



*“Possíveis tecnologias aplicadas  
com a finalidade de deter as  
aeronaves em risco de acidentes  
nos aeroportos de pista curta.”*

Ten Cel Av Curcio  
Piloto de Provas



# Objetivo

Conhecer aspectos importantes sobre pousos e decolagens, e possíveis tecnologias que possam ser usadas para deter aeronaves em risco de acidentes em pistas de pouso.



# Roteiro

- Conceitos e Definições
- Pousos e Decolagens
- Dispositivos de Parada



# Roteiro

- **Conceitos e Definições**
- Pousos e Decolagens
- Dispositivos de Parada



# Conceituações

- Faixa de Pista
- “Stopway”
- “Clearway”
- Distâncias de Pista
- “Runway Safety Area” (RSA)
- “Runway End Safety Area” (RESA)



## Definição: Faixa de Pista

*“Área definida no aeroporto, que inclui a pista de pouso e as áreas de parada, se houver, destinada a proteger a aeronave durante as operações de pouso e decolagem e a reduzir o risco de danos à aeronave, em caso desta sair dos limites da pista.”*

Fonte: RBHA 139 (Certificação Operacional de Aeroportos)



## Definição: “Stopway”

*“Área além do final da pista de decolagem e centrada em relação à linha central da referida pista, capaz de suportar o avião durante a abortagem de uma decolagem sem causar danos estruturais ao mesmo e destinada, pela autoridade aeroportuária, à desaceleração de aviões durante uma decolagem abortiva.”*

Fonte: RBHA 1 Subparte B (Definições, Simbologia e Siglas)



## Definição: “Clearway”

“Área além do final da pista de decolagem, com pelo menos 150m (500 pés) de largura, localizada centralmente em relação ao prolongamento da linha central da pista e sob o controle da autoridade com jurisdição sobre o aeródromo. O “Clearway” é expresso em termos de um plano que se estende a partir do final da pista de decolagem, subindo com uma inclinação igual ou inferior a 1,25 %, acima do qual não existe nenhuma obstrução fixa.

- NOTA (1): as luzes de fim da pista podem ficar acima do “clearway”, desde que suas alturas não excedam 66 cm (26 pol) acima do final da pista e que sejam colocadas nas laterais da mesma.
- NOTA (2): há uma definição ligeiramente diferente para aviões com motores a turbina homologados antes de 30 de agosto de 1959.”

Fonte: RBHA 1 Subparte B (Definições, Simbologia e Siglas)



## Conceitos: Distâncias de Pista

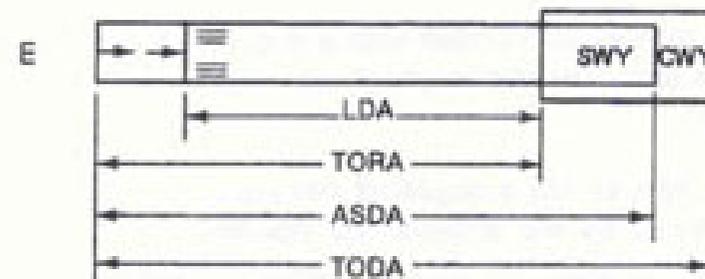
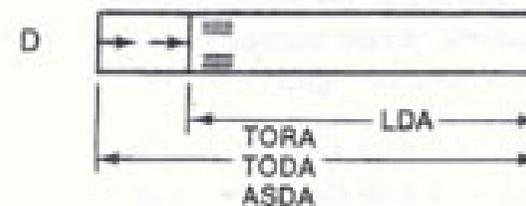
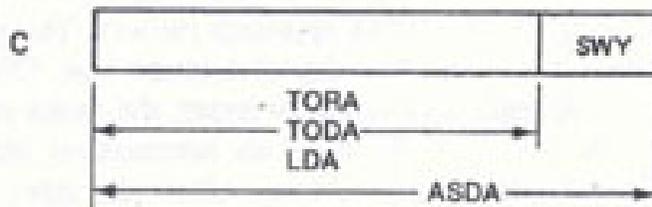
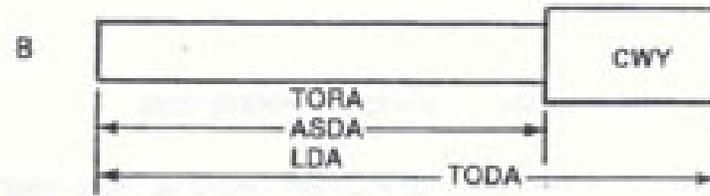
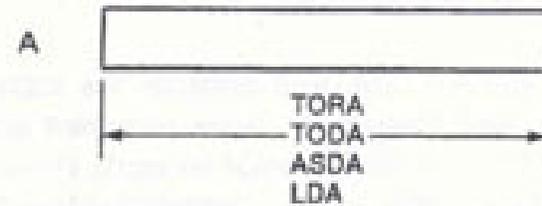
- **TORA** (“Takeoff Run Available”): Distância disponível e adequada para corrida de decolagem incluindo a cabeceira deslocada inicial e não incluindo a “stopway”.
- **TODA** (“Takeoff Distance Available”): TORA mais a “clearway” oposta, a qual inclui a “stopway” e terreno livre de obstáculos. A “clearway” não pode exceder 300m.
- **ASDA** (“Accelerate-Stop Distance Available”): TORA mais a “stopway”.
- **LDA** (“Landing Distance Available”): Distância disponível e adequada para o pouso .

