



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2020

MARCUS VINNICIUS DE QUINA SANTOS AMORIM COSTA, Cap Av

Altura de navegação de helicópteros em missões de paz da ONU

Rio de Janeiro
2020

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 2/2019

MARCUS VINNICIUS DE QUINA SANTOS AMORIM COSTA, Cap Av

Altura de navegação de helicópteros em missões de paz da ONU

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.

Área de Concentração: Emprego da Força Aérea.

Orientador: Maj Inf Wellington Azevedo dos Santos

Rio de Janeiro
2020

MARCUS VINNICIUS DE QUINA SANTOS AMORIM COSTA, Cap Av

Altura de navegação de helicópteros em missões de paz da ONU

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

Aprovado por:

André da Costa Gonçalves – Prof MSc
EAOAR

Wellington Azevedo dos Santos – Maj Inf
EAOAR

Carlos Eduardo José da Silva – Maj Esp Av
EAOAR

Rio de Janeiro
Julho de 2020

RESUMO

A possibilidade de atuação da Força Aérea Brasileira com seus helicópteros em missões de paz da ONU traz a necessidade de um estudo aprofundado do cenário de emprego que será encontrado. Neste contexto, a partir do conhecimento das principais ameaças, deve-se escolher a melhor altura de navegação para o cumprimento das missões. Desta forma, este trabalho visa defender que em um cenário de emprego típico das missões de paz da ONU, onde não existe defesa aérea inimiga estruturada e as principais ameaças consistem em MANPADS com guiamento infravermelho, uma navegação altante a 11000 ft de altura traz mais segurança e eficiência do que as navegações à baixa altura. Para sustentar essa tese é demonstrado que um helicóptero voando nesta altura se mantém fora do alcance de detecção dos mísseis infravermelhos, o que aumenta a segurança da missão. O aumento de segurança advém ainda do aumento no distanciamento de obstáculos, o que evita colisões. Ademais, a maior eficiência é obtida devido à maior velocidade, o que permite cumprir a missão em menos tempo, e com menor consumo de combustível na navegação altante. Espera-se portanto auxiliar o planejamento da FAB em missões de paz da ONU, fornecendo uma recomendação de altura de navegação a 11000ft para o cenário analisado.

Palavras-chave: Missões de paz. Mísseis infravermelhos. Navegação tática. Segurança. Eficiência.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil vem, desde a década de 1950, participando de diversas operações de paz da ONU em diversos continentes (KAWAGUTI, 2019). Dentre essas participações, destacam-se a exitosa campanha de tropas terrestres brasileiras liderando a missão de paz da ONU no Haiti (MINUSTAH), a Força Tarefa Naval da missão de paz no Líbano (UNIFIL), comando da missão de paz na República Democrática do Congo (MONUSCO) e também militares atuando como observadores em outras missões de paz na África.

Neste contexto, tem sido considerada pelo Comando da Aeronáutica a participação de aeronaves da FAB em outras missões de paz, a convite da ONU. Essa participação pode ocorrer com aeronaves de asas fixas ou rotativas, para o cumprimento de ações de apoio logístico, evacuação aeromédica, ataque e resgate.

Neste tipo de operação não existe defesa aérea inimiga estruturada com radares, aeronaves e/ou antiaérea de médio e longo alcance e as principais ameaças consistem em forças irregulares, compostas por insurgentes. Os principais armamentos utilizados por esses inimigos são artilharia de cano e os mísseis solo-ar portáteis de curto alcance com guiamento infravermelho (MANPADS) de 3ª geração. Este tipo de cenário condiz com os Níveis de Ameaça Baixo ou Médio definidos no Manual de Busca e Salvamento em Combate (BRASIL, 2015).

Em cenários operacionais com ameaças reais é usual se pensar que a melhor navegação para um helicóptero seja à baixa altura, tal qual a NBA (Navegação à Baixa Altura), NACO (Navegação de Contorno) ou a NOE (*Nap of the earth*). Estes tipos de navegação buscam evitar a detecção visual ou radar pelo inimigo, conforme preconizado no Manual de Navegação Tática da Aviação de Asas Rotativas (BRASIL, 2009). Entretanto, no cenário delimitado, é possível mostrar que é mais vantajoso o voo em maior altura, de modo a evitar a detecção por MANPADS. Desta forma, este trabalho visa defender a tese de que uma navegação altante a 11000 ft de altura traz mais segurança e eficiência para a missão em cenários típicos de missões de paz da ONU do que as navegações à baixa altura.

