

Previsão meteorológica de curto prazo: Indicador para o lançamento de paraquedistas na SBR-304 AFONSOS.

Short-range weather forecasting: Indicator for dropping paratroopers in SBR-304 AFONSOS.

Daniel Martins Neiva Filho
Tenente-Coronel Especialista em Meteorologia
Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica
Rio de Janeiro - RJ
danielneivafilho@gmail.com
Av. Mal Fontenelle, 1200 – ECEMAR – CEP 21740-002

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo analisar qual o nível de desempenho da previsão meteorológica de curto prazo, aplicada como ferramenta para a tomada de decisão, na fase de planejamento do lançamento aéreo de pessoal, na área restrita SBR-304 AFONSOS, no período de 2010 a 2012. A metodologia utilizada envolveu pesquisa documental aos códigos meteorológicos aeronáuticos e pesquisa de campo, para verificar as limitações impostas pelas condições atmosféricas às operações aeroterrestres. A partir da seleção dos dados relativos às previsões das 00:00 e 12:00 UTC, com validade para 12 horas futuras, adaptou-se o modelo de Rapp (1971), para verificar os graus de sucesso, alarme falso e falha, das previsões da velocidade do vento, visibilidade e teto, comparando-as às observações, para o período diurno. A pesquisa concluiu que o nível de desempenho (grau de sucesso) associado às três grandezas meteorológicas foi de 78,9%, e as incorreções na previsão, exclusivamente em torno da variável vento, foram responsáveis por 11,3% dos casos. Dessa forma, considerando a tomada de decisão sobre condições de visibilidade e teto restritas, porém associadas com vento calmo, o nível de desempenho da previsão eleva-se a 90,2%.

Palavras-chave: Previsão meteorológica. Planejamento. Tomada de decisão. Aeroterrestre.

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the performance of short-term weather forecasts, applied as a decision-making tool in the planning phase of personnel airdrop in the SBR-304 AFONSOS restricted area, between 2010 and 2012. The methodology involved a document search for aeronautical meteorological codes and field research to verify the limitations imposed by atmospheric conditions to airborne operations. Based on the selection of data related to forecasts from 00:00 and 12:00 UTC, valid for 12 hours ahead, the Rapp model (1971) was adapted to verify the rates of success, false alarm and failure of wind speed, visibility and ceiling forecasts, comparing them to daytime observations. The research concluded that the performance (success rate) associated with the three weather values was 78.9% and that incorrect forecasts, exclusively concerning the wind variable, accounted for 11.3% of cases. Therefore, considering decision making under restricted ceiling and visibility weather conditions, but associated with calm wind, the level of prediction performance rises to 90.2%.

Keywords: Weather forecasting. Planning. Decision making. Airborne.

INTRODUÇÃO

A Segunda Guerra Mundial, caracterizada pelo emprego do Poder Aéreo em larga escala, viu surgir um novo tipo de manobra (operação aeroterrestre) que objetiva tomar pontos-chaves até a hora da chegada das tropas convencionais. Esta introduz por meio aéreo grandes unidades de paraquedistas em áreas de interesse estratégico, conforme narrativa abaixo:

A ação dos alemães contou também com uma força de pára-quedistas que a Luftwaffe despejou atrás das linhas francesas [...]. Na madrugada de 6 junho de 1944, **o Dia D, mesmo com tempo instável, uma poderosa força [...] sem contar com os pára-quedistas**, iniciou o desembarque nas praias da Normandia. (MAGNOLI, 2006, p. 394-407, grifo nosso).

Ao término da Segunda Guerra Mundial, operações aeroterrestres passaram a fazer parte da doutrina das forças armadas de várias nações. No Brasil, com o surgimento das Unidades Paraquedistas no Exército Brasileiro, foi atribuído ao então Ministério da Aeronáutica assegurar o apoio aéreo necessário à realização dessas operações (BRASIL, 2008).

Na atualidade, o Comando da Aeronáutica assume posição de destaque no preparo e emprego de suas Unidades Aéreas, em ações independentes ou conjuntas de operações aeroterrestres, o que fica evidenciado pela matéria abaixo, publicada pela Quinta Força Aérea (V FAE):

Em 27 de dezembro de 2012, a V FAE atingiu marcas extremamente significativas, superando as de todos os anos anteriores. Aviões de Transporte da V FAE (seus C-130 e C-105), juntamente com os C-95 Bandeirante dos Esquadrões de Transporte Aéreo (ETA) e do 1º/5º GAV (I FAE), em um esforço ininterrupto, coordenado pela V FAE com os respectivos Comandos Operacionais do Exército, da Marinha e da própria Força Aérea, atingiram a marca de 28.544 pára-quedistas lançados e 51 cargas pesadas (HEAVY), assim como 139 CDS (cargas de 800 libras de peso). As marcas servem como um indicador, pelo qual se reflete um melhor patamar de treinamento dos tripulantes dos Esquadrões de Transporte, e também das tropas aeroterrestres das Forças Armadas (BRASIL, 2013b, p. 2).

Segundo a Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (BRASIL, 2012c), dentre as características do Poder Aeroespacial, um fator que pode potencializar ou limitar o emprego da força é a sensibilidade às condições atmosféricas. Brasil (2008) enfatiza, ainda, a meteorologia como um fator relevante para a tomada de decisão, durante o planejamento e a execução de uma operação aeroterrestre, em especial,

o vento e a visibilidade, como elementos que podem restringir o lançamento aéreo, conforme se verifica no texto a seguir:

Três militares sofreram acidente durante a comemoração do Dia dos Paraquedistas Militares realizado na manhã deste sábado (29), no 1º Batalhão de Infantaria de Selva (BIS), Zona Oeste de Manaus. Um dos paraquedistas fraturou o ombro e os demais militares caíram fora da pista de pouso programada. Segundo o coordenador do encontro dos paraquedistas, coronel Fernando Pacheco, rajadas de ventos foram a causa do acidente [...]. Em virtude de uma rajada de vento fora das nossas perspectivas que alguns paraquedistas tiveram o pouso modificados [...] Não podemos prever as rajadas ocasionais. (MEDEIROS, 2012, p. 1-3).

