



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

LEONARDO BEZERRA SALIM, Ten Cel Av

***Forward Arming and Refueling Points (FARP), uma condicionante para a  
consecução da Ação de Força Aérea CSAR no cenário amazônico***

Rio de Janeiro  
2021

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

LEONARDO BEZERRA SALIM, Ten Cel Av

***Forward Arming and Refueling Points (FARP), uma condicionante para a consecução da Ação de Força Aérea CSAR no cenário amazônico***

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Curso Avançado de  
Comando e Estado-Maior da Escola de  
Comando e Estado-Maior da Aeronáutica.  
Linha de Pesquisa: Poder Militar.  
Orientador: Heráclito Moreira de Souza.

## RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo analisar o impacto operacional advindo da implementação das *Forward Arming and Refueling Points* (FARP) na execução das missões de Busca e Salvamento em Combate (CSAR) pela FAB no cenário amazônico, à luz da Teoria das Restrições de Goldratt. Inicialmente, a metodologia empregada baseou-se na apresentação e análise do *modus operandi* de uma missão CSAR e no delineamento de um cenário operacional hipotético no extremo norte da Região Amazônica. Em ato contínuo, foram obtidos, em fonte aberta, os dados técnicos dos helicópteros plausíveis de serem empregados numa missão CSAR (AH-2/H-36/H-60L), bem como da aeronave de caça A-1, a qual serviu como parâmetro para viabilizar a análise da área de cobertura da força tarefa CSAR. Com as informações disponíveis, as *performances* de emprego das aeronaves foram inseridas no *software Google Earth-Pro*, possibilitando a análise pictórica das áreas de possível cobertura CSAR em relação à área de emprego da aeronave A-1, sendo constatado que, apenas, 11,20% desta seria coberta. O raio de ação dos helicópteros foi identificado como sendo o principal fator limitador, sendo proposto o seu incremento por meio da simulação da implementação das FARP nas proximidades dos Pelotões Especiais de Fronteira do Exército Brasileiro. Ao final, concluiu-se que, por meio do apoio logístico provido pela FARP, a nova área de cobertura CSAR passou a ser de 59,31% em relação a área de atuação da aeronave A-1, auferindo-se um ganho operacional significativo na capacidade de cobertura, na ordem de 529% em relação à capacidade inicial.

**Palavras-chave:** apoio logístico; CSAR; FARP; Teoria das Restrições.

## **ABSTRACT**

*This research analyzed the operational impact arising from the implementation of Forward Arming and Refueling Points (FARP) during Combat Search and Rescue (CSAR) actions by the BAF in the amazonian scenario, thought the Goldratt's Theory of Constraints. Initially, the methodology was based on the presentation and analysis the modus operandi of CSAR mission and the design of a hypothetical operational scenario in the extreme north of the Amazon Region. In a continuous act, technical data of helicopters used in a CSAR mission (AH-2/H-36/H-60L) were obtained, in open source, as well as of the A-1 fighter aircraft, which served as a parameter to enable the analysis of the area covered by the CSAR task force. With these information, the aircraft's performances were entered into the Google Earth-Pro software, enabling the pictorial analysis the areas of possible CSAR coverage in relation to the area of employment of the A-1 aircraft, verifying that only 11.20% of this area would be covered. The range of action of the helicopters was identified as the limiting factor, and it was proposed to increase the range of vectors by simulating the implementation of FARP in the vicinity of Special Border Platoons of the Brazilian Army. In the end, it was concluded that, through the logistical support provided by the FARP, the new CSAR coverage area increased to 59.31% in relation to the operating area of the A-1 aircraft, resulting in a significant operational gain in coverage capacity, in the order of 529% in relation to the initial capacity.*

**Keywords:** CSAR; FARP; logistic support; Theory of Constraints.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Apresentação gráfica das definições de Alcance e Raio de Ação .....	23
Figura 2 - Verificação da acuracidade da ferramenta de definição de área do software <i>Google Earth-Pro</i> .....	26
Figura 3 - Área de cobertura além-fronteiras da CSARTF, sem o emprego da FARP, em relação à área de atuação da aeronave A-1 .....	27
Figura 4 - Representação gráfica da localização dos PEF do EB localizados até 360 NM da BABV .....	31
Figura 5 - Área de cobertura além-fronteiras da CSARTF, com o emprego da FARP, em relação à área de atuação da aeronave A-1 .....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informações operacionais obtidas nos gráficos de desempenho das aeronaves AH-2, H-36 e H-60L .....	24
Tabela 2 - Informações operacionais da aeronave A-1 .....	25
Tabela 3 - Tabela de cálculo da área de cobertura da CSARTF, sem o emprego da FARP, em relação ao raio de ação da aeronave A-1 .....	28
Tabela 4 - Tabela de cálculo da área de cobertura da CSARTF, com o emprego da FARP, em relação à área de atuação da aeronave A-1 .....	32

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Pelotões Especiais de Fronteira do EB localizados até 360 NM da BABV .....	30
--	----

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

**BABV** - Base Aérea de Boa Vista  
**BAMN** - Base Aérea de Manaus  
**CCEM** - Curso de Comando e Estado-Maior  
**CMA** - Comando Militar da Amazônia  
**COMAER** - Comando da Aeronáutica  
**CSAR** - *Combat Search and Rescue*  
**CSARTF** - *Combat Search and Rescue Task Force*  
**DCA** - Diretriz do Comando da Aeronáutica  
**EB** - Exército Brasileiro  
**END** - Estratégia Nacional de Defesa  
**EXOP** - Exercícios Operacionais  
**EXTEC** - Exercícios Técnicos  
**F Ae** - Força Aérea  
**FAB** - Força Aérea Brasileira  
**FAC** - Força Aérea Componente  
**FARP** - *Forward Arming and Refueling Points*  
**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
**MD** - Ministério da Defesa  
**OE** - Objetivos Específicos  
**PEF** - Pelotões Especiais de Fronteira  
**QN** - Questões Norteadoras  
**RESCORT** - *Rescue Escort*  
**REVO** - Reabastecimento em Voo  
**TCC** - Trabalho de Conclusão de Curso  
**TIPI** - *Technical Information Publication on Internet*  
**TO** - Teatro de Operações  
**TOC** - *Theory of Constraints*  
**UAe** - Unidades Aéreas  
**USA** - *United States of America*  
**USAF** - *United States Air Force*  
**US Army** - *United States Army*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>1.1</b>	<b>Problema de Pesquisa e Objetivos</b> .....	11
1.1.1	Questões Norteadoras .....	12
1.1.2	Objetivos (Geral e Específicos) .....	12
1.1.3	Relevância do Estudo .....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	16
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	20
<b>4.1</b>	<b>Definição da missão de Busca e Salvamento em Combate (CSAR)</b> .....	20
<b>4.2</b>	<b>Delineamento do cenário hipotético na Região Amazônica</b> .....	22
<b>4.3</b>	<b>Alcance operacional das aeronaves</b> .....	22
4.3.1	Alcance operacional das aeronaves de asas rotativas .....	23
4.3.2	Alcance operacional da aeronave de asa fixa .....	25
<b>4.4</b>	<b>Alcance operacional da CSARTF na FAB sem o emprego da FARP</b> .....	25
<b>4.5</b>	<b>Descrição das <i>Forward Arming and Refueling Point</i> (FARP)</b> .....	28
<b>4.6</b>	<b>Alcance operacional da CSARTF na FAB com o emprego da FARP</b> .....	30
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	33
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o avanço tecnológico e o dinamismo no trâmite das informações repercutiram diretamente no incremento da complexidade das condicionantes presentes na guerra moderna. Sendo assim, o desenvolvimento continuado das armas de combate, em especial das artilharias antiaéreas de curto, médio e longo alcance, atreladas aos radares de vigilância e diretores de tiro cada vez mais sensíveis e sofisticados, tem sido um fator complicador na condução das atividades aéreas no Teatro de Operações (TO).

Como consequência, verifica-se que o risco intrínseco das aeronaves serem abatidas na condução das incursões aéreas em território inimigo tem se elevado, demandando um maior nível de prontidão das Forças Armadas ao redor do mundo para viabilizar a execução das missões de Busca e Salvamento em Combate (*Combat Search and Rescue – CSAR*), as quais são voltadas à recuperação de militares ou civis isolados em ambientes hostis, normalmente com a existência de ameaças à força de recuperação.

Vale de nota que, a condução das missões de CSAR são executadas, primordialmente, por aeronaves de asas rotativas (helicópteros), considerando-se as características operacionais inerentes a esses tipos vetores, quais sejam: voar a baixíssima altura, maximizando a furtividade, bem como a sua capacidade de realizar o pouso vertical em um terreno não preparado, possibilitando a exfiltração dos combatentes em diversos tipos de ambiente.

A despeito das vantagens expostas, observa-se que os helicópteros possuem dois grandes óbices quando comparados às aeronaves de asa fixa (aviões), principalmente no que tange à baixa velocidade de deslocamento e à reduzida autonomia, comprometendo significativamente o alcance desse tipo de aeronave.

