



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2025

DANIEL FRANCISCO **FISCHER**, Cap Eng

A importância do balizamento luminoso nas zonas de pouso de helicóptero em operações de apoio a calamidade pública.

Rio de Janeiro

2025

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2025

DANIEL FRANCISCO FISCHER, Cap Eng

A importância do balizamento luminoso nas zonas de pouso de helicóptero em operações de apoio a calamidade pública.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola 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: Preparo da Força Aérea

Orientador: Edivaldo Pires de Figueiredo, Cel Esp
Sup Tec

Rio de Janeiro

2025

DANIEL FRANCISCO FISCHER, Cap Eng

A importância do balizamento luminoso nas zonas de pouso de helicóptero em operações de apoio a calamidade pública.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Escola
de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica.

Aprovado por:

Presidente, Edvaldo Pires de Figueiredo, Cel Esp Sup Tec - EAOAR

Thiago Silva dos Santos, Maj Int - EAOAR

Rio de Janeiro

2025

RESUMO

A intensificação dos desastres naturais no Brasil tem exigido respostas rápidas, coordenadas e eficazes por parte das instituições envolvidas na proteção e defesa civil. Nesse contexto, a atuação da Força Aérea Brasileira (FAB) em ações subsidiárias, como o apoio à Defesa Civil, tem se destacado por sua prontidão e capacidade logística/. A utilização de helicópteros em missões de busca, resgate e transporte logístico é essencial, sobretudo em áreas de difícil acesso. No entanto, a eficácia dessas operações está diretamente relacionada à infraestrutura disponível nas Zonas de Pouso de Helicóptero (ZPH), com destaque para os sistemas de balizamento luminoso. Diante desse cenário, este ensaio defende a implementação, pela FAB, do balizamento luminoso nas zonas de pouso de helicóptero, nas operações para o apoio às calamidades públicas, como forma de aumentar a eficiência nas missões humanitárias. O primeiro argumento apresentado sustenta que a iluminação adequada das ZPH é essencial para a segurança de voo, uma vez que amplia a consciência situacional das tripulações, reduz os riscos operacionais e melhora a precisão nas manobras, especialmente sob condições adversas. O segundo argumento evidencia como o sistema de iluminação contribui para a despachabilidade das aeronaves, viabilizando operações contínuas em locais remotos. Conclui-se que o balizamento luminoso representa um avanço operacional e estratégico, ao reforçar a imagem institucional da FAB e promover maior interoperabilidade nas ações conjuntas de apoio à população. Ao integrar inovação, segurança e eficiência, o balizamento luminoso torna-se elemento indispensável para o sucesso das ações humanitárias conduzidas pela aviação.

Palavras-chave: balizamento luminoso; zonas de pouso de helicóptero; missões humanitárias; interoperabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A Força Aérea Brasileira (FAB) desempenha um papel essencial nas operações de apoio em cenários de calamidade pública. Conforme previsto na Doutrina de Comando da Aeronáutica que “Aprova a Doutrina Básica da Força Aérea” (DCA 1-1), a FAB deve atuar no intuito de mitigar os efeitos de desastres, por meio do emprego de suas capacidades. Já a Instrução do Comando da Aeronáutica que trata dos “Procedimentos de apoio à Defesa Civil” (ICA 357-1), regulamenta os procedimentos para a coordenação, supervisão e execução das ações em apoio às atividades relacionadas com a Defesa Civil. As Instruções para o Emprego das Forças Armadas em Apoio à Defesa Civil (MD33-I-01) também complementam esse cenário ao estabelecer orientações doutrinárias para o planejamento, coordenação e execução das ações das Forças Armadas em apoio ao Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, reforçando a interoperabilidade institucional entre os entes militares e civis. Adicionalmente, o Livro Branco de Defesa Nacional (2020) reconhece o papel das Forças Armadas em ações subsidiárias de apoio à Defesa Civil, destacando sua importância estratégica no auxílio à sociedade.

Diante disso, o trabalho conjunto entre a Marinha do Brasil, o Exército Brasileiro, a Força Aérea Brasileira, as polícias, os corpos de bombeiros, as agências governamentais e as aeronaves civis torna-se essencial para garantir operações conjuntas eficientes, como foi observado na Operação Taquari II, operação que foi deflagrada pelo Ministério da Defesa em maio de 2024, com a mobilização das Forças Armadas para prestar apoio humanitário às vítimas das enchentes no Estado do Rio Grande do Sul.

