



ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

GUILHERME TOSCANO BARRETO FERREIRA LYRA, Ten Cel Av

O emprego do helicóptero H-36 em missões de Busca e Salvamento no mar

Rio de Janeiro

2022

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

GUILHERME TOSCANO BARRETO FERREIRA LYRA, Ten Cel Av

O emprego do helicóptero H-36 em missões de Busca e Salvamento no mar

Trabalho de conclusão de curso apresentado,
como requisito parcial para aprovação, no
Curso Avançado de Comando e Estado-Maior.
Linha de Pesquisa: Poder Aeroespacial.
Orientador: Rodrigo Faria Rezende Campos.

Rio de Janeiro

2022

À Deus, que nos deu força e entendimento para superar as dificuldades, à minha querida esposa Emanuelle, pelas noites que perdeu junto a mim, esperando que eu terminasse o que não tinha fim e aos meus filhos queridos, Maria Eduarda e Guilherme, pela ausência, mesmo estando ali do lado, bem pertinho.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos ao meu orientador, Ten Cel Av Rodrigo Faria Rezende Campos pela confiança e assertividade nos momentos decisivos. Agradeço também a todos que fizeram parte da construção dos conhecimentos aplicados, do Comandante à equipe de apoio, uma corrente não é mais forte do que o seu elo mais fraco, todos foram fundamentais. Agradeço ainda a todos que um dia se dedicaram a salvaguarda da vida humana, que plantaram, e ainda plantam, as sementes do SAR que rendem frutos nos corações das almas aflitas, que levam esperança de vida onde tudo lembra a morte. Deus os abençoe a todos.

Se você estiver em perigo em qualquer parte do mundo, um avião pode sobrevoar e lhe jogar flores, mas um helicóptero pode pousar e salvar a sua vida (SIKORSKY apud MOORE, 2021, tradução nossa).

RESUMO

Este artigo científico propôs-se a analisar em que medida a utilização do reabastecimento em voo no helicóptero H-36 contribui para uma ampliação da capacidade de Busca e Salvamento na região oceânica sob responsabilidade brasileira. Os resultados observados desse estudo buscaram medir o impacto desta implantação na capacidade de cobertura da área sob responsabilidade brasileira pelos meios de resgate da FAB. Este trabalho teve como base uma pesquisa bibliográfica nas principais publicações acerca das operações SAR e REVO, sendo elaborado à luz da teoria das restrições e operacionalizado por meio da Avaliação de Impactos em cenários prospectivos, que possibilitou, com o auxílio do *software* Google Earth, uma análise comparativa entre a área coberta antes e após a implementação da capacidade. De acordo com os resultados obtidos, pode-se afirmar que a referida implementação é capaz de produzir um impacto positivo na atual capacidade de resgate no mar, implicando em um incremento de 181,3% na área coberta, o que representa uma ampliação de quase três vezes no tamanho da área atual. Em seguida, sugeriu-se a realização de estudo quanto à influência do reabastecimento em voo para helicópteros nas missões de Busca e Salvamento em ambiente amazônico e um estudo sobre as novas restrições apresentadas.

Palavras-chave: REVO; SAR; helicóptero; atlântico.

ABSTRACT

This scientific article aimed to analyze the extent to which the use of helicopter air-to-air refuelling for H-36 contributes to an expansion of the Search and Rescue capacity of the ocean region under Brazilian responsibility. The observed results of this study sought to assess the impact of this implementation on the coverage capacity of the area under Brazilian responsibility by the Brazilian Air Force (FAB). This work was based on a bibliographical research in the main publications about the SAR and HAAR operations and was developed under the theory of constraints and conducted through the Impact Evaluation in prospective scenarios, which allowed, with the help of Google Earth software, a comparative analysis between the range of action, before and after the implementation of the capability. According to the results obtained, it can be affirmed that the mentioned implementation is able to produce a positive impact on the current sea rescue capacity, resulting in an increase of 181.3% in the covered area, which represents an expansion of almost three times the size of the current area. Next, it was suggested that a study should be conducted regarding the influence of in-flight refueling for helicopters in Search and Rescue missions in the Amazon environment and a study about new restrictions presented.

Keywords: REVO; SAR ; helicopter; atlantic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Mapa 1 – Limites da região de Busca e Salvamento Aeronáutico no Oceano Atlântico sob responsabilidade brasileira..... 27
- Mapa 2 – Área coberta do H-36 Caracal na região de Busca e Salvamento Aeronáutico no Oceano Atlântico sob responsabilidade brasileira..... 35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Aeródromos localizados na costa brasileira com disponibilidade de abastecimento com querosene de aviação	30
Tabela 2 – Raio de Alcance do H-36 Caracal	33
Tabela 3 – Área coberta do H-36 Caracal na região de Busca e Salvamento Aeronáutico no Oceano Atlântico sob responsabilidade brasileira..	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFCS	Sistema Automático de Controle de Voo (<i>Automatic Flight Control System</i>)
AIP	Informação de Publicação Aeronáutica (<i>Aeronautical Information Publication</i>)
AL	Alagoas
AP	Amapá
ARCC	Centros de Coordenação de Salvamento Aeronáutico
BA	Bahia
CASEVAC	Evacuação de Ferido (<i>Casualty Evacuation</i>)
CE	Ceará
CIRCEA	Circular Normativa de Controle de Espaço Aéreo
COMAE	Comando de Operações Aeroespaciais
COMPREP	Comando de Preparo
CSAR	Resgate em Combate (<i>Combat Rescue</i>)
DCA	Diretriz do Comando da Aeronáutica
DECEA	Departamento do Controle do Espaço Aéreo
DN	Distrito Naval
END	Estratégia Nacional de Defesa
ES	Espírito Santo
EVAM	Evacuação Aeromédica
FAB	Força Aérea Brasileira
FCS	Fator Crítico de Sucesso
FIR	Região de Informação de Voo (<i>Flight Information Region</i>)
FLIR	Sistema de imagens Termográficas (<i>Forward Looking Infra-Red</i>)
IAMSAR	Manual Internacional Aeronáutico e Marítimo de Busca e Salvamento (<i>International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual</i>)
ICAO	Organização de Aviação Civil Internacional (<i>International Civil Aviation Organization</i>)
MA	Maranhão
MB	Marinha do Brasil
MCA	Manual do Comando da Aeronáutica
NAM	Navio Aeródromo Multipropósito
NVG	Óculos de Visão Noturna (<i>Night Vision Goggles</i>)

OE	Objetivo Específico
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PA	Pará
PE	Pernambuco
POIT	Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade
PND	Política Nacional de Defesa
QN	Questão Norteadora
RJ	Rio de Janeiro
RN	Rio Grande do Norte
SAR	Busca e Salvamento (<i>Search and Rescue</i>)
SALVAMAR	Serviços de Busca e Salvamento da Marinha do Brasil
SC	Santa Catarina
SE	Sergipe
SISSAR	Sistema de Busca e Salvamento Aeronáutico Brasileiro
SP	São Paulo
SUS	Sistema Único de Saúde Brasileiro
REVO	Reabastecimento em Voo
ROTAER	Manual Auxiliar de Rotas Aéreas
RS	Rio Grande do Sul
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

Km ²	Quilômetro Quadrado
%	Porcentagem
Nm	Milha Náutica
Km	Quilômetro
R	REVO
A	Área Coberta ou Área
Δ	Impacto Causal ou Variação
=	Igual
	Tal que
W	West ou Oeste, utilizado para expressar coordenadas geográficas
h	Hora
C	Fator de Cobertura
Z	Esforço de Busca
÷	Divisão
°	Grau
'	Minuto
"	Segundo
S	South ou Sul, utilizado para expressar coordenadas geográficas
min	Minuto
ft	Pés
kt	Nó
Km/h	Quilômetro por Hora
Kg/h	Quilograma por Hora
Kg	Quilograma
q	Razão Fixa de uma Progressão Geométrica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3	METODOLOGIA.....	17
4	APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	22
4.1	Pesquisa Documental.....	22
4.1.1	SAR.....	22
4.1.2	REVO	24
4.2	Determinação do Contrafactual	25
4.3	Fatores de Planejamento	26
4.3.1	SAR no Atlântico Sul	27
4.3.2	H-36 Caracal: Características e Capacidades	29
4.3.3	Delimitação do Emprego Operacional.....	30
4.4	Análise Comparativa dos Dados.....	31
5	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	38
	GLOSSÁRIO	43

1 INTRODUÇÃO

Por ocasião da II Guerra Mundial, a Real Força Aérea Britânica envidou esforços para organizar uma rede especial de comunicações voltada para resgatar tripulantes acidentados e abatidos. Os resultados favoráveis inspiraram e estimularam a *International Civil Aviation Organization* (ICAO) a organizar em 1950 um serviço específico, voltado à Busca e Salvamento (SAR) mundial (BRASIL, 2020c).

Nesse cenário, o Brasil assumiu, diante da comunidade internacional, a responsabilidade pelas ações SAR em uma área oceânica de dimensões expressivas que medem aproximadamente 13,9 milhões de Km², uma região que em termos absolutos é 63,5% maior do que a superfície continental do território brasileiro.

As dificuldades em conduzir uma operação SAR nas porções mais remotas da área de responsabilidade brasileira ficaram bem evidentes por ocasião das operações de busca, em 2009, ao voo AF447 operado pela *Air France*, acidentado a cerca de 605 Nm (1.120 Km) da cidade de Natal, RN, já próximo ao limite da Região de Informação de Voo (FIR, *Flight Information Region*, em inglês) do Atlântico (BUREAU D'ENQUÊTES ET D'ANALYSES POUR LA SÉCURITÉ DE L'AVIATION CIVILE, 2012; LEITE, 2016).

Essa operação foi positivamente impactada pela possibilidade das aeronaves engajadas na busca receberem o apoio logístico necessário à realização da missão a partir da Ilha de Fernando de Noronha, PE. A utilização dessa ilha como ponto avançado possibilitou uma redução na distância entre a base de apoio e a área de interesse operacional para 427 Nm (790 Km), 70% da distância original, resultando em uma capacidade de maior permanência na região de interesse (SOUZA JÚNIOR, 2012).

Considerando que nem sempre é possível reduzir as distâncias entre a base de apoio e o local do objetivo, bem como há a necessidade de aumentar o alcance e a permanência em voo das aeronaves, ainda na primeira metade do século XX, foram idealizados e desenvolvidos equipamentos e técnicas que possibilitavam o reabastecimento em pleno voo (CLAASE, 2013).

As deficiências decorrentes do limitado alcance dos helicópteros alocados para as missões de Resgate em Combate (CSAR) observadas durante a Guerra do Vietnã, motivaram a adaptação dessa capacidade, a fim de permitir o seu uso em helicópteros (COLBURN, 1997).

