

# Condições Meteorológicas: Ameaça aos Voos VMC

PARA PILOTOS DE HELICÓPTERO E INSTRUTORES

INFORMATIVO DE TREINAMENTO







# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>1. Critérios meteorológicos relevantes</b>	<b>5</b>
1.1 MASSA DE AR	5
1.2 PADRÕES DE PRESSÃO	6
1.3 NUVENS	7
1.4 VISIBILIDADE	12
1.5 VENTO	13
1.6 TURBULÊNCIA	13
1.7 PRECIPITAÇÃO	14
1.8 GELO	15
1.9 RELÂMPAGO	16
<b>2. CONSULTANDO INFORMES</b>	<b>18</b>
<b>3. NOVAS TECNOLOGIAS</b>	<b>20</b>
<b>4. MÍNIMOS METEOROLÓGICOS PARA HELICÓPTEROS</b>	<b>21</b>
<b>5. REQUISITOS OPERACIONAIS - DECISÃO DE VOO</b>	<b>23</b>
5.1 Planejamento Pré-Voo	23
5.2 Avaliação da Ameaça: Pré-Voo	24
5.3 Avaliação da Ameaça: Em Voo	25
5.4 Uso do Rádio Em Rota	25
5.5 Voando no Inverno	25
<b>6. REGRAS DE OURO</b>	<b>26</b>
<b>7. GLOSSÁRIO E ABREVIATURAS METEOROLÓGICAS</b>	<b>27</b>

# INTRODUÇÃO

Este informativo foi desenvolvido pelo European Helicopter Safety Implementation Team (EHSIT), parte integrante do European Helicopter Safety Team (EHEST). O EHSIT é responsável por processar as Recomendações de Implementação identificadas na análise dos acidentes realizada pelo European Helicopter Safety Analysis Team (EHSAT)<sup>(1)</sup>.

Dados do EHSAT destacaram a importância da correta compreensão das ameaças associadas às condições meteorológicas e seu impacto à segurança do voo por parte dos pilotos<sup>(2)</sup>.

As previsões meteorológicas são importantes para que os pilotos identifiquem as ameaças previstas e implementem uma estratégia para mitigá-las durante o planejamento pré-voo. No entanto, uma previsão descreve apenas probabilidades e os pilotos precisam usar seu conhecimento e sua experiência para considerar outras ocorrências associadas a padrões meteorológicos específicos.

É comum que as condições meteorológicas durante o voo sejam diferentes do previsto. Quando isso ocorre, os pilotos precisam reconhecer a ameaça não prevista da deterioração das condições meteorológicas e implementar uma estratégia imediata para mitigar um estado indesejado da aeronave.

O objetivo deste informativo é enfatizar aos pilotos a real necessidade de compreender com detalhes as condições meteorológicas na aviação, incluindo as avaliações das ameaças e as estratégias apropriadas a serem adotadas em relação às operações pré-voo, em voo e pós-voo para voos de helicóptero conduzidos sob Condições Meteorológicas de Voo Visual (VMC).

<sup>1</sup> Consulte os relatórios Análise EHEST 2006-2010 e Acidentes Europeus com Helicópteros 2000-2005

<sup>2</sup> Para outras referências, consulte o informativo HE 8 Princípios do Threat and Error Management (TEM) para Pilotos de Helicóptero, Instrutores e Organizações de Instrução.

# 1. CRITÉRIOS METEOROLÓGICOS RELEVANTES

## 1.1 MASSA DE AR

Uma "massa de ar" é um corpo de ar que se estende centenas ou milhares de quilômetros horizontalmente e, às vezes, tão alto como a estratosfera e se mantém enquanto se move em condições quase uniformes de temperatura e umidade em qualquer nível. Ao longo de seu percurso, a massa de ar provocará alguns tipos de condições climáticas.

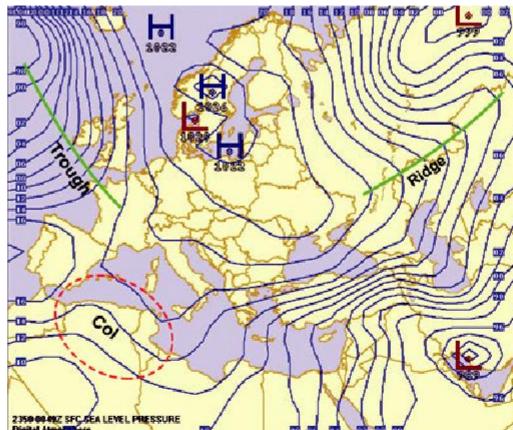
- Uma massa de ar "**tropical marítima**", possivelmente proveniente dos Açores, apresenta alta umidade em baixas altitudes e é, em geral, estável, com pouca visibilidade. No setor quente de uma depressão, muitas vezes há nuvem baixa do tipo stratus e possivelmente chuvisco, embora a visibilidade acima da nuvem possa ser boa. É também possível que ocorra nevoeiro de advecção. Em um anticiclone de verão, normalmente ocorre céu limpo ou encoberto por nuvem stratocumulus. A "massa de ar polar marítima de retorno", oriunda do Canadá, mas movendo-se pelas partes mais quentes do Atlântico, proporcionará condições semelhantes, porém usualmente menos acentuadas. Essas massas de ar são encontradas com frequência na Europa Ocidental.
- A "**massa de ar tropical continental**" do norte da África ou da Arábia proporciona condições estáveis. Há uma camada profunda e espessa de neblina, com poucas nuvens. A "massa de ar polar continental" da Sibéria proporciona céu limpo e muitas vezes geada durante a noite. A visibilidade é geralmente boa, exceto se ocorrerem pancadas de chuva (geralmente granizo ou neve) devido à possível umidade acumulada caso tenha se propagado através da água. Qualquer nuvem pode ser do tipo cumulus.
- "**Massa de ar polar continental**" da Europa Central e da Sibéria. O ar quente proveniente dessas áreas ocasionará verões secos, enquanto que o ar frio trará neve no inverno. No entanto, isso normalmente ocorre de novembro a abril, proporcionando céu limpo e temperaturas muito negativas.
- A massa de ar **polar marítima**, vinda direto do Canadá, é usualmente instável, com boa visibilidade fora da precipitação. Porém, como acumulou umidade, há, com frequência, muito mais nuvens. No verão, a base das "cumulus de bom tempo" pode ser alta. Porém, especialmente no inverno, pancadas de chuva frequentes e talvez pesadas oriundas de nuvens cumulus profundas são prováveis. Trovoadas também podem ocorrer caso haja algum "gatilho" capaz de desencadeá-las. No inverno, nuvens cumulus podem se formar sobre o mar e áreas costeiras, mesmo se a terra estiver muito fria para produzir convecção.
- Se houver previsão de "massa de ar **do Ártico**", do norte da Noruega, o ar frio e instável incluirá nuvens cumulonimbus que se formam sobre o mar e flutuam uma curta distância sobre a terra, sendo quase certo que nevará nas áreas costeiras. Embora a visibilidade fora das pancadas de chuva seja excelente, a neve a reduzirá drasticamente.

