

Desorientação Aeroespacial e o Sistema Vestibular.

DOI: 10.5935/aborl-ccf.202200004

Rafael Saba Albertino

Nas últimas décadas, tivemos um aumento exponencial no número de voos e viajantes na enorme malha aérea existente no mundo. Este fato acarretou em um aumento de acidentes e sintomas durante o voo, que mesmo com todo o avanço tecnológico, todos nós estamos expostos.

Desde o século passado, a medicina aeroespacial vem evoluindo, principalmente no período entre guerras, e adquirindo conhecimentos importantes sobre o funcionamento da fisiologia humana em ambientes de altitudes.

Durante um voo, grande parte da percepção de nosso corpo no espaço, vem do sistema visual, mas quando estamos sem esse estímulo, como em dias nublados ou a noite, teremos a tendência a acreditar em nossa percepção vestibular, que em voo pode causar estímulos com respostas diferentes ao movimento da aeronave. Consequentemente, estaremos sujeitos a ter uma desorientação, que se define como uma percepção errada da posição do corpo/ aeronave em relação ao solo, isso caso não acompanhe as indicações de posicionamento no instrumental da aeronave.

Existem diversas causas de desorientação aeroespacial, podendo ser: visual, vestibular, proprioceptiva, posicional e temporal. Neste texto, vamos focar no sistema vestibular.

Em grandes altitudes, nosso organismo está exposto a diferentes concentrações de oxigênio, várias forças gravitacionais e diferentes temperaturas. Assim, nosso sistema vestibular pode nos confundir com sensações que não estão ocorrendo uma vez que interpretamos de forma diferente a nossa referência vestibular em relação ao solo, adquirida desde o início de nossas vidas.

Vale lembrar que os movimentos realizados durante o voo, estimulam exatamente os planos gravitacionais dos canais vestibulares (roll/pitch/yaw).

Quando ocorre um conflito ou deficiência sensorial entre os sistemas vestibular, visual e proprioceptivo, o sistema nervoso central analisa as ilusões que podem ocorrer sem a presença de doença. Essas ilusões são desencadeadas por estímulos fisiológicos que no voo trarão sensações de movimentos que não ocorrem, sendo portanto uma tontura fisiológica.

Nosso sistema vestibular pode apresentar quadros de desorientação tanto dos canais semicirculares (responsáveis pela percepção da aceleração angular), quanto dos otólitos (responsáveis pela percepção da aceleração linear e força gravitacional).

Nos canais semicirculares podemos ter dois tipos de estímulos que podem ser interpretados de forma errada em decorrência do movimento realizado pela aeronave. Em uma curva realizada de baixa aceleração angular, pode ser que não seja percebida. Por outro lado, em uma curva por um tempo maior que 10-15 segundos irá atuar o fenômeno da retração elástica. Este fenômeno ocorre quando a cúpula retorna para a posição neutra após 10 segundos, porque a endolinfa passa a adquirir a velocidade do movimento.

Nos órgãos otolíticos, o problema ocorre devido ao tipo de estímulo sobre a mácula (utricular/sacular) quando o movimento de aceleração linear mantido não se distingue do movimento de elevação da cabeça por exemplo, porque ambos possuem a mesma resultante gravitacional.

Vamos comentar abaixo sobre algumas ilusões vestibulares que podem ocorrer em manobras aéreas.

