

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE- FURG
CURSO DE GESTÃO EM OPERAÇÕES E LOGÍSTICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

NOME COMPLETO: EROS DE ALMEIDA FAZOLO
TÍTULO: INTEGRAÇÃO DE UMA ARTILHARIA ANTIAÉREA DE
MÉDIA ALTURA PARA O CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS NA
DEFESA AEROESPACIAL DOS GRUPAMENTOS OPERATIVOS DE
FUZILEIROS NAVAIS

PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*

RIO DE JANEIRO, RJ
2021

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO E APROVAÇÃO

AUTOR EROS DE ALMEIDA FAZOLO

**TÍTULO INTEGRAÇÃO DE UMA ARTILHARIA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA
PARA O CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS NA DEFESA AEROESPACIAL DOS
GRUPAMENTOS OPERATIVOS DE FUZILEIROS NAVAIS**

Autorizo que o presente artigo científico apresentado ao Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* da FURG, como requisito parcial para obtenção do certificado de Especialista em Gestão de Operações e Logística, e aprovado pelos professores responsáveis pela orientação e sua aprovação, seja utilizado para pesquisas acadêmicas de outros participantes deste ou de outros cursos, a fim de aprimorar o ambiente acadêmico e a discussão entorno das temáticas aqui propostas.

TÍTULO: INTEGRAÇÃO DE UMA ARTILHARIA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA PARA O CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS NA DEFESA AEROESPACIAL DOS GRUPAMENTOS OPERATIVOS DE FUZILEIROS NAVAIS

AUTOR: EROS DE ALMEIDA FAZOLO

ORIENTADOR: PROFESSORA CATIA MARIA DOS SANTOS MACHADO

RESUMO

Este artigo tem como propósito fazer uma abordagem sobre a necessidade que o Corpo de Fuzileiros Navais precisa, para obter um eficiente sistema de artilharia antiaérea de média altura para integrar a defesa aeroespacial dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais, a fim de contribuir para o cumprimento das tarefas atinentes a esses grupamentos. Será apresentada uma ferramenta que procura auxiliar, de forma objetiva, o tomador de decisões a definir quais seriam os melhores locais do território brasileiro para posicionar as bases de tal sistema de forma que, a partir de alguns desses pontos, os Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais possam garantir a defesa antiaérea, caso seja necessária, em um tempo adequado e com custos aceitáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Corpo de Fuzileiros Navais (CFN); Defesa Antiaérea de Média Altura, Grupamento Operativo de Fuzileiros Navais, Problema das P-medianas (PPM).

INTEGRAÇÃO DE UMA ARTILHARIA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA PARA O CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS NA DEFESA AEROESPACIAL DOS GRUPAMENTOS OPERATIVOS DE FUZILEIROS NAVAIS

Declaro que sou autor(a)¹ deste Trabalho de Conclusão de Curso. Declaro também que o mesmo foi por mim elaborado e integralmente redigido, não tendo sido copiado ou extraído, seja parcial ou integralmente, de forma ilícita de nenhuma fonte além daquelas públicas consultadas e corretamente referenciadas ao longo do trabalho ou daqueles cujos dados resultaram de investigações empíricas por mim realizadas para fins de produção deste trabalho.

Assim, declaro, demonstrando minha plena consciência dos seus efeitos civis, penais e administrativos, e assumindo total responsabilidade caso se configure o crime de plágio ou violação aos direitos autorais. (Consulte a 3ª Cláusula, § 4º, do Contrato de Prestação de Serviços).

Este artigo tem como propósito fazer uma abordagem sobre a necessidade que o Corpo de Fuzileiros Navais precisa, para obter um eficiente sistema de artilharia antiaérea de média altura para integrar a defesa aeroespacial dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais, a fim de contribuir para o cumprimento das tarefas atinentes a esses grupamentos. Será apresentada uma ferramenta que procura auxiliar, de forma objetiva, o tomador de decisões a definir quais seriam os melhores locais do território brasileiro para posicionar as bases de tal sistema de forma que, a partir de alguns desses pontos, os Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais possam garantir a defesa antiaérea, caso seja necessária, em um tempo adequado e com custos aceitáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Corpo de Fuzileiros Navais (CFN); Defesa Antiaérea de Média Altura, Grupamento Operativo de Fuzileiros Navais, Problema das P-medianas (PPM).

1 INTRODUÇÃO

1. Introdução

O Art. 1º da CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988, determina que a soberania é um dos fundamentos do país. Grande parcela dessa soberania é garantida através da capacidade de defender o nosso território, o que é tarefa das Forças Armadas como rege a Constituição em seu Art. 142. “As Forças Armadas, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República, e destinam-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem.”

