



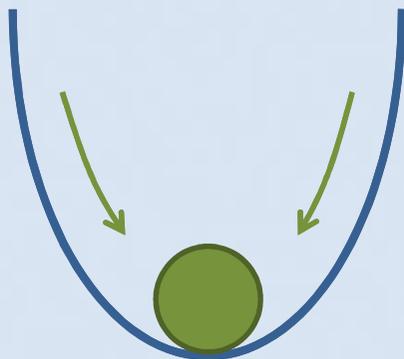
**08**

## **Estabilidade Longitudinal, Lateral e Direcional**

Prof. Diego Pablo

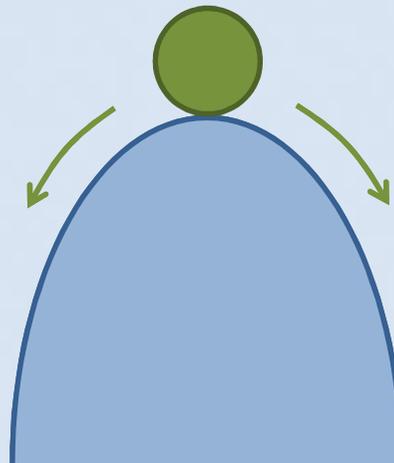
## Estabilidade Longitudinal

### Equilíbrio



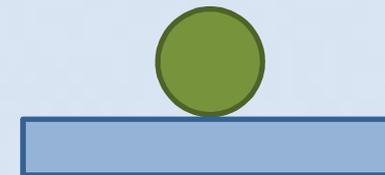
**Estável**

Tende a voltar ao equilíbrio espontaneamente



**Instável**

Se tirado do estado inicial tende a aumentar o desequilíbrio

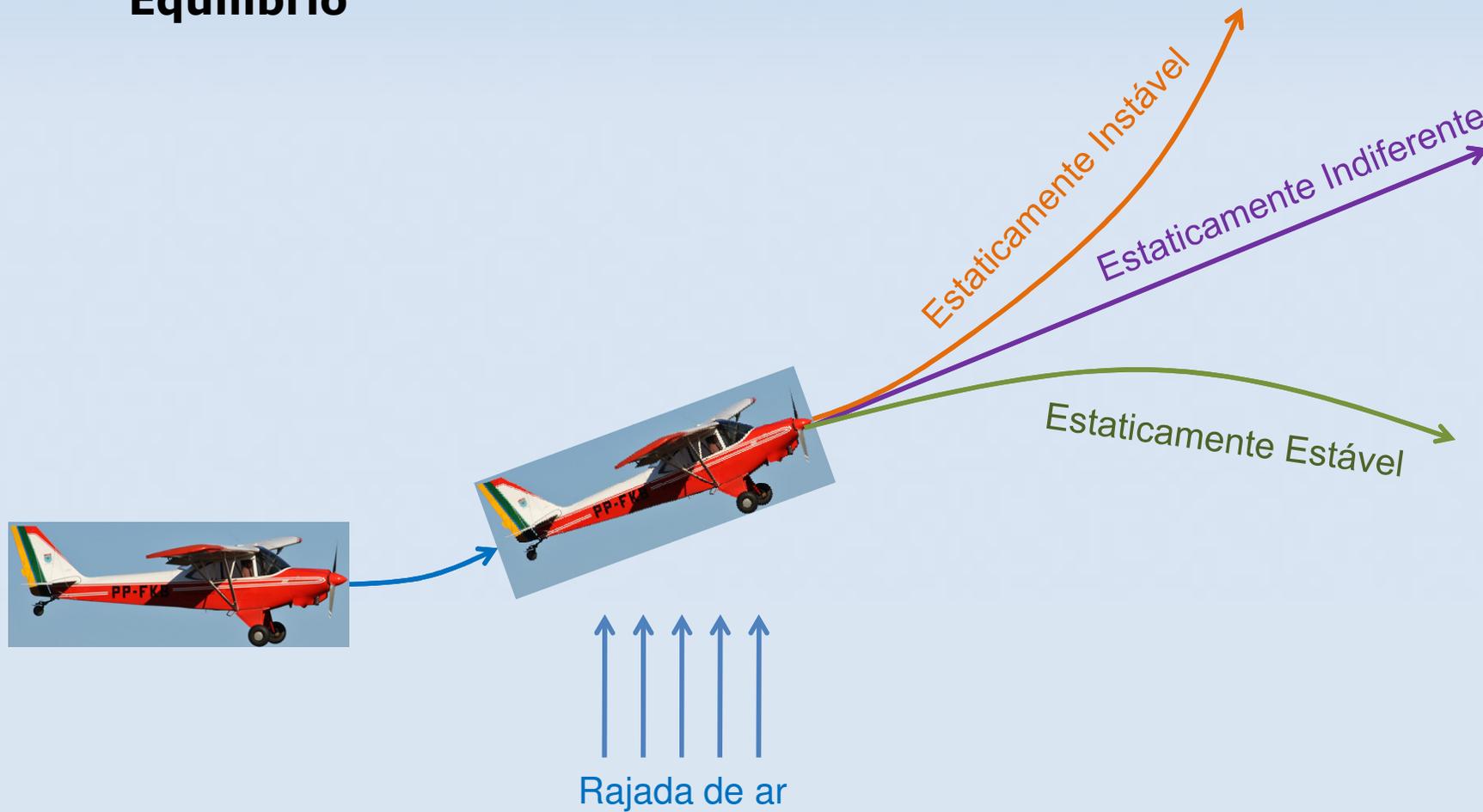


**Indiferente**

Não retorna e nem se afasta do estado inicial

