



# Desempenho de Aeronaves

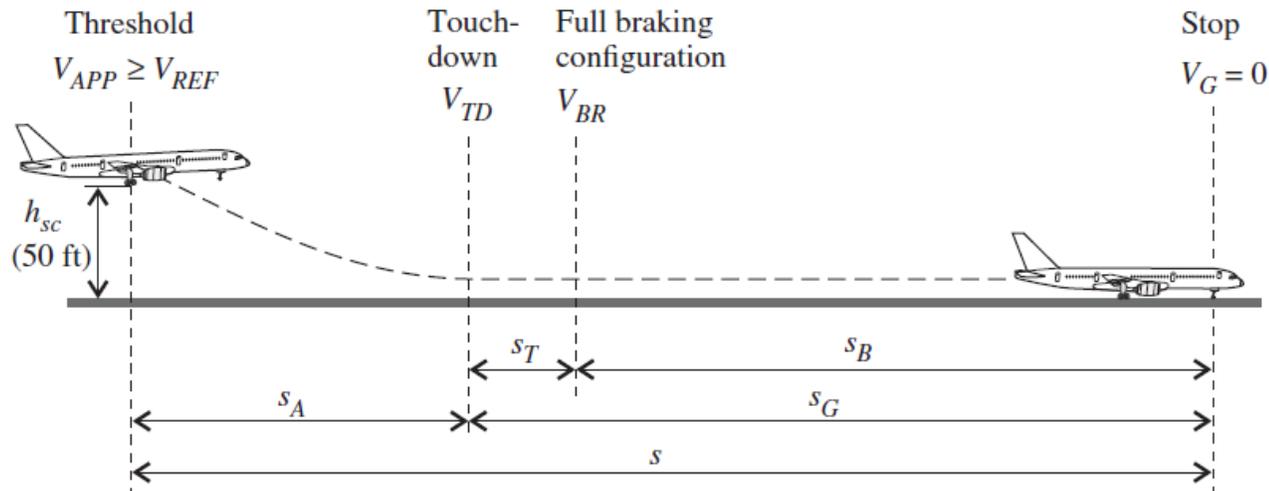
---

# Pouso

**Distância de Pouso** - A distância horizontal, da cabeceira da pista, a uma altura de 50 ft na  $V_{ref}$ , até a parada completa.

Considera-se para o calculo a máxima capacidade dos freios, spoilers, mas não pode contabilizar o uso dos reversos (FAR 25.125)

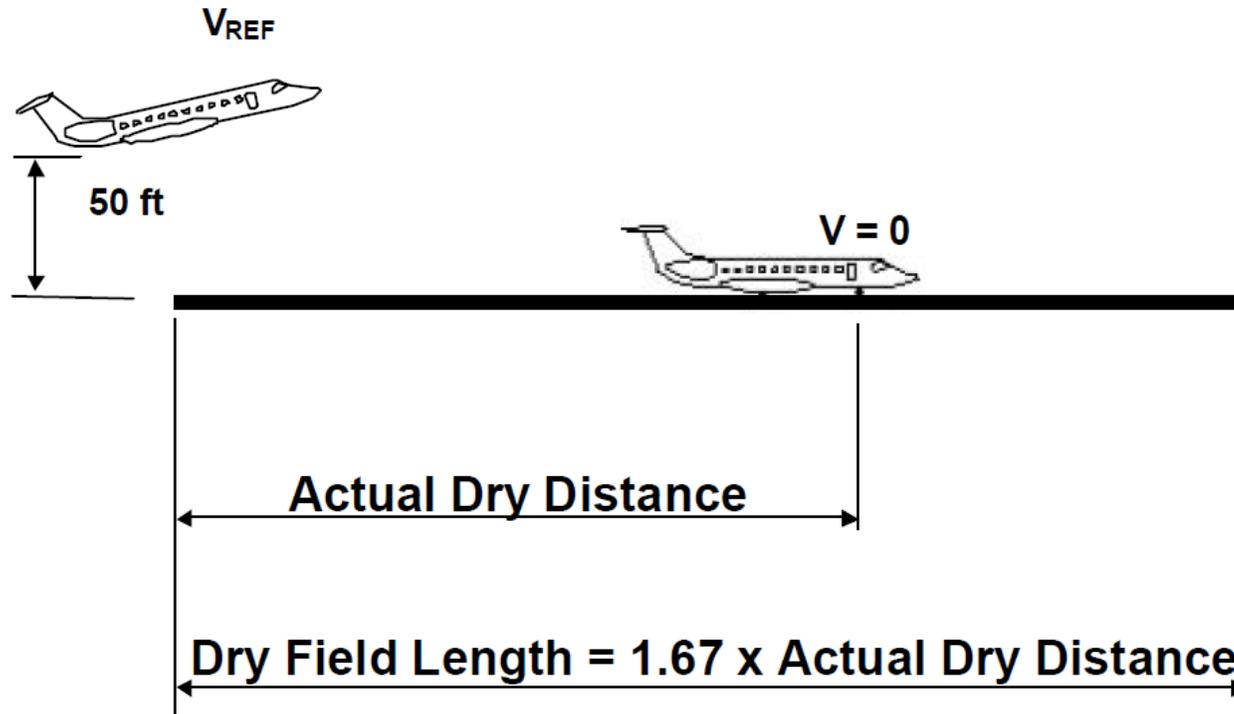
FAR 121.195 e JAR-OPS-1.515 determina que a distância para pouso, em pista seca, para um dado peso, não pode ultrapassar 60% da distância disponível para pouso.