No que diz respeito à soberania do espaço aéreo, foi criado em março de 1980, através do DECRETO-LEI Nº 1.778, o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA). Esse sistema fica permanentemente ativado, é coordenado pelo Comando de Defesa Aeroespacial Brasileiro (COMDABRA), localizado em Brasília e é composto por todos os meios de defesa aeroespacial do país, dentre eles os meios de artilharia antiaérea da Marinha do Brasil, que são meios do Batalhão de Combate Aéreo, da Força de Fuzileiros da Esquadra, do Corpo de Fuzileiros Navais (CFN).

Anualmente são realizado exercícios conjuntos das Forças Armadas para testar as capacidades do SISDABRA, bem como as oportunidades de melhorias. O § 3º, do Art. 2º do decreto supracitado determina que “Cabe às Forças Singulares a supervisão técnica e a atualização tecnológica de seus meios de Defesa Aeroespacial englobados no SISDABRA, em consonância com orientação normativa emanada do órgão Central do SISDABRA.” Ou seja, a Marinha do Brasil deve estar constantemente avaliando a necessidade de atualizar seus meios de artilharia antiaérea, a fim de contribuir para o exercício da soberania no espaço aéreo brasileiro.

Além disso, essa necessidade de atualização dos meios de artilharia antiaérea também se dá pela necessidade do CFN de contribuir para a garantia da

superioridade aérea, quando atuando apoiado por meios de outras forças, ou até mesmo de garantir a superioridade aérea, quando atuando isoladamente, nas diversas missões em que pode ser empregado.

A inovação tecnológica se dá em um ritmo cada vez mais acelerado e o reflexo disso é facilmente percebido no poderio bélico de vários países, inclusive na maioria dos países da América do Sul. Em se tratando de Defesa, essa realidade impõe ao Brasil a necessidade desenvolver suas capacidades de manutenção da integridade do território nacional e isso se dá de várias formas, dentre elas a aquisição ou desenvolvimento de armamentos e equipamentos que tenham a capacidade de garantir a defesa do território nacional.

1.1. Tema

A inovação tecnológica se dá em um ritmo cada vez mais acelerado e o reflexo disso é facilmente percebido no poderio bélico de vários países, inclusive na maioria dos países da América do Sul. Em se tratando de Defesa, essa realidade impõe ao Brasil a necessidade desenvolver suas capacidades de manutenção da integridade do território nacional e isso se dá de várias formas, dentre elas a aquisição ou desenvolvimento de armamentos e equipamentos que tenham a capacidade de garantir a defesa do território nacional.

Com relação ao combate aeroespacial, as aeronaves têm aumentado muito suas capacidades de voo, sistemas de armas e de guerra eletrônica, possibilitando a essas aeronaves realizarem, por exemplo, os ataques “stand-off”, que são os ataques realizados a uma altura que supere a capacidade de engajamento da artilharia antiaérea do inimigo. Em contrapartida, muitos países também desenvolvem seus sistemas de artilharia antiaérea a fim de se contrapor às aeronaves mais modernas.

Tal fato induz ao Brasil manter constantes estudos sobre a necessidade de aquisição de um eficiente e moderno sistema de artilharia antiaérea, a fim de se contrapor a essas novas capacidades das aeronaves militares de outros países. Nesse contexto, o CFN tem tomado as medidas necessárias para manter sua capacidade de bem cumprir as tarefas que lhe são atribuídas.

1.2. Hipóteses

Em que pese a América do Sul ser uma região que, nos últimos anos, tem registrado poucos conflitos armados entre os seus países, as crises políticas que passam determinados países dessa região fazem aumentar as preocupações no que diz respeito a soberania da pátria brasileira. Aliado a esse fato, tem-se o crescente investimento no setor bélico de alguns países da América do Sul, conforme pode-se observar na seguinte passagem:

A América Latina se tornou o principal novo mercado para as exportações de armas da Rússia, que no ano passado aumentou suas vendas para a região, o que suscitou temores relacionados a uma corrida armamentista na região envolvendo, inclusive, o Brasil, indicou nesta quarta-feira (3/02) o Instituto Internacional de Estudos Estratégicos (IISS). O relatório destaca a Venezuela como maior parceira militar dos russos na região. Na esteira dos esforços venezuelanos para ampliar seu poderio bélico, o Brasil, maior potência regional, também lançou um "ambicioso programa de modernização militar", para o qual aumentou o seu orçamento no setor para US\$ 29,7 bilhões em 2009, ou 1,7% de seu Produto Interno Bruto (PIB). "O novo mercado mais significativo para as exportações russas é a América Latina", e a tendência de crescimento das vendas da potência europeia para essa região "parece destinada a se manter", afirmou o IISS em seu "Military Balance 2010", um relatório anual sobre a capacidade militar e os gastos de defesa de 170 países do mundo. O relatório indica que a Rússia - segundo maior fornecedor mundial de armas em 2008, com entregas totais estimadas em US\$ 5,4 bilhões - assinou contratos com Brasil, Venezuela, Peru, México e Colômbia, e negocia atualmente outros acordos com Bolívia, Uruguai e Equador. A penetração russa se deve em parte às limitações às vendas de armas impostas pelos Estados Unidos - tradicionalmente o maior fornecedor da região - a vários países, como a Venezuela, por considerar que não cooperam o suficiente na luta contra o terrorismo. A Venezuela, que emergiu em 2007 como o segundo maior comprador de material de defesa da Rússia, adquiriu nos últimos anos equipamentos militares no valor de US\$ 4 bilhões, ressaltou o livro de quase 500 páginas. Além disso, Moscou apresentou aos venezuelanos em 2009 um aumento das facilidades de crédito em aquisições até US\$ 2,2 bilhões - em troca do acesso de companhias russas aos campos petrolíferos da Venezuela -, que a curto prazo deverá ter como resultado a entrega de cerca de 100 tanques T-72 e lança-mísseis Smerch. A longo prazo, acredita-se que o acordo envolve a possível aquisição pela Venezuela de um "sistema de defesa antiaérea de vários níveis" (com armas dos tipos Tor M-1, S300, Buk-M2 e Pechora), indica o informe, destacando a falta de transparência dessa cooperação bilateral. No total, os gastos de defesa de América Latina e Caribe

chegaram aos 58,048 bilhões de dólares em 2008 (1,35% do PIB), contra 39,073 bilhões de dólares dois anos antes. Por outro lado, o IISS pede aos países latino-americanos que trabalhem "de maneira mais eficaz pela segurança regional", a fim de enfrentar "ameaças cada vez mais numerosas e complexas para sua estabilidade", como a degradação da democracia, o crime organizado transnacional, o terrorismo e a insurgência ou o tráfico ilegal de armas e de drogas. O informe também destaca como um progresso neste sentido a recente criação do Conselho de Defesa da União das Nações Sul-Americanas (Unasul). (Correio Braziliense, 2010)

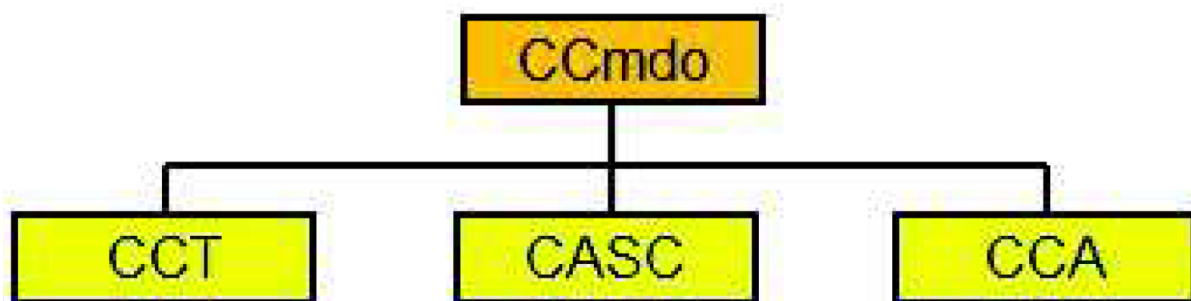
Tendo em vista o que foi mencionado, fica evidente a hipótese de o CFN ser empregado em uma missão a fim de contribuir para a manutenção da soberania nacional em virtude de problemas vivenciados pelos países vizinhos.

1.3. Justificativa

O MANUAL BÁSICO DOS GRUPAMENTOS OPERATIVOS DE FUZILEIROS NAVAIS (CGCFN-0-1) preconiza que quando se fizer necessário o emprego de tropa de Fuzileiros navais e o vulto, complexidade ou ênfase a serem executadas justificarem a reunião de elementos constitutivos sob um mesmo comando, tais tropas podem ser organizadas em Grupamento Operativo de Fuzileiros Navais (GptOpFuzNav) que, segundo tal publicação, é “uma forma de organização para o emprego de tropa de Fuzileiros Navais, constituída para o cumprimento de missão específica e estruturada segundo o conceito organizacional de componentes, que agrupa os elementos constitutivos, de acordo com a natureza de suas atividades”.

Dentre esses componentes, existe o Componente de Combate Aéreo (CCA), que é o componente que tem como uma de suas responsabilidades controlar e coordenar os meios de defesa antiaérea. Para realizar tal coordenação é controle, uma das grandes preocupações diz respeito a logística para transporte de um sistema de artilharia antiaérea, bem como a sua cadeia de suprimentos. Por tanto, um estudo com ênfase nessa questão pode contribuir para que um GptOpFuzNav possa bem cumprir suas tarefas, destacando-se o caráter expedicionário de tais Grupamentos.