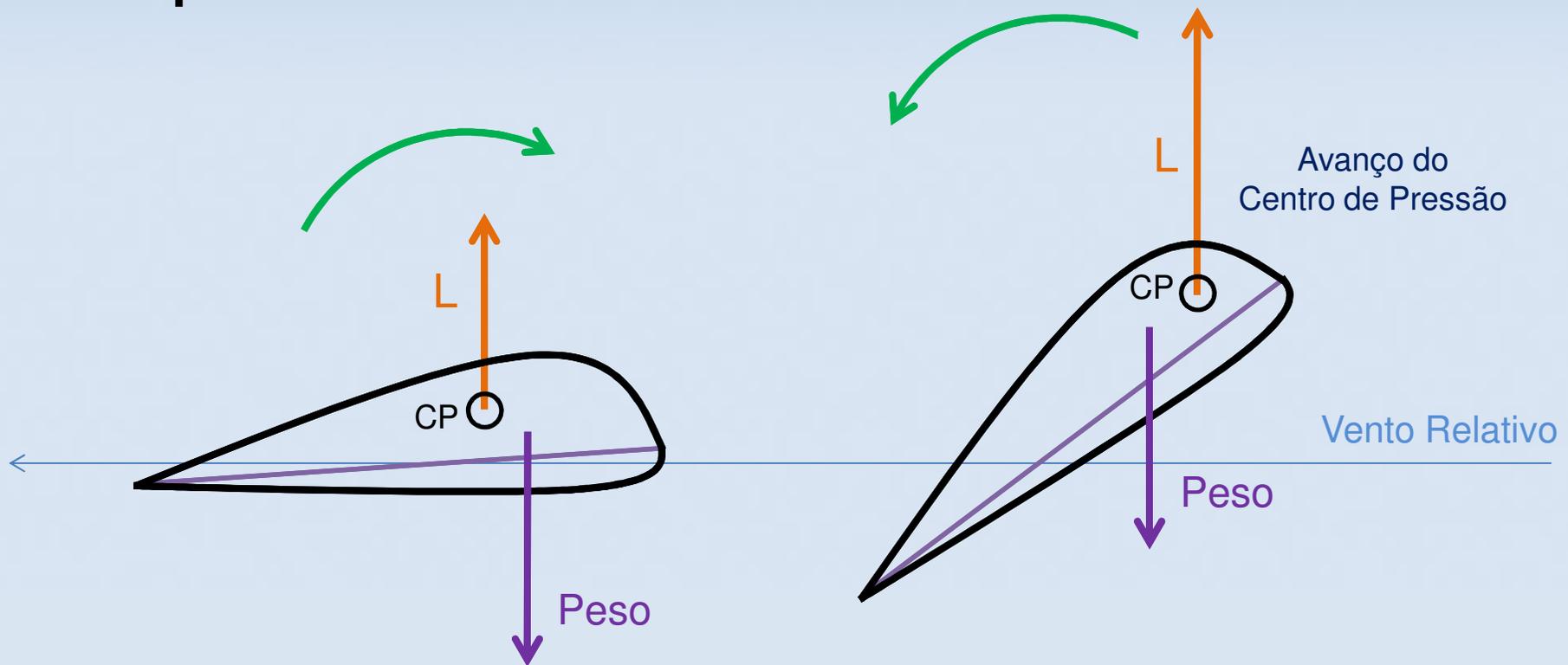
## Estabilidade Longitudinal

### Equilíbrio



## Estabilidade Longitudinal

### Equilíbrio



O perfil assimétrico da asa do avião é Estaticamente Instável

## Estabilidade Longitudinal

**Estabilizador Horizontal:** Perfil Simétrico estabiliza o voo

O Estabilizador Horizontal gera Sustentação Negativa



O Estabilizador Horizontal gera Sustentação Positiva



O Estabilizador Horizontal não gera sustentação  
( $\alpha = 0$ )