A confiança na previsão meteorológica para tomar a decisão de deslançar ou suspender uma operação aeroterrestre reflete em custos com mobilização e resulta no sucesso, no fracasso ou na perda da oportunidade do emprego dos meios aéreos e forças de superfície, o que constitui um fator motivador para estudo por parte de um meteorologista militar.

Neste contexto, a ICA 105-2 (BRASIL, 2011c) regulamenta o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) como autoridade de Meteorologia Aeronáutica responsável por prover e fiscalizar as informações meteorológicas aos usuários da navegação aérea, de forma a contribuir para a segurança, regularidade e eficiência da aviação, em consonância com as normas e métodos internacionais recomendados pela *International Civil Aviation Organization* (ICAO).

Dessa forma, a pesquisa científica em tela tem por objetivo analisar qual o nível de desempenho da previsão meteorológica de curto prazo (TAF), aplicada como ferramenta para a tomada de decisão, na fase de planejamento do lançamento aéreo de pessoal, na área restrita SBR-304 AFONSOS, no período de 2010 a 2012.

A análise do nível de desempenho, foco deste artigo científico é importante para o DECEA, como indicador para a gestão do controle de qualidade do Serviço Meteorológico prestado aos usuários da navegação aérea (BRASIL, 2011b). Ressalta-se, ainda, a sua relevância para o Comando-Geral de Operações Aéreas (COMGAR), na medida em que se apresenta como ferramenta de apoio à decisão, no planejamento das operações de adestramento que as Unidades Aéreas subordinadas à V FAE realizam na área restrita SBR-304 AFONSOS. Além disso, servirá como referência para futuras pesquisas que envolvam o tema.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura pesquisada, com o objetivo de proporcionar uma perfeita compreensão dos conceitos que respaldam o artigo científico. Inicialmente apresenta o modelo de Rapp como ferramenta de apoio ao processo decisório, que servirá como base para a verificação do nível de desempenho da previsão do tempo. Na sequência, discorre sobre as técnicas de lançamento aéreo e suas restrições frente às condições atmosféricas. Por fim, serão abordados os códigos aeronáuticos internacionais que regem a observação e a previsão TAF, este último com os respectivos índices de tolerância e precisão esperados, assim como os fatores que influenciam as grandezas atmosféricas.

1.1 Modelo de RAPP

Subsidiado pelo programa integrado de análise objetiva sobre questões de interesse para os líderes da Força Aérea Americana (*Project Rand*), Rapp (1971) desenvolveu um modelo bastante simples para verificar em que grau a previsão meteorológica pode contribuir para a redução do número de insucessos nas tentativas de destruir alvos em operações militares. O modelo produz resultados que são facilmente compreendidos por meteorologistas e decisores, através de decisões *go/no-go*, que resultam em eficiência e economia de meios.

Na visão de Rapp, se as condições do tempo têm um forte efeito sobre as operações da Força Aérea, a precisão da previsão meteorológica pode servir como ferramenta nas decisões operacionais. Segundo o mesmo autor, ao ignorar a previsão o comandante relega as chances de sucesso à sorte, se considera que o tempo reinante no dia de hoje, por continuidade, deverá também apresentar-se no dia de amanhã, o que não é axiomático.

Através da correlação entre previsões e observações meteorológicas, Rapp avalia as probabilidades de sucesso, falso alarme e falha das missões, a partir da limitação das variáveis meteorológicas de interesse, classificando-as em “BOM TEMPO” e “MAU TEMPO”.

Os índices de verificação empregados para avaliar a relação entre as previsões e suas respectivas observações são dados por:

- a) Grau de sucesso: Medida de precisão que descreve a proporção de previsões meteorológicas corretas. Contempla os eventos de BOM TEMPO previstos e observados e os eventos de MAU TEMPO previstos e observados;
- b) Grau de alarme falso: Medida de precisão que representa uma proporção de previsões meteorológicas incorretas, que resultam na perda da oportunidade de disparar as operações. Contempla as previsões de MAU TEMPO que não se confirmaram, ou seja, observou-se BOM TEMPO; e
- c) Grau de falha: Medida de precisão que representa uma proporção de previsões meteorológicas incorretas, que resultam no fracasso das operações. Contempla as previsões de BOM TEMPO que não se confirmaram, ou seja, observou-se MAU TEMPO.

Rapp (1971) aplicou o modelo para uma amostra de 100 surtidas a alvos em Pleiku, no sul da Ásia, durante a Guerra do Vietnã, assumindo que as condições de BOM TEMPO estavam associadas à visibilidade de 3 milhas náuticas ou mais e teto de 5.000 pés.

Com base na constatação das condições do tempo, a partir das observações meteorológicas realizadas, no local de ataque, e a sua correlação com as previsões com antecedência de 24 horas, obteve-se 91% de grau de sucesso, ficando os 9% restantes, respectivamente relacionados com 7% de falha e 2% de alarme falso.

Dessa forma, afirma Rapp (1971) que, de acordo com a urgência que exige a operação militar, o decisor, sabendo que as previsões meteorológicas não são infalíveis, pode se basear em dados estatísticos, já analisados, para dar suporte às decisões de realizar ou não as missões, o que tem, ainda, reflexo em custos e na segurança das operações.

