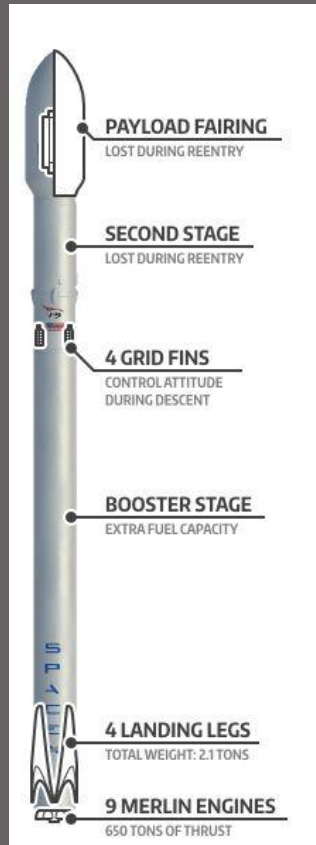


# Projeto 3

# Lançamento do Falcon 9

Alessandra Blücher e Ariel Iglicky



# Pergunta Orientadora:

- Como diferentes áreas transversais influenciam na velocidade do foguete?

$$\text{Arrasto} = -(Cd \cdot d \cdot \frac{v^2}{2} \cdot A)$$

*$Cd$  = coeficiente de arrasto*

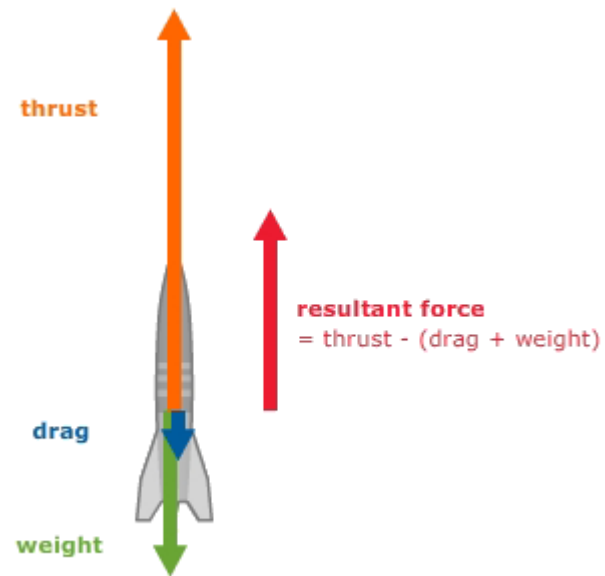
*$d$  = densidade*

*$v$  = velocidade*

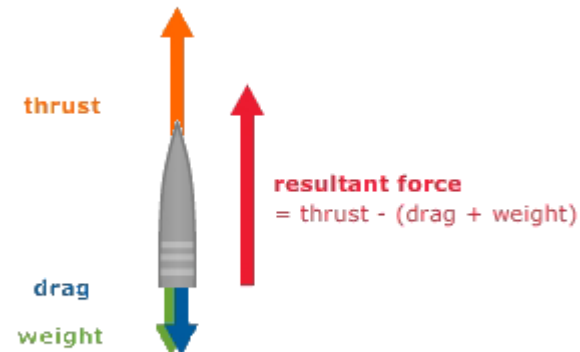
*$A$  = área transversal*

# Diagrama de Corpo Livre:

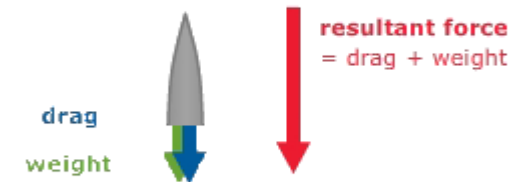
Lançamento:



Após o primeiro estágio:



Após o segundo estágio:



# Simplificações do Sistema:

- Modelo orientado somente no eixo Y;
- Força Impulso varia linearmente;
- Modelo valido não contempla instante em que o foguete entra em órbita;
- Coeficiente de arrasto para um cilindro;



