

CARACTERÍSTICA DE TURBULÊNCIA NA FIR-CW-REGIÃO DE INFORMAÇÃO DE VÔO DE CURITIBA

*Cícero Barbosa dos Santos*¹

*William Augusto Rocha Krapp*²

RESUMO

Este trabalho traz como proposta a criação de um banco de dados de informações climatológicas de turbulência em altitude para uso na aviação com o objetivo de criar melhores condições de segurança e planejamento de vôo para as companhias aéreas e Esquadrões Militares. Um banco de mensagens AIREP passadas por aeronaves em vôo foi digitado com aproximadamente 1620 dias, totalizando 8830 mensagens de informações em ar superior em diversos níveis de vôo, referente ao período de 2001 a 2005. O objetivo foi formar uma série temporal inicial de cinco anos. Após a formação desta, uma rotina automática de crescimento da série foi implementada para os demais anos subsequentes para traçar um perfil inicial de caráter climatológico dos fenômenos citados anteriormente. Foram analisados níveis de vôos padrões acima do FL150 (aproximadamente 4500m) para o comportamento da ocorrência de turbulência para a FIR-CW (Região de Informação de Vôo de Curitiba). As análises foram divididas de forma geral e para cinco áreas consideradas de interesse da aviação civil e militar dentro da FIR-CW.

ABSTRACT

This work brings as proposal the creation of a climatological bank of data of turbulence information in altitude for use in the aviation with the objective of creating better conditions of safety and flight planning for the aerial companies and Military Squadrons. A bank of messages last AIREP for aircrafts in flight was typed with approximately 1620 days, totaling 8830 messages of information in superior air in several flight levels, regarding the period from 2001 to 2005. The objective is to form a five year-old initial temporary series. After the formation of this, an automatic routine of growth of the series was implemented for the other subsequent years, to draw an initial profile of climatological character of the mentioned previously. Levels of standard flights were analyzed above FL150 (approximately 4500m) for the behavior of the turbulence occurrence for FIR-CW (Area of Information of Flight of Curitiba). The analyze were them divided in a general way inside of FIR-CW and for five areas of interest for the civil and military aviation.

Palavras-chave: Climatologia – Ar superior –Turbulência

INTRODUÇÃO

A presença de fenômenos em altitude como vento, turbulência e gelo são importantes nos planejamentos de vôos de aeronaves civis e nas atividades relacionadas às missões militares da Força Aérea Brasileira.

¹ CINDACTA II – Centro Meteorológico de Vigilância de Curitiba

^{1,2} Universidade Tuiuti do Paraná – Faculdade de Ciências Aeronáuticas

Av. Erasto gaertner, 1000 – Bairro Bacacheri - Curitiba-Paraná - CEP: 82510-901

Fone: 3566216/3571223 - Email: cbs@creapr.org.br/cicero.santos@utp.br

A turbulência é a trepidação sofrida pelas aeronaves devido à agitação irregular no ar, podem provocar desconforto, danos estruturais e, em casos severos até mesmo acidente. Na conjuntura atual é a única variável meteorologia que poderá cancelar o voo RVSM (redução mínima por separação de visibilidade vertical) adotada no país no ano de 2005. Estima-se que a adaptação das aeronaves a este modelo (RVSM) trará uma economia de em seus vôos de U\$ 5,8 bilhões de em combustível até 2008.

As turbulências térmicas são correntes convectivas alternadas que fazem com que a aeronave suba e desça, pode ser facilmente observada através da formação de nuvens cumuliformes. No inverno ela é geralmente mais suave e no verão mais severa (na parte da tarde); as chamadas CAT (Clear Air Turbulence, ou turbulência de ar claro) que é proveniente de um gradiente de vento provocada pela corrente de jato (Jetstream) e não pode ser identificada por nenhum tipo de nuvem. Ela se apresenta mais forte sobre os continentes e se forma abaixo do eixo da corrente do lado polar. A Corrente de Jato ou Jetstream (JTST) é um fluxo de vento intenso pertencente à circulação superior, com velocidade mínima de 50 nós, porém já foram detectadas velocidades acima de 400 nós no seu eixo. Ela se forma na ruptura da tropopausa e possui uma largura aproximada de 100 a 300 km e tem uma espessura que varia de 5 a 7 km, geralmente ela ocorre entre o FL200 e o FL400. Pode ser detectada pela presença de nuvens cirrus uncinus. A posição da corrente de jato pode auxiliar as aeronaves no rumo e em sua rota.

