

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE ALEXANDRINO

CURSO DE APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM
SISTEMAS DE ARMAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**SISTEMAS DE DEFESA ANTIAÉREA: uma possibilidade de modernização da defesa
antiaérea dos meios da Marinha do Brasil.**



PRIMEIRO-TENENTE BERNARDO ALHANATI DO NASCIMENTO

Rio de Janeiro
2023

PRIMEIRO-TENENTE BERNARDO ALHANATI DO NASCIMENTO

SISTEMAS DE DEFESA ANTIAÉREA: uma possibilidade de modernização da defesa
antiaérea dos meios da Marinha do Brasil.

Monografia apresentada ao Centro de Instrução
Almirante Alexandrino como requisito parcial à
conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em
Sistemas de Armas.

Orientadores:

CC (EN) Thiago Durães Barboza

Helios Malebranche Olbrisch Freres Filho, PhD

CIAA
Rio de Janeiro
2023

Nascimento, Bernardo Alhanati do
SISTEMAS DE DEFESA ANTIAÉREA: uma possibilidade de
modernização da defesa antiaérea dos meios da Marinha do Brasil./
Bernardo Alhanati do Nascimento. Rio de Janeiro, 2023.
58 f. : il.

Orientador: Thiago Durães Barboza
Trabalho de Conclusão de Curso – Centro de Instrução Almirante
Alexandrino, Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Sistemas de
Armas, 2023.

1. Guerra Antiaérea 2. Sistemas De Defesa Antiaérea. 3. Mísseis. I.
Barboza, Thiago Durães, 2023-, (Orient.). II Centro de Instrução
Almirante Alexandrino. III – SISTEMAS DE DEFESA ANTIAÉREA:
uma possibilidade de modernização da defesa antiaérea dos meios da
Marinha do Brasil

PRIMEIRO-TENENTE BERNARDO ALHANATI DO NASCIMENTO

SISTEMAS DE DEFESA ANTIAÉREA: uma possibilidade de modernização da defesa
antiaérea dos meios da Marinha do Brasil.

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Alexandrino como requisito parcial
à conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Sistemas de Armas.

Aprovada em _____

Banca Examinadora:

CC (EN) Thiago Durães Barboza – DSAM _____

Helios Malebranche Olbrisch Freres Filho, PhD – PUC Rio _____

CC (EN) Alexandre de Vasconcelos Cardoso – DSAM _____

CIAA
Rio de Janeiro
2023

Dedico esse trabalho à minha família e meus amigos que se preocupam e me apoiam em cada decisão tomada ao longo da minha carreira.

AGRADECIMENTOS

Com a conclusão deste período, agradeço a Deus e aos meus protetores pelo crescimento profissional e pessoal. Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha família, na figura dos meus pais, irmãos, noiva e sobrinhas, bem como aos meus amigos e afilhado, que me apoiaram nos momentos difíceis e me trouxeram alegria nos momentos de descontração. Sem o apoio deles, não teria chegado até aqui com a consciência limpa e a confiança de ter feito tudo o que estava ao meu alcance, segundo minhas convicções.

Sou profundamente grato por ter essas pessoas incríveis em minha vida. Isso me inspira a continuar agindo de acordo com os valores que aprendi e continuo aprendendo, tornando-me um ser humano melhor a cada dia.

Gostaria de expressar minha gratidão aos amigos que fiz graças ao Flamengo, sejam aqueles que conheci nos encontros quase semanais no Maracanã ou aqueles que conheci graças à tecnologia. Nossas conversas diárias e preocupações sobre o futuro do "Mais Querido" tornaram minhas tardes e noites de estudo mais emocionantes e inspiradoras.

Por fim, gostaria de fazer uma menção mais do que justa à minha noiva, Lara, por sua paciência nos momentos turbulentos, por sua calma transmitida e por sua empatia em entender minhas necessidades. Sua presença ao meu lado tem sido fundamental para meu crescimento pessoal e profissional.

"Quanto mais fortes somos, menos
provável é a guerra"

Otto von Bismarck

SISTEMAS DE DEFESA ANTIAÉREA: uma possibilidade de modernização da defesa antiaérea dos meios da Marinha do Brasil.