Fonte: ICAO ANNEX 14

NOTA: estas distâncias se referem a cada pista e devem ser comparadas ao desempenho de decolagem publicado no manual de vôo das aeronaves que operam nelas, consideradas as condições de operação

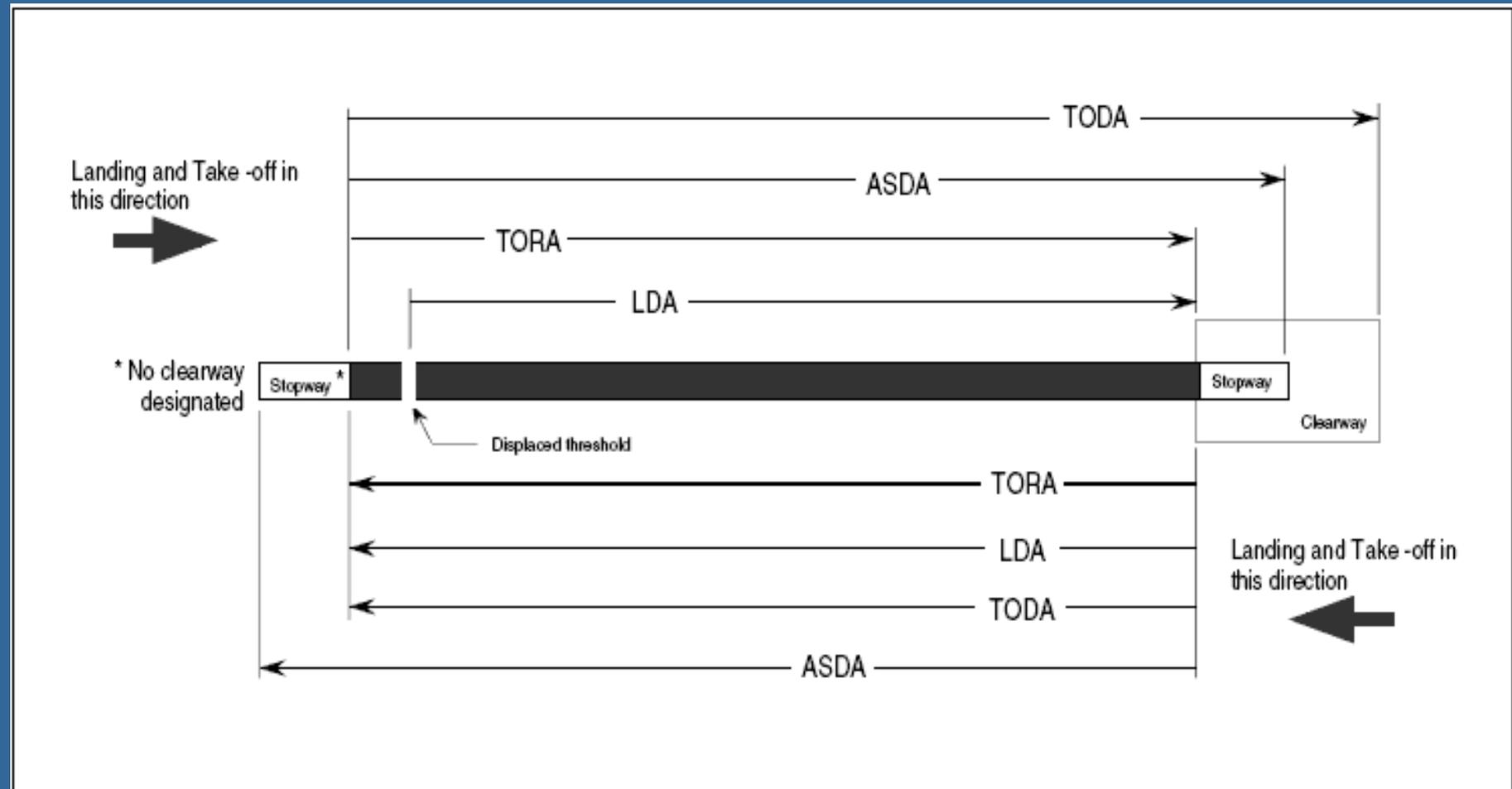


## Exemplos de Pistas e Distâncias





# Conceitos: Distâncias de Pista

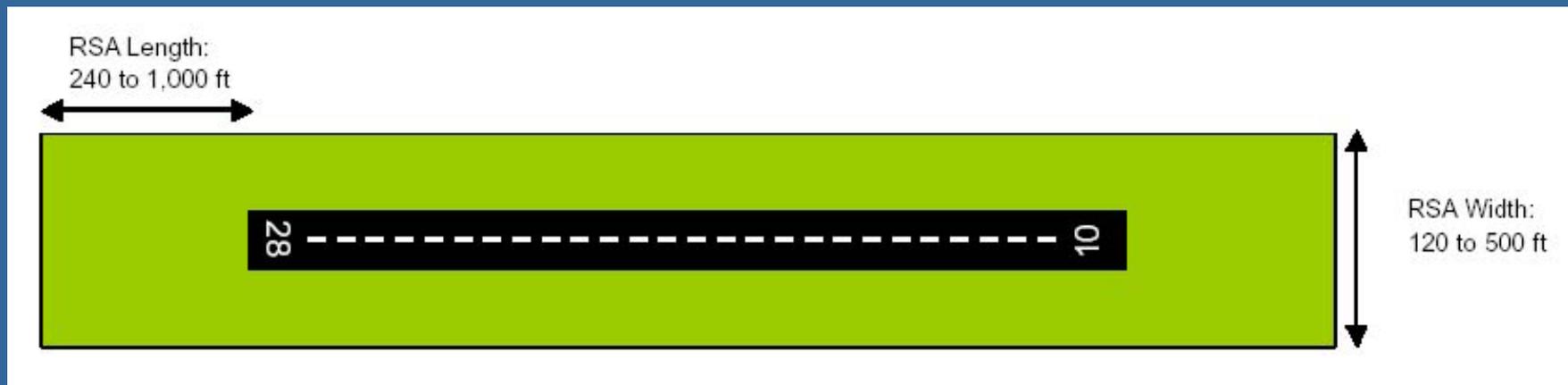




## Conceitos: Runway Safety Area (RSA)

*Superfície em torno da pista de pouso preparada ou adequada para reduzir o risco de danos à aeronaves no caso de saída de pista (undershoot, overshoot, or excursion)*