Através dos cálculos de distância de detecção é possível mostrar que com a aeronave voando a 11000 ft de altura no cenário delimitado, ela permanece fora do alcance de detecção dos MANPADS, o que aumenta a segurança da missão. Além disso, a segurança é incrementada também devido ao maior distanciamento de

obstáculos, o que evita colisões. Por fim pode-se destacar ainda um aumento da eficiência na missão, uma vez que a navegação altante permite manter uma maior velocidade de maneira constante, permitindo que a missão seja cumprida em menor tempo, e com menor consumo de combustível.

2 AUMENTO DA SEGURANÇA E EFICIÊNCIA NO VOO ALTANTE

Para defender a tese proposta, serão apresentados argumentos relacionados à segurança e à eficiência no cumprimento da missão com navegação altante. O primeiro argumento abordará o incremento da segurança devido ao voo ocorrer fora do alcance de detecção dos mísseis infravermelhos e com maior distanciamento de obstáculos. No segundo argumento será mostrado como ocorre um aumento da eficiência da missão com o voo altante.

2.1 Incremento na segurança da missão com a navegação altante

– Distâncias de detecção por mísseis infravermelhos

Para esta análise, serão apresentados cálculos de distância de detecção por mísseis infravermelhos para o cenário proposto. Essas distâncias de detecção serão então comparadas com as distâncias geométricas entre atirador e aeronave. Com isso, será considerado que a aeronave pode ser abatida quando a distância de detecção for maior que a distância geométrica entre ambos. Será mostrado então que na situação proposta na tese deste Ensaio não ocorre a detecção do helicóptero, o que evita que o mesmo seja abatido por MANPADS, aumentando então a sua segurança.

Os valores utilizados, que serão descritos abaixo, consistem nas piores situações possíveis para o helicóptero, ou seja, as situações que maximizam a distância de detecção. Consequentemente, as análises realizadas serão as mais conservativas e confiáveis possíveis pois manterão uma margem de segurança entre os valores calculados e os valores reais mais prováveis.

Primeiramente, para o cálculo da distância de detecção de mísseis com guiamento infravermelho utiliza-se a Equação 1, apresentada por Willers (2013):

$$R^2_{max} = \frac{I_{alvo}}{NEI \times SNR} \tau_{atm} \quad (1)$$

Nesta equação, R_{\max} é a distância máxima de detecção. Os fatores a serem considerados são a Intensidade Radiante do alvo (I_{alvo}), a transmitância atmosférica (T_{atm}), o NEI (*Noise Equivalente Irradiance*) e o SNR (*Signal to Noise Ratio*). Com o intuito de maximizar a distância de detecção para tornar os resultados mais conservativos, deve-se selecionar os maiores valores possíveis de I_{alvo} e de T_{atm} e os menores valores possíveis de NEI e SNR, como será descrito abaixo.

Os valores de Intensidade Radiante consistem na energia infravermelha emitida pela aeronave. Para esta análise serão utilizados o maior valor com a aeronave no pairado (10 W/sr) e o maior valor com velocidade à frente (3 W/sr), obtidos no Relatório de Avaliação Operacional do Envelope Infravermelho do AH-2 (BRASIL, 2018). Cabe ressaltar que a intensidade de 10 W/sr é um valor conservativo para os cálculos visto que em navegação altante, como a proposta neste Ensaio, a aeronave raramente utiliza o voo pairado.

A transmitância atmosférica, com valor entre 0 e 1, corresponde à porcentagem da energia infravermelha emitida pela aeronave que é transmitida pela atmosfera sem absorção pela mesma. Neste trabalho utiliza-se apenas o valor unitário, que representa a transmissão da energia sem nenhuma absorção pela atmosfera. Essa é uma situação praticamente impossível de ocorrer na prática e que favoreceria o atirador do míssil, pois as distâncias de detecção seriam maiores.

O NEI corresponde ao ruído interno no detector do míssil. De acordo com a delimitação de cenário definida na tese deste Ensaio, será considerado aqui o valor de 10^{-8} W/cm², que corresponde a mísseis de 3ª geração. Este é um valor de referência apresentado no Relatório de Avaliação Operacional do Envelope Infravermelho do H-36 (BRASIL, 2017) e são os mísseis mais prováveis de serem encontrados em cenários de missão de paz da ONU.

Por fim, o SNR é uma relação adimensional que representa quantas vezes a energia recebida por um detector precisa ser maior que seu ruído interno (NEI) para que haja detecção. Como referência, no Relatório de Avaliação Operacional do Envelope Infravermelho do H-36 (BRASIL, 2017) foi utilizado SNR igual a 4. Neste Ensaio os cálculos usam SNR entre 1 e 4, o que aumenta a distância de detecção, tornando os resultados mais conservativos.

