

1º Exercício Programa de PMR 3401 - 2020

Fabiano Wang Yuan Tzuu - 10333571

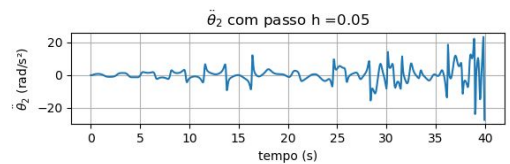
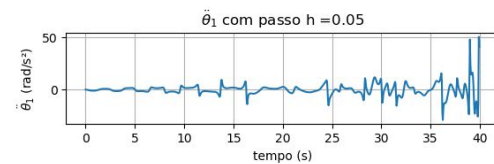
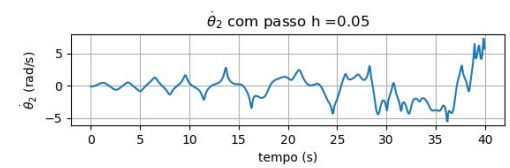
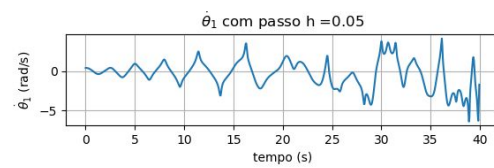
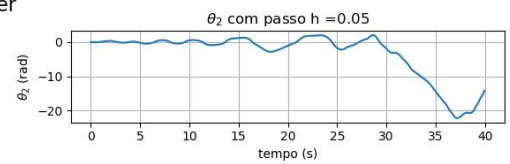
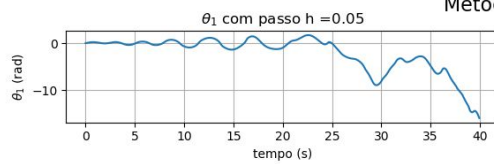
Gustavo Marangoni Rubo - 4584080

1. Simulação

a) Método de Euler

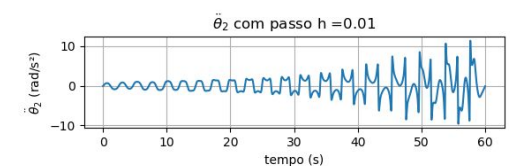
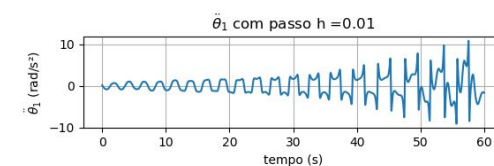
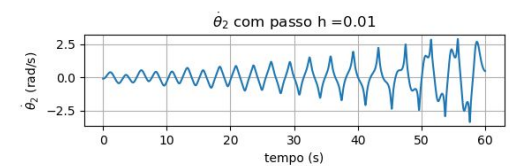
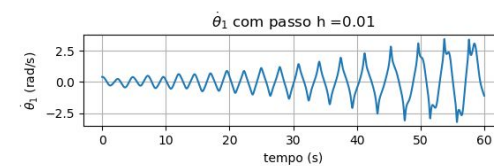
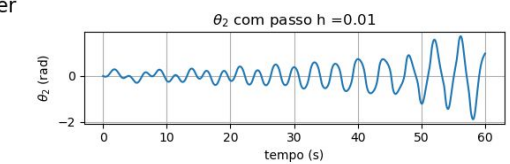
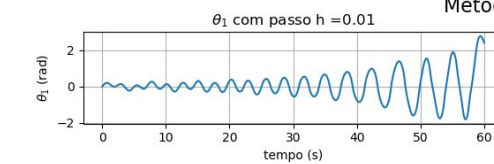
I. Passo $h = 0,05$:

Método de Euler

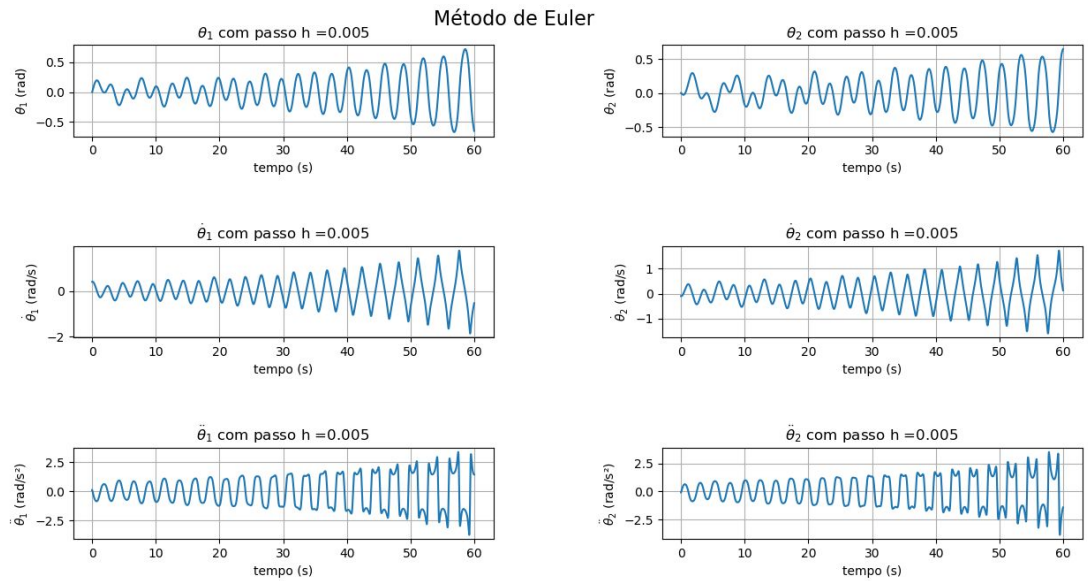


II. Passo $h = 0,01$:

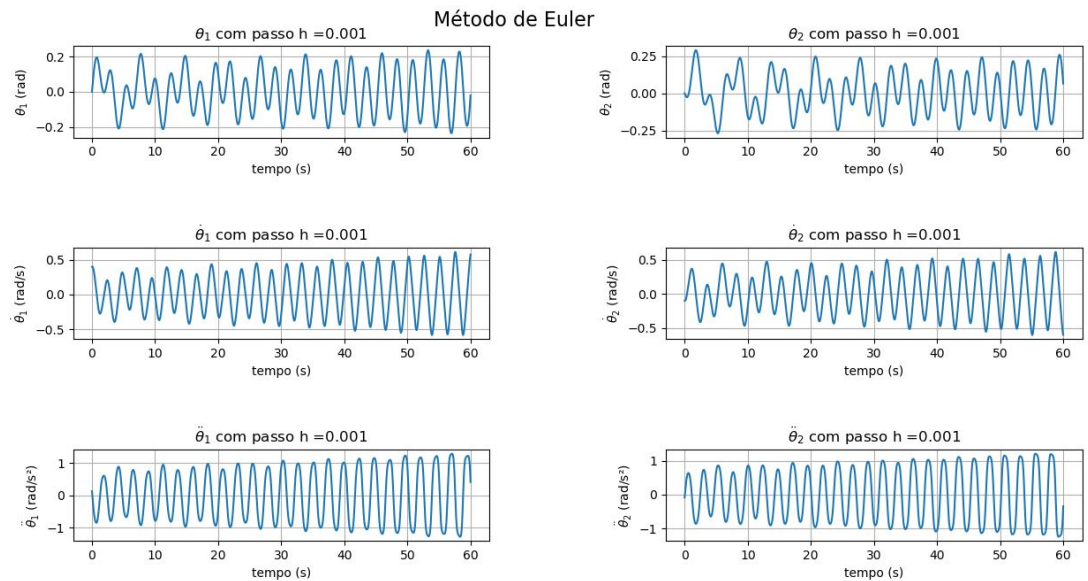
Método de Euler



III. Passo $h = 0,005$:



IV. Passo $h = 0,001$:

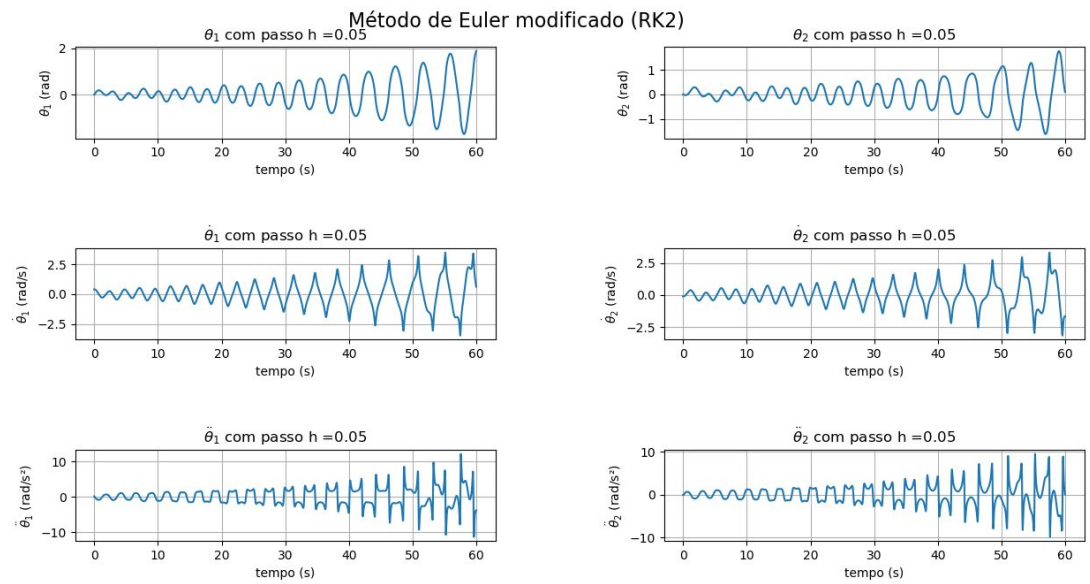


V. Observações

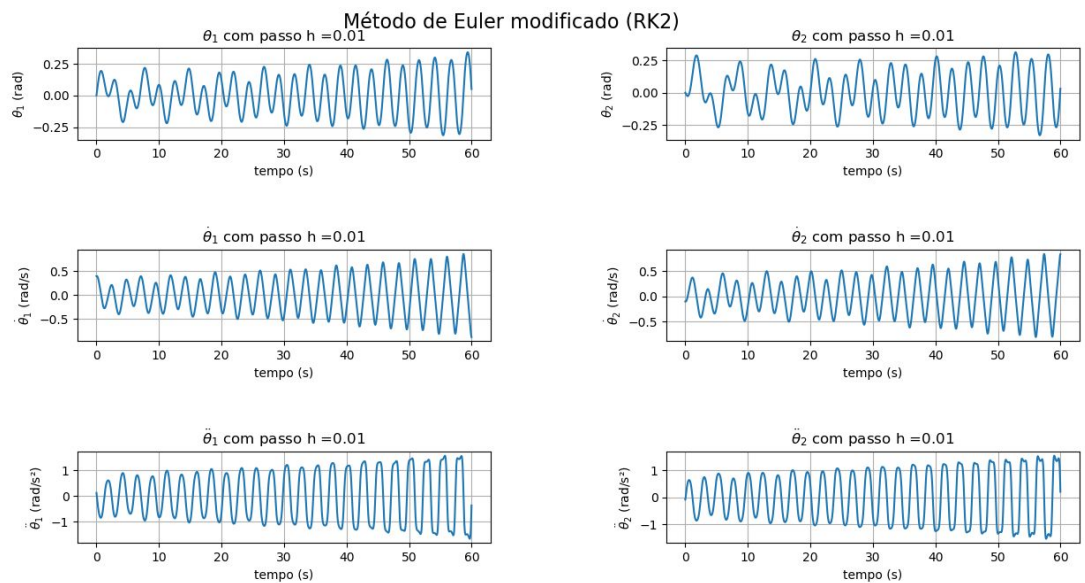
No primeiro caso ($h = 0,05$) o sistema era tão instável que a velocidade e aceleração extrapolaram o tamanho limite de variável do python na marca de 45 segundos, por isso essa primeira simulação para em $t = 40s$. Para os próximos passos, podemos ver que a simulação fica cada vez mais estável, sendo que a amplitude máxima do movimento de θ_1 com passo $h = 0,001$ é 10 vezes menor que a simulação com passo $h = 0,01$.

b) Método de Euler Modificado (RK2)