## Estabilidade Longitudinal

### Peso da cauda



Cauda leve: o avião tende a ser estável



Cauda pesada: o avião tende a ser instável

## Estabilidade Longitudinal

### Ponto Neutro



## Estabilidade Longitudinal

### Ponto Neutro



O avião com CG à frente do Ponto Neutro tende a ser Estável



O avião com CG atrás do Ponto Neutro tende a ser Instável

## Estabilidade Longitudinal

### Compensação para Equilíbrio

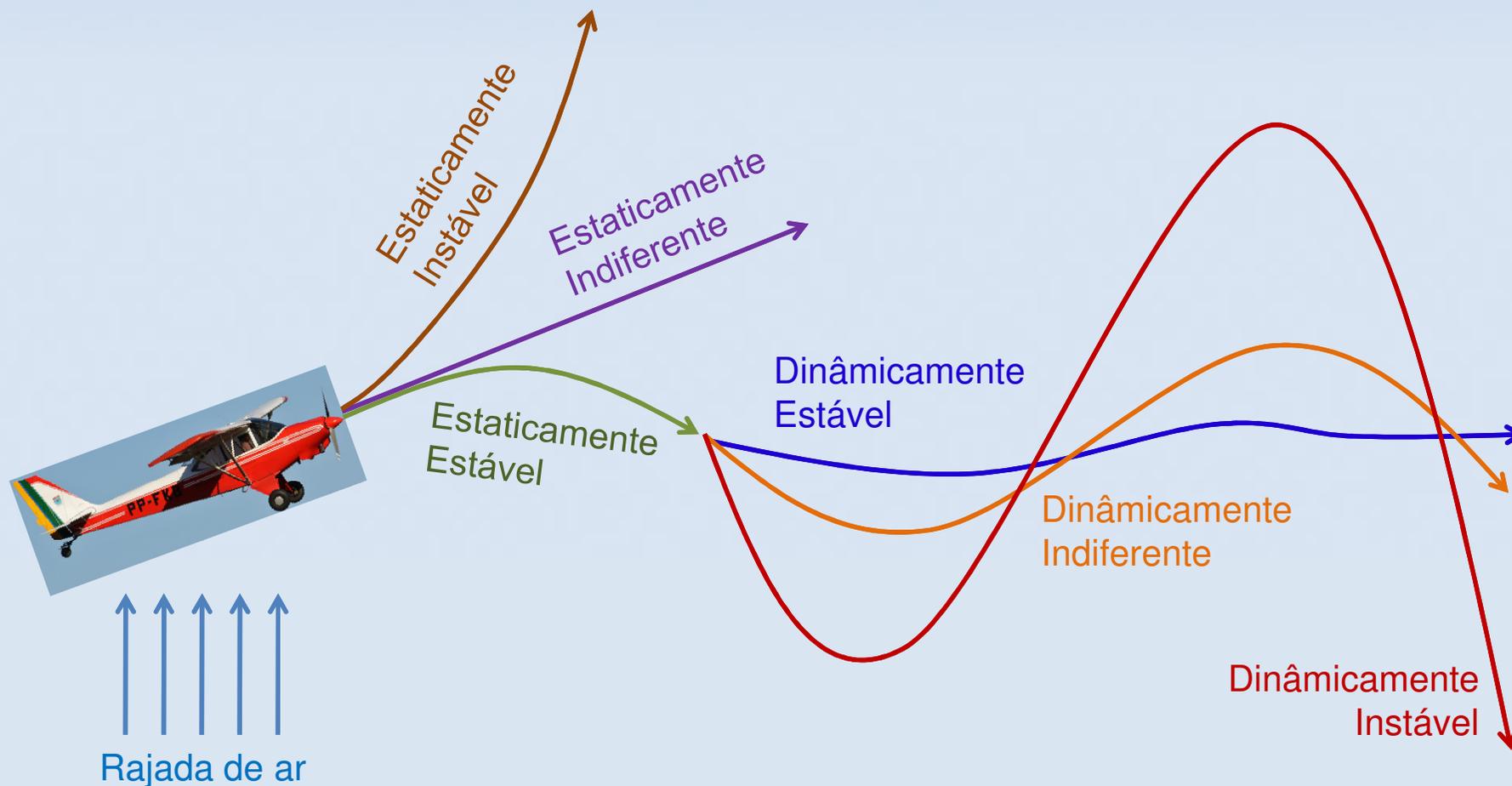
O Estabilizador Horizontal é compensado para gerar sustentação negativa e estabilizar o avião

- Se a velocidade aumentar, o avião tende a subir, devido ao aumento de sustentação no Estabilizador Horizontal
- Se a velocidade diminuir, o avião tende a descer, permanecendo acima da Velocidade de Estol



## Estabilidade Longitudinal

### Estabilidade Dinâmica



## Estabilidade Longitudinal

Um avião pode ser:

Estaticamente:

Estável

Indiferente

Instável



Dinamicamente:

Estável

Indiferente

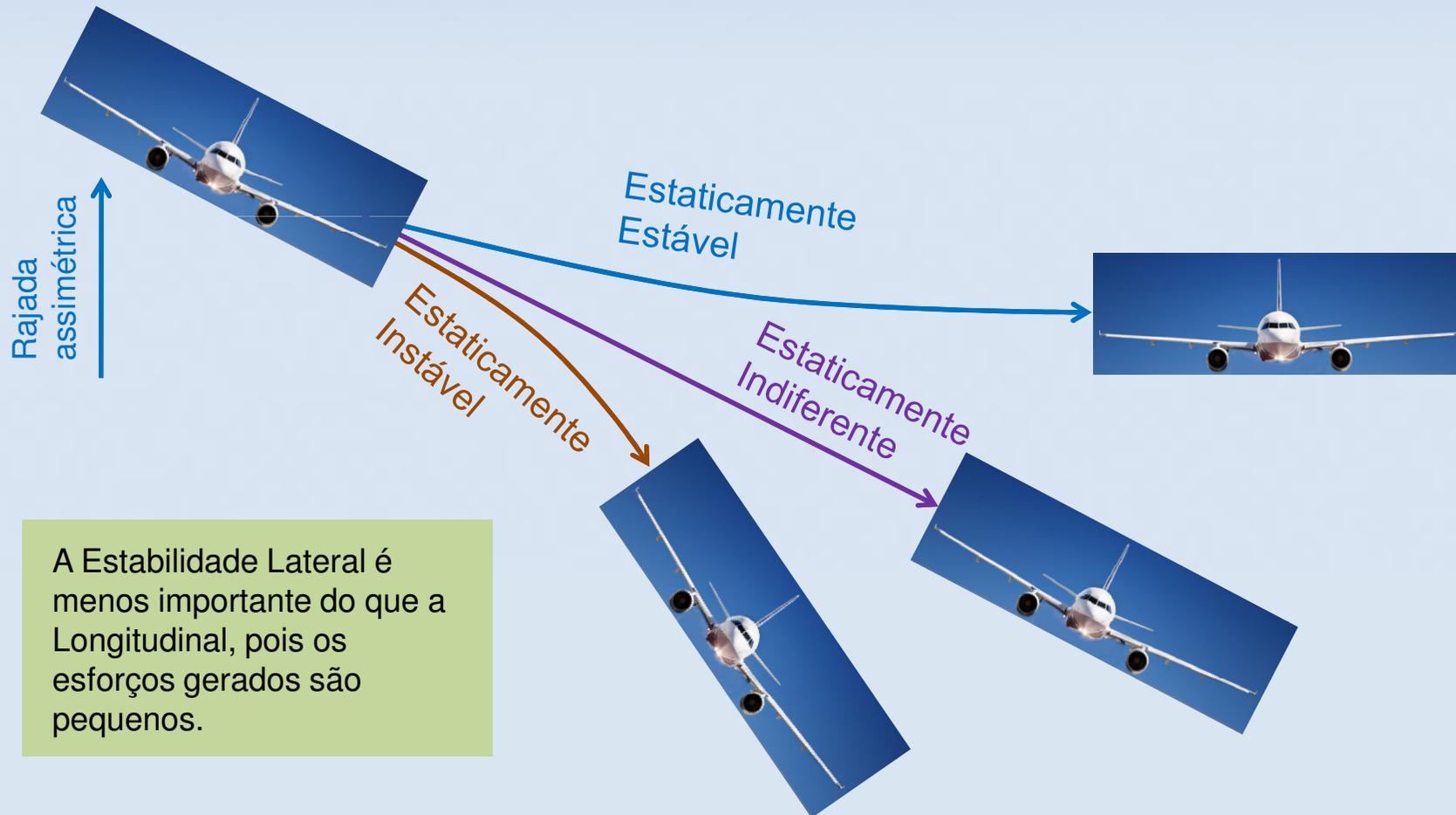
Instável

- Todo avião deve ser Estaticamente e Dinamicamente Estável
- Aviões de passageiros geralmente são mais estáveis
- Aviões de acrobacias são menos estáveis, portanto mais manobráveis
- Um avião excessivamente estável pode tornar-se muito difícil de ser manobrado, pois resiste aos comandos do piloto



## Estabilidade Lateral

Estabilidade em torno do eixo longitudinal



A Estabilidade Lateral é menos importante do que a Longitudinal, pois os esforços gerados são pequenos.

