



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

ANTONIO GILSON **NOVAES** CARDOSO DA SILVEIRA, Cap Esp CTA

**Viabilização de Procedimento de Pouso Baseado em Navegação Via Satélite no
Aeródromo de Forte Príncipe da Beira**

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

ANTONIO GILSON **NOVAES** CARDOSO DA SILVEIRA, Cap Esp CTA

**Viabilização de Procedimento de Pouso Baseado em Navegação Via Satélite no
Aeródromo de Forte Príncipe da Beira**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Emprego da Força Aérea e Segurança de Voo.

Orientador: Raphael **Osório** de Oliveira, Maj Av

Rio de Janeiro

2023

ANTONIO GILSON **NOVAES** CARDOSO DA SILVEIRA, Cap Esp CTA

**Viabilização de Procedimentos de Pouso Baseado em Navegação Via Satélite
no Aeródromo de Forte Príncipe da Beira**

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

Aprovado por:

Raphael **Osório** de Oliveira, Maj Av
EAOAR

Isabel Corrêa da Costa Mileski, Maj Dent
EAOAR

Rio de Janeiro

RESUMO

No intuito de melhorar a acessibilidade e a eficiência do apoio de transporte aerológico a Pelotões Especiais de Fronteira da Região Norte do país, isolados e de difícil acesso, o Comando Militar da Amazônia, solicitou ao DECEA a publicação de procedimentos de aproximação baseados em navegação via satélite e não dependentes de auxílios à navegação, para aeródromos situados nesses Pelotões. Devido à ausência de Órgão de Serviço de Tráfego Aéreo ou Estação de Radiodifusão Automática de Aeródromo, critério exigido pela legislação nacional, tais procedimentos não poderiam ser executados. Dentre as localidades solicitadas pelo Exército Brasileiro, o aeródromo de Forte Príncipe da Beira (SWPB) mostrou-se apropriado para utilização do conceito de Área QNH, amplamente utilizado na Austrália para obtenção de informação remota de ajuste do Altímetro. Dessa forma, este ensaio propõe que o conceito de Área QNH viabilizaria a utilização de procedimentos de aproximação em SWPB, uma vez que garante a segurança operacional das aproximações para pouso, além de ser uma opção economicamente viável, por utilizar apenas a capacidade de navegação embarcada das aeronaves da FAB e não importar em investimentos de infraestrutura ou em equipamentos. Diante do exposto e considerando a existência de diversos aeródromos em condições semelhantes, em que a FAB costuma operar, é possível que essa metodologia seja aplicada para possibilitar a execução de procedimentos de aproximação, mantendo a segurança operacional e sem necessidade de investimentos, fortalecendo o apoio aos PEF, contribuindo para a manutenção da soberania e da integração do território nacional na Região Amazônica.

Palavras-chaves: Pelotões de Fronteira. Performance de Navegação Requerida. Área QNH. Ajuste de Altímetro. Operações Aéreas Militares.

1 INTRODUÇÃO

Com o advento da publicação da Circular de Informação Aeronáutica nº 21/21 (BRASIL, 2021), em junho de 2021, foi regulamentada pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) a possibilidade de implementação de procedimentos de aproximação por instrumentos (IFR), baseados na especificação de navegação de Performance de Navegação Requerida (RNP APCH¹), para pistas aprovadas somente para operações sob regras de voo visuais (VFR).

Ainda em 2021, o Comando Militar da Amazônia solicitou, ao DECEA procedimentos de aproximação por instrumentos baseados em navegação via satélite sem dependência de auxílios à navegação aérea para aeródromos sedes de Pelotões Especiais de Fronteira (PEF) da Região Norte do país, isolados e de difícil acesso, porém essenciais para fins de integração e soberania do território nacional, no intuito de melhorar a acessibilidade e a eficiência do apoio de transporte aerológico prestado pela FAB àqueles Pelotões.

