 0.01$

Substituindo na expressão obtida em 1.1:

$$E_V(r) = \frac{\pi r \cdot 2}{3} (2 \cdot 0.01 + r \cdot 0.001)$$

$$E_V(r) = \frac{2\pi r}{3} (0.02 + 0.001r)$$



O gráfico mostra que o erro absoluto do volume aumenta de forma quadrática com o raio  $r$ , começando próximo de zero e atingindo aproximadamente  $0.84 \text{ m}^3$  para  $r = 10 \text{ m}$ .

### Pergunta 1.3

Da equação  $E_V(r) = \varepsilon_{max}$ :

$$\frac{2\pi r}{3}(0.02 + 0.001r) = 0.3$$

$$2\pi r(0.02 + 0.001r) = 0.9$$

$$0.04\pi r + 0.002\pi r^2 = 0.9$$

$$0.002\pi r^2 + 0.04\pi r - 0.9 = 0$$

$$0.04\pi r = 0.9 - 0.002\pi r^2$$

$$r = \frac{1}{0.04\pi}(0.9 - 0.002\pi r^2)$$

$$r = \frac{22.5}{\pi} - 0.05r^2$$

Função iteradora:

$$f(r) = \frac{22.5}{\pi} - 0.05r^2$$

$$f'(r) = -0.1r$$

Para  $r \in [5,6]$  (intervalo que contém a solução, pois  $E_V(5) \approx 0.26 < 0.3$  e  $E_V(6) \approx 0.33 > 0.3$ ):

$$|f'(r)| = 0.1r$$

$$L = \max_{r \in [5,6]} |f'(r)| = 0.1 \times 6 = 0.6 < 1$$

Como  $L = 0.6 < 1$ , a condição de convergência está satisfeita e a função iteradora é apropriada.

### Pergunta 1.4

```
Command Window
>> efa22_1a
>> efa22_2a

Iteração    r_k          Erro Absoluto Estimado
0           0.100000          NaN
1           7.161472          1.059221e+01
2           4.597638          3.845752e+00
3           6.105059          2.261131e+00
4           5.298385          1.210010e+00
5           5.758328          6.899140e-01
6           5.504055          3.814091e-01
7           5.647241          2.147788e-01
8           5.567406          1.197531e-01
9           5.612172          6.714943e-02
10          5.587149          3.753511e-02
11          5.601161          2.101839e-02
12          5.593322          1.175801e-02
13          5.597710          6.581243e-03
14          5.595255          3.682545e-03
15          5.596629          2.060930e-03
16          5.595860          1.153284e-03
17          5.596290          6.454061e-04
18          5.596049          3.611741e-04
19          5.596184          2.021191e-04
20          5.596109          1.131082e-04
21          5.596151          6.329702e-05
22          5.596127          3.542183e-05
23          5.596140          1.982255e-05
24          5.596133          1.109296e-05
25          5.596137          6.207775e-06

Estimativa final de r_max: 5.596137
>> |

Script efa22_2.m
Método do ponto fixo para encontrar r_max
Função iteradora
f = @(x) 22.5/pi - 0.05*x.^2;
Valor inicial
r0 = 0.1;
r_old = r0;
Parâmetros para estimativa de erro
L = 0.6; % máximo de |f'(x)| no intervalo [5,6]
factor = L/(1-L); % fator M = 1.5
Tolerância para 5 algarismos significativos
tol = 1e-5;
Inicializações
k = 0;
results = [k, r0, NaN]; % [iteração, r_k, erro absoluto estimado]
fprintf('Iteração\t r_k\t\t Erro Absoluto Estimado\n');
fprintf('%d\t\t %.6f\t\t NaN\n', k, r0);
Iterações
for k = 1:100
    r_new = f(r_old);
    diff = abs(r_new - r_old);
    error_est = factor * diff;
    % Armazena resultados
    results(k+1, :) = [k, r_new, error_est];
    % Exibe iteração
    fprintf('%d\t\t %.6f\t\t %.6e\n', k, r_new, error_est);
    % Verifica convergência
    if error_est < tol
        break;
    end
    % Prepara próxima iteração
    r_old = r_new;
end
r_max = r_new;
fprintf('\nEstimativa final de r_max: %.6f\n', r_max);
```

### Recursos:

<https://www.math.tecnico.ulisboa.pt/%7Ecalves/MC/cap1.html>

<https://www.octave.org>

Análise Numérica, Maria Raquel Valença, Universidade Aberta,