

## Ameaça à Aviação

Flávio Santos CERQUEIRA<sup>1</sup>  
José HÉLIO Abreu Nogueira<sup>2</sup>  
Joabson Lira CREMES<sup>3</sup>  
Fernando Gonçalves BRANDÃO<sup>4</sup>  
CREEDENCE César Rios Ferreira<sup>5</sup>

Cap QOEMET Felipe do Souto de SÁ GILLE\*

### RESUMO

Um dos fenômenos meteorológicos que se revela um risco à segurança do voo é o *windshear*. Estima-se que, no período de 1965 a 2004, ocorreram mundialmente por volta de 47 incidentes e acidentes nos quais o *windshear* foi identificado como o fator contribuinte. As causas e os efeitos desse fenômeno têm sido estudados, visando possibilitar um maior entendimento e viabilizar meios de prever e alertar os pilotos antecipadamente sobre sua ocorrência nas imediações dos aeroportos. Com esse enfoque, uma maior dedicação dos meteorologistas tem se voltado à previsão do fenômeno, bem como novos equipamentos têm sido desenvolvidos para a monitoração e a detecção desses distúrbios atmosféricos.

**Palavras-chave:** meteorologia aeronáutica, *windshear*.

1 - CFOE MET. Serviu até 2004 como Operador da EMA-MT.

2 - CFOE MET. Serviu até 2004 como Instrutor da EEAR.

3 - CFOE MET. Serviu até 2004 como Observador Meteorologista do CLA e DTCEA-PV.

4 - CFOE MET. Serviu até 2004 como Operador da EMA/EMS/CMA do DTCEA-CY.

5 - CFOE MET. Serviu até 2004 como Operador de CMM da Base Aérea de Fortaleza.

\* Leitor técnico; é Oficial Meteorologista da COMARA e Instrutor do CFOE MET.



## Ameaça à Aviação

### A título de introdução

Como ciência de suma importância para a segurança da aviação, a Meteorologia Aeronáutica vem crescendo e se beneficiando das pesquisas, estudos e descobertas realizadas por toda comunidade ligada à meteorologia. A necessidade de se prever o tempo em diversas regiões do mundo, seja por razões econômicas ou com vistas a evitar acidentes e minimizar as conseqüências de catástrofes naturais, tem provocado o desenvolvimento da meteorologia em todos os seus ramos.

Com o crescente avanço tecnológico, a necessidade de transportes rápidos e eficientes, demandada por um mundo globalizado, tem sido suprida com aeronaves cada vez maiores e mais velozes. Visando à segurança de um grande número de vidas e também à proteção de sofisticados equipamentos, uma maior atenção tem sido dispensada à meteorologia. Os investimentos em supercomputadores, satélites meteorológicos, radares modernos e capacitação profissional vêm em muito favorecer a precisão das previsões e os estudos específicos voltados às necessidades da aviação.

Um dos fenômenos que se revela um risco à segurança do voo é o windshear. Estima-se que, no período de 1965 a 2004, ocorreram mundialmente por volta de 47

incidentes e acidentes nos quais o windshear foi identificado como sendo o fator contribuinte. Mais de 1500 vidas foram perdidas e o número de feridos chegou a 700. Estes valores seriam muito maiores, se fossem somados os casos não documentados e as estatísticas da aviação geral.

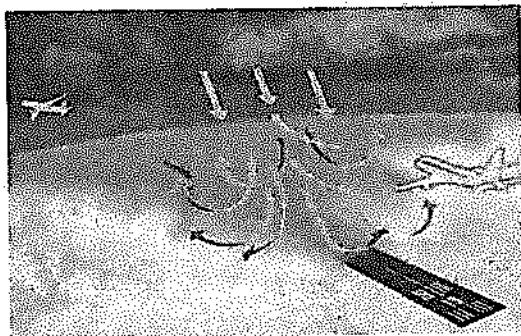
### 1 - Definição

Windshear, ou Cortante do Vento, é definida como um tipo de turbulência, a baixa altura, que afeta as operações de pouso e decolagem das aeronaves, devido a uma variação local na direção e/ou na velocidade do vento em determinada distância, sendo produzida por diversos fenômenos meteorológicos severos, tais como: jatos de baixo nível, frentes de escala sinótica, brisa marítima, ondas de montanha, camadas de inversão de temperatura e trovoadas, que produzem fortes variações na direção e na velocidade do vento. O fenômeno está presente na maioria das localidades geográficas do planeta, porém, devido aos fatores meteorológicos e topográficos, a sua ocorrência é mais freqüente em regiões de trovoadas com presença de nuvens cumuliformes e de relevo elevado.