Para iniciar as análises, utiliza-se primeiramente a Equação 1 para calcular as distâncias de detecção (R_{\max}) do helicóptero pelo atirador. Nas condições descritas

acima, a maior distância de detecção obtida foi de **3606 m**, para intensidade radiante de 10 W/Sr (pairado) e SNR igual a 1, ou seja, a pior situação para o helicóptero.

Em seguida são calculadas as distâncias entre o atirador e o helicóptero, considerando-se como referência os limites angulares de operação do míssil IGLA, entre 5° e 70°. Dessa forma, com a aeronave voando a 11000ft, a menor distância entre ambos é de **3568 m** e ocorre na angulação de 70°.

Comparando-se as distâncias calculadas, nota-se que a menor distância entre o atirador e a aeronave (**3568 m**) é aproximadamente igual à maior distância de detecção (**3606 m**). Isto indica que apenas nessa situação limítrofe é que seria possível a detecção do helicóptero. Vale destacar que esta situação limítrofe é altamente improvável de ocorrer, devido aos parâmetros conservativos utilizados.

Em todos os outros casos que não foram destacados, a distância entre atirador e aeronave é sempre consideravelmente maior que a distância máxima de detecção (R_{max}), o que indica que não ocorreria a detecção. Pode-se concluir então que a navegação a 11000 ft aumenta a segurança, uma vez que reduz a probabilidade de o helicóptero ser abatido por MANPADS infravermelhos.

– **Maior distanciamento de obstáculos**

Na navegação altante, o maior distanciamento do solo diminui sobremaneira o risco de colisão da aeronave com obstáculos. Como comparação, na navegação NOE, por exemplo, utilizam-se alturas extremamente baixas, de 10 a 15 ft (BRASIL, 2009), o que exige da tripulação enorme carga de concentração para evitar colisões, podendo diminuir a atenção aos demais fatores envolvidos na missão.

Dessa forma, o aumento do distanciamento de obstáculos representa um fator de grande incremento na segurança da missão, especialmente em condições operacionais nas quais existem ameaças e diversas outras fontes de preocupação que demandam atenção da tripulação. Este conceito é reforçado no Manual de Navegação Tática da Aviação de Asas Rotativas (MCA 55-1):

[...] O terceiro fator é a segurança. Quanto maior a altura, maior o tempo de reação em uma emergência e maior a possibilidade de evitar obstáculos e de selecionar uma área de pouso. (BRASIL, 2009, p. 7).

2.2 Incremento na eficiência da missão com a navegação altante

O conceito de eficiência consiste em uma otimização na utilização dos recursos no cumprimento de um objetivo. Idalberto Chiavenato diz que se trata de uma relação entre custo e benefício:

A eficiência é uma relação entre custos e benefícios. Assim, a eficiência está voltada para a melhor maneira pela qual as coisas devem ser feitas ou executadas (métodos), a fim de que os recursos sejam aplicados da forma mais racional possível [...]. (Chiavenato, 1994, p. 70).

Os recursos citados por Chiavenato podem ser definidos de acordo com a citação de Leon C. Megginson, Donald C. Mosley e Paul H. Pietri Jr:

[...] eficiência é a capacidade de 'fazer as coisas direito', é um conceito matemático: é a relação entre insumo e produto (input e output). Um administrador eficiente é o que consegue produtos mais elevados [...] em relação aos insumos (mão-de-obra, material, dinheiro, máquinas e tempo) necessários à sua consecução. Em outras palavras, um administrador é considerado eficiente quando minimiza o custo dos recursos usados para atingir determinado fim. (Megginson et al, 1998, p. 11)

Dessa forma, no contexto analisado neste trabalho, os recursos utilizados para o cumprimento da missão consistem principalmente na mão-de-obra (tripulações), material e máquinas (aeronaves), dinheiro (custos operacionais) e tempo. A redução no uso destes recursos leva a um aumento na eficiência no cumprimento da missão. Será mostrado a seguir como o voo altante leva a uma diminuição no tempo e combustível necessários para o cumprimento da missão.

Na navegação altante, o maior distanciamento dos obstáculos permite a manutenção de uma maior velocidade de maneira constante conforme consta no Manual de Procedimentos da Aeronave H-36 (BRASIL, 2013). Já na navegação NOE, por exemplo, é necessário manter velocidades muito baixas ou até mesmo voo pairado em várias fases do voo (BRASIL, 2009).