Considerando esse cenário, o emprego de helicópteros constitui uma das principais ferramentas operacionais em missões de apoio humanitário, frequentemente utilizadas em ações de busca, resgate, transporte de suprimentos, evacuação aeromédica e reconhecimento de áreas afetadas. Sua versatilidade e capacidade de operar em terrenos de difícil acesso tornam-nas fundamentais para a pronta resposta em desastres naturais, especialmente quando a infraestrutura terrestre encontra-se comprometida.

Conforme pode ser observado por esse autor, a maioria das zonas de pouso de helicóptero distribuídas no Teatro de Operação da Operação Taquari II, não possuíam balizamento luminoso instalado. A falta de uma iluminação apropriada nesses locais pode representar um risco operacional, dificultando pousos e decolagens seguros, aumentando o tempo de resposta e reduzindo a eficiência da missão, especialmente sob condições meteorológicas adversas.

Diante desse panorama, este ensaio defende a implementação, pela Força Aérea Brasileira, do balizamento luminoso nas Zonas de Pouso de Helicóptero (ZPH), nas operações para o apoio às calamidades públicas, como forma de aumentar a eficiência nas missões humanitárias.

Para sustentar essa tese, serão apresentados dois argumentos principais. O primeiro destaca como a iluminação adequada das ZPH contribui diretamente para a segurança de voo, reduzindo riscos operacionais e permitindo maior segurança nas operações aéreas. O segundo argumento aborda o aumento da capacidade das aeronaves estarem tecnicamente liberadas para cumprirem suas missões (despachabilidade), a qual depende de condições mínimas de operação no local de pouso, incluindo visibilidade e sinalização (balizamento luminosos), considerando que uma infraestrutura luminosa apropriada possibilita operações contínuas e eficazes, mesmo em cenários adversos.

2 DESENVOLVIMENTO

A atuação da aviação em situações de calamidade pública exige a convergência entre rapidez, precisão e segurança. Conforme destacado por Balcik e Beamon (2008) a efetividade das operações de resposta a desastres depende da localização estratégica da infraestrutura de apoio e da adoção de abordagens operacionais seguras, eficientes e coordenadas. Já Altay e Green (2006), em áreas de calamidade, o ambiente problemático está sofrendo mudanças a todo o tempo e as informações podem não estar disponíveis ou podem não ser confiáveis. Considerando a complexidade dos ambientes afetados por calamidades, muitas vezes sem qualquer estrutura prévia ou com acessos obstruídos, é essencial garantir que os meios aéreos operem com a máxima eficiência possível.

Para o emprego do balizamento luminosos em locais destacados, a utilização de sistemas portáteis e autônomos de iluminação, como a Sinalização Luminosa Tática Autônoma (SLTA), surge como uma alternativa viável e estratégica, tanto para ampliar a segurança das manobras quanto para assegurar a continuidade das operações em diferentes condições. A seguir, serão discutidos dois eixos fundamentais que justificam a adoção do balizamento luminoso nas ZPH: a segurança de voo e a despachabilidade das aeronaves.

2.1 SEGURANÇA DE VOO

A segurança de voo constitui uma dimensão crítica em operações com helicópteros, especialmente em contextos de calamidade pública. A operação de aeronaves em zonas improvisadas ou comprometidas por desastres impõe uma série de desafios adicionais à navegação, exigindo atenção redobrada quanto às condições do terreno e à disponibilidade de recursos visuais para pousos e decolagens.

A ausência de visibilidade, a presença de obstáculos, a irregularidade do solo e a inexistência de referências visuais claras ampliam significativamente os riscos operacionais. Kroh (2020) reforça que, em terrenos acidentados ou florestados, a identificação de áreas de pouso é limitada. Esses fatores, reforçam a necessidade de uma infraestrutura luminosa eficiente, capaz de fornecer aos pilotos referências visuais confiáveis para a realização segura das manobras de pouso, sobretudo em áreas não preparadas. Essas limitações não apenas comprometem a integridade das tripulações, mas também podem atrasar o atendimento às populações afetadas, minando a eficácia das missões. Park *et al.* (2014) destacam que, para pousos seguros em áreas montanhosas, é essencial considerar critérios como declividade do terreno, ausência de vegetação densa e visibilidade adequada. Esse último elemento, embora analisado sob uma ótica geoespacial, reforça a importância do balizamento luminoso como fator complementar à avaliação visual do piloto, especialmente em contextos de difícil acesso.