A variação nas componentes do vetor vento torna-se mais ameaçadora sobretudo durante os procedimentos de pouso e decolagem. Por exemplo, durante o pouso, uma aeronave que atravessa uma



área de windshear tipicamente encontra um vento de proa, tendo sua sustentação aumentada; conseqüentemente, o piloto tende a reduzir a potência dos motores para completar o pouso. Como a aeronave está voando através de uma área de windshear, o aumento do vento de proa é seguido por um vento de cauda, causando uma significativa perda da sustentação e rápida perda de altitude. O resultado é um pouso curto ou, em alguns casos, incidente ou acidente aeronáutico. Esse fenômeno é ilustrado na figura abaixo:



## 2 - Principais causas

### 2.1 - Thunderstorms e Microbursts

Existem dois tipos básicos de trovoadas: as convectivas e as frontais. As do tipo convectiva aparecem distribuídas aleatoriamente em zonas de ar turbulento e se desenvolvem a partir de áreas da superfície da Terra que recebem considerável aquecimento solar. Muitas trovoadas desse tipo produzem uma frente de rajada, gust front, como resultado da corrente descendente de ar e do espalhamento do ar resfriado pela chuva,

quando em contato com a superfície. Essas rajadas são usualmente muito turbulentas e criam sérios riscos às aeronaves durante decolagens e aproximações.

Trovoadas frontais estão associadas a sistemas meteorológicos, tais como frentes e ventos convergentes, que formam linhas de instabilidade durante várias horas e produzem chuva forte com eventual granizo, além de fortes rajadas de vento. A corrente típica de uma trovoadas frontal atinge uma área bastante grande, variando de uma a cinco milhas de diâmetro. Ao atingir a superfície, essa corrente espalha-se, formando vórtices, os quais produzem grandes variações na componente horizontal e vertical da velocidade do vento.

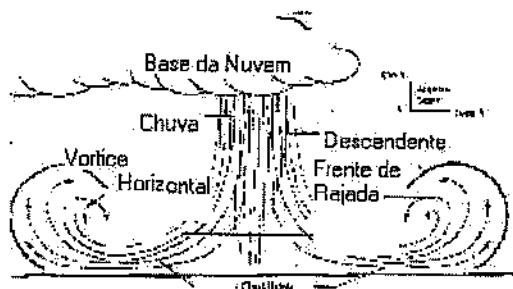
Da investigação de acidentes resultantes de windshear e de pesquisas meteorológicas, foram identificadas correntes descendentes possantes e concentradas, conhecidas como microbursts. Os microbursts podem surgir em qualquer condição meteorológica convectiva. Observações demonstraram que aproximadamente 5% das trovoadas produzem microbursts. Quando a descendente atinge o solo, espalha-se horizontalmente e pode formar um ou mais anéis horizontais de vórtice. A região do espalhamento tem, tipicamente, diâmetros que vão de uma a duas milhas e os vórtices podem atingir até 2000ft (pés) de altura.

Pode ocorrer mais do que um microburst na mesma formação. Os pilotos devem estar



atentos para a ocorrência de outros microbursts mesmo que um deles já tenha sido encontrado ou reportado. Se vários microbursts estão presentes, uma série de vórtices podem formar-se perto do solo.

### VÓRTICE - PERPENDICULAR



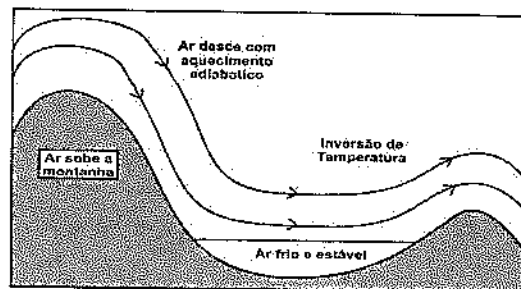
Condições associadas com estes vórtices podem produzir poderosas ascendentes e espirais em adição às descendentes.

