



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2021

JOÃO **GABRIEL** MONTEIRO MORAES, Cap Esp Met

A ampliação da tabela de cores meteorológicas utilizadas nos *briefings* de missões militares

Rio de Janeiro
2021

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2021

JOÃO **GABRIEL** MONTEIRO MORAES, Cap Esp Met

A ampliação da tabela de cores meteorológicas utilizadas nos *briefings* de missões militares

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação em Gestão Pública com ênfase em Projetos e Processos.

Linha de Pesquisa: Emprego da Força Aérea
Orientador: Maj Eng Israel Cordeiro dos Santos Rocha

Rio de Janeiro

2021

JOÃO **GABRIEL** MONTEIRO MORAES, Cap Esp Met

A ampliação da tabela de cores meteorológicas utilizadas nos *briefings* de missões militares

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica.

Aprovado por:

Janiny Mancini Rodrigues Silva de Paiva Valente, Maj Med
EAOAR

Israel Cordeiro dos Santos Rocha, Maj Eng
EAOAR

Rio de Janeiro
2021

RESUMO

No emprego da Força Aérea em operações militares, os pilotos devem ter para seu planejamento a ciência de todos os elementos que envolverão a missão. Dentre esses elementos, as condições meteorológicas são apresentadas nos *briefings* pelo Centro Integrado de Meteorologia Aeronáutica (CIMAER) pelo método direto de cores específicas utilizadas em missões militares. Este ensaio defende a utilização de uma única tabela de cores ampliada que trará um ganho de consciência situacional no engajamento de missões militares. A apresentação em cores das informações em uma gama maior permitirá às tripulações ampla percepção de possíveis situações meteorológicas, além das cinco já utilizadas pela Força Aérea Brasileira (FAB). As informações de cores relacionadas a mais variáveis meteorológicas facilitarão a compreensão dinâmica dos ambientes. Este ensaio considera que os parâmetros de vento e precipitação devem ser relacionados na construção de novas conjunturas, devido a essas variáveis impactarem tanto na performance das aeronaves nos procedimentos de pouso e decolagem, como na operacionalidade dos aeródromos. A ampliação dos casos, incrementando a tabela de cores, proporcionará ganho de consciência situacional que refletirá na melhor tomada de decisão em relação ao engajamento das missões. Isso repercutirá no planejamento, proporcionando ao emprego da FAB a obtenção de resultados efetivos com a redução de perdas na consecução de seus objetivos nas missões militares.

Palavras-chave: Consciência situacional. Cores meteorológicas. Percepção. Compreensão.

1 INTRODUÇÃO

No engajamento dos pilotos em operações militares eles precisam ter em mente as condições meteorológicas em voo e nos aeródromos de partida, destino e alternativa. No processo de planejamento dos voos essas condições são passadas em *briefings* meteorológicos fornecidos pelo CIMAER, que tem a atribuição apoiar as atividades militares por meio da Meteorologia de Defesa, conforme Brasil (2020a, p. 24). As informações sobre as condições meteorológicas dos aeródromos são apresentadas utilizando um método direto de informação por meio de uma tabela de cores.

Atualmente, as informações de cores meteorológicas se relacionam apenas com parâmetros de visibilidade horizontal e teto. Essas cores não são suficientes para que o piloto possa ter a noção da operacionalidade do aeródromo, pois ainda dependem de outra informação fornecida pelos órgãos de controle de defesa aérea, a Cor do Campo (CP). Essa cor é definida por Brasil (2020b, p. 21) como a condição obtida ao relacionar-se a Cor Meteorológica (CM) com a situação de operação dos auxílios à navegação e à aproximação disponíveis em um aeródromo, determinada a partir dos parâmetros estabelecidos pela disponibilidade ou de indisponibilidade de auxílios à navegação e aproximação para pouso

As CM e CP possuem as mesmas indicações de tabela de cores: azul, verde, amarelo, âmbar e vermelho, porém, com significados diferentes nos parâmetros mais restritos, como na cor vermelha e âmbar. Essa semelhança na utilização de cores das tabelas pode induzir julgamentos equivocados pelos pilotos em relação à operacionalidade dos aeródromos, no momento que receberem a informação de CM nos *briefings* meteorológicos e, posteriormente, receberem a informação de CP pelos meios de apoio de Defesa Aérea.

A apresentação aos pilotos de uma única tabela de cores ampliada trará um ganho de Consciência Situacional (CS) no engajamento de missões militares.