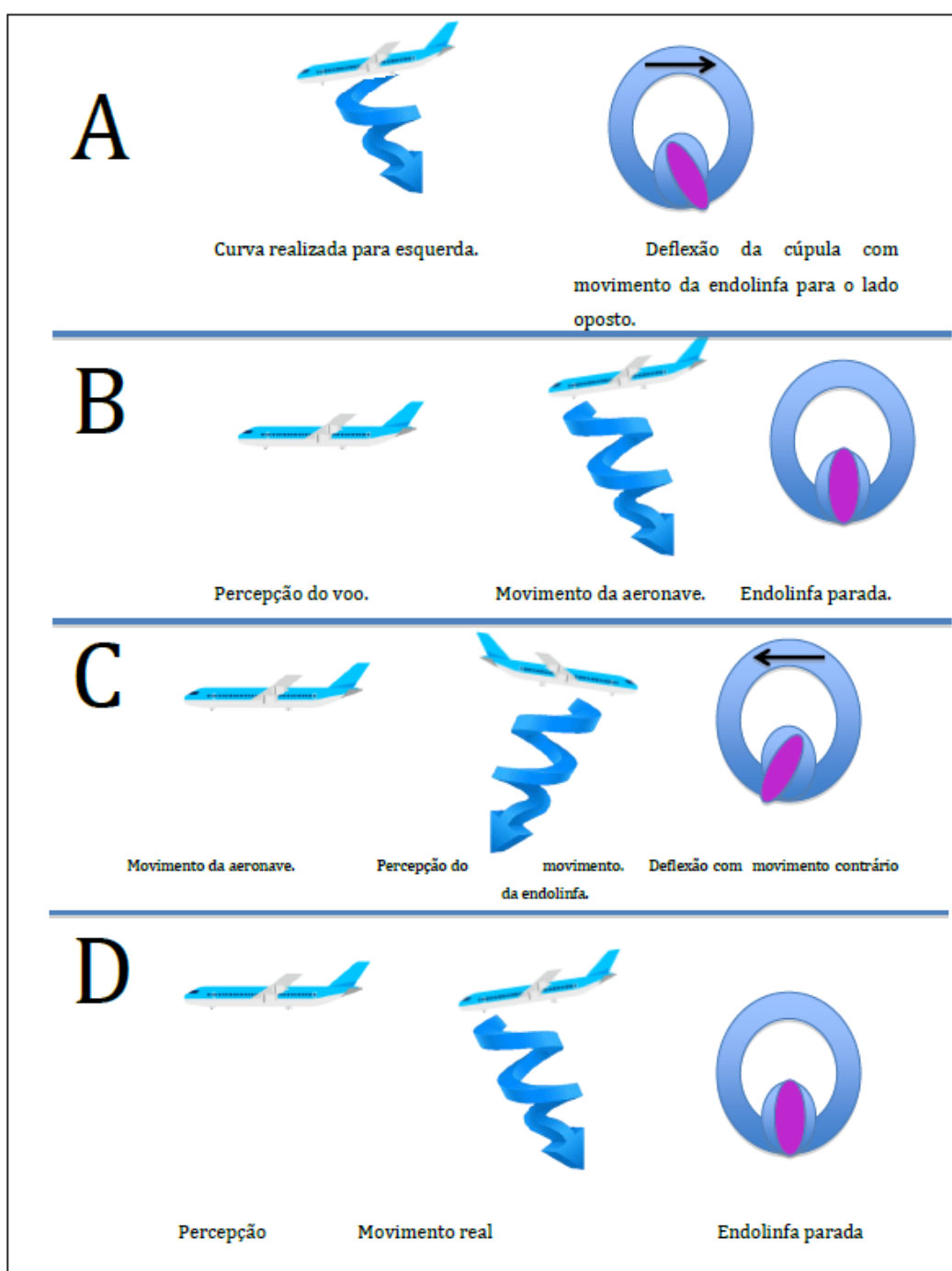
- Ilusões dos Canais Semicirculares

1- Parafuso Fatal – *Graveyard Spiral*

Durante um movimento de "*spin*", por exemplo para direita, no qual a aeronave entra em uma curva em círculo, inicialmente ocorre a deflexão da cúpula dentro da ampola, mas após 10 segundos apesar de ainda estar neste movimento com velocidade angular constante, ocorre o retorno da cúpula para a posição neutra devido a retração elástica. Então mesmo que a aeronave esteja realizando a curva para direita, a sensação do piloto é que a aeronave foi nivelada e está fora da curva.

E quando realmente nivela a aeronave, existe um novo estímulo com fluxo agora contrário da endolinfa que desencadeia um estímulo deste novo movimento, dando a percepção que a aeronave está fazendo uma curva para esquerda (direção contrária), apesar de agora sim estar nivelada.

Assim, em um ambiente de voo sem referências visuais e sem apoio instrumental, essa falsa percepção de atitude da aeronave, faz com que o piloto tome condutas equivocadas e permaneça em movimento de "spin", podendo ocasionar um acidente.

