

Windshear



<https://www.youtube.com/watch?v=HDfodeURad0>

Conforme previsto nos RBAC's nº 61 e 65 e nos RBHA's 63 e 103A, os candidatos que pretendem obter licenças, habilitações e certificados de piloto, mecânico de voo, comissário de voo, despachante operacional de voo e mecânico de manutenção aeronáutica devem comprovar conhecimentos teóricos por meio da aprovação em exames teóricos da ANAC. Os exames são compostos por questões de matérias cujos conteúdos estão previstos nos Manuais de Curso aplicáveis à licença ou habilitação correspondente.

Na matéria Meteorologia Aeronáutica, o exame teórico contém questões sobre condições meteorológicas que podem afetar a segurança de voo. Uma dessas condições é a cortante de vento (*Windshear*). Os candidatos devem ser capazes de identificar as condições atmosféricas favoráveis a formação de *Windshear*, os fatores associados, além de reconhecer as práticas e os procedimentos para evitar ou minimizar os seus efeitos sobre a aeronave. A ANAC disponibilizou na página de profissionais da aviação civil uma seção dedicada à Meteorologia Aeronáutica, em que orienta os candidatos a licenças e habilitações sobre a formação e evolução deste fenômeno e as recomendações para atuar nesta condição meteorológica. O conteúdo pode ser acessado nos endereços eletrônicos: <https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/profissionais-da-aviacao-civil/meteorologia-aeronautica> e <https://www.anac.gov.br/en/safety/aeronautical-meteorology>

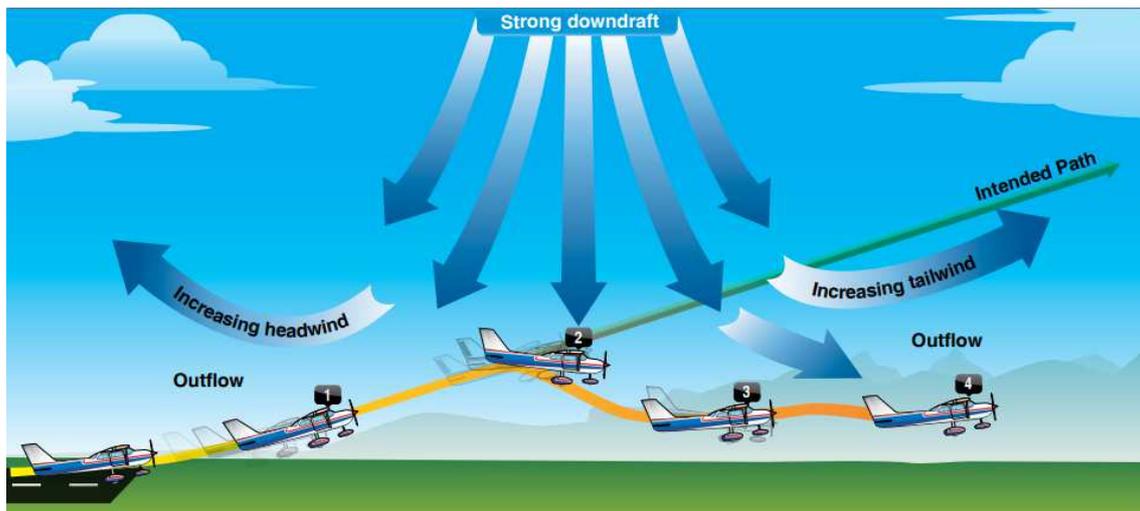
Windshear, também denominado *Wind Shear*, cortante do vento, tesoura de vento, gradiente de vento ou cisalhamento do vento, é uma mudança na velocidade do vento e/ou direção em uma distância curta. Este fenômeno pode ocorrer em todos os níveis de voo, entretanto, é particularmente perigoso em baixos níveis (do solo até aproximadamente 2.000 pés de altura), nas fases de aproximação, pousos e subidas iniciais, em face da limitação de altitude e de tempo para manobra das aeronaves.

