



Insper

**Projeto 3:  
Modelagem mecânica  
do salto de Felix  
Baumgartner**

# Contexto:

- Neste projeto foi analisado o pulo do paraquedista Felix Baumgartner.
- Salto estratosférico detentor do recorde mundial (38.696,4 m).
- Pulo convencional: 1.500 m.



# Objetivos:

- Estimar a máxima velocidade em função da altura.
- Estimar a máxima potência dissipada pela força de atrito na queda em função da altura.
- Estimar a máxima velocidade em função da massa e da altura.
- Estimar a máxima potência dissipada pela força de atrito na queda em função da massa e da altura.

# Diagrama de corpo livre, equações diferenciais e parâmetros :

- Eixo y:

- $\vec{R}_y = \vec{D} - \vec{P}$

- Equações diferenciais:

- $\frac{dy}{dt} = vy$

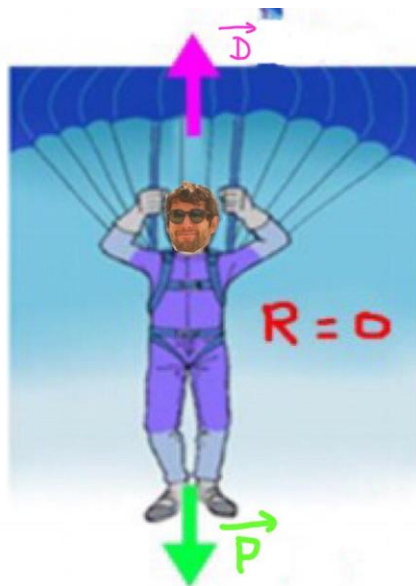
- $\frac{dvy}{dt} = \left( \frac{1}{2} \cdot \rho(y) \cdot A \cdot Cd \cdot v^2 - m \cdot g(y) \right) \cdot \frac{1}{m}$

Como valores constantes temos:

- Gravidade na superfície da Terra:  $g = 9,8 \frac{m}{s^2}$
- Altura Total do Pulo:  $h_0 = 38.969 m$
- Massa (média):  $m = 110 kg$
- Área da pessoa paralela ao solo:  $a_q = 1 m^2$
- Área do paraquedas:  $a_p = 100 m^2$
- Densidade do Ar na superfície da Terra:  $\rho_a = 1,2 \frac{kg}{m^3}$
- Coeficiente de arrasto:  $C_d = 0,8$
- Raio da Terra:  $R_e = 6.378 km$