Cabe salientar que esse tipo de procedimento, além de orientação lateral às aeronaves em aproximação, também dispõe de guia vertical, ou seja, uma rampa ideal de descida segura e suave, que reduz o risco de acidentes, propiciando aproximações estabilizadas e, conseqüentemente, melhorando a qualidade do pouso.

Atualmente, os procedimentos solicitados não podem ser executados, pois a legislação nacional exige que o aeródromo em questão seja provido de Órgão de Serviço de Tráfego Aéreo (ATS) ou uma Estação de Radiodifusão Automática de Aeródromo (ERAA²), que servem para transmitir às aeronaves informações meteorológicas, tais como o QNH. Porém, a aquisição, em função do alto custo de implantação e manutenção, foi considerada inviável financeiramente pelo Exército Brasileiro (EB).

Entretanto, ao considerar a natureza e a especificidade das operações aéreas militares, a Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO), da qual o Brasil é

¹ RNP APCH – Performance de Navegação Requerida (ou Especificação de Navegação Requerida) para aeronaves executarem procedimentos de aproximação por instrumentos baseados em satélites.

² ERAA – Estação de Radiodifusão Automática de Aeródromo. Realiza o envio de informações meteorológicas, de forma autônoma, via frequência VHF específica, diretamente às aeronaves nas proximidades de determinado aeródromo.

signatário, admite a possibilidade de serem aplicados critérios diferentes para elaboração e execução de procedimentos de navegação aérea para aviação militar.

Dessa forma, considerando a hipótese de flexibilização dos critérios para uso exclusivamente da aviação militar, contanto que seja disponibilizada a informação de ajuste de altímetro (QNH), que é a pressão atmosférica do aeródromo de destino, dado indispensável ao piloto para efetuar os cálculos de pouso, além de imprescindível para evitar a colisão com obstáculos naturais e artificiais.

Considerando que os aeródromos situados nos PEF são precários de infraestrutura e não possuem equipamentos ou estações em terra que possam repassar a pressão atmosférica aos pilotos, uma alternativa viável para obtenção dessa informação seria a utilização do conceito de Área QNH, que é utilizado na Austrália e fundamenta-se na delimitação de uma região sujeita à uma variação máxima de pressão atmosférica em relação a uma estação de referência (AUSTRÁLIA, 2011).

Nesse contexto, a localidade de Forte Príncipe da Beira (SWPB – indicador de localidade designado pela ICAO) foi selecionada para aplicação desse conceito por estar situada em uma região compatível, numa área com relevo e clima homogêneos.

Sendo assim, o presente ensaio acadêmico defende a utilização do conceito de Área QNH como forma de viabilizar a utilização de procedimentos de aproximação no aeródromo de SWPB porque apresenta nível de segurança aceitável para as operações aéreas militares, além de ser economicamente viável, por não envolver investimentos para disponibilizar serviços de tráfego aéreo, implantação de estações meteorológicas automáticas ou aquisição de auxílios à navegação aérea.

2 DESENVOLVIMENTO

O intuito da publicação da AIC nº 21/21 (BRASIL, 2021), que regulamentou a possibilidade de utilização de procedimentos de aproximação em pistas aprovadas somente VFR, foi atender à demanda dos usuários e mitigar o risco associado a aproximações desestabilizadas em aeródromos, podendo ser publicados em aeródromos desprovidos de serviços de tráfego aéreo, contanto que a localidade tenha uma ERAA em funcionamento.

Portanto, os critérios foram estabelecidos para atender uma demanda por parte da aviação civil e não consideraram requisitos específicos para utilização por parte de

aeronaves militares, que levassem em consideração a natureza e as peculiaridades de suas operações aéreas.

Ainda nesse contexto, considerando que será mantida a segurança operacional em níveis aceitáveis e que o apoio aerológico será prestado exclusivamente pela aviação militar, pode ser revista a obrigatoriedade de disponibilidade de órgão ATS ou de ERAA, pois não há demanda de tráfego significativa ou apelo econômico que justifique a implantação devido seu alto custo de aquisição e manutenção.