Por se tratar de uma atividade complexa e com alto custo financeiro, a capacidade de reabastecer helicópteros em voo ainda é pouco difundida mundialmente, sendo o Brasil o único país da América Latina a possuir esse recurso. Em âmbito nacional, sua aplicação operacional ainda se encontra em fase de implantação e desenvolvimento doutrinário, sendo que apenas os

modelos H-36 Caracal, de origem frances e operados pela Força Aérea Brasileira (FAB), possuem os equipamentos necessários para a sua realização (OLIVEIRA, 2018).

Como exemplo da utilidade e do ganho operacional do uso do reabastecimento em voo (REVO) em missões SAR, podemos apresentar a missão de socorro ao navio mercante Salvador Allende, com 31 tripulantes, em 1994, na costa do Canadá (COLBURN, 1997).

Após o pedido de socorro, um avião C-130 Hercules localizou o navio afundando a cerca de 780 Nm (1.450 Km) da costa, observados também vários sobreviventes na água e em botes salva-vidas. Como o Canadá não dispunha de Helicópteros capazes de alcançar o navio, dois helicópteros norte-americanos com apoio de REVO prosseguiram para o local indicado, mas o navio já havia naufragado, localizando apenas um tripulante (COLBURN, 1997).

Toda a missão durou quase 15 horas. Os helicópteros foram reabastecidos em voo por dez vezes, oito das quais em circunstâncias críticas. Essa missão definiu o recorde mundial para o resgate mais longo com helicóptero sobre a água e, mesmo localizando apenas uma vítima, para essa e sua família, todo o esforço não foi em vão (COLBURN, 1997).

Diante de tudo que fora exposto e a partir da inquietação relativa à capacidade de pronta resposta do Sistema de Busca e Salvamento Aeronáutico Brasileiro (SISSAR), o presente trabalho é delimitado ao estudo do emprego do H-36 e suas capacidades nas missões SAR em ambiente oceânico, sob responsabilidade brasileira.

Dessa forma, alinhado ao tema proposto, foi formulado o seguinte problema de pesquisa: em que medida a utilização do reabastecimento em voo no helicóptero H-36 contribui para uma ampliação da capacidade de Busca e Salvamento na região oceânica, sob responsabilidade brasileira?

Com o objetivo de direcionar o presente trabalho, foram elaboradas três Questões Norteadoras (QN):

- a) QN1 – Quais são os fatores operacionais que influenciam nas operações REVO como H-36 em missões SAR no mar?
- b) QN2 – Qual o alcance atual e o futuro com a adoção do REVO para missões SAR no oceano Atlântico, utilizando o H-36?
- c) QN3 – Quais os ganhos operacionais obtidos com a implantação do REVO no H-36 para as missões SAR na porção do oceano Atlântico sob responsabilidade brasileira?

Visando responder ao problema de pesquisa apresentado, foi estabelecido o seguinte Objetivo Geral: analisar em que medida a utilização do reabastecimento em voo no helicóptero H-36 contribui para uma ampliação da capacidade de Busca e Salvamento na região oceânica sob responsabilidade brasileira.

No intuito de estabelecer um roteiro para o trabalho, foram estabelecidas ações de pesquisa, conforme os seguintes objetivos específicos (OE):

- a) OE1 – Analisar as documentações disponíveis, a fim de estabelecer os parâmetros operacionais e os fatores de planejamento para a utilização do REVO no H-36 em missões SAR no mar;
- b) OE2 – Determinar o alcance dos H-36, alocados à prestação do Serviço SAR, no oceano Atlântico, com e sem a utilização do REVO; e
- c) OE3 – Analisar comparativamente os cenários obtidos com, e sem a utilização do REVO no H-36, a fim de verificar se existem ganhos operacionais em missões SAR na porção do oceano Atlântico, sob responsabilidade brasileira.

Esta pesquisa assume destaque e relevância na medida em que pode auxiliar no processo de desenvolvimento e implantação do REVO na FAB em favor das missões SAR, aumentando a sua eficiência e sendo um fator diferencial de projeção nacional, haja vista que o Brasil é o único país do continente sul-americano e um dos poucos no mundo a possuir equipamentos com essa capacidade (OLIVEIRA, 2018), estando alicerçada em um arcabouço teórico que envolve a aplicação do REVO e a condução das missões SAR.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Do ponto de vista organizacional, o emprego do H-36, principal vetor de resgate da FAB em ambiente marítimo e único modelo capaz de ser reabastecido em voo, pode ser analisado à luz da Teoria das Restrições, elaborada na década de 70 pelo físico Eliyahu Moshe Goldratt.

O físico israelense Goldratt, nascido no ano de 1948 e falecido em 2011, graduou-se na Universidade de Tel Aviv e obteve os graus de Mestre e Doutor da Universidade Bar-Ilan em Ramat Gan, Israel. A reputação internacional dele teve início em 1979, ao derrubar o mito de que uma programação finita não seria possível de funcionar, ao lançar um sistema de programação informatizada e questionar as decisões baseadas em custos que eram comuns nas práticas gerenciais da época (GOLDRATT ASSOCIADOS, 2022; GOLDRATT; COX, 1997).

Ele popularizou a sua teoria das restrições em 1984, publicando-a no livro *A Meta* em conjunto com o escritor Jeff Cox, ainda em início de carreira à época, e que ficou conhecido mais tarde por ser um mestre em transmitir conceitos de negócios por meio de uma história interessante. (GOLDRATT ASSOCIADOS, 2022; JEFF COX, 2022).

Utilizar o estilo literário romance, abordando as peculiaridades dos negócios com aplicações práticas de suas teorias, fez com que obtivessem um grande sucesso na disseminação

das ideias, principalmente em virtude da maneira criativa de mostrar que as restrições normalmente representavam um limite ao fluxo esperado, quer seja em uma indústria de manufatura, engenharia ou outro tipo de negócio, o fez ser descrito pela *Fortune Magazine* como guru da indústria e gênio pela *Business Week* (GOLDRATT ASSOCIADOS, 2022).

A sua obra, *A Meta* explora como implantar um processo de melhoria contínua. Mesmo tendo sido escrito há quase 40 anos, ainda é um dos livros de negócios mais vendidos em todo o mundo, tendo sido traduzido para 27 línguas e adotado em mais de 200 faculdades (GOLDRATT ASSOCIADOS, 2022).

Nesse livro, um gerente lida com problemas pontuais em uma manufatura que atuam como gargalos, impactando no rendimento da fábrica. Ao buscar solucioná-los, ampliando a capacidade desses, verifica o surgimento de outros gargalos (GOLDRATT; COX, 1997).

Segundo a teoria desenvolvida por Goldratt e Cox (1997), pode-se inferir que em toda organização existe ao menos um gargalo ou restrição que limita o seu desempenho. Os autores entendem como restrição a presença de qualquer elemento limitador de performance que afete a consecução dos objetivos propostos.

Esses fatores limitadores de uma organização são compostos por ao menos uma restrição, ou no máximo algumas, podendo assumir diversos aspectos, mas não sendo infinitos. A correta identificação e tratamento de tais restrições, permitem, segundo o conceito de Fator Crítico de Sucesso (FCS), a melhora no desempenho de todo o sistema (LEIDECKER e BRUNO, 1984).

As restrições apresentadas por Goldratt e Cox (1997) são classificadas em internas ou externas ao sistema e físicas ou políticas. Internamente, elas ocorrem quando as exigências de atuação extrapolam as capacidades do sistema e estão ligadas ao modo de utilização dos equipamentos disponíveis, à qualificação inadequada dos recursos humanos e a uma cultura organizacional restritiva. Externamente, elas podem estar ligadas à demanda pelos serviços ofertados, limitações logísticas de fornecedores ou existência de um concorrente.

Quanto à classificação entre física e política, as restrições podem ser categorizadas como física, quando estão relacionadas à carência ou inadequabilidade de mão de obra, de instalações, de matéria prima e de equipamentos. Já as políticas estão ligadas a regulamentos e normas, sejam eles formais ou informais (GOLDRATT; COX, 1997).

Ainda de acordo com a teoria, para uma eficiente condução das atividades é fundamental a correta identificação e administração das restrições. Segundo os autores, o ganho de eficiência nos elos mais fortes, é ineficaz para a elevação do desempenho geral, devendo os esforços serem concentrados no elo mais fraco, naquele que gera o fator limitante, para que se obtenha uma

melhora de desempenho geral (GOLDRATT; COX, 1997).

Goldratt e Cox (1997, p. 289) afirmam ainda que existem etapas cíclicas que são a base para a evolução da performance, sendo que a primeira etapa consiste basicamente em “IDENTIFICAR a(s) restrição(ções) do sistema”. Essas restrições podem ser o tempo disponível ou a capacidade de um equipamento, de um departamento ou de uma estação específica de trabalho (GOLDRATT; COX, 1997).

A segunda etapa consiste em “Decidir como EXPLORAR a(s) restrição(ções) do sistema”, traçando estratégias, buscando a solução das restrições observadas, tentando aproveitar ao máximo os recursos disponíveis. Sendo nessa etapa, realizadas as melhorias mais simples e rápidas do sistema (GOLDRATT; COX, 1997, p. 289).

A terceira etapa diz respeito à “SUBORDINAR o resto à decisão anterior”, ou seja, subordinar tudo à decisão que foi feita sobre a restrição, direcionando os esforços para a implementação da solução escolhida, subordinando a energia do sistema à quebra da restrição (GOLDRATT; COX, 1997, p. 289).

A quarta etapa consiste em “ELEVAR a(s) restrição(ções)”, que não passa de proceder a uma análise e teste para verificar se a restrição identificada ainda permanece ativa, buscando aumentar a capacidade de produção da restrição com o objetivo de fazer com que o gargalo aumente seu ritmo de produção, e conseqüentemente o do sistema (GOLDRATT; COX, 1997, p. 289).

E por fim, assim que uma restrição for eliminada, vem a quinta etapa que é verificar a existência de uma nova restrição, voltando ao primeiro passo, não permitindo “que a INÉRCIA gere uma restrição no sistema” (GOLDRATT; COX, 1997, p. 289).

De posse desse arcabouço teórico, destacamos que esta pesquisa teve como foco o estudo do SISSAR na condução das missões de resgate no ambiente marítimo com o apoio dos helicópteros H-36, e como restrições, as variáveis inerentes ao desenvolvimento das missões SAR, com e sem o apoio do REVO, cuja análise dos cenários prospectivos, que por meio da metodologia a ser aplicada, possibilitará o desenvolvimento da eficiência do SISSAR no atendimento dos compromissos internacionais assumidos pela nação brasileira (BRASIL, 2018).