# Pouso

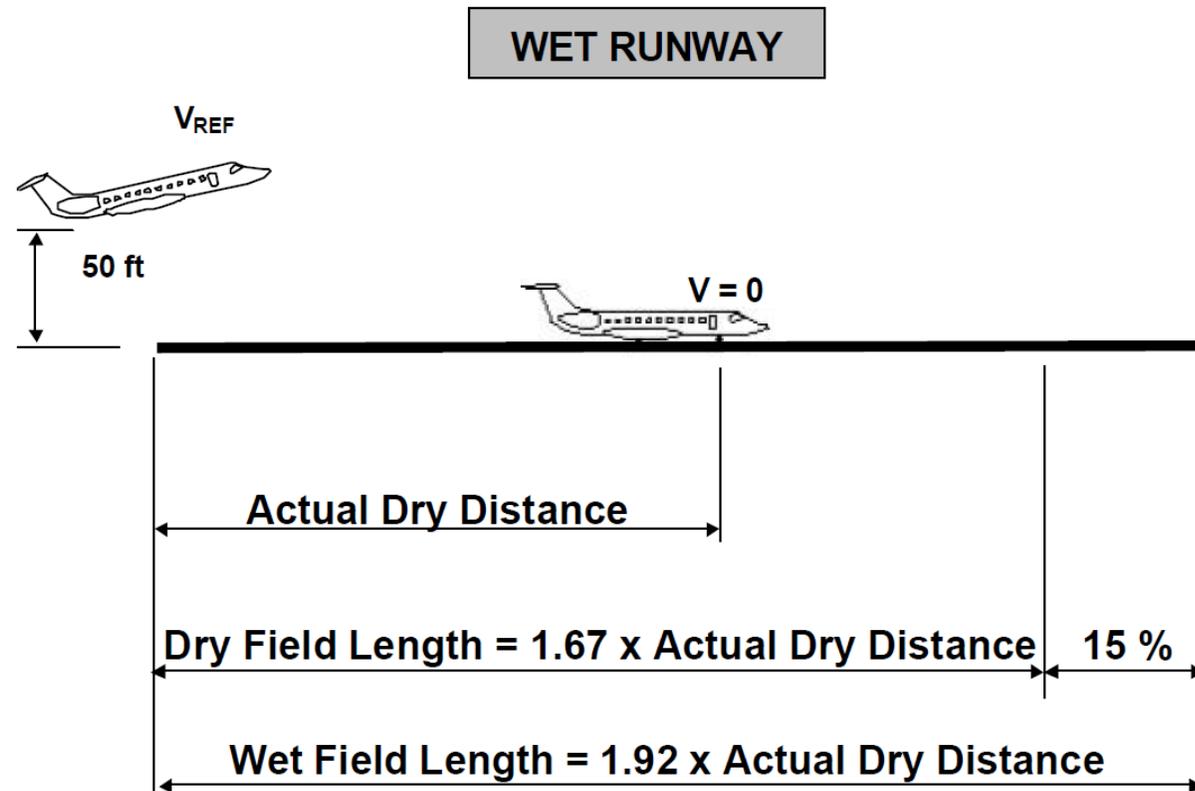
---

DRY RUNWAY



# Pouso

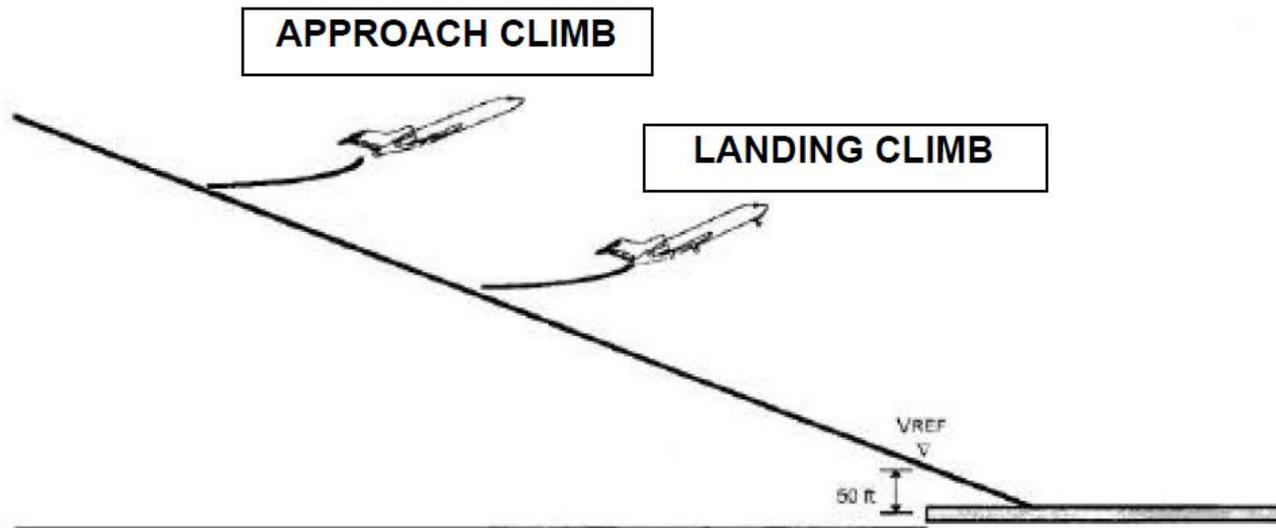
FAR 121.195 e JAR-OPS-1520 determina que para o caso de pista molhada, a distância mínima para pouso deve ser igual a distância de pista seca, aumentada de 15% ( $1.67 \times 1.15 = 1.92$ )



# Pouso

---

Peso de pouso limitado por subida



Para o caso de arremetida na configuração de aproximação, ou de pouso, os regulamentos pedem que a aeronave cumpra certos gradientes mínimos.

# Pouso

---

Peso de pouso limitado por subida

1-Approach climb limited weight }  
2-Landing climb limited weight } Determina o peso máximo de pouso

	Configuration				Minimum Gradients		
	Gear	Flap	Thrust	Max Speed	Number of engines		
					2	3	4