2.1 A utilização do conceito de Área QNH e a segurança operacional

A ICA 100-1 (BRASIL, 2018), que estabelece os requisitos para operações em aeródromos, define a obrigatoriedade de existência de órgão ATS de Aeródromo ou ERAA como requisito apenas para localidades aprovadas para voo por instrumentos e não para pistas aprovadas apenas para operações visuais.

Ainda nesse contexto, segundo o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 154 (BRASIL, 2021) e ratificado pela AIC N 21/21 (BRASIL, 2021), em uma pista VFR, além de aproximações visuais, pode ser executado procedimentos de aproximação por instrumentos até um determinado ponto, a partir do qual a aproximação possa continuar em condições meteorológicas visuais (VMC).

Nessa perspectiva e com a finalidade de estabelecer critérios mínimos para a utilização de procedimentos de aproximação, para uso exclusivo militar, em locais homologados apenas para pouso VFR, o procedimento foi dividido em dois momentos distintos: o primeiro seria a transição do voo em rota até a final do procedimento, em que a aeronave poderia estar em condições meteorológicas de voo por instrumentos (IMC); e outro em que a aeronave precisaria, necessariamente, estar com referências visuais para prosseguir para pouso.

Sendo assim, na fase IMC do voo, o critério mínimo necessário é a informação QNH, por ser a mais crítica e imprescindível para a segurança de voo no que diz respeito à altitude da aeronave e à sua separação com os obstáculos naturais e artificiais.

Nesse cenário, considerando a inexistência de equipamentos meteorológicos em solo e tampouco uma forma de transmissão direta às aeronaves em SWPB, a obtenção da informação QNH de uma fonte remota seria uma solução plausível.

Dessa forma, o conceito de Área QNH utilizado pelo *Bureau of Meteorology* (Agência Governamental Australiana), para obtenção de informação remota de ajuste do Altímetro, aplicável em localidades abaixo de mil pés de altitude, em áreas de relevo e clima homogêneos, que satisfaçam o padrão de precisão de 5 hecto Pascals (hPa -unidade de medida de pressão atmosférica) de variação em relação à uma estação de referência (AUSTRÁLIA, 2011), mostrou-se adequada para a região de Rondônia-RO.

Nesse contexto, o Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA) apresentou um estudo climatológico que concluiu que foram satisfeitos os requisitos para aplicação do conceito de Área QNH, pois a pressão atmosférica em SWPB, além da relação de homogeneidade, apresenta uma variação média de 4 hPa em relação à localidade utilizada como estação de referência, Guajará-Mirim (SBGM).

Portanto, para garantir a segurança das operações durante a execução dos procedimentos de aproximação em SWPB, além de uma Análise de Segurança Operacional por parte dos Esquadrões que lá pretendessem operar e da condução do Gerenciamento do Risco da Segurança Operacional, bastaria acrescentar a variação altimétrica encontrada (4 hPa, aproximadamente, 120 pés) aos parâmetros mínimos de separação com obstáculos normalmente utilizados na confecção dos procedimentos IFR.

Adicionalmente, a disponibilização de tais procedimentos geraria um incremento significativo na segurança operacional, devido à redução de duas situações de risco potencial: a possibilidade de ocorrência de aproximações desestabilizadas e a ocorrência de colisão com o terreno em voo controlado (CFIT – *Controlled Flight into Terrain*).

No primeiro caso, Moriarti e Jarvis (2014) realizaram um estudo em que auditores de segurança de voo monitoraram 4532 voos de aeronaves comerciais nos Estados Unidos, entre 2002 e 2006. Este estudo constatou que 5% do total das aproximações foram instáveis e apenas em 5% dos casos resultaram em arremetidas. Apesar de nem todas as aproximações desestabilizadas resultarem em acidentes ou incidentes aeronáuticos, há uma incidência considerável de situações de risco potencial que precisam ser reduzidas. Acrescentaram, ainda, que aproximações desestabilizadas foram responsáveis em 66% dos 76 acidentes e incidentes graves ocorridos nas fases de aproximação e pouso entre 1984 e 1997.

