



By Figueroa

Esteira de Turbulência

No final dos anos 60 foi descoberto um importante fenômeno que ocorre principalmente nas áreas aeroportuárias denominadas esteira de turbulência (wake turbulence). A esteira de turbulência se verifica com mais intensidade quando, por exemplo, uma aeronave de grande porte principia sua decolagem, fazendo surgir vórtices (pequenos tornados horizontais) nas pontas de suas asas, que se propagam intensa e perigosamente em direção a aeronaves subsequentes, de menor porte, peso e velocidade que se encontrem prestes a decolarem. O mesmo pode ocorrer quando aeronaves estejam em procedimento de pouso e outras venham imediatamente após ou ainda durante o voo.

Os efeitos básicos da esteira sobre as aeronaves são: o balanço violento, a perda de altura ou de velocidade ascensional e os esforços de estrutura. O maior risco é justamente o balanço muito forte da aeronave que entra na esteira até um ponto que exceda sua capacidade de resistir a tal efeito.

As aeronaves apresentam comportamento distinto em relação a movimentos turbulentos da atmosfera, de acordo com fatores como velocidade, tamanho, peso, superfície das asas e altitude de voo.



A intensidade dos vórtices é dada pelo peso, velocidade e forma da asa que os originam, entretanto o peso da aeronave é o fator principal de sua força, que pode registrar vórtices que tangencialmente tem alcançado velocidades acima de 300 km/h por uma área de 2 a 4 vezes a envergadura da aeronave geradora dos vórtices.

A esteira de turbulência também é uma das causas que impedem o uso simultâneo de pistas que distam menos de 760 metros em um mesmo aeródromo.

Vale ressaltar que helicópteros também geram esteira de turbulência, que podem inclusive ser mais severas do que aqueles produzidos por aeronaves de asa fixa de mesmo porte. As esteiras mais intensas podem ocorrer quando o helicóptero está operando a baixas velocidades (20 a 50 nós). Alguns tipos de helicópteros de médio porte ou executivos produzem esteiras tão fortes quanto helicópteros mais pesados, isso devido aos sistemas de rotor de duas pás de hélices, típicos de helicópteros mais leves, que produzem esteiras mais vigorosas do que sistemas de rotor com mais pás.



Helicópteros também produzem esteiras de turbulência



Esquema dos vórtices formados por um widebody



By Figueroa

Estudos realizados pela FAA (Federal Aviation Administration), em relação a esteira de turbulência, chegaram a algumas recomendações aos pilotos:

_evitar aproximações em aeroportos de intenso tráfego de aeronaves a reação, particularmente em condições de instabilidade atmosférica;

_no momento da decolagem, sair da pista antes do ponto de rotação da aeronave anterior;

_quando do pouso, tocar a pista após o ponto de toque da aeronave anterior.

Tendo em vista os perigosos efeitos causados por este tipo de turbulência, os controladores de tráfego aéreo devem aplicar cuidadosa separação entre aeronaves. Com relação a isso, a publicação IMA 100-12 (Regras do Ar e Serviço de Tráfego Aéreo) trata, em um dos seus itens, da aplicação dos mínimos de separação de turbulência, conforme tabela de separação radar a seguir:

Categoria de aeronave que segue a frente	Categoria de aeronave que segue atrás	Mínimos
	Pesada	4 Milhas
PE SADA (peso máximo de decolagem de 136.000 kg ou mais)	Média	5 Milhas
	Leve	6 Milhas
	Pesada	3 Milhas
MÉDIA (peso máximo de decolagem menor que 136.000 kg e maior que 7.000 kg)	Média	3 Milhas
	Leve	4 Milhas
	Pesada	3 Milhas
LEVE (peso máximo de decolagem de 7.000 kg ou menos)	Média	3 Milhas
	Leve	3 Milhas

Já os mínimos de separação não radar, dependendo do tamanho das aeronaves envolvidas e do posicionamento de pistas (mesma pista, pistas paralelas ou transversais), variam de 2 a 3 minutos.