1.2 Planejamento e decisão

O texto abaixo, narra Lanicci (1998, p. 1, tradução nossa), diz respeito ao pronunciamento do General Eisenhower, durante a fase de planejamento da operação *Overlord* (invasão da Europa, no dia D, na Segunda Guerra Mundial).

O comandante do teatro de operações ponderou nervosamente suas opções. O êxito dessa operação interaliada dependeria fortemente das condições atmosféricas. Ele precisava ter previsões exatas a respeito de teto e ventos a baixa altura para operações aeroterrestres [...].

Segundo Lanicci (1998, p. 4) “[...] é útil ver a coleta, a análise e a disseminação da informação em relação às condições atmosféricas, para o combatente, como parte integrante de C²”.

A fase de planejamento exige investigação dos estados da natureza (a conjuntura) selecionando as variáveis significativas, através de dados, observações de detalhes e identificação das possíveis ações, de forma a se optar pela estratégia que representa a melhor decisão.

A Escola Superior de Guerra preconiza que “Planejamento é a racionalização do processo de tomada de decisão [...] Decidir é escolher entre opções julgadas possíveis” (BRASIL, 2000, p. 224-225).

O comportamento de analisar problemas e fazer escolhas tem dois modelos básicos: o intuitivo e o racional. A diferença entre um e outro está na dosagem de informação e opinião. O racional baseia-se totalmente em informações, enquanto o intuitivo, porque se baseia na sensibilidade, “[...] faz uma pessoa formular conclusões apressadas com base em dados insuficientes ou pular diretamente da identificação para a decisão” (MAXIMIANO, 2000, p. 151).

As decisões calçadas em dados qualitativos lançam mão de regras matemáticas e princípios estatísticos, entre outros, para o conhecimento da realidade, diagnosticando seus aspectos ligados a cada situação (BRASIL, 2000).

O planejamento das operações aeroterrestres na SBR-304 AFONSOS, região permanentemente ativada para lançamento de paraquedistas, envolve coordenação entre a V FAE e a Brigada de Infantaria Paraquedista, de forma a colocar em prática a Programação de Missões Conjuntas (BRASIL, 2013a), com auxílio das informações meteorológicas repassadas pelo Destacamento de Controle do Espaço Aéreo de Afonsos (DTCEA-AF). Em havendo restrições quanto às

condições meteorológicas para a realização da operação planejada, Brasil (2011d, p. 14, grifo nosso) estabelece o procedimento abaixo:

[...] o Of Lig e o Cmt Anv aguardarão 60 (sessenta) minutos após o início do briefing, dos quais **será tomada uma decisão**, podendo haver somente mais uma prorrogação de 60(sessenta) minutos. Ao final do referido período o Of Lig cancelará a missão aeroterrestre.

1.3 Lançamento aéreo de pessoal

As técnicas empregadas para a infiltração de tropas pelo ar possibilitam o lançamento dos paraquedistas em baixa ou elevada altitude, conforme ilustra a Figura 1. Em ambos os casos, as condições atmosféricas exercem grande influência no resultado do salto.

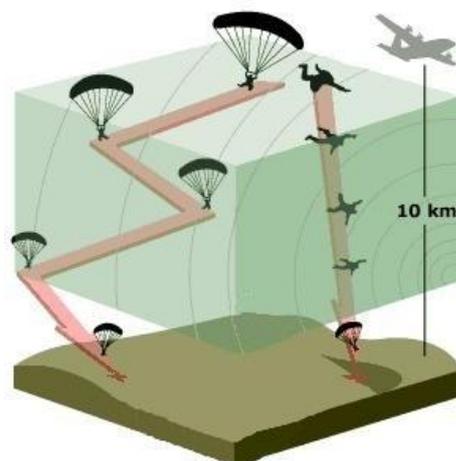


Figura 1: Lançamento de paraquedistas em elevadas altitudes.

Fonte: Disponível em <<http://sistemasdearmas.com.br/ter/te05infillexfil.html>>. Acesso em 16 abr.2013.

No primeiro caso, quando a velocidade da ação é fundamental para o sucesso da operação, o salto é realizado próximo ao solo, entre 250 e 400 metros. Já o salto em elevada altitude permite o lançamento a até grandes distâncias do alvo.

Na SBR-304 AFONSOS, o adestramento dos aeronavegantes das Unidades Aéreas da V FAE e de paraquedistas do Exército Brasileiro, em cumprimento ao Programa de Missões Conjuntas (PMC) das Forças Armadas (BRASIL, 2013a), requer um planejamento adequado, pois necessita de condições visuais – teto de 1.500 pés e visibilidade de 5.000 metros, para o salto em altitudes superiores a 1.200 pés. Já o salto abaixo de 1.200 pés, no período diurno, está vinculado à

condição do aeródromo “[...] estar operando no mínimo em condições VFR Especial – teto de 1.000 pés e visibilidade de 3.000 metros [...]” (BRASIL, 2011a, p. 9) e ao limite de 13 nós (*Knots*) para a intensidade do vento, conforme Brasil (2011d).

1.4 Previsão meteorológica de curto prazo (TAF)

O código TAF (*Terminal Aerodrome Forecast*) representa o conjunto das condições meteorológicas previstas, voltado ao planejamento de pouso e decolagem em um aeródromo, incluindo quaisquer mudanças consideradas significativas às operações aéreas, que abrangem uma área circular de oito quilômetros de raio, a partir do ponto de referência do aeródromo (*INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION*, 2010).

No Brasil, diariamente, são expedidas quatro previsões TAF para os aeródromos, iniciando-se respectivamente às 0000, 0600, 1200 e 1800 UTC (TEMPO UNIVERSAL COORDENADO). A partir destes horários, a validade da previsão se estende por “[...] 12 horas para atender ao planejamento de voo para aeródromos nacionais e [...] 24 ou 30 horas para aeródromos internacionais” (BRASIL, 2012a, p. 9), o que as classifica, de acordo com o editado pela *World Meteorological Organization* (1992), na escala temporal de previsões meteorológicas de curto prazo.