I. Passo $h = 0,05$:

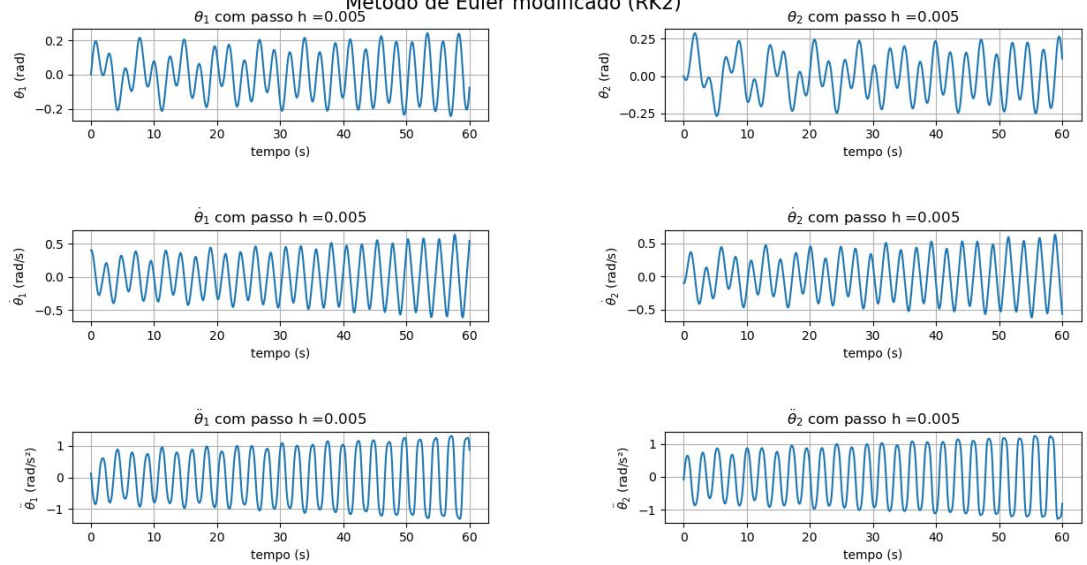


II. Passo $h = 0,01$:



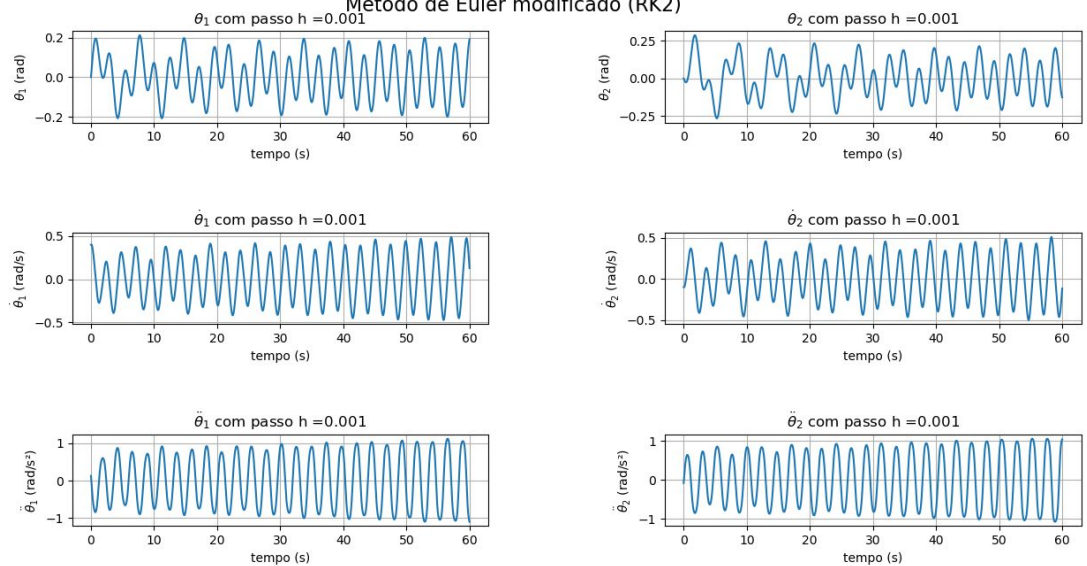
III. Passo $h = 0,005$:

Método de Euler modificado (RK2)



IV. Passo $h = 0,001$:

Método de Euler modificado (RK2)