A representação em cores das informações meteorológicas em uma gama maior permitirá ao piloto ampla percepção de possíveis cenários meteorológicos além dos cinco já utilizados pela Força Aérea Brasileira.

As informações de cores relacionadas a mais variáveis meteorológicas facilitarão a compreensão dinâmica dos ambientes.

2 DESENVOLVIMENTO

“A consciência situacional é a percepção dos elementos do ambiente dentro de um volume de tempo e espaço, a compreensão de seu significado e a projeção de seu *status* no futuro próximo” (ENDSLEY, 1995, p. 6, tradução nossa).

A Consciência Situacional tem sido metodologicamente estudada e aplicada, em diversas áreas do conhecimento.

Perez (2016) estudou a percepção dos pilotos na identificação das características da aeronave sob uma condição meteorológica adversa durante o voo. Este ensaio usará essa definição para propor a ampliação da tabela de cores meteorológicas.

2.1 Ampliação da representação de informações meteorológicas

A representação em cores das informações meteorológicas em uma gama maior permitirá ao piloto ampla percepção de possíveis cenários meteorológicos além das cinco já utilizados pela FAB.

As tabelas de cores meteorológicas relacionam-se com parâmetros de teto e visibilidade para criar cenários e corresponder a uma cor específica.

De acordo com Brasil (2020c, p. 46), teto é definido como a altura, acima do solo ou água, da base da mais baixa camada de nuvens, abaixo de 6000 m (20.000 pés) que cobre mais da metade do céu.

Na tabela de cores meteorológicas é utilizado o sistema de medidas adotadas pela Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), em que a altura das nuvens é medida em pés (ft) e a visibilidade em quilômetros (km). Esses são os mesmos padrões utilizados nas cartas de aproximação para pouso.

O código de cores meteorológicas é descrito conforme Brasil (2020b, p. 20): AZUL corresponde à visibilidade igual ou maior que 10 km e teto igual ou superior a 5.000 ft, operação visual e nenhum fenômeno meteorológico significativo no aeródromo. VERDE corresponde à visibilidade igual ou maior que 5 km e menor que 10 km, teto igual ou maior que 1.500 ft e menor que 5.000 ft e ausência de trovoadas no aeródromo. AMARELO corresponde ao aeródromo operando por instrumentos e condições meteorológicas que permitam aproximações por instrumentos de não precisão. ÂMBAR corresponde ao aeródromo operando por instrumentos, porém, com

condições meteorológicas somente permitem aproximação de precisão. VERMELHO corresponde às condições meteorológicas com os parâmetros abaixo dos mínimos requeridos pelas cartas de aproximação por instrumentos.

Essas cores ainda precisam ser associadas a outras informações do aeródromo, as CP, para que o piloto possa ter a percepção das condições operacionais nos aeródromos.

No *briefing* do CIMAER ele poderá receber a informação de cor amarela e poderá receber da defesa aérea o vermelho sobre as condições da mesma localidade em um dado momento, se os auxílios à navegação estiverem inoperantes.

Para o mesmo propósito o piloto recebe duas informações (CM e CP) em momentos distintos e isso não proporciona a melhor CS sobre o cenário da missão.

As tabelas de cores utilizadas por outros países, em missões conjuntas, a exemplo da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), baseiam-se em sete cores (USA, 2006), ou seja, facilitam a identificação das condições meteorológicas aplicáveis a uma variedade de aeronaves em operações militares. Conforme descrito em USA (2006, tradução livre), as condições do tempo meteorológico, codificadas em cores, levam em consideração parâmetros de altura da nuvem mais baixa, cobrindo 3/8 (da abóbada celeste) ou mais e visibilidade à superfície. Consideram-se uma variação maior dos parâmetros de visibilidade e quantidade de nuvens.

Conforme descrito em USA (2006, tradução livre), as condições de tempo meteorológico codificados em cores levam em consideração apenas parâmetros de altura da nuvem mais baixa com cobertura de nuvens a 3/8 ou mais e visibilidade à superfície. No Brasil é considerada a quantidade maior que 4/8 de cobertura.

As cores se relacionam com os parâmetros de supracitados da seguinte forma: AZUL corresponde a 2500 ft de altura e 8 km de visibilidade; BRANCO corresponde a 1500 ft de altura e 5 km de visibilidade. VERDE corresponde a 700 ft de altura e 3,7 km de visibilidade. AMARELO corresponde a 300 ft de altura e 1,6km de visibilidade. ÂMBAR corresponde a 200 ft de altura e 0,8 km de visibilidade. VERMELHO corresponde à altura abaixo de 200 ft e visibilidade menor que 0,8 km. PRETO corresponde ao aeródromo fechado por razão de altura das nuvens e/ou a visibilidades apresentarem valores abaixo dos mínimos para que a aeronave opera com segurança.