3 METODOLOGIA

Com a iminente implantação do REVO para os helicópteros H-36 da frota da FAB, para a dúvida quanto ao real ganho operacional para o cumprimento das responsabilidades referentes às ações SAR na porção oceânica assumida pelo Brasil perante a comunidade internacional.

Para solucionar essa dúvida, foi estabelecido o Objetivo Geral que consiste em analisar em que medida a utilização do REVO no helicóptero H-36 contribui para uma ampliação da capacidade de SAR na região oceânica sob responsabilidade brasileira.

Para isso, buscou-se utilizar uma avaliação de impacto baseada em simulações *ex-ante* munidas por dados de alta qualidade para a construção de cenários prospectivos, pois, segundo Gertler *et al.* (2018, p. 10), essas “tendem a produzir resultados mais robustos e confiáveis”.

Antes de dar início à montagem dos cenários prospectivos, faz-se necessário observar que em virtude da delimitação do tema e com o intuito de detalhar os processos requeridos, foram estipulados três Objetivos Específicos. Abordando o primeiro deles, o OE1 que prevê a realização de uma pesquisa documental primária nas bases que sustentam a aplicação do Poder Aéreo nas missões SAR no mar.

As primeiras documentações analisadas foram o *International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual* (IAMSAR), publicado pela ICAO, que visa auxiliar os Estados a atenderem às suas próprias necessidades e obrigações SAR e o Manual de Coordenação de Busca e Salvamento Aeronáutico (MCA 64-3) utilizado para balizar as atividades dos Centros de Coordenação de Salvamento Aeronáutico (ARCC).

Foi analisada também a Estratégia Nacional de Defesa (END), documento nacional de alto nível que direciona as ações relacionadas com a defesa da nação. A escolha dessa, foi para identificar como a nação entende e avalia a atividades SAR no que concerne ao cumprimento dos acordos internacionais assumidos.

Para delimitar o escopo de atuação e de como está estruturado o SISSAR, lançamos mão da referência feita no AIP BRASIL (*Aeronautical Information Publication*), publicação oficial emitida pelo Departamento do Controle do Espaço Aéreo (DECEA), que concentra informações técnicas voltadas para a comunidade aeronáutica e das atualizações que trouxe a Portaria que alterou o Sistema, a nº 106/GC3, de 28 de janeiro de 2020.

Com foco nas operações no mar, abordamos a Circular Normativa de Controle de Espaço Aéreo (CIRCEA 64-10: Carta de Acordo Operacional entre o Sistema de Busca e Salvamento Aeronáutico e o Serviço de Busca e Salvamento da Marinha do Brasil) que visa a agilizar as providências relativas à operação conjunta entre a FAB e a Marinha do Brasil (MB) nas operações SAR, bem como a Doutrina Básica da FAB (DCA 1-1) que trata das concepções doutrinárias do emprego da Força, de onde foi possível abordar os aspectos doutrinários das ações SAR e Evacuação Aeromédica (EVAM).

A ação SAR em si é o foco do Sistema, porém temos também a EVAM que é uma ação assistida pelo SISSAE quando há carência de meios dos demais entes estatais e se enquadra no

método *Casualty Evacuation* (CASEVAC).

Para clarificar a real necessidade de emprego de meios SAR nesses casos, foram analisados artigos publicados nas revistas do Hospital Universitário Pedro Ernesto, do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, da Sociedade Brasileira de Cardiologia, de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) e do Sistema Único de Saúde Brasileiro (SUS).

Tratando da capacidade REVO, foi necessário pontuar que a atuação do H-36 ocorre apenas como *Receiver*, sendo o KC-130 Hercules a aeronave da frota da FAB homologada para a função de *Tanker*. A fim de estabelecer conceitualmente o que vem a ser essa ação, fez-se uso também da DCA 1-1 e de obras publicadas que abordam o estudo do Poder Aéreo.

Logo após, optamos por trazer um exemplo do emprego maximizado do REVO em favor de vetores de asas rotativas para que fosse possível uma visualização ampla das potencialidades do seu emprego, podendo ingressar já ambientado na análise das principais publicações internacionais disponíveis.

Dentre essas, foi possível analisar documentações emitidas pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), as quais abordam os aspectos comuns para as nações que compõem o tratado, e as emitidas pelos Estados Unidos e Reino Unido que, por sua vez, tratam das particularidades para cada nação. Foi possível analisar também como a Índia trata doutrinariamente o REVO.

Para este estudo, o cenário base proposto foi o de execução das missões SAR e correlatas em ambiente marítimo, tendo como universo os helicópteros H-36 do Primeiro Esquadrão do Oitavo Grupo de Aviação, sediado no Rio Grande do Norte e do Terceiro Esquadrão do Oitavo Grupo de Aviação, sediado no Rio de Janeiro.

Diante disso, pelas características da pesquisa e ao utilizar a frota de helicópteros H-36, pudemos delimitar como grupo de tratamento para o estudo as aeronaves da versão operacional com a capacidade de realizar REVO, bem como no grupo de controle os demais H-36 sem essa capacidade.

Uma característica importante deste estudo foi justamente a homogeneidade existente entre o grupo de tratamento e o de controle, visto que se trata do emprego operacional de máquinas semelhantes operadas de maneira uniforme pelas mesmas unidades aéreas com base em preceitos doutrinários sólidos. Essa característica permitiu um elevado nível de comparabilidade entre os grupos, sendo semelhantes sob todos os aspectos, excetuando-se apenas o que está atrelado ao programa em avaliação.

Conforme Gertler *et al.* (2018), para fins de credibilidade do modelo prospectivo escolhido, foi necessário estabelecer o Contrafactual. Para isso, foram analisadas as operações

SAR coordenadas pelos ARCC Atlântico (ARCC-AO) e Recife (ARCC-RE) a partir do ano de 2020 até o mês de julho de 2022. Dessas missões, foi utilizado como critério de seleção a missão mais recente em que a localização da vítima estivesse fora do alcance nominal do H-36, sendo selecionada então, a missão de salvamento a um tripulante do navio mercante *Vinalines Sunrise*.

Tratando da montagem do cenário prospectivo, inicialmente foi necessário identificar e entender os fatores de planejamento que estão envolvidos nas operações no ambiente operacional selecionado para o estudo.

Da área de responsabilidade brasileira no Atlântico Sul, seus limites foram extraídos do AIP BRASIL, e com o auxílio do MCA 64-3, foi possível verificar como sua extensão, que é refletida para as aeronaves em tempo dispensado ao deslocamento, pode influenciar no planejamento e na execução de uma missão SAR. Lidando com distâncias expressivas, a fim de maximizar o emprego do Poder Aéreo, foi utilizado também publicações da MB, e acerca dessa, para determinar quais os possíveis pontos que podem servir de apoio no oceano Atlântico.

O outro elemento que está envolvido nas operações e que pode ser considerado como elemento central por compor o grupo de tratamento e controle, é o helicóptero H-36, desse equipamento, consultando as publicações técnicas do fabricante e da FAB, pôde-se elencar as capacidades diferenciais que fazem ele figurar na vanguarda da aviação mundial.

De posse das informações atinentes ao ambiente e ao vetor escolhido, passamos a delimitar os parâmetros do seu emprego operacional. Para obter um modelo prospectivo coerente e aderente à realidade, partimos inicialmente para estabelecimento das limitações e premissas que balizaram a modelagem dos cenários para o estudo.

A necessidade de impor premissas caracterizam a limitação deste trabalho, visto que não pode alcançar outros cenários. Como se faz necessário, elas foram definidas pensando na segurança e na viabilidade logística e operacional das missões, tudo buscando seguir o modelo de uma operação padrão, tanto conforme as legislações em vigor no Brasil, quanto com as boas práticas visualizadas nas operações das nações amigas.

Foi necessário também estabelecer quais aeródromos, ao longo da costa brasileira, estariam habilitados a serem utilizados como base de apoio para a operação de helicópteros. Para obtenção desses dados foi consultado o Manual Auxiliar de Rotas Aéreas (ROTAER), publicação técnica voltada à comunidade aeronáutica que contém informações sobre todos os aeródromos homologados para utilização no país.

Quanto aos demais dados técnicos relativos ao desempenho do H-36, foram selecionadas duas normas da FAB, a Norma Operacional de Emprego SAR do Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE), que tem por objetivo “uniformizar as ações necessárias

ao cumprimento das ações SAR e sistematizar o emprego dos Esquadrões Aéreos no cumprimento de missões SAR” (Brasil, 2019a, p. 1) e a Norma do Comando de Preparo (COMPREP) para o SAR que “estabelece os parâmetros de planejamento para o cumprimento de Ações de Busca e Salvamento em aeronaves de Asas Rotativas da FAB” (Brasil, 2019b, p. 1), ambas escolhidas por se tratarem de documentações oficiais que disciplinam o emprego das aeronaves da FAB em operações SAR.

Para atingir o OE2, que visa determinar o raio de alcance dos H-36, alocados à prestação do Serviço SAR, no oceano Atlântico, com e sem a utilização do REVO, foi utilizada a prospecção de cenários. Foram adicionados aos elementos do cenário base todos os dados coletados sobre os fatores que influenciam no planejamento de uma missão SAR, juntamente com as variáveis características da utilização do REVO como fatores prospectivos.

Com esse método, foi possível realizar a adaptação necessária para a formulação dos novos cenários hipotéticos, e a partir daí, poder utilizar o raciocínio lógico em conjunto com a análise de uma situação empírica.

Prosseguindo com o estudo foram estabelecidos três cenários. O primeiro, referente à condução de uma missão SAR utilizando o H-36 sem o apoio de um avião *Tanker*. Esse cenário foi chamado de Operacional Básico. O segundo foi modulado considerando-se a possibilidade de realizar o reabastecimento por apenas uma vez, sendo denominado por Operacional Estendido. E como terceiro, considerou-se a possibilidade de realizar os reabastecimentos de modo sucessivo, sendo chamado então de Operacional Máximo.

A montagem foi realizada, introduzindo e ordenando os dados coletados, de modo a possibilitar a realização dos cálculos necessários à obtenção dos raios de ação, como se a mesma aeronave partisse de uma mesma localidade com circunstâncias diferentes de apoio, conforme corroborado pelo *Contrafactual*. Essa montagem e exploração dos cenários foi conduzida aplicando os pressupostos teóricos apresentados por Goldratt e Cox (1997), inclusive as cinco etapas referentes à identificação e ao tratamento das restrições.

Com isso, passamos a consecução do OE3, que previa a realização de uma análise comparativa entre os cenários obtidos com, e sem a utilização do REVO no H-36, a fim de verificar a existência de ganhos operacionais em missões SAR na porção do oceano Atlântico sob responsabilidade brasileira.