Fonte: FAA - AC 150/5300-13, (Airport Design)





## Conceitos: Runway End Safety Area (RESA)

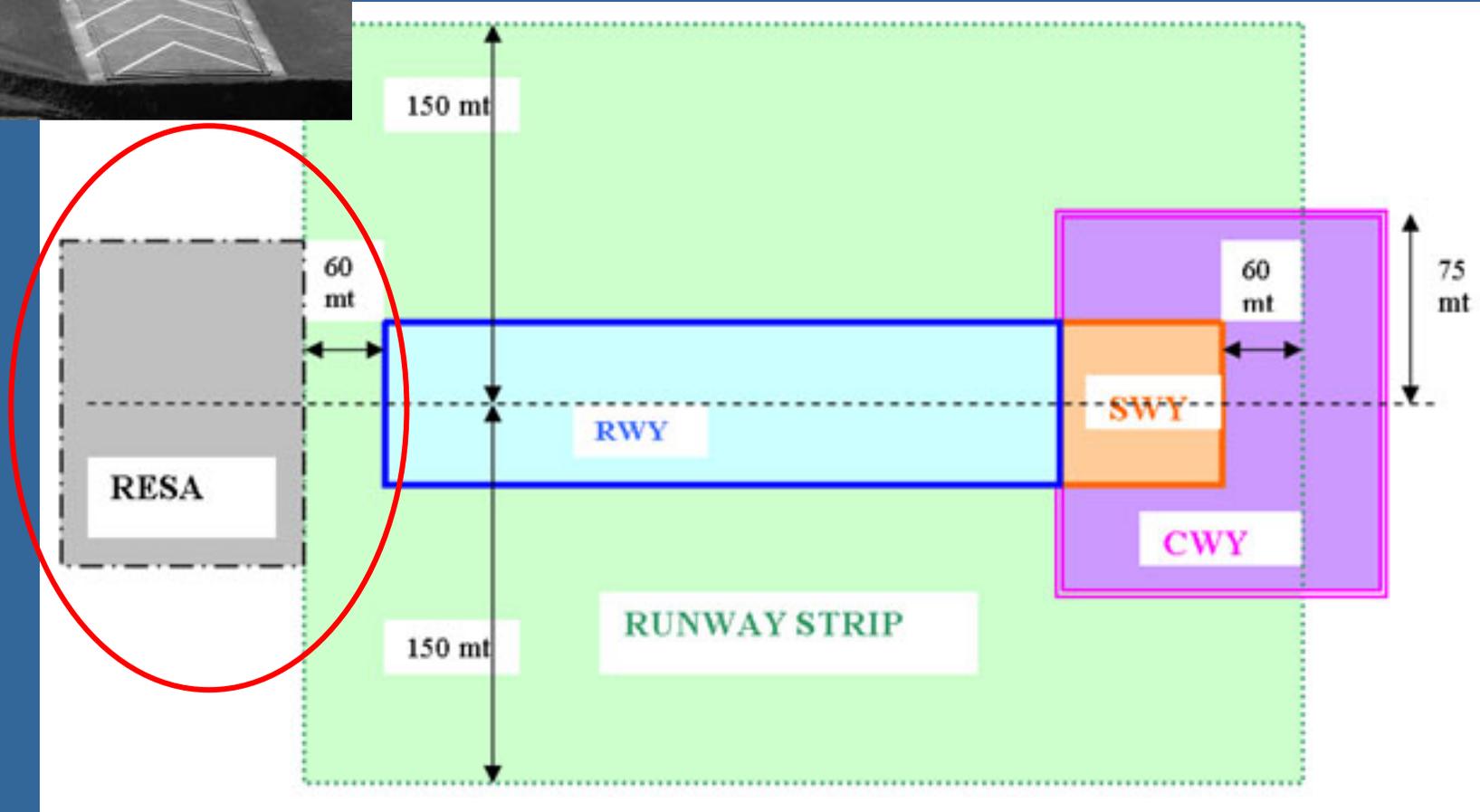
*Área simétrica em relação à extensão da linha central da pista de pouso/decolagem e adjacente ao final da mesma, primariamente destinada a reduzir o risco de danos a uma aeronave que pouse curto ou ultrapasse os limites da pista.*

- *“shall extend from the end of a runway strip to a distance of **at least 90m**”*
- *“**Recommendation:** should, **as far as practicable**, extend from the end of a runway strip to a distance of at least:
  - **240 m** where the code number is 3 or 4; and
  - **120 m** where the code number is 1 or 2.”*

Fonte: ICAO Annex 14, volume I, chapter 3, paragraph 3.5



# Conceitos: Runway End Safety Area (RESA)





# Roteiro

- Conceitos e Definições
- Pousos e Decolagens
- Dispositivos de Parada



## Requisitos Técnicos Aplicáveis

- **AERONAVES:**

- Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica RBHA 23 (aeronaves até 5600 kg) RBHA 25 (Aeronaves acima de 5600 kg).  
Corresponde ao CFR 14 - FAR Part 23 e FAR Part 25, respectivamente (Estados Unidos)

- **AEROPORTOS:**

- Anexo 14 da convenção de Chicago, Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica RBHA 139 (Certificação Operacional de Aeroportos), entre outros.