Medições efetuadas indicam que as variações da velocidade do vento, que podem ser encontradas quando se voa através de um microbursts em seu estágio de maior intensidade, são da ordem de 45kt (nós). Entretanto, diferenças de velocidade do vento de quase 100kt foram detectadas em acidentes em alguns aeroportos.

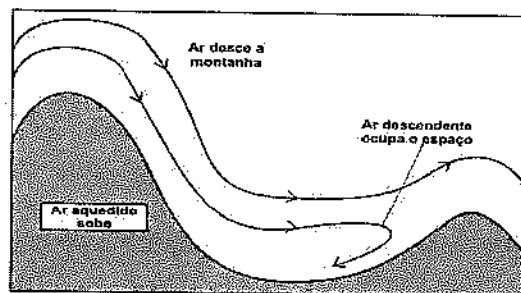
Microbursts podem ser associados tanto a chuva pesada, como nos thunderstorms, como a precipitações leves que estejam associadas a nuvens convectivas. Além disso, microbursts têm ocorrido em condições de relativa baixa umidade, como chuva leve ou virga (precipitação que se evapora antes de atingir o solo).

### 2.2 - Windshear associado a vales e montanhas

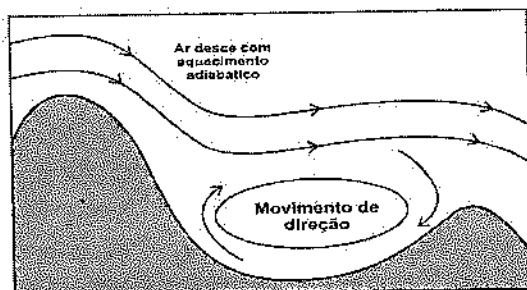
Em uma região de montanhas e vales, é comum o ar mais frio e denso descer pelas encostas e formar uma massa de ar frio e estável sobre o vale. Nessas circunstâncias, ventos fortes que soprem contra a montanha tendem, naturalmente, a ascender e, posteriormente, a serem forçados a descer montanha abaixo, fato que pode ser observado com muita frequência no aeroporto de Tóquio, no Japão. Durante a descida, o ar aquece adiabaticamente e, ao encontrar uma massa de ar frio e estável sobre o vale, não consegue penetrá-lo. Dessa forma, o ar quente flui sobre uma camada de ar frio, provocando uma inversão de temperatura e windshear horizontal.



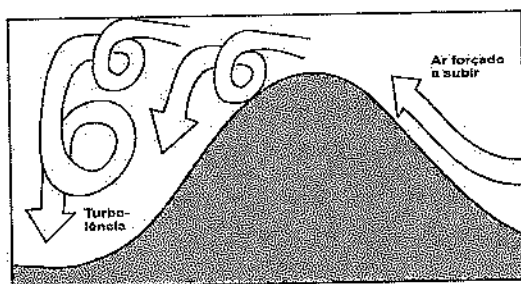
Com o aquecimento da superfície do vale durante o dia, o ar começa a ascender, conforme mostra a figura a seguir.



Assim, o fluxo de ar que desce a montanha tende a ocupar o lugar do ar que sobe. Com a intensificação do processo, forma-se um ciclo de rotação que se constitui em uma outra forma de *windshear*.



Uma outra maneira possível para ocorrência do fenômeno do *windshear* é a turbulência provocada pelo ar, ao tentar ultrapassar uma montanha. Quando o vento sopra contra uma encosta, se ele tiver força suficiente, vai transpor essa elevação, e o fluxo do ar, ao descer, tornar-se-á uma mistura turbulenta, que pode vir a gerar essa força devastadora para as aeronaves a qual denominamos *windshear*. Devemos ter em mente que esta mesma alteração na direção e na velocidade do vento podem ocorrer também ao redor de edificações.