Nesta investigação, os resultados coletados nas análises foram inseridos e processados no *software* Google Earth e confrontados a fim de medir o impacto da implementação do REVO nas capacidades operacionais do H-36 na área de responsabilidade.

Para poder calcular o impacto, é necessário entender o que ele é. Para Gertler *et al.*

(2018), impacto pode ser compreendido como sendo a diferença entre a situação final, observada de um determinado grupo de tratamento, após terem participado do programa foco do estudo e a situação em que estariam, se não tivessem participado. A partir dessa compreensão, pudemos questionar qual foi o impacto da implantação do REVO (R) sobre uma variável de resultados de interesse, que nesse caso é a Área Coberta (A).

A partir daí, adaptamos uma equação apresentada por Gertler *et al.* (2018) que permite a quantificação da variação nos resultados decorrentes da implantação do objeto de estudo, ou impacto causal (Δ), a partir da diferença dos resultados obtidos na Área Coberta (A), com a utilização do REVO (R = 1) e sem esse (R = 0). Essa equação se apresentou da seguinte forma:

$$\Delta = (A | R = 1) - (A | R = 0) \quad (1)$$

Dos resultados advindos da análise dos resultados foi possível identificar, à luz da teoria de Goldratt e Cox (1997), o comportamento da restrição inicial observada.

4 APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS

Com toda a estrutura teórica consolidada e estabelecidos o grupo de tratamento e o de controle passamos a seguir conforme estabelecido na metodologia, com vistas a abordar o OE1.

4.1 Pesquisa Documental

Visando um melhor ordenamento e clarificação, abordamos separadamente as operações SAR e REVO com helicópteros.

4.1.1 SAR

No tocante às missões SAR, abordamos inicialmente os aspectos que regem o emprego em prol desse serviço. Toda a responsabilidade brasileira sobre a porção do Atlântico Sul, que se estende por até 3.000 Km à leste do litoral brasileiro até o meridiano 10W, advém da aceitação dessa responsabilidade diante da comunidade internacional, por ocasião do estabelecimento do Plano Regional de Navegação Aérea das Regiões do Caribe e América do Sul, (RAN-ANP CAR/SAM, *Air Navigation Plan for Caribbean and South América Region*) (BRASIL, 2019c).

A END é o elo entre a política e as Forças Armadas quando se trata de independência nacional, dentre os seus objetivos figuram a “estruturação de Forças Armadas com adequadas

capacidades organizacionais e operacionais” e “a contribuição para a paz e a proteção dos interesses brasileiros nos diferentes níveis de projeção externa do País” (BRASIL, 2018. p. 41).

Tratando da reorganização e reorientação das Forças Armadas, a END visa a assegurar a execução da Política Nacional de Defesa (PND), contribuindo para o fortalecimento do papel do Brasil no mundo. De suas diretrizes destacamos a vigésima:

Ampliar a capacidade de atender aos compromissos internacionais de busca e salvamento. É tarefa prioritária para o País, o aprimoramento dos meios existentes e da capacitação do pessoal envolvido com as atividades de busca e salvamento no território nacional, nas águas jurisdicionais brasileiras e nas áreas pelas quais o Brasil é responsável, em decorrência de compromissos internacionais (BRASIL, 2018. p. 59)

Quanto à estrutura do serviço SAR aeronáutico brasileiro, podemos afirmar que esse:

funciona sob a forma de Sistema, inter-relacionando diversas organizações, objetivando a utilização racional e eficiente de recursos de Busca e Salvamento, sem a necessidade da manutenção de uma estrutura de emprego exclusivo. Os recursos aéreos das Organizações do Comando da Aeronáutica, assim como as Organizações do Exército Brasileiro e as embarcações da Marinha do Brasil, são engajados nas Operações de Busca e Salvamento, quando necessários (BRASIL, 2022a, p. 3.6-4).

Para Goldratt e Cox (1997) ser produtivo significa estar mais próximo do resultado esperado. Lançando um olhar sobre o SISSAR a luz dessa teoria, temos que a sua produtividade está intimamente relacionada com a sua meta. Essa, por sua vez, foi definida pela Portaria 106/GC3, de 28 de janeiro de 2020, como sendo o cumprimento das operações SAR, ou seja:

A localização e o socorro de ocupantes de aeronaves ou de embarcações em perigo, o resgate e o retorno à segurança de tripulantes de aeronaves abatidas ou sobreviventes de acidentes aeronáuticos e marítimos (BRASIL, 2020f. Art. 1º).

Ainda das operações SAR, temos que essas compreendem também o atendimento a calamidades públicas e a “prestação de assistência, sempre que houver perigo da vida humana” (BRASIL, 2019c, p. 51).

Além das ações SAR motivadas por acidentes aeronáuticos, o SISSAR atua também em ações EVAM CASEVAC, posto a inexistência de outros meios mais expeditos que possam remover pessoas feridas ou doentes para um local onde possam receber assistência médica inicial. Esse tipo de ocorrência é mais frequente em locais de difícil acesso e no mar em virtude dos navios não disporem normalmente de estrutura médica a bordo (BRASIL, 2020e).

Pensando no ambiente marítimo, constatamos que o SISSAR e o Serviços de Busca e Salvamento da MB (SALVAMAR) estão intimamente ligados e agem em apoio mútuo nas missões de salvaguarda da vida humana, seja ela decorrente de um sinistro com uma aeronave ou embarcação. (BRASIL, 2016).

Os atendimentos que em terra podem ser facilmente prestados, requerem muitas vezes complexas operações no mar. Associado a isso, o IAMSAR identifica o fator tempo como

preponderante para as chances de sobrevivência das vítimas acidentadas, diminuindo em até 80% nas primeiras 24h, estando o sucesso de uma missão SAR fortemente relacionado com a rapidez do planejamento e da execução (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2019).

Além das ações típicas de socorro às amerissagens, naufrágios e homem ao mar, é designado ao SISSAR atender também outras emergências enquadradas como EVAM CASEVAC, principalmente em apoio a navios e embarcações que não possuem apoio médico a bordo. No período de 2020 até o mês de julho de 2022, pudemos identificar 12 acionamentos desse tipo realizadas pelos ARCC-RE e ARCC-AO (BRASIL, 2020e; SARMASTER, 2020).

Dentre as emergências médicas que podem motivar uma EVAM CASEVAC, destacaram-se os acidentes disbáricos, que geralmente acometem mergulhadores e podem acarretar de dores articulares até o coma e a morte, o infarto agudo do miocárdio, com 80% dos óbitos ocorrendo nas primeiras 24 horas, e a apendicite aguda, a emergência cirúrgica mais comum na atualidade e cujo atraso no início do tratamento corresponde a uma elevada taxa de morbidade (FREITAS *et al.*, 2009; PARREIRA, 2020; PIEGAS, 2015; TEIXEIRA, 2012).

Ainda relativo às emergências clínicas, de acordo com o Ministério da Saúde, os quadros convulsivos também podem necessitar de atendimento de urgência sendo considerados gravíssimos quando não seja possível adotar medidas para controle da crise, houver sinais de traumatismo cranioencefálico, suspeita de infecção do sistema nervoso, alterações de ordem neurológica, cianose ou hipoventilação (BRUNING; KALIL; MAHMUD, 2014).

As aeronaves de asa fixa, em caráter geral, normalmente são mais velozes, possuem maior autonomia e menor custo operacional do que as de asas rotativas, por essas características são consideradas como meio primário para a execução das missões de busca, porém são ineficazes para a execução do resgate, principalmente em ambiente marítimo (BRASIL, 2019c).

Nesse cenário, os helicópteros se destacam por sua versatilidade e a adoção de novas capacidades, como o REVO, requer uma adequação do modo de operação a fim de poder tirar o maior proveito dos investimentos realizados.

4.1.2 REVO

Segundo Brasil (2020c) e Rosa (2014), o REVO é uma capacidade capaz de viabilizar um incremento na autonomia e no alcance das aeronaves, maximizando esses pontos fortes do Poder Aéreo, ao passo que simultaneamente reduz uma de suas fraquezas, a limitada permanência no teatro de operações.

Em 1970, em meio ao conflito do Vietnã, dois helicópteros HH-53C *Super Jolly Green Giant*, realizaram o primeiro cruzamento do Oceano Pacífico por um helicóptero. Para esse voo histórico, os dois decolaram da Base Aérea de Eglin na Flórida e após uma longa jornada de 9 dias chegaram a DaNang no Vietnã do Sul. Essa missão somente foi possível com o apoio do REVO durante a travessia, podendo demonstrar a sua capacidade (DEVINE, 2013).

O *Air-to-Air Refuelling* da OTAN foi a principal documentação analisada. Essa norma estabelece os pormenores das operações REVO, abrangendo os aspectos operacionais necessários para o planejamento das operações, os equipamentos requeridos e os procedimentos normais e de emergência. Dela, foi possível extrair a necessidade, em tempo de paz, diferentemente da travessia dos HH-53C, de se planejar considerando um local que permita um pouso em segurança em caso de insucesso no reabastecimento em voo (OTAN, 2019).

Essa publicação preza ainda que em condições normais e em tempo de paz, deve-se dar especial atenção ao planejamento, garantindo uma máxima eficácia, segurança e eficiência. Uma das características das missões SAR é a intempestividade, não se sabe com antecedência onde será a emergência, dessa feita, faz-se necessária a consolidação dos procedimentos e doutrinas, possibilitando a redução no tempo destinado ao planejamento (OTAN, 2019).

Além dos ganhos inerentes ao REVO, como alcance e permanência, outro benefício se dá pela própria presença da aeronave reabastecedora que também pode participar das buscas e permanecer sobrevoando o local marcando a posição após a localização do objetivo. Pode operar também como um elo de comunicação ou até mesmo um posto de comando avançado (BRASIL, 2019a; UNITED STATES AIR FORCE, 1999).

O objetivo do REVO é melhorar a eficácia de combate, estendendo o alcance, carga útil e permanência da aeronave receptora. Isso permite que o Poder Aéreo seja projetado em maiores distâncias ou concentrado onde, e quando, é mais necessário, levando a uma extensão espacial e temporal desse (LAMARCHE, 2015; MINISTRY OF DEFENCE OF UNITED KINGDOM, 2017; OTAN, 2014; ROYAL CANADIAN AIR FORCE, 2010).

Para a OTAN e para a Força Aérea Indiana, os ganhos operacionais ainda superam os custos financeiros das operações, no entanto, como uma capacidade multiplicadora, a eficiência do REVO é derivada da razão entre os custos ou impactos adversos e os resultados da missão da aeronave reabastecida (INDIAN AIR FORCE, 2012; OTAN, 2014).