Estudos climatológicos de turbulência através do Código AIREP, que é informado por aeronaves em voo, ajudará aos aeronavegantes na tomada de decisões importantes, quanto ao planejamento e otimização de custos de vôos regulares e especiais realizados pela aviação civil e militar.

MATERIAL E MÉTODO

Observações meteorológicas normais desde a superfície tendem a ser menos informativas e precisas à medida que aumenta a altitude, de modo que o valor relativo das informações de aeronaves em voo tende a aumentar com elevação da altitude da aeronave.

Informações meteorológicas de aeronaves em voo, além de outras finalidades, são de grande importância para a emissão de SIGMET (Confeccionado por um Centro Meteorológico de Vigilância-CMV; é uma informação de advertência relativa às condições meteorológicas observadas ou previstas em rota, que possam afetar a segurança das aeronaves durante o voo. Contendo dados da área de atuação de fenômenos como: turbulência, trovoadas, gelo, linha de

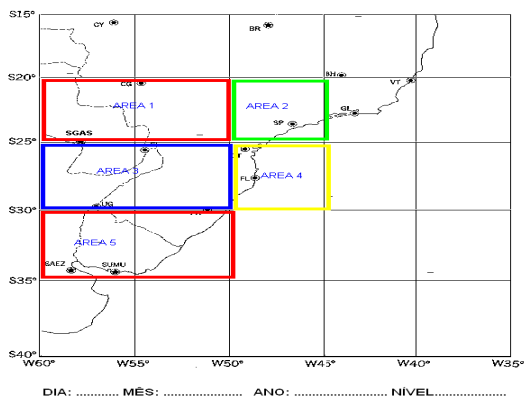
instabilidade ou cinzas vulcânicas, bem como o seu deslocamento); informações de condições meteorológicas adversas em rota e emendas de previsão, sendo de suma importância seu recebimento, em tempo real, pelo Centro Meteorológico responsável pela Vigilância de uma FIR (Região de Informação de Vôo).

Neste trabalho estão sendo considerados dados de vôos IFR, ou seja, aqueles classificados no espaço aéreo Classe A, ou seja, acima do FL150 (aproximadamente 4570m).

Foram digitados dados de 2001 a dezembro de 2005 com aproximadamente 1620 dias, totalizando aproximadamente 8830 mensagens de AIREP ar superior em diversos níveis de vôo, referente aos anos de 2001 a 2005. Os dados a partir de janeiro de 2006 estão automatizados proporcionando o crescimento da série sem a necessidade de digitação.

A série foi desenvolvida em Planilha Microsoft Access e Excel, e tem uma coluna para cada dado do código, ou seja: fixo em coordenadas geográficas ou por nome, hora, nível de vôo, direção do vento, velocidade do vento e informações adicionais relativas a fenômenos que afetam a segurança de vôo, precisamente turbulência e gelo. Os fixos são definidos para cartas acima do FL150 editadas pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo - DECEA. Houve necessidade de fazer um levantamento das cartas de rotas desde o ano de 2001, pois estas mudam periodicamente a cada seis meses. Inicialmente o Centro Meteorológico de Curitiba do CINDACTA II forneceu as cartas de 2003 e 2005; às de 2001 e 2002 foram fornecidas pelo DECEA. Estas serviram para qualificar e quantificar a posição da época em estudo.

As informações foram recebidas desde o FL180 até o FL420, com incremento de 10 em 10. Devido à baixa densidade de dados para alguns níveis de vôo, a análise foi feita do FL 290 ao FL410. Após a definição dos níveis de vôo, houve a necessidade de definir um mapa para plotagem por data e nível de vôo. Os dados de vento (velocidade e direção), temperatura, turbulência e gelo para os níveis de vôo em estudo. Também foi escolhido um mapa que melhor representasse a FIR-CW e identificação dos fixos do código AIREP; As figuras a seguir representam este mapa e níveis de vôos expostos anteriormente:



Mapa com divisões em área da FIR-CW

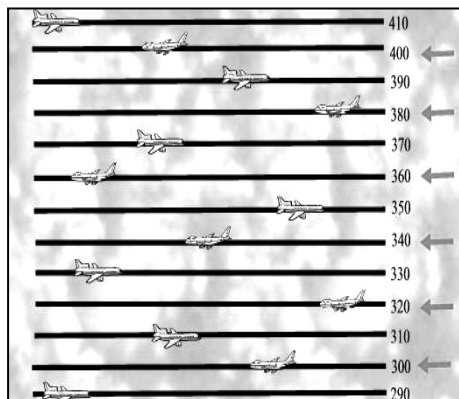
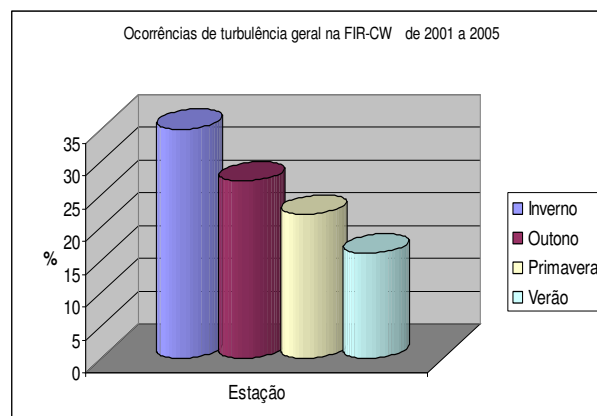
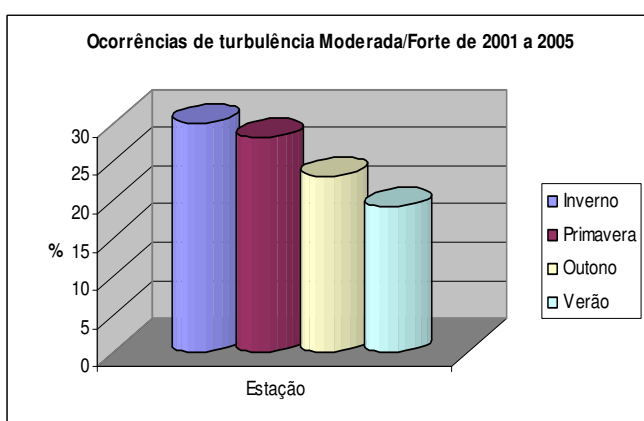


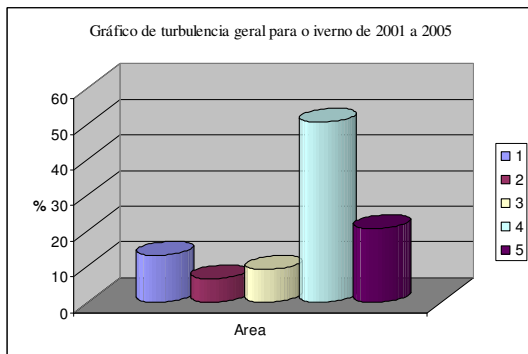
Figura com a definição dos níveis de vôo

O mapa de plotagem foi dividido em cinco áreas. A área 1 tem sua importância para os vôos da região do Mato Grosso e Mato Grosso do sul. Varias operações militares são realizadas na fronteira destes Estados, além dos que cruzam para os países vizinhos da fronteira Oeste da América do Sul. A área 2 é importante para a terminal de São Paulo, a informação de turbulência e gelo servirão para definição de novos corredores aéreos e para procedimentos das novas RVSM (redução vertical mínima da separação das aeronaves). A área 3 compreende a parte central dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Norte do Rio Grande do Sul, além da fronteira Oeste com a América do Sul; é importante para o corredor dos vôos que saem de São Paulo em direção ao Sul do País. A área 4 compreende o litoral de Santa Catarina, Paraná e São Paulo; sua importância está no corredor dos vôos que saem do Sul para São Paulo e, finalmente a área 5 que compreende a fronteira do Rio Grande do Sul com o Uruguai e Argentina, sua importância está em verificar alguma correlação com entradas de sistemas sinóticos.