Figura 1 – Componentes do GptOpFuzNav.



Fonte: CGCFN-0-1 - MANUAL BÁSICO DOS GRUPAMENTOS OPERATIVOS DE FUZILEIROS NAVAIS

1.4. Objetivos e Metodologia

Este artigo tem por objetivo apresentar uma ferramenta que contribua para a tomada de decisão de, no caso de integração de uma artilharia antiaérea de média altura para o CFN na defesa aeroespacial dos GptOpFuzNav, onde posicionar suas bases, de forma que, de maneira eficiente e rápida, possa garantir a defesa antiaérea de pontos ou áreas sensíveis do território nacional onde tais Grupamentos forem empregados.

Será apresentado então o método das P-medianas como ferramenta para solução de tal problema, a fim de dar uma visão objetiva ao decisor, baseada em custo, tempo e distâncias.

2. Desenvolvimento

2.1. Conceitos

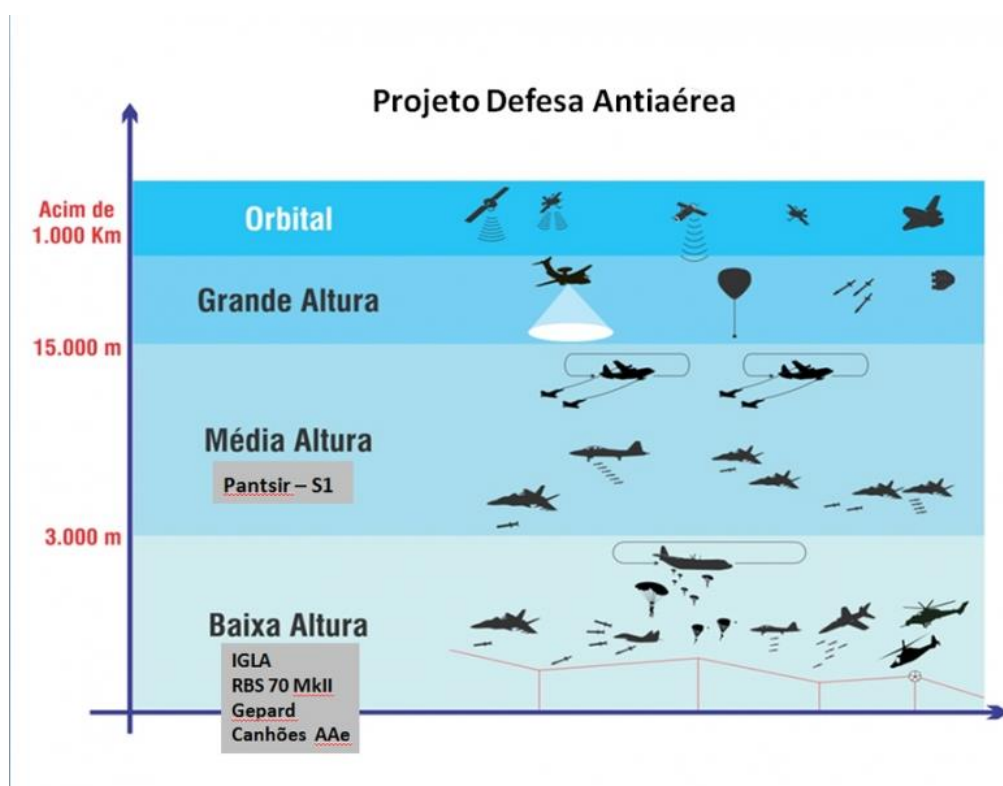
A defesa aeroespacial é definida pelo conjunto de medidas tomadas para se contrapor a qualquer ameaça aeroespacial, reduzindo ou anulando sua eficácia, conforme está definido no Manual de Defesa Antiaérea de Fuzileiros Navais (CGCFN-10.1). Essa defesa é dividida em defesa aeroespacial ativa e passiva, que são as medidas tomadas sem hostilizar o inimigo. A defesa antiaérea está inserida

na defesa aeroespacial ativa e é definida pelo CGCFN-10.1 como “Conjunto de ações desencadeadas da superfície, incluindo-se aqui o emprego de artilharia antiaérea (AAAe) e Contra-Medidas Eletrônicas (CME)”, ou seja, são as ações que se originam em terra ou no mar em direção ao ar.

Dentre as tarefas de uma artilharia antiaérea pode-se destacar realizar a defesa antiaérea de um Grupamento Operativo de Fuzileiros Navais, a fim de garantir a este sua segurança e liberdade de manobra e defender seus pontos vitais ou de interesse.

O CGCFN-10.1 classifica a artilharia antiaérea de várias formas, neste trabalho cabe expor a classificação quanto ao teto de emprego, que se divide em baixa altura, artilharia que atua contra alvos voando até 3000 metros, média altura, que atua contra alvos voando entre 3000 metros e 15000 metros, e grande altura, que atua contra alvos voando acima de 15000 metros. Neste artigo o foco será na artilharia antiaérea de média altura.