4.2 Determinação do Contrafactual

Conforme determinado pela metodologia, foi selecionada para estabelecer o

Contrafactual, a missão de salvamento em apoio a um tripulante do navio mercante *Vinalines Sunrise* que apresentava um quadro de apendicite aguda.

Dos dados obtidos do *Software* SARMaster, temos que a missão foi originada de um pedido de socorro encaminhado pelo SALVAMAR Nordeste às 12:35h do dia 15 de agosto de 2020. No momento da solicitação o navio encontrava-se a 678 Nm (1.255 Km), fora de raio de ação nominal do H-36, que é de 272 Nm (503 Km), impossibilitando assim o resgate imediato.

Em decorrência das restrições operacionais, o helicóptero de resgate necessitou aguardar até que o navio chegasse próximo do seu raio de ação. Na madrugada do dia 17, a aeronave decolou da Base Aérea do Recife com destino ao navio, de maneira coordenada, para interceptar esse no limite do seu raio de ação, tendo desembarcado a equipe médica exatamente às 05:27h, quase 41 horas após o recebimento da solicitação. A equipe, ao examinar o paciente, constatou que ele havia falecido a poucos minutos em decorrência da enfermidade.

Ao analisar essa ocorrência, somos obrigados a questionar qual seria o seu desfecho caso o helicóptero possuísse mais autonomia de voo. O cerne do questionamento é se, com a utilização de um helicóptero com alcance suficiente para deslocar-se até a posição do navio desde o momento do acionamento, o resultado seria diferente do óbito. Para inferir causalidade, é necessário então descartar outros fatores que possuem capacidade de interferir no resultado. Para isso analisamos se, mesmo sendo a vítima socorrida mais cedo, o resultado (óbito) ainda seria mantido, por estar em uma condição irreversível (GERTLER *et al*, 2018).

Segundo Gertler *et al*. (2018, p. 55), “A chave para estimar o contrafactual para os participantes de um programa é passar do nível individual ou da unidade de observação para o nível de grupo”. Essa metodologia mostra-se adequada para o estudo, visto que a medicina não é uma ciência exata, não sendo possível inferir que com certeza como um determinado paciente reage a certo tratamento médico, porém, conforme apresentado por Freitas *et al*. (2009) e Parreira (2020), a apendicite aguda é a emergência médica mais comum que requer intervenção cirúrgica, e um atraso no atendimento acarreta uma elevada taxa de óbito como foi no caso ocorrido. Isso nos auxilia, apontando na direção do resultado esperado.

A definição e análise da situação nos permite inferir que a utilização de um helicóptero com maior alcance, que poderia ser obtido com o REVO, caso disponível à época, poderia ter possibilitado a prestação de socorro adequado em tempo hábil de evitar o óbito da vítima.

4.3 Fatores de Planejamento

Para elaborar o cenário prospectivo, foi necessário identificar as características do

ambiente de operação e de desempenho da aeronave H-36, para então poder elaborar o cenário prospectivo com a utilização do KC-130H reabastecedor de maneira fidedigna.

4.3.1 SAR no Atlântico Sul

O ambiente proposto como cenário para o estudo corresponde à área do oceano Atlântico sob responsabilidade brasileira. A delimitação dessa área foi extraída do AIP BRASIL. Os dados coletados na publicação foram inseridos no *software* Google Earth e com o auxílio da ferramenta Polígono foi possível verificar que a área de interesse possui cerca de 13,9 milhões de Km², com seu ponto mais distante estando a aproximadamente 3.000 km da costa brasileira.

Mapa 1 – Limites da região de Busca e Salvamento Aeronáutico no Oceano Atlântico sob responsabilidade brasileira



Fonte: Adaptado pelo autor com base em Brasil (2021, 2022a)

O Atlântico Sul, assim como os demais oceanos, é uma região inóspita em que os fatores ambientais normalmente levam as vítimas a apresentarem quadros de hipotermia e desidratação que podem reduzir o tempo de sobrevivência (BRASIL, 2019c).

Outro fator importante que está relacionado ao tempo de reação é a extensão da área de busca, pois, em ambiente marítimo ela aumenta com o passar do tempo em função das correntes marítimas e do vento, que deslocam a vítima da posição inicial (BRASIL, 2019c).

A extensão da área de busca influencia no Fator de Cobertura (C) que é um dos fatores que afetam diretamente a capacidade de detecção do objeto de busca e é dado pela equação:

$$C = Z \div A \quad (2)$$

Em que (Z) representa o Esforço da Busca em horas e (A) a área (BRASIL, 2019c).

Pelo Atlântico Sul passam as principais rotas marítimas e aéreas que ligam a América do Sul à Europa, África, Ásia e Oceania. No ano de 2019, o último antes da pandemia do COVID-19, foram contabilizados 55.834 voos, o que representa uma média de 153 voos diários cruzando o oceano (BRASIL, 2020a). Sob o ponto de vista do tráfego marítimo, no ano de 2013, a média diária foi de 929 navios, totalizando 339.085 cruzando o oceano nesse ano. Os números apresentados revelam o volume de tráfego que está exposto à ocorrência de um sinistro nessa região oceânica e que podem demandar dos recursos SAR do Brasil (Arruda, 2014).

Outro fator importante a ser considerado para as missões SAR é a existência de localidades próximas às áreas de busca, que possibilitem a prestação de apoio às aeronaves envolvidas e que irão refletir em uma maior permanência dessas na área de interesse, porém, no ambiente marítimo, tais localidades são escassas, mas ainda assim existem algumas ilhas que podem ser utilizadas para reabastecimento como é o caso de Fernando de Noronha, PE, e de Ascension. Essa última pertence ao Reino Unido e necessita de autorização prévia para ser considerada como localidade de apoio à uma Operação SAR (BRASIL, 2019c).

Uma atenção especial deve ser dispensada à ilha da Trindade localizada na posição geográfica 20°30'01"S/29°19'50"W, no Arquipélago de Martin Vaz, ES, a 1.167 km do aeródromo de Vitória, ES. Essa ilha encontra-se em um ponto estratégico, constituindo um posto avançado vital para a Defesa Nacional, e da mesma forma possui potencial para um ganho expressivo na cobertura da área de interesse SAR (BRASIL, 2022c).

Nessa ilha encontra-se o Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade (POIT), um destacamento isolado, subordinado ao 1° Distrito Naval (1° DN) da MB. Dentre as atribuições desse posto podemos destacar a condução de observações meteorológicas, bem como servir de “base de apoio a grupos que realizem na área, atividades autorizadas ou determinadas pelo Comandante do 1° DN” (BRASIL, 2022d, on-line).

A ilha da Trindade possui uma extensão de 9,2 Km² e, mesmo possuindo um relevo acidentado, e não dispondo de uma pista para pouso de aviões, existem locais, a exemplo de um campo de futebol, que já foi utilizado pela Aviação Naval para a operação de helicópteros em missões de apoio logístico. As missões de apoio à ilha ocorrem normalmente com frequência bimestral, sendo possível o transporte e a estocagem na ilha de tanques com querosene de aviação a fim de suprir alguma eventualidade (CEMBRANELLI, 2002).

Outros recursos que não fizeram parte deste estudo, mas eventualmente podem ser

utilizados como ponto de apoio a uma operação SAR, são o Navio Aeródromo Multipropósito (NAM) Atlântico da MB e as plataformas petrolíferas da Petrobrás. A FAB já conta com equipagens devidamente adestradas a operar com esse navio, podendo tal servir este como base principal de operações ou como recurso alternativo para pouso em caso de emergência (SANTOS, 2020).

4.3.2 H-36 Caracal: Características e Capacidades

O H-36 é um helicóptero de origem francesa fabricado pela EUROCOPTER designado inicialmente como EC725 e posteriormente como H225M após a aquisição do fabricante pela AIRBUS. O projeto realizou seu primeiro voo em novembro do ano 2000, entrando em serviço na Força Aérea Francesa em 2005 (EUROCOPTER, 2022).

Pelo Brasil, ao todo foram adquiridas 50 unidades do H-36, distribuídas entre as três forças singulares brasileiras, sendo recebida a primeira unidade em novembro de 2011 ainda na versão básica comum. Apenas a versão operacional destinada à FAB vem equipada com o *probe* que possibilita o REVO, sendo o primeiro incorporado em dezembro de 2015 (BRASIL, 2015).

O H-36 é um helicóptero moderno e possui diversas características operacionais, mesmo na versão básica, colocando-o na vanguarda da aviação mundial. Dentre os principais recursos disponíveis destacam-se o *Automatic Flight Control System* (AFCS), um sistema de controle de voo automatizado composto por 4 eixos de atuação. Esse sistema possibilita, de maneira totalmente automática, a realização de um circuito de tráfego para o resgate da vítima, inclusive com a manutenção do voo pairado, permite até mesmo que a aeronave seja conduzida pelo operador do guincho de resgate de modo a realizar pequenos ajustes (EUROCOPTER, 2012b).

Da versão operacional, além do *probe* de reabastecimento, outros recursos que merecem destaque e aumentam consideravelmente a segurança da operação são os flutuadores que permitem que a aeronave permaneça sobre a superfície da água no caso de uma amerissagem e a presença do sensor FLIR (*Forward Looking Infra-Red*) totalmente compatível com a operação junto com NVG (*Night Vision Goggles*), possibilitando assim, operação em qualquer condição de luminosidade (EUROCOPTER, 2012a; BRASIL, 2015).

Tratando da especificamente do advento do REVO no H-36, sua principal capacidade, e inédita na América do Sul, temos que ele já está homologado para operar junto com o KC-130, existindo ainda a previsão de poder ser reabastecido no futuro pelo KC-390 Millennium. Os equipamentos instalados permitem que em 5 minutos de reabastecimento a autonomia seja ampliada para mais 3h50min de voo, o que já representa um ganho operacional mesmo que essa

funcionalidade envolva limitações, riscos e um elevado custo operacional (OTAN, 2019).

4.3.3 Delimitação do Emprego Operacional

Ao dar prosseguimento ao trabalho de pesquisa, se faz necessário, para fins de melhor delimitar a análise comparativa, assumir algumas premissas. A primeira premissa assumida foi que a localização do objeto de busca era de conhecimento do SISSAR, quer seja por meio de satélites, busca visual ou qualquer outro auxílio disponível, tendo assim, já finalizadas as surtidas de busca e iniciada a missão de salvamento.

A segunda premissa foi que os planejamentos foram confeccionados com base na operação em condições normais, tempo de paz e com meteorologia compatível com o voo em condições visuais, pois, para a realização do REVO, as condições meteorológicas mínimas devem ser de 3 Nm de visibilidade e separação de 1000 ft do teto de nuvens, respeitando uma altura mínima de 500 ft acima do solo (OTAN, 2019; UNITED STATES AIR FORCE, 2020).