Há uma variedade de condições geográficas e de fenômenos meteorológicos associados às cortantes de vento, tais como: trovoadas, presença de nuvens convectivas (*Cumulonimbus* - CB), sistemas frontais, correntes de jato de baixos níveis, ventos fortes na superfície, brisas marítimas e terrestres, topografia, ondas de montanha, linhas de instabilidade e inversões de temperatura acentuadas, dentre outras.

Devido à rapidez com que esse fenômeno se forma e se desfaz, a passagem por uma cortante de vento no estágio inicial de sua formação pode não ser significativa para um piloto. Entretanto, a mesma situação, alguns minutos depois, pode produzir variações de velocidade duas ou três vezes maiores com correntes descendentes que podem forçar aeronaves em procedimento de pouso ou decolagem a ir de encontro ao solo ou a obstáculos.

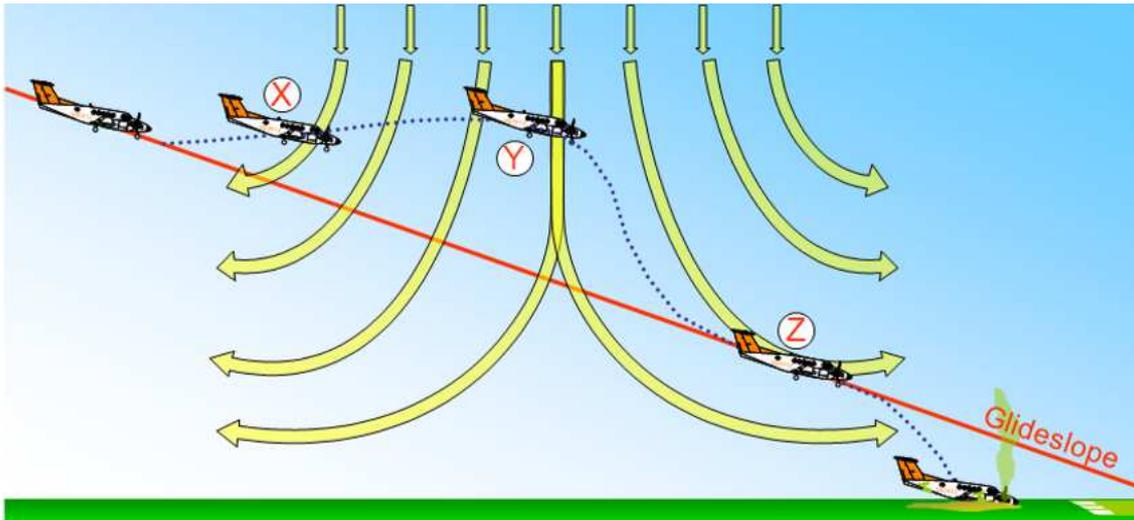
Em seu estágio de maior intensidade, as cortantes de vento podem ocasionar variações de velocidade do vento da ordem de 45 nós. Nesta situação, elas são denominadas *Microburst* e são caracterizadas por uma forte corrente de ar descendente que atinge o solo e se espalha horizontalmente, podendo formar um ou mais anéis horizontais de vórtice. A região de espalhamento tem, tipicamente, diâmetros que vão de 1 a 2 milhas e os vórtices podem atingir até 2.000 pés de altura aproximadamente.

Voando sob essas condições, as aeronaves podem sofrer os seguintes efeitos: perda de sustentação das aeronaves devido a turbulência, aumento ou diminuição da velocidade indicada, bruscas variações nas razões de descida e/ou subida, na altitude e na proa, indicações incorretas nas portas estáticas (altitude barométrica), tubo de pitot (velocidade) e sensor de ângulo de ataque. Essa desestabilização na trajetória pode ocasionar o toque brusco da aeronave contra o solo ou contra outros obstáculos.