## Riscos na Decolagem e Pouso

1. Abortiva de decolagem em condição crítica ou em emergência (falhas nos sistemas de frenagem)
2. Pouso em situação crítica ou em emergência (falhas nos sistemas de frenagem)



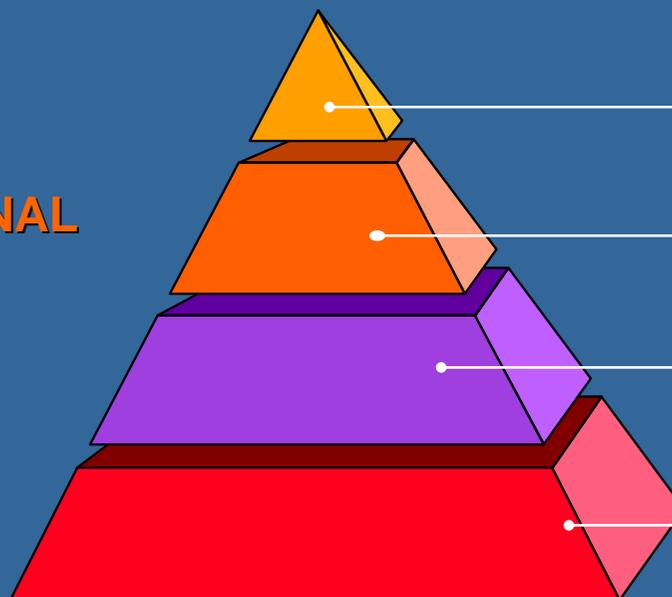
# Estrutura Legal

**MUNDIAL**

**INTERNACIONAL**

**GOVERNO**

**SISTEMA**



Convenção de Aviação Civil  
Anexos ICAO

Acordos Bilaterais

Código Brasileiro de Aeronáutica

NSCA / RBHA / DCA / Outros...