Resumo

A importância das aeronaves nos conflitos armados tem se mostrado cada vez mais impactante. Com o aperfeiçoamento dos meios aéreos, as armas para combater essas ameaças também estão se desenvolvendo. Dessa forma, esse trabalho apresenta 12 dos principais sistemas de defesa antiaéreos presentes no mundo e faz uma comparação para avaliar quais desses sistemas a Marinha do Brasil poderia adquirir, levando em consideração o contexto financeiro atual e as características dos meios navais. Novas análises são sugeridas para verificar a possibilidade de esses sistemas se integrarem aos navios brasileiros, visto que o trabalho avaliou apenas as especificações técnicas disponíveis desses armamentos. A busca por informações foi realizada em sites confiáveis na internet e não se limitou a apenas uma fonte, de forma a confirmar informações sensíveis. Três sistemas são considerados possíveis de serem adquiridos pela Marinha do Brasil, baseado no custo benefício, flexibilidade, entre outros.

Palavras- chave: Sistemas de defesa antiaéreos, Marinha do Brasil, Míssil, Aster, Barak 8, David's Sling, Hong QI-9, IRIS-T, Iron Dome, NASAMS, Pantisir, Patriot, S-400, Sea Ceptor, Spyder

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Aster 30 SAMP/T	19
Figura 4.2 – Barak 8	21
Figura 4.3 – David’s Sling	22
Figura 4.4 – Hong QI-9	23
Figura 4.5 – IRIS-T	24
Figura 4.6 – Iron Dome	26
Figura 4.7 – NASAMS	27
Figura 4.8 – Pantisir	28
Figura 4.9 – Patriot	29
Figura 4.10 – S-400 Triumph	30
Figura 4.11 – Sea Ceptor	31
Figura 4.12 – Spyder	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.13 – Resumo dos dados	33
--------------------------------------	----

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

I GM	Primeira Guerra Mundial
II GM	Segunda Guerra Mundial
AAM	Air-to-Air Missile
ALI	Apoio Logístico Integrado
AMRAAM	Advanced Medium-Range Air-to-Air Missile
CAMM	Common Anti-air Modular Missile
EUA	Estados Unidos da América
FAB	Força Aérea Brasileira
HIMAD	High to Medium Air Defense
IPqM	Instituto de Pesquisa da Marinha
LBDN	Livro Branco de Defesa Nacional
MB	Marinha do Brasil
MN	Milhas Náuticas
NASAMS	National Advanced Surface-to-Air Missile System
NT	New Technology
SAM	Surface-to-Air Missile
SHORAD	Short Range Air Defense
URSS	União Soviética
VANTs	Veículos Aéreos Não Tripulados

LISTAS DE SÍMBOLOS

kg	Quilograma
km/h	Quilômetros por hora
km	Quilômetros
Mach	É uma medida adimensional de velocidade definida como a razão entre a velocidade do objeto que se desloca em um meio fluido e a velocidade das ondas sonoras nesse meio
US\$	Dólares americanos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Apresentação do Problema	14
1.2 Justificativa e Relevância	14
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo Geral	15
1.3.2 Objetivos Específicos	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3 METODOLOGIA	16
3.1 Classificação da Pesquisa	16
3.1.1 Classificação Quanto aos Fins	16
3.1.2 Classificação Quanto aos Meios	17
3.2 Limitações do Método	17
3.3 Universo e Amostragem	17
3.4 Coleta e Tratamento dos Dados	18
4 SISTEMAS DE DEFESA ANTIAÉREOS	18
4.1 Aster 30 SAMP/T	19
4.2 Barak 8	20
4.3 David's Sling	21
4.4 Hong QI-9	23
4.5 IRIS-T	24
4.6 Iron Dome	25
4.7 NASAMS	26
4.8 Pantisir	27
4.9 Patriot	28
4.10 S-400	29
4.11 Sea Ceptor	31
4.12 Spyder	32
4.13 Tabela	33

5 CONCLUSÃO	34
5.1 Considerações Finais	34
5.2 Escolha dos sistemas para a Marinha do Brasil ..	34
5.3 Sugestões para futuros trabalhos	35
 REFERÊNCIAS	 36

1 INTRODUÇÃO

Desde sua invenção no final do século XIX, as aeronaves têm desempenhado um papel cada vez mais importante na guerra moderna. Em pouco mais de um século, as aeronaves passaram de brinquedos caros e perigosos para armas de precisão capazes de atingir alvos a milhares de quilômetros de distância.