- As frentes meteorológicas delimitam duas massas de ar que geralmente apresentam características distintas. Por exemplo, uma massa de ar pode ser fria e seca e a outra pode ser relativamente quente e úmida. Essas diferenças produzem uma reação numa zona conhecida como frente. Em uma frente, pode haver grandes variações de temperatura, pois o ar quente entra em contato com o ar mais frio. A diferença de temperatura pode indicar a “força” de uma frente, por exemplo, se o ar muito frio entrar em contato com o ar tropical quente, a frente pode ser “forte” ou “intensa”. Se, no entanto, houver pouca diferença de temperatura entre as duas massas de ar, a frente pode ser “fraca”. O ar quente acompanha uma frente quente e o ar frio acompanha uma frente fria. Também tendemos a ver quantidades crescentes de nuvens e chuva ao longo da frente, principalmente quando o ar quente e úmido é forçado pela massa de ar a se elevar e, como consequência, cumulus congestus ou cumulonimbus se desenvolvem.

## 1.2 PADRÕES DE PRESSÃO

Os anticíclopes (HIGH) propiciam condições meteorológicas estáveis com ventos fracos. No entanto, o ar se torna progressivamente mais estável e a visibilidade da superfície cada vez pior (e a inversão no topo da camada de neblina mais baixa) a menos que a massa de ar se altere. Pode não haver nuvens, porém, no inverno, em especial, nuvens stratocumulus podem se formar diariamente, dispersando-se à noite. No verão, sem nuvens (ou nuvens cumulus finas), as temperaturas podem aumentar dia a dia e minimizar a redução da visibilidade. Já no inverno, o céu limpo pode propiciar o nevoeiro de radiação, que leva mais tempo para se dissipar.

Em um anticiclone (alta pressão), os ventos tendem a ser fracos e sopram no sentido horário (no hemisfério norte). Além disso, o ar é descendente, o que reduz a formação de nuvens e leva a ventos fracos e condições meteorológicas estáveis.



Cristas de alta pressão tendem a se mover rapidamente, por isso, embora as condições climáticas apresentem-se favoráveis por um tempo, é menos provável que as condições adversas causem impactos.

As depressões (LOW) se movem rapidamente, propiciando condições climáticas adversas com ventos fortes. Seus efeitos estão principalmente associados aos sistemas frontais. Entretanto, mesmo que não haja sistema frontal indicado na carta, o centro de uma depressão, em geral, contém nuvem convectiva espessa, com poucas lacunas, e pancadas de chuva com uma base de nuvem baixa.

Em uma depressão (baixa pressão), o ar é ascendente e sopra no sentido horário em torno da região de baixa pressão (no Hemisfério Sul). À medida que o ar sobe e esfria, o vapor de água se condensa para formar nuvens e talvez precipitação. É por isso que as condições climáticas são muitas vezes instáveis numa depressão - há, em geral, frentes meteorológicas associadas a depressões.

Cavados de baixa pressão são frequentemente uma combinação de frentes. Pancadas de chuva consecutivas ou períodos de precipitação contínua são comuns. Em especial acima ou próximo de terreno alto, haverá muitas nuvens em baixa altitude, provocando possíveis trovoadas.

Colos, áreas rodeadas por 2 cristas e 2 cavados, podem levar a um nevoeiro de radiação no outono ou no inverno e trovoadas no verão.

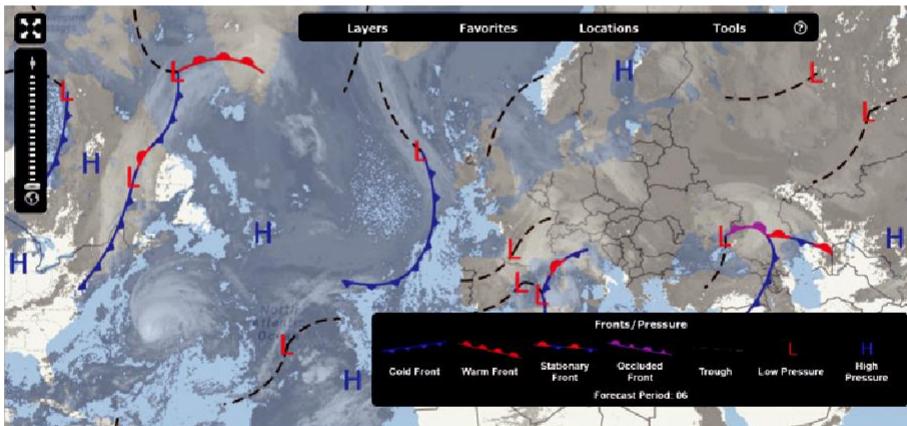


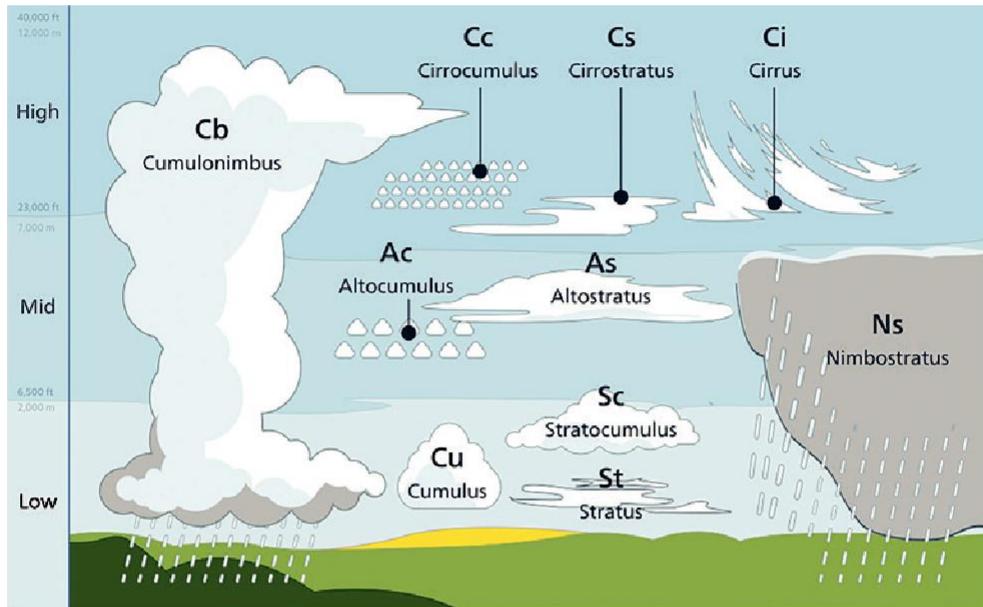
Imagen de frentes e pressões

Fonte: Schneider Electric

## 1.3 NUVENS

### 1.3.1 Previsão de Padrões Meteorológicos no Solo

À distância é possível prever condições meteorológicas olhando para as nuvens. Quantidades crescentes de nuvens altas espessas são um clássico sinal de que uma frente quente se aproxima. No entanto, muitas vezes as alterações nas nuvens ocorrem de diferentes formas. Mais frequentemente, pequenas quantidades de nuvens do tipo stratus aparecem em faixas, muito antes da frente de superfície. A chuva esperada para cerca de cinquenta milhas antes de uma frente quente de superfície surge, em geral, de repente, e não em quantidade progressivamente crescente. A imagem mostra o céu e uma frente quente vinda da direção de uma fileira de colinas, que rompe o padrão teórico das nuvens.