<b>Approach</b>	up	Approach position	1 engine inoperative T/O Thrust on remaining engines	1.5 Vs	2.1 % (*)	2.4% (*)	2.7%
<b>Landing</b>	down	Landing position	T/O thrust on all engines	1.3 Vs	3.2%	3.2%	3.2%

# Pouso

---

Aditivos devido ao vento

Correções adotadas na  $V_{ref}$  para compensar mudanças repentinas e inesperadas do vento durante o pouso. Por exemplo:

$$V_{app} = V_{ref} + 0.5V_{wind} + \text{incremento de rajada}$$

O vento no aeroporto é medido a 10 m de altura. O vento afeta o peso de pouso, e também o peso do “quick turn around”. Ventos de proa melhoram o desempenho de pouso, por outro lado, os ventos de cauda pioram o desempenho. Os manuais das aeronaves devem contabilizar os efeitos do vento:

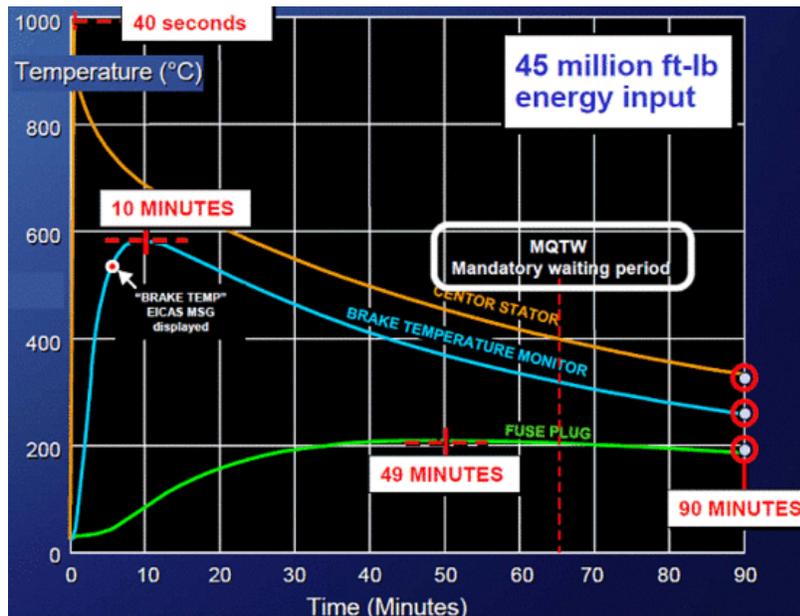
50% do vento de proa  
150% do vento de cauda