# Equações utilizadas:

$$Fr = m \cdot \frac{dv}{dt} + v \cdot \frac{dm}{dt}$$

$$\text{Arrasto} = - \left( Cd \cdot d \cdot \frac{v^2}{2} \cdot A \right)$$

$$g = - \left( \frac{G \cdot M}{(r+h)^2} \right)$$

$$\frac{dy}{dt} = Vy$$

$$\frac{dVy}{dt} = \frac{\text{Impulso} + \text{Arrasto} + \text{massat}(t) \cdot g - \frac{dm}{dt} \cdot vy}{\text{massat}(t)}$$

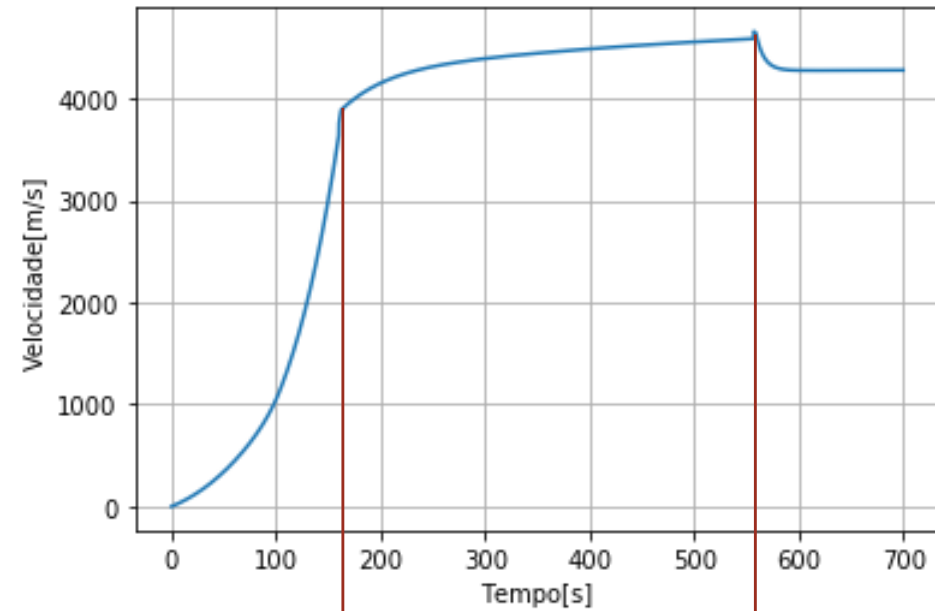
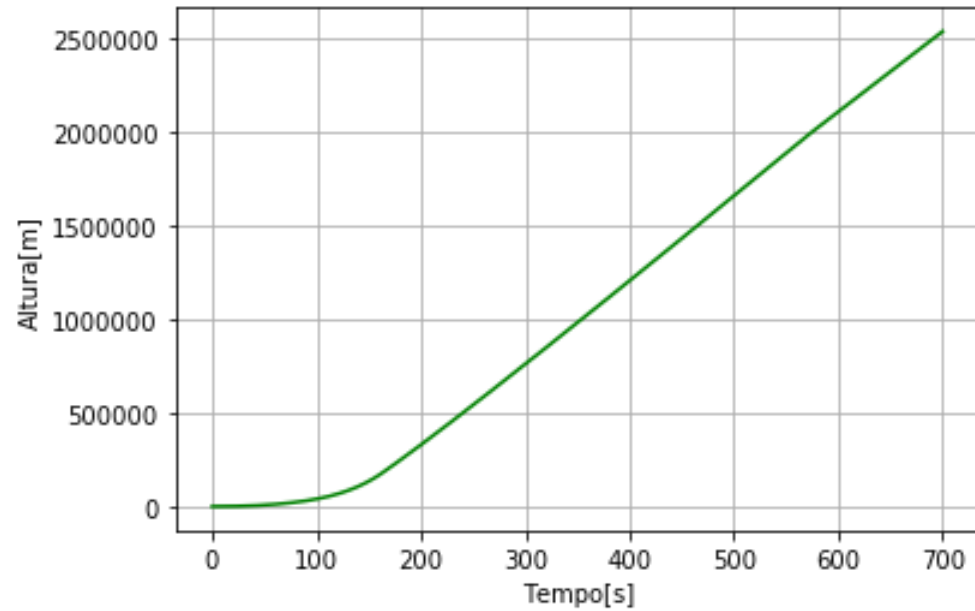
$$\frac{dm}{dt} = \frac{(\text{massat}(t + \Delta t) - \text{massat}(t))}{\Delta t}$$