Diante dos óbices elencados, verifica-se que a aérea plausível de ser sobrevoada pelas aeronaves de asa fixa é significativamente superior quando comparada ao alcance efetivo dos helicópteros, o que poderá se tornar um fator complicador para a consecução da Ação de Força Aérea (F Ae) CSAR no cenário amazônico, uma vez que, dependendo da localização do ponto de decolagem dos helicópteros, poderá não ser viável a cobertura integral das rotas empregadas pelos aviões.

Ratifica-se que a deficiência operacional exposta tem assolado as principais

Forças Armadas do mundo, as quais tem mitigado o problema por meio da implementação de Pontos de Abastecimento e Remuniciamento Remotos em posições estratégicas, conhecidos internacionalmente pelo termo *Forward Arming and Refueling Points* (FARP), fornecendo o apoio logístico necessário quando este é vital para a consecução da missão.

Sendo assim, considerando-se que o déficit mencionado é latente em um país com as dimensões continentais como as do Brasil, estando a Força Aérea Brasileira (FAB) em uma fase incipiente no emprego da FARP, culminou na inquietação deste autor em realizar este artigo científico, no intuito de se verificar os ganhos operacionais advindos do emprego da FARP na Ação de F Ae CSAR no cenário amazônico.

### 1.1 Problema de Pesquisa e Objetivos

Atualmente, a FAB não possui uma doutrina consolidada de emprego da FARP, limitando-se à utilização de tanques flexíveis em ocasiões esporádicas, o que poderá ser um fator limitador na consecução da Ação de F Ae CSAR em um estado de beligerância, impactando diretamente no planejamento e na condução das atividades operacionais de uma Força Aérea Componente<sup>1</sup> (FAC).

Agravando a situação exposta, constata-se que a capacidade logística da FARP não tem sido explorada nos recentes Exercícios Operacionais (EXOP) e Exercícios Técnicos (EXTEC) conduzidos no âmbito da FAB.

Ou seja, treina-se eficientemente todas as etapas inerentes à missão de CSAR (planejamento “na carta”, *briefing*, coordenações, procedimentos do evasor, *debriefing*, dentre outras), entretanto, não se concede a devida relevância ao aspecto logístico, o qual poderá se tornar um fator impeditivo para o cumprimento da missão, mais especificamente, o apoio de abastecimento em ponto remoto.

Corroborando a importância do aspecto logístico em um estado de beligerância, ratifica-se o exposto na Estratégia Nacional de Defesa (END):

A mobilidade estratégica - entendida como a aptidão para se chegar rapidamente ao teatro de operações – reforçada pela **mobilidade tática** – entendida como a **aptidão para se mover dentro daquele teatro** - é o complemento prioritário do monitoramento/controlado e **uma das bases do poder de combate [...]**.

**O imperativo de mobilidade ganha importância decisiva, dadas a vastidão do espaço a defender e a escassez dos meios para defendê-lo. O esforço de presença, sobretudo ao longo das fronteiras terrestres e**

<sup>1</sup> “Conjunto de unidades e organizações de uma mesma força armada que integra uma força conjunta.” (BRASIL, 2015, p. 119).

nas partes mais estratégicas do litoral, tem limitações intrínsecas. **É a mobilidade que permitirá superar o efeito prejudicial de tais limitações.** (BRASIL, 2008, p. 3, grifo nosso)

Diante das informações expostas, o problema de pesquisa foi definido da seguinte forma: Em que medida a implementação da FARP, no cenário amazônico, impactará na execução da Ação de F Ae CSAR?

#### 1.1.1 Questões Norteadoras

Para orientar o desenvolvimento do trabalho, mantendo o foco no problema, foram consideradas as seguintes Questões Norteadoras (QN):

- a) QN1 - Qual o alcance operacional da FAB na condução da Ação de F Ae CSAR na Região Amazônica?;
- b) QN2 - Quais as potencialidades operacionais advindas da implementação da FARP, na Região Amazônica, para a consecução da Ação de F Ae CSAR?

#### 1.1.2 Objetivos (Geral e Específicos)

O objetivo geral do trabalho teve a seguinte concepção: analisar o impacto operacional advindo da implementação da FARP, no cenário amazônico, para a execução da Ação de F Ae CSAR.

Sendo assim, com o intuito de serem respondidas as Questões Norteadoras elencadas no subitem 1.1.1, foram estabelecidos os seguintes Objetivos Específicos (OE):

- a) OE1 - Identificar a capacidade de execução da Ação de F Ae CSAR no cenário amazônico, considerando-se as características técnicas das aeronaves de asas rotativas (AH-2, H-36 e H-60L) e de asa fixa à reação (a jato) com a missão precípua de ataque ao solo (A-1), em operação na FAB;
- b) OE2 - Descrever as capacidades técnicas intrínsecas de uma FARP;
- c) OE3 - Analisar o incremento da capacidade operacional na condução da Ação de F Ae CSAR proveniente do emprego da FARP no cenário amazônico.

### 1.1.3 Relevância do Estudo

A pesquisa possui relevância na medida em que será possível auferir o grau de dependência existente para se prover a execução das missões de CSAR em relação a existência das FARP no cenário amazônico.

A metodologia empregada fundamentou-se na possibilidade de se estratificar a existência ou não de áreas impossíveis de serem cobertas pelas missões de CSAR, considerando-se a disparidade de *performance* e, conseqüentemente, a grande diferença de alcance entre as aeronaves de asas rotativas, responsáveis pelo resgate, em relação aos aviões de alta performance, empregados para a execução de missões em profundidade.

Desta maneira, foi possível verificar a importância da existência do apoio logístico proporcionado pela FARP nos rincões do Brasil, tornando-se uma condicionante para a consecução da missão de CSAR, possibilitando apresentar, ao Comando da Aeronáutica, a necessidade imperiosa da implantação e consolidação desse tipo de suporte logístico na FAB, sob o risco de inviabilizar o resgate de tripulantes em momentos de beligerância.

A limitação logística em tela poderá trazer repercussões significativas ao moral da tropa (as tripulações decolarão conscientes de que, caso sejam abatidas ou se acidentem, não terão condições de serem resgatadas), bem como colocará em risco informações valiosas por meio da captura de pilotos e tripulantes.

Vale de nota que, ao ser ativada uma Força Aérea Componente, os conhecimentos deste trabalho proverão uma visão holística da conjuntura operacional do TO, possibilitando o assessoramento direto ao Comandante da FAC quanto às zonas limítrofes de operação com suporte de resgate em combate, cabendo a ele gerenciar os riscos inerentes ao acionamento de missões fora do alcance viável de execução da Força Tarefa CSAR (*Combat Search and Rescue Task Force - CSARTF*).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A arte de se conduzir a guerra nos remete ao estado de incerteza intrínseco a consecução dos embates entre os Estados, ratificando-se a Teoria da Tríade de Clausewitz.

Essa insegurança poderá ser agravada, levando-se em consideração a complexidade operacional imposta pelo cenário amazônico, caracterizado pelo vasto território, dotado de regiões inóspitas de difícil acesso e de florestas intocadas e densas, retardando o processo de integração nacional, bem como o desenvolvimento econômico e social nesta parte do território brasileiro.

Cabe ressaltar que, exatamente nessa distinta região, deverão ser concentradas as atividades operacionais das instituições militares subordinadas ao Ministério da Defesa (MD), obedecendo-se as prerrogativas existentes na END (2008), estas ratificadas em suas edições mais recentes:

A Amazônia representa um dos focos de maior interesse para a defesa. A defesa da Amazônia exige avanço de projeto de desenvolvimento sustentável e passa pelo trinômio monitoramento/controle, mobilidade e presença. [...] Desenvolver, para fortalecer a mobilidade, a capacidade logística, sobretudo na região amazônica. (BRASIL, 2008, p. 4)

A infraestrutura precária e as restritas vias de acesso da região poderão dificultar a prestação adequada do suporte logístico para as aeronaves de asas rotativas que operem na Região Norte, a qual, para este artigo, configurou-se como sendo o próprio Teatro de Operações do cenário operacional hipotético a ser descrito nos próximos capítulos, carecendo, assim, do apoio intensivo dos órgãos logísticos do Comando da Aeronáutica (COMAER) para suprir as possíveis deficiências de combustível, permitindo que os vetores possam maximizar a sua capacidade de penetração nas áreas de interesse.

Diante do exposto, a fundamentação teórica deste artigo foi pautada no emprego da Teoria das Restrições (*Theory of Constraints – TOC*), também conhecida por “Administração de Gargalos”, descrita no livro intitulado de “A Meta”, cujo autor é o Sr. Eliyahu Moshe Goldratt, renomado físico israelita, autor de inúmeros livros relacionados à logística de produção, planejamento estratégico, gerenciamento de projetos, dentre outros.

Esta teoria aborda a restrição (gargalo) como sendo qualquer fator que limite a eficiência do desempenho de um sistema, fazendo a analogia de que a força de uma corrente está limitada ao seu elo mais fraco.

A TOC traz em seu bojo a análise das interdependências existentes entre os diversos elementos de um sistema em uma instituição.

Sendo assim, a *performance* administrativa e operacional de toda a estrutura estará diretamente relacionada à sinergia proveniente do desempenho das partes

distintas. Ou seja, a eficácia de todo o sistema será proporcional ao desempenho de seu componente mais fraco.

A teoria prevê o delineamento de um processo cartesiano dividido em cinco etapas distintas para se viabilizar a otimização do desempenho da organização, quais sejam:

- a) identificar as restrições do sistema: consiste em identificar os gargalos do sistema que podem comprometer o atingimento das metas estipuladas pela instituição. O óbice pode ser definido como uma restrição física, uma capacidade, uma regra específica ou, até mesmo, uma premissa ou crença;
- b) explorar a restrição: consiste em potencializar as ações dentro das limitações impostas pela restrição identificada, não exigindo grandes transformações;
- c) subordinar todos os recursos não restritivos ao gargalo: os demais recursos existentes deverão ser submetidos a interação junto às condições impostas pela restrição;
- d) elevar a capacidade da restrição\*: por meio do investimento e da melhoria continuada, poderão ser contempladas a aquisição de capacidades ou de novas tecnologias, possibilitando que o gargalo seja rompido ou elevado, solucionando, assim, a restrição imposta;  
  
\* Essa etapa deverá ser executada caso os dois passos anteriores, explorar e subordinar, não sejam eficientes para a retirada da restrição imposta.
- e) retorno ao primeiro passo: caso a restrição imposta tenha sido extinta, retornar-se-á à primeira etapa do processo, evitando-se a inércia do sistema e, conseqüentemente, provendo o aperfeiçoamento continuado de todo o sistema.

Segundo Goldratt (2002 apud LAGES, 2015), a Teoria das Restrições abrange todos os tipos de sistemas, contribuindo para o incremento do desempenho da instituição, desde que seja identificado, analisado e trabalhado o ponto de estrangulamento.

Seguindo a linha de pensamento do autor e transportando o conceito da TOC para a realidade da FAB, verifica-se que inúmeros são os fatores plausíveis de se tornarem impeditivos para a consecução da Ação de F Ae CSAR, tais como: condições

meteorológicas, aspectos geográficos, capacitação técnica, recursos humanos disponíveis, falhas técnicas dos meios empregados e demandas logísticas.

Dentre as condicionantes elencadas, o trabalho focou na análise do principal fator restritivo, o alcance das aeronaves, óbice agravado pela baixa performance de velocidade intrínseca aos helicópteros, gargalo a ser submetido as quatro primeiras etapas da TOC.

Cumprir destacar que Goldratt (2002) classifica a existência de dois tipos de gargalos: os físicos e não-físicos. As restrições físicas abarcam recursos tais como: instalações, equipamentos, sistemas, veículos, dentre outros. Já as restrições não-físicas contemplam a necessidade de adequação de procedimento administrativo, de concepção institucional ou de demanda de aquisição de uma capacidade.

O óbice logístico verificado nesta pesquisa, a inexistência de combustível de aviação em pontos remotos para prover o reabastecimento dos helicópteros, é classificado pelo autor como um gargalo físico proveniente de uma restrição não-física, em decorrência da não implantação da capacidade do emprego da FARP pela FAB.

### 3 METODOLOGIA

Levando-se em consideração o objetivo geral proposto neste artigo científico, a pesquisa adotada pelo autor é classificada como descritiva. Dessa forma, foi possível a análise das variáveis envolvidas no problema, quais sejam: a implementação das FARP no TO e a capacidade de consecução da Ação de F Ae CSAR no cenário amazônico.

Para se atingir os objetivos específicos propostos neste artigo, foi empregado o método dedutivo por meio do levantamento de dados classificados como documental e bibliográfico.

As técnicas de coleta de informações foram adotadas conforme o descrito a seguir.

Para se atingir o OE1, inicialmente, foi apresentado o conceito e o *modus operandi* de realização de uma missão CSAR, recorrendo-se ao *Air Force Doctrine Document 2-1.6* da USAF (USA, 2000) e à Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (DCA 1-1) (BRASIL, 2020a). Essas informações foram relevantes para se manter a coerência das linhas de ação adotadas no presente artigo e para viabilizar a

comparação operacional dos raios de ação plausíveis de serem alcançados pelos meios aéreos envolvidos neste tipo de missão.

Em ato contínuo, foi conduzida uma pesquisa documental visando prover embasamento político, estratégico e operacional à construção de um cenário operacional hipotético na região amazônica, abrangendo-se a descentralização de meios aéreos compatíveis à consecução de uma missão CSAR, a qual foi definida da seguinte forma:

- a) as aeronaves de alta-performance (A-1): foram dispostas na Base Aérea de Manaus (BAMN), posição central da Região Norte, otimizando e flexibilizando a sua atuação no TO, facilitando o seu apoio logístico nas instalações da FAB, bem como estando recuada o suficiente das fronteiras para prover a segurança das aeronaves de caça, vetores de alto valor estratégico, contra incursões de aeronaves inimigas, possibilitando a reação da FAB por meio do alarme aéreo antecipado<sup>2</sup>.

Aspecto corroborado por Giulio Douhet, um dos principais Teóricos do Poder Aeroespacial, conforme descrito a seguir:

Apesar do preceito fundamental pela necessidade de se obter o comando do ar, postulava que a batalha aérea, contra a força aérea inimiga, não seria a melhor forma de se obtê-lo. Ao contrário, defendia a destruição da força aérea do inimigo no solo, por meio do ataque às suas bases e aeronaves. Dizia que seria “mais vantajoso destruir o poder aéreo potencial do inimigo, destruindo seus ninhos e ovos, do que procurar suas aves voadoras no ar e abatê-las. (DOUHET, 1988, p. 83).

- b) as aeronaves de asas rotativas (AH-2, H-36 e H-60): foram dispostas na Base Aérea de Boa Vista (BABV). Por ser o aeródromo da FAB posicionado mais ao norte da região amazônica, auxiliaria na maximização do alcance dos helicópteros além-fronteiras, bem como reduziria o tempo necessário para se chegar na área de resgate localizada após a linha de contato<sup>3</sup>. Ratifica-se que as instalações da FAB existentes facilitariam a condução das atividades de manutenção nos respectivos vetores.

Foram analisadas as demandas operacionais impostas por cenários com

<sup>2</sup> “São missões executadas pela Ação de Força Aérea de Controle e Alarme em Voo (CAV), empregando-se os meios aeroespaciais existentes para detectar, identificar e proporcionar o alarme antecipado de incursões aéreas oponentes.” (BRASIL, 2020a, v. 2, p. 29).

<sup>3</sup> “Designação particular do limite avançado das posições amigas, quando há possibilidade de observação e fogos terrestres diretos entre as forças oponentes.” (BRASIL, 2015, p. 29).

significativos níveis de ameaça, acompanhando-se a tendência dos conflitos da atualidade, principalmente no que tange às ameaças antiaéreas. Aspecto corroborado por Nordeen (2011, p. 73), o qual ressaltou que: “Uma significativa parcela das aeronaves perdidas durante a Operação *Desert Storm*, na Chechênia, na Bósnia/Kosovo, no Afeganistão e no Iraque foi abatida por mísseis com orientação infravermelha.”

Tendo conhecimento do cenário tático, bem como da forma de emprego das missões CSAR, foram analisados os raios de ação das aeronaves de asas rotativas (AH-2, H-36 e H-60L) e de asa fixa (A-1) atualmente em operação na FAB. Faz-se oportuno mencionar que, com o intuito de se manter o caráter ostensivo do presente trabalho, todas as informações operacionais relativas às aeronaves consideradas foram obtidas em fontes abertas.

Ratifica-se que os dados técnicos das aeronaves empregados atendem a uma vasta gama de configurações previstas pelos seus respectivos fabricantes, sendo coerentes e suficientes para o presente trabalho.

Para o desenvolvimento da pesquisa, considerando-se a operação das aeronaves A-1 a partir da BAMN, os cálculos de raio de ação foram delineados adotando-se a realização de dois procedimentos de reabastecimento em voo (REVO) nas proximidades da Base Aérea de Boa Vista (BABV), maximizando-se a sua capacidade de penetração além das fronteiras nacionais, procedimento requerido na ida e no regresso da missão, evitando-se a sua exposição em solo na BABV, bem como reduzindo-se o tempo demandado para a condução da incursão, incrementando-se, assim, o fator surpresa.

No que tange ao helicóptero H-36, o procedimento de REVO não foi considerado para a execução de uma missão de CSAR, pois a aeronave responsável pela transferência do combustível aos helicópteros comprometeria a furtividade exigida nesse tipo de missão.

Ao final desta etapa, foi realizada a sobreposição dos raios de ação das aeronaves de asas rotativas em relação ao da aeronave de asa fixa, procedimento conduzido por meio do *software Google Earth-Pro*, possibilitando a apresentação gráfica da cobertura de atuação da Ação de F Ae CSAR sem o emprego da FARP.

Com a finalidade de alcançar o OE2, foi desenvolvida uma pesquisa documental no intuito de serem abordados o conceito e o modo de operação das FARP, empregando-se legislações específicas de forças armadas estrangeiras com

vasta experiência no emprego desse tipo de apoio logístico, sendo estas: a *Air Force Instruction 11-235 – Specialized Fueling Operations* da USAF (USA, 2019) e o *Field Manual nº 3-4.104 Forward Arming and Refueling Point* do US Army (USA, 2006).

Dessa forma, foi possível apontar as capacidades logísticas plausíveis de serem providas aos meios aéreos que venham a operar na FARP e, conseqüentemente, identificar os ganhos operacionais advindos do incremento do raio de ação das aeronaves.

No intuito de se atingir o OE3, tomando como base as informações dispostas no OE2, foram apontadas, no cenário hipotético, as localizações dos Pelotões Especiais de Fronteira (PEF) subordinados ao Comando Militar da Amazônia (CMA) do Exército Brasileiro (EB) situados mais ao norte do país.

Esses dados foram obtidos por meio do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do Major de Infantaria Pereira, apresentado no Curso de Comando e Estado-Maior do EB (CCEM) no ano de 2017, os quais foram empregados como possíveis pontos de apoio para a instalação das FARP em suas proximidades, considerando-se a existência de pistas de pouso, o que facilitaria o ressuprimento logístico demandado durante o combate.

Delineado o posicionamento das FARP, foi possível verificar a potencialidade de incremento do alcance operacional dos helicópteros, permitindo a comparação do alcance operacional encontrado no OE1.

Ao final do trabalho, por meio do *software Google Earth-Pro*, foi realizada a sobreposição gráfica do alcance operacional das duas situações exploradas neste trabalho, sendo estas:

- a) cenário operacional contemplando o fator restritivo (alcance limitado dos helicópteros), abarcando-se, assim, as 1ª e 2ª Etapas da TOC;
- b) cenário operacional com a elevação da capacidade da restrição, por meio do emprego da FARP, caracterizando-se a 4ª Etapa da TOC.

Por meio desse processo, foi possível calcular o aumento da área plausível de ser coberta pela CSARTF com o apoio logístico da FARP, quantificando-se o incremento da capacidade de resgate das tripulações abatidas ou acidentadas em território hostil, bem como estratificando-se as áreas de impossível sobrevoo por parte dos helicópteros em relação à área de operação da aeronave A-1.

Vale de nota que, a definição dos locais de emprego da FARP representou uma limitação para a presente pesquisa, uma vez que, considerando-se a vastidão do

território brasileiro, atrelada a elevada capacidade de mobilidade das FARP, inúmeros seriam os locais plausíveis para a sua instalação, entretanto, a inviabilidade do reconhecimento prévio de novas áreas adequadas na Região Norte restringiu o autor à simulação do emprego desse tipo de apoio logístico a partir das proximidades dos PEF do EB, áreas previamente conhecidas e detentoras de infraestrutura necessária para facilitar a sua operação.

## **4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Serão apresentados, a seguir, os dados e as análises provenientes da pesquisa descritiva empregada no presente trabalho, permitindo o atingimento do objetivo geral proposto.

### **4.1 Definição da missão de Busca e Salvamento em Combate (CSAR)**

Visando atingir o OE1, bem como possibilitando um melhor entendimento das nuances de uma missão CSAR, o que foi imprescindível para a constatação das condicionantes empregadas no desenvolvimento deste trabalho, foram elencadas as definições e as formas de emprego adotadas nesse tipo de missão pela FAB e pela USAF.

Seguindo o descrito na Doutrina Básica da FAB, a “Ação de F Ae CSAR consiste em empregar meios aeroespaciais e de Força Aérea para buscar, localizar, identificar e salvar militares ou civis de interesse que se encontrem em território hostil, especialmente tripulantes abatidos ou acidentados”, sendo considerada uma missão de elevado risco, exigindo o emprego de equipamentos e de treinamentos específicos para se incrementar a sua chance de sucesso (BRASIL, 2020a).

Complementando a descrição acima, o Manual de CSAR da USAF, o *Air Force Doctrine Document 2-1.6*, aponta que missão de resgate em combate repercute positivamente na condução das atividades no TO, dentre as quais destacam-se: a devolução dos militares ou pessoal de interesse às forças amigas, permitindo-lhes combater novamente, bem como a influência no curso da política nacional e internacional por negar aos adversários a oportunidade de explorar o valor da inteligência e da propaganda por meio do pessoal capturado (USA, 2000).

A doutrina americana ratifica a necessidade da existência de aeronaves de

asas rotativas dedicadas às operações de recuperação de pessoal em ambientes negados ou hostis, diminuindo-se o tempo de reação da força tarefa e, conseqüentemente, aumentando-se a chance de sucesso da missão.

Ressalta, ainda, que, quando os meios de resgate não forem capazes de se contrapor as ameaças aéreas e terrestres existentes na rota e na região do resgate, faz-se necessário, impreterivelmente, o emprego da escolta das aeronaves de CSAR para suprimir, degradar ou destruir as ameaças.

No respectivo documento doutrinário americano, é abordada a necessidade de a escolta ser realizada por uma aeronave tática capaz de operar em regimes de altitude e velocidade semelhantes às aeronaves de resgate CSAR, não comprometendo a furtividade da incursão.

No âmbito da FAB, a escolta CSAR é denominada como *Rescue Escort (RESCORT)*, sendo uma componente de apoio direto à Ação de Busca e Salvamento em Combate (BRASIL, 2020a).

Sendo assim, para o desenvolvimento deste trabalho, foi considerada como obrigatória a participação dos helicópteros de ataque AH-2 Sabre na condução da escolta das missões CSAR pelas capacidades operacionais inerentes a esse vetor, conforme o descrito no Manual de Voo do Helicóptero Mi-35M (ROSTVERTOL, 2009), corroborando as demandas descritas no manual da USAF, quais sejam:

- a) capacidade de realizar o mesmo padrão de navegação do escoltado;
- b) capacidade de manter o contato visual a todo o momento com a força escoltada, sem o uso de emissões eletromagnéticas;
- c) capacidade de realizar a escolta diurna e noturna, sem prejuízo da navegabilidade e vigilância do espaço aéreo;
- d) capacidade de decolar e pousar em áreas restritas, sendo totalmente independentes do uso de pista;
- e) capacidade de elevado poder de fogo, provendo a defesa da CSARTF.

A definição do emprego da aeronave AH-2 Sabre como uma condicionante na condução das missões CSAR fez-se relevante para a compreensão das demais etapas deste trabalho, uma vez que, os helicópteros de ataque tendem a ter uma autonomia inferior quando comparados aos helicópteros utilitários, limitando, consideravelmente, o alcance da CSARTF.

## **4.2 Delineamento do cenário hipotético na Região Amazônica**

Ainda em atendimento ao OE1, será exposto a seguir as premissas idealizadas para se conjecturar o cenário proposto para a presente pesquisa.

Seguindo as prerrogativas previstas na END (BRASIL, 2020b), a qual aborda a Região Norte como um dos focos de maior interesse para a Defesa Nacional, a análise da FARP como uma condicionante para a consecução da Ação de F Ae CSAR no cenário amazônico foi limitada a um TO localizado no extremo norte do país, mais especificamente, entre os paralelos 01° e 08° N e as longitudes 053° e 069° W, abrangendo-se grande parte da fronteira terrestre existente.

A escolha dessa região também esteve relacionada à disposição do formato característico dos limites físicos da fronteira brasileira, mais especificamente do estado de Roraima. Por ser dotado de significativa projeção em relação aos territórios estrangeiros fronteiriços, permitiu maximizar a capacidade de penetração dos helicópteros envolvidos em uma missão CSAR, contribuindo para o cumprimento da 2ª Etapa da TOC (explorar a restrição encontrada no sistema), a qual será abordada nos subitens subsequentes.

No que tange ao nível de ameaça idealizado para o cenário em tela, este foi definido como de médio e alto risco, considerando-se a complexidade dos conflitos da atualidade, bem como os riscos intrínsecos de uma missão de CSAR, o que ratificou a obrigatoriedade do emprego da escolta das aeronaves AH-2 Sabre para a consecução das missões.

Corroborando-se o descrito, vale de nota a observação apresentada por McNABB (2016) sobre a guerra entre Irã e Iraque conduzida na década de 1990. Segundo o autor, durante a Operação “Karbala 5”, as forças iraquianas tiveram de cinquenta a sessenta aeronaves de caça, cerca de 10% de sua força aérea, abatidas em função do emprego letal dos mísseis superfície-ar iranianos.

## **4.3 Alcance operacional das aeronaves**

Como última informação necessária para viabilizar o atendimento do OE1, serão expostos a seguir os dados técnicos das aeronaves de asas rotativas existentes no acervo da FAB capazes de realizarem uma missão CSAR, bem como da aeronave de asa fixa A-1.