# Pouso

Quick turn Around:

Quick turn Around não é um limitador de peso de pouso, porém serve como referência para o resfriamento do freio da aeronave até uma próxima decolagem.

O peso de “quick turn Around” serve como um peso de referência, no qual se a aeronave pousar com um peso menor que o peso de “quick turn Around”, os freios da aeronave não irão sobreaquecer.



O peso de quick turn Around é baseado em:

- Máxima frenagem manual
- Idle
- Sem utilização dos reversos.

Normalmente, o peso de quick turn Around é conservador, uma vez que as condições consideradas nos cálculos são raras de acontecer.

# Pouso

---

Peso máximo de pouso

O peso da aeronave para pouso é limitado por:

- Comprimento da pista
- Gradientes de aproximação e pouso abortados (landing e approach climb)
- Estrutural

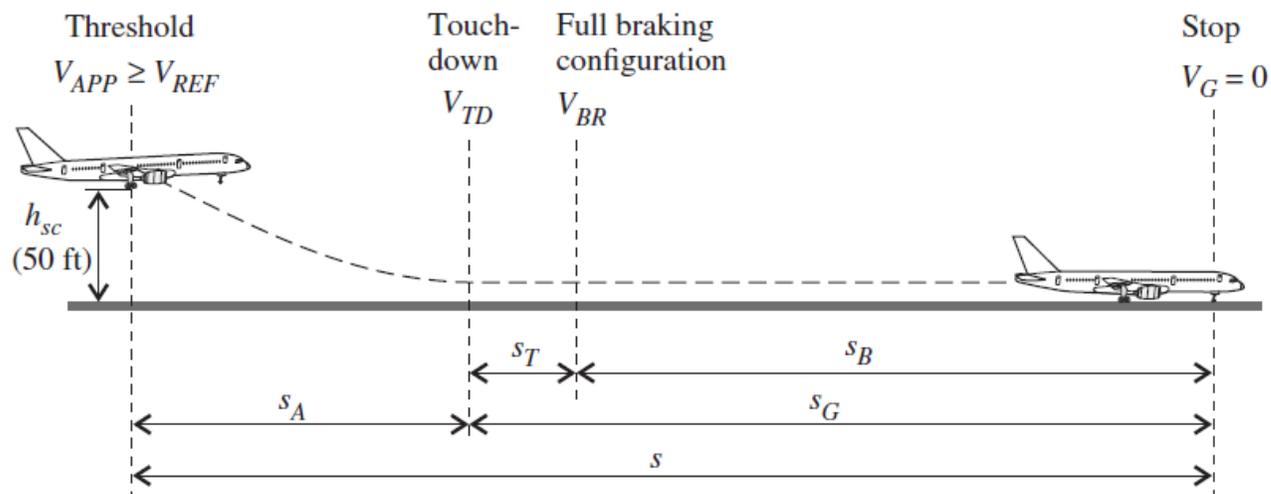
O peso máximo para pouso de uma dada aeronave em uma dada condição atmosférica, é o menor dos pesos obtidos considerando as limitações listadas anteriormente.

# Pouso

Calculo da distância de pouso

4 segmentos:

1. Aeronave descendo em um ângulo constante
2. Arredondamento (razão de descida é reduzida para zero)
3. Redução da velocidade da aeronave, voando paralela a pista.
4. Desaceleração na pista.