Figura 2 – Classificação quanto ao teto de emprego da artilharia antiaérea



Fonte: <https://www.defesanet.com.br/terrestre/noticia/14410/EB-%E2%80%93-Adquire-o--missil-SAAB--RBS-70-MkII/>

2.2. Artilharia Antiaérea de Média Altura

Figura 3 – Sistema de artilharia antiaérea de média altura Pantsir-S1



Fonte: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/19705/REEQUIPAMENTO---Defesa-envia-comitiva-%C3%A0-R%C3%BAssia-para-avaliar-sistema-de-artilharia-antia%C3%A9rea>

Dado o maior alcance, os sistemas de artilharia antiaérea de média altura contribuem sobremaneira para a defesa antiaérea principalmente na aplicação dos conceitos de defesa em profundidade e engajamento antecipado das várias ameaças aéreas, dando a uma determinada força maior capacidade de moldar o combate a uma forma mais favorável para o cumprimento de sua missão.

As dimensões continentais do território brasileiro e a grande variedade de alvos compensadores em seu território são outros fatores que também aumentam de importância a necessidade de se contar com um sistema de artilharia antiaérea de média altura para garantir a defesa aeroespacial do país. Analisando alguns conflitos recentes pode-se observar que esses sistemas têm sido fundamentais para garantir a superioridade aérea de determinada força.

Já existem no mundo vários sistemas de Artilharia Antiaérea para uma possível aquisição do Brasil ou para servir de modelo para desenvolvimento de um sistema nacional, porém para atender deve-se atentar para quais são as características necessárias para que o CFN empregue tais meios em um GptOpFuzNav. Para isso, houve um grupo de trabalho entre as três Forças Armadas, no qual o CFN teve participação, para definir os requisitos operacionais conjuntos (ROC) de um sistema de artilharia antiaérea. Fruto desse trabalho foi expedida a PORTARIA N° 4.181/GM-MD, DE 11 DE DEZEMBRO DE 2020 versa em seu Art. 1º “Ficam aprovados os Requisitos Operacionais Conjuntos (ROC) para o Sistema de Artilharia Antiaérea de Média Altura/Médio Alcance das Forças Armadas - ROC N° 54/2020, considerando a necessidade requerida pela estrutura de apoio logístico dos meios navais, aéreos e terrestres, na forma do Anexo à esta Portaria.”

A supracitada portaria definiu uma série de requisitos que foram divididos em: Requisitos gerais do sistema, requisitos para o subsistema de controle e alerta, requisitos para o subsistema de armas, requisitos para o subsistema de comunicações e requisitos para o subsistema de apoio logístico, requisitos ambientais, requisitos de mobilidade e requisito de treinamento. Cabe expor neste trabalho os requisitos de mobilidade, os quais estão descritos no item 7 da portaria, quais sejam:

7.1) As plataformas terrestres do Sistema devem apresentar condições de mobilidade que permitam seu posicionamento utilizando viaturas com tração e sua operação em qualquer terreno.

7.2) As estruturas funcionais (lançadoras, COAAe e radar) do Sistema devem ter a capacidade de operar mesmo quando destacadas de suas plataformas terrestres.

7.3) As plataformas terrestres do Sistema devem ser intercambiáveis para o transporte das diferentes estruturas funcionais.

7.4) Todos os veículos do Sistema devem possuir autonomia para rodar sem abastecimento, por, no mínimo, 500 (quinhentos) km e com velocidade de cruzeiro variando entre 50 (cinquenta) a 80 (oitenta) km/h, em estradas pavimentadas.

7.5) Todos os veículos do Sistema devem incorporar sistemas de guincho próprios para superar situações de emergência causadas por atolamentos em terrenos que não comportem o seu peso.

7.6) Todos os veículos do sistema devem possuir condições mecânicas para sobrepujar terrenos com inclinação de, no mínimo, 30°(trinta graus) de auge e inclinação lateral de, no mínimo, 20°(vinte graus).