Federal Aviation Administration

https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/phak/media/14_phak_ch12.pdf



Advisory Circular 00-6B - Federal Aviation Administration

Explicação: No ponto X, a aeronave entra na zona de *microburst*, onde um vento de proa faz com que ela atinja um valor acima do glideslope normal. No centro da *microburst*, ponto Y, existe uma corrente descendente que faz com que a aeronave afunde. No ponto Z, a aeronave entra na zona mais letal, onde um vento de cauda forte e repentino faz com que a aeronave perca a velocidade no ar.

O *Pilot Windshear Guide* do *Federal Aviation Administration* (FAA) apresenta um exame dos acidentes e incidentes reportados mundialmente entre 1959 e 1983, em que foram identificados 51 eventos relacionados a *windshear*. Já os dados da *Flight Safety Foundation* revelaram que, entre 1943 e 2009, as tesouras de vento estiveram associadas a pelo menos 70 acidentes na aviação mundial, causando um total de 1.573 fatalidades.

Um estudo mais recente realizado pelo Centro Nacional de Análise de Dados de Segurança da Aviação (*National Aviation Safety Data Analysis Center – NASDAC*) e a análise de dados do Sistema de Compartilhamento de Informações de Segurança da Aviação (*Aviation Safety Information Analysis and Sharing – ASIAS*) constataram que aproximadamente 21% do total de acidentes aeronáuticos tiveram a meteorologia dentre os possíveis fatores contribuintes e que a *Windshear* foi uma das múltiplas condições atmosféricas que contribuíram para uma parcela desses acidentes. Ambos os estudos utilizaram dados da *National Transportation Safety Board* (NTSB).

De acordo com informações disponíveis no Painel SIPAER, ferramenta de visualização de dados desenvolvida pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), entre 2007 e 2017, foram registradas no Brasil 121 ocorrências em que condições meteorológicas adversas atuaram como possíveis fatores contribuintes. Em 07 desses eventos, as correntes descendentes características de *Windshear* desestabilizaram aeronaves durante a aproximação para o pouso e as lançaram bruscamente contra o solo ou contra obstáculos, ocasionando em alguns casos danos substanciais, como avarias no trem de pouso, asas, estabilizador horizontal, hélices e motor. As ocorrências envolveram operadores de táxi aéreo ou da aviação particular.