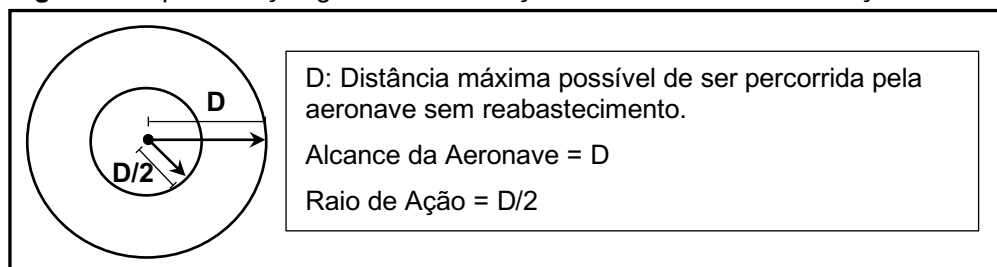
Para tanto, fez-se necessária a diferenciação entre os conceitos de alcance das aeronaves e de raio de ação, os quais, conforme o Glossário das Forças Armadas – MD35-G-01, são descritos da seguinte forma:

**ALCANCE DA AERONAVE:** Distância que uma aeronave pode percorrer, em determinadas condições, sem reabastecimento;

**RAIO DE AÇÃO:** Subitem 3 - Distância que uma aeronave pode afastar-se de uma determinada base para cumprir uma tarefa específica e regressar ao mesmo local de decolagem, com determinada reserva de combustível. (BRASIL, 2015, p. 25 e 235)

Os conceitos elencados foram representados pictoricamente na Figura 1.

**Figura 1** – Apresentação gráfica das definições de Alcance e Raio de Ação.



Fonte: O autor.

Os dados pesquisados foram concentrados visando à definição do alcance máximo das aeronaves durante a execução das suas respectivas missões operacionais. Desta forma, os valores encontrados foram divididos por dois, obtendo-se os raios de ação dos vetores.

#### 4.3.1 Alcance operacional das aeronaves de asas rotativas

Os dados técnicos dos helicópteros foram obtidos considerando-se as condições de voo típicas da Região Amazônica, com o desenvolvimento da navegação a baixa altura, mantendo-se a furtividade necessária para a execução da missão CSAR, quais sejam:

- a) navegação executada entre 500 e 1000 ft;
- b) temperatura média entre 20° e 30° C.

Os cálculos foram realizados considerando-se o peso máximo de decolagem descrito pelo fabricante para a realização das suas respectivas missões operacionais (H-36 e H-60L – CSAR e AH-2 Sabre – Escolta CSAR).

Para a aeronave H-60L, foi consultado o *Operator's Manual* (USA, 2013). No que tange à aeronave Mi-35M, denominada pela FAB como AH-2 Sabre, foi examinado o *Helicopter Mi-35M Flight Manual* (ROSTVERTOL, 2009), ambos

adquiridos em fonte aberta, por meio do site *FLIGHT MANUALS ONLINE*.

Para o helicóptero H-36, conhecido comercialmente pelo designativo H225M – versão militar, foi consultada a plataforma digital oficial da empresa AIRBUS, fabricante da aeronave, por meio da qual os operadores civis desse vetor acessam os dados técnicos na interface denominada *Technical Information Publication on Internet* (TIPI) (AIRBUS, 2021).

Por se tratar de uma simulação para o emprego dos vetores em um estado de beligerância, as informações de alcance máximo operacional listadas na Tabela 1 foram calculadas considerando-se a autonomia máxima dos helicópteros, sendo esta diminuída em 40 minutos pelas seguintes razões: necessidade de permanência de 10 minutos no local do resgate para viabilizar a localização do evasor e demais procedimentos intrínsecos a missão CSAR; e 30 minutos de autonomia reserva para o deslocamento até os pontos alternativos para pouso final em caso de emergência ou de condições meteorológicas adversas.

**Tabela 1** – Informações operacionais obtidas nos gráficos de desempenho das aeronaves AH-2, H-36 e H-60L.

Aeronave	Velocidade (Kt)	Autonomia Máxima (h) (debitando-se 10min no local do resgate + 30min reserva)	Alcance Máximo (NM)	Raio de Ação Máximo (NM)	Missão
H-36	140	04:30	630	<b>315</b>	CSAR
H-60L	130	04:25	575	<b>288</b>	CSAR
AH-2	130	02:35	340	<b>170</b>	Escolta CSAR

**Fonte:** O autor.

Analisando-se as informações da tabela acima, constatou-se que os vetores listados possuem velocidades operacionais semelhantes, fator imprescindível para viabilizar o acompanhamento da aeronave responsável pela escolta (AH-2) em relação aos helicópteros utilitários (H-36 e H-60L) que executarão a função de aeronave CSAR, atendendo-se, assim, as prerrogativas impostas na doutrina CSAR descrita no subitem 4.1 deste trabalho.

Outro aspecto apontado na Tabela 1 está relacionado ao raio de ação máximo das aeronaves. Verificou-se que a aeronave AH-2 possui o menor desempenho operacional nesse quesito, o que será um fator limitador para a consecução da missão de CSAR, uma vez que, à luz da doutrina operacional da USAF e da FAB, faz-se obrigatório o emprego da escolta em um cenário com riscos de ameaças aéreas e de solo.

Diante do exposto, o raio de ação máximo da CSARTF (escolta + aeronave CSAR) considerado nas demais etapas deste trabalho foi o valor descrito para a aeronave AH-2, ou seja, 170 NM.

#### 4.3.2 Alcance operacional da aeronave de asa fixa

No que tange às aeronaves de asa fixa à reação existentes no acervo da FAB, o presente trabalho limitou-se a analisar os dados técnicos da aeronave A-1 por se tratar do único vetor a jato vocacionado às missões de ataque ao solo, sendo dotado de elevado poder de fogo, bem como de distinta capacidade de penetração em território hostil, o que, conseqüentemente, demandará uma maior assistência por parte das missões CSAR, haja vista a sua maior exposição junto às forças oponente, incrementando-se os riscos operacionais na consecução das missões.

Tendo em vista o caráter ostensivo do presente artigo, os dados de *performance* da aeronave A-1, considerados para o cálculo de seu alcance operacional, foram os pontuados por Leite (2012) em artigo divulgado na edição nº 232 da Revista Aerovisão, uma publicação renomada no âmbito da aviação militar, sendo produzida pela própria FAB.

Apesar de incipientes, as informações existentes na respectiva revista foram suficientes para se inferir o alcance máximo desse vetor no cumprimento das missões de ataque ao solo, conforme o descrito na Tabela 2.

**Tabela 2** – Informações operacionais da aeronave A-1.

Aeronave	Velocidade (Kt)	Alcance Máximo (NM)	Raio de Ação Máximo (NM)	Missão
A-1	513	864	432	Ataque ao solo

**Fonte:** Adaptado de Leite (2012, p. 51).

#### 4.4 Alcance operacional da CSARTF na FAB sem o emprego da FARP

Para se atingir integralmente o OE1, fez-se necessária a compilação das informações técnico-operacionais elencadas nos subitens 4.1 ao 4.3, as quais foram apresentadas de forma pictórica por meio da construção de mapas digitais no *software Google Earth-Pro*, facilitando a constatação da área de atuação operacional máxima da CSARTF.

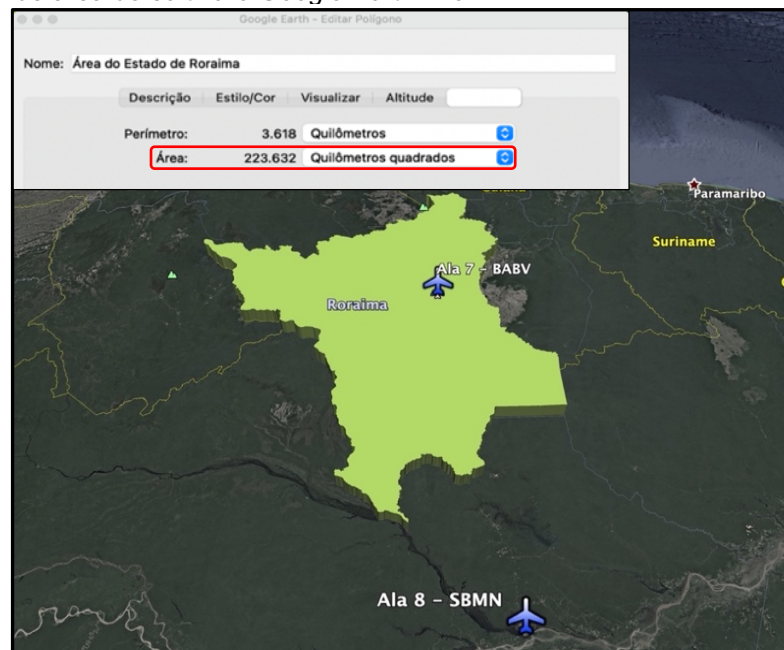
De forma a manter a coerência do trabalho, primeiramente, fez-se necessário verificar a precisão da ferramenta elencada no que tange à medição das possíveis

áreas de atuação das aeronaves.