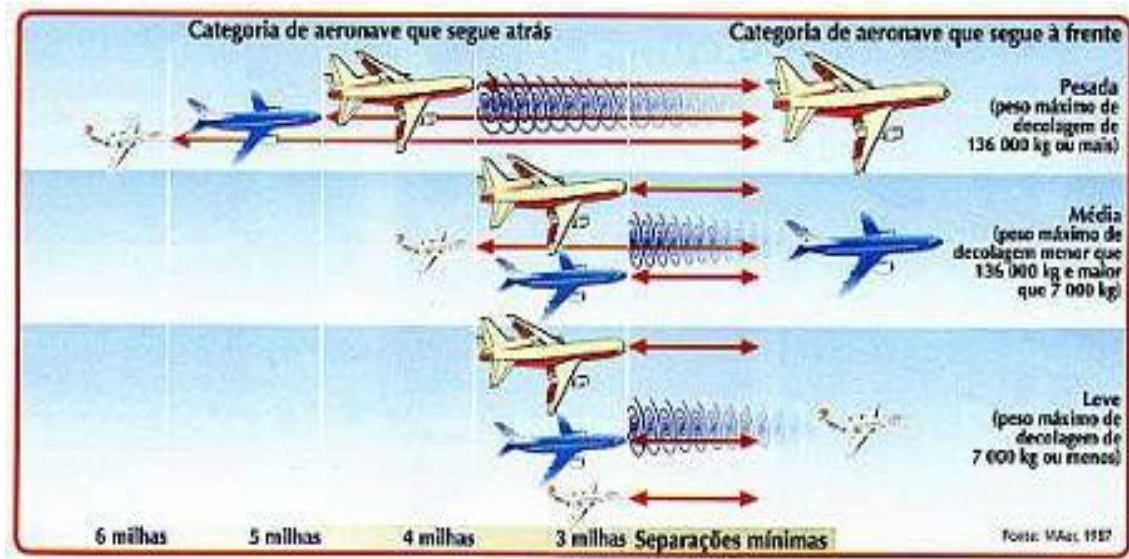
Em voo, entre uma aeronave de grande porte e uma aeronave pequena, por exemplo, a separação deve ser da ordem de 1000 pés na vertical.

No Brasil não existem estatísticas detalhadas sobre a esteira de turbulência, todavia, estudo conjunto da NASA (e FAA encontrou alguns números interessantes envolvendo a turbulência causada pelas aeronaves a partir de abril de 1995 – 22% foram causados por Boeing 757, 12 % por Boeing 727 e 12% por 767 e alguns casos por Boeing 747 e DC-10. Em 43% dos casos o vento em superfície registrava 10 nós ou menos de intensidade, 16% ocorreram no glide, 22% sobre o glide e somente 6% na zona de perigo abaixo do glide. Além disso, em 63% dos casos não houve advertência dos órgãos ATC acerca da ocorrência da esteira.

As indústrias Boeing e Airbus tem feito grandes esforços para reduzir os efeitos da esteira de turbulência que, além de causar serio impacto na segurança das operações aéreas gera transtorno considerável em aeroportos com grande número de movimentos.



By Figueroa



As indústrias Boeing e Airbus têm feito grandes esforços para reduzir os efeitos da esteira de turbulência que, além de causar sério impacto na segurança das operações aéreas gera transtorno considerável em aeroportos com grande número de movimentos.

Em março do ano passado a Airbus Industrie patrocinou um ensaio no Aeroporto Internacional de Toulouse, na França, visando medir a força e a evolução das esteiras de asa e a massa, velocidade e os ajustes de flap de aeronaves da Empresa. O projeto utilizou uma técnica denominada lidar, que consiste em um laser de dióxido de carbono instalado em solo, que tem como escopo obter a informação sobre a força e forma de cada vórtice formado e, posteriormente, também ampliar o estudo para verificar a maneira que os vórtices se aprofundam e deterioram.

Os resultados obtidos estão auxiliando o desenho das futuras gerações de aeronaves como o A3XX, previstos para ser o avião de maior porte quando entrar em serviço por volta de 2004.

Outro sistema para atenuar os efeitos do fenômeno foi desenvolvido por dois centros de pesquisa da NASA e está sendo aplicado em aeroportos americanos (Dallas, Memphis e Norfolk) - é o AVOSS (Aircraft Vortex Spacing System). Tal sistema visa estabelecer critérios de separação segura para as aeronaves de modo a maximizar o uso das pistas, aproximação para pouso simultâneo ou reduzir a separação. O AVOSS traça o perfil vertical da atmosfera, analisando os ventos cruzados (crosswinds), turbulência e gradiente térmico, levando em consideração também a performance das aeronaves potencialmente formadoras de esteira de turbulência. O equipamento está ligado aos órgãos ATC, que recebem a informação em tempo real a respeito das esteiras.

Vale lembrar uma última recomendação, extraída de um texto da FAA - a melhor defesa contra a esteira de turbulência é conhecer e evitar áreas onde ela ocorra.