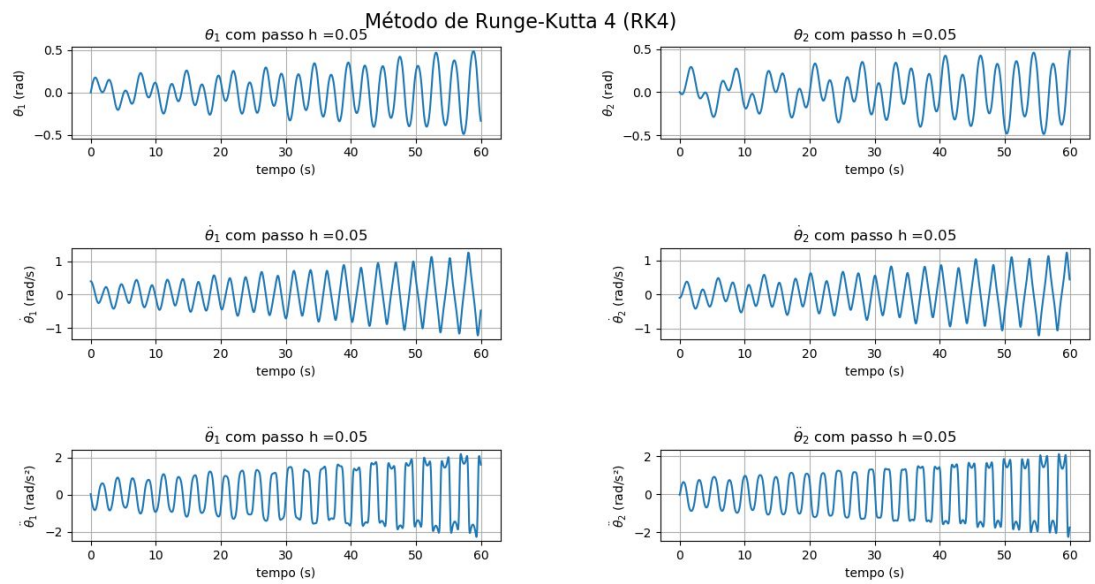


V. Observações

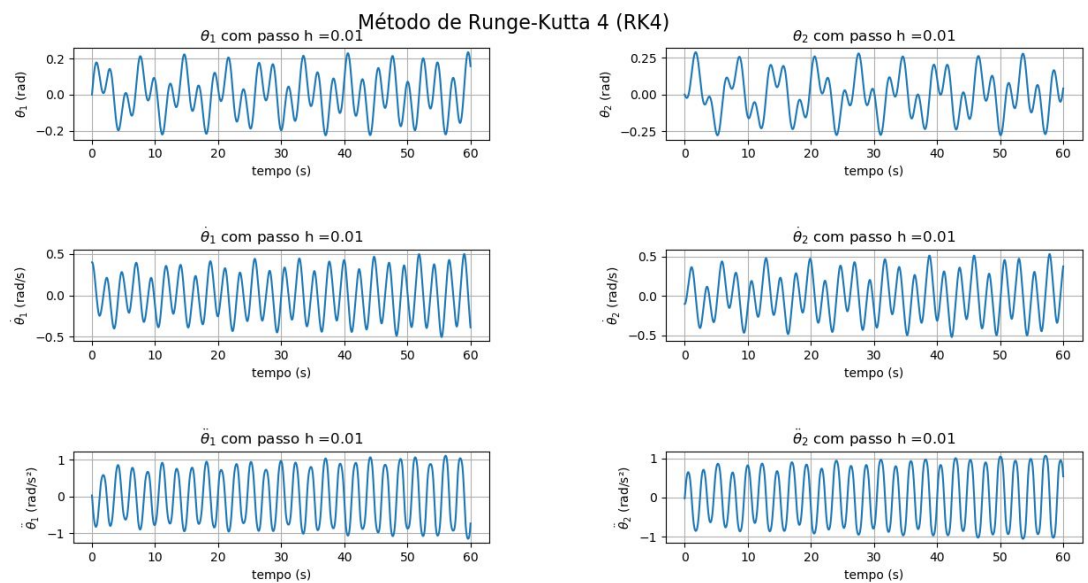
Dessa vez o passo $h = 0,05$ manteve a velocidade dentro dos limites, não indo ao infinito como no método de euler. Podemos ver que os gráficos para $h = 0,005$ e $h = 0,001$ são muito similares, o que indica que a simulação se estabilizou em um valor de h próximo disso, e o erro nestes deve ser mínimo.

c) Método de Runge-Kutta 4 (RK4)