No segundo caso, conforme Goteman e Dekker (2018), as aproximações sem orientação vertical aumentam consideravelmente o risco de colisão com o solo em voo controlado. Em consonância com essas informações, a Associação Internacional de Transporte Aéreo (IATA, 2022) publicou um relatório detalhado sobre acidentes aéreos ocorridos no período de 2012 a 2021, que destacou que as aproximações com orientação vertical são eficazes métodos para reduzir esse tipo de acidente, que é a segunda causa mais comum entre os acidentes fatais.

Dessa forma, conforme as diretrizes e recomendações da ICAO, a implementação de procedimentos com guia vertical aumentaria a segurança operacional por meio da redução das ocorrências de aproximações desestabilizadas e da possibilidade de CFIT.

Portanto, a utilização do conceito de Área QNH para viabilização da execução de Procedimentos de Aproximação em SWPB mostrou-se aplicável e adequada para manter em níveis aceitáveis a segurança das operações aéreas.

2.2 Uma solução economicamente viável

Com a utilização do conceito de área QNH, a Força Aérea Brasileira economizará recursos financeiros e de pessoal, pois não precisará implantar um Órgão ATS e tampouco uma ERAA ou outros equipamentos e auxílios à navegação aérea para dispor de procedimentos de aproximação nas missões de transporte aerológico em apoio ao EB em SWPB.

Os procedimentos baseados em satélites utilizam as capacidades embarcadas das aeronaves em detrimento da dependência de auxílios e sensores em solo, o que é uma solução econômica e alinhada com o conceito de Navegação Baseada em Performance (PBN) e com as diretrizes da ICAO. Segundo Nakamura e Royce (2008), o espaço aéreo global e as operações aéreas estão migrando para utilização do conceito PBN, que oferece uma série de vantagens operacionais, incluindo maior segurança, maior eficiência, redução de custos e de emissões de carbono.

Adicionalmente, Rosenow (2019) destaca que a utilização da Navegação Baseada em Performance é bastante eficiente para economia de combustível, à medida que são implementadas trajetórias otimizadas e previsíveis. Ou seja, ao utilizar trajetórias ideais e gradientes ótimos nos procedimentos, além de encurtar as

trajetórias voadas, também reduziria o consumo de combustível, contribuindo para diminuir o custo operacional das missões em SWPB.

A disponibilização desses procedimentos de pouso aumentará a acessibilidade e evitará que as aeronaves tenham que desviar seu voo para aeródromos de alternativa, devido às influências de condições meteorológicas adversas nas vizinhanças do aeródromo, o que aumentará a eficiência e a efetividade do transporte aerológico militar prestado pela FAB ao PEF.

Assim, a utilização dessa metodologia é economicamente viável por utilizar a capacidade embarcada existente nas aeronaves da FAB e não necessitar de aquisição de equipamentos ou implantação de serviços de tráfego aéreo. Adicionalmente, contribuirá para a redução do consumo de combustível utilizado no apoio aéreo com a utilização de rotas otimizadas com gradientes de descida ideais, além de melhorar as condições de pouso, evitando que as aeronaves tenham que prosseguir para alternativa devido às condições meteorológicas adversas no entorno do aeródromo.

Por conseguinte, a utilização do conceito de Área QNH é uma solução financeiramente econômica para viabilizar a publicação de procedimentos de pouso em SWPB, pois não demandaria dispêndio de recursos para aquisição de equipamentos ou disponibilização de serviços de tráfego aéreo em SWPB.