A primeira vez que as aeronaves, propriamente ditas, foram usadas em combate datam da Primeira Guerra Mundial (I GM). A Segunda Guerra Mundial (II GM) viu o desenvolvimento de aeronaves mais avançadas, como os caças a jato e os bombardeiros estratégicos. O desenvolvimento do radar e dos mísseis guiados tornou as aeronaves ainda mais eficazes em missões de ataque. A corrida armamentista entre os Estados Unidos da América (EUA) e a União Soviética (URSS) levou ao desenvolvimento de aeronaves cada vez mais avançadas, como o bombardeiro B-52 e o caça Mig-25. Após a II GM, as aeronaves continuaram a se aprimorar, tornando-se cada vez mais sofisticadas.

Recentemente, Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), como os drones aéreos, têm permitido às forças militares realizar operações de reconhecimento e ataque sem expor a vida de pilotos. Esses veículos têm sido empregados em diversas tarefas no campo de batalha, como na identificação de posições inimigas, movimentação de tropas e equipamentos, além de realizar interceptação e interferência nas comunicações inimigas. Além disso, os VANTs fornecem imagens de alta resolução de áreas remotas ou perigosas, o que se torna um recurso valioso para as forças militares.

Os drones também têm sido usados para atacar alvos inimigos, como tropas, veículos e instalações. Eles podem ser equipados com diferentes armas, como mísseis, bombas e foguetes, e atingir alvos com precisão, reduzindo o número de baixas civis. Além disso, esses drones aéreos podem ser utilizados para sabotar as linhas de logística inimigas.

1.1 Apresentação do Problema

O Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN) de 2020 dedica-se a abordar uma parte específica do seu texto ao espaço aéreo, que está se tornando um domínio estratégico cada vez mais importante para o mundo. O LBDN destaca que o espaço aéreo brasileiro é essencial para a segurança e soberania do Brasil e que o país enfrenta vários desafios, como o domínio do espaço aéreo, como o aumento da presença de aeronaves estrangeiras, civis e militares e o desenvolvimento de novas tecnologias, como drones e armas de longo alcance.

Existe também a possibilidade de infraestruturas vitais, como sistemas de controle de tráfego aéreo, serem alvo de ataques. Para lidar com esses problemas, o LBDN estabeleceu uma série de objetivos para a defesa do espaço aéreo brasileiro. Esses objetivos incluem melhorar as capacidades da Força Aérea Brasileira (FAB) para monitorar e defender o espaço aéreo brasileiro; cooperar com outras nações para aumentar a segurança e a estabilidade no cenário internacional.

1.2 Justificativa e Relevância

Desde a introdução da aviação militar, os meios de defesa antiaérea foram incluindo metralhadoras, peças antiaéreas, balões de barragem e aviões de caça, todos estes auxiliados por sistemas de referência, incluindo projetores de luz e radares.

A I GM provou que a aeronave era uma componente importante do campo de batalha, com o emprego de dirigíveis em operações de transporte, bombardeio e escolta. À medida que as capacidades das aeronaves melhoraram, especialmente no tocante aos seus recursos de alcance e velocidade, as defesas antiaéreas tiveram que se desenvolver para acompanhar essas melhorias. A invenção dos sistemas de defesa antiaérea foi uma resposta à necessidade de proteger as forças terrestres e navais contra os ataques aéreos. Com o tempo, os sistemas de defesa antiaérea foram se tornando mais sofisticados, com a introdução de tecnologias como radares e mísseis guiados, que permitiram uma maior precisão e eficácia na interceptação de aeronaves inimigas.

1.3 Objetivos

O objetivo deste trabalho é apresentar qual ou quais sistemas de defesa antiaéreo seriam o mais adequados para a Marinha do Brasil (MB), considerando o contexto atual do país.

1.3.1 Objetivo Geral

Para alcançar esse objetivo, o trabalho vai apresentar diversos sistemas de defesa antiaéreos, suas especificações técnicas e outras funcionalidades que foram julgadas relevantes para o conhecimento do sistema.

1.3.2 Objetivos Específicos

De forma específica, o trabalho terá o intuito de comparar os principais sistemas de defesa antiaéreos. Serão considerados aspectos técnicos como a capacidade de detectar, rastrear e interceptar ameaças aéreas, bem como o seu alcance e a variedade das ameaças a que esses sistemas se contrapõem. Avaliará também os custos envolvidos, usando a métrica do custo por míssil lançado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

“A Engenharia de Sistemas é uma abordagem interdisciplinar (diversos grupos de disciplinas) que torna possível a concretização de 'Sistemas' de elevada complexidade.” Asch (2023).