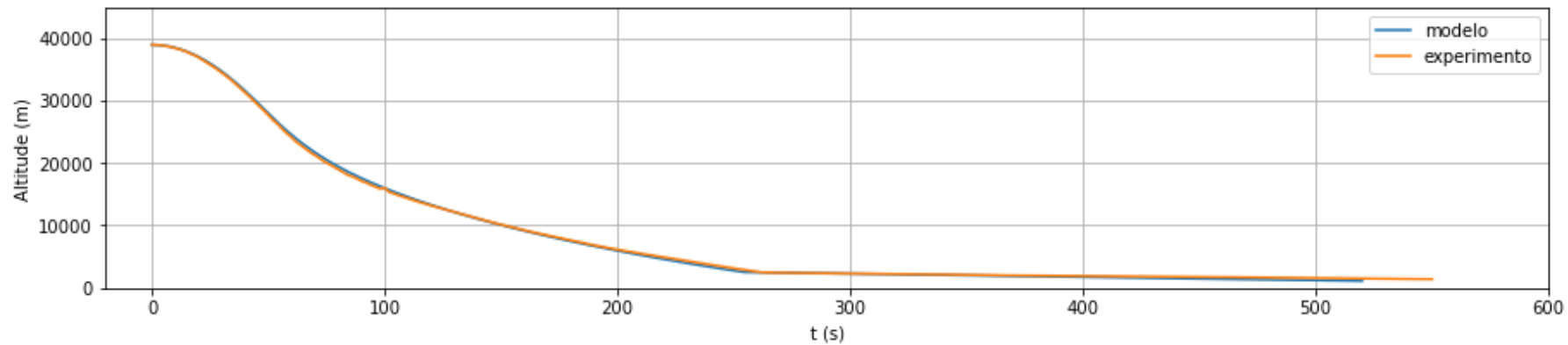
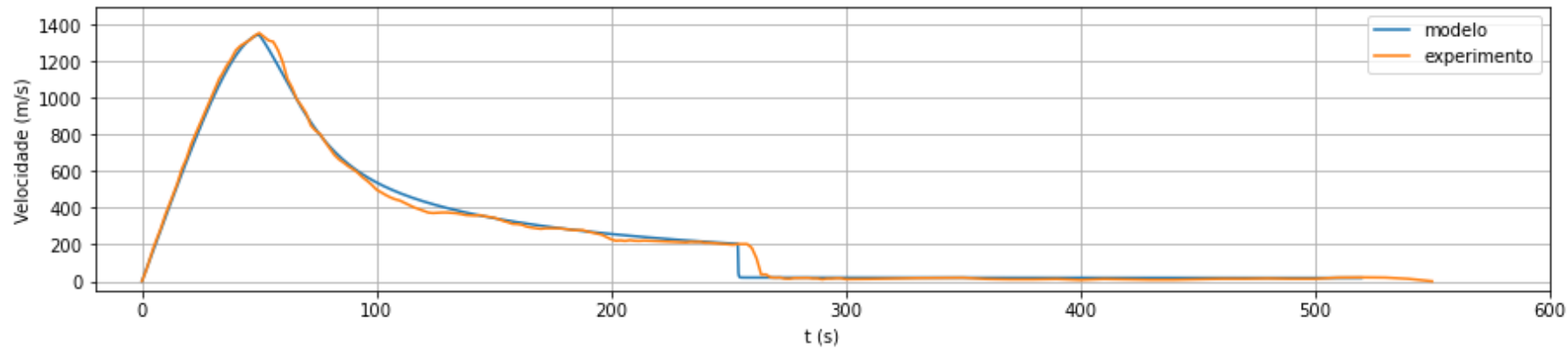
Considerando a variação da gravidade e da densidade do ar temos:

- Gravidade:  $g(y) = \frac{g}{1 + (\frac{y}{R_e})^2}$
- Densidade do ar:  $\rho(y) = \rho_a \cdot e^{\frac{-y}{7500}}$