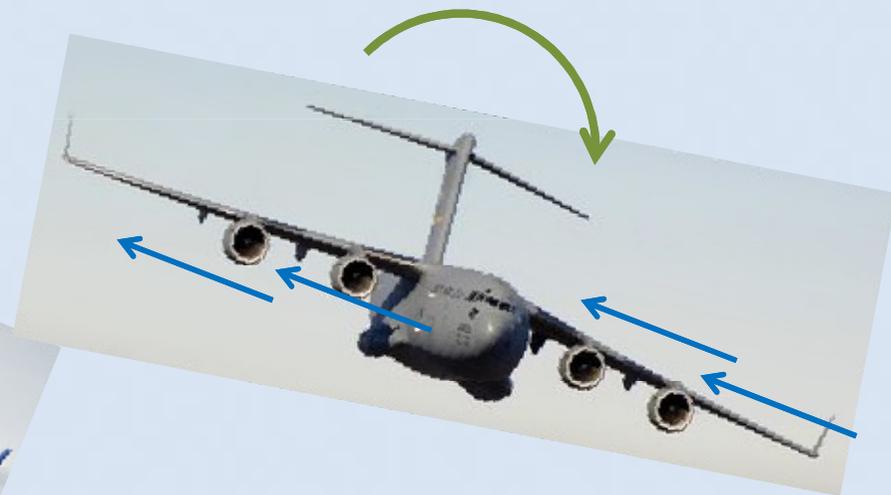
## Estabilidade Lateral

### Fatores que influenciam na Estabilidade Lateral

1- Diedro



Diedro Positivo  
Maior Estabilidade Lateral



Diedro Negativo  
Menor Estabilidade Lateral

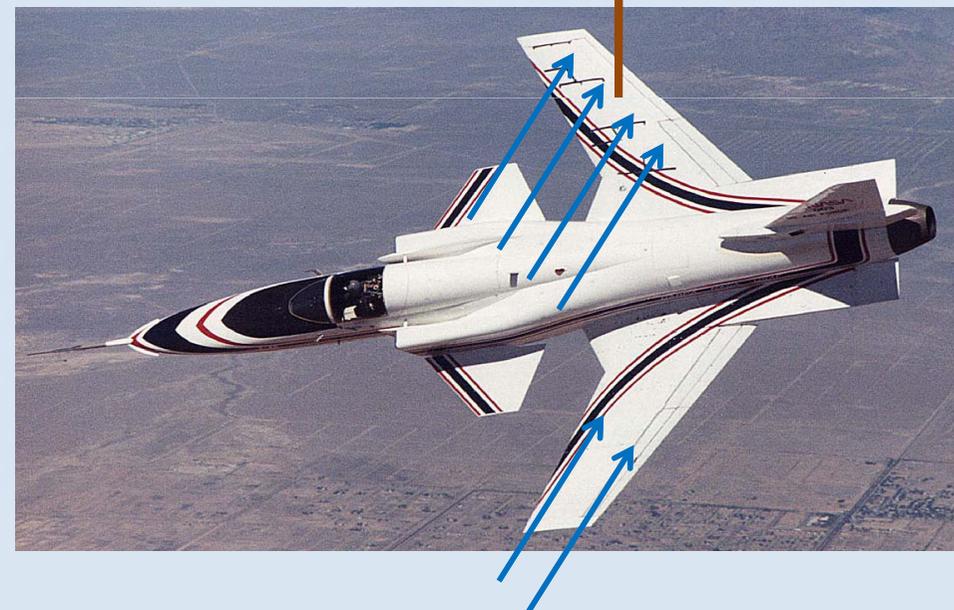
## Estabilidade Lateral

### Fatores que influenciam na Estabilidade Lateral

#### 2- Enflechamento



Enflechamento Positivo  
Maior Estabilidade Lateral

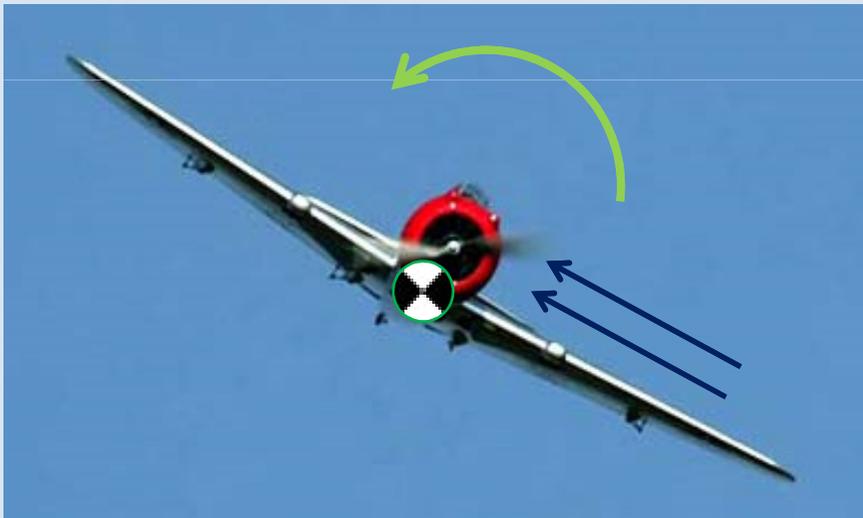


Enflechamento Negativo  
Menor Estabilidade Lateral

## Estabilidade Lateral

### Fatores que influenciam na Estabilidade Lateral

#### 3- Efeito de Quilha



CG abaixo da área lateral  
Maior Estabilidade Lateral



CG acima da área lateral  
Menor Estabilidade Lateral

## Estabilidade Lateral

### Fatores que influenciam na Estabilidade Lateral

#### 4- Efeito de Fuselagem



Grande área de fuselagem abaixo da asa  
Maior Estabilidade Lateral



Grande área de fuselagem acima da asa  
Menor Estabilidade Lateral

## Estabilidade Lateral

### Fatores que influenciam na Estabilidade Lateral

5- Distribuição de Pesos (ou Efeito Pêndulo)



Asa Alta  
Maior Estabilidade Lateral



Asa Baixa  
Menor Estabilidade Lateral

## Estabilidade Lateral

### Fatores que influenciam na Estabilidade Lateral

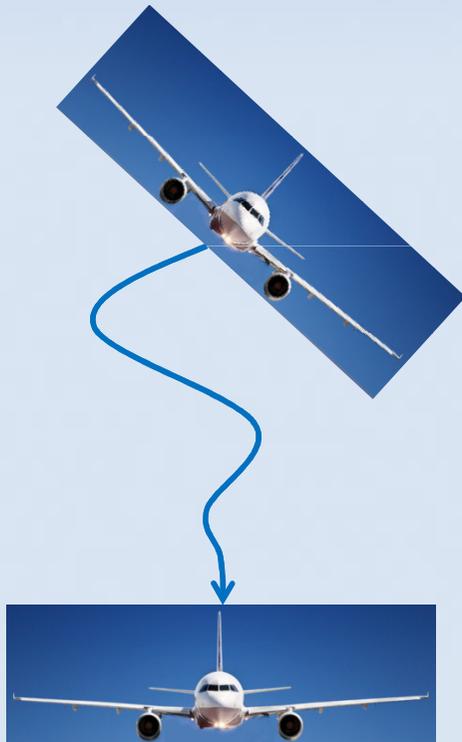
- 1- Diedro
- 2- Enflechamento
- 3- Efeito de Quilha
- 4- Efeito de Fuselagem
- 5- Distribuição de Pesos (ou Efeito Pêndulo)