# Parâmetros do Falcon 9 v1.2:

- Coeficiente de atrito = 0.82
- Massa total foguete mais combustível [kg] = 541300 kg
- Massa foguete [kg] = 33800 kg
- Massa total do combustível [kg] = 507500 kg
- Massa do combustível para etapa 1 [kg] = 398887 kg
- Massa do combustível para etapa 2 [kg] = 108613 kg
- Tempo de queima 1 = 162 s
- Tempo de queima 2 = 397 s
- Área transversal =  $10.75 \text{ m}^2$

# Resultados:

Lançamento do Falcon 9 v1.2:



Etapa 1 (162 s)

Etapa 2 (559s)

Altitude (km)

Time (s)

200 250 300

FOX 10

3:30 PM -88°

VICE PRESIDENT PENCE CASTS TIE-BREAKING VOTE IN SENATE TO DEFUND HEADLINES

T+ 00:05:17

STAGE 2 SPEED 12151 km/h

TELEMETRY ALTITUDE 150 km

FOX 10

LAUN 3:30-88°

FOX 10 PHOENIX

HEADLINES

VICE PRESIDENT PENCE CASTS TIE-BREAKING VOTE IN SENATE TO DEFU

UP / UP

ENTERTAINMENT

34° 31° 11° 11°

34° 31° 11° 11°

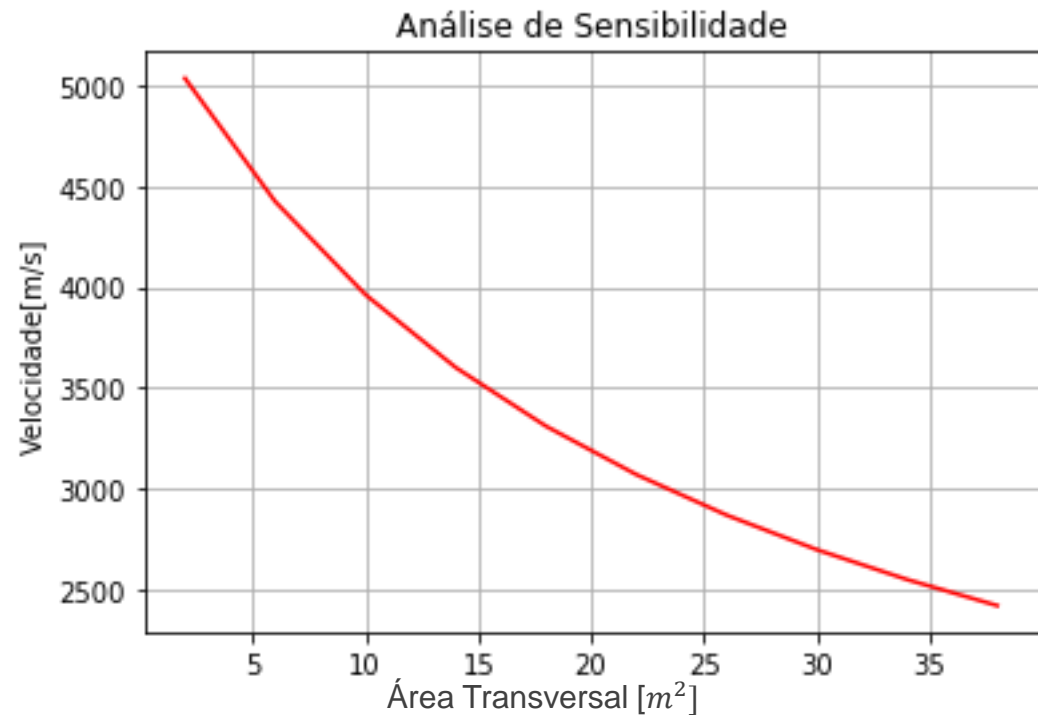
34° 31° 11° 11°



# Análise de Sensibilidade:

Área transversal do Falcon 9 =  $10.75 \text{ m}^2$

Instante 162 s – Etapa 1:



Instante 559 s – Etapa 2:

