



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

GABRIEL SAMPAIO **DUARTE**, Cap Av

Manutenção orgânica do H-60L *Black Hawk*: Um recurso estratégico da FAB para as missões de busca e salvamento.

Rio de Janeiro

2025

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

GABRIEL SAMPAIO DUARTE, Cap Av

Manutenção orgânica do H-60L *Black Hawk*: Um recurso estratégico da FAB para as missões de busca e salvamento.

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: Emprego da Força Aérea
Orientador: Bruno Bitencourt Carvalho de Oliveira, Maj Int

Rio de Janeiro

2025

GABRIEL SAMPAIO DUARTE, Cap Av

Manutenção orgânica do H-60L *Black Hawk*: Um recurso estratégico da FAB para as missões de busca e salvamento.

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

Aprovado por:

Presidente, Bruno Bitencourt Carvalho de Oliveira, Maj Int - EAOAR

Alexandra Vidal Pedinotti Zuma, Maj Farm - DIRSA

Rio de Janeiro

2025

RESUMO

Nos últimos anos, várias operações de grande vulto demandaram a presença da FAB com seus helicópteros multimissão, dentre elas diversos acidentes aeronáuticos e calamidades como as ocorridas nas enchentes do Sul do Brasil. Apesar de ser signatário de acordos internacionais para manutenção do sistema de busca e salvamento em todo o território nacional, por diversas vezes, a disponibilidade de helicópteros esteve abaixo do necessário, majoritariamente por motivos logísticos. Este ensaio defende que a execução de forma orgânica da manutenção de componentes críticos do projeto H-60L *Black Hawk* assegura o cumprimento dos acordos internacionais de busca e salvamento em conjunto com as demais missões da FAB. Essa medida propicia economia considerável no reparo de itens críticos, dando oportunidade de produzir mais com um mesmo orçamento e, assim, evitar a falta de componentes para a manutenção dos helicópteros. Adicionalmente, o reparo orgânico reforça a resiliência da cadeia logística, dando capacidade de responder mais rapidamente às necessidades advindas de operações de grande vulto ao encurtar os tempos de reparo e amortecer as distorções da demanda com mão de obra e meios próprios. Esta temática é relevante não somente para a aeronave analisada, mas para outros sistemas da FAB, em especial aqueles que desempenham missões essenciais, como o sistema de combate a incêndio dos KC-390 ou plataformas de armas dos F-39. A tese também está alinhada com o que preconiza o Plano Estratégico Militar da Aeronáutica, pois oferece benefícios que ajudam a garantir o emprego dos meios aeroespaciais e de Força Aérea quando demandados.

Palavras-chave: Manutenção orgânica; Busca e salvamento; Cadeia Logística; H-60L *Black Hawk*.

1 INTRODUÇÃO

Durante o ano de 2023, a Força Aérea Brasileira (FAB) perdeu a capacidade de prover a cobertura de busca e salvamento (SAR) em todo o território nacional por um tempo considerável. No cerne da crise estava um equipamento essencial para as missões, o guincho de resgate do H-60L *Black Hawk*, usado para fazer o içamento de vítimas quando não existe possibilidade de pouso do helicóptero. Após sucessivas falhas dos equipamentos em todos os operadores, de todas as aeronaves, apenas uma tinha o guincho disponível.

Um ano mais tarde, as enchentes ocorridas no Rio Grande do Sul evidenciaram a necessidade e importância da prontidão dos meios de busca e salvamento para a sociedade brasileira. Embora a FAB tenha colocado à disposição da Operação Taquari II 04 helicópteros H-60L, pelo menos outros 03 estavam indisponíveis por necessidade de diversos componentes. Atualmente, os itens que necessitam de reparo são atendidos no escopo do contrato de suporte logístico (CLS) com a fabricante da aeronave, a *Lockheed Martin/Sikorsky*. Apesar da alta qualidade do serviço de reparo, o envio para oficinas no exterior e os elevados valores em dólares aumentaram o peso para sustentar o voo da frota.

Ocorrências como essas denotam que a cadeia de suprimento não tem a performance adequada para atender as demandas da FAB, especialmente ao saber que o Brasil é signatário dos pactos internacionais para segurança da navegação aérea desde o Acordo de Chicago. Nesse aspecto, é obrigação do Brasil, delegada à FAB, manter meios de busca e salvamento (SAR) disponíveis para cobrir todo o território nacional 24 horas por dia (ICAO, 2024).

No citado contexto, este ensaio defende que a execução orgânica da manutenção de componentes críticos do projeto H-60L *Black Hawk* assegura o cumprimento dos acordos internacionais de busca e salvamento em conjunto com as demais missões da FAB.

A ideia encontra sentido no fato de que a realização de processos de manutenção de itens críticos dentro do âmbito da FAB reduz o preço investido por reparo, o que permite reparar quantidade maior de componentes utilizando o mesmo montante de recursos e, conseqüentemente, evitar que falem componentes para a manutenção dos helicópteros. Com mais componentes reparados, a probabilidade de que aeronaves estejam disponíveis para as missões de busca e salvamento aumenta significativamente.

A tese também encontra amparo no fato de que, com o processo de reparo internalizado, a FAB adquire capacidade de aumentar a velocidade de reparo, seja com o aumento da produção executada pelos próprios recursos humanos e materiais ou por encurtar de forma significativa os tempos de transporte. Com produção interna, a FAB conseguirá dar resposta mais imediata

às necessidades operacionais para evitar que faltem aeronaves para voos no contexto de todas as missões, inclusive nas de busca e salvamento.

2 DESENVOLVIMENTO

O primeiro aspecto necessário para abordar o tema é compreender o desafio que a FAB enfrenta para manter o que assumiu como signatário das Convenções da Organização Internacional da Aviação Civil (ICAO), pois, além de cumprir as demais missões típicas da FAB, precisa manter aeronaves de resgate estrategicamente posicionadas para cobrir todo o território nacional e faixa marítima contígua durante 24 horas por dia. É claro que diversos fatores são necessários para manter o que é requerido, porém, o atual elo mais fraco desta cadeia complexa da qual depende a missão de busca e salvamento é a disponibilidade de aeronaves.

De forma geral, a indisponibilidade de uma aeronave ocorre quando algum componente essencial para o voo ou para a missão falha. Por óbvio, ao remover algum componente em virtude de falha, é preciso que outro esteja em condições de uso para que a aeronave volte à linha de voo. Ao realizar breve pesquisa no Sistema Integrado de Logística de Materiais e Serviços (SILOMS), é possível notar que em média, nos últimos 5 anos, 3 aeronaves de uma frota distribuída de 12 H-60L *Black Hawks* estavam indisponíveis por falta de itens críticos.

Para evitar que peças faltem quando requeridas, Sherbrooke (2004) esclarece que é necessário encher o *Pipeline*, que define como a quantidade de itens que estão em fluxo de reparo, englobando os trânsitos de ida e volta e o reparo propriamente dito. Usando uma analogia mais simples, é preciso que o cano (ou *pipeline*) esteja cheio para que flua água quando se abre a torneira. Assim é com o fluxo de itens críticos: é preciso que itens sejam enviados para reparo em quantidade adequada e tempo hábil para que estejam em mãos quando demandados.

2.1 OS BENEFÍCIOS DA REDUÇÃO DE CUSTOS

Segundo Dhingra e Velmurugan (2015), em termos de manutenção, não há maior prioridade do que garantir a disponibilidade de peças de reposição, o que remete à performance da cadeia de suprimentos. Embora a FAB tenha optado por um CLS para suportar o projeto H-60L, não ocorreu melhoria expressiva na cadeia de suprimentos para prover disponibilidade plena de componentes, em especial dos chamados itens críticos do projeto, que podem ser definidos por uma série de critérios, conforme esclarece Lee (1991), normalmente relacionados à quanto a falta do item impacta o cumprimento da missão.

Para Boito, Cook e Graser (2009), os contratos apresentam grande potencial para reduzir custos mantendo certos níveis de performance. Contudo, após anos seguindo nessa direção, Ritschel e Ritschel (2016) constataram que, na prática, isso não ocorreu na Força Aérea Americana, assim como não tem acontecido no projeto H-60L no âmbito da FAB. Embora os motivos para a performance ser menor que a requerida sejam vários, neste momento objetiva-se ampliar o escopo de alternativas e não prover solução para a contratação vigente.

Dados do SILOMS revelam que, nos últimos 5 anos, cerca de 33 dos itens reparados foram pás do rotor principal que somaram quase US\$ 3.500.000,00 do orçamento. Outros 100 itens reparados foram atuadores hidráulicos, utilizados em várias partes do helicóptero, manutenções que somaram aproximadamente US\$ 3.300.000,00. Por fim, é notável o gasto acumulado com a manutenção de guinchos de resgate: para apenas 07 itens a soma passa dos US\$ 1.100.000,00, e mais cerca de US\$ 1.200.000,00 em aquisições emergenciais durante a crise já relatada. O resultado, embora muito tenha sido investido, não foi um aumento na prontidão das aeronaves que garantisse o cumprimento das missões de busca e salvamento.

Embora o orçamento recebido para o Projeto H-60L nos últimos 5 anos tenha aumentado, o crescente valor do dólar tem agravado a questão dos custos, reduzindo a quantidade de itens que a FAB pode reparar no exterior. Durante o mesmo período, a disponibilidade da frota ficou abaixo dos 50% e não atendeu todas as missões que a FAB e órgãos do governo demandaram. O cenário evidencia que é necessário repensar algumas estratégias de suporte logístico, não apenas por razões econômicas, mas para assegurar que a FAB mantenha os níveis requeridos de prontidão operacional.

Utilizando o exemplo dos guinchos de resgate, estima-se que um investimento inicial de US\$ 1.500.000,00 seja suficiente para qualificação de uma oficina e adequação de infraestrutura. Essa medida tem potencial para reduzir o valor médio de reparo e passar a ser mais econômica no médio prazo, se for considerada a economia direta de quase 23% em termos de frete de ida e volta de um item, conforme reforçam Camison-Hába e Clemente (2019). Embora seja requerido um investimento inicial, a medida se justifica pelos benefícios no cumprimento das missões aceitas pela FAB nos pactos internacionais, bem como em virtude da economia de recursos que ocorrerá no médio prazo.

Como ressalta Alsyouf (2007), a política de manutenção adequada resulta no incremento do uso dos sistemas decorrente da possibilidade de aumentar a produção com alta qualidade. Esse processo também produz efeito, segundo o mesmo autor, na margem de lucro, que no caso da FAB é traduzida em economia reinvestida para produzir mais.

Face ao exposto, não se propõe que o uso da ferramenta de suporte terceirizado seja abandonada, mas a limitação orçamentária evoca que outras estratégias, como a internalização de reparos, sejam agregadas ao suporte. A mão de obra interna, com baixo investimento em adequações de infraestrutura e capacitação, somadas à redução significativa dos custos de frete ocasionarão a economia necessária para produzir mais itens críticos com o mesmo montante. Retomando a analogia do *Pipeline*, a redução dos custos reinvestida em mais reparos é equivalente ao aumento da vazão da água.

Se a raiz do problema da disponibilidade de aeronaves está na performance da cadeia logística e isto tem impedido que o Brasil cumpra integralmente sua parte nos acordos internacionais de busca e salvamento e demais missões da FAB, produzir mais com o mesmo orçamento é uma manobra eficiente para preencher os vazios do *pipeline*, evitar a falta de componentes críticos e, portanto, manter helicópteros voando.

2.2 BENEFÍCIOS DA VELOCIDADE

No passado, o *General Accounting Office* (United States, 1976) recomendou às Forças Armadas Americanas estratégias de contratação e manutenção orgânica fossem combinadas para prover sustentação dos meios e até mesmo expansão de capacidades em um tempo limitado para amortecer aumentos de demanda. No mesmo documento, orienta que deve ser dada prioridade para a realização da manutenção interna de materiais militares como sistemas de armas ou essenciais para missões. Sob essa ótica, o momento é oportuno para avaliar a combinação das estratégias, como recomendam os órgãos do governo americano desde a década de 1970.

Dado o tempo transcorrido desde a orientação, e sabendo que o Departamento de Defesa Americano passou a investir mais nos contratos de suporte nos anos 2000 (Ritschel e Ritschel, 2016) sem resultado efetivo para todas as frotas, cabe refletir sobre o assunto e analisar como a realização da manutenção de forma orgânica na FAB pode afetar a cadeia de suprimentos. Esse impacto positivo na cadeia de suprimentos é essencial para assegurar a disponibilidade contínua dos meios SAR, conforme previsto nos compromissos internacionais assumidos pelo Brasil.

Ao considerar que o objeto do suporte é um ativo militar, deve-se pensar na capacidade que pode ser definida como Resiliência da Cadeia de Suprimentos, ou seja, manter capacidades para que seja possível absorver distorções na demanda e voltar às condições normais de operação (Ribeiro e Barbosa-Póvoa, 2018). Essa característica é essencial para cadeias de suprimento onde o custo da não realização de uma tarefa ou voo, como é o caso da busca e

salvamento em catástrofes ou acidentes aeronáuticos, prejudica o cumprimento da missão da instituição. Portanto, tornar a cadeia mais resiliente por meio da internalização do reparo é coerente com a tese central já que busca dar velocidade de atendimento e garantir os níveis de prontidão exigidos para todas as missões dos helicópteros, inclusive as de busca e salvamento.