Sendo assim, a testagem foi conduzida por meio da seleção e cálculo da área do estado de Roraima no *software Google Earth-Pro* (localidade definida como o centro do TO hipotético desta pesquisa). Ao final do processo, o valor final obtido pelo programa foi comparado com o valor oficial da área desse estado disponibilizado no sítio eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), o qual é definido em 223.644,527 km<sup>2</sup>.

Vale de nota que, a construção da Figura 2 foi obtida por meio da inserção manual, ponto a ponto, no *software* em tela, dos marcadores digitais (coordenadas geográficas fornecidas ao programa), respeitando-se um distanciamento máximo de 5 km entre os marcadores, obtendo-se uma apresentação fidedigna da área fronteira de todo o Estado de Roraima.

**Figura 2** – Verificação da acuracidade da ferramenta de definição de área do *software Google Earth-Pro*.



**Fonte:** O autor.

Dessa forma, foram fornecidos os insumos necessários para o programa realizar o cálculo automático da área de interesse. Esse procedimento foi reproduzido nas demais análises das áreas demandadas nas etapas subsequentes deste trabalho.

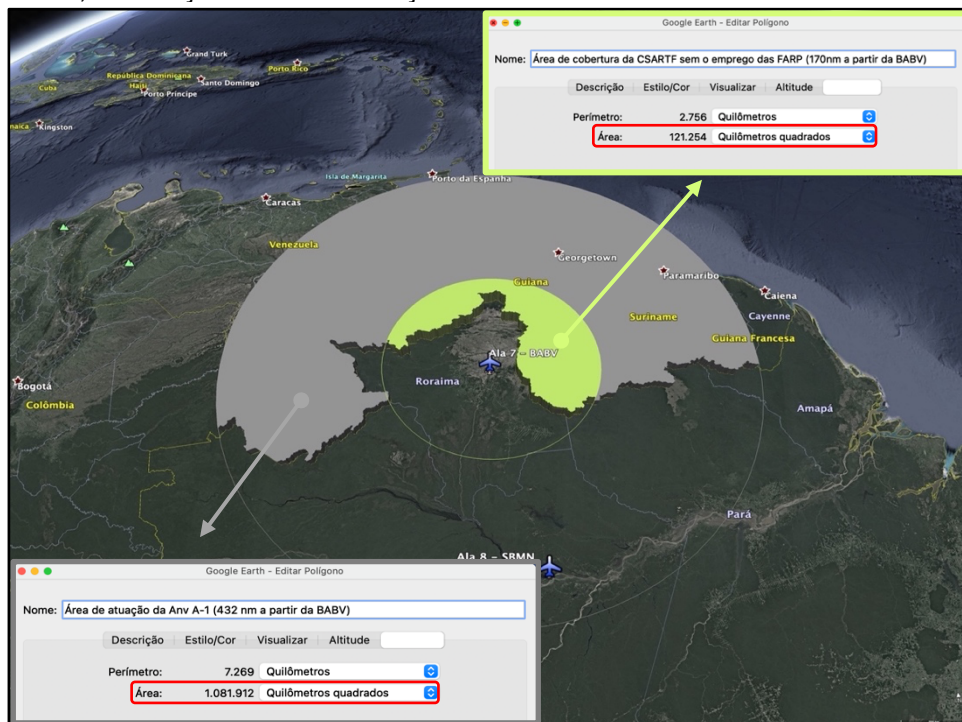
Com base nos cálculos apresentado pelo *software*, verificou-se que a área total do Estado de Roraima ficou estabelecida em 223.632 km<sup>2</sup>, constatando-se um decréscimo de 0,09% frente aos 223.644,527 km<sup>2</sup> informados pelo IBGE. Ou seja, a ferramenta apresentou uma acuracidade adequada para a proposta deste trabalho.

Tendo sido comprovada a precisão do *software Google Earth-Pro*, foi empregado o mesmo procedimento para se definir a área máxima de cobertura da CSARTF com os helicópteros elencados anteriormente, a qual será sobreposta à área máxima de sobrevoo da aeronave A-1, conforme apresentado na Figura 3.

Ratifica-se que, para o referido cálculo, foram contempladas, apenas, as áreas plausíveis de serem sobrevoadas pelos vetores além-fronteiras, considerando-se que a missão CSAR é conduzida, estritamente, em território hostil. Para tanto, foram respeitados os seguintes critérios:

- o ponto de partida da navegação dos helicópteros como sendo a BABV, tendo como fator limitador o raio de ação da escolta CSAR (aeronaves AH-2), o qual foi definido em 170 NM, conforme elencado no subitem 4.3.1;
- as aeronaves A-1 decolariam da BAMN e realizariam um procedimento de REVO nas proximidades da BABV, obtendo-se um raio de ação máximo de 432 NM a partir do ponto de reabastecimento.

**Figura 3** – Área de cobertura além-fronteiras da CSARTF, sem o emprego da FARP, em relação à área de atuação da aeronave A-1.



Fonte: O autor.

Estratificando-se os dados da Figura 3, foi confeccionada a Tabela 3, facilitando a elucidação do déficit operacional existente no que tange à inviabilidade de cobertura integral da área de emprego da aeronave A-1 pela atividade CSAR.

**Tabela 3** – Tabela de cálculo da área de cobertura da CSARTF, sem o emprego da FARP, em relação ao raio de ação da aeronave A-1.

Análise da capacidade operacional da Ação F Ae CSAR da FAB, no cenário hipotético, sem o emprego da FARP			
Meios Aéreos	Raio de Ação (NM)	Aeródromo de Partida / REVO	Área de Operação além-fronteiras (km <sup>2</sup> )
A-1	432	Proximidades da BABV	1.081.912
CSARTF	170	BABV	121.254
Área total coberta pela CSARTF, sem o emprego da FARP, em relação à área de atuação da aeronave A-1			11,20%

**Fonte:** O autor.

Respondendo ao OE1 e, conseqüentemente, à QN1, por meio do cálculo de uma regra de três simples entre as áreas de atuação dos meios aéreos, verificou-se que 121.254 km<sup>2</sup> são plausíveis de serem cobertos pela CSARTF, correspondendo a, apenas, 11,20% da área de atuação da aeronave A-1.

Diante do exposto, as três primeiras etapas da Teoria da Restrição foram contempladas simultaneamente.

Inicialmente, identificou-se a restrição do sistema, mais precisamente o alcance limitado da CSARTF, o qual é impactado pela inexistência de pontos de reabastecimento remotos no cenário amazônico.

Em ato contínuo, buscou-se potencializar as ações da CSARTF dentro das possibilidades do gargalo sem a promoção de grandes mudanças no sistema (2ª Etapa da TOC - explorar a restrição), ação conduzida por meio do posicionamento dos helicópteros no aeródromo da FAB localizado mais ao Norte do Brasil, potencializando-se a capacidade de penetração dos vetores além-fronteiras.

Dando prosseguimento à aplicação da TOC (3ª Etapa: subordinar todos os recursos não restritivos ao gargalo), foi definida a condicionante combustível como sendo a única variável plausível de afetar significativamente a autonomia dos vetores, considerando-se que as táticas, técnicas e procedimentos operacionais foram mantidos inalterados, garantindo-se o atendimento da doutrina operacional empregada pelas Unidades Aéreas (UAe) e, conseqüentemente, a furtividade das ações. Sendo assim, não foram abarcados, na pesquisa, perfis de navegação altante para se maximizar o alcance das aeronaves.

#### 4.5 Descrição das *Forward Arming and Refueling Point (FARP)*

Com a finalidade de se alcançar o OE2, foi desenvolvida uma pesquisa

documental no intuitivo de serem abordadas a definição, a finalidade e o modo de operação das FARP, empregando-se legislações específicas de forças armadas estrangeiras com vasta experiência no emprego deste tipo de apoio logístico, sendo estas: a *Air Force Instruction 11-235 – Specialized Fueling Operations* da USAF (USA, 2019) e o *Field Manual nº 3-04.17* do US Army (USA, 2006).

Respeitando-se o descrito no *Field Manual nº 3-04.17*, verifica-se que a FARP é uma instalação logística móvel, de pequeno porte, altamente adaptativa às demandas operacionais, sendo implementada em região avançada em direção ao objetivo, tão à frente no terreno quanto possível, formada por uma rede amplamente dispersa, possibilitando o fornecimento de combustível de aviação e de munição necessário para a sustentação logística das aeronaves em combate (USA, 2006).

O manual em tela deixa claro que a FARP deverá ser empregada quando a distância a ser percorrida ou a capacidade de permanência exigida no TO excedam as *performances* operacionais dos vetores. Por meio desse artifício logístico, será possível a ampliação significativa do alcance das aeronaves que delas façam uso, bem como permitirá o incremento do tempo de permanência no TO, eliminando-se, assim, a necessidade do regresso das aeronaves a sua sede para reabastecer e rearmar (USA, 2006).