No contexto técnico da aviação, a fase de aproximação e pouso de helicópteros é uma das mais sensíveis. Requer controles rigorosos para aproximação e toque no solo. Sem referências visuais confiáveis, como iluminação adequada, aumenta-se o risco de desorientação espacial (fenômeno em que o piloto perde a percepção correta de altitude, velocidade ou posição relativa ao solo). Esse risco é agravado em voos noturnos, sob neblina, chuva intensa ou em áreas urbanas com iluminação difusa. Nessas condições, a percepção de profundidade e distância é comprometida, dificultando a execução precisa das manobras finais e ampliando a chance de colisão com obstáculos ou toque brusco com o solo.

Conforme destacado por Erskine *et al.* (2022), a identificação incorreta ou imprecisa de zonas de pouso pode expor as aeronaves e as tripulações a riscos físicos significativos, como obstáculos, inclinação acentuada do terreno, instabilidade da superfície e cobertura do terreno (água e vegetação), o que evidencia a importância de um balizamento luminoso apropriado para assegurar a segurança das operações aéreas em ambientes degradados. A instalação de sistemas de iluminação em zonas de pouso de helicóptero oferece aos pilotos maior previsibilidade, consciência situacional e segurança durante os procedimentos críticos de aproximação e pouso.

A iluminação adequada contribui para o julgamento correto da distância, profundidade e alinhamento, reduzindo drasticamente as chances de aproximações instáveis ou arremetidas desnecessárias. Além disso, proporciona uma referência fixa no solo, permitindo que o piloto mantenha uma abordagem estabilizada, especialmente útil em zonas de pouso improvisadas e sem infraestrutura.

A utilização de tecnologias como a Sinalização Luminosa Tática Autônoma (SLTA) permite a rápida adaptação de zonas de pouso temporárias, garantindo a operação mesmo em ambientes degradados. Essas soluções táticas, de fácil instalação e alta visibilidade, aumentam a confiança dos pilotos e reduzem significativamente a probabilidade de acidentes, contribuindo de forma direta para a preservação de vidas. Além disso, promovem a padronização de pontos de pouso em cenários de emergência, fator importante para a coordenação entre diferentes forças atuantes em campo. Assim, a adoção de balizamento luminoso deve ser considerada uma medida estratégica e indispensável para elevar os padrões de segurança operacional em missões humanitárias aéreas, consolidando-se como um elemento fundamental no apoio logístico das operações realizadas pela Força Aérea Brasileira.

2.2 DESPACHABILIDADE DAS AERONAVES

A prontidão operacional das aeronaves de resgate é diretamente influenciada pela capacidade de serem despachadas com segurança e eficiência, conceito conhecido no meio aeronáutico como despachabilidade. Trata-se, portanto, da aptidão técnica e operacional de uma aeronave ser liberada para uma missão com base em requisitos mínimos de segurança, disponibilidade de recursos logísticos e condições adequadas no local de pouso e decolagem.

No ambiente operacional real, diversas variáveis podem impactar a decisão de despacho de uma aeronave: desde as condições meteorológicas até a configuração física do local de pouso, passando pela iluminação e sinalização do terreno. Portanto, a infraestrutura adequada, incluindo o balizamento luminoso, torna-se determinante para assegurar a continuidade das operações (cadência), evitando a necessidade de cancelamentos, desvios ou atrasos nas missões.

Nesse sentido, a presença de balizamento luminoso nas zonas de pouso de helicóptero tem papel crucial. A sinalização luminosa adequada contribui diretamente para a elevação dos níveis de prontidão e confiabilidade das missões. Sistemas como a sinalização luminosa tática autônoma possibilitam operações contínuas mesmo em locais sem energia elétrica convencional, garantindo que os requisitos mínimos de visibilidade, segurança e orientação estejam sempre presentes. Conforme Erskine *et al.* (2022), a falta de infraestrutura adequada

pode comprometer a acurácia na identificação de zonas de pouso, impactando diretamente a cadência das operações e a capacidade de despacho rápido das aeronaves em ambientes críticos.