Vários tipos de nuvens e suas altitudes

Fonte: Wikipédia

É raro conseguir visualizar a aproximação de uma frente fria, pois estará escondida por nuvens baixas no setor quente. No entanto, quando chega, possivelmente trazendo fortes chuvas, raios de sol podem ser vistos à distância para indicar tempo estável por trás da frente. A passagem da frente fria será indicada pela alteração na direção do vento de superfície à medida que a temperatura do ar e o ponto de orvalho caem, mesmo que o céu não tenha ficado limpo imediatamente.

Trovoadas trazem muitos riscos para a aviação, incluindo mudanças no vento de superfície a longas distâncias, e podem se espalhar rapidamente. Pilotos de aeronaves leves devem evitar trovoadas a pelo menos 10 milhas náuticas.

Especialmente nas zonas frontais, as nuvens cumulonimbus são às vezes "embutidas" (escondidas por outras nuvens). Contudo, cumulonimbus individuais distantes serão, com frequência, indicadas tanto pela nuvem cirrus de uma "bigorna" (parte superior plana) como pela cumulus congestus com grande extensão vertical, que se transformarão em nuvens de tempestade.

As nuvens do tipo cumulus em grandes altitudes, "altocumulus castellanus", geralmente se tornam cumulonimbus num curto espaço de tempo.

### 1.3.2 Estimando a Base da Nuvem no Solo

Muitas vezes é difícil avaliar a dimensão e a altura da base da nuvem (a menor altitude da parte visível da nuvem) a partir do solo. Se não houver medição direta da base da nuvem na localidade e não for possível receber relatórios de aeródromos próximos, é tentador decolar e avaliar a base por conta própria.



*Imagen da base da nuvem*

Fonte: istockphoto.com

Se a nuvem estiver tocando um pilar ou outro obstáculo, a altura da base da nuvem é evidente. Pilotos experientes também podem estimar a base da nuvem observando manchas de nuvens se afastando com o vento. Durante a observação, o movimento relativo das manchas é afetado pela velocidade do vento e pela altura das nuvens.

Conhecendo a temperatura e o ponto de orvalho, é possível calcular a base aproximada, a temperatura e o ponto de orvalho próximos, indicando que a nuvem pode se formar a alturas muito baixas.

### 1.3.3 Previsão de Padrões de Nuvens no Ar

Em voo, geralmente é possível dispor das mesmas informações que podem ser obtidas no solo, embora nuvens próximas possam ocultar algumas indicações, tais como bigornas de cumulonimbus. No entanto, se o piloto olhar para a frente e em seu entorno, ele poderá visualizar outros sinais de possíveis problemas. Nuvens escuras sugerem precipitação. O arco-íris confirma precipitação!

Em condições gerais de boa visibilidade, se a visibilidade se modificar no horizonte, ou a nuvem estará abaixo da altitude da aeronave naquele momento ou a precipitação estará lá ocorrendo. Nenhuma das duas situações é boa para um piloto privado. É necessário descer, porém não abaixo da altitude VFR mínima planejada. Se não for possível visualizar um horizonte limpo, será preciso mudar a rota para longe da precipitação. "Cortinas" de nuvens que parecem cair indicam precipitação, o que pode obscurecer o horizonte. A precipitação pode se espalhar rapidamente, em especial em torno da base de uma grande cumulus.

Assim, é necessário dispor de outra opção de segurança (desvio, retorno ou pouso) antes de tentar voar ao redor da precipitação de uma base de nuvem com céu encoberto (ou até nublado).

Em condições de boa visibilidade sob céu nublado, as áreas no solo iluminadas pelo sol ou os raios de sol brilhando através de fendas, podem indicar a quantidade de nuvens naquela direção. Isso pode ajudar a planejar possíveis mudanças de rota se a base da nuvem começar a baixar.

As formas das nuvens podem prenunciar perigos. A nuvem que se forma abaixo da base de nuvem principal geralmente indica não apenas precipitação, mas, muitas vezes, turbulência. A nuvem "funil" pode indicar uma cumulonimbus embutida que deve ser evitada. Uma nuvem que "rola" ou forma um "gancho" é uma indicação de, pelo menos, turbulência moderada no nível da nuvem e abaixo dela.



*Nuvem lenticular: plana, redonda ou oval, em forma de lente, frequentemente observada próximo à crista de uma montanha.*

Fonte: Strangesounds.org



*Nuvens cumulonimbus: nuvem vertical densa associada a trovoadas e instabilidade atmosférica*

Fonte: istockphoto.com



*Nuvens de prateleira: estágio inicial de uma trovoada*

Fonte: istockphoto.com



*Nuvens rolo: nuvem baixa, horizontal, em forma de tubo e relativamente rara.*

Fonte: Strangesounds.org

#### 1.3.4 Base da Nuvem e Teto da Nuvem

- "Teto da nuvem" refere-se à nuvem mais baixa que cobre mais da metade do céu – então as categorias céu nublado (BKN) ou céu encoberto (OVC) constituiriam um teto da nuvem.
- "Base da nuvem" refere-se à nuvem visível mais baixa, que também pode ser o teto da nuvem, ou poucas nuvens (FEW) ou nuvens esparsas (SCT).

Na sua análise sobre as condições meteorológicas, é necessário estabelecer qual será a provável base da nuvem e teto da nuvem em diferentes fases do voo. Ao avaliar sua capacidade de permanecer em condições visuais em determinada altitude, leve em consideração as condições da cobertura de nuvens e se há probabilidade de que diminua durante qualquer etapa do voo.

Lembre-se de que a altura das nuvens constantes nos TAFs e METARs referem-se ao nível do aeródromo – um teto de nuvem de 1500ft em um aeródromo pode estar encobrindo topos de colinas não muito distantes.

O problema mais comum causado por nuvens ocorre quando estão muito baixas e não permitem um voo seguro sem colisão com o solo ou outros obstáculos.

Mas o que é considerado muito baixo? Isso depende de vários fatores:

- Qual o tipo de voo?
- Quais são as características do terreno e dos obstáculos ao longo da rota?
- As condições meteorológicas estão melhorando ou piorando na direção da sua rota?
- Como estarão as condições meteorológicas no seu destino?