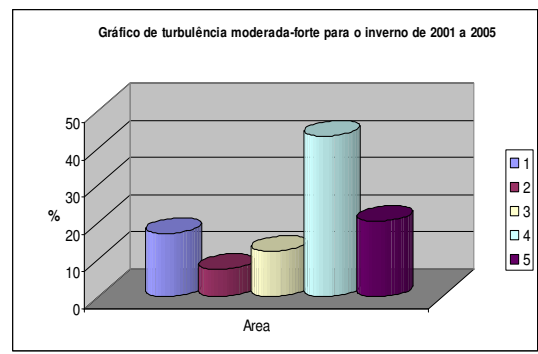
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente foram analisados os dados sazonalmente de turbulência sem levar em conta a sua intensidade e área dentro da FIR-CW. Após uma distribuição de frequência, analisou-se a modalidade de turbulência moderada a forte, que são as que servem de base para mensagens de alerta para a região de informação de vôo de Curitiba. E finalmente, foram feitas análises para as áreas dentro da FIR-CW. Os gráficos a seguir mostram as distribuições sazonal de turbulência geral, moderada-forte, e sazonalmente distribuída:

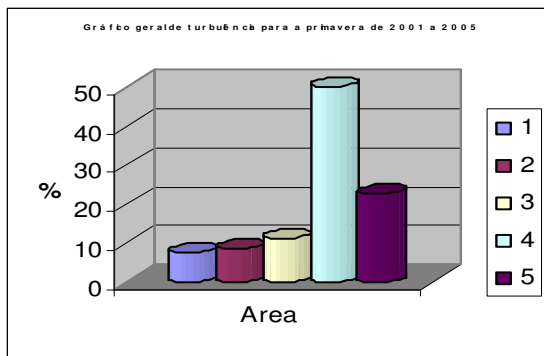




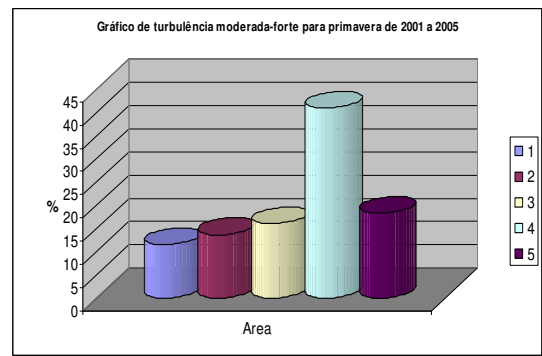
Ocorrência: FL 280/390
 Maior ocorrência: FL330
 Vento predominante médio: 210/68KT



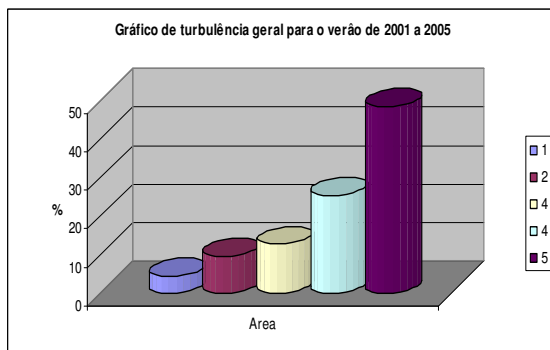
Ocorrência: FL 280/390
 Maior ocorrência: FL330
 Vento predominante médio: 210/68KT



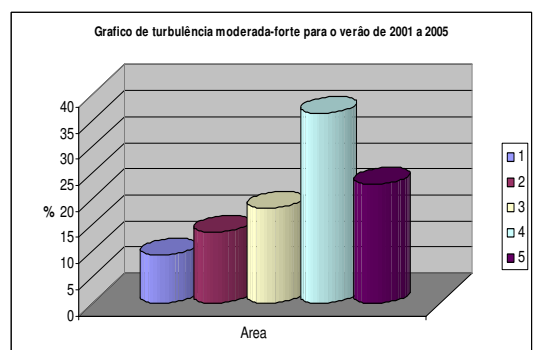
Ocorrência: FL 290/390
 Maior ocorrência: FL330
 Vento predominante médio: 240/60KT



