

A influência do clima e do tempo do Centro-Oeste do Brasil nas condições de voo na região

Juliana Ramalho Barros,
da Universidade Federal de Goiás
juliana.ufg@superig.com.br

Juan Carlos da Silva Balero
da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.
juan_balero@hotmail.com

Resumo: Este trabalho teve como objetivo fornecer subsídios acerca da influência das condições meteorológicas na aviação na Região Centro-Oeste do Brasil. Para isso realizou-se pesquisa bibliográfica e coleta de dados meteorológicos, além de estatísticas de acidentes na aviação brasileira. O clima da região sofre influência de três massas de ar, responsáveis pelos fenômenos atmosféricos recorrentes nas diferentes estações do ano. Cada estação do ano tem suas particularidades meteorológicas, influenciando de maneira diferenciada na aviação. O piloto deve ter conhecimento prévio sobre o clima de onde irá fazer o voo, pois pode haver mudanças repentinas nas condições do tempo. O conhecimento das condições climáticas e meteorológicas é fundamental para o planejamento de voo, inclusive para que o piloto saiba como lidar com condições adversas. Embora um acidente possa apresentar mais de um fator contribuinte para que sua ocorrência, sabe-se que vários acidentes aéreos são decorrentes de condições meteorológicas adversas. Espera-se com este trabalho, contribuir para a reflexão sobre a formação dos aeronautas e, assim, para a redução de acidentes aéreos que tenham as condições do tempo como fator agravante.

Palavras-chave: Segurança de voo; Região Centro-Oeste; Meteorologia; Climatologia.

INTRODUÇÃO

Este trabalho, cujo objetivo principal é avaliar e discutir a influência dos parâmetros climáticos e meteorológicos para a aviação na região Centro-Oeste do Brasil, representa uma contribuição no sentido de revelar a importância dos conhecimentos sobre o tempo e o clima para a realização de diversas atividades (no caso aqui, a aviação).

De modo geral, os fenômenos meteorológicos que apresentam maior influência sobre a segurança de voo costumam ocorrer mais durante o verão, uma vez que, em função da alta umidade do ar, é nesse período que são formadas grandes nuvens chamadas de Cumulonimbus (Cb), responsáveis pela formação de trovoadas, que, por sua vez, podem trazer consigo gelo, granizo, *windshear*, entre outros que podem comprometer a segurança de voo.

Um dos principais fatores para que um voo seja realizado de forma mais segura é o planejamento. Este consiste em um vasto conjunto de informações prévias, incluindo os acontecimentos meteorológicos atuais e futuros do aeródromo de partida, da rota de voo, do aeródromo de destino e do aeródromo de alternativa.

O conhecimento das características climáticas e das condições meteorológicas é de grande importância para um voo estável, sendo essencial que o piloto tenha o conhecimento do que pode ocorrer em determinada localidade de acordo com o período do ano para que possa controlar a aeronave da maneira mais segura.

Com essa visão, na década de 1930, o Capitão Aviador Lysias Agustos Rodrigues percorreu o Centro-Oeste brasileiro, em missão de avaliação para que o transporte aéreo fosse um meio de interiorização, e afirmou que o clima da região Centro-Oeste era um dos melhores do Brasil para se voar em qualquer época do ano (PORTO, 2005). Contudo, o Capitão Lysias Rodrigues não dispunha de séries históricas de dados meteorológicos da região e nem presenciou fenômenos de caráter extremo, fato que reforça a necessidade de estudos mais apurados sobre as condições para voo na região.

Ademais, não se tem conhecimento de estudos que tratem da influência do tempo e do clima na aviação classificada por regiões do Brasil, o que seria importante para a formação de novos aeronautas e o aprimoramento do conhecimento de pilotos mais antigos, que sabem sobre os fenômenos, mas em geral não têm muito conhecimento acerca de sua gênese.

Para a elaboração deste trabalho realizou-se uma ampla pesquisa bibliográfica contemplando material sobre a Climatologia e a aviação, dados meteorológicos referentes às precipitações e à temperatura do ar na região Centro-Oeste, obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e, ainda, informações sobre acidentes aéreos relacionados às condições meteorológicas.

A GÊNESE DOS FENÔMENOS METEOROLÓGICOS: CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA REGIONAL NA AMÉRICA DO SUL E NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL

A região Centro-Oeste encontra-se em uma área de aproximadamente de 1.607.000 Km², correspondente a 18% do território brasileiro, sendo formada pelos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e pelo Distrito Federal (ALVES, 2009).

Embora o Cerrado seja o principal bioma ao qual se associa o tipo climático do Brasil central, este não apresenta características de homogeneidade, pois o próprio bioma, o relevo e os sistemas atmosféricos são bastante heterogêneos nessa grande área. Na classificação proposta por Mendonça e Danni-Oliveira (2007), foram incluídas nesse domínio climático as fronteiras e as áreas de transição entre o Cerrado e o Complexo do Pantanal (sudoeste e oeste), a floresta amazônica (nordeste e norte), a Caatinga (nordeste) e a Mata Atlântica (leste, sudeste e sul). A esse mosaico de formações vegetais associa-se uma considerável pluralidade de subtipos do clima tropical propriamente dito, ou alternadamente úmido e seco, que caracteriza a porção central do Brasil.

Segundo Monteiro (1963), frequentemente a região Centro-Oeste é dominada pela massa Tropical Atlântica (Ta) que, devido à ação do anticiclone semifixo do Atlântico Sul, tem uma atuação bastante relevante durante o ano todo. No verão, a massa torna-se inferiormente instável devido ao aquecimento basal que sofre ao entrar em contato com o continente. Durante o inverno, o resfriamento basal aumenta a estabilidade superior, contribuindo, assim, para a ocorrência de tempo estável.

A massa Equatorial Continental (Ec), cujo centro de origem está na planície amazônica, é quente e de elevada umidade específica. Durante o verão, atraída pelos sistemas depressionários do interior do continente, tende a avançar do NW, ora para SE, ora para ESE, atingindo a região Centro-Oeste, onde provoca elevação das temperaturas, sendo responsável ainda pelo aumento da umidade e das precipitações (BARROS, 2003).

A Figura 1 apresenta o esquema do mecanismo da circulação atmosférica na América do Sul durante os meses de janeiro (verão) e julho (inverno), respectivamente, a partir dos quais é possível observar os mecanismos atuantes na região central do Brasil.