Um avião não deve ter excesso de Estabilidade Lateral, pois pode tornar os Ailerons ineficazes para manobras

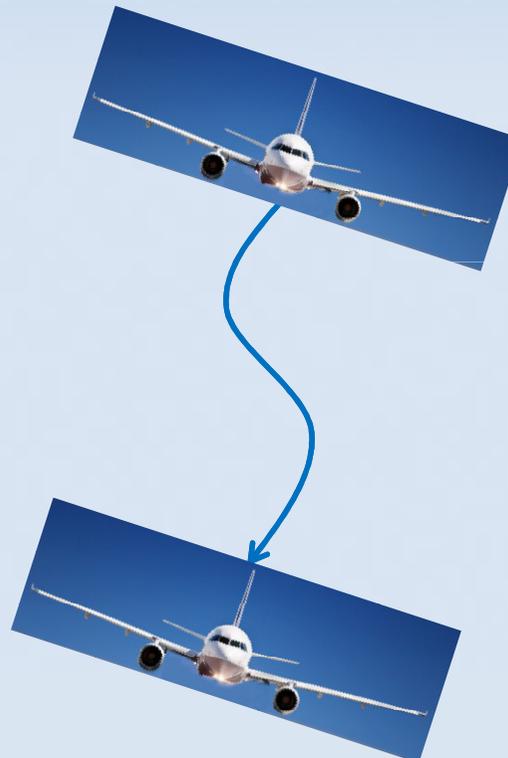


## Estabilidade Lateral

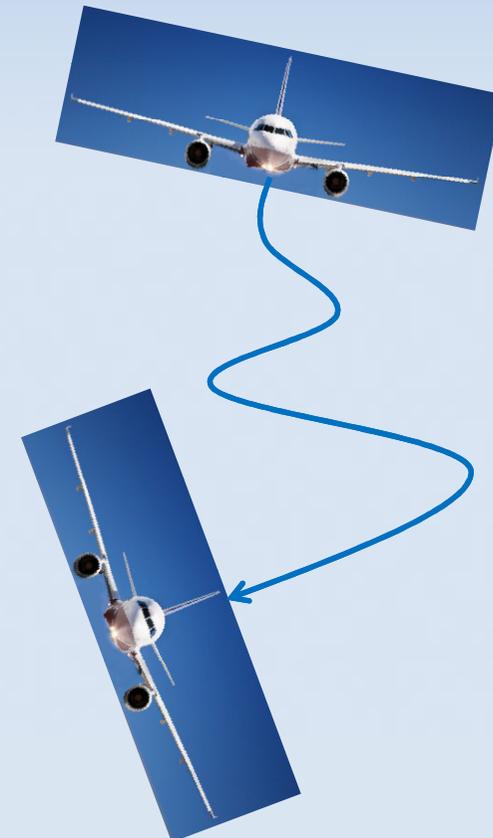
### Estabilidade Dinâmica



Dinamicamente Estável

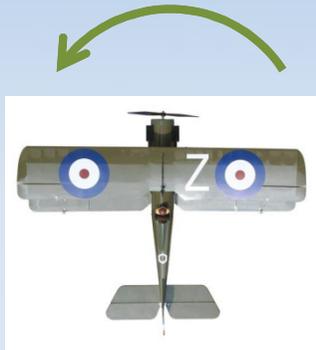


Dinamicamente Indiferente

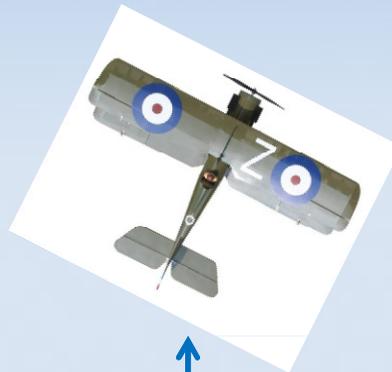


Dinamicamente Instável

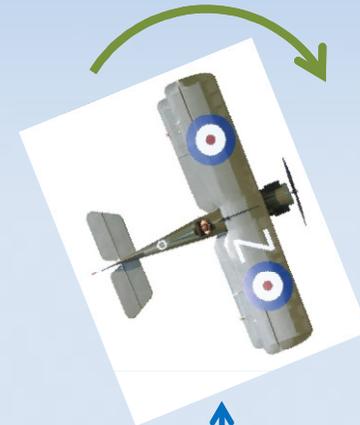
## Estabilidade Direcional



Estaticamente  
Estável



Estaticamente  
Indiferente

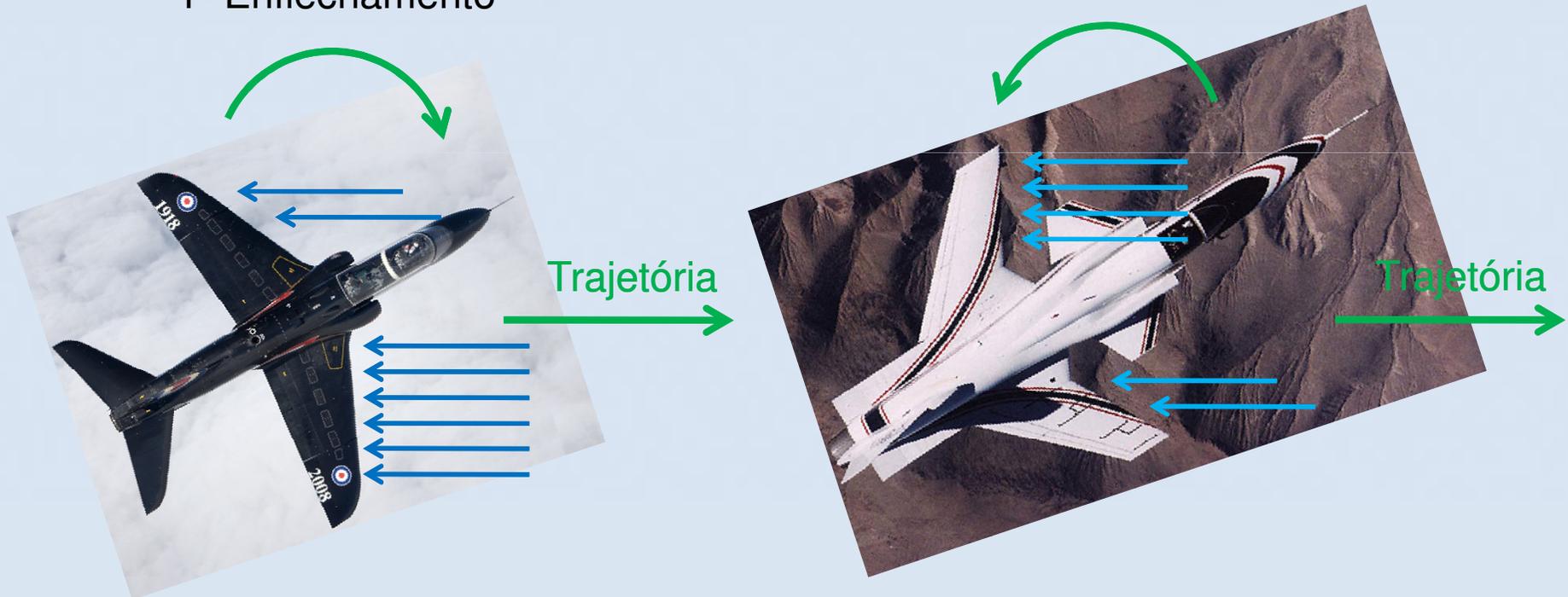


Estaticamente  
Instável

## Estabilidade Direcional

### Fatores que influenciam na Estabilidade Direcional

#### 1- Enflechamento



Enflechamento Positivo  
Maior Estabilidade Direcional

Enflechamento Negativo  
Menor Estabilidade Direcional

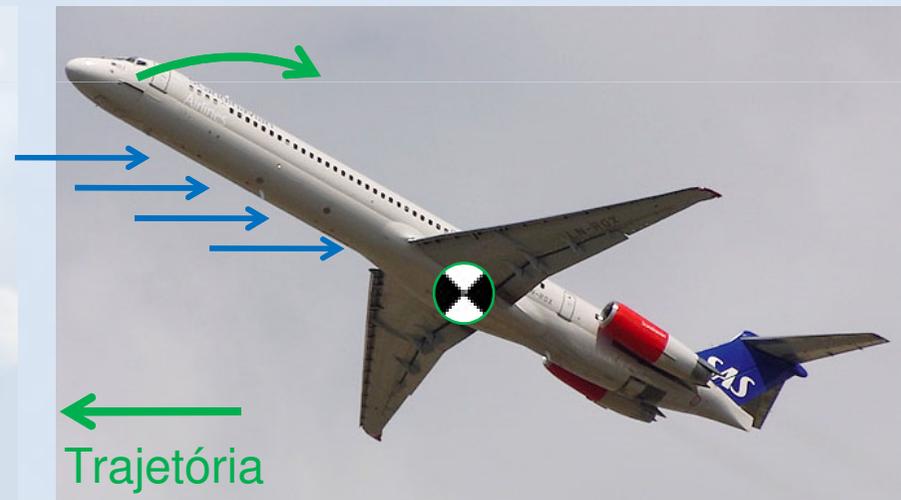