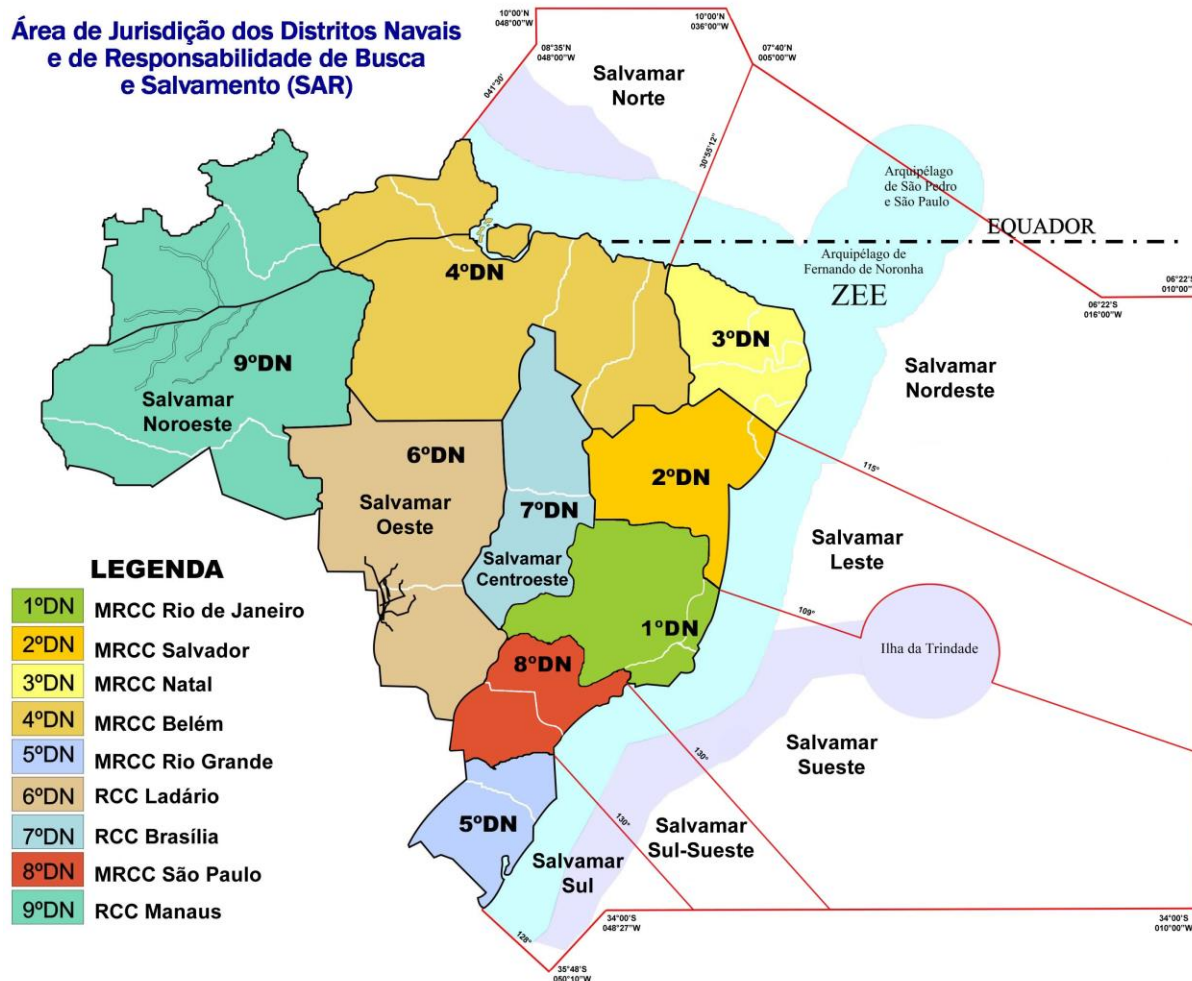
7.7) O Sistema deve ser transportável:

- a) por meio fluvial, em balsas ou barcas do inventário das Forças Armadas brasileiras;
- b) por meio aéreo, em aeronaves KC-390 e C-130; e
- c) por meio marítimo e capaz de ser carregado e descarregado, por rampas, após a abicagem dos Navios Anfíbios, bem como das Embarcações de Desembarque da Marinha do Brasil.

2.3. Posicionamento do Sistema

Com a aquisição de um sistema de artilharia antiaérea que atendesse aos requisitos já mencionados, restaria a necessidade de decidir onde posicionar suas bases e depósitos de suprimentos de forma a atender, de forma mais rápida e eficiente, às necessidades dos GptOpFuzNav. Tendo em vista que tais grupamentos podem operar em qualquer parte do território brasileiro ou mesmo em território internacional, pode-se definir as sedes dos nove Distritos Navais, divisão feita pela Marinha do Brasil do território nacional, como possíveis pontos para posicionamento de tais bases, de forma que, a partir de alguns desses pontos, os GptOpFuzNav possam garantir a defesa antiaérea onde for necessário, em um tempo adequado e com os custos aceitáveis. Abaixo pode-se observar a divisão do território nacional em seus nove Distritos Navais:

Figura 4 – Distritos Navais



Fonte: Marinha do Brasil (2021)

