



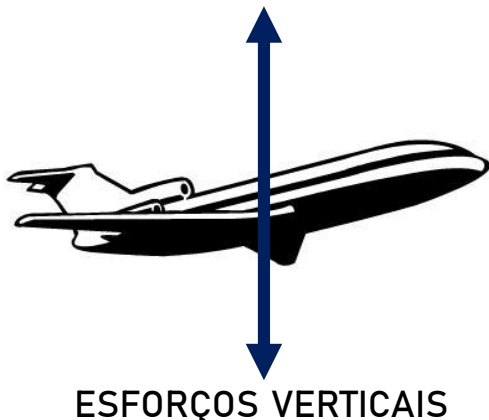
## CONCEITO

Durante o voo a aeronave está exposta a forças que provocam esforços na estrutura. Independente do tipo de voo, seja voo em linha reta horizontal, subida, descida, planado, curvas... Esses esforços são gerados por cargas dinâmicas que aparecem durante a modificação de atitude do avião em relação ao espaço. Elas podem ser horizontais ou verticais. As cargas dinâmicas são fracas e pouco aparecem no voo, as cargas verticais, ao contrário, predominantes em qualquer tipo de voo e são muito importantes.

Cargas dinâmicas horizontais podem ser no sentido longitudinal ou transversal.



Cargas dinâmicas verticais



O fator de carga é o que gera o aparecimento de cargas dinâmicas na estrutura da aeronave. Fator de carga é a relação que existe entre a sustentação produzida por uma acft e o seu peso, conforme mostra a fórmula abaixo:

$$\text{Fator Carga} = \frac{L (\text{Sustentação})}{W (\text{Peso})}$$

## VARIAÇÕES DE FATOR DE CARGA

Toda vez que houver modificação da sustentação envolvida no movimento, haverá variação do fator de carga. De uma maneira geral, pode-se dizer que em voo em linha reta horizontal o fator de carga é um; ao cabrar, maior que um; ao picar pode ser menor que um ainda positivo, zero ou negativo – dependendo da magnitude do comando aplicado. Se for descrita uma trajetória parabólica o fator de carga envolvido será igual a zero e se o comando for uma picada violenta, será negativo.

Quando o fator de carga é nulo, os objetos tendem a flutuar momentaneamente e quando o fator de carga é negativo os objetos tendem a ser lançados em direção ao teto da acft de forma brusca.

## CAUSADORES DE FATORES DE CARGA ELEVADOS

Podem gerar fatores de cargas elevados: voo em curvas, manobras, rajadas de vento e recuperação de mergulhos.

## VOO EM CURVA

Em curva nivelada, conforme visto no capítulo de voo em curva, a sustentação deve ser maior que o peso, logo o fato de carga é maior que um. Quanto maior for a inclinação, maior deverá ser a sustentação para contrapor peso e consequentemente, maior será o fator de carga envolvido. Em curva os fatores de carga poderão ser maiores ou menores, mas sempre serão positivos.

→ Curva inclinada 60º é preciso que a sustentação seja duas vezes o valor do peso, logo o fator de carga associado a 60º de inclinação lateral é de 2G.

→ Curva inclinada 90º teria o G infinitamente grande, porque a sustentação é infinitamente grande (tende ao infinito).



## MANOBRAS

O piloto pode provocar grandes fatores de cargas em manobras se a sustentação for aumentada ou diminuída. Por isso, é muito importante conhecer os limites estruturais da aeronave. Cada avião possui os seus limites específicos, mas, de uma forma geral, pode-se dizer que aviões com finalidades diferentes terão limites diferentes:

### *Aviões de acrobacias*

Fator de carga positivo máximo: 6G

Fator de carga negativo máximo: -3G

### *Em aviões de linha aérea*

Fator de carga positivo máximo: + 2,5G

Fator de carga negativo máximo: -1G

### *Em aviões de treinamento*

Fator de carga positivo máximo: +3,8G

Fator de carga negativo máximo: -1,5G

## RAJADAS

Voando em linha reta horizontal o ângulo de ataque é pequeno - a sustentação é igual ao peso e o fator de carga é igual a 1. Se surgir uma rajada ascendente o ângulo de ataque aumentará bruscamente, aumentando a sustentação e consequentemente o fator de carga envolvido. Se este aumento for muito grande, poderá exceder limites estruturais e danificar a acft. Para evitar fatores de carga elevados em turbulência, deve-se reduzir a velocidade de acordo com as recomendações do fabricante do avião. Esta velocidade não pode ser muito baixa, pois a acft poderá estolar com o aumento do ângulo de ataque provocado por uma rajada ascendente e não pode ser muito alta, pois o avião ficará muito suscetível aos esforços gerados pela turbulência.

## RECUPERAÇÕES DE MERGULHOS

Durante a recuperação de mergulho podem ocorrer grandes fatores de carga muito elevados. Durante um mergulho a velocidade do avião é muito elevada, devido ao movimento descendente que este executa. No momento da recuperação (inverter o voo descendente para ascendente) a asa deve produzir sustentação para contrapor o peso e subir, e ao mesmo tempo força centrípeta – afinal, o movimento de recuperação não deixa de ser uma trajetória circular – logo, existe também força centrípeta associada.

Um dos maiores problemas associados a recuperação de mergulhos é o estol de alta velocidade que ocorre quando o piloto, na tentativa de recuperar do mergulho cabra o manche bruscamente excedendo o ângulo de ataque crítico da asa e estolando a acft – ainda que com velocidade – afinal, a baixa velocidade é consequência do estol – mas não é necessário haver baixa velocidade para ocorrer estol – o ângulo de ataque crítico apenas precisa ser ultrapassado.

Se ocorrer um estol de alta velocidade no momento da recuperação, deve-se ceder o manche a fim de que o nariz da acft baixe e ganhe energia na asa. A partir deste momento, o piloto pode novamente cabrar o manche, porém agora de uma forma suave para que a asa consiga criar sustentação suficiente para contrapor o peso e criar ainda força centrípeta – permitindo o movimento circular da recuperação do mergulho.

**IMPORTANTE:** Durante a recuperação de um mergulho, perde-se impreterivelmente altitude, logo, a manobra deve ser iniciada a uma certa altura do solo para que não ocorram acidentes.

**IMPORTANTE:** Se a acft entrar em estol de velocidade, para a recuperação do voo normal será perdida mais altitude – logo, a distância do solo é um fator que deve-se ter muita atenção, pois se estiver muito próximo do solo a acft não conseguirá ganhar energia e subir novamente.

## ESTOL DE VELOCIDADE – ACFTS COM CAUDA EM T

Em aviões que possuam a cauda em T, a recuperação pode ser impossível – porque quando a acft está com ângulos de ataque elevados, o profundor fica envolto por ar turbilhonado o que torna ineficiente os comandos – tornando impossível a recuperação. A solução para estol nesta acfts é instalar dispositivos que avisem o piloto antes da acft estolar, dando tempo para este retirar a condição de estol antes mesmo que ela ocorra.