O TAF é regulamentado de forma a divulgar, para o período de validade de cada previsão, as seguintes grandezas meteorológicas: vento à superfície, visibilidade horizontal predominante, tempo significativo, nebulosidade ou visibilidade vertical (teto), temperaturas máxima e mínima, e mudanças significativas, caso previstas (BRASIL, 2012b).

1.4.1 Previsão do vento à superfície

O escoamento do ar é altamente influenciado pelos aspectos geográficos e pelo estado de aquecimento da superfície adjacente, o que por vezes provoca bruscas variações na direção e na velocidade, denominadas por rajadas

(VIANELLO, 1991).

Na previsão de aeródromo (TAF), segundo o Manual de Códigos Meteorológicos (BRASIL, 2012b), o vento é prognosticado por um grupo indicando a direção, em graus (°) e a velocidade, inclusive rajadas (*Gusts*), em nós (*KnoTs*).

1.4.2 Previsão da visibilidade horizontal

Conforme Vianello (1991), a visibilidade é indicada em metros por um grupo de quatro algarismos e demonstra o grau de transparência com que se apresenta o ar frente à influencia de partículas microscópicas, de natureza líquida ou sólida.

1.4.3 Previsão da nebulosidade ou visibilidade vertical (teto)

De acordo com o MCA 105-10 (BRASIL, 2012b), o teto é medido em centenas de pés e representa a distância observada perpendicularmente à superfície, do solo até a camada de nuvens mais próxima, que ocupe mais que a metade da abóbada celeste.

1.4.4 Mudanças significativas previstas

Em decorrência da dinâmica da atmosfera, as grandezas meteorológicas podem sofrer oscilações ao longo do período de validade do TAF.

O Manual de Códigos Meteorológicos (BRASIL, 2012b) esclarece que essas variações podem ser previstas através dos grupos de mudanças: permanentes (FM e BECMG), temporárias (TEMPO) ou previstas com probabilidade (PROB) de 30 ou 40% de virem a ocorrer, ou seja, quando a confiança na previsão não for suficiente, mas a grandeza prevista for considerada significativa para as operações.

A Tabela 1 apresenta informações relativas ao vento à superfície, à visibilidade horizontal, à visibilidade vertical (teto) e às mudanças significativas, oriundas de previsões (TAF) que fizeram parte da pesquisa.

Tabela 1 - Dados previstos (TAF) para o aeródromo de SBAF (AFONSOS).

Vento	Visibilidade	Teto	Mudanças Significativas
02005KT	8000	FEW017 BKN015	...BECMG 0215/0217 18013KT 9999 FEW023 PROB40 0219/0223 23015KT 4000 TSRA FEW030CB BECMG 0222/0224 24007KT...
11010KT	9000	SCT020 BKN080	...TEMPO 2914/2916 19015KT 9999 FEW025...
29010KT	2500	SCT006 BKN010	...PROB30 1707/1711 3000 DZ BR BKN005 BKN010 FM 1715 32005KT...

Fonte: Disponível em <<http://www.redemet.aer.mil.br>>. Acesso em 21 mar. 2013.

1.5 Fatores que influenciam a previsão das grandezas meteorológicas

As grandezas meteorológicas - vento, temperatura, visibilidade, pressão, nebulosidade, entre outras, conforme abordado no código TAF, variam no tempo (duração) e no espaço (extensão). Além disso, oscilam devido ao dinamismo da atmosfera, caracterizadas pela formação de massas de ar continental e pela passagem de frentes de ar polar, bem como influenciadas pelos fatores climáticos (VIANELLO, 1991).

Os fatores climáticos, explica Vianello (1991), são as características geográficas naturais: latitude, altitude, continentalidade/maritimidade (relação entre o volume de terras/proximidade de grandes quantidades de águas), relevo e vegetação, além das atividades humanas desenvolvidas.

A área restrita SBR-304 AFONSOS encontra-se localizada na área do aeródromo do Campo dos Afonsos, na cidade do Rio de Janeiro, com limites verticais que vão desde a superfície até 1.200 pés e extensão correspondente à área circular, com centro nas coordenadas 2253.03S/04323.03W e raio de 2,7 milhas náuticas (NM), limitada ao norte pelo segmento que une os pontos de coordenadas 2252.53S/04326.03W e 2250.83S/04321.43W (BRASIL, 2011a)

O aeródromo do Campo dos Afonsos, conforme a Figura 2, está localizado ao norte dos maciços da Tijuca e da Pedra Branca e possui um padrão de vento diferenciado, dentro da região metropolitana do Rio de Janeiro. No período da madrugada (0300 até 0900 UTC), é caracterizado por ventos de direções distintas e grande ocorrência de calmarias e, no período da tarde (1500 até 2100 UTC), predominantemente, se observa vento do quadrante sul, afirma Jourdan (2008).