Com isso, pode-se então destacar o aumento de eficiência advindo da utilização de navegação altante. Este aumento de eficiência decorre de dois fatores. Primeiramente, a maior velocidade permite que se cumpra a missão em menos tempo. Ademais, a navegação em maior altitude diminui o consumo de combustível, o que aumenta a autonomia e alcance da aeronave e reduz custos operacionais. A esse respeito, o MCA 55-1 cita a redução de alcance na navegação NOE:

[...] reduz o alcance do helicóptero, pois a velocidade média é baixa e o consumo de combustível continua similar àquele realizado em velocidade de cruzeiro. (BRASIL, 2009, p. 29)

Como o consumo horário de combustível é similar nas duas situações, mas na navegação altante é possível cumprir a missão em menos tempo, conclui-se que

nesta situação ocorre uma economia de combustível. Dessa forma, pode-se afirmar que este tipo de navegação aumenta a eficiência da operação por permitir que a missão seja cumprida com menor gasto de recursos (tempo e combustível).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A possibilidade de atuação dos helicópteros da FAB em missões de paz da ONU traz a necessidade de um estudo aprofundado para a escolha dos perfis de navegação mais adequados a serem utilizados. Um correto perfil de navegação pode diminuir muito a exposição das aeronaves e tripulações às principais ameaças existentes nesse tipo de missões. Neste sentido, buscou-se neste Ensaio defender a tese de que uma navegação altante a 11000 ft de altura traz mais segurança e eficiência para a missão em cenários típicos de missões de paz da ONU do que as navegações à baixa altura.

De forma a fundamentar a tese apresentada, foram apresentados argumentos que mostram que a navegação altante gera mais segurança e mais eficiência para o cumprimento da missão no cenário delimitado. O aumento de segurança e aumento da eficiência podem ser explicados por dois fatores diferentes cada um.

Primeiramente, a maior segurança é atingida por manter a aeronave fora do alcance de detecção de sua principal ameaça, que são os mísseis infravermelhos solo-ar portáteis (MANPADS). Um segundo aspecto que incrementa a segurança é o aumento no distanciamento de obstáculos, o que evita colisões.

Já a maior eficiência é obtida na medida em que a navegação altante permite que seja mantida uma velocidade mais alta de maneira constante, diminuindo o tempo para cumprimento da missão. Além disso, a diminuição do tempo necessário para o cumprimento da missão permite ainda uma redução do consumo de combustível e consequentemente dos custos operacionais.

Dessa forma, conclui-se que, no cenário delimitado, típico de missões de paz da ONU, deve-se evitar as navegações à baixa altura. Sugere-se, portanto, priorizar a navegação altante, a 11000 ft de altura, por melhorar a segurança e eficiência da missão. Espera-se, com isso, que este trabalho auxilie o COMAE e COMPREP no planejamento de operações de paz da ONU, caso venha a ocorrer a participação de aeronaves da FAB em tais missões nos próximos anos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Segunda Força Aérea. Portaria II FAE nº C-8, de 10 de junho de 2009. Aprova a reedição do do Manual que dispões sobre Navegação Tática da Aviação de Asas Rotativas (MCA 55-1). **Boletim Confidencial do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 6, 10 jun. 2009.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Segunda Força Aérea. Portaria II FAE nº 3/A6, de 16 de julho de 2015. Aprova a reedição do Manual de Busca e Salvametro em Combate - CSAR (MCA 55-45). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 28, 30 set. 2015.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Instituto de Aplicações Operacionais. **Relatório de Avaliação Operacional: Envelope Infravermelho do AH-2**. São José dos Campos, SP, 2018.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Instituto de Aplicações Operacionais. **Relatório de Avaliação Operacional: Envelope Infravermelho do H-36**. São José dos Campos, SP, 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Manual de Procedimentos da aeronave H-36**. Belém, PA, 2013.

CHIAVENATO, Idalberto. **Recursos humanos na Empresa: pessoas, organizações e sistemas**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1994.

KAWAGUTI, Luis. **ONU quer Brasil de volta a missões de paz na África, diz general**. UOL. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/internacional/ultimas-noticias/2019/02/18/tropas-na-africa-onu-quer-brasil-de-volta-a-missoes-de-paz-diz-general.htm>. Acesso em: 11 out. 2019.

MEGGINSON, Leon C. et al. **Administração: conceitos e aplicações**. 4.ed. São Paulo: Harbra, 1998.

WILLERS, C. J. **Electro-Optical System Analysis and Design: A Radiometry Perspective**. Bellingham: SPIE, 2013. 493 p.