# Implementação e Validação:

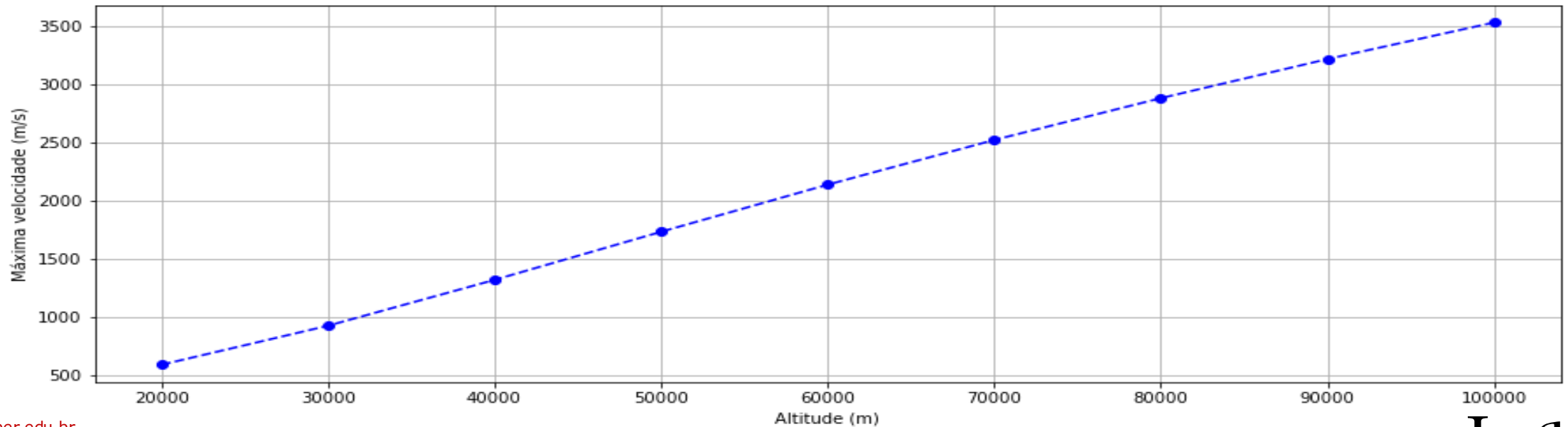
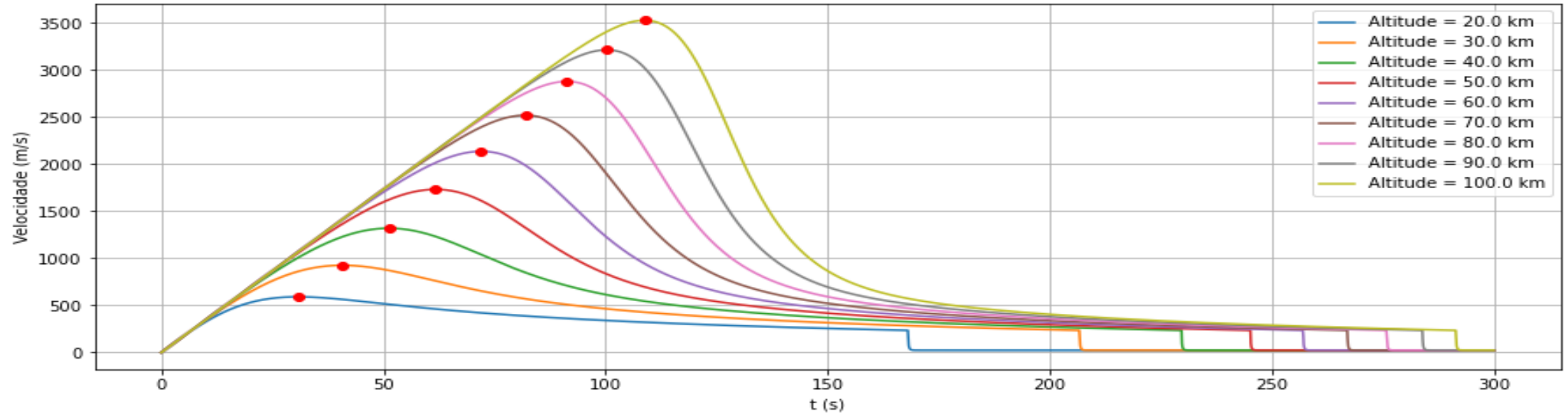
5