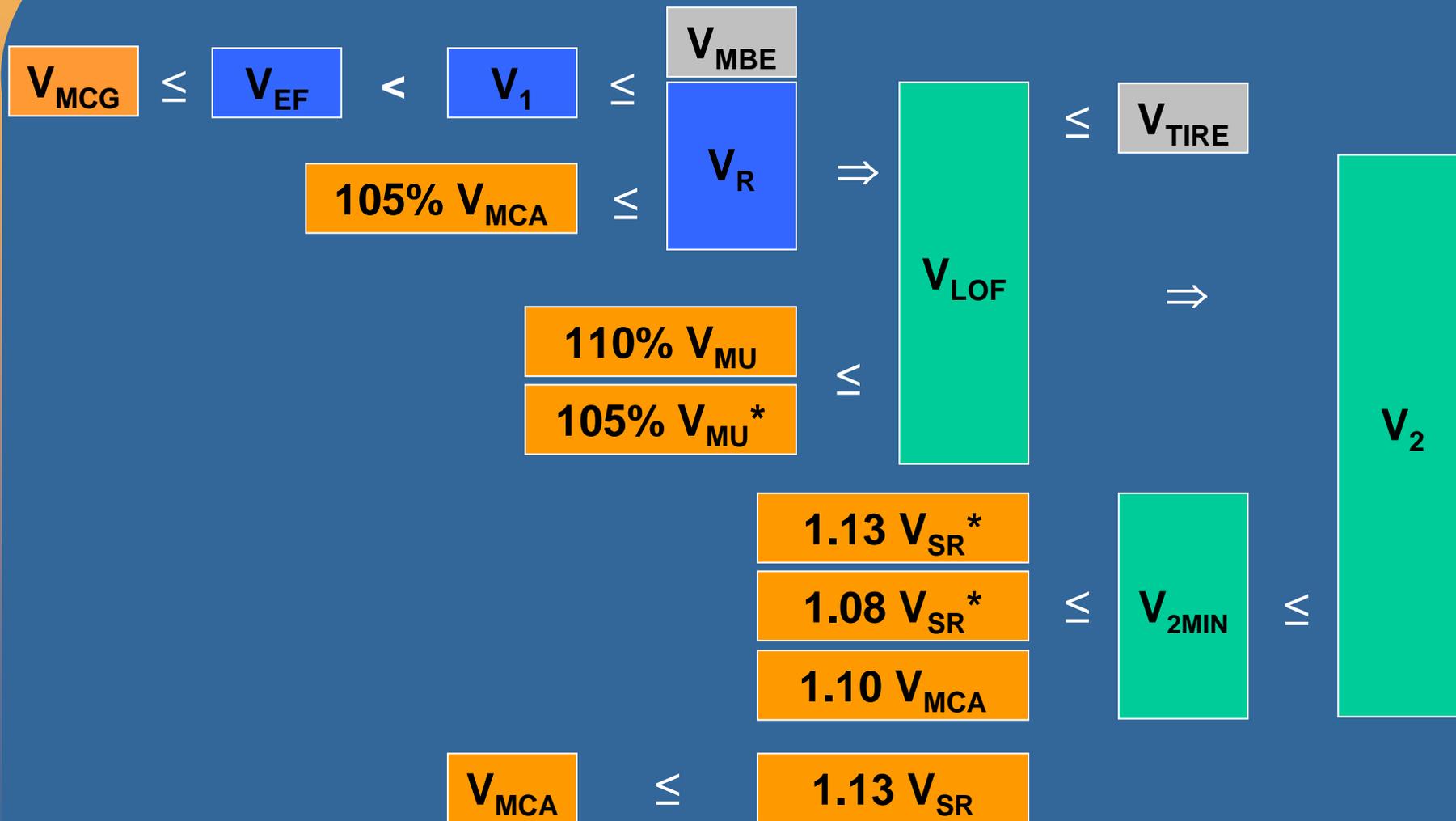
# DECOLAGEM

## Problema:

Abortiva de decolagem em condição crítica ou em emergência (falhas nos sistemas de frenagem)



# Velocidades Associadas à Decolagem





# Velocidades Associadas à Decolagem

<b>Velocidades</b>			
<b>De projeto</b>	<b>Determinadas por Ensaio em Vôo</b>	<b>Escolhidas pelo fabricante</b>	<b>Resultantes de Ensaio em Vôo</b>
$V_{tire}$	$V_s$	$V_{ef}$	$V_{lof}$
$V_{mbe}$	$V_{mca}$	$V_r$	$V_2$
	$V_{mcg}$	$V_1$	
	$V_{mu}$		



## Distância de Aceleração e Parada - ASD

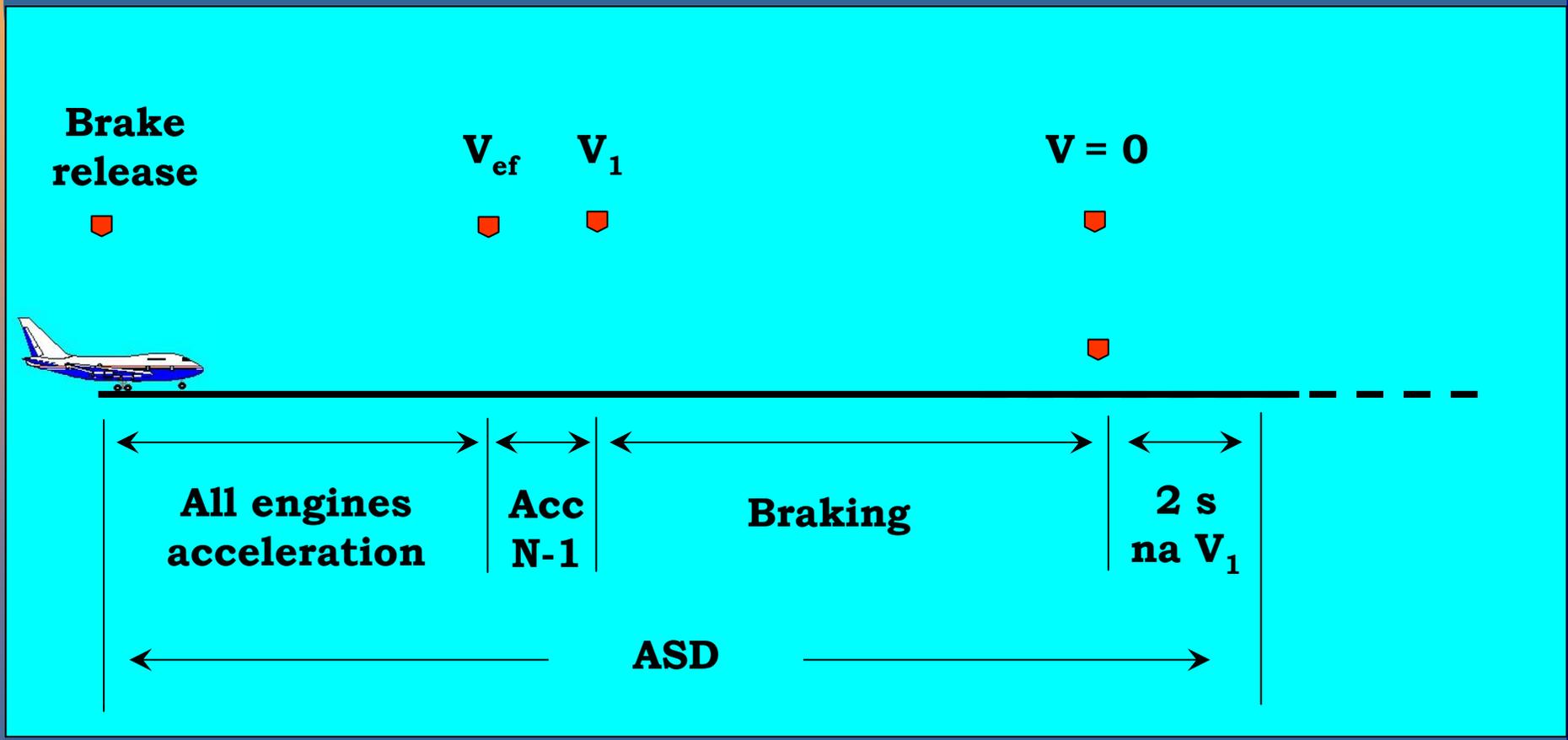
Por requisito, o fabricante da aeronave deve demonstrar a ASD, para cada condição de decolagem, publicando-a no Manual de Vôo da Aeronave.