A *Real Air Force* (RAF) subdivide o indicador amarelo da tabela descrita em USA (2006, tradução livre) em outros dois subtipos: o Amarelo1 corresponde à altura

de 500 ft e visibilidade de 2,5 km; e o Amarelo2 corresponde à altura de 300 ft e visibilidade de 1,6 km.

Observa-se que a RAF e a OTAN utilizam 8 cenários sem considerar condições operacionais dos auxílios à navegação.

A ampliação da tabela de cores dará aos pilotos uma variedade de cenários que poderão ser aplicáveis a diversas missões.

2.2 As representações deverão considerar mais variáveis

As informações de cores relacionadas a mais variáveis meteorológicas facilitarão a compreensão dinâmica dos ambientes.

As cores que simbolizam as condições meteorológicas são definidas com base nos parâmetros específicos de cada aeródromo, de acordo com os mínimos estabelecidos nas cartas de aproximação por instrumentos, conforme as normas do DECEA, sendo aplicadas exclusivamente para emprego militar. (BRASIL, 2020b, p. 19).

A tabela de cores meteorológicas utilizada pela FAB em operação militares não traz a melhor simbologia das condições meteorológicas para o emprego em missões, devido às cores possuírem relação apenas com os limites próximos dos estabelecidos nas cartas de aproximação por instrumentos. As cores meteorológicas levam em consideração apenas parâmetros de teto e visibilidade e não consideram, diretamente, os fenômenos que podem fazer o tempo meteorológico oscilar entre condições favoráveis e desfavoráveis aos voos.

No Brasil, as tabelas de cores não consideram os fenômenos meteorológicos como as precipitações de nuvens e/ou condições de vento. A exceção ocorre na avaliação de mudança de cor VERDE para a AMARELA quando é observada a ocorrência de trovoadas nos aeródromos, isto, pela relevância da ocorrência de descargas elétricas na atmosfera.

As precipitações devem ser levadas em consideração, pois, tanto na sua forma líquida ou sólida podem restringir a visibilidade à superfície ou acumular-se sobre às pistas de pousos.

Vale lembrar do episódio do voo TAM3054 que ao pousar no aeroporto de Congonhas, acidentou-se em 17 de julho de 2007 e vitimou fatalmente 199 pessoas (CENIPA, 2009, p. 8). Outro acidente ocorreu no dia 16 de julho: uma aeronave de

transporte regular acidentou-se ao aquaplanar sobre a pista principal de Congonhas durante o pouso de acordo com o relatório do CENIPA (2009, p. 95).

No Brasil, o principal perigo de pista contaminada está associado à presença de lâmina d'água, uma vez que a maior parte do território brasileiro está na zona tropical. A presença de lâmina d'água em pistas de pouso e decolagem pode representar perigo às operações nos aeródromos, devido à ocorrência de um fenômeno conhecido como hidroplanagem ou aquaplanagem. (ANAC, 2020).

O levantamento feito por Padilha (2015, p.42) de dados estatísticos dos órgãos de Prestadores de Serviço de Navegação Aérea (PSNA) da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), incluiu dados de vento, além da visibilidade horizontal e vertical, como fator de decisão dos pilotos por uma aproximação perdida¹.

Pelo risco de acidentes, alguns tipos de aeronaves não são recomendados decolar ou pousar quando a velocidade e a direção do vento estiverem forte e perpendicular, respectivamente, em relação ao alinhamento da pista.

Considerando outras variáveis como precipitação e vento, o incremento de cores meteorológicas proporcionará a compreensão de outros ambientes dinâmicos com potenciais impactos para as operações aéreas.

Na análise da cor VERDE da tabela da Manual de Brasil (2020b, p.20) é observado uma variação significativa entre seus limites.

Na hipótese que ocorrer um reporte meteorológico com informação ventos muito fortes, visibilidade horizontal próxima de 10 km, chuva leve, trovoadas, e nuvens espaciais a correlação da informação com a tabela de cores do manual será VERDE. Nesse mesmo cenário a indicação da cor AMARELA é adequada devido à presença de trovoadas. O mesmo cenário pode evoluir rapidamente e indicar a cor AZUL caso cesse a precipitação. A ocorrência de ventos fortes representa risco aos procedimentos de pouso e decolagem e não são considerados na representação de cores.