A terceira premissa estabeleceu que, para fins de cálculo da área coberta, foram considerados como locais de decolagem, os aeródromos ao longo da costa brasileira que possibilitavam o abastecimento com querosene de aviação reunidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Aeródromos localizados na costa brasileira com disponibilidade de abastecimento com querosene de aviação

AERÓDROMO	LOCALIDADE	POSIÇÃO GEOGRÁFICA
SBMQ	Macapá, AP	00° 03' 03" N / 051° 04' 13" W
SBBE	Belém, PA	01° 23' 05" S / 048° 28' 44" W
SBSL	São Luís, MA	02° 35' 13" S / 044° 14' 10" W
SBFZ	Fortaleza, CE	03° 46' 33" S / 038° 31' 56" W
SBNT	Natal, RN	05° 54' 30" S / 035° 14' 57" W
SBFN	Fernando de Noronha, PE	03° 51' 17" S / 032° 25' 42" W
SBRF	Recife, PE	08° 07' 35" S / 034° 55' 22" W
SBMO	Maceió, AL	09° 30' 39" S / 035° 47' 30" W
SBAR	Aracaju, SE	10° 59' 07" S / 037° 04' 24" W
SBSV	Salvador, BA	12° 54' 31" S / 038° 19' 21" W
SBPS	Porto Seguro, BA	16° 26' 17" S / 039° 05' 02" W
SBVT	Vitória, ES	20° 15' 29" S / 040° 17' 11" W
SBES	São Pedro da Aldeia, RJ	22° 49' 00" S / 042° 05' 33" W
SBSC	Santa Cruz, RJ	22° 55' 58" S / 043° 43' 10" W
SBST	Santos, SP	23° 55' 41" S / 046° 17' 59" W
SBJV	Joinville, SC	26° 13' 23" S / 048° 47' 52" W
SBFL	Florianópolis, SC	27° 40' 13" S / 048° 33' 09" W
SBCO	Canoas, RS	29° 56' 44" S / 051° 08' 37" W

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Brasil (2022b)

A quarta premissa considera que os procedimentos de reabastecimentos em voo com KC-130 ocorreram em segurança, seguindo todas as normas e diretrizes emitidas pelas autoridades competentes.

Estabelecidas as premissas, e realizada a análise de toda a documentação pertinente ao objeto de estudo, pudemos estabelecer e apresentar os fatores de planejamento a serem considerados para a operação do H-36 nas circunstâncias exigidas.

As documentações emitidas pela FAB estabelecem que os deslocamentos envolvendo o H-36 devem ser planejados, considerando-se uma velocidade média sobre o solo de 130 kt (240 Km/h). Quanto à autonomia, levando-se em consideração um consumo médio de querosene de aviação de 600 Kg/h e que os tanques de combustível comportam 2.300 Kg, temos uma autonomia média de 3h50min de voo. Esse valor pode ser estendido em mais 1h10min, totalizando 5h de voo, caso o helicóptero esteja equipado com um tanque extra alijável, capaz de comportar mais 700 Kg de combustível (BRASIL, 2019a, 2019b).

Para essas circunstâncias, devemos debitar ainda da autonomia total da aeronave o equivalente a 30 minutos de voo, referentes à margem de segurança para pouso, e 20min para a realização de cada procedimento de içamento. As legislações preveem ainda uma margem extra de segurança para, caso as vítimas tenham se afastado da localização inicial, em decorrência da deriva marítima, o que pode acarretar a necessidade de que seja realizado um padrão de busca para localizá-las (BRASIL, 2019a, 2019b, 2019c).

Ainda das análises, temos que o planejamento deve respeitar um raio de alcance operacional máximo para o H-36 de até 227 Nm (420 Km) da costa, quando equipado com tanques alijáveis, podendo variar se a localidade para pouso não coincidir com a de decolagem, nesse caso, não devendo exceder um total de 454 Nm (840 Km). Vale salientar que essas limitações foram elaboradas sem levar em consideração a possibilidade da realização do REVO (BRASIL, 2019b)

Após toda a análise documental realizada, foi possível estabelecer os parâmetros operacionais de emprego, bem como os fatores que devem ser considerados para o planejamento de uma missão SAR com o H-36, utilizando o REVO para ampliar a sua capacidade, cumprindo assim o OE1.

4.4 Análise Comparativa dos Dados

Com as premissas e os fatores de planejamento devidamente estabelecidos, passamos a abordar o OE2, buscando determinar o raio de alcance do H-36 nos cenários propostos.

Como o Alcance Operacional com os tanques alijáveis e sem a utilização do REVO fora determinado em 227 Nm (500 Km).

Passando para a composição do cenário prospectivo, essa foi balizada pelas concepções doutrinárias de segurança extraídas das normas referentes ao emprego do REVO. Como os planejamentos devem considerar a disponibilidade de local que possibilite um pouso em emergência, fez-se necessário determinar então, o ponto limite de decisão em que o piloto avalia se deve prosseguir, ou não, na missão.

Para determinar o ponto de decisão, foi utilizada a autonomia total da aeronave equipada com tanque alijável (5h de voo). Dessa autonomia, foram deduzidos 20min para a realização dos procedimentos necessários para o REVO e 30 minutos relativos à margem de segurança para pouso. As 4h10min restantes englobavam o percurso de ida e de regresso. O resultado foi uma disponibilidade de 2h05min para o trajeto de ida, equivalendo a 270 Nm (500 Km).

Esse ponto de decisão, após a realização do REVO, passou então a figurar, para fins de planejamento, como se fosse um novo ponto de início, devendo a aeronave, a partir daí, possuir autonomia suficiente para prosseguir até o local do objetivo, executar os procedimentos de exfiltração da vítima e regressar. Destacamos que nesta segunda etapa, que envolve o contato visual e içamento da vítima, o alcance não pode exceder as 454 Nm preestabelecidas, que equivalem a 3h30min de voo.

Da associação da autonomia disponível até o ponto de decisão (270 Nm) com o Alcance Operacional (454 Nm) obtemos a capacidade de percorrer um total de 724 Nm (1.340 Km). Esse foi dividido em dois percursos, equivalendo assim a um raio de alcance operacional, estendido de 362 Nm (670 Km) ou 5h35min de voo, isso para uma missão, realizando apenas um procedimento REVO.

A fim de maximizar o alcance, e aproveitando a presença da aeronave reabastecedora na área de operações, existe a possibilidade de se efetuar reabastecimentos sucessivos. Esses procedimentos possibilitam um ganho ainda maior no alcance.

Ao proceder com os cálculos necessários para obtenção do alcance máximo, em virtude da realização de reabastecimentos sucessivos, pudemos observar que a utilização do REVO dessa maneira reflete em um ganho de autonomia que obedece a uma progressão geométrica na razão equivalente a:

$$q = 1 \div 2 \quad (3)$$

Ou seja, a cada reabastecimento consecutivo, em virtude da necessidade de possuir local seguro para pouso, o incremento no alcance nas missões sobre o mar equivale à metade do

observado no reabastecimento anterior, estendendo-se assim até o limite total da autonomia da aeronave, 454 Nm para o H-36.

Após a obtenção dos dados, esses foram reunidos na tabela 2, concluindo assim o OE2.

Tabela 2 – Raio de Alcance do H-36 Caracal

CENÁRIO	RAIO DE ALCANCE		
	NM	KM	TEMPO
Translado	270	500	4h10min
Operacional Básico	227	420	3h30min
Operacional Estendido	362	670	5h35min
Operacional Máximo	454	840	7h

Fonte: O autor

Aplicando a teoria apresentada por Goldratt e Cox (1997), que afirma que em toda organização pode ser observada a presença de um fator limitador que compõe a restrição, e as orientações contidas na primeira etapa, podemos observar por meio da Tabela 2, que existe uma restrição imposta ao desempenho das missões de resgate em virtude do limitado alcance que impede alcançar toda a extensão área de responsabilidade. Como a restrição está ligada diretamente ao equipamento disponível e à qualificação da mão de obra, ela pode ser classificada como interna e física.

Ainda segundo os autores, deve-se abordar o elo mais fraco, e uma intervenção nos elos mais fortes não aumentam a capacidade total. Dessa forma, se forem envidados esforços nos demais componentes do SISSAR, como a capacidade de detecção ou de pronta-resposta, ainda assim a restrição observada continuará atuando (GOLDRATT; COX, 1997).

A abordagem desta pesquisa, por si só já compõe a segunda etapa proposta por Goldratt e Cox (1997) que diz respeito a traçar estratégias, buscando solucionar a restrição, fazendo uso primordialmente dos recursos já disponíveis. Esses foram identificados como sendo compostos pelas aeronaves reabastecedoras e pelos helicópteros com capacidade de serem reabastecidos.

Abordando o OE3, os dados constantes na Tabela 2 foram inseridos no *Software* Google Earth, dessa inserção pudemos obter o raio de alcance dos helicópteros, a partir dos aeródromos da Tabela 1. A junção das áreas determinadas por cada um dos raios deu forma à porção que é coberta em cada cenário.

Para a utilização do H-36 sem o apoio do REVO, no Cenário Operacional Básico, obtemos uma área, calculada por meio do próprio *software*, medindo 2.540.000 Km².

Aplicando a mesma metodologia para o H-36, fazendo uso de um reabastecimento em voo, foi possível obter uma área de 4.420.000 Km² para o Cenário Operacional Estendido.

Com a utilização de sucessivos reabastecimentos no Cenário Operacional Máximo, que também corresponde à maior área coberta pelo H-36, foi possível chegar a um total de 7.145.000 Km².

De posse dos dados referentes à área total de responsabilidade SAR brasileira sobre o Oceano Atlântico, também calculada pelo *software*, foi possível compilar a Tabela 3 para proceder à análise.

Tabela 3 – Área coberta do H-36 Caracal na região de Busca e Salvamento Aeronáutico no Oceano Atlântico sob responsabilidade brasileira

CENÁRIO	ÁREA	PERCENTUAL
SAR ATLÂNTICO (sob responsabilidade brasileira)	13.870.000 Km ²	100%
Operacional Básico	2.540.000 Km ²	18,31%
Operacional Estendido	4.420.000 Km ²	31,87%
Operacional Máximo	7.145.000 Km ²	51,51%

Fonte: O autor

Ao realizar uma análise comparativa entre indivíduos idênticos, que se distinguem em termos de performance apenas por uma característica, e auxiliada pela utilização de cenários prospectivos que representam momentos semelhantes, podemos eliminar qualquer fator externo que também pudesse explicar a diferença nos resultados. Dessa maneira, pudemos afirmar que existe uma relação causal entre a adoção do REVO e a ampliação da área coberta (GERTLER *et al*, 2018).