## Estabilidade Direcional

### Fatores que influenciam na Estabilidade Direcional

#### 2- Efeito de Quilha



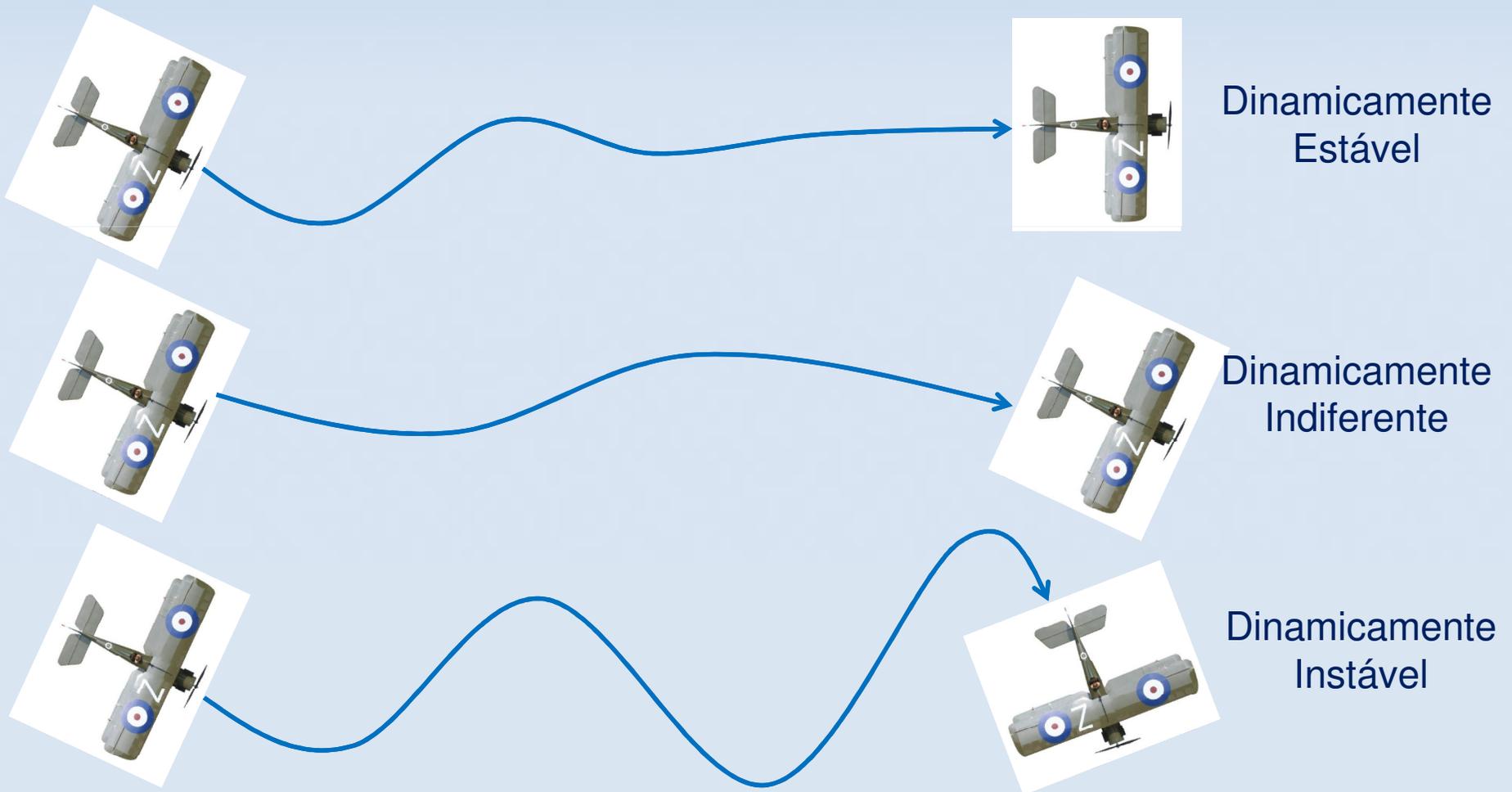
Grande área lateral atrás do CG  
Maior Estabilidade Direcional



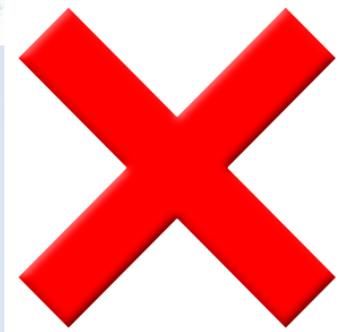
Grande área lateral à frente do CG  
Menor Estabilidade Direcional

## Estabilidade Direcional

### Estabilidade Dinâmica



## Exercícios



## Exercícios

Uma bola colocada sobre uma mesa plana tem equilíbrio estático do tipo:

- a) Estável
- b) Instável
- c) Indiferente
- d) Qualquer dos acima

## Exercícios

Uma asa com perfil assimétrico possui equilíbrio do tipo:

- a) Estável
- b) Instável
- c) Indiferente
- d) Qualquer dos acima

## Exercícios

Se o piloto iniciar um mergulho e depois soltar o manche, um avião estável deverá:



a) Levantar o nariz

b) Baixar o nariz

c) Continuar o mergulho

d) Nenhuma das acima

## Exercícios

Para aumentar a velocidade de um avião estável é preciso:

- a) Aumentar a potência
- b) Empurrar o manche à frente
- c) Ambas acima
- d) Aumentar a potência e cabrar

## Exercícios

O efeito de fuselagem tem influência na estabilidade:

- a) Lateral
- b) Direcional
- c) Longitudinal
- d) Lateral e direcional

## Exercícios

Quando a área lateral acima do CG é maior do que a área abaixo do CG, o avião terá equilíbrio lateral:



a) Estável

b) Instável

c) Indiferente

d) Qualquer das acima

## Exercícios

Os seguintes recursos podem ser usados para criar estabilidade direcional:

- a) Enflechamento e efeito de quilha
- b) Efeito de quilha e diedro
- c) Diedro e enflechamento
- d) Todos os acima

## Exercícios

Quando a área lateral À frente do CG é maior do que a área atrás do CG, o avião tende a possuir equilíbrio direcional do tipo:

- a) Estável
- b) Instável
- c) Indiferente
- d) Qualquer dos acima