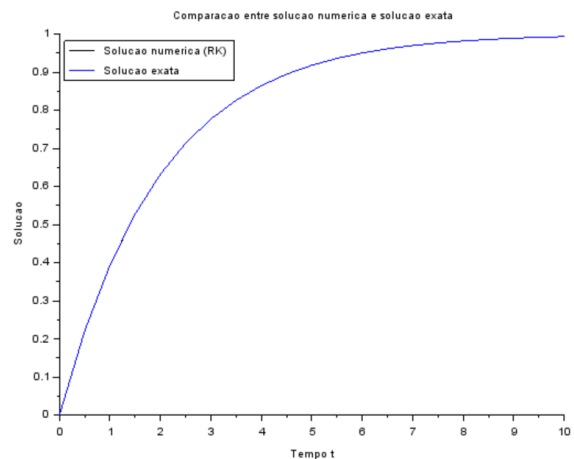
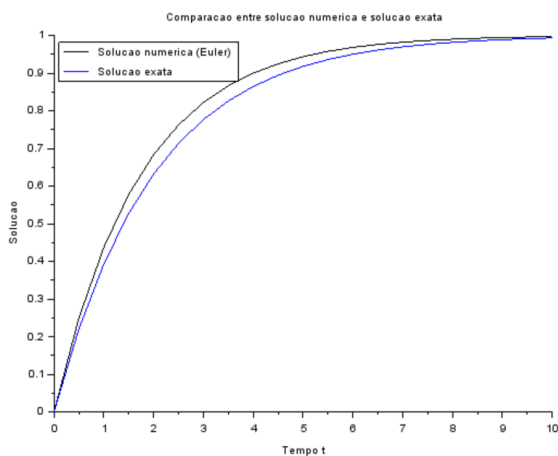


Nome: Vítor Olavo Tonaco Alexandre

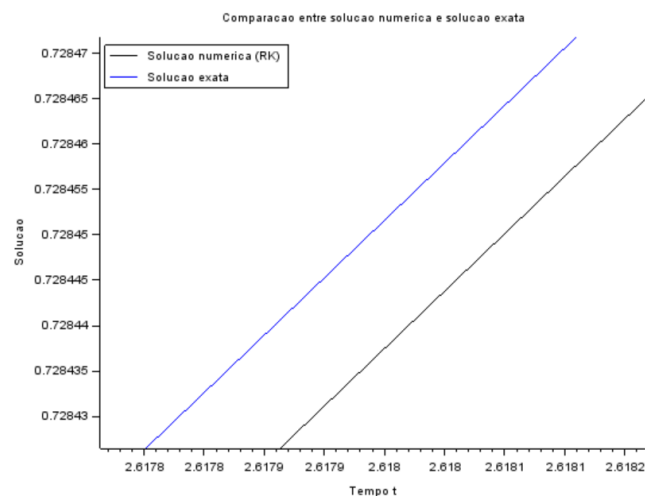
NºUSP: 9836176

➤ Primeira e segunda partes da lista

Nessas duas partes, é dado a solução para a resolução do problema da transferência de calor a partir de dois métodos numéricos diferentes e a comparação de cada um em relação a solução analítica. A seguir são mostrados os gráficos referentes aos métodos de Euler e Runge kutta, respectivamente, e suas comparações com os métodos analíticos:

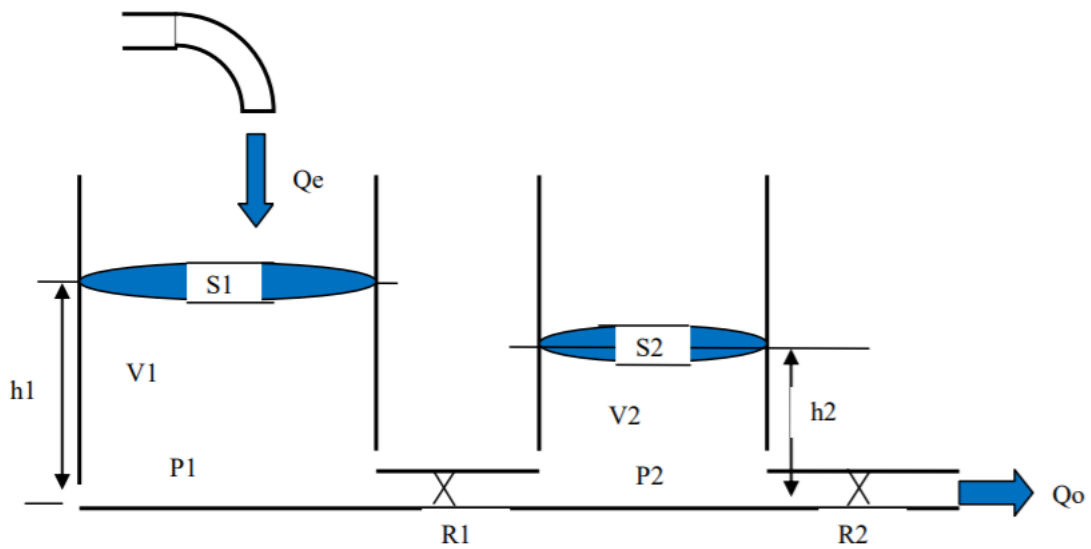


Das figuras acima, é possível inferir que o método de Runge Kutta tem uma precisão muito mais elevada que o método de Euler, dado que na escala em que os gráficos se encontram não é possível distinguir a solução numérica da solução analítica. Ampliando bastante o gráfico da direita, encontramos a seguinte figura (onde é possível distinguir a diferença entre ambas as soluções, notando -se uma diferença da ordem de  $10^{-5}$ ):



➤ Segunda parte da lista

Na segunda parte da lista, foi proposto que resolvêsemos o seguinte sistema:



Tal sistema é regido pelas seguintes equações:

$$\begin{cases} \dot{h}_1 = \left[ Q_e - \sqrt{\frac{\rho g}{R_a}} (h_1 - h_2) \right] \frac{1}{S_1} \\ \dot{h}_2 = \left[ \sqrt{\frac{\rho g}{R_a}} (h_1 - h_2) - \sqrt{\frac{\rho g}{R_s}} h_2 \right] \frac{1}{S_2} \end{cases}$$