Nesse caso, observa-se que as cores não proporcionam uma consciência situacional adequada para a melhor tomada de decisão do piloto.

O acréscimo de outras cores na tabela atual dará uma percepção mais adequada das condições meteorológicas locais de forma que o piloto possa avaliar o risco de operar nessas condições.

¹ "Fase de um procedimento de aproximação por instrumentos que deverá ser executada pela aeronave, caso não seja estabelecida a referência visual para continuar a aproximação e pousar" (BRASIL, 2020c, p.19).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da necessidade de engajamento em missões militares os pilotos necessitam de informações meteorológicas das localidades onde cumprirá seu objetivo. Os *briefings* meteorológicos disponibilizam as representações de cores com a indicação das condições meteorológicas nos aeródromos. Diante da visualização das informações, o piloto precisa decidir se prossegue, adia, ou aborta a missão para retomar seu planejamento.

A apresentação aos pilotos de única tabela de cores ampliada trará um ganho de Consciência Situacional no engajamento de missões militares.

A representação em cores das informações meteorológicas em uma gama maior permitirá ao piloto ampla percepção de possíveis cenários meteorológicos além dos cinco já utilizados pela FAB, atualmente.

Outros países que adotam uma tabela com maior diversidade de indicação de cores dão maior representatividade das condições dos aeródromos. Constatou-se, também, que eles não correlacionam as cores com a informação da operacionalidade dos auxílios à navegação.

As informações de cores relacionadas a mais variáveis meteorológicas facilitarão a compreensão dinâmica dos ambientes.

A ampliação do espectro de cores da tabela trará uma compreensão do risco à missão diante de fenômenos que impactam o emprego da aviação militar. Parâmetros como precipitação e vento à superfície podem ser considerados como outras condições meteorológicas significativas para se relacionar com as cores de uma nova tabela.

Este ensaio defende que a tabela de cores seja ampliada, de forma a representar, adequadamente, as condições meteorológicas de tempo nos aeródromos para facilitar a tomada de decisão sobre o engajamento em seus objetivos, através do mais alto nível de consciência situacional. Contudo, chegar a esse nível de consciência não é possível sem a percepção dos ambientes variados e uma compreensão adequada dos cenários meteorológicos.

O ganho de consciência situacional repercutirá na tomada de decisão com assertividade sobre o engajamento nas missões militares. Isso propiciará um planejamento adequado, proporcionando assim um emprego mais adequado e efetivo das aeronaves em operações aéreas na FAB.

REFERÊNCIAS

- ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Pista contaminada por lâmina d'água**. 2016. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/certificacao/runway-safety/lamina-dagua>. Acesso em: 21 out. 2020.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Prevenção e Investigação de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório Final A – N° 67/CENIPA/2009**. Brasília/DF, 27 out 2009. Disponível em: <https://www2.anac.gov.br/arquivos/RF3054.pdf>. Acesso em: 25 out 2020.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA nº 75/DGCEA, de 01 de abril de 2020. Aprova a reedição da Instrução que disciplina a organização e a operação de Centros Meteorológicos (ICA 105-17). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 57, f 4137, 06 abr 2020.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA nº 160/DGCEA, de 12 de agosto de 2020. Aprova a reedição do Manual que disciplina a organização e a operação de Centro Meteorológico Militar (MCA 105-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 151, f 10437, 24 ago 2020.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA nº 256/DGCEA, de 10 de novembro de 2020. Aprova a reedição da Instrução do Comando da Aeronáutica que regulamenta os “Serviços de Tráfego Aéreo” (ICA 100-37). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 210, f 15360, 19 nov 2020.
- ENDSLEY, M.R.: **Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems**. Human Factors Journal 37(1), 32-64, 1995.
- PADILHA, K.J.G. **Análise De Dados Estatísticos De Órgãos Prestadores De Serviços De Navegação Aérea Da Infraero**. 2015. 87f. Dissertação de Mestrado Profissional em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2015.
- PEREZ, V. M. **A influência da percepção dos pilotos do C-98 A do 5° ETA na identificação das características da aeronave durante o voo em condição de formação de gelo**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2016.
- USA. NATIONAL GEOSPATIAL-INTELLIGENCE AGENCY. **Flight Information Handbook**. C-66 METEOROLOGICAL INFORMATION, ST. LOUIS, MISSOURI, 2006.