De modo geral, o voo VMC com teto de nuvem de (1500ft AGL) ou menos requer atenção especial ao terreno e obstáculos. Um voo VMC abaixo de (1000ft AGL) é, em geral, adequado apenas para voos locais em áreas com as quais o piloto já esteja familiarizado. Na verdade, voar qualquer distância, mesmo com visibilidade razoável abaixo das nuvens, pode levar a confrontos próximos com colinas, antenas de rádio e outros perigos de baixa altura.

## 1.4 VISIBILIDADE

### 1.4.1 A Visibilidade do Solo em Voo (Obliquidade)

É bom voar acima de uma camada de neblina. No entanto, se a visibilidade oblíqua em relação ao solo diminuir, espera-se que a visibilidade também piore no momento da descida.

Manchas de nuvens baixas ou névoa podem ser vistas nos vales e alertam para provável nevoeiro de radiação à frente. Qualquer nuvem abaixo da altitude de cruzeiro precisa ser considerada uma ameaça em potencial. Muitas vezes você verá a primeira nuvem baixa nas encostas das colinas, mas é provável que se formem outras nuvens sobre terrenos mais planos. Manchas de nuvens e o topo de uma camada de neblina indicam provável congelamento do carburador.

O piloto deve sempre estar atento sobre um possível ambiente visual degradado (DVE). O piloto pode observar um objeto no solo à sua frente que acabou de se tornar visível e registrar o tempo até que esteja voando sobre o objeto. Se o tempo for reduzido, é importante considerar retornar, desviar ou pousar. A baixa altura, o piloto precisa conseguir visualizar o solo além da próxima crista antes de ultrapassá-la. Se os mesmos objetos permanecerem no limite do alcance visual do piloto conforme voe em direção a eles, isso indica banco de nevoeiro ou nuvem muito baixa.

Mesmo que o teto da nuvem seja alto o bastante, será necessária visibilidade suficiente em voo para controlar a aeronave visualmente, navegar e evitar outras aeronaves. Previsões e relatórios indicarão a visibilidade na superfície. No entanto, a visibilidade real em voo só pode ser avaliada em voo. É necessário ter cautela com os dias de alta pressão e quentes no verão quando a visibilidade é, em geral, muito baixa devido à neblina, principalmente na direção do sol. Durante o inverno, o sol baixo também pode reduzir drasticamente a visibilidade à frente durante voos em direção do sol.

### 1.4.2 Visibilidade no Solo (Horizontal)

É importante destacar que o clima (precipitação) e a visibilidade estão intimamente ligados. Por exemplo, chuva fraca ou chuvisco podem causar pouco ou nenhum impacto na visibilidade, mas o chuvisco forte pode reduzir a visibilidade para menos de 2500m.

A visibilidade horizontal é reduzida pelas seguintes condições:

- Nevoeiro (radiação, advecção)
- Névoa
- Precipitação (chuva, neve)
- Inversões (partículas suspensas)

## 1.5 VENTO

A previsão para a velocidade do vento de gradiente (2000 ft) é, quase sempre, precisa, mas pode estar sujeita a mudanças. O vento na superfície é impactado pelo arrasto friccional causado pela superfície da Terra, resultando na redução e na mudança de direção. Por outro lado, colinas, florestas, vales forçam o vento a desacelerar/acerlar e alteram a direção (consulte o documento HE7 "Técnicas para operações de helicóptero em terrenos acidentados e montanhosos", capítulo 2). Indicações sobre a velocidade do vento de superfície podem ser fornecidas por birutas, fumaça, GPS, parques eólicos, pistas de vento sobre a água, etc.

A tesoura de vento ou o gradiente de vento é uma diferença na velocidade e/ou direção do vento sobre uma distância relativamente curta na atmosfera. Pode ser vertical ou horizontal se a variação de velocidade e direções ocorrer vertical ou horizontalmente. É a causa mais frequente da turbulência atmosférica.

Normalmente, a tesoura de vento é um fenômeno meteorológico de microescala que ocorre em distância muito pequena, mas pode estar associado a características meteorológicas de mesoescala ou escala sinótica, tais como linhas de instabilidade e frentes frias. Às vezes, a tesoura de vento é originada por microburst.

Um microburst é uma coluna localizada, composta por ar descendente excepcionalmente concentrado e localizado, que resulta em uma violenta descarga de ar no solo. Está ligado à presença de trovoada e é menor ou igual a 3 milhas de diâmetro.

Existem dois tipos principais de microburst: 1) microbursts molhados, se acompanhados de precipitação significativa; e 2) microbursts secos, se não forem acompanhados de precipitação.

O microburst passa por três estágios durante seu ciclo: downburst, outburst e cushion.

Os microbursts podem causar muitos danos na superfície e, em alguns casos, podem ser fatais. Ventos fortes em linha reta são semelhantes aos ventos de alguns tornados. Porém, sem a rotação do tornado, podem ser particularmente perigosos para as aeronaves, especialmente durante o pouso, devido à tesoura de vento causada pela frente de rajada.

## 1.6 TURBULÊNCIA

Turbulência pode ser definida como mudanças de pequena escala, de curto período, aleatórias e frequentes no campo de velocidades do ar. Pode ocorrer turbulência mecânica (devido ao atrito do ar em terrenos irregulares em níveis baixos) ou turbulência térmica (devido à instabilidade da temperatura do ar em níveis intermediários).

É importante conhecer o terreno para prever possíveis turbulências. Por exemplo, um vento de 10kt pode causar turbulência perigosa se atingir um objeto local. Ventos acima de 35kts ou mais são, em geral, indicativos de condições irregulares.

A turbulência afeta o comportamento da aeronave em voo e aumenta o risco de estol da pás que recua, de anel de vórtice e de perda de eficiência do rotor de cauda (LTE) à medida que a velocidade relativa ao solo e ao ar varia. Para helicópteros equipados com sistemas de rotor oscilante, existe o perigo adicional de mast bumping e ruptura do rotor/cauda.

Intensidade da turbulência:

- Turbulência leve: é a menos severa, com pequenas mudanças de altitude e/ou altitude.
- Turbulência moderada: similar à turbulência leve, mas de maior intensidade - variações de velocidade e altitude e altitude podem ocorrer, mas a aeronave permanece sob controle o tempo todo.
- Turbulência severa: caracterizada por grandes e abruptas mudanças de altitude e altitude, com grandes variações na velocidade do ar. Pode haver breves períodos durante os quais o controle efetivo da aeronave é impossível. Objetos soltos podem se mover pela cabine e podem ocorrer danos à estrutura da aeronave.
- Turbulência extrema: pode causar danos estruturais e resultar diretamente na perda prolongada de controle da aeronave bem como na possível perda terminal de controle da aeronave.

Além das ocorrências anteriores, pilotos de helicóptero também podem encontrar os seguintes tipos de turbulência em nível baixo:

- Inversões de temperatura
- Turbulência frontal
- Turbulência de montanha
- Turbulência de trovoada

A turbulência pode ocorrer em qualquer lugar e subitamente. Portanto, deve sempre ser esperada, em especial em terrenos acidentados e montanhosos, onde a turbulência de montanha pode ocorrer com frequência. Os pilotos devem estar preparados para a turbulência a todo momento, garantindo os comandos de voo e reduzindo a velocidade aerodinâmica para a velocidade recomendada pelo RFM para condições de turbulência.