O risco associado de legar a manutenção de equipamentos críticos para o setor privado foi revisado dentro do contexto americano por Doerr, Lewis e Eaton (2005), que chegaram à conclusão de que o Estado deve agir com cautela ao buscar a terceirização, pois pode deixar itens essenciais sem o suporte adequado. Al-Kaabi, Potter e Naim (2007) reforçam a teoria, declarando que a política de manutenção depende de quanto a organização entende essa tarefa como central para sua existência. A incapacidade de cumprir a missão de busca e salvamento impacta diretamente a imagem da instituição, tornando a ação SAR crítica e, logo, a manutenção de componentes do H-60L como tarefa essencial para a organização. Assim, a proposta de manutenção realizada de forma orgânica se alinha diretamente à tese, ao reconhecer a disponibilidade desses itens como estratégica para garantir a continuidade das operações SAR.

Atualmente, reparos demoram cerca de 350 dias para pás dos rotores, 300 dias para guinchos de resgate e 250 dias para componentes hidráulicos. Ao menos 100 dias destes processos estão associados ao transporte e tempo de avaliação em oficinas. Por meio da manutenção realizada de forma orgânica, todos os itens no nível adequado para reparo na FAB teriam o tempo médio reduzido em cerca de 35 %, o que representa um aumento expressivo na velocidade de resposta da cadeia de suprimentos.

Adicionalmente, a capacidade de reparo orgânica evoca o conceito de resiliência na cadeia de suprimentos, provendo capacidade de aumentar a cadeia produtiva caso a demanda oscile em virtude do incremento na quantidade de voos no contexto de grandes operações de resgate ou apoios humanitários. Essa capacidade de absorção das distorções é vital para que não falem itens críticos para o voo do projeto e, assim, garantir que seja elevado o nível de prontidão da frota para o cumprimento da posição brasileira nos acordos internacionais.

Portanto, a segunda vantagem da manutenção orgânica de componentes críticos do projeto H-60L no sentido de proporcionar capacidade de atender às missões de busca e salvamento pactuadas pelo Brasil é reduzir o *pipeline* por meio da queda no tempo necessário para que itens críticos percorram todo o caminho, ou seja, encurtar a distância do cano.

3 CONCLUSÃO

Em que pese a grande dificuldade da tarefa de manter aeronaves disponíveis em todo o território nacional para realizar atividades de busca e salvamento em conjunto com as demais missões da FAB, eventos como as grandes enchentes no Sul do Brasil e acidentes aeronáuticos de grande vulto ou ações humanitárias como ocorrido em território Yanomami reforçam que é essencial concentrar esforços para atender essa responsabilidade assumida. Para isso, os requisitos de disponibilidade são mais elevados que o normal, sendo necessário entender que o maior empecilho para níveis melhores do citado indicador é a performance da cadeia de suprimentos, mais especificamente de itens críticos do projeto H-60L.

A realização da manutenção de forma orgânica vai economizar no preço médio de reparo e proporcionar a oportunidade de fazer o reparo de mais itens com o mesmo orçamento. Essa ação é indispensável para preencher os vazios do *pipeline* e evitar a falta de componentes críticos para os esquadrões operadores, conseqüentemente, reduzindo a indisponibilidade de aeronaves.

A manutenção de componentes críticos internalizada também constrói uma cadeia de suprimento resiliente para o nicho de itens selecionados, e fornece à FAB capacidade de amortecer eventuais flutuações na demanda que prejudicam a disponibilidade de aeronaves. Como ganho imediato, está o aumento da velocidade de reparo, por meio do aumento da produção interna e por meio da redução do tempo de transporte, proporcionando itens disponíveis mais rapidamente para os esquadrões operadores.

Portanto, ao melhorar a performance da cadeia de suprimentos para manter mais aeronaves H-60L na linha de voo, este ensaio defende que a execução orgânica da manutenção de componentes críticos do projeto H-60L *Black Hawk* assegura o cumprimento dos acordos internacionais de busca e salvamento em conjunto com as demais missões da FAB.

Na mesma direção, o suporte logístico de sistemas de armas, como o das aeronaves F-39 Grippen, e sistemas de missão de diversas aeronaves, como os equipamentos para combate a incêndios do KC-390, pode ser repensado para considerar a manutenção realizada de forma orgânica vantajosa não só economicamente, mas também em termos de performance para obter níveis mais altos de prontidão, o que leva a uma maior probabilidade de sucesso nas missões.