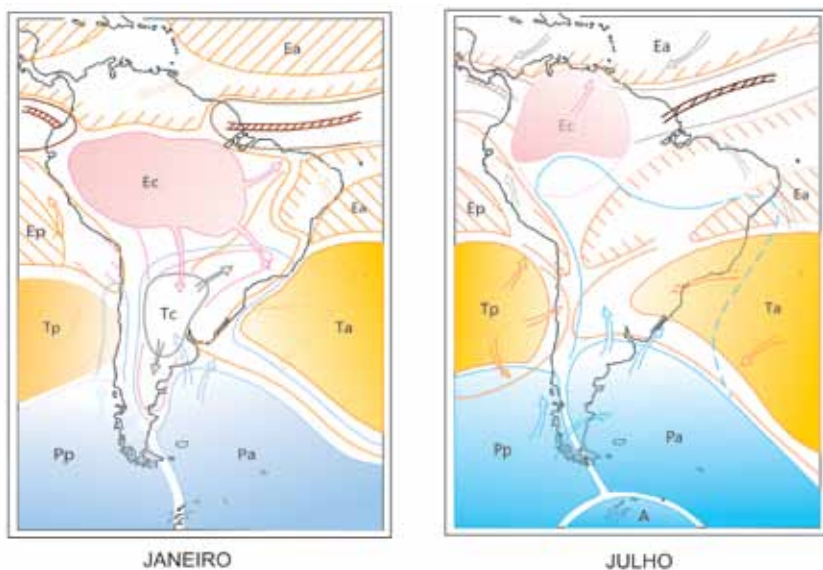


Figura 1. Esquema do mecanismo de circulação celular na América do Sul nos meses de janeiro e julho

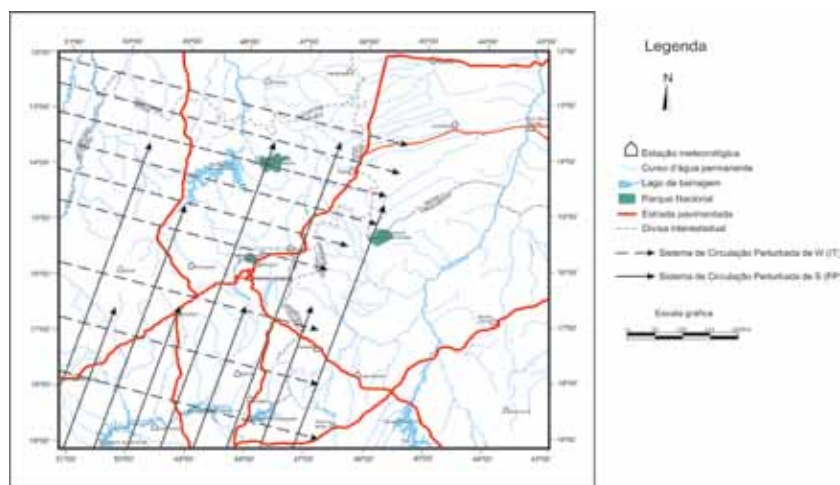
Especificamente acerca da Região Centro-Oeste, Nimer (1979, p. 393), afirma que, embora não possua áreas serranas, a oposição entre suas vastas superfícies baixas (menos de 200 m), as extensas chapadas sedimentares (entre 700 a 900 m) e as elevadas superfícies cristalinas (de 900 a mais de 1200 m de altitude), somadas a uma extensão latitudinal que suplanta a das demais regiões brasileiras (entre 5 e 22° lat. Sul), observa-se uma diversificação térmica ao longo do seu território, somente superada pela que se verifica na Região Sudeste do Brasil.

E o próprio Nimer (1979, p. 393), aponta:

Enquanto estes dois fatores geográficos (relevo e latitude) levam à diversificação térmica, o mecanismo atmosférico, determinando uma marcha estacional de precipitação pluviométrica semelhante (máximo no verão e mínimo no inverno) atua no sentido de criar uma uniformidade regional. Portanto, na Região Centro-Oeste, o *mecanismo atmosférico* (fator *dinâmico*) constitui o fator regional que assegura uma certa homogeneidade climática, enquanto que o relevo, através da variação da altitude e a *variação latitudinal*, levam à heterogeneidade.”

Durante todo o ano tem-se, ainda, o anticiclone subtropical semifixo do Atlântico Sul, que sopra através do setor oriental da Região Centro-Oeste ventos geralmente de nordeste a leste, responsáveis por tempo estável, ou ventos variáveis, também estáveis, das pequenas dorsais ou altas móveis, sendo os primeiros comuns no inverno e os segundos mais comuns no verão.

A situação de estabilidade, com tempo ensolarado, está frequentemente sujeita a bruscas mudanças, acarretadas por diferentes sistemas de circulação ou correntes perturbadas, dentre as quais, destacam-se: *sistema de correntes perturbadas de oeste – de linhas de instabilidade tropicais (IT)*; *sistema de correntes perturbadas de norte – da convergência intertropical (CIT)*; *sistema de correntes perturbadas de sul – do anticiclone polar e frente polar (FP)* (NIMER, 1979 apud BARROS, 2003) (Figura 2).



Elaboração: Juliana Rangel Barros, Rio Claro, 2002.
Adaptado de NIMER, E., Climatologia do Brasil, Rio de Janeiro, 1979.

Figura 2. Sistema de circulação atmosférica perturbada em parte da Região Centro-Oeste

O *sistema de correntes perturbadas de oeste* decorre das invasões de ventos de oeste a noroeste trazidos por linhas de instabilidade tropicais (IT) até a Região Centro-Oeste entre o final da primavera e o início do outono. No seio de uma linha de IT o ar em convergência acarreta, geralmente, chuvas e trovoadas, que são bastante comuns no interior do Brasil, especialmente no verão. A origem desse sistema parece estar ligada ao movimento ondulatório que se verifica na frente polar atlântica (FPA) em contato com o ar quente da

zona tropical e, a partir dessas ondulações formam-se, ao norte da FPA, uma ou mais IT sobre o continente. Após formadas, essas IT se propagam com extrema mobilidade e, à medida que a FPA segue em direção ao Equador, elas se deslocam para leste ou, mais comumente, para sudeste, anunciando, com nuvens e chuvas tropicais, a chegada da FPA com antecedência de 24 horas, ainda que, no entanto, esta possa não chegar (NIMER, 1979).

O *sistema de correntes perturbadas de norte* provoca as chuvas de *doldrum* da convergência intertropical (CIT). Estas correntes perturbadas chegam no verão, no outono e no inverno ao norte de Goiás e de Mato Grosso¹, com máximo de penetração no outono, quando chega a atingir o sul de Goiás². Na primavera, período em que a CIT fica situada bem ao norte do Equador Geográfico, praticamente não ocorrem chuvas de *doldrum* na Região Centro-Oeste (NIMER, 1979).

Finalmente, o *sistema de correntes perturbadas de sul*, representado pela invasão do anticiclone polar, cuja penetração na Região Centro-Oeste é bem diferente no inverno e no verão. No período do verão, o aprofundamento e a expansão do centro de baixa do interior do continente dificulta ou impede a invasão do anticiclone polar (provocador de chuvas frontais e pós-frontais) ao norte da Região Centro-Oeste. Nesta época, após transpor a Cordilheira dos Andes, a Frente Polar (FP), em sua extremidade meridional, avança para nordeste, alcançando a Região Centro-Oeste pelo sul e sudeste de Mato Grosso³ onde, em contato com a baixa do Chaco, a Frente Polar Atlântica (FPA) entra em frontólise (dissipa-se) ou recua como frente quente, mantendo-se, contudo, em frontogênese (em avanço) ao longo do litoral. Muito raramente a FPA consegue transpor a barreira imposta pela baixa do Chaco e por esta razão as chuvas frontais ficam praticamente ausentes do centro ao norte da Região Centro-Oeste durante o verão (NIMER, 1979).