## 1.7 PRECIPITAÇÃO

A precipitação pode ter efeitos adversos no voo e, portanto, deve ser tratada como uma ameaça a ser gerenciada.

Os tipos de precipitação a serem considerados são chuva, chuva congelante, neve, chuvisco, granizo e granizo mole.

## 1.8 GELO

Por definição, gelo é o estado sólido da água. É um cristal sólido e transparente. A transformação ocorre quando a água é resfriada a uma temperatura abaixo de 0°C.

As condições ambientais favoráveis à formação de gelo são:

- OAT  $\leq$  10°C com qualquer forma de umidade visível (nevoeiro com visibilidade de uma milha ou menos, chuva, chuvisco, neve, etc.) ou
- OAT  $\leq$  10°C com ponto de orvalho igual ou inferior a 3°C em relação à OAT.

A formação de gelo na estrutura da aeronave em voo ocorre quando a água super-resfriada congela devido ao impacto com qualquer parte externa da aeronave. Gotas líquidas ocorrem em temperaturas do ar externo (OAT) inferiores a 0°C nas nuvens. Em OAT próximas a 0°C, a nuvem pode ser completamente composta por essas gotas, com poucas ou nenhuma partícula de gelo. Temperaturas decrescentes aumentam a probabilidade da ocorrência de partículas de gelo em grande número, juntamente com as gotas líquidas. De fato, à medida que o teor de água congelada aumenta, o teor de água líquida (LWC) tende a diminuir, pois as partículas de gelo se desenvolvem devido às partículas de água. A temperaturas abaixo de aproximadamente -20°C (-4°F), a maioria das nuvens são compostas por partículas de gelo.

Existem diferentes tipos de gelo que ocorrem na estrutura da aeronave:

- O **gelo claro** ou **gelo transparente** é, em geral, límpido e liso. Gotas de água super-resfriadas ou chuva congelante atingem uma superfície, mas não congelam instantaneamente. Muitas vezes, “formações pontiagudas” ou saliências são formadas e projetam-se na direção do fluxo de ar.
- O **gelo escarcha** é áspero, leitoso e opaco, composto por gotas super-resfriadas que congelam de modo rápido no momento do impacto. Forma-se principalmente ao longo do ponto de estagnação de um aerofólio e, em geral, se adapta à forma do aerofólio.
- O **gelo misto** é uma combinação de gelo claro e gelo escarcha.
- A **geada** é o resultado do congelamento da água em superfícies desprotegidas enquanto a aeronave está parada. A geada pode ser perigosa quando se tenta iniciar um voo porque interrompe o fluxo de ar da camada limite de um aerofólio, causando estol aerodinâmico antecipado e, em alguns casos, aumento drástico do arrasto, tornando a decolagem perigosa ou impossível.

- O **gelo SLD** refere-se ao gelo formado em condições de Super-resfriamento de Gotas Grandes (Supercooled Large Droplet - SLD). É semelhante ao gelo claro. No entanto, como as gotas são grandes, ele se estende a partes desprotegidas da aeronave e constitui formas de gelo maiores mais rapidamente do que em condições normais de congelamento.

## 1.9 RELÂMPAGO

Um relâmpago é a descarga de uma faísca elétrica brilhante na atmosfera, que ocorre em uma nuvem de trovoada, entre nuvens ou entre uma nuvem e o solo.

Na maioria das vezes, tem origem em uma nuvem cumulonimbus e termina no solo, sendo chamado de relâmpago nuvem-solo (CG). Um tipo menos comum de relâmpago, chamado de relâmpago solo-nuvem (GC), propaga-se no sentido ascendente, iniciando a partir de um objeto alto no solo e chegando às nuvens. Cerca de 25% de todos os relâmpagos no mundo ocorrem entre a atmosfera e objetos em solo terrestre. A maior parte dos relâmpagos são do tipo intranuvem (IC) ou nuvem-nuvem (CC), onde as descargas ocorrem apenas a alturas elevadas na atmosfera.

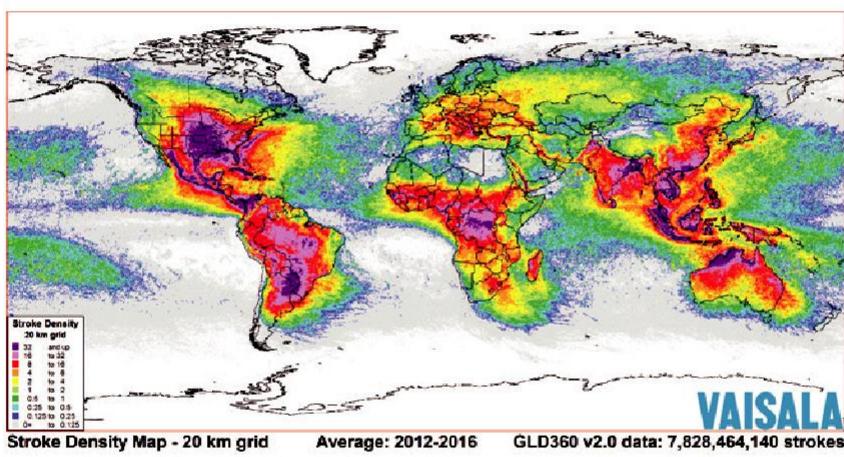
Um único relâmpago é um "flash", processo complexo e composto por várias etapas, algumas das quais ainda não totalmente compreendidas. A maioria dos flashes nuvem-solo "atingem" apenas um local físico, conhecido como "terminação". O canal condutor principal, que é a luz brilhante visível, chamada de "raio", tem apenas uma polegada de diâmetro. Porém, devido ao seu brilho extremo, aparenta ser muito maior em fotografias e quando visto a olho nu. As descargas de relâmpagos costumam ter quilômetros de extensão, mas certos tipos de descargas horizontais podem ultrapassar dezenas de quilômetros de comprimento. O flash dura apenas uma fração de um segundo. A maioria das etapas iniciais de formação e propagação são muito mais escuras e não são visíveis ao olho humano.



Trovoada severa com relâmpagos significativos

Fonte: istockphoto.com

**Mapa-múndi com o histórico de ocorrências de relâmpagos**



Fonte: Vaisala

## 2. CONSULTANDO INFORMES

Embora você tenha avaliado, antes do voo, as prováveis condições meteorológicas, você não terá todas as informações fornecidas por uma previsão. Não voe sem dispor de uma previsão meteorológica para voos de helicóptero. Verifique a previsão de área para sua rota e TAFs e METARs para todos os aeródromos previstos para seu percurso, além de aeródromos de alternativa. Compare as condições reais com a previsão; se estão piores agora, o que poderá vir depois?