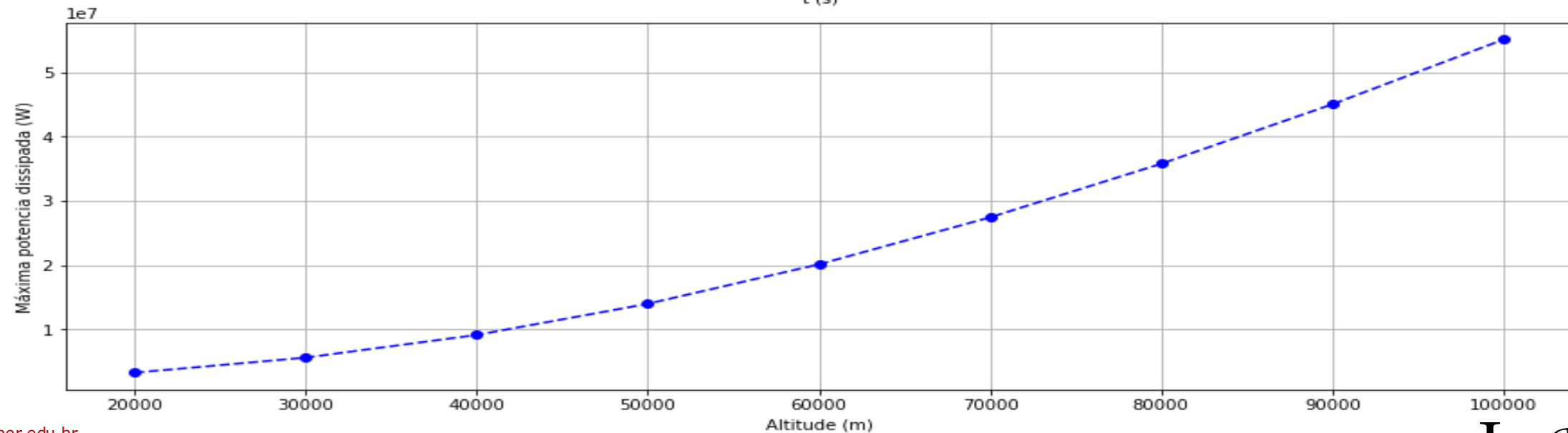
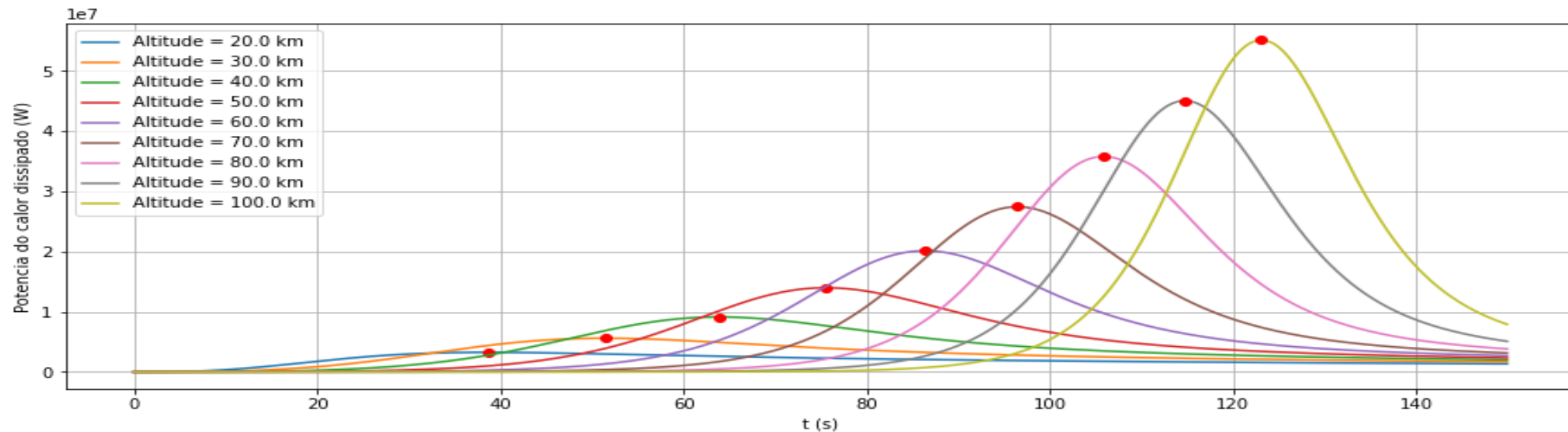
# Conclusão 1:

6

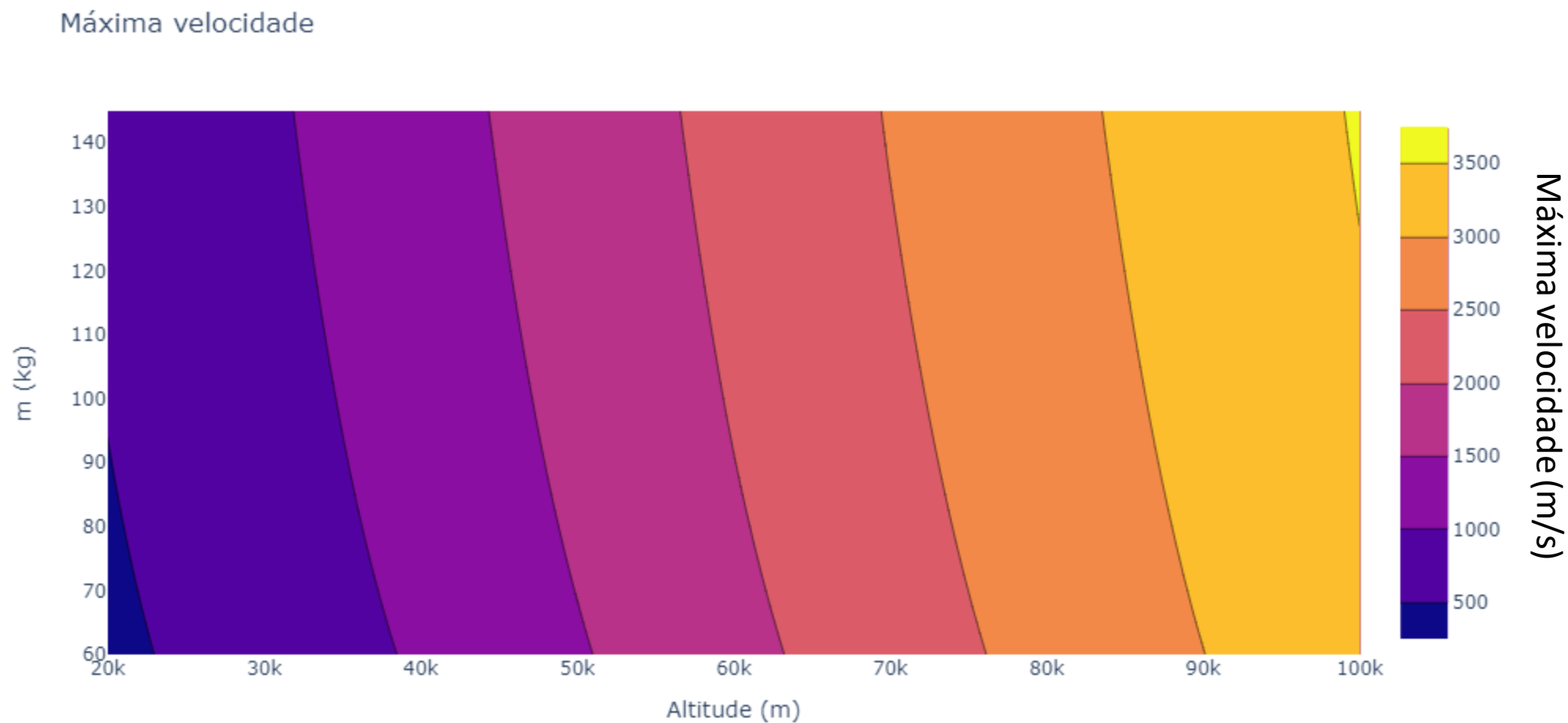


# Conclusão 2:

7

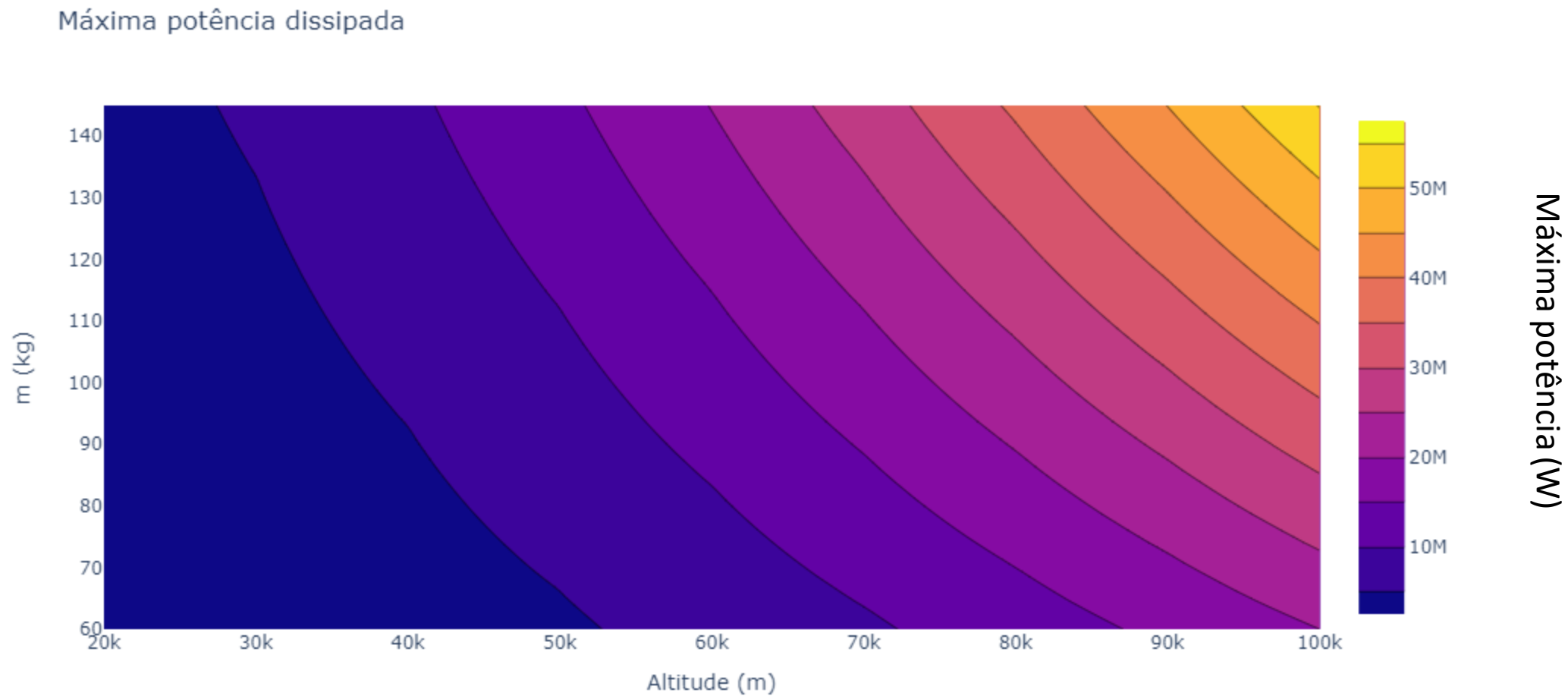


# Conclusão 3:





## Conclusão 4:



# Possíveis Melhorias:

- Os objetivos foram atingidos, mas e agora, como podemos melhorar o modelo?
- 1- Considerar a variedade do coeficiente de arrasto já que na queda Felix começa girar por um tempo.
- 2- Considerar a abertura gradativa do paraquedas.



Obrigado pela  
atenção!

- Fontes bibliográficas:
- <https://matplotlib.org/> (Acessado em 07/05/21)
- <https://www.wired.com/2012/07/analysis-of-a-red-bull-stratos-practice-jump/>
- <https://www.redbull.com/int-en/red-bull-stratos-release-mission-data>
- <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=7576>