Para a resolução do problema, foi construído o seguinte código no Scilab:

```
clc
clear
// Parametros do problema
S1 = 10; //m^2
S2 = 8; //m^2
Ra = 2*10^8; //Pa/(m^3/s)^2
Rs = 1.8*10^8; //Pa/(m^3/s)^2
Ro = 1000; //Kg/m^3
g = 10; //m/s^2
Q_e = 0.010247; // (vazao de entrada) m^3/s
```

```

h=300; //passo
t0 = 0; //instante inicial
tf = 80000; //instante final
h10 = 11; //Altura inicial do tanque 1
h20 = 3; //Altura inicial do tanque 2

// Resolucao
t = t0:h:tf;

h1 = zeros(1,length(t));
h2 = zeros(1,length(t));

function [h1dot]=funcao1(h1, h2)
h1dot= (Q_e-(Ro*g/Ra*(h1-h2))^0.5)/S1;
endfunction

function [h2dot]=funcao2(h1, h2)
h2dot= ((Ro*g/Ra*(h1-h2))^0.5-(Ro*g/Rs*(h2))^0.5)/S2;
endfunction

// metodo de euler
h1(1) = h10;
h2(1) = h20;
for i=2:length(t)
    h1(1,i) = h1(1,i-1) + h*funcao1(h1(1,i-1),h2(1,i-1));
    h2(1,i) = h2(1,i-1) + h*funcao2(h1(1,i-1),h2(1,i-1));
end

h1hk = zeros(1,length(t));
h2hk = zeros(1,length(t));
h1hk(1) = h10;
h2hk(1) = h20;

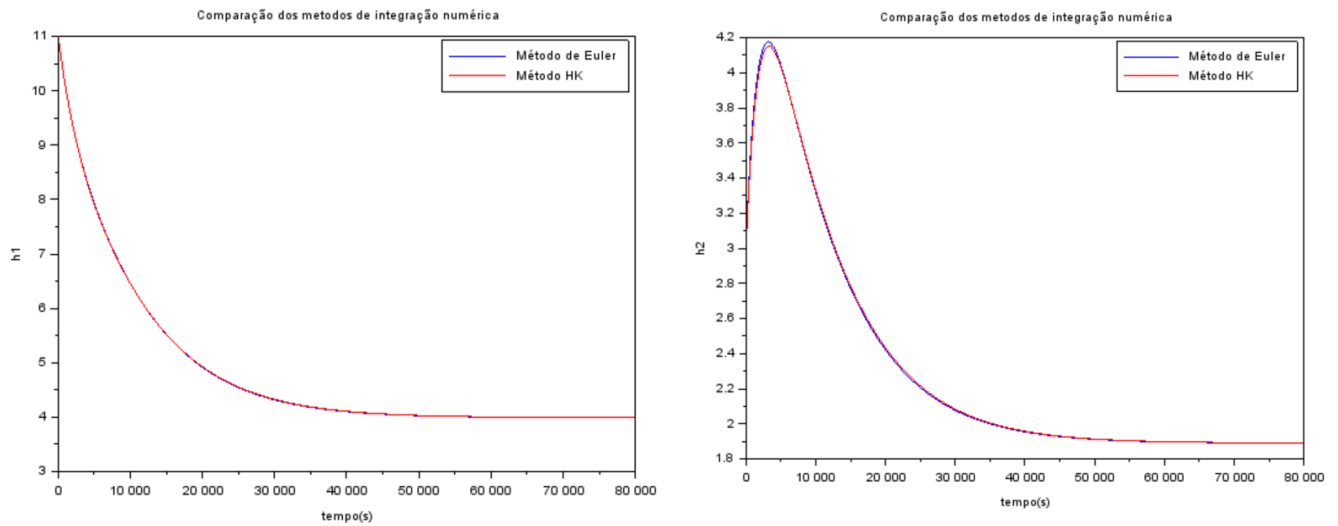
for i=2:length(t)
    k1=h*funcao1(h1hk(1,i-1),h2hk(1,i-1));
    k2=h*funcao1(h1hk(1,i-1)+k1/2,h2hk(1,i-1)+k1/2);
    k3=h*funcao1(h1hk(1,i-1)+k2/2,h2hk(1,i-1)+k2/2);
    k4=h*funcao1(h1hk(1,i-1)+k3,h2hk(1,i-1)+k3);
    h1hk(1,i) = h1hk(1,i-1) + ((k1+2*k2+2*k3+k4)/6);
    k1=h*funcao2(h1hk(1,i-1),h2hk(1,i-1));
    k2=h*funcao2(h1hk(1,i-1)+k1/2,h2hk(1,i-1)+k1/2);
    k3=h*funcao2(h1hk(1,i-1)+k2/2,h2hk(1,i-1)+k2/2);
    k4=h*funcao2(h1hk(1,i-1)+k3,h2hk(1,i-1)+k3);
    h2hk(1,i) = h2hk(1,i-1) + ((k1+2*k2+2*k3+k4)/6);
end

f1 = scf(1);
plot(t,h1,'b',t,h1hk,'r');
xlabel('tempo(s)');
ylabel('h1');
legend('Método de Euler','Método HK')

f2 = scf(2);
plot(t,h2,'b',t,h2hk,'r');
xlabel('tempo(s)');
ylabel('h2');
legend('Método de Euler','Método HK')

```

Tal código produziu os seguintes resultados gráficos, onde é possível comparar graficamente os dois métodos e averiguar que ambos apresentam soluções bem próximas. Porém, infere-se das partes anteriores da lista que o método de Runge Kutta é o que mais se aproximaria da solução real.



A diferença entre as duas soluções no cálculo de  $h_1(t)$  e  $h_2(t)$  é da ordem de  $10^{-2}$ .