A tese defendida, se aplicada a outros sistemas militares como proposto, também vai ao encontro do que preconiza o Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER) em seu objetivo de garantir o emprego dos meios aeroespaciais e de Força Aérea, sempre que demandados. Sob essa ótica, este ensaio identifica benefícios relevantes fornecidos pela manutenção realizada de forma orgânica para que a FAB tenha capacidade de atingir não somente a disponibilidade requerida para o cumprimento das missões de busca e salvamento,

mas também para garantir a prontidão operacional de diversas outras plataformas e sistemas de emprego, como define a citada diretriz do alto comando.

REFERÊNCIAS

- AL-KAABI, Hamad; POTTER, Andrew; NAIM, Mohamed. An outsourcing decision model for airlines MRO activities. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 13, n. 3, p. 217-227, 2007. DOI: 10.1108/13552510710780248. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/235319353>. Acesso em: 13 abr. 2025.
- ALSYOUF, Imad. The role of maintenance in improving companies productivity and profitability. **International Journal of Production Economics**, v. 105, n. 1, p. 70–78, 2007. DOI: 10.1016/j.ijpe.2004.06.057. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/223659433>. Acesso em: 14 abr. 2025.
- BOITO, Michael; COOK, Cynthia R.; GRASER, John C. **Contractor Logistics Support in the U.S. Air Force**. Santa Monica: RAND Corporation, 2009. ISBN 978-0-8330-4576-8. Disponível em: https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monographs/2009/RAND_MG779.sum.pdf. Acesso em: 14 abr. 2025.
- CAMISÓN-HABA, Sergio; CLEMENTE, José A. A global model for the estimation of transport costs. **Economic Research – Ekonomiska Istraživanja**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 1–24, 2019. DOI: 10.1080/1331677X.2019.1584044. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/337063105>. Acesso em: 15 abr. 2025.
- DHINGRA, Tarun; VELMURUGAN, Rama S. Maintenance Strategy Selection and its Impact on Maintenance Function: A Conceptual Framework. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 35, n. 12, p. 1622-1661, 2015. DOI: 10.1108/IJOPM-01-2014-0028. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266376714>. Acesso em: 13 abr. 2025.
- DOERR, Kenneth; LEWIS, Ira; EATON, Donald R. Measurement Issues in Performance-Based Logistics. **Journal of Public Procurement**, v. 5, n. 2, p. 164-186, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/234027267>. Acesso em: 14 abr. 2025.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. Annex 12 – Search and Rescue: **International Standards and Recommended Practices**. 9. ed. Montreal: ICAO, jul. 2024. ISBN 978-92-9275-338-2. Disponível em: https://www.bazl.admin.ch/dam/bazl/de/dokumente/Fachleute/Regulationen_und_Grundlagen/icao-annex/icao_annex_12_searchandrescue.pdf. Acesso em: 12 abr. 2025.
- LEE, Robert R. **An Analysis of Measures Used to Evaluate the Air Force Critical Item Program**. 1991. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento da Cadeia Logística) – Air Force Institute of Technology, Air University, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 1991. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA246789.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2025.
- RIBEIRO, João P.; BARBOSA-PÓVOA, Ana. Supply Chain Resilience: Definitions and quantitative modelling approaches – A literature review. **Computers & Industrial**

Engineering, v. 115, p. 109–122, 2018. DOI: 10.1016/j.cie.2017.11.006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320901897>. Acesso em 14 abr. 2025.

RITSCHHEL, Jonathan D.; RITSCHHEL, Tamiko L. Organic or Contract Support? Investigating Cost and Performance in Aircraft Sustainment. **Journal of Transportation Management**, v. 26, n. 2, p. 47-58, 2016. DOI: 10.22237/jotm/1451606640. Disponível em: <https://digitalcommons.wayne.edu/jotm/vol26/iss2/5>. Acesso em: 13 abr. 2025.

SHERBROOKE, Craig C. **Optimal Inventory Modeling of Systems: Multi-Echelon Techniques**. 2^a ed. New York: Kluwer Academic Publishers, 2004. ISBN 1-4020-7849-8.

UNITED STATES. General Accounting Office. **Should aircraft depot maintenance be in-house or contracted? Controls and revised criteria needed**. Washington, D.C.: GAO, 1976. Disponível em: <https://www.gao.gov/assets/fpcd-76-49.pdf>. Acesso em 13 abr. 2025.