No inverno, a baixa do interior abandona o Chaco e se refugia sobre o Acre e a Bolívia. Nesse mesmo período, o anticiclone polar fica mais poderoso e, após passar pelo oceano Pacífico e transpor a Cordilheira dos Andes, atinge o Mato Grosso⁴ com orientação NW-SE. A baixa do interior, por sua vez, desloca-se sobre o continente no sentido NE ou E, provocando, com sua passagem,

1. Que atualmente corresponde aos estados do Tocantins e do Mato Grosso, respectivamente.

2. Hoje, estado de Goiás.

3. Atual Mato Grosso do Sul.

4. Idem 3.

chuvas frontais e pós-frontais em toda a região durante um a três dias. Após essa passagem, a região fica sob o domínio do anticiclone polar, com céu limpo, pouca umidade específica e forte declínio de temperatura, geralmente por 2 dias, após os quais retornam à Região Centro-Oeste os ventos estáveis e relativamente quentes do anticiclone subtropical (NIMER, 1979).

Deste modo, Nimer (1979) conclui que, ainda que o setor setentrional da Região Centro-Oeste seja atingido pelas chuvas de norte da CIT no verão, outono e inverno, estas são tão pouco freqüentes que não chegam a ter uma participação muito representativa no regime térmico, nem mesmo no regime pluviométrico regional. Os sistemas de circulação que são de fato responsáveis pelas condições de tempo e de clima na Região Centro-Oeste são o sistema de circulação estável do anticiclone do Atlântico Sul, o sistema de correntes perturbadas de W a NW das IT e o sistema de correntes perturbadas de S a SW da FPA, sucedidas, geralmente, pelo anticiclone polar, com tempo bom, seco e temperaturas amenas e frias.

Em síntese, a região Centro-Oeste, que está situada entre os domínios climáticos quentes e úmidos ou subúmidos do Norte e Nordeste e o subtropical úmido do Sul, apresenta um expressivo jogo de influencia dos diferentes fatores geográficos do clima, o que se evidencia na expressiva variação térmica entre o inverno e o verão, acompanhada de uma considerável variabilidade sazonal da umidade. A ação das Massas Equatorial Continental (Ec), Tropical Atlântica (Ta), Tropical Continental (Tc) e Polar Atlântica (Pa), que marca o clima da área também pela atuação das Linhas de Instabilidade de Noroeste (INW), das ondas de calor de noroeste e de frio de leste e sudoeste, e de processos de frentes, principalmente a polar atlântica, que responde pela formação de invernos secos e verões úmidos.

A mais explícita característica comum a todos os subtipos desse macrotipo climático é a associação sazonal entre a temperatura e a umidade. Nos momentos mais quentes do ano observa-se a concentração de chuvas, enquanto nos menos quentes nota-se a redução da pluviosidade: a sazonalidade térmica e pluviométrica desse domínio climático é bastante evidente, as médias mensais de junho e agosto aproxima-se bastante desse valor em muitas localidades, particularmente nas porções mais elevadas do Planalto Central, com destaque para a área onde está localizado o Distrito Federal. No verão, ao contrário, a pluviosidade media mensal pode atingir 300 mm em Paranaíba (MS), Machado (MG), Goiânia (GO) e Paracatu (MG).

Os processos de frentes frias são mais presentes na porção sul e sudeste dessa grande área, onde respondem pelas mais expressivas quedas sazonais das condições térmicas, enquanto no norte, devido à continentalidade e à atuação dos sistemas tropical-equatorial, os índices térmicos são mais elevados. Mendonça e Danni-Oliveira (2007) definiram a Climatologia do Centro-Oeste como complexa e, para melhor entendimento, subdividiu em quatro principais subtipos: clima tropical do Brasil Central sem seca, clima do Brasil Central com quatro a cinco meses secos, clima tropical do Brasil Central com um a três meses secos e clima tropical do Brasil Central com seis a oito meses secos.

CARACTERÍSTICAS DO CLIMA DA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL

Temperaturas

A continentalidade da Região Centro-Oeste aparece como um dos fatores geográficos que mais influenciam o comportamento espacial da temperatura, uma vez que, ao impedir a interferência das influências marítimas, faz com que a variação da latitude seja responsável pela temperatura de cerca de 26°C no extremo norte e de 22°C no extremo sul da Região.

O relevo, por meio da altitude, faz com que as mais altas chapadas sedimentares e superfícies cristalinas do centro sul da região possuam temperatura média anual entre 22° Celsius a 20° Celsius, descendo abaixo de 20° Celsius nas mediações de Brasília, que está acima de 1.200 metros (BARROS, 2003).

A primavera-verão constitui a época cujas temperaturas são mais elevadas na Região Centro-Oeste. Durante esse semestre (primavera-verão), as temperaturas se mantêm quase que constantemente elevadas, principalmente na primavera, quando a estação chuvosa ainda não se iniciou definitivamente. As Normais Climatológicas do período de 1931 a 1960 (INMET, 1984) revelam que o mês mais quente (setembro ou outubro em quase toda a Região) apresenta média de 26° a 28°C ao norte, de 24° a 26°C no centro e sul (nas superfícies baixas) e inferior a 24°C nas superfícies elevadas. Já no período de 1961 a 1990, as Normais Climatológicas (BRASIL, 1992) apontam temperaturas médias entre 24,2° e 27,0°C ao norte, entre

22,9° e 23,3°C nas superfícies baixas do centro-sul e em torno dos 22°C nas áreas mais elevadas.

Enquanto a primavera constitui uma estação muito quente, o inverno, devido à continentalidade da região e à consequente secura do ar durante os tempos estáveis, registra frequentemente temperaturas bem mais baixas nos meses de junho-julho. Contudo, Nimer (1979) chama a atenção para o fato de que nestes meses ocorrem também temperaturas elevadas e, por esse motivo, as temperaturas médias do inverno, tratando-se de Normais Climatológicas, são, neste caso, pouco representativas da realidade.

As temperaturas baixas do inverno nesta área estão relacionadas à ação direta do poderoso anticiclone polar, sucedendo à passagem de frentes frias que, ao transporem a Cordilheira dos Andes, produzem, na zona frontal, uma advecção do ar tropical (NIMER, 1979). O interior da Região Centro-Oeste, estando sob calmaria, passa, então, a apresentar ventos NE e NW, que resultam na imediata elevação das temperaturas máximas. Diante de tal aumento de temperatura, a umidade do ar cai a valores muito baixos e, com a chegada da frente sobre o lugar, o céu fica coberto de nuvens de convecção dinâmica (cúmulos e cúmulo-nimbos), ocorrendo chuvas (ainda que pouco intensas) e trovoadas.

Novamente com relação às temperaturas na região, quedas bruscas durante dois dias podem ocorrer devido aos avanços do anticiclone polar. Embora a passagem de frentes frias seja muito comum no inverno, esse fenômeno, conhecido como *friagem*, não é muito frequente.

Contudo, ainda que as baixíssimas mínimas absolutas sejam consideradas raras, não significa que seus registros durante o inverno, especialmente nos meses de junho e julho, também o sejam, pois os termômetros podem chegar a registrar menos de 15°C em Brasília e nos seus arredores (NIMER, 1979).

Apesar de suas latitudes predominantemente tropicais, a região Centro-Oeste apresenta uma importante variação de temperatura ao longo de seu espaço geográfico. Esta característica se deve à notável variação de latitude, à sua posição no interior do continente e às diferentes intensidades de participação do anticiclone polar.

A temperatura média do Centro-Oeste varia de 21,1° Celsius ao extremo Sul do Mato Grosso do Sul e até 26 ° Celsius ao do Mato Grosso e extremo Norte de Goiás.

Desta forma, pode-se concluir que na região Centro-Oeste predominam temperaturas elevadas na primavera-verão, enquanto o inverno, embora sujeito a máximas diárias elevadas, é uma estação mais caracterizada por temperaturas amenas e frias, que ocorrem em função da latitude, da altitude e da maior participação da massa polar.