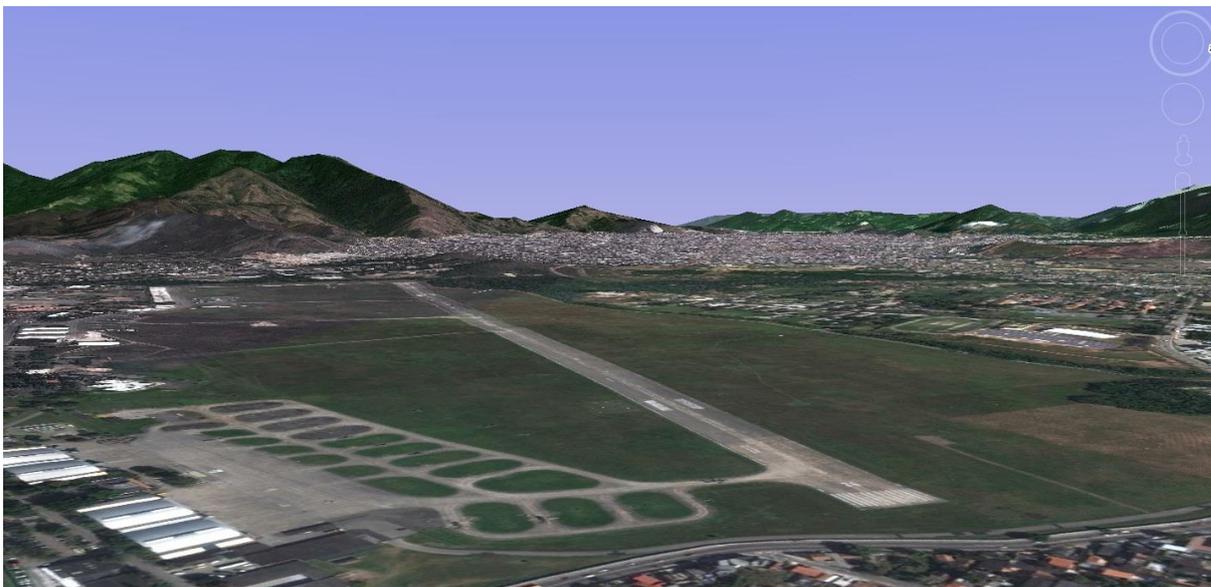


Figura 2: Aeródromo do Campo dos Afonsos.

Fonte: Disponível em <<https://maps.google.com.br>>. Acesso em 16 abr. 2013.

Cunha (2004), em sua pesquisa sobre aeroportos da cidade do Rio de Janeiro, constatou que a faixa horária de maior restrição de visibilidade ocorre entre 0800 e 1200 UTC, sendo 5 a 25% relacionados com chuva, névoa úmida e névoa seca, que reduzem a visibilidade entre 1.000 e 5.000 m. O mesmo autor verificou que em torno de 2% dos casos estão associados à formação de nevoeiros (visibilidade menor que 1.000 m), especialmente nos aeroportos localizados mais ao norte, como o Galeão, Afonsos e Santa Cruz.

1.6 Grau de tolerância na previsão (TAF)

Para efeito de planejamento das operações de pouso e decolagem, a ICAO estabelece graus de tolerância, para mais ou para menos, em torno dos valores previstos para as grandezas meteorológicas e índices de precisão a serem alcançados. Dessa forma, oscilações de 5 nós em torno da velocidade do vento, 30% em torno da visibilidade horizontal e 100 pés ao redor da visibilidade vertical (teto) são internacionalmente toleradas e o índice de acerto a ser alcançado é de 80% ou mais para cada período de previsão, quando comparado, com as observações meteorológicas horárias (*INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION*, 2010).

1.7 Observações meteorológicas: regular (METAR) e especial (SPECI)

Os códigos METAR (*Meteorological Aerodrome Report*) e SPECI (*Special Weather*) são conjuntos de condições meteorológicas observadas em um aeródromo, respectivamente, em intervalos regulares de uma hora e em situações especiais em que ocorram variações atmosféricas significativas entre os intervalos regulares (*INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION*, 2010).

Reza o MCA 105-10 (BRASIL, 2012b) que as observações regulares e especiais contêm as seguintes grandezas meteorológicas, na sequência: vento à superfície, visibilidade horizontal, tempo presente, nebulosidade ou visibilidade vertical (teto), temperaturas do ar e do ponto de orvalho, pressão atmosférica e, caso diagnosticado, condições sobre o tempo recente.

2 METODOLOGIA

A estratégia empregada na pesquisa envolveu, em primeiro lugar, uma revisão da literatura de normas da *World Meteorological Organization* (1992) e da *International Civil Aviation Organization* (2010), porque regulam os códigos meteorológicos aeronáuticos, globalmente. O trabalho teve continuidade com as legislações do Comando da Aeronáutica (COMAER), porque, sendo o Brasil membro dessas organizações, transcreve em suas normas as atividades de previsão de aeródromo (TAF) e de observação meteorológica de superfície (METAR e SPECI) (BRASIL, 2012b). Posteriormente, buscou-se fundamentação teórica em obras e artigos científicos relacionados à área de meteorologia, aplicados a operações militares, conforme Rapp (1971) e Lanicci (1998), que oferecessem base para o desenvolvimento da pesquisa.

No passo seguinte, houve visitas aos setores de coordenação de lançamento aéreo de pessoal, em Organizações do COMAER (DTCEA-AF, V FAE e 1º GTT) e do Exército Brasileiro (Brigada de Infantaria Paraquedista), almejando verificar as limitações impostas pelas condições atmosféricas às operações aeroterrestres. Logo após, com base nesse entendimento foram quantificadas para esta pesquisa três variáveis (velocidade do vento, visibilidade e teto) que influenciam

diretamente a execução do salto de paraquedistas (BRASIL, 2011d).

Em seguida, definiu-se o limite espacial como sendo o Campo dos Afonsos, em particular a área restrita SBR-304 AFONSOS, por se tratar de uma região de adestramento de paraquedistas, permanentemente ativada (BRASIL, 2011a). O limite temporal se ateve ao período diurno (0800 às 2100 UTC), conforme estabelecido em Brasil (2011a), devido à maior frequência de exercícios aeroterrestres realizados pelas Unidades Aéreas da V FAE e, dentro do triênio 2010 a 2012, em razão dos excelentes resultados com adestramento de paraquedistas, o que culminou com a marca de 28.544 lançados em 2012 (BRASIL, 2013b).