TAFs são previsões e METARs são relatórios, os quais você deve ser capaz de ler e decodificar (alguns sites de internet oferecem interpretação dos METARs em linguagem simples). Por exemplo, lembre-se de que TAFs/METARs fornecem informações sobre nuvens com base no nível do solo no aeroporto de referência – leve isso em conta ao compará-los com a altitude prevista para sua rota.

Os valores nos TAFs não expressam um único valor de previsão, mas um grupo de valores potenciais que representam as condições de previsão mais prováveis para um determinado período. Esses grupos são definidos pela OACI e os conjuntos de mudanças no TAF existem para representar mudanças nas condições meteorológicas esperadas para além de um grupo específico de valores. Portanto, em geral, as previsões não são alteradas até que certos critérios para mudança sejam atingidos.

O valor específico de qualquer elemento de uma previsão deve ser entendido como o valor mais provável a ser assumido pelo elemento durante o período da previsão. Da mesma forma, quando a hora ou a alteração de um elemento são fornecidas em uma previsão, essa hora deve ser entendida como a mais provável.

"TEMPO", "OCNL" e até mesmo "ISOL" certamente afetarão seu voo, assim como quaisquer rajadas de vento previsto. Esteja sempre pronto para desviar para outro aeródromo se não conseguir pousar no seu destino. Tenha atenção aos possíveis problemas meteorológicos e saiba qual outro aeródromo é o mais adequado. Se houver incerteza nos TAFs (previsões), por exemplo, se a hora de uma mudança meteorológica não for prevista com precisão ou se houver períodos em que "PROB30" ou "PROB40" estejam sendo usados, investigue as condições climáticas de forma mais detalhada.

Os TAFs/METARs fornecem uma boa indicação sobre quando condições meteorológicas específicas estarão ocorrendo e quando é provável que melhorem ou pioram. Analisando vários TAFs/METARs sobre determinada área, você provavelmente verá um padrão de condições meteorológicas. Para esses propósitos, TAFs e METARs são um recurso de valor incalculável. No entanto, utilizar outras informações disponíveis possibilita conhecer de forma ainda mais abrangente as condições esperadas. Por exemplo, consultar um mapa de precipitação e imagens de radar pode ajudar a entender a intensidade das pancadas de chuva e das trovoadas e como estão se desenvolvendo.

Além disso, as cartas de pressão ao nível do mar são úteis cerca de quatro dias antes do voo. Elas indicam onde estão as frentes e suas regiões associadas de alta e baixa pressões e para onde provavelmente se moverão. Descobrir quando as frentes chegarão a lugares específicos e como irão interagir com as outras massas de ar que encontrarem é uma habilidade, na prática, de prever as condições meteorológicas. As cartas podem ser uma ferramenta valiosa para a compreensão inicial das condições gerais a serem esperadas: por exemplo, é mais provável que a massa de ar que vem do sul e passa sobre a Europa seja seca, mas pode ser nebulosa e poluída. É provável que as condições meteorológicas oriundas do sudoeste contenham umidade, trazendo chuva e nuvens baixas. Já em relação às condições originárias do noroeste, é provável que tragam ar limpo após uma frente fria, mas com maior risco de pancadas de chuva.

Em caso de frentes, sistemas convectivos ou nevoeiro nas redondezas, pode ser difícil prever exatamente as condições meteorológicas em um determinado local. Portanto, faça uma análise cuidadosa e considere alternativas em diferentes cenários, caso as condições piorarem antes do previsto – calcule altitudes que, se reduzidas pelas condições meteorológicas, permitam retornos ou desvios.



### 3. NOVAS TECNOLOGIAS

Atualmente, existem ferramentas que auxiliam a melhora da segurança, exibindo os níveis de teto e visibilidade vigentes e previstos 24/7, bem como outras condições meteorológicas adversas em baixos níveis. Assim, os pilotos podem tomar decisões rápidas de ir/não ir a qualquer momento.

Além disso, os pilotos podem usar tais ferramentas modernas para visualizar em tempo real os vários tipos de precipitação para sua trajetória de voo: chuva, neve, etc.

As tecnologias mais recentes, incluindo tablets e smartphones conectados à internet, permitem até que operadores de solo e/ou pilotos enviem rotas aéreas a especialistas em serviços meteorológicos com antecedência.

A integração com ferramentas de planejamento de voo, que pode complementar as condições meteorológicas previstas nas cartas aeronáuticas, permite o recebimento de avisos e alertas meteorológicos durante o voo para que se evite áreas perigosas.

# 4. MÍNIMOS METEOROLÓGICOS PARA HELICÓPTEROS

## SERA.5001 Mínimos de visibilidade VMC e distância das nuvens

Os mínimos de visibilidade VMC e distância das nuvens são apresentados na Tabela S5-1.

TABELA S5-1 (\*)

FAIXA DE ALTITUDE	CLASSE DO ESPAÇO AÉREO	VISIBILIDADE DE VOO	DISTÂNCIA DAS NUVENS
A e acima de 3050 m (10.000 ft) AMSL	A(**) B C D E F G	8 km	1500 m horizontalmente 300 m (1.000 ft) verticalmente
Abaixo de 3050 m (10.000 ft) AMSL e acima de 900 m (3.000 ft) AMSL, ou acima de 300 m (1000 ft) acima do terreno, o que for mais alto	A(**) B C D E F G	5 km	1500 m horizontalmente 300 m (1.000 ft) verticalmente
A e abaixo de 900 m (3000 ft) AMSL, ou 300 m (1.000 ft) acima do terreno, o que for mais alto	A(**) B C D E	5 km	1500 m horizontalmente 300 m (1.000 ft) verticalmente
	F G	5 km (***)	Sem nuvens e superfície à vista

(\*) Quando a altura da altitude de transição for inferior a 3 050 m (10.000 ft) AMSL, será utilizado o FL 100 ao invés de 10.000 ft.

(\*\*) Os mínimos VMC no espaço aéreo Classe A estão incluídos para orientação aos pilotos e não implicam a aceitação de voos VFR no espaço aéreo Classe A.

(\*\*\*) Quando determinado pela autoridade competente:

(a) podem ser permitidas visibilidades de voo reduzidas a não menos que 1500 m para voos que operam: (1) a velocidades de 140 kts IAS ou menos, para permitir a observação de tráfego ou quaisquer obstáculos a tempo de evitar colisões; ou (2) em circunstâncias em que a probabilidade de conflito com tráfego seja normalmente pequena, por exemplo, em áreas de pouco volume de tráfego e para serviços aéreos especializados em baixos níveis;

(b) os helicópteros podem ser autorizados a operar com visibilidade inferior a 1500 m (mas não inferior a 800 m), desde que estejam em velocidade que permita observação adequada do tráfego ou quaisquer obstáculos a tempo de evitar colisões.

## AMC1 SERA.5010(a)(3) - VFR Especial em zonas de controle

Limite de velocidade a ser aplicado por pilotos de helicóptero

A velocidade de 140 kt não deve ser usada por helicópteros operando em visibilidade abaixo de 1500 m. Nesse caso, deve ser aplicada uma velocidade mais baixa, apropriada às condições reais.