Em relação ao posicionamento e a logística da FARP no TO, são feitas as seguintes considerações:

As FARP deverão ser implementadas o mais próximo possível da área de operação aérea, o tanto que a situação tática permita. Geralmente, estarão localizadas a uma distância de 18 a 25 quilômetros atrás da linha de frente de suas próprias tropas (linha de contato) [...]

O deslocamento e o reabastecimento das FARP são conduzidos por meios terrestres ou aéreos [...] de 4 a 8 pontos de reabastecimento são normalmente suficientes para a manutenção continuada da missão. (USA, 2006, p. 34, tradução nossa)

Ao se analisar a *Air Force Instruction 11-235*, verifica-se que a concepção e a finalidade das FARP são semelhantes às descritas no *Field Manual* do US Army, entretanto, diferencia-se pela possibilidade do emprego inovador de aviões de grande e médio porte, com elevada capacidade de carga e de armazenamento de combustível, os quais permanecem em solo e exercem a função de aeronaves tanque, sendo provedoras de combustível de aviação às demais aeronaves que operem na FARP (USA, 2019).

Dessa forma, reduzir-se-á a estrutura demandada em solo para viabilizar o

emprego da FARP, devendo apenas ser conduzido o reconhecimento prévio das áreas capazes de comportar o número de aeronaves que nela farão uso.

#### 4.6 Alcance operacional da CSARTF na FAB com o emprego da FARP

Com o intuito de se atingir o OE3 e de posse dos dados obtidos no subitem 4.5, foi possível implementar o emprego das FARP no planejamento simulado apresentado no subitem 4.4, permitindo inferir a existência de ganhos operacionais decorrentes do emprego dessa capacidade logística.

Cabe ressaltar que, a implementação das FARP, no cenário fictício, respeitou as nuances operacionais e logísticas elencadas no subitem 4.5. Ou seja, seus posicionamentos foram idealizados nas proximidades dos PEF do EB, os quais, por sua localização geográfica, coincidiriam com o posicionamento da própria linha de contato do TO em uma possível fase inicial de animosidades entre Estados, sendo definida, na realidade, pela própria fronteira brasileira.

Para isso, foi realizada uma pesquisa para se identificar a localização dos PEF do EB existentes na Região Norte do país, mais especificamente, aqueles que se encontravam dentro do alcance operacional de 360 NM das aeronaves AH-2 a partir da BABV, possibilitando a maximização da capacidade de penetração da CSATF em território hostil.

Ratifica-se que, para o respectivo levantamento, foram acrescidas 20 NM no alcance máximo das aeronaves AH-2, uma vez que não seriam empregados os 10 minutos estabelecidos na região do resgate, descritos no subitem 4.3.1, durante a navegação tática da aeronave no trecho BABV – PEF.

Conforme abordado por Pereira (2017), verificou-se que os seguintes PEF enquadram-se no alcance máximo operacional da aeronave AH-2, conforme discriminado no Quadro 1 e representado graficamente na Figura 4.

**Quadro 1** – Pelotões Especiais de Fronteira do EB localizados até 360 NM da BABV.

PEF	Batalhão	Localidade	Nome do Campo	Coordenadas do Campo
1° PEF	2° BIS	Óbdios – PA	Tiriós	02°13'26"N/055°56'50"W
5° PEF	5° BIS	Maturacá - AM	Maturacá	00°36'55"N/066°07'51"W
1° PEF	7° BIS	Bonfim - RR	Bonfim	03°21'43"N/059°49'27"W
2° PEF	7° BIS	Normandia - RR	Normandia	03°52'40"N/059°37'22"W
3° PEF	7° BIS	Vila Pacaraima - RR	BV-8	04°29'24"N/061°09'36"W
4° PEF	7° BIS	Alto Alegre - RR	Surucucu	02°50'08"N/063°38'56"W
5° PEF	7° BIS	Auaris - RR	Auaris	04°00'20"N/064°29'55"W
6° PEF	7° BIS	Uiramutã - RR	Uiramutã	04°35'24"N/060°10'17"W

**Fonte:** O autor.

**Figura 4** – Representação gráfica da localização dos PEF do EB localizados até 360 NM da BABV.



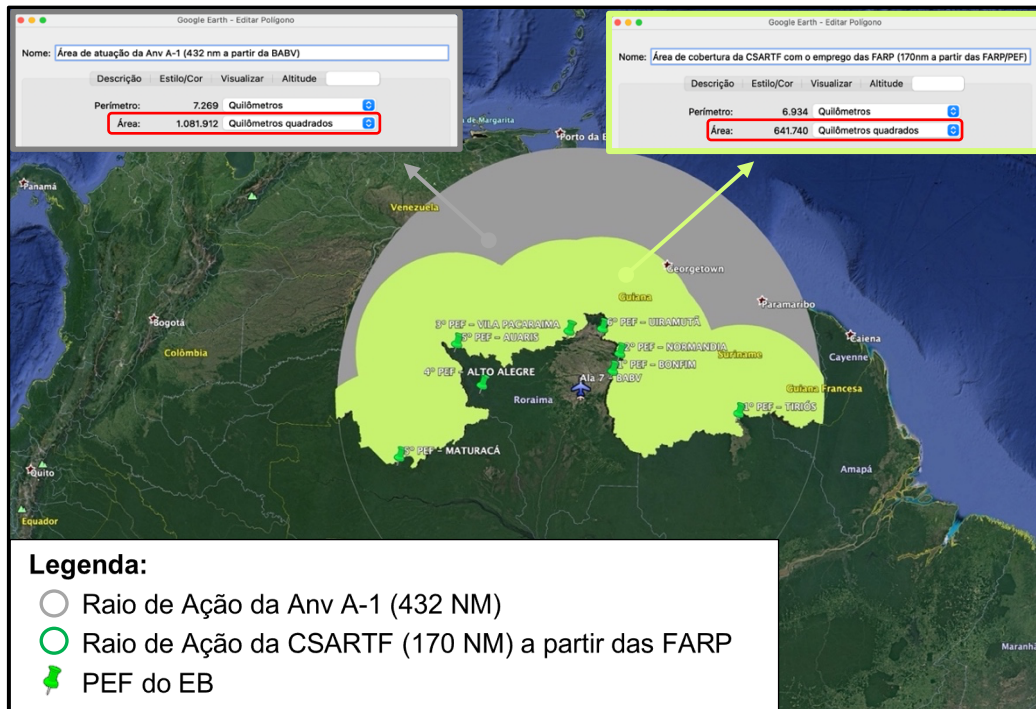
**Fonte:** O autor.

Tendo sido definidos os PEF plausíveis de serem empregados pela CSARTF, foram inseridos no *software Google Earth-Pro* as suas respectivas coordenadas, possibilitando o cálculo das novas áreas de possível atuação da força tarefa.

O processo de obtenção dos raios de ação máximo das aeronaves e, conseqüentemente, das respectivas áreas de atuação foi o mesmo adotado no subitem 4.4, entretanto, foi acrescida a capacidade logística da FARP, possibilitando o incremento de 170 NM a partir das posições dos PEF dispostos na Figura 4.

Em ato contínuo, a área de atuação da aeronave A-1 foi sobreposta à nova área de cobertura da CSARTF, possibilitando-se a análise do incremento da capacidade operacional na condução da Ação de F Ae CSAR proveniente do emprego da FARP no cenário amazônico, conforme ilustrado na Figura 5 e estratificado na Tabela 4.

**Figura 5** – Área de cobertura além-fronteiras da CSARTF, com o emprego da FARP, em relação à área de atuação da aeronave A-1.



**Fonte:** O autor.

**Tabela 4** – Tabela de cálculo da área de cobertura da CSARTF, com o emprego da FARP, em relação à área de atuação da aeronave A-1.

Análise da capacidade operacional da Ação F Ae CSAR da FAB, no cenário hipotético, com o emprego da FARP			
Meios Aéreos	Raio de Ação (NM)	Aeródromo de Partida / REVO	Área de Operação além-fronteiras (km <sup>2</sup> )
A-1	432	Proximidades da BABV	1.081.912
CSARTF	170	FARP localizadas próximas aos PEF do EB	641.740
Área total coberta pela CSARTF, com o emprego da FARP, em relação à área de atuação da aeronave A-1			59,31%

**Fonte:** O autor.

Analisando-se os valores encontrados, verifica-se que o simples fato de se elevar a capacidade da restrição logística encontrada, proposta na 4ª Etapa da TOC, materializada neste trabalho por meio da implementação das FARP, observa-se que a nova área de cobertura da CSARTF alcança 641.740 km<sup>2</sup>, correspondendo a 59,31% da área de atuação da aeronave A-1.