A área da região sob responsabilidade SAR brasileira no Oceano Atlântico corresponde a 13.870.000 Km². Dos dados obtidos, pudemos observar que a área dessa região coberta pelo H-36 passa de 2.540.000 Km² para 7.145.000 Km² ao utilizar o REVO em sua capacidade máxima com reabastecimentos sucessivos.

Dessa feita, da aplicação da equação 1 temos: $\Delta = 51,51\% - 18,31\% = 33,2\%$.

É possível assim verificar uma ampliação significativa da capacidade de cobertura da área SAR, sendo a nova área obtida, 2,813 vezes maior do que a disponível atualmente. Essa grandeza representa um incremento de 181,30% na capacidade de cobertura atual, atingindo assim o OE3 estabelecidos.

Na imagem 2 é possível observar a plotagem dos três cenários estudados. Em azul está delimitado o Cenário Operacional Básico, em amarelo o Cenário Operacional Estendido, e em verde, Cenário Operacional Máximo. A área total de responsabilidade brasileira está representada em branco com contorno laranja.

Mapa 2 – Área coberta do H-36 Caracal na região de Busca e Salvamento Aeronáutico no Oceano Atlântico sob responsabilidade brasileira



Fonte: O autor

Retomando a teoria das restrições de Goldratt e Cox (1997), tratando da terceira etapa, os dados apresentados fornecem subsídios suficientes para a aplicação prática do REVO, como medida para aumentar a capacidade de resgate do H-36, voltando os esforços para a consolidação da doutrina e treinamento das equipagens e quebrando a restrição atual.

Com essas medidas, chegamos à quarta etapa, que é a verificação, ainda teórica, de que a restrição inicial apresentada foi suplantada pelo aumento da área coberta. Que concomitantemente nos leva à quinta etapa, observar se alguma nova restrição ainda permanece atuando.

Dessa etapa, a nossa observação é capaz de identificar as novas restrições que interferem na cobertura total da área de responsabilidade brasileira.

A primeira que visualizamos está atrelada ao gerenciamento do risco, no que diz respeito necessidade de que exista uma localidade que permita um pouso, em caso de falha no reabastecimento, sem essa condição limitante, o alcance seria ampliado de forma semelhante

ao encontrado nos HH-53C durante a missão de travessia do Pacífico.

Essa restrição, pode vir a ser mitigada no futuro, a depender dos avanços tecnológicos e da elevação da confiabilidade dos sistemas de reabastecimento e de voo.

A permanência máxima do modelo elaborado, considerando reabastecimentos sucessivos ficou limitado a 7h de voo, nesse caso, a próxima provável restrição que surgiria após a eliminação da última apresentada, está relacionada com o cumprimento das normas que regulam a fadiga dos tripulantes.

5 CONCLUSÃO

O Brasil detém responsabilidade sob a salvaguarda da vida humana em uma parcela considerável do Atlântico Sul. Nessa região, em virtude das peculiaridades inerentes ao poder aéreo, a FAB, por meio do SISSAR atua de forma a garantir a pronta resposta do Estado brasileiro.

Com foco na recente aquisição de equipamentos que permitem o reabastecimento em voo, de parte dos helicópteros da frota da FAB, foi montado este estudo para avaliar o impacto decorrente dessa implantação da capacidade. O trabalho foi desenvolvido sob a ótica da metodologia de montagem de cenários prospectivos, de modo que possibilitasse a análise comparativa entre as condições atuais de operação e as perspectivas futuras de emprego, para a Aviação de Asa Rotativas, nas missões operacionais sobre o Oceano Atlântico.

Inicialmente, para alcançar o OE1 foi realizada uma pesquisa bibliográfica entre as principais legislações e normas que balizam as ações SAR e o emprego do REVO no mundo, seguindo por uma análise de uma missão sob a tutela do ARCC-AO que serviu de elemento Contrafactual, para assegurar a existência da relação de causa e efeito e poder mensurar corretamente o impacto da implantação do REVO.

Em seguida, foi realizada uma apresentação do meio-ambiente que serviu de palco para o estudo e os desafios impostos pela vasta extensão de massa d'água que abriga um expressivo tráfego de aeronaves e embarcações, mas também, é extremamente restrito na disponibilidade de pontos de apoio e da aeronave H-36, com suas capacidades e características.

Após isso, para aprofundar-se no estudo, fez-se necessário o estabelecimento de premissas delimitadoras para possibilitar uma análise comparativa com foco nas intervenções de resgate, no sentido estrito do termo, de modo que a montagem dos cenários ocorresse de forma realista e seguindo os preceitos encontrados nas condições normais de operação.

Buscando a consecução do OE2, foi direcionado um estudo baseado nos dados de performance da aeronave, das áreas de atuação e dos limites de operação para cada um dos modelos de emprego, sendo eles elaborados conforme as capacidades atuais já desenvolvidas e com o auxílio de um, ou sucessivos reabastecimentos em voo, partindo de cada um dos aeródromos disponíveis ao longo da costa brasileira.

Partindo para a análise comparativa dos cenários propostos, no OE3, para as missões SAR em ambiente oceânico, foi procedida a montagem do cenário no *software* Google Earth podendo identificar a relação de ganho de autonomia para a realização dos reabastecimentos sucessivos, e com isso, compreender de que maneira as limitações impostas pelo REVO para o H-36 influenciam no desempenho das missões de resgate no cenário proposto.

Todo o alicerce teórico permitiu realizar as análises sob a luz do que fora estabelecido por Goldratt e Cox, seguindo as cinco etapas propostas, passando desde a identificação da restrição até o reinício do ciclo com a identificação de novas limitações.

Da análise quantitativa, temos que a eliminação de atual restrição representa um aumento significativo no alcance dos helicópteros H-36 sobre a área de responsabilidade brasileira no Oceano Atlântico, um ganho da ordem de 181,3%. A área coberta máxima equivale a 2,813 vezes a área atual, chegando assim ao que fora proposto no Objetivo Geral, que consistia em analisar em que medida a utilização do reabastecimento em voo no helicóptero H-36 contribui para uma ampliação da capacidade de Busca e Salvamento na região oceânica sob responsabilidade brasileira.

A presente pesquisa foi assim, capaz de apresentar significativas contribuições a um desenvolvimento operacional sólido e perene da FAB, reduzindo as incertezas e fornecendo valiosos subsídios para os planejadores e para as autoridades na condução do processo decisório, sendo uma ferramenta útil para o atendimento aos compromissos internacionais assumidos pelo Estado brasileiro.

Contudo, em decorrência das limitações impostas à presente pesquisa, deixamos como sugestão o estudo da aplicação e da influência do REVO nas missões de Busca e Salvamento em ambiente amazônico, bem como um estudo aprofundado sobre as novas restrições apresentadas.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, R. G. **Amazônia Azul: um patrimônio a ser defendido**. Trabalho de Conclusão de Curso – Monografia apresentada ao Departamento de Estudos da Escola Superior de Guerra como requisito à obtenção do diploma do Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia (CAEPE-ESG), Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://xdocs.com.br/doc/amazonia-azul-um-patrimonio-a-ser-defendido-987jeqwp08z>. Acesso em: 26 fev. 2022.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando de Operações Aeroespaciais. **Procedimento para o cumprimento de ações SAR - NOREMP/SAR 01**. Brasília, 2019a.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando de Preparo. **Fatores de planejamento para ações de Busca e Salvamento - NOPREP/OPR/06A**. Brasília, 2019b.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **AIP BRASIL**. Rio de Janeiro: Anais, 09 jun. 2022a. Disponível em: <https://aisweb.decea.mil.br/?i=publicacoes&p=aip>. Acesso em: 15 jun. 2022.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2019**. Rio de Janeiro, 2020a. Disponível em: http://portal.cgna.decea.mil.br/files/uploads/anuario_estatistico/anuario_estatistico_2019.pdf. Acesso em: 25 fev. 2022.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **CIRCEA 64-10**: Carta de Acordo Operacional entre o Sistema de Busca e Salvamento Aeronáutico e o Serviço de Busca e Salvamento da Marinha do Brasil. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/circea-64-10>. Acesso em: 25 fev. 2022.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Diferenças entre as SRR Marítimas e Aeronáuticas**. Apresentação de PowerPoint, CD-ROM. 2021. 9 slides.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA nº 98/DGCEA, de 26 de julho de 2019. Aprova a reedição do MCA 64-3, Manual de Coordenação de Busca e Salvamento Aeronáutico. **Boletim do Comando da Aeronáutica**. Rio de Janeiro, n. 144, f. 10838, 15 ago. 2019c. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/mca-64-3>. Acesso em 25 fev.2022.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **ROTAER**. Rio de Janeiro. 2022b. Disponível em: <https://aisweb.decea.mil.br/?i=aerodromos>. Acesso em: 07 jul. 2022.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **SAR005**: Curso Básico de Busca e Salvamento. Rio de Janeiro, 2020b.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 1.225/GC3, de 10 de novembro de 2020. Aprova a edição da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira - Volume 2 (DCA-1-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, n. 205, f. 14971, 12 nov. 2020c. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/unifa/ppgca/images/conteudo/D->

QBRN/DCA_1-1_DOCTRINA_BSICA_DA_FORA_AREA_BRASILEIRA_-_VOLUME_2_2020.pdf. Acesso em: 26 fev.2022.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 106/GC3, de 28 de janeiro de 2020. **Altera o Sistema de Busca e Salvamento Aeronáutico**. Diário Oficial da União, Brasília, n. 20, s.1 f. 14, 29 jan. 2020d. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/280628662/dou-secao-1-29-01-2020-pg-14/pdfView>. Acesso em 26 fev.2022.

BRASIL. Decreto Legislativo nº 179, de 2018. Aprova a Política Nacional de Defesa, a Estratégia Nacional de Defesa e o Livro Branco de Defesa Nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/2018/decretolegislativo-179-14-dezembro-2018-787452-exposicao-demotivos-157024-pl.html>. Acesso em 26 fev.2022.

BRASIL. Marinha Do Brasil. **Comando do 1º Distrito Naval**. NPaOc “Amazonas” realiza 15ª operação de reabastecimento ao Posto Oceanográfico da Ilha de Trindade. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/com1dn/noticia/npaoc-%E2%80%9Camazonas%E2%80%9D-realiza-15%C2%AA-opera%C3%A7%C3%A3o-reabastecimento-ao-posto-oceanogr%C3%A1fico-da-ilha>. Acesso em: 23 jun. 2022c.