### **GM1 SERA.5010(a)(3) VFR Especial em zonas de controle**

Limite de velocidade a ser aplicado por pilotos de helicóptero

A velocidade de 140 Kt deve ser considerada a velocidade máxima absoluta aceitável, a fim de manter o nível de segurança aceitável quando a visibilidade for igual ou superior a 1500 m. Velocidades mais baixas devem ser aplicadas considerando-se alguns fatores, tais como condições locais e quantidade e experiência dos pilotos a bordo, seguindo as orientações da tabela abaixo:

Visibilidade (m)	Velocidade recomendada (Kt)
800	50
1500	100
2000	120

**Nota:** Em algumas áreas (isto é, CTR London), para voos VFR/SVF, os requisitos locais relativos ao espaço aéreo podem exigir mínimos de visibilidade mais altos do que os estabelecidos pela SERA, e, obviamente, os pilotos devem sempre ser capazes de cumprir a regra dos 500 pés.

# 5. REQUISITOS OPERACIONAIS - DECISÃO DE VOO

## 5.1 Planejamento Pré-Voo

Aplicam-se os princípios básicos de planejamento e preparação descritos no Informativo EHEST HE1 Safety Considerations; consulte o Apêndice 1 - Checklist de Planejamento Pré-voo.

O monitoramento de informações nos dias que antecedem o voo ajudará a entender a evolução das condições meteorológicas. O uso de todas as informações importantes disponíveis no dia do voo ajudará a tomar decisões eficazes sobre ir/não ir e a não receber com surpresa as mudanças meteorológicas em rota. Na prática, as condições podem mudar rapidamente e o CAVOK pode se transformar em OVC200 em um curto período. Portanto, é essencial ter um plano B.

Para o planejamento realizado há muitos dias antes do voo, as previsões meteorológicas normais são a principal fonte de informações. Quanto mais próximo do momento do voo, devem ser consultadas as previsões no âmbito da aviação para a tomada de decisão de voo. Isso deve ser feito para que se garanta o acesso a previsões emitidas por fontes autorizadas – incluindo cartas sinóticas, SIGMET, AIRMET e TAFs e METARs – para todos os aeródromos previstos para sua rota, além de aeródromos de alternativa.

Compare as condições meteorológicas reais com as previsões. Se estão piores agora, o que acontecerá depois? Tenha atenção aos avisos (há instruções para interpretação dos avisos na internet) e tome uma decisão IR/NÃO IR cuidadosamente fundamentada. Tenha uma rota de desvio planejada se você pretende sobrevoar terrenos altos que podem estar cobertos por nuvens.

Estude as previsões para "PROBs", que indicam incerteza, "TEMPO", "OCNL", "BECMG" e até mesmo "ISOL", que certamente afetarão seu voo, assim como quaisquer rajadas de vento previsto. Esteja sempre pronto para desviar, retornar ou pousar se você não conseguir chegar ao seu destino.

O planejamento de combustível deve considerar as condições meteorológicas previstas, de acordo com o regulamento aplicável à contingência de combustível. Em voo, o piloto deve monitorar constantemente o consumo de combustível.

Tenha atenção à formação de gelo no motor, cumpra as instruções do RFM (Rotorcraft Flight Manual)/POM (Pilot's Operating Handbook) sobre o uso de Carb heat (aquecimento do carburador) ou Engine anti-ice (motor anti-gelo) e lembre-se de incluir Carb Air Temp (temperatura do ar do carburador) e OAT na sua verificação constante.

Em dias chuvosos, tenha cuidado com o embaçamento do para-brisa e das janelas, especialmente ao transportar passageiros com roupas molhadas, e leve um pano para ajudar a desembaraçar o para-brisa antes da decolagem. Observação: alguns sistemas de aquecimento da cabine podem causar o embaçamento do para-brisa ao serem ligados.

Como o local de destino pode estar distante de um aeródromo e das instalações meteorológicas, o piloto deverá coletar as informações fornecidas nas cartas sinóticas, TAFs e METARs. Se possível, é recomendado que se faça uma ligação telefônica para alguém que esteja no local de pouso a fim de se obter o relato das condições meteorológicas locais. As informações devem ser obtidas para o voo de ida e de volta, incluindo o horário previsto para o crepúsculo – em caso de atraso. É importante ter o contato de um serviço meteorológico (número de telefone/"app") para obter previsões meteorológicas atualizadas do local de pouso.

## 5.2 Avaliação da Ameaça: Pré-Voo

Ao planejar um voo VMC, existem vários fatores de risco que devem ser levados em consideração antes da decolagem.

Mesmo para voos locais, é importante compreender com exatidão as condições meteorológicas gerais antes de voar. Em especial, é essencial entender como as condições podem evoluir durante o voo. Isso inclui uma observação geral das condições meteorológicas no dia do voo, bem como a previsão para seu destino e quaisquer alternativas. Esses procedimentos vão embasar sua decisão sobre se é seguro ou não voar. Seguem alguns dos fatores a serem considerados:

- Reserve um **tempo** antes do voo para se preparar adequadamente (verifique as condições meteorológicas para todos os voos – os pilotos normalmente preocupam-se com voos longos e complexos, mas muitos acidentes causados por más condições climáticas são locais. Evite a falsa sensação de segurança em voos curtos em espaço aéreo já conhecido.)
- As informações disponíveis indicam que as condições meteorológicas ao longo da rota e no destino serão iguais ou superiores aos mínimos VMC?
- Qual equipamento está disponível no helicóptero?
- O piloto tem a capacitação e as informações atualizadas para a realização do voo?
- Quais equipamentos de navegação, além das cartas aeronáuticas, estão disponíveis (GPS, tablet, auxílios à radionavegação)? Estão atualizados? O piloto foi treinado para usá-los?
- O voo está planejado para ocorrer a uma altura segura acima do solo e a altitude mínima de segurança para a rota foi calculada?
- Alum segmento da rota envolve o sobrevoo de áreas rurais não povoadas ou grandes extensões de áreas abertas, tais como superfícies com água, neve, etc.?
- O voo ocorrerá em período noturno, quando não haverá luz da lua ou as estrelas e a lua estiverem obscurecidas?
- Existem ou provavelmente existirão camadas significativas de nuvens de baixo nível na rota (4/8 – 8/8 SCT/BKN/OVC)?
- A visibilidade está ou poderá estar limitada na rota, ou seja, o alcance visual será o mínimo (ou próximo ao mínimo) necessário para a condução segura do voo (que pode ser significativamente mais alto do que os mínimos estabelecidos)?
- Há probabilidade de encontrar DVE?

### 5.3 Avaliação da Ameaça: Em Voo

No percurso de um voo, outras ameaças podem surgir:

- Pouca luz ambiente.
- Não há horizonte visual, ou, na melhor das hipóteses, o horizonte é pouco definido.
- Há DVE devido à deterioração das condições meteorológicas.
- A vista do cockpit é obscurecida devido à precipitação/névoa.
- A base das nuvens se torna mais baixa, forçando uma descida não planejada abaixo da altura segura prevista.