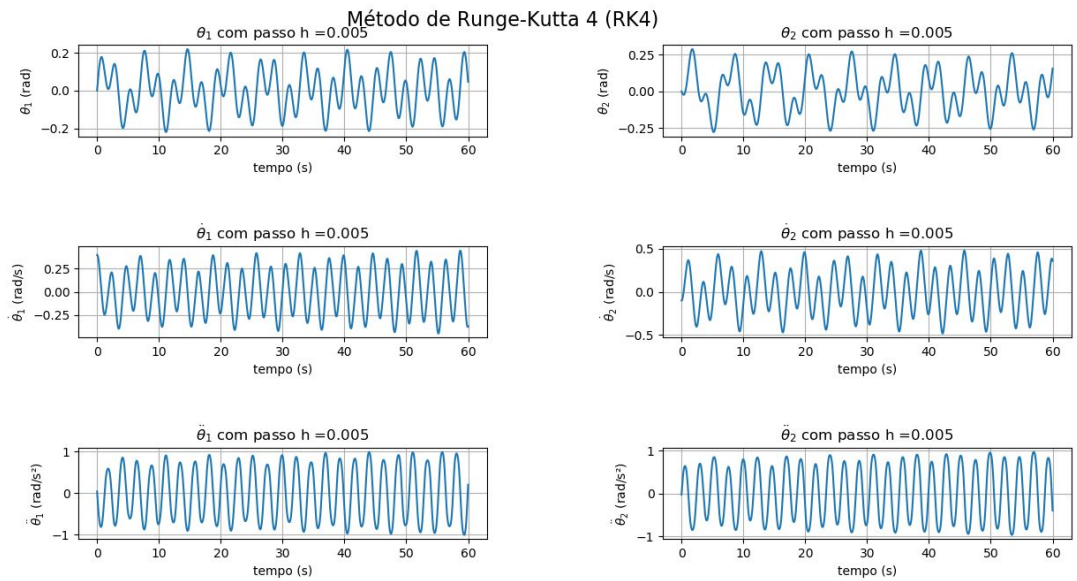
I. Passo $h = 0,05$:



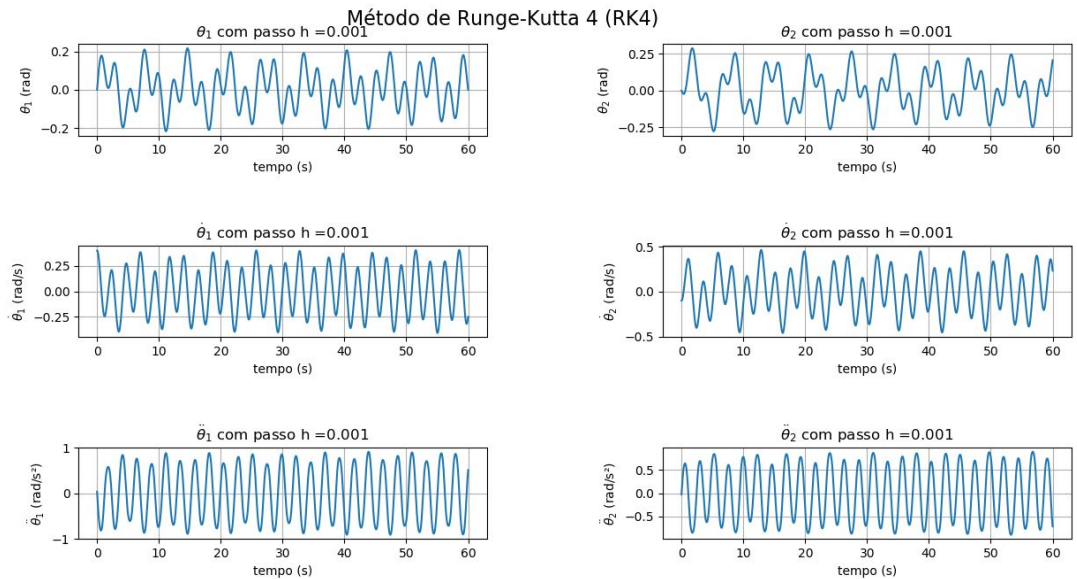
II. Passo $h = 0,01$:



III. Passo $h = 0,005$:



IV. Passo $h = 0,001$:

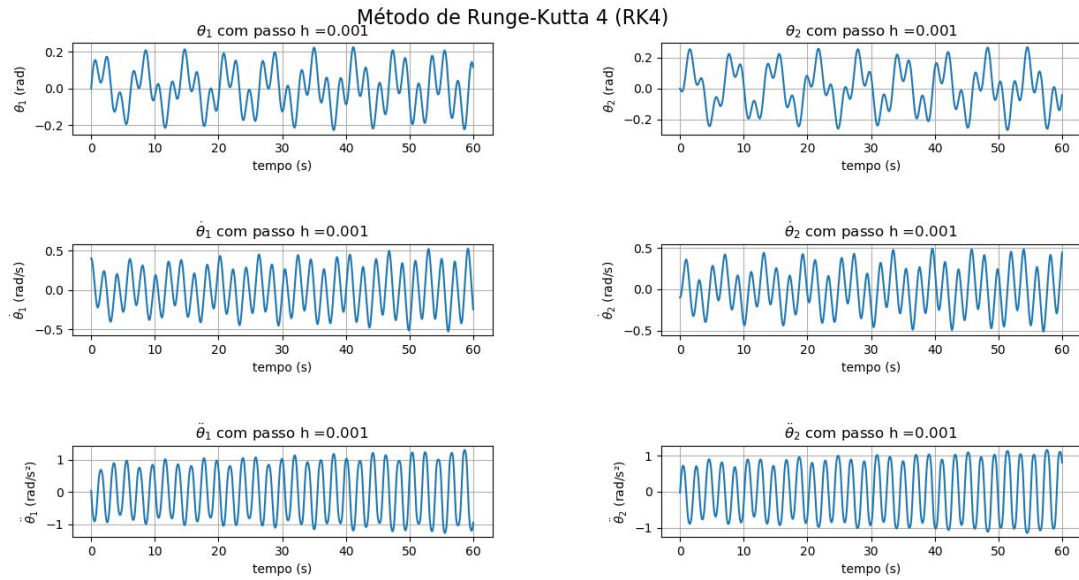


V. Observações

Agora vemos que os gráficos para $h = 0,01$, $h = 0,005$ e $h = 0,001$ são muito similares, indicando que já encontramos o h que minimiza o erro, e de forma mais rápida que com o método de Euler modificado (RK2).

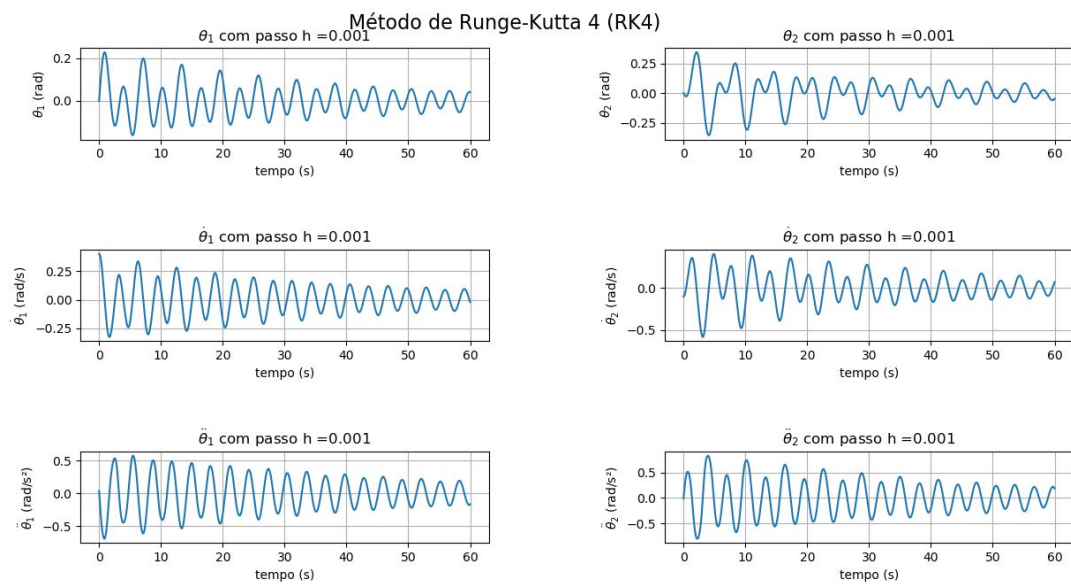
2. Variações nas constantes

a) $m_2 = 1000 \text{ kg}$ (com passo $h = 0.001$, método RK4)