BRASIL. Marinha Do Brasil. **Comando do 1º Distrito Naval**. Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade. Rio de Janeiro-RJ. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/com1dn/poit>. Acesso em: 23 jun. 2022d.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Força Aérea Brasileira**: FAB receberá versão operacional do H-36 Caracal ainda em 2015. Brasília, 2015. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/23965/REAPARELHAMENTO%20-%20FAB%20receber%C3%A1%20vers%C3%A3o%20operacional%20do%20H-36%20Caracal%20%20ainda%20em%202015>. Acesso em: 30 jun. 2022.

BRUNING, G. E.; KALIL, M. B.; MAHMUD, S. J. (Org.). **Avaliação e manejo domiciliar de crises convulsivas**. São Luiz. Una-sus, 2014. p. 18. Disponível em: <https://ares.unasus.gov.br/acervo/html/ARES/1223/3/Unidade%2004.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2022.

BUREAU D’ENQUÊTES ET D’ANALYSES POUR LA SÉCURITÉ DE L’AVIATION CIVILE. **Final Report**: flight AF 447 Rio de Janeiro – Paris. Paris. BEA. 2012. Disponível em: <https://bea.aero/docspa/2009/f-cp090601.en/pdf/f-cp090601.en.pdf>. Acesso em 22 jun. 2022.

CEMBRANELLI, L. Ilha da Trindade - Para chegar à ilha. **Folha Online**. São Paulo, 2002. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/folha/turismo/aventura/ilha_da_trindade-para_chegar.shtml. Acesso em: 23 jun. 2022.

CLAASE, E. H. **Robust multi-H2 output-feedback approach to aerial refuelling automation of large aircraft via linear matrix inequalities**. Stellenbosch, 2013. Dissertação apresentada ao Departamento de Elétrica e Eletrônica como requisito para conclusão do Mestrado em Engenharia da Universidade de Stellenbosch, 2013. Disponível em: <http://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/80195> Acesso em: 25 fev. 2022.

- COLBURN, T. W. **Running on Empty: The Development of Helicopter Aerial Refueling and Implications for Future USAF Combat Rescue Capabilities.** Air University Maxwell AFB, Alabama, 1997. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA398604>. Acesso em 27 fev.2022.
- DEVINE V. S-65/H-53A/D Sea Stallion/ H-53E Super Stallion. **Sikorsky Archives.** 2013. Disponível em: <https://www.sikorskyarchives.com/S-65H-53D%20SEA%20STALLION.php>. Acesso em: 30 jun. 2022.
- EUROCOPTER EC225 Super Puma MkII. **Aerospace technology.** Londres. Disponível em: https://www.aerospace-technology.com/projects/eurocopter_ec225/. Acesso em: 30 jun. 2022.
- EUROCOPTER. **PMV - RFM EC725AP:** Regulatory Flight Manual, Brazilian Rotorcraft Flight Manual, vol. 1, Marignane: Eurocopter, 2012a.
- EUROCOPTER. **PMV - CFM EC725AP:** Complementary Flight Manual, Brazilian Rotorcraft Flight Manual, vol. 2, Marignane: Eurocopter, 2012b.
- FREITAS, R. G. et al. Apendicite aguda. **Revista do Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v.8, n.1, p.38-51, jan./jun., 2009. Disponível em: www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistahupe/article/view/9231. Acesso em: 24 fev. 2022.
- GERTLER, P. et al. **Avaliação de Impacto na prática.** ed. 2, Washington D.C: Banco Mundial, 2018.
- GOLDRATT, E. M. e COX, J. **A Meta: Um processo de aprimoramento contínuo.** ed. ampliada. Tradução de Claudiney Fullmann. São Paulo: Educator, 1997.
- GOLDRATT ASSOCIADOS. **Vantagens competitivas sustentáveis através da estratégia, excelência operacional e da integração da cadeia de valor.** 2022. Disponível em: <https://www.goldratt.com.br/>. Acesso em: 08 jul. 2022.
- GOOGLE Earth Pro. Versão 7.3.4.8642 (64-bit). Google LLC, 2022. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>.
- H225M: A combat-proven multi-role helicopter. **Airbus.** Leiden. 2022. Disponível em: <https://www.airbus.com/en/products-services/helicopters/military-helicopters/h225m/>. Acesso em: 30 jun. 2022.
- ICAO - INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Doc 9731 IAMSAR:** International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual Produzido em colaboração com a IMO e a SOLAS. 10th ed. Montreal: ICAO PUBLICATION, v. 1st, 2019.
- INDIAN AIR FORCE. **Basic Doctrine of the Indian Air Force.** New Delhi: Air Headquarters. 2012. Disponível em: <https://defenceforumindia.com/threads/basic-doctrine-of-the-indian-air-force-2012.42530/>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- JEFF COX. **About Jeff Cox.** 2022. Disponível em: <https://www.jeffcox.com/contact>. Acesso em: 08 jul. 2022.
- LAMARCHE, S. **The Backbone of Reach & Power: Air-To-Air Refueling In The RCAF.** Dissertação apresentada como requisito para conclusão do Mestrado em Estudo de Defesa da

Canadian Forces College, Toronto. 2015. Disponível em:
<https://www.cfc.forces.gc.ca/259/290/317/286/lamarche.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2022.

LEITE, B. R. A. Demandas e Condicionantes para Efetivação da Busca Eletrônica com o Radar SAR na FAB. **Revista Conexão SIPAER**, Brasília, DF, v. 7, n. 1, p. 143-149. 2016. Disponível em: <http://conexaosipaer.com.br/index.php/sipaer/article/view/394/337> Acesso em: 25 fev. 2022.

MENDONÇA, M. B. **Técnicas de Prospecção e Análise de Cenários Futuros nos Governos e Administração Pública do Brasil**: Revisão da Produção Científica Brasileira de 2001 a 2010. Porto Alegre: V Encontro de Estudos em Estratégias, 2011. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/3Es51.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2022.

MINISTRY OF DEFENCE OF UNITED KINGDOM. **Joint Doctrine Publication 0-30: UK Air and Space Power**. ed. 2nd, Swindon: Development, Concepts and Doctrine Centre (DCDC). 2017. Disponível em:
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/668710/doctrine_uk_air_space_power_jdp_0_30.pdf. Acesso: em 22 jun. 2022.

MOORE, C. **Coast Guard Rescue of the Sea Breeze off the Outer Banks: On The Wings of Angels**. 2021. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=L_3cyixj3pA. Acesso em: 22 jun. 2022.

OLIVEIRA, N. Brasil será 1º país da América do Sul a reabastecer helicóptero em voo. **Portal EBC**, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em:
<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-12/brasil-tera-primeiro-helicoptero-da-america-do-sul-reabastecido-em-voo>. Acesso em: 24 fev. 2022.

OTAN - NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. **Air-to-Air Refuelling - ATP-56/ ATP-3.3.4.2**. ed. D, v. 1. Bruxelas: NATO Standardization Office (NSO). 2019. Disponível em: <https://coi.japcc.org/app/uploads/ATP-3.3.4.2-EDD-V1-E-6.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2022.

OTAN - NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. **Air-to-Air Refuelling Consolidation: An Update**. Kalkar: Joint Air Power Competence Centre (JAPCC). 2014. Disponível em: <https://www.japcc.org/white-papers/air-to-air-refuelling-consolidation/>. Acesso em: 22 jun. 2022.

PARREIRA, J. G. et al. Conduta nas urgências e emergências cirúrgicas não traumáticas durante a pandemia COVID-19. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 47, 2020. Disponível em: <https://cbc.org.br/wp-content/uploads/2020/05/Cirurgia-de-urge%CC%82ncias-e-emerge%CC%82ncias-na%CC%83o-trauma%CC%81ticas-durante-a-pandemia-COVID-19.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2022.

PIEGAS, L. S. et al. V Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre tratamento do infarto agudo do miocárdio com supradesnível do segmento ST. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 105, p. 1-121, 2015. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/abc/v105n2s1/0066-782X-abc-105-02-s1-0001.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2022.

ROYAL CANADIAN AIR FORCE. **Canadian Forces Aerospace Doctrine: B-GA-400-000/FP-000**. ed. 2nd. Commander 2 Canadian Air Division - Air Force Doctrine and Training

Division. Winnipeg, 2010. Disponível em:
https://publications.gc.ca/collections/collection_2011/dn-nd/D2-184-2010-eng.pdf. Acesso em: 25 fev. 2022.

ROSA, C. E. V. **Poder Aéreo**: guia de estudos. Rio de Janeiro: Luzes - Comunicação, Arte & Cultura, 2014.

SANTOS L. Ministro da Defesa participa de treinamento conjunto com helicópteros das Forças Armadas. **Ministério da Defesa**. Brasília, 2020. Disponível em:
<https://www.gov.br/defesa/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/ministro-da-defesa-participa-de-treinamento-conjunto-com-helicopteros-das-forcas-armadas>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SARMASTER versão 3.33. Honeywell International Inc, 2020.

SOUZA JÚNIOR, A. A. M. **A formação de rede para o atendimento de desastres de massa: o caso do acidente aéreo do voo 447 da Air France**. Dissertação apresentada como requisito para conclusão do Mestrado em Administração Pública da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresa da Fundação Getúlio Vargas (EBAPE-FGV), Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/9855>
Acesso em: 25 fev. 2022.

TEIXEIRA, M. Busca e resgate no mar. **Revista de Medicina**, v. 91, n. 1, p. 25-27, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistadc/article/view/58953>. Acesso em: 24 fev. 2022.

UNITED STATES AIR FORCE. **Air Refuelling** - Air Force Doctrine Document 2-6.2. ed. D, v. 1. Montgomery: 1999. LeMay Center for Doctrine Development and Education - Maxwell AFB. Disponível em:
<https://www.globalsecurity.org/military/library/policy/usaf/afdd/2-6-2/afdd2-6-2.pdf>. Acesso em 22 jun. 2022.

UNITED STATES AIR FORCE. **US Standards Related Document - ATP-3.3.4.2**. ed. D. St. Clair: Scott AFB. 2020.

WILTGEN G. FAB recebe hoje primeiro H225M operacional. **Defesa Aérea & Naval**. Brasília, 2015. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/aviacao/fab-recebe-hoje-primeiro-h225m-operacional>. Acesso em: 30 jun. 2022.

GLOSSÁRIO

Amerissagem: Pouso de uma aeronave na água.

Casualty Evacuation: Termo de origem militar que define o transporte de indivíduos feridos.

Contrafactual: É a situação ou evento que não aconteceu, mas poderia ter acontecido.

Ex-ante: Antes do fato, baseado em suposição e prognóstico.

Homem ao mar: Incidente envolvendo a queda de uma pessoa de um navio ou embarcação diretamente na água.

Receiver: Aeronave capaz de efetuar REVO, recebendo combustível da aeronave reabastecedora.

Probe: Sonda de reabastecimento.

Tanker: Aeronave capaz de efetuar REVO, transferindo combustível para a aeronave recebedora.