Para mitigar qualquer uma das ameaças acima, o piloto deve inicialmente reduzir a velocidade para manter a referência no solo ( $V_y$  recomendada) e, se necessário, considerar desviar, voltar ou executar um pouso de precaução.

### 5.4 Uso do Rádio Em Rota

Um Serviço de Informações de Voo pode fornecer METARs, SPECIs e TAFs, além de orientações (SIGMET e AIRMET) solicitadas pelo piloto. Os principais aeródromos transmitem mensagens ATIS (serviço automático de informação terminal). A rede "VOLMET" agrupa os muitos boletins meteorológicos em frequências publicadas. Um prognóstico "TREND" no final de um relatório pode mencionar a redução da base da nuvem ou visibilidade; isso pode indicar deterioração geral.

### 5.5 Voando no Inverno

NENHUM helicóptero leve da aviação geral está autorizado a voar em condições de gelo. Em geral, voar sob neve requer a instalação de equipamentos de proteção contra neve; consulte o RFM/POM. Consulte as previsões meteorológicas para evitar neve e gelo.

Neve, gelo e geada devem ser completamente removidos dos helicópteros antes do voo. O gelo pode se propagar e trazer perigo para pessoas ou propriedades. A neve pode se desprender e ser sugada pelo motor, causando a perda do motor. O acúmulo de gelo compromete a eficiência das pás do rotor, aumenta a massa do helicóptero e afeta significativamente o CG.

Vista-se de forma adequada para as condições climáticas previstas. Vista roupas quentes antes do voo, preparando-se para falhas do sistema de aquecimento ou pouso forçado/de precaução – você não pode vesti-las em voo!

A neve cobre pontos de referência já conhecidos, dificultando a navegação; estradas, rios e ferrovias podem ser escondidos pela neve. Pode ocorrer desorientação quando terrenos sem características específicas e cobertos por neve se confundem com o céu encoberto (especialmente muito encoberto). O horizonte desaparece e a desorientação pode ocorrer rapidamente.

## 6. REGRAS DE OURO

- » **Compreenda os padrões meteorológicos e seus prováveis impactos ao voo**
- » **Sempre consulte previsões publicadas por órgão da aviação**
- » **Somente inicie ou continue um voo VMC se as informações disponíveis indicarem que as condições serão iguais ou superiores aos mínimos VMC na partida, ao longo da rota e no destino**
- » **Pesquise e leve em consideração PROBs, TEMPOs, OCNL e ISOL**
- » **Espere condições piores do que o previsto**
- » **Verifique as condições reais confrontando-as com as previsões**
- » **Identifique rotas alternativas e aeródromos de desvio adequados**
- » **Leve quantidade suficiente de combustível**
- » **Examine o céu e o horizonte em busca de possíveis problemas**
- » **Observe ventos de superfície locais**
- » **Em voo, verifique boletins meteorológicos**
- » **Esteja preparado para desviar, retornar ou pousar, isto é, certifique-se de que há uma alternativa disponível, caso as condições meteorológicas impeçam a conclusão do voo conforme o planejado**
- » **Aumente sua confiança sobre a tomada de decisões em relação a aspectos meteorológicos, tanto durante o planejamento do voo quanto durante o voo. Por exemplo, assista a previsões na TV, fique de olho nos METARs e TAFs mesmo quando não estiver voando, estude imagens de radar e satélite, converse com outros pilotos, compartilhe experiências, leia livros e artigos e participe de cursos.**

# 7. GLOSSÁRIO E ABREVIATURAS METEOROLÓGICAS

## Glossário:

<b>Anticiclone</b>	Área com pressão superior àquela apresentada em áreas circunvizinhas
<b>Colo</b>	Área rodeada por 2 cristas e 2 cavados
<b>Depressão</b>	Área com pressão inferior àquela apresentada em áreas circunvizinhas
<b>METAR</b>	MÉTéorologique Aviation Régulière (Inglês: <i>Aviation Routine Weather Report</i> ), Informe Meteorológico Regular de Aeródromo
<b>Crista</b>	Alta pressão entre 2 áreas de baixa pressão
<b>TAF</b>	Terminal Aerodrome Forecast (Previsão de Aeródromo)
<b>Cavado</b>	Baixa pressão entre 2 áreas de alta pressão
<b>Volmet</b>	Informação Meteorológica para Aeronave em Voo

## Abreviaturas Meteorológicas:

<b>ISOL</b>	Isolado
<b>OCNL</b>	Ocasional
<b>PROB</b>	Previsão de Probabilidade
	Probabilidade ou chance de trovoadas ou outras precipitações
<b>BECMG</b>	Tornando-se
	O grupo BECMG é usado quando se espera uma mudança gradual nas condições por um período mais extenso, geralmente duas horas
<b>TEMPO</b>	Temporariamente
	O grupo TEMPO é usado para quaisquer condições de vento, visibilidade, meteorológicas ou relativas ao céu, previstas para durarem, em geral, menos de uma hora por vez (ocasional) e para que ocorram durante menos da metade do período

## NOTAS

## NOTAS

# INFORMAÇÕES EDITORIAIS

## Aviso Legal:

As opiniões expressas neste informativo são de exclusiva responsabilidade do EHEST. Todas as informações são gerais e não se destinam a abordar circunstâncias específicas de quaisquer indivíduos ou entidades em particular. O único objetivo é fornecer orientações sem afetar, de nenhuma forma, as disposições legislativas e regulatórias adotadas oficialmente, incluindo Meios de Conformidade Aceitáveis ou Materiais de Orientação. O informativo não objetiva e não deve ser referenciado como garantia, representação, empreendimento, contrato ou outro compromisso firmado em lei em nome do EHEST, seus participantes ou organizações afiliadas. A adoção das recomendações aqui descritas está sujeita a decisões voluntárias e está sob responsabilidade tão e somente daqueles que as endossam. Consequentemente, o EHEST e seus participantes ou organizações afiliadas não expressam ou emitem qualquer garantia ou assumem qualquer responsabilidade ou obrigação pela precisão, abrangência ou utilidade de qualquer informação ou recomendação incluída neste informativo. Em consonância com as leis aplicáveis, o EHEST e seus participantes ou organizações afiliadas não serão responsáveis por nenhum tipo de dano ou outras reivindicações ou demandas decorrentes ou relacionados ao uso, cópia ou exibição deste folheto.



Agosto de 2017

**EUROPEAN HELICOPTER SAFETY TEAM (EHEST)**

Parte integrante do ESSI

**European Aviation Safety Agency (EASA)**

Strategy & Safety Management Directorate  
Konrad-Adenauer-Ufer 3, D-50668 Köln, Germany

**E-mail** [ehest@easa.europa.eu](mailto:ehest@easa.europa.eu)

**Website** [www.easa.europa.eu/essi/ehest](http://www.easa.europa.eu/essi/ehest)