Nesses meses, desde as superfícies elevadas do centro até as baixas do norte da região, as médias das máximas variam de 32° Celsius a 36° Celsius, caindo pouco abaixo de 30° Celsius nas mais elevadas altitudes do sul de Goiás e Mato Grosso, pelos motivos já analisados. Excluindo as superfícies elevadas do centro-sul, as demais áreas da região já registraram nos meses de primavera, não raras vezes, máximas superiores a 42° Celsius, no nordeste de Mato Grosso, Norte de Goiás e na planície de Pantanal Mato-grossense (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Ao contrário da primavera, durante o inverno, devido à continuidade da região e consequente secura do ar durante os tempos estáveis registram-se frequentemente temperaturas muito baixas nos meses de junho-julho. Porém, nestes meses, ocorrem também temperaturas elevadas e, por esse motivo, as temperaturas médias do inverno são, neste particular, pouco representativas. Apenas algumas áreas do sul de Mato Grosso e Goiás apresentam, nos meses de inverno, temperaturas médias inferiores a 18° Celsius. A maior parte do território da região não possui sequer um mês cuja temperatura média seja inferior a 20° Celsius, e no norte de Goiás chega a ser superior a 24° Celsius (NIMER, 1979).

As temperaturas baixas do inverno nessa região estão relacionadas à ação direta de poderoso anticiclone polar, sucedendo à passagem de frentes frias. Estas, ao transporem a Cordilheira dos Andes, produzem, na zona frontal, uma advecção do ar tropical. O interior da região centro-oeste, que estava sob calmarias, passa a apresentar ventos Nordeste e Noroeste resultando na imediata elevação das temperaturas máximas. Sob tal aumento de temperatura a umidade cai a valores muito baixo (38% em 1916) e, com a chegada da frente sobre o lugar, o céu fica tomado por nuvens de convecção dinâmica (cúmulos e cumulonimbos), ocorrendo trovoadas e chuvas. Estas últimas são, no entanto, pouco intensas devido aos seguintes fatos: pequena convergência para a frente; pouca velocidade dos ventos; e, ainda porque o ar tropical em ascensão sobre a rampa frontal, e o ar frio da massa polar, possuem nesta época do ano menos umidade específica.

Com a entrada do grande anticiclone polar, de movimento lento devido à reduzida energia de que é dotado nas baixas latitudes, a pressão sobe, a temperatura cai, e sob o vento fresco, que passa a soprar do quadrante sul, o céu atinge 10 partes de nuvens (estratos e estratos cúmulos ou mesmo de alto estratos, caso a invasão fria seja muito elevada), a chuva frontal termina, logo substituída por leve chuveiro com nevoeiro (situação pós-frontal). Com céu coberto e a presença do ar polar tem-se uma fraca amplitude diurna, com máxima baixa e mínima elevada. Nessa situação a umidade relativa é muito elevada, em torno de 97%.

Com a lenta velocidade da frente, o sistema de nuvens persiste sem se desmanchar. Só daí a um ou dois dias, quando o anticiclone polar em contínuo avanço em seu centro sobre ou perto do lugar, diminui a turbulência anterior e o céu torna-se limpo pela intensa radiação noturna, que é responsável pelas baixíssimas mínimas registradas na friagem. Estas, contudo, não se mantêm por mais de 2 dias não só pela absorção do anticiclone polar por parte do anticiclone subtropical, como ainda porque, à sua retaguarda, a massa retorna para o sul, atraída por nova frontogênese na Argentina e a fraca nebulosidade permite o aquecimento solar que acaba com o fenômeno, retornando os ventos de Norte e Leste do anticiclone subtropical com inversão térmica superior, estabilidade, tempo ensolarada e temperatura em elevação (SERRA; RATISBONNA, 1959-1960).

Pluviosidade

As características da altura e do regime de chuvas na Região Centro-Oeste ocorrem quase que exclusivamente em função dos sistemas de circulação atmosférica, atribuindo pouca importância à influência da topografia sobre a distribuição da precipitação ao longo do espaço geográfico da Região, que apresenta um núcleo mais chuvoso ao norte do Mato Grosso, onde os índices pluviométricos são elevados (superiores a 2750 mm anuais), com os valores decrescendo para leste e sul. Na área do extremo leste de Goiás e do Tocantins o regime cai a cerca de 1500 mm e no Distrito Federal os valores ficam entre 1500 e 1750 mm anuais.

O regime das precipitações na Região é tipicamente tropical, com máxima no verão e mínima no inverno. Em quase todo o centro-oeste brasileiro, mais de 70% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipita de novembro a março. Segundo Barros (2003), no Distrito Federal

o trimestre novembro-dezembro-janeiro aparece como o mais chuvoso, período no qual, em média, 45 a 55% do total anual da precipitação são, então, registrados. Entretanto, Alves (2009) aponta que, para a Região como um todo, o período de dezembro a fevereiro é o mais chuvoso.

Ao contrário do verão, o inverno na Região é excessivamente seco. Nesta época do ano as chuvas são raras, sendo mais raras ainda no setor oriental de Goiás e no Distrito Federal, onde, pelo menos em um mês, não é registrado sequer um dia de chuva. Além disso, as chuvas são pouco copiosas, o que torna os totais mensais de precipitação pouco significativos nesta época do ano (NIMER, 1979). Nesse sentido, Barros (2003) ressalta que não apenas o trimestre de inverno é seco, mas também o mês que o antecede (maio) e o mês que o sucede (setembro) são muito pouco chuvosos em quase toda a Região Centro-Oeste. A duração do período seco é, geralmente, de cinco meses, iniciando-se em maio e prolongando-se até setembro.

Finalmente, após analisar e descrever o comportamento da temperatura e da pluviosidade da Região Centro-Oeste, Nimer (1979) reconhece duas categorias ou variedades climáticas: a de Clima Quente e a de Clima Subquente.

O Distrito Federal encontra-se enquadrado na categoria Clima Quente semi-úmido com quatro a cinco meses secos, caracterizando, assim, um clima que Nimer (1979, p. 416) chama de “tipicamente tropical”.

Em geral, a precipitação média anual fica entre 1200 e 1800 mm. Ao contrário da temperatura, a precipitação média mensal apresenta uma grande sazonalidade, concentrando-se nos meses de primavera e verão (outubro a março), que é a estação chuvosa. Curtos períodos de seca, denominados de veranicos, ocorrem em meio a esta estação das chuvas. A estação seca apresenta de 3 a 5 meses de duração. No início deste período a ocorrência de nevoeiros é comum nas primeiras horas do dia, formando-se grande quantidade de orvalho sobre as plantas e umedecendo o solo. Já no período da tarde, a umidade relativa do ar cai bastante, podendo chegar a valores extremamente baixos, próximos de apenas 15% (ASSAD, 1994).

O TEMPO, O CLIMA E A AVIAÇÃO

Levando-se em conta os objetivos deste trabalho, a partir de uma revisão da literatura existente a respeito do clima da região Centro-Oeste do Brasil foi possível identificar os fenômenos meteorológicos mais recorrentes

na área em questão e, então estabelecer as relações de causa e consequência entre os mesmos e a aviação.