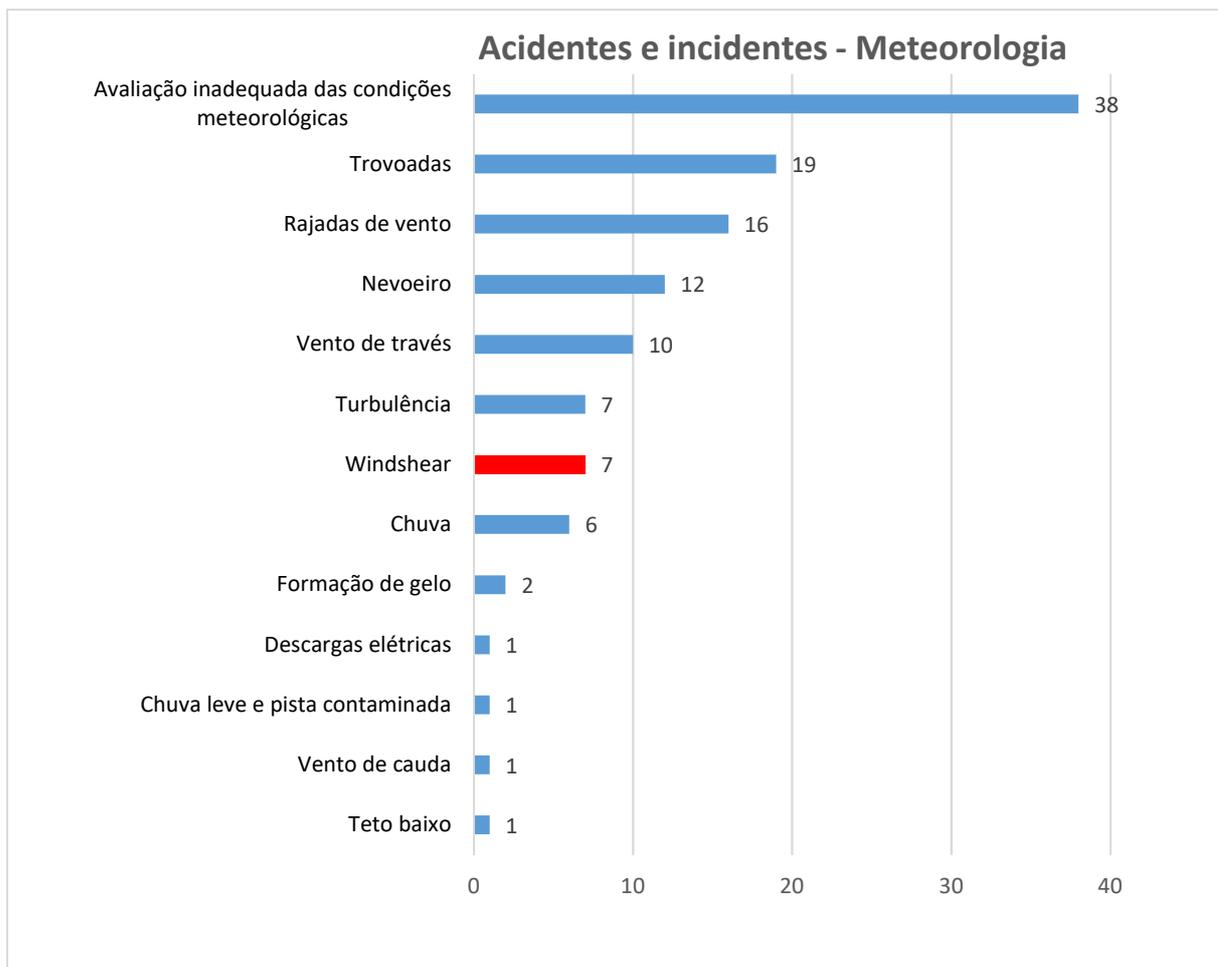


Gráfico elaborado a partir de informações extraídas do Painel SIPAER em 10/05/2018 (CENIPA: <http://www2.fab.mil.br/cenipa/>)

Em 02 de maio de 2017, o CENIPA emitiu uma Recomendação de Segurança (Recomendação A-073/CENIPA/2016 – 01) à ANAC para disponibilizar aos pilotos material informativo sobre o fenômeno *Windshear*, contendo recomendações para atuar nesta condição. O material informativo requerido e as recomendações foram disponibilizados pela Assessoria de Articulação com o SIPAER (ASIPAER), numa seção dedicada à Meteorologia Aeronáutica na página do portal da ANAC sobre Alertas de Voo, onde acidentes e incidentes são analisados com foco de orientação (<http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-seguranca-operacional/alertas-de-voo/meteorologia>)

As recomendações desses informativos (Alertas de Voo) aos pilotos para atuar em condição de *Windshear* foram elaboradas a partir de uma análise baseada em 4 vertentes: **Equipamentos de solo, informações meteorológicas, equipamentos de voo e fator humano.**

1) Equipamentos de solo

Os dados coletados pelos equipamentos de detecção de *Windshear* a baixas altitudes instalados no sítio aeroportuário podem ser utilizados por controladores de tráfego aéreo para alertar as tripulações, possibilitando tempo hábil para tomada de providências. Há sistemas que detectam o evento com base exclusivamente na velocidade do vento (LLWAS - *Low Level Windhshear Alerting System*) e outros mais avançados, que detectam o fenômeno baseado em medições

atmosféricas tridimensionais, sendo capazes de detectar a *Windshear* a longas distâncias, como é o caso do TDWR *Terminal Doppler Weather Radar* – Radar Meteorológico do tipo Doppler.