### ASD é definida como:

- A soma das distâncias necessárias para:
  - acelerar com todos os motores até a  $V_{EF}$  (pane),
  - acelerar N-1 até  $V_1$ ,
  - parar a ANV,
  - + 2 s na  $V_1$ .
- A soma das distâncias necessárias para:
  - acelerar com todos os motores até a  $V_1$ ,
  - parar a ANV,
  - + 2 s na  $V_1$ .

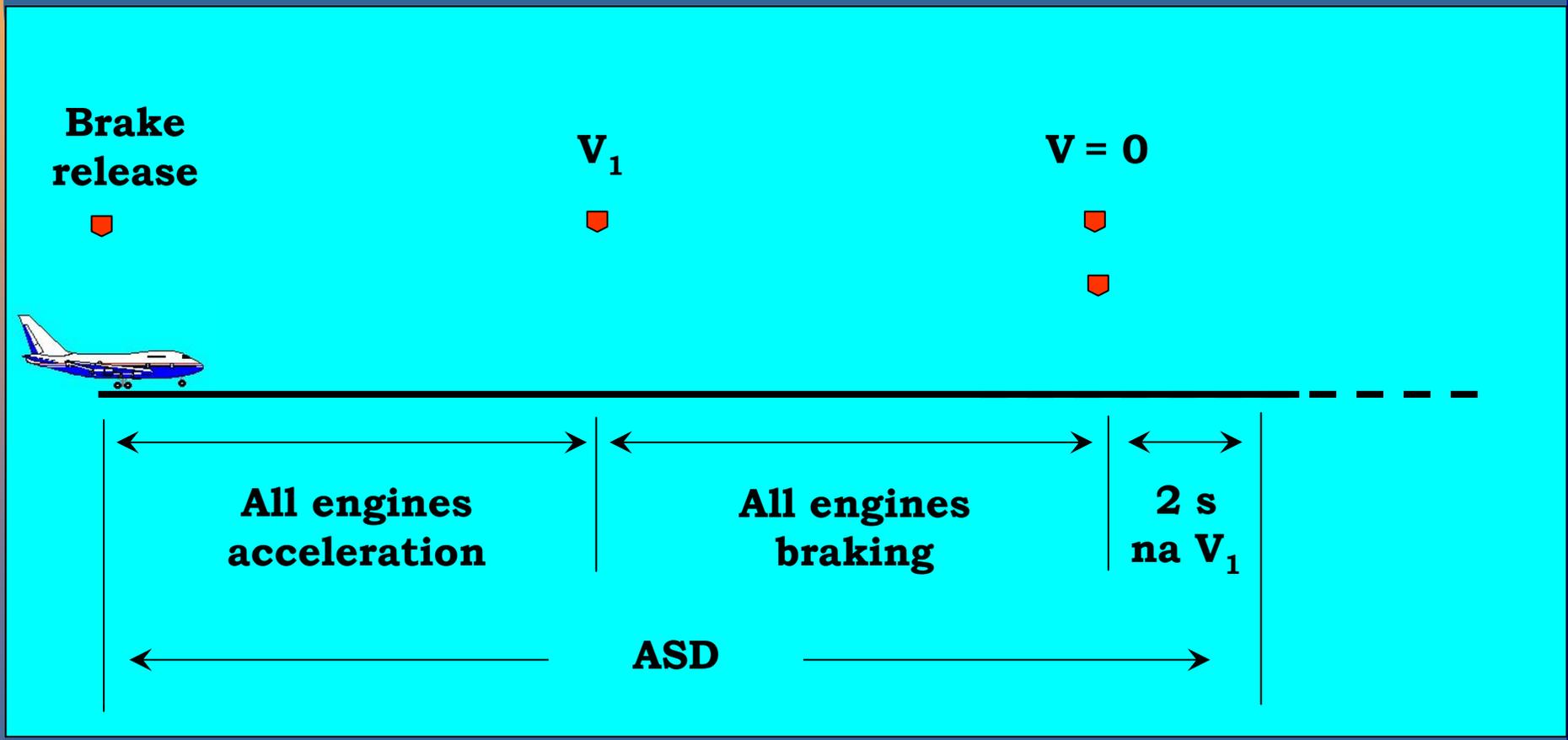


# Aceleração e Parada COM falha de motor





# Aceleração e Parada SEM falha de motor





## Parâmetros Influentes na ASD

- |                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| • <b>Altitude</b> ↑              | <b>Dist.</b> ↑ |
| • <b>Peso</b> ↑                  | <b>Dist.</b> ↑ |
| • <b>Temperatura</b> ↑           | <b>Dist.</b> ↑ |
| • <b>Gradiente de pista +</b> ↑  | <b>Dist.</b> ↓ |
| • <b>Coeficiente de atrito</b> ↑ | <b>Dist.</b> ↓ |
| • <b>Vento de proa</b> ↑         | <b>Dist.</b> ↓ |