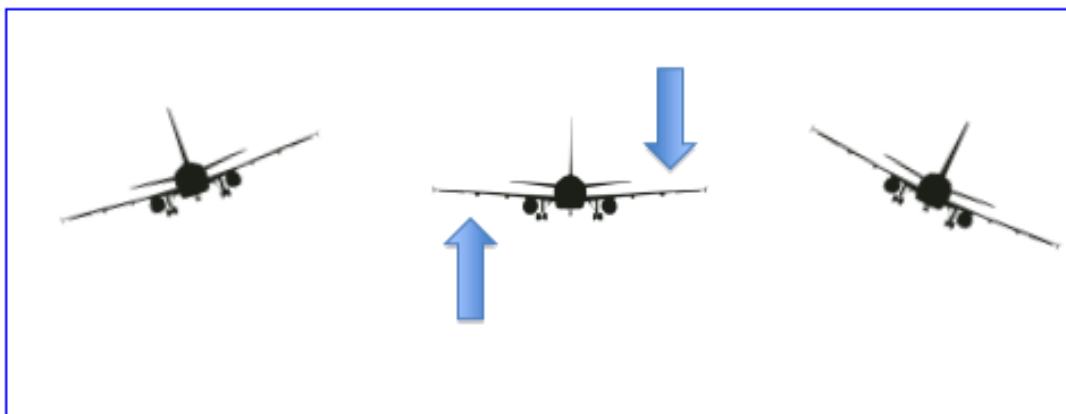


No exemplo D, vemos a tentativa de correção do piloto, na qual retorna ao "spin" original.

2- Desnívelamento – *Leans*

Neste caso, quando o piloto faz um movimento de curva longo com baixa aceleração angular, acaba não desencadeando o movimento da endolinfa, consequentemente a não percepção do movimento.

Mas quando o piloto nivela a aeronave de forma habitual, ele promove um movimento que desencadeia a movimentação da endolinfa, assim dando a percepção apenas deste novo movimento, quando na verdade o voo está nivelado.



3- Ilusão de Coriolis

Esta ilusão vestibular é uma das mais fatais em voo. Ela ocorre quando, em uma curva longa na qual a endolinfa já atingiu a mesma velocidade do movimento, o piloto vira a cabeça para o lado contrário da curva da aeronave e isso desencadeia uma resposta do labirinto a este novo movimento. Neste caso podemos apresentar uma sensação de voo em círculo e um nistagmo com duração de 30-40 segundos, dificultando a resposta do piloto.

- Ilusão dos otólitos

4- Ilusão Somatogravitacional

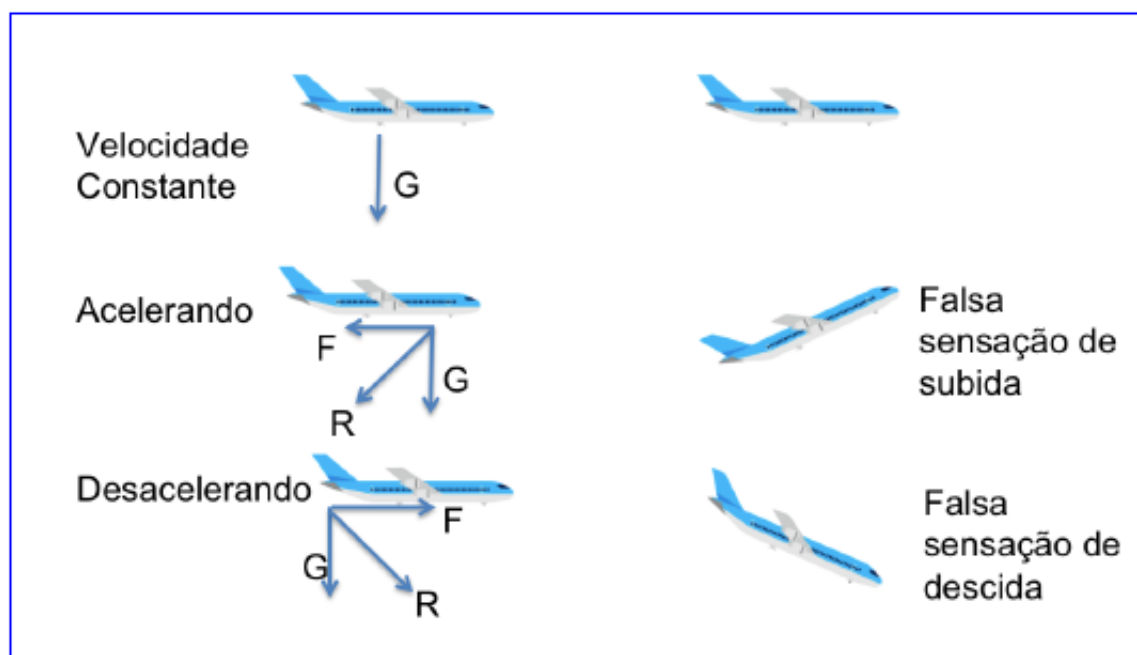
Nesta ocasião, temos que lembrar que os órgãos otolíticos, fornecem a percepção de

aceleração através de uma resultante de forças vetoriais.