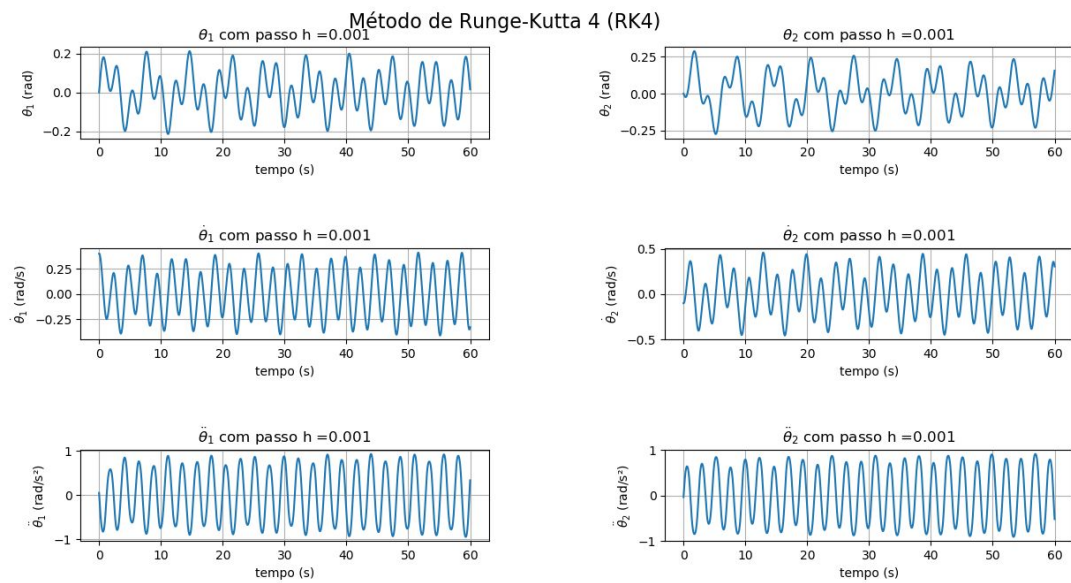
O veículo ficou levemente mais instável.

b) $m_2 = 200 \text{ kg}$ (com passo $h = 0.001$, método RK4)



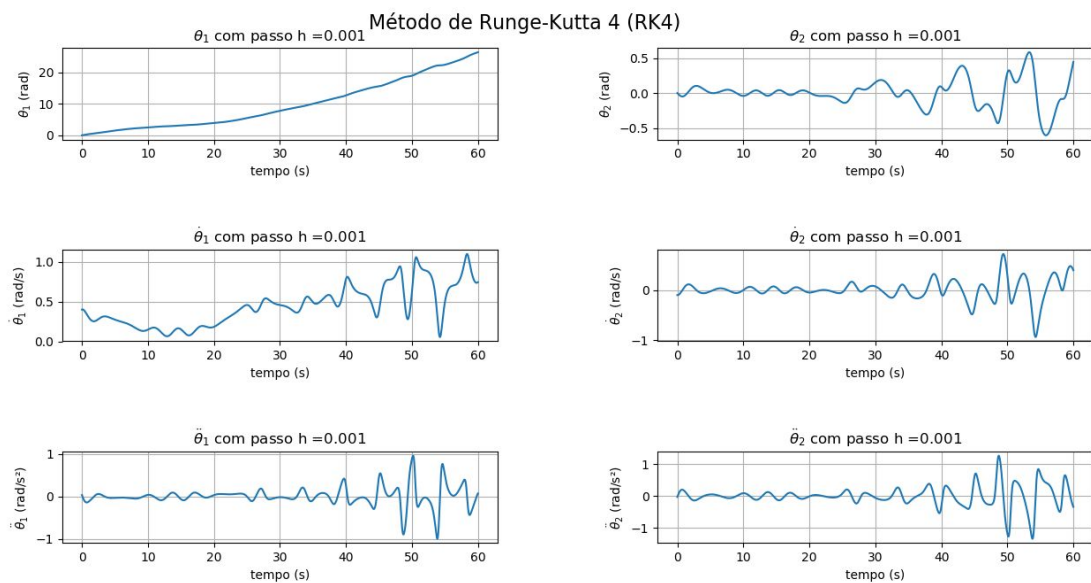
O veículo agora tende à estabilidade.

c) $Vel = 120 \text{ km/h}$ (com passo $h = 0.001$, método RK4)



Não foram observadas mudanças significativas na estabilidade do veículo.

d) $F_1 = +0,5 * m_1 * g * N$



O veículo ficou mais instável, sendo que a amplitude máxima de θ_2 dobrou, assim como as duas velocidades angulares máximas.