Os dados utilizados na pesquisa, previsões (TAF) e observações meteorológicas (METAR e SPECI) foram obtidos através do site oficial de meteorologia aeronáutica (REDEMET) do DECEA. Dentro do universo possível de quatro previsões diárias, ao longo dos 1.096 dias dos anos de 2010 a 2012, foram selecionadas duas ao dia (validade de 0000 às 1200 UTC e validade de 1200 às 2400 UTC), que cobrissem todo o período diurno (0800 às 2100 UTC), totalizando uma amostra de 2.192 previsões (TAF).

Para verificar o desempenho das duas previsões diárias, as mesmas foram comparadas com as observações posteriormente realizadas, sendo a primeira previsão verificada no período das 0800 às 1200 UTC e a segunda no período das 1200 às 2100 UTC.

Neste sentido, adaptou-se o estudo ao modelo de Rapp (1971), buscando-se verificar o nível de desempenho da previsão de curto prazo (TAF), para o planejamento (até 12 horas futuras) das operações diárias de lançamento aéreo, na SBR-304 AFONSOS, partindo da premissa que a previsão do tempo ora oferece condições favoráveis ora condições desfavoráveis para a decisão sobre o lançamento aéreo. As condições favoráveis e desfavoráveis, de acordo com os limites meteorológicos requeridos em Brasil (2008) e Brasil (2011d) foram classificadas, respectivamente, em “BOM TEMPO” e “MAU TEMPO”, onde:

- BOM TEMPO: visibilidade horizontal ≥ 3.000 metros;
visibilidade vertical (teto) ≥ 1.000 pés; e
velocidade do vento ≤ 13 nós.

- MAU TEMPO: visibilidade horizontal < 3.000 metros;
visibilidade vertical (teto) < 1.000 pés; ou
velocidade do vento > 13 nós.

Como base de cálculo, foi adotado o método desenvolvido por Rapp (1971), já aplicado com sucesso na guerra do Vietnã, onde se pôde verificar a influência da previsão do tempo, com vista à tomada de decisão, conforme preconiza Lanicci (1998). Partindo do entendimento de Rapp (1971), a previsão deve ser simples e objetiva sem gerar dúvidas para oficial decisor. Dessa forma limitou-se o estudo ao salto à baixa altitude, desconsiderando as tolerâncias em torno dos valores previstos para o vento, visibilidade horizontal e teto, aceitáveis pela *International Civil Aviation Organization* (2010). Além disso, assumiu-se como condição de “MAU TEMPO” as previsões com probabilidade (PROB) de 30 ou 40% de virem a ocorrer, em razão dos riscos oferecidos aos paraquedistas, caso a operação seja planejada (BOM TEMPO) e condições meteorológicas desfavoráveis venham a ser observadas.

A Tabela 2 expressa o número de ocorrências de previsão vs. observação, para se verificar os graus de sucesso, de alarme falso e de falha (RAPP, 1971).

Tabela 2 - Tabela de comparação – previsão vs. observação.

		PREVISÃO		
		BOM TEMPO	MAU TEMPO	TOTAL
OBSERVAÇÃO	BOM TEMPO	a	b	a + b
	MAU TEMPO	c	d	c + d
	TOTAL	a + c	b + d	T = a + b + c + d

Fonte: Rapp (1971).

Onde:

a = Eventos em que BOM TEMPO foi previsto e observado.

b = Eventos em que MAU TEMPO foi previsto, porém BOM TEMPO foi observado.

c = Eventos em que BOM TEMPO foi previsto, porém MAU TEMPO foi observado.

d = Eventos em que MAU TEMPO foi previsto e observado.

T = Total de eventos verificados.

Os índices de verificação empregados são dados por:

- a) Grau de sucesso: $S = (a+d) / T$;
- b) Grau de alarme falso: $AF = b / T$; e
- c) Grau de falha: $F = c / T$.

A Tabela 3 apresenta alguns exemplos de comparação de dados de previsão vs. observação, que fizeram parte da pesquisa.

Tabela 3 - Comparação de dados de previsão vs. observação.

Previsão	Classificação	Observação	Classificação
...19010KT 8000 SCT015...	BOM TEMPO	...29004KT 9999 FEW025 ...	BOM TEMPO
... 32015KT 5000 TSRA BKN012 FEW030CB...	MAU TEMPO	...18015KT 9999 SCT020 FEW030 TCU...	MAU TEMPO
...PROB30... 4000 BR BKN007	MAU TEMPO	...00000KT 9999 FEW010 BKN030...	BOM TEMPO
... 05005KT 4000 BR SCT013...	BOM TEMPO	...00000KT 1500 BR BKN015 BKN080...	MAU TEMPO

Fonte: Autor (2013).

3 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com a metodologia estabelecida, este capítulo apresenta e analisa os resultados obtidos ao longo do processo de pesquisa.

Para o desenvolvimento do trabalho, foram selecionadas 2.192 previsões (TAF) ao longo do triênio 2010/2011/2012, relativas aos períodos de validade (de 0000 às 1200 UTC e de 1200 às 2400 UTC), e 15.530 observações meteorológicas de superfície (METAR e/ou SPECI), abrangendo o período das 0800 às 2100 UTC, todas obtidas através do site oficial de Meteorologia Aeronáutica do Comando da Aeronáutica (COMAER).