Desta forma, a fim de facilitar a compreensão, optou-se por agrupar os fenômenos de acordo com sua ocorrência em dois períodos distintos: o de primavera-verão e o de outono-inverno. Tal distinção deve-se ao fato de que na região distinguem-se, do ponto de vista climático, apenas duas estações do ano, definidos com base nos totais pluviométricos, sendo a primavera-verão quente e chuvosa e o outono-inverno seco e com temperaturas mais amenas.

Primavera-Verão

A primavera e o verão são as estações que mais influenciam na aviação devido a formações meteorológicas como trovoadas, turbulências e formações de gelo. Nesse período observa-se o aumento da temperatura e do volume pluviométrico, com grandes formações de nuvens, acarretando diferentes efeitos nos voos, tais como diminuição da sustentação, levando a uma necessidade de maior corrida na decolagem para que a aeronave tenha a velocidade aerodinâmica suficiente para decolagem.

Durante a primavera, as temperaturas e a umidade do ar aumentam gradativamente o têm início as pancadas de chuva no final da tarde ou início da noite. A partir dessa época do ano, as temperaturas máximas podem atingir valores muito elevados em função da forte radiação solar e da maior frequência de dias com céu claro, contudo, neste período, ainda podem ocorrer significativas incursões da massa de ar polar que podem causar declínio acentuado e repentino das temperaturas no centro-sul do País.

A maior causa de chuvas no Norte de Mato Grosso é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que traz consigo temperaturas elevadas e umidade suficiente para formar grandes cumulonimbus (Cb) nessa época do ano. Esse grande aumento de Cb causa uma elevação muito grande das precipitações, responsáveis pelo acréscimo dos números de voo por instrumentos (*Instrument Flight Rules* - IFR). Devido a estes acontecimentos, os voos no norte de Mato Grosso, durante o período de primavera-verão, devem ser planejados de forma a esperar fortes chuvas e nebulosidade e tendo a aeronave homologação para voar por instrumentos, assim como o piloto habilitado IFR.

Os mínimos operacionais para voos visuais são: voar abaixo do nível de voo 15.000 pés, voar com velocidade inferior a 380 kt, abaixo de 10.000

pés acima do nível do mar e com velocidade menor de 250 kt, fora destas restrições o voo tem que ser IFR. Um aeródromo começa a ter operações IFR quando o teto está abaixo de 500 m e com visibilidade inferior a 5.000 m (JUNIRO, 2005).

Conforme já mencionado, no verão é bastante comum a presença da Zona Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Ao identificar a presença de uma ZCAS, o piloto deve esperar uma zona de instabilidade nebulosa e com presença de precipitações. Embora esta não forme grandes cumulonimbus como a ZCIT, não deixa de ser uma zona desconfortável para o voo. Tal desconforto deve-se basicamente às correntes de ar ascendentes na base e no interior das nuvens, que causam oscilações na aeronave.

O verão é caracterizado, ainda, pela menor duração das noites e, assim, por uma maior entrada de radiação solar, acarretando, desta forma, rápidas mudanças diárias nas condições do tempo, o que pode levar à ocorrência de chuvas curtas e intensas principalmente no período da tarde. Considerando o aumento da temperatura do ar sobre o continente, as chuvas são acompanhadas por trovoadas e rajadas de vento. As trovoadas são consideradas uma macrotempestade, sendo definida como o desenvolvimento final de uma cumulonimbus (Cb). Segundo Sonnemaker (2009, p. 73), estão são:

[...] nuvem de trovoadas; bases entre 700 e 1500m, topos chegando até 24 e 35 km; são formadas por gotas de água, cristais de gelo, gotas superesfriadas, flocos de neve e granizo. Produzem tornados e trombas de água que são nuvens de rotação violenta, com ventos de 500 kt, *windshear* (tesouras de vento). Caracterizados pela "bigorna": o corpo apresenta expansão horizontal devido aos ventos superiores, lembrando a forma de uma bigorna de ferreiro; é formada por cristais de gelo, sendo nuvens do tipo Cirrostratus.

Desta forma, as nuvens do tipo Cb são umas das piores formações meteorológicas que os pilotos podem enfrentar, pois é bastante perigoso para uma aeronave enfrentar condições tão severas ao passar no meio de uma trovada.

As correntes no interior de uma Cb apresentam velocidade vertical que podem atingir valores superiores a 100 Km/h; essa velocidade vertical do vento, somada à velocidade de voo de uma aeronave multimotor, que é por volta de 280 km/h, resulta numa força de deslocamento de 380 km/h, por exemplo, e por isso sofre fortes variações de posição. No nível inferior da

nuvem há presença de chuva, enquanto no nível médio e no nível superior há cristais de gelo. Este estágio dura em média de 10 a 30 minutos (Sonnemaker, 2009).

De acordo com o CENIPA, uns dos fatores que mais contribui para prejudicar a segurança de voo são as desorientações aeroespaciais e as situacionais. Estas duas desorientações aparecem juntas quando há trovoadas devido à nebulosidade e à turbulência impedir em que o piloto se localize de forma confiável visualmente e instrumentalmente, causando a desorientação aeroespacial. A desorientação situacional começa um pouco antes da entrada da aeronave na trovoadas, que devido à queda de pressão atmosférica conforme a trovoadas se aproxima, há um erro de indicação para mais, gerando um erro de altitude para menos, e depois já na área de chuva há um erro de indicação para menos, gerado erros de altitude para menos.

A turbulência presente em trovoadas é classificada como convectiva, que também está associada às correntes térmicas sobre os continentes (principalmente durante as tardes de verão) ou oceanos (durante a noite), sendo a nuvem Cb indicadora de existência desse tipo de turbulência. A intensidade da turbulência pode variar entre 1.500 e 3.000 metros de altura. A turbulência se propaga até topo da nuvem, podendo ir até cerca de 1.500 metros acima do topo e pode ser perigosa para pequenas aeronaves, principalmente se próximas ao solo, pois pode acarretar grandes oscilações de altitude. Em grandes aeronaves esse tipo de perturbação não oferece muitos perigos, mas para o maior conforto dos passageiros os pilotos desviam das nuvens portadoras de turbulência 20 milhas antes (CABRAL, 2006).

A turbulência convectiva é a mais comum na primavera e no verão, mas há outros tipos de turbulência que afetam o voo, como a orográfica, que surge a partir do atrito do ar ao soprar contra elevações do relevo. Isso não é comum na Região Centro-Oeste, já que ali não existem montanhas que possam formar esse fenômeno.

Por outro lado, a turbulência mecânica é provocada pelo atrito de ar ao soprar contra as edificações e outros obstáculos próximos ao aeródromo, afetando principalmente aeronaves pequenas em procedimentos de pousos e decolagens. Devido à baixa velocidade de aproximação de pouso, o avião fica menos instável e com qualquer vento pode-se piorar a estabilidade; se não controlado o avião pode vir a colidir com o solo, quebrando trem de pouso e afetando a estrutura. Nas decolagens o vento pode afetar de forma

negativa na estabilidade, tendo o piloto que ficar mais atento a obstáculos próximos a pista para que não aja uma colisão (ROMÃO, 2006).

Em geral a turbulência não oferece muitos riscos aos voos comerciais em aeronaves com motores a turbina, mas pode resultar em acidentes ou incidentes, muitas vezes ocasionados por desorientação aeroespacial nos tripulantes, fazendo com que o piloto não saiba identificar o ângulo de ataque da aeronave, podendo ocasionar, conforme alguns casos registrados, quedas bruscas de altitude que podem vir a ferir passageiros e tripulação.