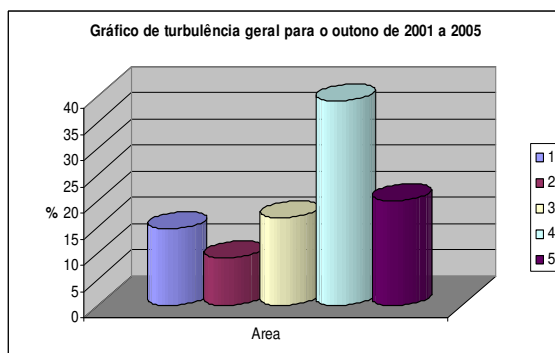
Ocorrência: FL 290/370
 Maior ocorrência: FL370
 Vento predominante médio: 280/65KT



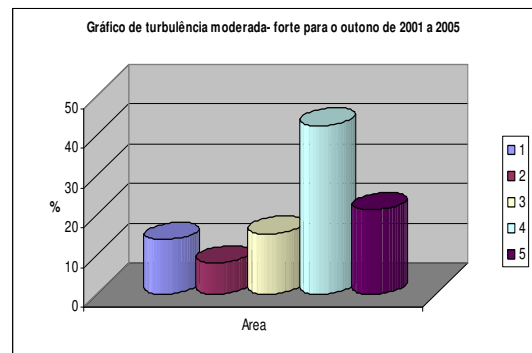
Ocorrência: FL 220/370
 Maior ocorrência: FL350
 Vento predominante médio: 260/60KT



Ocorrência: FL 220/370
 Maior ocorrência: FL350
 Vento predominante médio: 260/60KT



Ocorrência: FL 290/380
 Maior ocorrência: FL310
 Vento predominante médio: 260/72KT



Ocorrência: FL 280/350
 Maior ocorrência: FL330
 Vento predominante médio: 250/65KT

No primeiro gráfico podemos observar que a seqüência para atividade de turbulência geral é inverno, outono, primavera e verão. Sendo a diferença entre o pouco menor que 7%. A maior quantidade no inverno e menor no verão confirma a teoria da associação com os jatos de em altos níveis. O segundo gráfico mostra a turbulência considerada de moderada a forte e que geram mensagens SIGMET'S, neste caso há uma inversão entre o outono e primavera em percentagem de ocorrência, sendo caso ainda mais significativo à associação com jatos em altos níveis de inverno e de transição entre estas estações. O mês de maior quantidade de turbulência foi novembro sobre o aspecto geral, enquanto que o mês de maio é o de maior ocorrência de moderada-forte. Estas turbulências são de ar claro na sua grande maioria. Nos próximos gráficos para variação sazonal, pode-se observar o seguinte: A área IV possui sua maior ocorrência de turbulência em ordem crescente o inverno, primavera, outono e verão, considerando o aspecto geral (leve, moderada-forte). No tipo moderada-forte que geram mensagens de alerta a primavera supera o outono, ficando inalterada as demais estações. A área V possui uma expressiva quantidade de turbulência no verão, tanto no aspecto geral como no tipo moderada-forte quando comparada com as demais áreas das outras estações.

Quanto aos níveis de vôo de ocorrência, a turbulência está distribuída entre os níveis 310 e 350, sendo o nível individual médio de 350 o de maior ocorrência, quando considerado o aspecto geral. No tipo moderada-forte a ocorrência está entre os níveis 330 e 370, sendo este último o de maior predominância. O vento predominante nos dois casos (geral, moderada-forte) é de sudoeste com intensidade média 60 a 70 nós. Observou-se quando há um giro do vento de noroeste para sudoeste o preditor de turbulência é forte.

CONCLUSÕES

A concordância dos ventos de Sudoeste na ocorrência da maioria das turbulências combina com a circulação predominante de Oeste em altos níveis, sendo o giro do vento de Noroeste para Sudoeste o principal preditor na definição de ocorrência de turbulência. Os níveis de maior ocorrência, FL350 e FL370 devem ser observados pelos aeronavegantes na hora de definir nível de vôo, dentro das estações de maior ocorrência e nos meses de maio e novembro.

Quanto às áreas divisórias da FIR-CW, a maior quantidade de ocorrência de turbulência é para a IV em comparação com as demais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Informações Meteorológicas de Aeronaves*, de 01 mar 1990. Rio de Janeiro. (IMA 105-5).