# Pouso

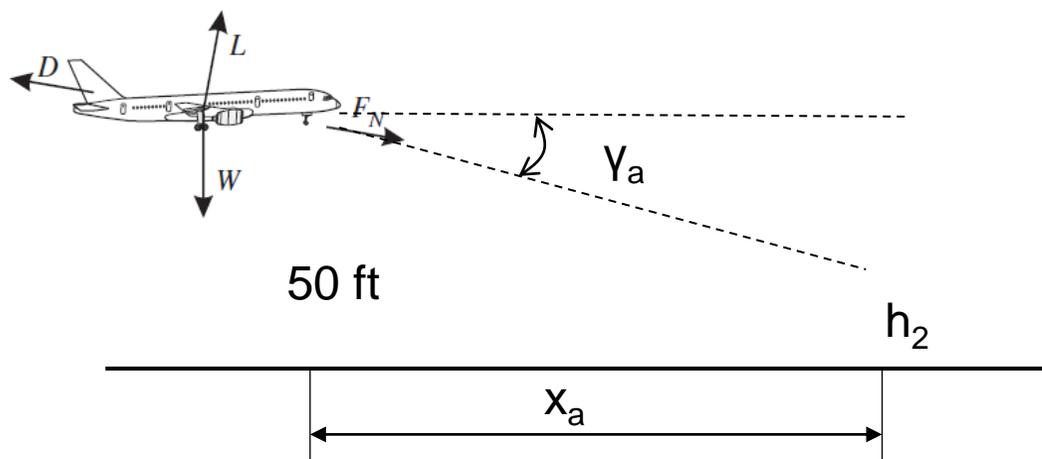
Calculo do primeiro segmento (ar)

Considerações:

Ângulo constante na descida;

Velocidade igual a  $V_{app}$  ( $V_{app}=V_{ref}$ ).  $V_{app}=1.2$  a  $1.3 V_s$

Com altura iniciando a 50 ft até  $h_2$



$\gamma_a \approx 3^\circ$       OBS: Steep approach 5 a  $7^\circ$

$$x_a = \frac{-(50 - h_2)}{\tan(\gamma_a)}$$

$$RD = V_a \sin(\gamma_a)$$

OBS:  $\gamma_a = \arcsen\left(\frac{T_R - D_a}{W}\right)$

# Pouso

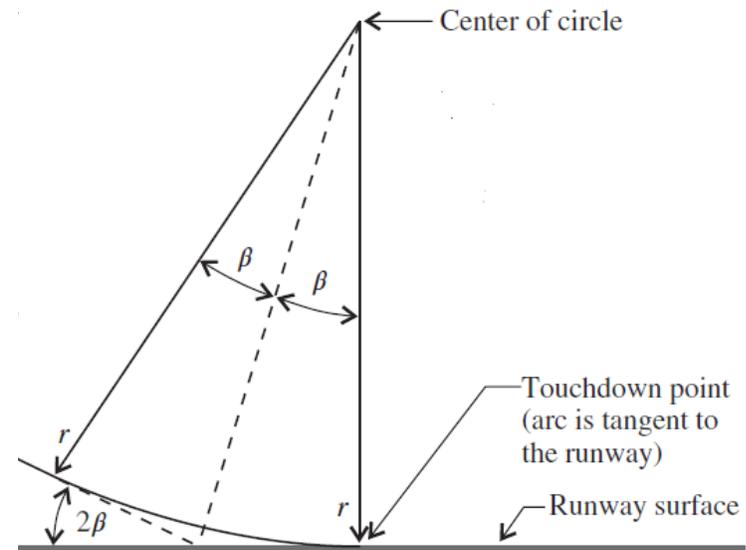
---

Calculo do segundo segmento (arredondamento)

Considerações:

A altura do flare (arredondamento)  $h_2$  é:

$$h_2 = r(1 - \cos(\gamma_a))$$



O fator de carga no arredondamento, varia de 0.9986 a 1.25.  $n = \frac{V^2}{rg} + \cos(\gamma_a)$

A distância no arredondamento é:  $x_{RO} = r \text{sen}(\gamma_a)$

# Pouso

---

Calculo do terceiro segmento (desaceleração no ar)

$$\frac{T_R - D}{W} = \frac{V}{g} \frac{dV}{dx} \quad x_{des} \simeq \frac{W}{g} \frac{V_{TD} - V}{(T_R - D)}$$