Quando a aeronave está em baixa altitude, as turbulências podem oferecer riscos devido à rápida variação de sua distancia vertical com relação ao solo. As aeronaves pequenas (monomotor ou bimotores leves a pistão) são as que mais sofrem, principalmente em pousos e decolagens, quando em locais onde há algum tipo de construção civil próximo ao aeródromo, podendo haver a turbulência mecânica. Esse tipo de turbulência é muito comum em grandes cidades, devido ao grande número de edificações próximas aos aeroportos.

As construções perto de aeródromos, por lei, deveriam passar por aprovações municipais para a construção do mesmo, pois existem leis que restringem a construção civil ou qualquer outro tipo de construção que possa afetar a segurança de voo de aeronaves que fizerem o uso do aeródromo. Uma dessas leis é a da Área de Segurança Aeroportuária (Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Nº 004, de 09 de outubro de 1995), que consiste em proibição de qualquer tipo de construção que possa vir a afetar de forma negativa nos voos. Esta proibição é de 20 km de raio a partir do centro geométrico do aeródromo em aeroportos que operam IFR e de 13 km nos demais.

Outra ocorrência preocupante relacionada às trovoadas é o granizo, também associado a condições de acentuada instabilidade atmosférica, principalmente na fase de maturidade de uma nuvem cumulonimbus, quando predominam as rajadas de vento, pancadas de chuva, fortes correntes descendentes e descargas elétricas.

A ocorrência de granizo merece atenção devido ao risco de danos físicos à estrutura da aeronave, que pode sofrer danos importantes na fuselagem, nas antenas e no pára-brisa, afetando, assim, até seus sistemas de navegação. Na figura 3 é possível observar um avião que foi atingido por granizo e apresentou avarias no radome, ou seja, onde se situa a antena do

radar meteorológico de bordo que, uma vez danificada, impossibilita os pilotos detectarem formações meteorológicas perigosas ao voo e, assim, desviar-se delas.



Figura 3. Aeronave avariada pela ocorrência de granizo (Fonte: <http://g1.globo.com/Noticias/Mundo/>)

Em relação ao grave perigo representado pelo impacto de granizo em aeronaves, os pilotos devem observar com mais atenção as áreas com sistemas frontais frios de rápido deslocamento, sistemas de baixa pressão e nuvens cumulonimbus formadas localmente em tardes de verão, além de utilizarem de forma mais adequada possível as informações provenientes dos Centros Meteorológicos e de seu radar meteorológico de bordo.

Outro fenômeno formado no âmbito de uma nuvem Cb, também registrado na região Centro-Oeste, é o *windshear*, uma espécie de vento cruzado que se forma próximo à superfície, reduzindo significativamente os níveis de segurança, no momento do pouso ou da decolagem.

O *windshear* pode ser definido como uma variação na direção e/ou na velocidade do vento em uma dada distância classificada como cortante vertical, leve 0 a 4kt/100ft, moderada 5 a 8kt/100ft, severa 9 a 12kt/100ft

e extrema $> 12\text{kt}/100\text{ft}$. De acordo com o Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA, em 2006 houve 58 registros de *windshear* no Aeroporto Internacional Marechal Rondon em Cuiabá (MT), 49 no Aeroporto Internacional de Campo Grande e 08 no Aeroporto Santa Genoveva em Goiânia (GO).

Nessa situação, a velocidade do ar aumenta e o avião ascende para além do ângulo ideal de aproximação entre o avião e a pista, conhecido como *glide*. A tendência do piloto é retirar potência e picar o avião, na tentativa de voltar ao *glide*. Desta forma, por um período curto de tempo, o vento de proa cessa e se encontra o centro de um vento descendente, conhecido como *microburst*, fazendo com que o vento relativo passe a ser predominantemente vertical, de cima para baixo. Como resultado, tem-se uma razão de descida crescendo rapidamente e, para conseguir a sustentação necessária, é preciso erguer o nariz do avião e acionar potência de imediato. Se o motor foi reduzido totalmente, sua aceleração será lenta e, ao entrar logo em seguida no setor de vento de cauda, a velocidade poderá vir a situar-se abaixo da velocidade mínima de aproximação. O avião, ficando atrás da curva de potência, terá sua razão de descida aumentada mais ainda e, logicamente, uma recuperação a baixa altura será extremamente difícil.

Embora já existam aeronaves e aeroportos (no Brasil só aeronaves) munidos de aparelhos que indicam a presença de *windshear*, na maioria dos casos é o piloto que, por meio de seus conhecimentos, deve observar sua existência. Para isso, é fundamental que ele não cesse, em nenhum momento, de observar as condições meteorológicas que o envolvem. Essa observação é de extrema importância para a segurança de voo, pois se observado determinado fenômeno meteorológico previamente o piloto saberá como proceder, diferentemente se o fenômeno o pegar desprevenido.

Com a elevada temperatura do ar a aeronave perde potência dos motores, além de que uma maior umidade no ar atrapalha na sustentação fazendo com que a aeronave precise de mais pista para adquirir velocidade suficiente à sua sustentação no ar. Esta situação é preocupante nos casos de decolagens em pistas curtas podendo a mesma não conseguir decolar atravessando a cabeceira da pista à sua frente. Há registros deste tipo de acidente nos relatórios do CENIPA, com recomendações de atenção para os pilotos em caso de altas temperaturas que podem vir a gerar decolagens longas.

Outono/Inverno

O outono, em seu início, apresenta médias térmicas elevadas se comparadas ao final da estação, quando se tem valores que podem chegar próximo de 0° Celsius em algumas regiões do país. É nessa estação que se dá início a diminuição das precipitações em toda a região Centro-Oeste, conforme se observa em Goiânia -GO, onde as chuvas caem de possíveis 209 mm em março para 36 mm em maio.

No inverno as temperaturas tornam-se mais amenas do que em qualquer outra estação no decorrer do ano. É nesse período que a seca tem seu período mais agravante no Centro-Oeste, podendo a estiagem durar até mais de 05 meses. Tal fenômeno é explicado pelo Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, que tem como sua característica principal ar estável por praticamente todo o Centro Oeste. No inverno a pluviosidade varia em toda a Região entre 250 mm e 350 mm (INMET, 2009).

No mês de maio tem-se um maior número de frentes frias, devido à atuação da massa Polar Atlântica, também responsável pela formação de nevoeiros, que contribuem para acidentes aeronáuticos em consequência da sua característica de restrição de visibilidade horizontal. Considerando-se que resulta da condensação do vapor d'água próximo à superfície, o nevoeiro pode restringir a visibilidade horizontal a menos de 1.000 metros. Cabe lembrar que sua incidência é maior em regiões poluídas, pois a maior quantidade de material particulado aumenta a quantidade de núcleos de condensação.

No inverno o nevoeiro pode ser formado por radiação, devido ao resfriamento da superfície terrestre, ou por advecção, resultante do resfriamento do ar como fruto de sua movimentação horizontal. As condições favoráveis para a formação de nevoeiros são: ventos fracos à superfície, umidade relativa alta e abundância de núcleos de condensação.

O nevoeiro é citado em vários relatórios finais de divulgação de acidentes aéreos pelo CENIPA como dos fatores contribuintes para os fatos ocorridos. O problema é que os pilotos só adentram o nevoeiro quando estão no solo ou próximos a ele, diminuindo a segurança de voo. Em aproximações finais, a principal dificuldade é ter contato visual com a pista e nas decolagens a dificuldade é ver o que há pela frente.

Outro fenômeno comum nessa época do ano é a chamada névoa seca, que é formada em razão da pouca quantidade de vapor d'água na atmosfera, além da ausência de ventos ou ventos fracos, especialmente

quando há poluição, principalmente nos finais de tarde. As características de restrição para a aviação são praticamente iguais às da nevoa úmida.

Um ponto positivo em relação ao ar seco é que este é mais pesado do que o ar úmido em razão de o peso de uma molécula de vapor de água ser equivalente a 5/8 do peso de uma molécula de ar seco, fazendo, deste modo, com que o avião tenha maior sustentação aerodinâmica se compararmos ao ar úmido. O hidrogênio é o elemento mais leve quimicamente, portanto quanto mais vapor de água mais leve fica o ar.

Outro fenômeno bastante comum no inverno é a formação das correntes de jato ou *Jet Stream* no Sul e Sudeste do Brasil, com velocidades de 50 a 300 kt e com altitudes acima de 20.000 ft. Esta corrente não passa pelo Centro-Oeste, mas há influência principalmente no Sul e Sudeste de Mato Grosso do Sul causando a Turbulência em Ar Claro (CAT).

A CAT é de difícil identificação, pois, como o nome diz, ela acontece em ar claro. Assim, uma aeronave que estiver passando acima de 20.000 ft, pode sofrer alguns sacolejos por conta da CAT, mas nada que condene a segurança do voo. Um dos indicativos da presença das correntes de jato são as nuvens cirrus, que também prenunciam a presença de frentes frias. Por vezes aproveita-se a corrente de jato para acelerar o voo, diminuindo a sua duração, quando se entra nela acompanhando o seu sentido. Por exemplo, uma aeronave pode ter a sua velocidade acrescida em 100 kt, se estiver em seu sentido (ROMÃO, 2009).

As frentes frias, assim como as Massas Polares Atlânticas são bem comuns nesta época do ano trazendo conciso não apenas a baixa temperatura, mas também na sua parte frontal a presença de nuvens Cirrus (como supracitado), que têm aspecto sedoso e delicado de cor branca e brilhante são indicadores de presença de gelo naquela região.

A formação de gelo nas aeronaves é um dos principais problemas meteorológicos que o aviator poderá encontrar, particularmente nos meses de inverno, pois o gelo acumula-se nos bordos de ataque das asas, diminuindo o seu perfil aerodinâmico e, em decorrência disso, comprometendo a sustentação da aeronave no ar.

Outro grande problema é que o gelo afeta a estabilidade do avião e, com isso, diminuindo a estabilidade, aumentando o peso e o arrasto, atrapalhando superfícies de controle da aeronave, aumentando o consumo de combustível e reduzindo a segurança de voo. O acúmulo de gelo pode

ainda provocar falhas no sistema de radiocomunicação e indicações falsas nos instrumentos; isso se deve à formação de gelo no tubo de pitot (SONNEMAKER, 2009).

As aeronaves de motor a pistão podem ser alimentadas por carburador, que é responsável pela dosagem de ar e combustível que vai para a câmara de combustão. A vaporização da gasolina pode fazer a temperatura cair abaixo de 0° Celsius no tubo de Venture⁵, congelando a água presente no ar admitido. Os principais sintomas da formação de gelo são: queda de rotação do motor, visto que o gelo bloqueia a passagem de mistura no carburador, agindo como se a borboleta do carburador⁶ estivesse sendo fechada; queda na pressão admissão, pela mesma razão; funcionamento irregular do motor, se o gelo bloquear a saída de gasolina do pulverizador, empobrecendo a mistura (deixando a mistura com pouca gasolina e muito ar).

A formação de gelo costuma ocorrer quando o avião está descendo, com o motor funcionando em marcha lenta durante muito tempo, fazendo com que a borboleta do carburador fique mais próxima à parede do tubo facilitando a formação de gelo. Para evitar a formação de gelo nestas condições o piloto deve acionar o sistema de aquecimento do ar e acelerar periodicamente o motor, para quebrar o eventual acúmulo de gasolina e água condensada (HOMA, 2002).

Para que haja a formação de gelo é necessária a presença de gotículas de água, em temperatura abaixo de 0° C, bem como que a aeronave esteja com temperatura abaixo de 0° Celsius, lembrando que a temperatura ideal pra que se tenha a formação de gelo é de -10° C a -40° C. Há casos de formação de gelo de 5 a 8 cm de espessura em questão de minutos (CABRAL, 2009).

Um fenômeno que não necessariamente é natural, mas que ocorre na região estudada em razão das condições climáticas, são as queimadas, que costumam acontecer que todos os anos, nos meses de inverno e primavera. A detecção feita pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE registrou, apenas com um satélite, o total de 57.000 focos no mês de setembro de 2003. Contudo, considerando todos os satélites chega-se aos 10.000 focos diários.

5. O Tubo de Venturi foi criado por Giovanni Battista Venturi que constitui em um estrangulamento do tubo, onde o fluxo de ar torna-se mais veloz, diminuindo a pressão estática. Este invento é utilizado em sistemas de carburadores para fazer a sucção da gasolina do reservatório (HOMA, 2003).

6. A borboleta do carburador é responsável pelo controle de dosagem ar combustível que vai até o motor, ela controla essa dosagem abrindo e fechando-se no interior do tubo de alimentação de combustível (HOMA, 2002).

A fumaça das queimadas representa uma preocupação adicional quanto à segurança de voo e à pontualidade nos aeroportos, pois se espalha rapidamente na atmosfera, obstruindo a visibilidade horizontal e, como aquece mais o ar, diminui a estabilidade das aeronaves em voo.

Além da fumaça, as queimadas geram e produzem as nuvens pirocumulus. Além disso, um grande incêndio produz fortes correntes ascendentes de ar e uma grande quantidade de vapor d'água é liberada para a atmosfera pela vegetação durante a combustão, levando à formação das nuvens. A base dessas nuvens é de difícil identificação, pois muitas vezes está escondida atrás da fumaça do incêndio, e sua dimensão vertical é variável, podendo ir desde os pequenos cumulus, passando pelos cumulus congestus (TCU), os quais podem até produzir pancadas de chuva que ajudam a extinguir o fogo; ou se desenvolverem como um cumulonimbus (Cb). Neste último caso, raios podem provocar novas frentes de incêndios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa foi desenvolvida com a proposta de aplicar os conhecimentos advindo da Meteorologia e da Climatologia na aviação, visto que trata-se de uma atividade que vem crescendo a cada dia que passa.

O trabalho de um aeronauta consiste em transportar com segurança pessoas ou bens materiais de um determinado local para outro, e para que essa segurança não fique falha existe o planejamento de voo. O planejamento de voo é um conhecimento prévio dos dados da aeronave, que envolve cálculos relacionados à autonomia, ao peso balanceamento e às previsões meteorológicas, dentre outros. O planejamento da Meteorologia é obtido a partir dos dados meteorológicos, que podem sofrer alterações durante o voo da aeronave.