No Brasil, o aeroporto de Guarulhos (SBGR) foi o primeiro a utilizar operacionalmente um equipamento de detecção de *Windshear* - perfilador de vento do tipo SODAR. O equipamento utiliza a reflexão de pulsos acústicos da atmosfera para estimar a direção e velocidade tridimensionalmente, em intervalos de 15 minutos.

2) Informações meteorológicas

Existem mensagens difundidas pelo serviço de meteorologia do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) que fornecem informações concisas sobre cortante do vento que possa afetar adversamente as aeronaves na trajetória de aproximação ou de decolagem, ou durante o procedimento de aproximação, entre o nível da pista e uma altura de 500 m (1.600 ft).

Durante o planejamento de voo, o estudo minucioso dessas mensagens, a fim de identificar as condições meteorológicas do local de origem, da rota, do local de destino e do local de alternativa, conforme dispõe a ICA 100-12/2009 (Regras do Ar), permite ao piloto saber se há tendências favoráveis a ocorrência de *Windshear*. As mensagens mais utilizadas para informar esta condição são os Avisos de Cortante de Vento e o código METAR.

O RBAC 121 dispõe que, antes do início do voo, o despachante deve fornecer ao piloto em comando todas as informações meteorológicas conhecidas, assim como previsões de fenômenos atmosféricos que possam afetar a segurança de operacional, tais como tesouras de vento em baixa altitude ("windshear").

3) Equipamentos de voo

O avanço da tecnologia tem permitido que aeronaves sejam equipadas com sistemas capazes de detectar fenômenos meteorológicos adversos, permitindo assim que os pilotos tomem ações preventivas em tempo hábil. Um dos sistemas mais modernos de detecção de *Windshear* em aeronaves é o PWS (*Predictive Windshear Warning System*), que detecta ocorrências em que há presença de água. O sistema baseia-se na detecção da velocidade de movimentação das partículas de água ou gelo à frente da aeronave. Sistemas como o GPWS (*Ground Proximity Warning System*), *Stick Shaker* (sistema de vibração do manche para aviso de *stall*) são capazes de avisar aos pilotos a proximidade de obstáculos à frente ou a perda de sustentação.

O RBAC 121 prevê requisitos para o sistema de alarme e orientação de voo contra tesouras de vento, ou um sistema aprovado de detecção e evasão de tesouras de vento, ou uma combinação aprovada destes sistemas.

4) Fator humano

O *Pilot Windshear Guide* do *Federal Aviation Administration* recomenda um programa de treinamento composto por exercícios básicos e opcionais que fornecem noções práticas sobre as características de voo das aeronaves sob condições de cortante de vento e apresenta medidas preventivas e técnicas de recuperação em cada fase de voo. No mesmo sentido, o Doc 9817 (*Manual on Low-level Wind Shear*) da ICAO apresenta um fluxograma para tomada de decisões. As recomendações desses documentos podem ser utilizadas tanto nos treinamentos de simulador como em situações reais de *Windshear*.

Caso a aeronave seja submetida aos efeitos de uma tesoura de vento, a realização de uma arremetida no ar e de um novo circuito de tráfego ou a continuação do voo até o aeródromo de alternativa seriam as linhas de ação mais adequadas.

Caso o piloto seja surpreendido e não consiga realizar uma arremetida, a manobra de recuperação deve privilegiar a manutenção da trajetória da aeronave. Durante a continuação do procedimento de pouso em condições de *Windshear*, o grau de risco precisa ser corretamente avaliado e gerenciado pelo piloto e a atuação nos comandos da aeronave precisa ser eficiente, no sentido de evitar o impacto violento da aeronave contra o solo.

O RBAC 121 dispõe que o treinamento de solo inicial, de transição e de elevação de nível deve incluir procedimentos para livrar-se de condições atmosféricas severas no caso de entrada inadvertida nas mesmas, incluindo as tesouras de vento em baixa altitude. Por sua vez, o RBAC 135 também dispõe, em alguns requisitos de treinamento, que é necessário incluir ensinamentos sobre tesouras de vento de baixa altitude.

A Instrução Suplementar nº 121-007-A determina que o programa de treinamento operacional de tripulantes de voo segundo o RBAC nº 121 tenha procedimentos específicos para a aeronave que devem ser seguidos, quando se está operando sob condições de tempestades associadas com tesouras de vento. No mesmo sentido, a Instrução Suplementar nº 121-008-A orienta que o programa de treinamento operacional de despachantes segundo o RBAC nº 121 deve incluir procedimentos para casos de *Windshear*. Além disso, este documento estabelece que o treinamento inicial deve incluir ensinamentos sobre *Windshear* e enfatizar a interpretação de outras condições meteorológicas adversas.

Como se pode observar, devido ao risco que oferece para segurança da operação, *Windshear* deve ser uma preocupação dos candidatos que pretendam obter licenças, habilitações e certificados de piloto e despachante operacional de voo e dos instrutores que ministram treinamento operacional.

Rodrigo Ortolá Torres

Especialista em Regulação de Aviação Civil

Referências

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 61 - Licenças, habilitações e certificados para pilotos.**

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 65 - Licenças, habilitações e regras gerais para despachante operacional de voo e mecânico de manutenção aeronáutica.**

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica – RBHA nº 63 - Mecânico de voo e comissário de voo.**

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica – RBHA nº 103A – Veículos Ultraleves.**

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 121 - Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares.**

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 135 - Requisitos operacionais: operações complementares e por demanda.**

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Instrução Suplementar nº 121-007A - Procedimentos para elaboração de programa de treinamento operacional de tripulantes de voo segundo o RBAC nº 121.**

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Instrução Suplementar nº 121-008A - Procedimentos para elaboração de programa de treinamento operacional de despachantes operacionais de voo segundo o RBAC nº 121.**

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Cortante de Vento.** Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/profissionais-da-aviacao-civil/meteorologia-aeronautica/condicoes-meteorologicas-adversas-para-o-voo/cortante-de-vento>> Acesso em: Novembro 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Gerenciamento da Segurança Operacional. Alertas de Voo. Meteorologia.** Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-seguranca-operacional/alertas-de-voo/meteorologia>> Acesso em: Novembro 2018.

ESTADOS UNIDOS. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. **Weather Theory.** Disponível em: <https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/phak/media/14_phak_ch12.pdf> Acesso em: Novembro 2018.

ESTADOS UNIDOS. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. **Advisory Circular 00-6B – Aviation Weather.** Disponível em: <https://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory_circular/ac_00-6b.pdf> Acesso em: Novembro 2018.

ESTADOS UNIDOS. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. **Advisory Circular 00-54 – Pilot Windshear Guide.** Disponível em: <https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC00-54.pdf> Acesso em: Novembro 2018.

SIMÃO, A. C. **Tesouras de Vento e a Segurança de Voo**. Revista Conexão SIPAER, v. 4, n. 2, p. 149-188, mar-abr 2013. ISSN 2176-7777.

SKYBRARY. **National Aviation Safety Data Analysis Centre Database (NASDAC)**. Skybrary, 2018. Disponível em:
<http://www.skybrary.aero/index.php/Airborne_Wind_Shear_Warning_Systems> Acesso em: Novembro 2018.

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS. Consulta de ocorrências no **PAINEL SIPAER**. Disponível em:
<http://painelsipaer.cenipa.aer.mil.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SIGAER%2Fgia%2Fqvw%2Fpainel_sipaer.qvw&host=QVS%40cirros31-37&anonymous=true> Acesso em: Maio 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **ICA 100-12 de 10 de novembro de 2016** - Regras do Ar.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). **Doc 9817: Manual on Low-Level Wind Shear**. Montreal: Canadá, 2018.