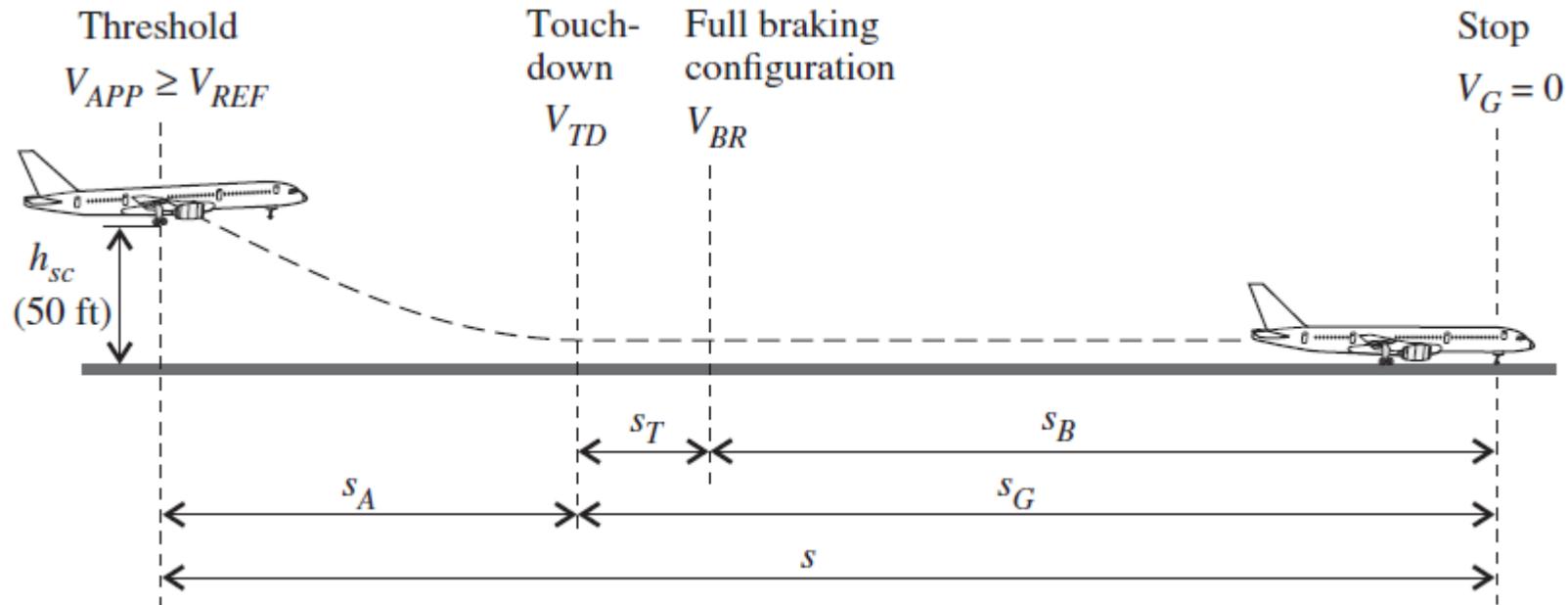
Calculo do quarto segmento (desaceleração na pista)

$$T - \frac{1}{2} \sigma \rho_0 V^2 S C_{D_L} - \mu \left( W - \frac{1}{2} \sigma \rho_0 V^2 S C_{L_{L_A}} \right) = \frac{W}{g} \frac{dx}{dt} \frac{dV}{dx}$$

$$x_{GR} = \frac{-V_{TD}^2}{2g \left[ \frac{T_R}{W} - \mu \right]} = \frac{-1.21 \frac{W}{S}}{\sigma \rho_0 C_{L_{L_A}} g \left[ \frac{T_R}{W} - \mu \right]} \quad \text{Coeficiente de atrito igual ao utilizado na decolagem.}$$

# Pouso

Outro método para o cálculo da distância de pouso



# Pouso

---

Outro método para o calculo da distância de pouso

$$x_{L_{Air}} \simeq \frac{h}{\gamma_a} + R_{flare} \frac{\bar{\gamma}_a}{2}; R_{flare} = \frac{V_{flare}^2}{g(n_{flare} - 1)}; V_{flare} = 0.95V_{app}$$

$$x_{LR} \simeq V_{TD}t_{LR}; t_{LR} \simeq 3s; V_{TD} = 1.15V_{s_{app}}$$

$$x_{LGR} \simeq \left\{ \frac{\frac{W}{S}}{g\sigma\rho_0(C_{DG} - \mu_{gbrake}C_{Lg})} \right\} \ln \left\{ 1 + \frac{V_{TD}^2\sigma\rho_0(C_{DG} - \mu_{gbrake}C_{Lg})}{2\frac{W}{S} [\mu_g - \frac{T}{W}] - \frac{N_x}{W}(\mu_{gbrake} - \mu_g)} \right\}$$

# Pouso

---