# POUSO

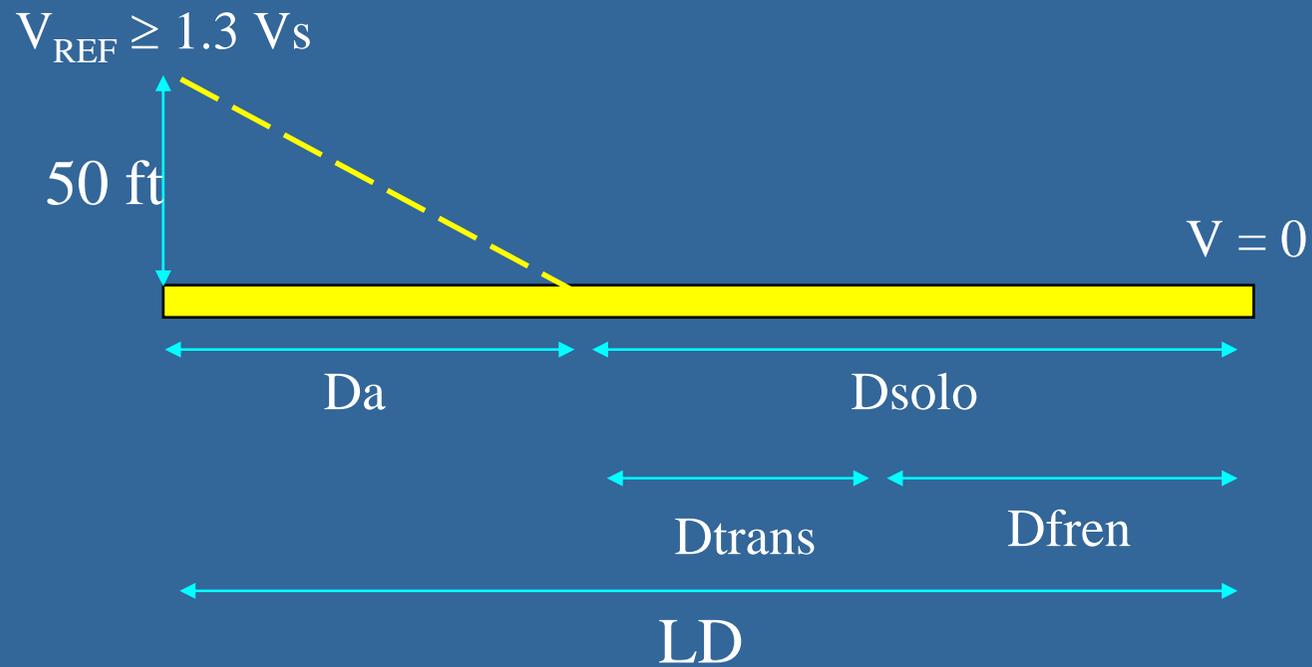
## Problema:

Pouso em situação crítica ou em emergência  
(falhas nos sistemas de frenagem)



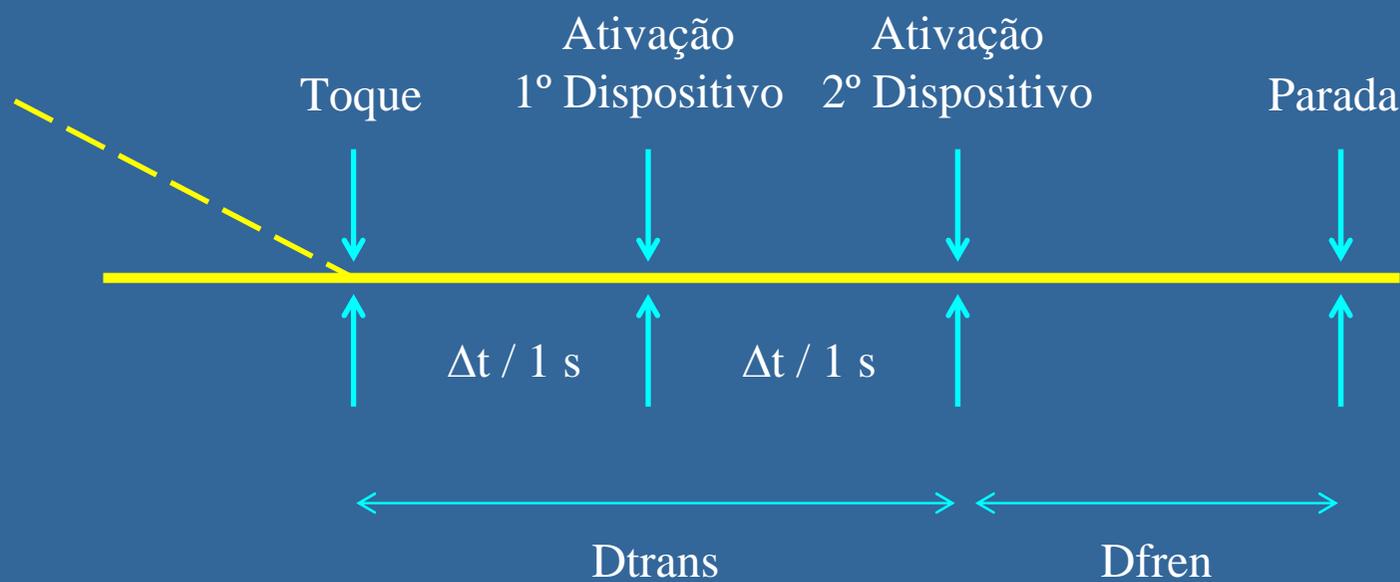
# Pouso

Segmentos: distância no ar + distância no solo





# Pouso





## Parâmetros Influentes na Distância de Pouso

- |                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| • <b>Altitude</b> ↑              | <b>Dist.</b> ↑ |
| • <b>Peso</b> ↑                  | <b>Dist.</b> ↑ |
| • <b>Temperatura</b> ↑           | <b>Dist.</b> ↑ |
| • <b>Gradiente de pista +</b> ↑  | <b>Dist.</b> ↓ |
| • <b>Coeficiente de atrito</b> ↑ | <b>Dist.</b> ↓ |
| • <b>Vento de proa</b> ↑         | <b>Dist.</b> ↓ |