2.4. O Método das P-Mediana

Como já indicado por Garey e Johnson (1979) e Stefanello (2011), determinar a localização das P-mediana pode ser complexa, pois depende do número de medianas e dos pontos de demanda. Assim, as medianas representarão as bases propriamente ditas, onde um número de pontos (demandas) serão abastecidos por essas bases. O método utilizado na determinação da localização da P-mediana, dependendo do número de pontos, pode ter um tempo computacional relativamente alto. Porém, nesse trabalho, a partir de um modelo simplificador, o método das P-mediana será facilmente resolvido. Como proposto nesse trabalho, o problema do posicionamento das bases de uma artilharia antiaérea de média altura, pode ser

formulado conforme Christofides (1975), onde o método das P-medianas representa um problema de programação linear binário, tal que:

$$Z = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij} . \quad (1)$$

$$\text{sujeito a: } \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j \in N . \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ii} = p . \quad (3)$$

$$x_{ij} \leq x_{ji} \quad i, j \in N . \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad i, j \in N . \quad (5)$$

Onde D representa a matriz de distâncias; X_p o conjunto de medianas e X o conjunto dos pontos (ou vértices).

Assim:

d_{ij} , denota a distância entre o vértice i e o vértice j.

$x_{ij} = 1$ se, $x_j \in X$ e está alocado a mediana $x_i \in X_p$ e $x_{ij} = 0$ em caso contrário.

p, denota o número de medianas definidas.

A função (1) representa a função objetivo e busca minimizar a soma das distâncias entre os vértices i e j. As restrições (2) garante que somente um vértice j está alocado a uma mediana i. A restrição (3) define o número p de medianas. A restrição (4) garante que se o vértice j está alocado a mediana i então, $x_{ij} = x_{ji}$, caso contrário $x_{ij} < x_{ji}$. A restrição (5) garante que as variáveis são binárias.

2.4.1. Estruturação Lógica do Problema matemático

Para resolver o problema, será utilizada uma planilha eletrônica, que possui uma ferramenta chamada Solver, permitindo obter a solução para o problema. Conforme mencionado anteriormente, a posição da sede dos Distritos Navais será utilizada como possíveis posições (medianas) para a base de uma artilharia antiaérea de média altura, onde os distritos não selecionados serão atendidos por essas possíveis posições. A Figura 5, mostra a tabela representado a matriz de

distâncias D entre os distritos. As distâncias foram obtidas através do Google Maps, considerando um deslocamento motorizado, tendo como requisito de mobilidade do sistema de artilharia antiaérea, aquele que possui mobilidade que permita seu posicionamento utilizando viaturas com tração, sendo sua operação realizada em qualquer terreno.

Figura 5 – Tabela das distâncias

	Destino								
Base	1º DN	2º DN	3º DN	4º DN	5º DN	6º DN	7º DN	8º DN	9º DN
1º DN	0	1632	2589	3128	1790	1831	1179	438	4275
2º DN	1632	0	1101	2060	3324	2803	1451	1971	4867
3º DN	2589	1101	0	1961	4274	3869	2401	2923	4727
4º DN	3128	2060	1961	0	4216	3278	1971	2891	3052
5º DN	1790	3324	4274	4216	0	1990	2349	1350	4694
6º DN	1831	2803	3869	3278	1990	0	1476	1405	2754
7º DN	1179	1451	2401	1971	2349	1476	0	1015	3429
8º DN	438	1971	2923	2891	1350	1405	1015	0	3881
9º DN	4275	4867	4727	3052	4694	2754	3429	3881	0

Fonte: Autor (2021) baseado em *Google Maps*. (2021)

A Figura 6, mostra a tabela que fará a relação entre os distritos, onde para cada elemento da tabela, após solucionado o problema por p-medianas, receberá um número binário. O número 1 ficará atribuído ao distrito que atender os requisitos de abastecimento por outro distrito. Caso contrário, será atribuído o número 0. Assim, será possível determinar quais os distritos que serão mais bem posicionados para atender outros distritos. Nessa tabela, consta também a coluna “Seleção” que mostrará quais distritos serão selecionados para tornarem-se bases.

Figura 6 – Modelo da tabela seleção

	Seleção									
	Destino									
Base	1º DN	2º DN	3º DN	4º DN	5º DN	6º DN	7º DN	8º DN	9º DN	Seleção
1º DN										
2º DN										
3º DN										
4º DN										
5º DN										
6º DN										
7º DN										
8º DN										
9º DN										

Fonte: Autor (2021)

Através da ferramenta solver, sobre o modelo simplificador, selecionando 2 distritos ($p = 2$), o problema é solucionado. Os resultados são mostrados na Figura 7. Cabe salientar que, o número p precisa ser definido, podendo ser alterado pelo tomador de decisão.