### 2.3 - Mecanismos de detecção

Muitos esforços têm sido despendidos visando criar meios de se

detectar ou prever a presença de *windshear*. A FAA (Federal Aviation Administration) tem trabalhado para desenvolver tecnologia em sistemas de detecção a bordo de aeronaves, tais como:

**Radar Microondas:** sinais emitidos à frente da aeronave analisam as gotas de chuva e outras partículas úmidas. A variação da frequência de retorno em relação àquela emitida descreve o movimento das gotas de chuva e pode indicar *windshear*. Esse sistema apresenta limitações, pois ocorrências de *windshear* em ar seco não são detectadas e, durante o pouso, os sinais apontados em direção ao solo sofrem interferência.

**Doppler LIDAR:** Com tecnologia laser (light detecting and ranging), esse sistema detecta aerossóis e minúsculas partículas. Dessa forma, não sofre interferência do solo como o Radar Microondas, porém não funciona muito bem em condições de chuva muito forte.

**Detector Infravermelho:** As mudanças de temperatura à frente da aeronave são detectadas por sensores infravermelhos. Colunas de ar frio são interpretadas como possíveis microbursts (fortes ventos descendentes). Esta tecnologia é menos complexa e mais barata que as anteriormente descritas.

Além dos equipamentos instalados nas aeronaves, existem os Radares Doppler que, instalados no solo, captam a direção e a velocidade dos ventos em baixos níveis. Em caso de detecção de *windshear*, avisos



podem ser difundidos aos pilotos sobre a localização do fenômeno.

Todos esses equipamentos pretendem buscar uma maneira de possibilitar que o piloto evite adentrar com a aeronave em uma área de windshear.

### 3 - Windshear e a pilotagem

A turbulência pode ser muito intensa em condições meteorológicas associadas com windshear e seus efeitos podem mascarar as tendências de mudança na velocidade e retardar o reconhecimento de uma condição severa de windshear.

Entretanto, na maioria dos acidentes ocorridos, as evidências estavam presentes, tais como boletins meteorológicos e sinais visuais que poderiam ter alertado os pilotos do perigo de ocorrência desse fenômeno. Os tripulantes devem procurar estar atentos aos sinais que possam alertá-los para a provável existência de windshear e, a seguir, evitá-lo.

Deve-se considerar que somente de cinco a quinze segundos são disponíveis para o reconhecimento e resposta a um windshear; dessa forma é vital que o piloto possa reconhecer rapidamente a situação que se apresenta.

A ação mais adequada, em caso de perda de velocidade e sustentação proveniente de windshear, é tentar controlar o pitch. Reduzindo a velocidade é que se pode evitar a degradação da trajetória do voo. Uma vez que a aeronave começa a se

desviar da trajetória ideal e é induzida a elevadas razões de descida, tornam-se necessárias margens extras de tempo e de altitude para que seja corrigida a direção da trajetória.

### Conclusão

Conhecendo-se as condições meteorológicas mais favoráveis à ocorrência de windshear, uma atenção maior pode ser dispensada a fim de se evitar o fenômeno. Grandes nuvens cumuliformes, regiões de trovoada e áreas montanhosas representam uma situação potencial para a formação de windshear. A chuva também serve como um aviso de condições severas do fenômeno, por isso as áreas com precipitação pesada devem ser evitadas. Altos índices de precipitação também resultam em aumento significativo dos níveis de ruído na cabine de comando, fazendo com que a concentração do piloto e a coordenação da tripulação se tornem mais difíceis. Apesar dos equipamentos disponíveis em algumas aeronaves, é fundamental ao piloto reconhecer que é impossível escapar de microbursts de intensidade média a alta, independentemente da técnica utilizada. A primeira e mais importante lição aprendida é que a melhor defesa contra um windshear é evitá-lo.



### Referências Bibliográficas

BRASIL. FCA 105-1 Cortante do Vento. Comando da Aeronáutica, Maio, 2000.

SILVA, M. A. Varejão. Meteorologia e Climatologia. Inmet. Gráfica e Editora Pax, Brasília, 2001.

GILLE, Felipe Souto de Sá. Windshear, Belém: Comando da Aeronáutica, 2002.

VENTO: windshear, São Paulo: 2005. Disponível em <<http://paginas.terra.com.br/servicos/vnw/vntonw/windshear2.html>> Acesso em 10 ago. 2005.

PAIS: windshear, Cabo Canaveral: 2005. Disponível em <<http://oea.larc.nasa.gov/PAIS/Windshear.html>> Acesso em 02 set. 2005.