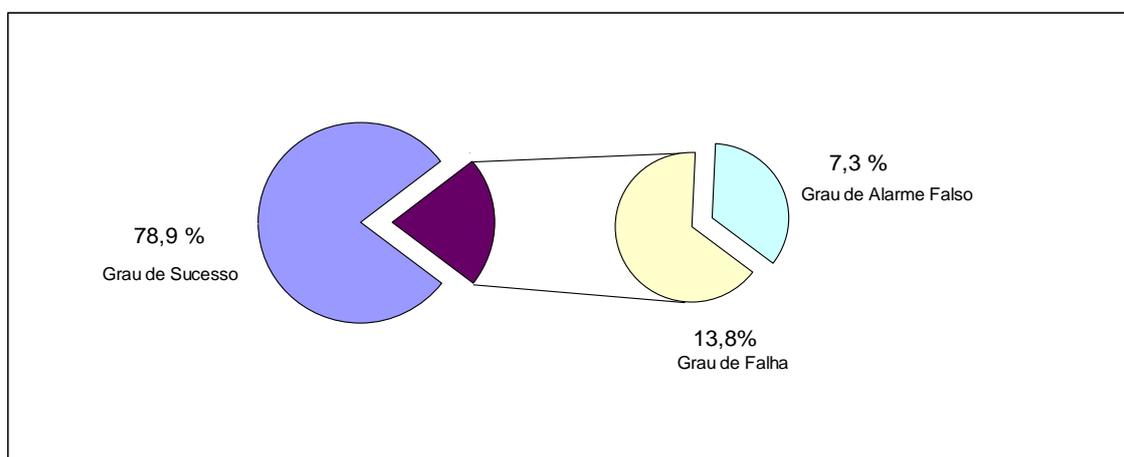
A comparação dos dados, adaptada ao modelo de Rapp (1971), resultou nos valores apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Tabela de comparação em SBAF – previsão vs. observação.

		PREVISÃO		
		BOM TEMPO	MAU TEMPO	TOTAL
OBSERVAÇÃO	BOM TEMPO	1.628	159	1.787
	MAU TEMPO	304	101	405
	TOTAL	1.932	260	2.192

Fonte: Autor (2013).

Com base nos valores obtidos na tabela de comparação, calcularam-se os parâmetros estatísticos, gerando os índices apresentados no Gráfico 1:

**Gráfico 1:** Índices de verificação da previsão meteorológica.

Fonte: Autor (2013).

A metodologia utilizada permitiu uma visão simples e objetiva dos resultados obtidos, alcançando o nível de desempenho de 78,9% nas previsões meteorológicas de curto prazo, frente aos 91% obtidos por Rapp (1971), em que pese a inclusão da variável vento e a amplitude da amostra estudada, o que demonstra a sua utilidade no apoio à decisão, conforme Lanicci (1998), para as operações aeroterrestres.

Constatou-se, ainda, conforme o Gráfico 1, um total de 21,1% de incorreções na previsão do tempo, somados os eventos de alarme falso (7,3%) e de falha (13,8%). Dentre os 159 eventos de alarme falso (previsto MAU TEMPO, mas observado BOM TEMPO), 100 eventos foram exclusivamente associados à previsão da velocidade do vento, assim como dos 304 eventos de falha (previsto BOM TEMPO, mas observado MAU TEMPO), 147 também o foram. Desta forma percebe-se que os erros envolvendo exclusivamente a previsão da intensidade do vento têm

uma parcela considerável no resultado final desta pesquisa, pois alcançam 247 (147 +100) eventos, ou seja, 11,3% da amostra estudada. Há que ser considerado, também, no resultado do grau de alarme falso, que, ao limitar a pesquisa, assumindo-se como condição de “MAU TEMPO” as previsões com probabilidade (PROB) de 30 ou 40% de virem a ocorrer, houve superestimação das condições de MAU TEMPO, o que contribuí para o aumento desse indicador.

Guimarães (2012) aborda que prever a direção e a velocidade do vento é considerado de relevante dificuldade pelos previsores. Na mesma linha, Klein e Sadegh (2009) concluem que 27,2% dos atrasos relacionados aos 35 aeroportos com maior movimento nos Estados Unidos da América ocorrem devido à imprecisão da previsão da velocidade e de rajadas acima de 15 nós.

Pelo acima exposto, verifica-se que a previsão do vento não é uma das tarefas mais fáceis para um meteorologista. Entretanto, o índice de 78,9% de sucesso é relevante frente aos 80% estabelecidos pela OACI, em que pese terem sido desconsideradas as faixas de tolerância, em torno das grandezas meteorológicas (*INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION*, 2010).

Por fim, esta pesquisa mostra também que entre os 21,1% de incorreções na previsão, 11,3% por estarem exclusivamente relacionados ao vento, não envolveram alarme falso ou falha nas previsões da visibilidade e do teto, o que eleva a confiabilidade na previsão associada a essas duas últimas grandezas ao patamar de 90,2% (78,9% + 11,3%), frente aos 91% obtidos por Rapp para as mesmas grandezas, se a tomada de decisão na SBR-304 AFONSOS envolver condições restritas de visibilidade e teto, porém associadas com vento calmo.

CONCLUSÃO

O trabalho teve início com uma contextualização histórica sobre operações aeroterrestres, a fim de apresentar o recorte temporal e espacial da pesquisa, no tocante à influência das condições meteorológicas para o planejamento do adestramento do pessoal paraquedista.

A seguir, discorreu-se sobre os conhecimentos encontrados na literatura, que nortearam a confecção do artigo, com foco especial para o modelo de Rapp (1971),

que permitiu avaliar o nível de desempenho da previsão meteorológica, bem como a sua utilização no apoio à decisão, segundo Lanicci (1998), para o planejamento do lançamento aéreo de pessoal na SBR-304 AFONSOS.

Na sequência, conceituaram-se os códigos aeronáuticos internacionais que regem a observação e a previsão TAF, esta última com os respectivos graus de tolerância e índice de acerto estabelecido pela OACI (2010), bem como sobre as técnicas de lançamento aéreo e suas restrições frente às condições atmosféricas.