Em operações em áreas remotas, pontos avançados de reabastecimento de armamento e combustível como o “Forward Arming and Refueling Point” (FARP) ou o abastecimento de combustível “Rapid Refueling Point” (RRP) são essenciais para garantir a continuidade das missões aéreas (United States, 2021). Esses pontos táticos permitem o reabastecimento de helicópteros próximos às zonas de atuação, reduzindo deslocamentos até bases fixas. A utilização de sistemas de balizamento luminoso nesses locais, é fundamental para garantir a utilização desses pontos acima descritos. Vale exemplificar o emprego de três (3) RRP na Operação Taquari II nas cidades de Santa Cruz do Sul, Lajeado e Bento Gonçalves.

Além dos aspectos operacionais, a presença de balizamento influencia diretamente os procedimentos de planejamento de missão, permitindo que as equipes de despacho aéreo tenham maior segurança em liberar voos para locais remotos. Ozdamar (2011) destaca que o planejamento logístico com helicópteros em operações de desastre depende de infraestrutura eficiente, próximos ao Teatro de Operações, para reduzir o tempo total de missão. Esse tempo, frequentemente comprometido por operações em áreas sem estrutura adequada de pouso, pode ser reduzido com o apoio de balizamento luminoso nas zonas de pouso, contribuindo para a prontidão e a cadência das missões aéreas. Isso reduz a necessidade de avaliações presenciais ou inspeções prévias, acelerando o processo logístico como um todo. Assim, a adoção de um sistema de iluminação padronizado e transportável, capaz de operar de forma autônoma, contribui, indiretamente, para a melhoria do desempenho logístico e para o aumento da cadência de missões.

Segundo Ozdamar (2011), a necessidade de pontos específicos para reabastecimento de helicópteros, impacta diretamente no tempo total de missão e na eficiência do ciclo de despachos. Em cenários de desastre, a presença de balizamento luminoso nesses pontos estratégicos viabiliza pousos mais seguros e reabastecimentos mais ágeis, ampliando a capacidade de resposta das aeronaves em ciclos operacionais contínuos. Isso fortalece a capacidade da Força Aérea Brasileira de atuar de forma eficiente, segura e ininterrupta, especialmente em momentos críticos que demandam alto grau de resposta operacional.

3 CONCLUSÃO

A crescente frequência de desastres naturais no Brasil tem exigido respostas rápidas, coordenadas e seguras por parte das instituições envolvidas na proteção e defesa civil.

Conforme destaca o Livro Branco de Defesa Nacional (2020), a atuação das Forças Armadas em ações subsidiárias, como o apoio à Defesa Civil, fortalece sua imagem institucional e sua integração em ambientes interagenciais. Nesse cenário, a Força Aérea Brasileira (FAB) tem cumprido papel decisivo, conforme previsto em documentos como a DCA 1-1, a ICA 357-1 e o MD33-I-01, que destacam o compromisso das Forças Armadas em apoiar a Defesa Civil com prontidão e eficiência. O uso de helicópteros em missões de busca, resgate e transporte logístico tem se mostrado indispensável, especialmente em regiões de difícil acesso. No entanto, para garantir a segurança das operações e a eficiência do apoio humanitário, é essencial que as zonas de pouso de helicóptero estejam devidamente iluminadas e sinalizadas, principalmente em situações adversas.

Diante disso, este ensaio defende a implementação, pela Força Aérea Brasileira, do balizamento luminoso nas Zonas de Pouso de Helicóptero (ZPH), nas operações para o apoio às calamidades públicas, como forma de aumentar a eficiência nas missões humanitárias.

O primeiro argumento apresentado mostrou que a iluminação adequada das ZPH é crucial para a segurança de voo. A presença de um balizamento luminoso aumenta a consciência situacional dos pilotos, reduz os riscos operacionais e melhora a precisão nas manobras de pouso e decolagem, especialmente durante operações noturnas ou sob condições meteorológicas adversas. O segundo argumento evidenciou como o sistema de iluminação contribui diretamente para a despachabilidade das aeronaves, ou seja, sua capacidade técnica de serem liberadas para a missão. A presença de infraestrutura luminosa adequada permite operações contínuas e eficazes, mesmo em locais remotos ou isolados, otimizando a logística aérea e aumentando a cadência de missões.