3 CONCLUSÃO

No intuito de melhorar a acessibilidade e a eficiência do apoio de transporte aerológico a Pelotões Especiais de Fronteira da Região Norte do país, isolados e de difícil acesso, o Comando Militar da Amazônia, solicitou ao DECEA a publicação de procedimentos de aproximação baseados em navegação via satélite e não dependentes de auxílios à navegação aérea situados em solo, para aeródromos situados em PEF, que são localizados em regiões remotas, áreas de difícil acesso, em que o transporte aéreo é vital para garantir seu abastecimento.

Entre as localidades solicitadas pelo EB, o aeródromo de Forte Príncipe da Beira localizado no estado de Rondônia, mostrou-se apropriado para aplicação do conceito de Área QNH, que é amplamente utilizado na Austrália para obtenção de informação remota de Ajuste do Altimetro, baseado em uma estação de referência e aplicável em regiões homogêneas e com pouca variação de pressão atmosférica.

Sendo assim, o presente ensaio acadêmico defende a utilização do conceito de Área QNH como forma de viabilizar a utilização de procedimentos de aproximação baseado em satélite no aeródromo de SWPB, porque sua aplicação apresenta nível de segurança aceitável para as operações aéreas militares, além de ser economicamente viável, por não demandar grandes investimentos na implantação de órgãos de tráfego aéreo, na obtenção de auxílios ou equipamentos de solo. Pelo contrário, a solução é de baixo custo, já que utiliza apenas a capacidade embarcada das aeronaves.

Diante do exposto e considerando a existência de diversos Pelotões de Fronteira e outros aeródromos de interesse militar em condições semelhantes, em que a FAB costuma operar, é possível que a mesma metodologia seja aplicada para possibilitar a execução de procedimentos de aproximação em pistas aprovadas somente para operações VFR, aumentando a acessibilidade e mantendo a segurança operacional em níveis aceitáveis, sem a necessidade de maiores investimentos, fortalecendo o apoio aos PEF, contribuindo para a manutenção da soberania e da integração do território nacional na Região Amazônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAC. RBAC nº 154EMD-07: **Projetos de Aeródromos**. Brasília, DF: ANAC, 2021.

AUSTRÁLIA. Bureau of Meteorology. Meteorological Services. **Aviation Weather Products, Area QNH**, [2011]. Disponível em: <http://www.bom.gov.au/aviation/data/education/awp-area-qnh.pdf> Acesso em: 04 mar. 2023.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. AIC N 21/21. **Aproximações com Uso de Procedimentos RNP APCH para Aeródromos Não Homologados para Operação IFR**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/aic-n-2121>. Acesso em: 25 fev. 2023.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA nº 239/DGCEA, de 4 de dezembro de 2018. Aprova a reedição da instrução que trata dos Requisitos para Operação VFR ou IFR em Aeródromos (ICA 100-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 219, f. 14554, 17 dez. 2018.

GOTEMAN, O.; DEKKER, S. Flight crew and aircraft performance during RNAV approaches: Studying the effects of throwing new technology at an old problem. In: **Human factors and aerospace safety**. Routledge, 2018. p. 147-164.

International Air Transport Association, **Accident Prevention Strategies By Accident Classification Task Force (ACTF)**, [2021]. Disponível em: https://www.iata.org/contentassets/ea688b007b9047be86c8fd7a8bd17877/recommendation-accident_prevention_strategies.pdf Acesso em: 05 mar. 2023.

MORIARTY, D.; JARVIS, S. A systems perspective on the unstable approach in commercial aviation. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 131, p. 197-202, 2014.

NAKAMURA, D.; ROYCE, W. Operational Benefits of performance-based navigation. **Boeing Aero Quarterly, Quarter**, v. 2, p. p13-21, 2008.

ROSENOW, J. *et al.* Multicriteria-Optimized Trajectories Impacting Today's Air Traffic Density, Efficiency, and Environmental Compatibility. **Journal of Air Transportation**, v. 27, n. 1, p. 8-15, 2019.