Desta maneira, respondendo ao OE3 e conseqüentemente, à QN2, por meio do cálculo de uma regra de três simples entre as áreas de atuação da CSARTF com e sem o emprego da FARP, verificou-se um ganho operacional na capacidade de cobertura na ordem de 529% em relação à capacidade inicial.

A despeito da FARP não solucionar totalmente o óbice logístico identificado neste trabalho, uma vez que, 440.172 km<sup>2</sup> (40,69%) da área de atuação da aeronave

A-1 permaneceu descoberta pela CSARTF, constatou-se a possibilidade de um ganho substancial na capacidade operacional da FAB com a implementação de pontos de abastecimento e remuniamento remotos na Região Amazônica.

Portanto, diante de tudo o que foi exposto, fica claro que o objetivo geral deste trabalho foi plenamente alcançado, demonstrando que o apoio logístico provido pelas FARP é imprescindível para a consecução da Ação de F Ae CSAR, incrementando-se a capacidade de penetração da CSARTF e flexibilizando-se as ações operacionais.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo geral da pesquisa foi analisar o impacto operacional advindo da implementação da FARP, no cenário amazônico, para a execução da Ação de F Ae CSAR pela FAB, à luz da *Theory of Constraints* (TOC) de Goldratt.

Para alcançar o objetivo proposto, a fundamentação teórica, baseada nas análises das restrições (gargalos) existentes entre os diversos elementos de um sistema, proveu o amparo acadêmico para se atingir a proposta deste estudo.

Inicialmente, a metodologia empregada baseou-se na apresentação e análise do *modus operandi* de uma missão CSAR, permitindo uma melhor elucidação das especificidades operacionais inerentes ao resgate em combate. Em seguida, foi delineado um cenário operacional hipotético no extremo norte da Região Amazônica, factível à realidade dos conflitos da atualidade, possibilitando uma análise fidedigna e coerente das presentes limitações para viabilizar a condução eficiente e eficaz de uma missão CSAR.

Em ato contínuo, foram obtidos, nos manuais técnicos e nas plataformas digitais dos fabricantes, bem como em revista de cunho aeronáutico, os principais dados técnicos das aeronaves de asas rotativas (AH-2, H-36 e H-60L) plausíveis de serem empregadas em uma missão CSAR, bem como da única aeronave de asa fixa à reação com a missão precípua de ataque ao solo (A-1) em operação na FAB, possibilitando inferir o raio de ação dos vetores no cumprimento de suas respectivas missões.

Com todos os parâmetros disponíveis, as performances de emprego das aeronaves foram inseridas no *software Google Earth-Pro*, possibilitando a análise gráfica das áreas de possível cobertura da CSARTF, além-fronteiras, em relação à área de atuação do caça A-1. Nessa situação, foi constatado que 121.254 km<sup>2</sup> da área

seria coberta, representando, apenas, 11,20% da área de possível emprego do caça A-1.

O resultado elencado permitiu identificar uma restrição imposta por um fator logístico. O alcance das aeronaves da CSARTF era limitado em consequência do trinômio performance de deslocamento, autonomia e combustível de aviação, o qual foi agravado pela inexistência de uma rede de apoio logístico próxima à linha de contato, restringindo a capacidade de penetração da CSARTF. Dessa forma, ficou evidenciado um “gargalo” restritivo à execução da Ação de F Ae CSAR, corroborando a Teoria das Restrições de Goldratt.

Dando prosseguimento às etapas da TOC, vislumbrou-se a elevação da capacidade da restrição logística por meio da implementação das FARP nas proximidades dos PEF do EB localizados ao longo da fronteira brasileira.

Sendo feita uma nova comparação entre os raios de ação da aeronave A-1 em relação aos dos helicópteros operando a partir das FARP, constatou-se que a nova área de cobertura da CSARTF foi de 641.740 km<sup>2</sup>, representando 59,31% da área de atuação da aeronave A-1, auferindo-se um ganho operacional significativo na capacidade de cobertura, na ordem de 529% em relação à capacidade inicial.

Sugere-se, para os trabalhos vindouros, a continuação da aplicação da TOC nos demais fatores restritivos da Ação de F Ae CSAR, permitindo a mitigação do déficit encontrado, o qual não foi totalmente solucionado, uma vez que, mesmo com o emprego das FARP, 40,69% da área de possível atuação da aeronave A-1 permaneceu descoberta pela CSARTF.

Vale de nota que, a limitação deste trabalho esteve relacionada à inviabilidade do reconhecimento *in loco* das inúmeras áreas de fronteira terrestre no extremo norte da Região Amazônica plausíveis de receberem a instalação de uma FARP, o que modificaria as áreas de cobertura da CSARTF encontradas neste trabalho.

Por fim, os conhecimentos produzidos por esta pesquisa são relevantes, pois poderão ser replicados a qualquer cenário operacional, ratificando-se a importância da implementação da FARP pela FAB, bem como proverão uma visão holística da conjuntura operacional do TO, possibilitando o assessoramento direto ao Comandante da FAC quanto às zonas limítrofes de operação com suporte de resgate em combate, cabendo a ele gerenciar os riscos inerentes ao acionamento de missões fora do alcance viável de execução da Força Tarefa CSAR.

## REFERÊNCIAS

- AIRBUS. **Technical Information Publication on Internet - TIPI**. Toulouse, França, 2021. Disponível em: [https://www.airbushelicopters.com/techpub/FO/scripts/myFO\\_login.php?lang=en](https://www.airbushelicopters.com/techpub/FO/scripts/myFO_login.php?lang=en). Acesso em: 05 abr. 2021.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Gabinete do Comando da Aeronáutica. Portaria nº 1225/GC3, de 10 de novembro de 2020. Aprova a reedição da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (DCA 1-1) – Volume II. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, n. 205, f. 14971, 12 nov. 2020a.
- BRASIL. Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, nº 247, p. 4-14. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/decreto/d6703.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6703.htm). Acesso em: 9 abr. 2021.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Estado-Maior da Defesa. **MD-35-G-01**: Glossário das Forças Armadas. Brasília, DF, 2015. Disponível em: [https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/141/1/MD35\\_G01.pdf](https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/141/1/MD35_G01.pdf). Acesso em: 15 abr. 2021.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Estado-Maior da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa (minuta)**. Brasília, DF, 2020b. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy\\_of\\_estado-e-defesa/pnd\\_end\\_congresso\\_.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf). Acesso em: 15 abr. 2021.
- BRASIL. Ministério da Economia. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**: Território e Ambiente. Rio de Janeiro, RJ, 2021. Disponível em: <https://www.cidades.ibge.gov.br/brasil/rr/panorama>. Acesso em: 13 jul. 2021.
- DOUHET, G. **O domínio do ar**. Traduzido por Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica. Rio de Janeiro: INCAER, 1988.
- GOLDRATT, E. M.; COX, J. F. **A Meta - um processo de melhoria contínua**. 2. ed. Trad. por Thomas Corbett Neto. São Paulo: Nobel, 2002.
- LAGES, C. H. R. **Gestão de Contratos**. 2015. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica) – Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2015.
- LEITE, H. Reaparelhamento – Caça A-1 renasce. **Revista Aerovisão**, Brasília, n. 232, p. 51, 2012. Trimestral. Disponível em: <https://issuu.com/portalfab/docs/aerovisao232>. Acesso em: 17 abr. 2021.
- McNABB, J.B. **A Military History of the Modern Middle East**. 1. ed. Londres: ABC-Clio, 2016.

NORDEEN, Lon. ECM! – Desvendando as contramedidas eletrônicas. **Revista Força Aérea**, Rio de Janeiro, n. 71, p. 73, ago./set. 2011.

PEREIRA, T. G. **A atuação da 1ª Brigada de Infantaria de Selva, em operações na faixa de fronteira Amazônica: o combate aos crimes transfronteiriços e ambientais nos anos de 2015 e 2016.** 2017. 113 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Altos Estudos Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Universidade do Exército, Rio de Janeiro, 2017.

ROSTVERTOL. **Helicopter Mi-35M Flight Manual.** Rostov, Rússia, 2009. Disponível em: [www.flight-manuals-online.com](http://www.flight-manuals-online.com). Acesso em: 13 fev. 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. **Air Force Doctrine Document 2-1.6. Combat Search and Rescue.** Washington DC: USAF, 2000. p. 02-20.

UNITED STATES OF AMERICA. Headquarters, Department of the Army. **Field Manual 3-4.104, Forward Arming and Refueling Point Tactics, Techniques, and Procedures.** Washington D.C: US Army, 2006. p. 01-11.

UNITED STATES OF AMERICA. Headquarters, Department of the Army. **Operator`s Manual UH-60A, UH-60L, EH-60A Helicopter.** Washington D.C: USAF, 2013. 976 p. Disponível em: [www.flight-manuals-online.com](http://www.flight-manuals-online.com). Acesso em: 13 fev. 2021.

UNITED STATES OF AMERICA. Secretary of United States Air Force. **Air Force Instruction 11-235 – Specialized Fueling Operations.** Washington D.C: USAF, 2019. 10 p.