A Meteorologia é considerada uma ciência exata, porém, sabe-se que há mudanças repentinas do tempo, e estas mudanças geram uma insegurança quando os operadores das aeronaves não sabem se comportar em condições adversas. Para que se possa voar com segurança é preciso, entre outras coisas, que os pilotos saibam como se comportar diante das condições encontradas, o que só é possível se o mesmo tiver conhecimentos a respeito de suas características climáticas. E, ao contrário do que o Capitão Lysias Rodrigues afirmou, a Região Centro-Oeste tem, sim, meses nos quais o aviador se depara com condições meteorológicas bastante adversas.

De acordo com dados do Centro Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - CENIPA, em todo o Brasil houve um total de 871 acidentes entre os anos de 1994 e 2005 de acordo com o CENIPA, sendo 138 acidentes ocorridos por condições meteorológicas adversas. O Panorama Estatístico da Aviação Brasileira, relatório divulgado pelo Ministério da Defesa em 2012, revela que 13% dos acidentes aéreos ocorridos na aviação civil brasileira entre 2002 e 2011 tiveram como causa principal condições meteorológicas adversas.

Embora se saiba que um acidente pode conter vários fatores contribuintes, acredita-se, com base nas estatísticas dos acidentes, que este trabalho pode representar uma contribuição para a redução dos acidentes aéreos por meio do aumento do conhecimento prévio das condições atmosféricas, que é fundamental na aviação.

Finalmente, é fato que a discussão não está encerrada e que estudos mais aprofundados e devem ser realizados não apenas abrangendo a região Centro-Oeste, mas outras regiões do Brasil, onde ocorrem diversos fenômenos meteorológicos de interesse para aqueles que se ocupam da aviação.

L'INFLUENCE DU CLIMAT ET DE LA MÉTÉOROLOGIE DU CENTRE-OUEST DU BRÉSIL SUR L'AVIATION DANS LA RÉGION

Résumé: Ce document vise à fournir des subventions sur l'influence des conditions météorologiques sur l'aviation dans la région Centre-Ouest du Brésil. Pour la réaliser on a cherché la littérature liée et fait la collecte de données météorologiques et des statistiques sur les accidents dans l'aviation brésilienne. Le climat est influencé par trois masses d'air, responsables pour les phénomènes atmosphériques dans les différentes saisons. Chaque saison a son temps et ses particularités, qui influencent différemment dans l'aviation. Le pilote doit avoir une connaissance a priori sur le climat où il aura effectuer le vol, car il peut y avoir des changements brusques de la météo. La connaissance du climat et du temps est essentiel pour la planification du vol, y compris le pilote sait comment faire face à des conditions défavorables. Même si un accident peut présenter plus d'un facteur qui a contribué à leur apparition, on sait que plusieurs accidents d'avion sont dus à des conditions météorologiques défavorables. On espère que ce travail peut contribuer à la réflexion sur la formation des équipages de conduite et donc de réduire les accidents d'aviation qui ont le temps comme un facteur aggravant.

Mots-clés: sécurité du vol; région Centre-Ouest, Météorologie, Climatologie.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. M. Clima da região Centro-Oeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. de A. et. al. (Org.). *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. cap. 15, p. 235-241.
- ARAÚJO, R. T. *Avaliação sobre os efeitos dos focos de queimadas detectados pelo AVHRR e visibilidade horizontal em Corumbá – MS, entre 1998 e 1999*. Disponível em: <http://www.redemet.aer.mil.br/Artigos/queimada_cr.pdf> Acesso em: 5 Out. 09.
- ASSAD, E. D. *Chuvas no Cerrado: análise e espacialização*. 1 ed. Brasília: EMBRAPA, 1994.
- AYOADE, J. O. *Introdução à Climatologia para os trópicos*. 3 ed. São Paulo. Ed. Difel, 1986.
- BARROS, J. R. *A chuva no Distrito Federal: o regime e as excepcionalidades do ritmo*. São Paulo: UNESP, 2003. Dissertação de mestrado.
- BRASIL. Departamento Nacional de Meteorologia. *Normais climatológicas (1961-1990)*. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992.
- BRASIL. Ministério da Defesa. *Panorama estatístico da aviação civil brasileira*. Brasília, DF, 2012. 81 p.
- CABRAL, E. *A Climatologia voltada às atividades aeronáuticas*. São Paulo: Revista Brasileira de Climatologia, Vol. 1. 2005.
- CENIPA. *Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos*. Disponível em: <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php>> Acesso em: 27 Out. 09.
- CHEDE, F. C. *Manual de Meteorologia Aeronáutica*. 6 ed. São Paulo. Ed. Técnica de Aviação, 1976.
- HOMA, J. M. *Aerodinâmica e teoria de voo*. 3 ed. São Paulo. ED. ASA, 2002.
- HOMA, J. M. *Aeronaves e motores*. 5 ed. São Paulo. ED. ASA, 2003.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. *Normais climatológicas*. 3. ed. Rio de Janeiro: INMET, 1984.
- _____. *Normais climatológicas do Brasil 1961-1990*. Edição revista e ampliada. Brasília: INMET, 2009.
- JUNIRO, P. *Regulamentos de tráfego aéreo; voo por instrumentos*. 16 ed. São Paulo. Ed. ASA, 2007.
- JUNIRO, P. *Regulamentos de tráfego aéreo; voo visual*, 31 ed. São Paulo. Ed. ASA, 2005.
- MASTSCHINSKE, M. R. *Jatos de baixa atmosfera*. Disponível em: <<http://www.redemet.aer.mil.br/Artigos/jato.pdf>>. Acesso em: 6 Out. 12.
- MASTSCHINSKE, M. R. *O invisível vento e os procedimentos de pouso e decolagem*. Disponível em: <<http://www.redemet.aer.mil.br/Artigos/vento.pdf>> Acesso em: 10 Nov. 12.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. 1 ed. São Paulo. Ed. Oficinas de Textos, 2007.

MONTEIRO, C. A. de F. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática (Algumas considerações metodológicas á propósito do estudo do Brasil Meridional). *Revista Geográfica*, Rio de Janeiro, v. 31, n. 57, p. 29-44, 1962.

_____. Sobre a análise geográfica de sequências de cartas de tempo (Pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo da Geografia). *Revista Geográfica*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 58, p. 169-179, 1963.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. 4 ed. Rio de Janeiro. Ed. do IBGE, 1979.

PORTO, N. M. L. *História do transporte aéreo no Centro-Oeste brasileiro 1930 – 1960*. 1 ed. Goiânia. Ed. UCG, 2005.

ROMÃO, M. As fatais tesouras de vento. Disponível em: <<http://www.servicos.hd1.com.br/ventonw/windshear2.html>> Acesso em: 15 Out. 09

SERRA, A.; RATISBONNA, L. As massas de ar da América do Sul: 1ª e 2ª partes. *Revista Geográfica*, Rio de Janeiro, Instituto Panamericano de Geografia e História, n. 51-52, 1959-1960.

SONNEMAKER, J. B. *Meteorologia*. 30 ed. São Paulo. Ed. ASA, 2009.

TANNEHILL, I.R. *A Meteorologia*. 5 ed. Rio de Janeiro. ED. Record, 1953.

SOBRE OS AUTORES

JULIANA RAMALHO BARROS. Doutora em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2006). Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal de Goiás e coordena o Laboratório de Climatologia Geográfica do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás.

JUAN CARLOS DA SILVA BALERO. Bacharel em Ciências Aeronáuticas. Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Recebido para avaliação em 03 de outubro de 2012

Aceito para publicação em 15 de novembro de 2012