Dessa forma, pode-se afirmar que a adoção de um balizamento luminoso nas zonas de pouso de helicóptero representa não apenas um avanço tecnológico e operacional, mas também uma medida estratégica para preservar vidas, otimizar recursos e fortalecer a imagem institucional da FAB perante a sociedade. Além disso, essa medida reforça a interoperabilidade entre as Forças Armadas, agências públicas e operadores privados, promovendo sinergia e padronização nas operações de resgate e defesa civil. Ao integrar inovação, segurança e eficiência, o balizamento luminoso torna-se elemento indispensável para o sucesso das ações humanitárias conduzidas pela aviação.

REFERÊNCIAS

- ALTAY, N.; GREEN, W. G. OR/MS research in disaster operations management. **European Journal of Operational Research**, v. 175, n. 1, p. 475–493, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.05.016>. Acesso em: 04 abr. 2025.
- BALCIK, B.; BEAMON, B. M. Facility location in humanitarian relief. **International Journal of Logistics: Research and Applications**, v. 11, n. 2, p. 101–121, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13675560701561789>. Acesso em: 04 abr. 2025.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria GABAER/GC3 nº 1.563, de 23 de dezembro de 2024. “Aprova a Doutrina Básica da Força Aérea” (DCA 1-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, nº 232, de 30 dez. 2024. Disponível em: http://www.cendoc.intraer/sisbca/bca_pdf/2024/bca_232_30-12-2024.pdf. Acesso em 01 abr. 2025.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria EMAER nº 62/4SC, de 30 de novembro de 2018. “Aprova a edição da ICA 357-1 “Procedimentos de apoio à Defesa Civil” (ICA 357-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, nº 14, de 24 jan. 2019. Disponível em: http://www.cendoc.intraer/sisbca/bca_pdf/2019/bca_14_24-01-2019.pdf. Acesso em 01 abr. 2025.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Gabinete do Ministro. Portaria Normativa nº 7/GAP/MD, de 13 de janeiro de 2016. “Aprova as Instruções para Emprego das Forças Armadas em Apoio à Defesa Civil - MD33-I-01 (1ª Edição/2015)” (MD33-I-01). **Diário Oficial da União**, Brasília, nº 15, de 22 jan. 2016. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/ajuste-01/legislacao/emcfa/publicacoes/doutrina/md33a_la_01a_insta_empa_ffaaa_apoioa_defesaa_civila_la_eda_2015.pdf. Acesso em 01 abr. 2025.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro Branco de Defesa Nacional**. Brasília, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/livro-branco-de-defesa-nacional. Acesso em: 04 abr. 2025.
- ERSKINE, J. *et al.* Evaluating the relationship between data resolution and the accuracy of identified helicopter landing zones (HLZs). **Applied Geography**, v. 139, 102652, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2022.102652>. Acesso em: 04 abr. 2025.
- KROH, P. Identification of landing sites for rescue helicopters in mountains with use of Geographic Information Systems. **Journal of Mountain Science**, v. 17, n. 2, p. 261–270, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11629-019-5805-0>. Acesso em: 04 abr. 2025.
- OZDAMAR, L. Planning helicopter logistics in disaster relief. **OR Spectrum**, v. 33, n. 3, p. 655–672, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00291-011-0259-y>. Acesso em: 04 abr. 2025.
- PARK, J. K. *et al.* Analysis of spots for helicopter saving in mountain area by using GPS. **International Journal of Hybrid Information Technology**, v. 7, n. 4, p. 401–406, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.14257/ijhit.2014.7.4.34>. Acesso em: 04 abr. 2025.

UNITED STATES. Department of the Army. ATP 3-04.17 – Techniques for Forward Arming and Refueling Points (FARP). Washington, D.C.: **Headquarters, Department of the Army**, 2021. Disponível em: https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/ARN32371-ATP_3-04.17-001-WEB-3.pdf. Acesso em: 07 abr 2025.