Quando estamos parados, temos apenas a força da gravidade sobre nosso corpo, então a resultante é apenas ela.

Mas quando estamos em aceleração, temos tanto a força vetorial da gravidade para o solo, quanto a força da aceleração para trás. Assim fazendo uma resultante entre elas, teremos uma percepção de subida.

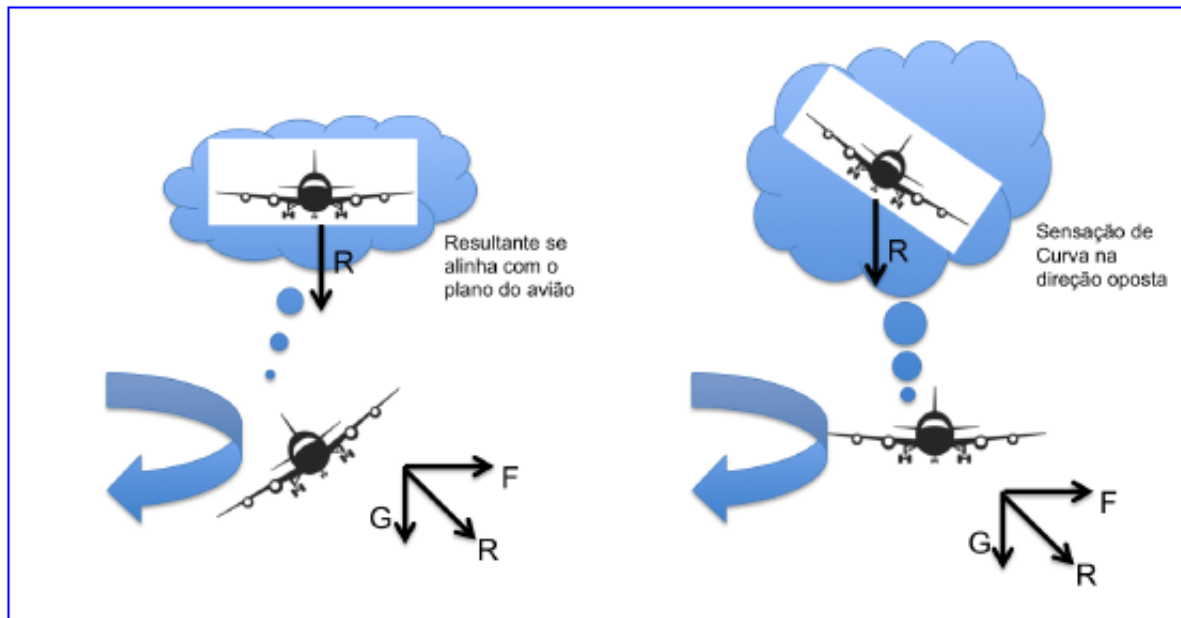
E um movimento de desaceleração, temos também tanto a força vetorial da gravidade para o solo, quanto a força da desaceleração para frente. Assim fazendo uma resultante entre elas, teremos uma percepção de descida.



Outra situação que pode ocorrer é durante uma curva sem referências visuais, realizada pelas asas da aeronave (pelo *alleron* / curva inclinada) ou pelo estabilizador vertical (pelo leme / curva plana).

Quando realizada a curva com inclinação da aeronave, temos uma resultante que se mantém no mesmo plano do solo do avião, assim dando a percepção de que a aeronave continua nivelada.

Mas quando realizamos uma curva com o estabilizador vertical na cauda do avião, a resultante das forças fica para fora do movimento da curva, causando uma percepção que a aeronave está realizando a curva para o lado contrário.



O conhecimento destas situações é fundamental para os pilotos, assim como o treinamento em simuladores para prática de manobras corretivas e detecção da desorientação durante o voo.

No meio acadêmico, esse conhecimento também é de grande importância uma vez que possibilita expandir o entendimento da fisiologia vestibular para outros ambientes.

Referência bibliográfica

1. DeHart, Roy L., and Jeffrey R. Davis. Fundamentals of Aerospace Medicine. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.