## Variáveis incluídas nas margens de segurança

- altura de passagem na cabeceira da pista
- dispersão no ponto de impacto
- velocidade ao tocar o solo
- aderência e características da pista
- técnica de utilização dos freios
- utilização de recursos aerodinâmicos de arrasto

Margem de segurança > 60%



## Determinação da Distância de Pouso

- **Distância no ar ( $\approx 6s$ )**
  - rampa estabilizada ( $-3^\circ$ )
  - velocidade determinada ( $V_{REF}$ )
  - pouca variação de tração
  - sem diminuição de atitude após 50 ft
  - sem mudança de configuração
  - a tração pode ser reduzida mas não aumentada
  - determinação por estatística



## Determinação da Distância de Pouso

- **Distância no solo**
  - determinação por estatística
  - reverso não é utilizado
  - utilização de freios
  - utilização de spoilers e outros sistemas com confiabilidade acima de determinado nível
  - pista molhada → aumento 15 %
  - ensaios com um motor inoperante



# Roteiro

- Conceitos e Definições
- Pousos e Decolagens
- Dispositivos de Parada

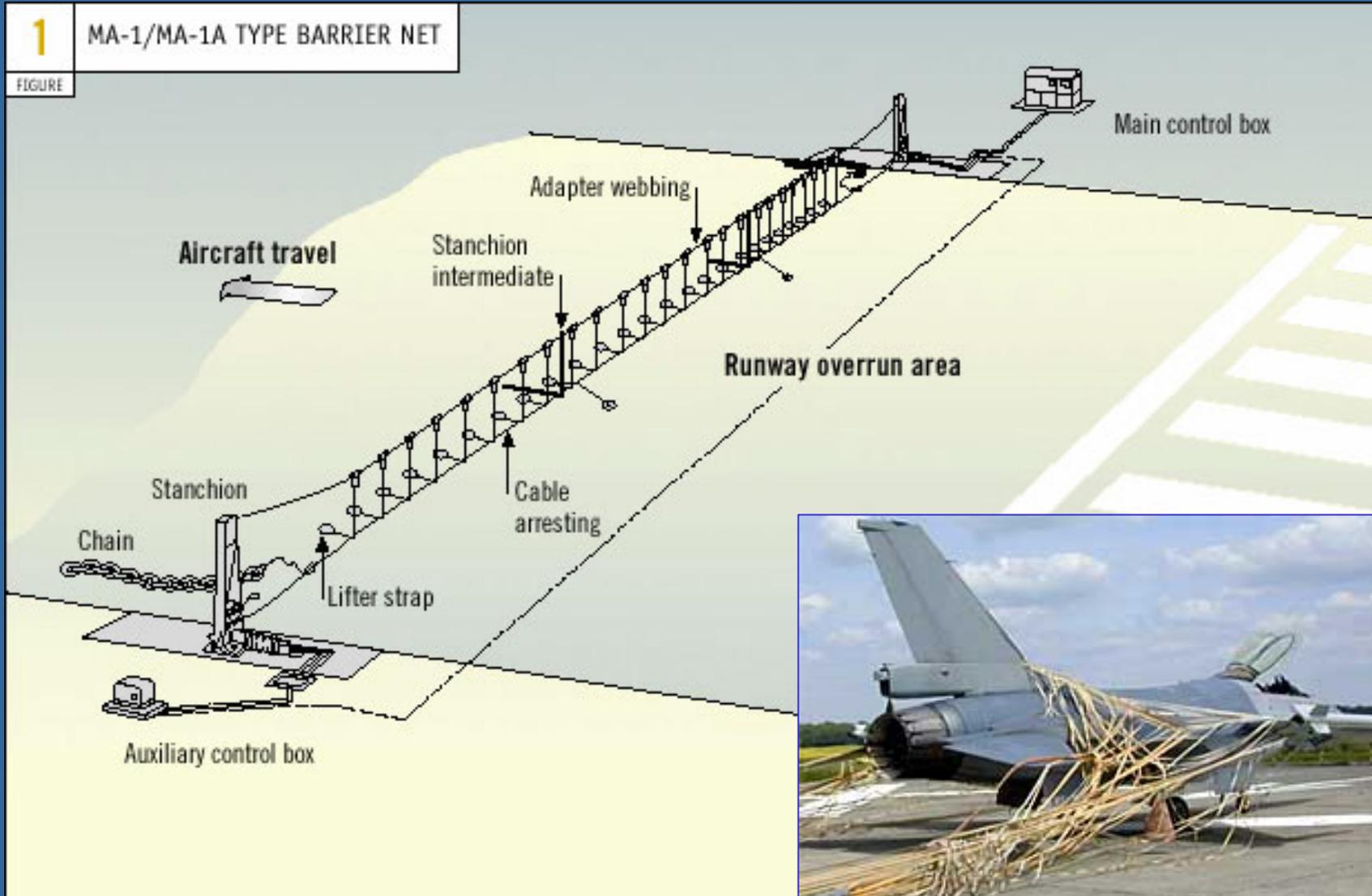


## Sistemas de Retenção de Aeronaves

1. Barreiras de Retenção
2. Cabos de Arrasto
3. “Engineered Materials Arresting Systems (EMAS).”



# Barreiras de Retenção





# Cabos de Retenção

2 BAK-12 ARRESTING GEAR CABLE

FIGURE





## Cabos de Retenção





# EMAS



Photo courtesy of Port Authority of NY & NJ

The FAA (in their AC150/5220-22A on EMAS systems) call for the design entry speed to be 70 knots.



# EMAS