Figura 7 – Solução

	Seleção									
	Destino									Seleção
Base	1º DN	2º DN	3º DN	4º DN	5º DN	6º DN	7º DN	8º DN	9º DN	
1º DN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2º DN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3º DN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4º DN	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
5º DN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6º DN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7º DN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8º DN	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1
9º DN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Fonte: Autor (2021)

Como pode ser observado através da tabela, Figura 7, na coluna “seleção”, os distritos selecionados como base foram o 4º DN, sediado em Belém, e o 8º DN, sediado em São Paulo. Sendo que o 4º DN atenderá ao 3º DN, sediado em Natal, ao 9º DN, sediado em Manaus, e obviamente ao próprio 4º DN. Por outro lado, o 8º DN atenderá ao 1º DN, sediado no Rio de Janeiro, ao 2º DN, sediado em Salvador, ao 5º DN, sediado em Rio Grande, ao 6º DN, sediado em Ladário, ao 7º DN sediado em Brasília, e ao próprio 8º DN. Além disso, é de se ressaltar que todas as condições foram satisfeitas para o problema, todos os Distritos Navais foram atendidos.

3. CONCLUSÃO

De acordo com o estudo apresentado neste trabalho ficou evidente que, devido às dimensões e as riquezas presentes no território brasileiro, além das crises políticas enfrentadas por alguns países que vêm se destacando no cenário geopolítico da América do sul, é de suma importância que o país tenha capacidade de garantir sua soberania nacional e, tendo em vista que o CFN é um dos órgãos

garantidores dessa soberania, ter um eficiente sistema de artilharia antiaérea de média altura é essencial para o cumprimento de suas tarefas.

O modelo P-medianas mostrou-se adequado para resolução do problema aqui apresentado e poderá auxiliar o tomador de decisão quanto ao posicionamento de bases do sistema de artilharia antiaérea de média altura, com relação a distâncias, tempo e custos. Além disso, a formulação matemática P-medianas já resolveu muitos problemas importantes de posicionamento.

Finalmente, cabe destacar que, o modelo aqui apresentado é um modelo simplificador, existindo outras restrições que precisam ser levadas em consideração na modelagem do problema real. Assim, para trabalhos futuros a nível estratégico, outras restrições poderiam ser estudadas para incorporar ao modelo.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais. **CGCFN-0-1 - MANUAL BÁSICO DOS GRUPAMENTOS OPERATIVOS DE FUZILEIROS NAVAIS**. Rio de Janeiro: Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais, 2020.

BRASIL. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais. **CGCFN-10.1 - Manual de Defesa Antiaérea de Fuzileiros Navais**. Rio de Janeiro: Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais, 2020.

_____. Presidência da República. **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988**. Brasília, 1988.

_____. Presidência da República. **DECRETO-LEI Nº 1.778, DE 18 DE MARÇO DE 1980. Cria o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro - SISDABRA e dá outras providências**. Brasília, 1980.

_____. Ministério da Defesa. **PORTARIA Nº 4.181/GM-MD, DE 11 DE DEZEMBRO DE 2020. REQUISITOS OPERACIONAIS CONJUNTOS (ROC) DO SISTEMA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA/MÉDIO ALCANCE DAS FORÇAS ARMADAS.** Brasília 2020.

CHRISTOFIDES, N. **Grafh theory – An algorithmic approach.** New York: ed. Academic Press, 1975.

CORREIA, J.H.; SOUSA FILHO, G.F.; NASCIMENTO, I.Q.; FORMIGA, L.A.C.; NASCIMENTO, R.Q. **Otimização e implementação de um sistema de alocação ótima de serviços públicos utilizando a meta-heurística Grasp.** XLII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Bento Gonçalves, Brasil, Setembro de 2010.

GAREY, M. R. AND JOHNSON, D. S. **Computers and intractability: a guide to the theory of NP-completeness,** W. H. Freeman and Co., San Francisco. 1979.

STEFANELLO, F. **Hibridização de Métodos Exatos e Heurísticos para Resolução de Problemas de Otimização Combinatória.** Dissertação da Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Informática, RS, 2011.

CORREIO BRAZILIENSE. **América Latina é o principal novo mercado para armas russas.** Disponível em: <
https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/mundo/2010/02/03/interna_mundo,171052/america-latina-e-o-principal-novo-mercado-para-armas-russas.shtml>.
 Acesso em 25 de junho de 2021.

DEFESA NET. **EB – Adquire o míssil SAAB RBS 70 MkII.** Disponível em: <
<https://www.defesanet.com.br/terrestre/noticia/14410/EB-%E2%80%93-Adquire-o-missil-SAAB--RBS-70-MkII/>>. Acesso em 26 de junho de 2021.

GOOGLE MAPS. <https://www.google.com.br/maps> . Acesso em: 20 de julho de 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). **Divisão Terrestre e Marítima dos DN (Distritos Navais)**. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/com8dn/?q=divisao-terrestre-maritima-dn>>. Acesso em 25 de junho de 2021.