A partir da base de dados selecionados para o período de 2010 a 2012 constatou-se 78,9% para o grau de sucesso da previsão do vento, da visibilidade e do teto, frente aos 91% obtidos por Rapp (1971) em que pese a inclusão da variável vento e a amplitude da amostra analisada. Constatou-se, ainda, que 11,3% de incorreções na previsão, somando-se os eventos de falha e alarme falso, são exclusivamente relacionados à variável vento. Assim, considerando a tomada de decisão sobre condições de visibilidade e teto restritas, porém associadas com vento calmo, o nível de desempenho da previsão eleva-se ao patamar de 90,2% de sucesso.

Assim, conclui-se que o objetivo dessa pesquisa em analisar qual o nível de desempenho da previsão meteorológica de curto prazo (TAF), aplicada como ferramenta para a tomada de decisão, na fase de planejamento do lançamento aéreo de pessoal, na área restrita SBR-304 AFONSOS, no período de 2010 a 2012, foi alcançado.

No que diz respeito à possibilidade de novas pesquisas, esse artigo ainda se apresenta como referência para que outros trabalhos científicos sejam desenvolvidos sobre o tema, envolvendo a análise de outras grandezas meteorológicas que influenciam no lançamento aéreo à baixa altitude, tais como as associadas ao tempo presente (chuva, chuveiro e trovoadas isoladas), além de outras variáveis como a direção do vento, para os lançamentos em elevada altitude.

Finalmente, na visão deste autor, o conhecimento que se consolida como fruto deste trabalho é que toda pesquisa científica conduzida sobre o Serviço de Meteorologia Aeronáutica brasileira se apresentará como fonte de informações que podem contribuir para o planejamento e o processo decisório no adestramento e na hipótese de emprego da força.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando Geral do Ar. Quinta Força Aérea. **MCA 55-20**: Manual de Emprego da Aviação de Transporte. Rio de Janeiro, 2008.

_____. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **CIRCEA 100-18**: Carta de Acordo Operacional entre a V FAE, APP-RJ e TWR-AF. Rio de Janeiro, 2011a.

_____. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **DCA 800-1**: Política da Qualidade do Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Rio de Janeiro, 2011b.

_____. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **FCA 105-2**: Classificação dos Órgãos Operacionais de Meteorologia Aeronáutica. Rio de Janeiro, 2012a.

_____. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **ICA 105-2**: Classificação dos Órgãos Operacionais de Meteorologia Aeronáutica. Rio de Janeiro, 2011c.

_____. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **MCA 105-10**: Manual de Códigos. Rio de Janeiro, 2012b.

_____. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **DCA 1-1**: Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira. Brasília, DF, 2012c.

_____. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **ICA 55-66**: Programa Anual de Atividades Aéreas. Brasília, DF, 2013a.

_____. Comando da Aeronáutica. Quinta Força Aérea. **Aviação de transporte bate recorde de lançamento de paraquedistas militares em 2012**. Disponível em <http://www.fae5.intraer/index.php?pag=noticia¬_id=160>. Acesso em: 3 abr. 2013b.

_____. Comando do Exército. Brigada de Infantaria Pára-quedista. **Normas Gerais de Ação Aeroterrestres**. Rio de Janeiro, 2011d.

_____. Escola Superior de Guerra. **Fundamentos Doutrinários da Escola Superior de Guerra**. Luzes: Rio de Janeiro, 2000.

CUNHA, A. E. **Análise da visibilidade nos aeroportos da cidade do rio de janeiro**. In: Anais do XIII CBMET. Fortaleza, 2004. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/edicoes.php?cgid=22>>. Acesso em: 13 mar. 2013.

GUIMARAES, J. M. **Estatística através de rosas dos ventos como auxílio à elaboração do TAF**. REDEMETS. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.redemets.aer.mil.br/Artigos/Estat%C3%ADstica_atrav%C3%AAs_de_rosas_dos_ventos_para_o_aeroporto_do_Gale%C3%A3o_como_aux%C3%ADlio_ao_TAF.pdf>. Acesso em: 27 abr.2013.

JOURDAN, P. **Características do regime de vento próximo à superfície na região metropolitana do Rio de Janeiro**. In: Anais do XIV CBMET. Paraná, 2006. Disponível em: <http://www.cbmet.com/edicoes.php?pageNum_Recordset_busca=4&totalRows_Recordset_busca=1006&cgid=14>. Acesso em: 12 abr. 2013.

KLEIN, A.; SADEGH, K. R. **Weather Forecast Accuracy: Study of Impact on Airport Capacity and Estimation of Avoidable Costs**. ATM Seminar. Berlim, 2009. Disponível em: <http://www.atmseminar.org/seminarContent/seminar8/papers/p_008_W.pdf>. Acesso em: 2 abr.2013.

LANICCI, M. J. **Integrating Weather Exploitation into Airpower and Space Power Doctrine**. AIR & SPACE POWER JOURNAL. Alabama, 1998. Disponível em: <<http://www.airpower.au.af.mil/airchronicles/apj/apj98/sum98/lanicci.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2013.

MAGNOLI, R. **História das guerras**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2006.

MAXIMIANO, C. **Introdução à Administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MEDEIROS, G. **Militares se ferem em pouso de paraquedas**. G1, Manaus, 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2012/09/militares-se-ferem-durante-pouso-de-paraquedas-em-manaus.html>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL. **Anexo 3: Servicio Meteorológico para la Navegación Aérea Internacional**. 16. ed. Montreal, 2010.

RAPP, R. **A Simple Model to Elucidate the Utility of Weather Forecasting in Military Operations**. USAF Project Rand. Santa Monica, 1971. Disponível em <<http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=AD0735261>>. Acesso em: 03 mar. 2013.

VIANELLO, L. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Impr. Univ., 1991.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Manual on The Global Data-Processing and Forecasting System**. Geneva, 1992.