A engenharia de sistemas conceitua o que é um sistema, um sistema de sistemas e um sistema complexo. Basicamente, pode-se definir um sistema como um conjunto de elementos interagindo entre si, cumprindo determinadas regras e produzindo algo de forma coerente. Já um sistema de sistemas é um sistema onde seus elementos também são sistemas. Um sistema complexo é difícil de descrever, mas a melhor analogia é entender que esse tipo de sistema, ao analisar o todo, tem comportamento diferente do que se imaginaria ao analisar a soma de suas partes.

Então, sob a perspectiva da engenharia de sistemas, um sistema de defesa antiaéreo é visto como um sistema complexo composto por diferentes sistemas interconectados que trabalham em conjunto para atingir o objetivo de proteger um território, uma instalação contra ataques aéreos ou unidades e meios contra mísseis e artilharia.

Entre os elementos que compõem um sistema de defesa antiaéreo estão os sensores, responsáveis por detectar e rastrear ameaças aéreas; mísseis ou armas de fogo, responsáveis por interceptar e destruir as ameaças aéreas; sistemas de comando e controle, responsáveis por coordenar as ações dos sensores e das armas; e infraestrutura de suporte,

responsável por fornecer energia, comunicação e outros recursos necessários para o funcionamento do sistema.

Para garantir que um sistema de defesa antiaéreo seja eficaz e eficiente, a engenharia de sistemas pode ser aplicada em diferentes etapas do processo, desde a análise de requisitos até a operação e manutenção do sistema. Através da engenharia de sistemas, é possível identificar e priorizar os requisitos dos usuários, criar um projeto e plano de desenvolvimento, desenvolver um plano de testes e um plano de operação e manutenção.

Alguns exemplos específicos de como a engenharia de sistemas pode ser aplicada em sistemas de defesa antiaéreo incluem o uso de simulações para testar a eficácia de novos sistemas, o desenvolvimento de sistemas interoperáveis com outros sistemas militares e o uso de inteligência artificial para melhorar a capacidade de detecção e rastreamento de ameaças aéreas.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no trabalho envolveu a coleta e análise de informações disponíveis em fontes abertas na internet. Para isso, foram selecionados sítios eletrônicos confiáveis que apresentavam especificações técnicas relevantes sobre os sistemas de defesa antiaéreos e seus mísseis.

3.1 Classificação da Pesquisa

Como disse Gil (2002), a realização da pesquisa fica mais rápida e com resultados mais satisfatórios se o pesquisador conseguir classificá-la de maneira mais coerente. Dessa forma, a pesquisa será classificada quanto aos fins e quanto aos meios.

3.1.1 Quanto aos fins

Dentro dessa classificação, o trabalho se notabiliza pela pesquisa descritiva já que não tem o objetivo de explicar o funcionamento dos sistemas de defesa abordados, apenas trazer dados relevantes e confiáveis sobre esses sistemas.

3.1.2 Quanto aos meios

A explicação da metodologia utilizada no trabalho mostra que a classificação da pesquisa quanto aos meios é a pesquisa bibliográfica. É possível confirmar isso nos textos de Gil (2002) quando ele explica que este tipo de pesquisa se apoia em materiais já publicados e pontua que o advento de novas tecnologias passou a inserir outros formatos nessa classificação, como músicas e materiais disponibilizados na internet.

3.2 Limitações do Método

O trabalho versa sobre um conteúdo muito sensível por se tratar de sistemas de defesa. Os custos envolvidos na produção de tais equipamentos e a forma como atuam em prol da soberania de um país, criam uma dificuldade maior na busca de informações.

Dessa forma, para evitar a utilização de informações falsas ou equivocadas, um dos principais problemas para a qualidade do trabalho ao se usar a pesquisa bibliográfica, foi dado prioridade para as informações que apareciam em mais de uma fonte. É importante ressaltar que todas as fontes utilizadas foram rigorosamente avaliadas para garantir o comprometimento do trabalho com o seu objetivo.

3.3 Universo e Amostragem

Ao analisar os objetivos do Curso de Aperfeiçoamento Avançado, o contexto em que a MB e o Brasil estão inseridos no cenário internacional e os diversos sistemas de defesa antiaéreos existentes, foram selecionados os sistemas mais capazes e também os sistemas que possuíam grandes avanços tecnológicos, mas com um valor acessível.

Depois dessa análise, o trabalho foi reduzido de forma a abordar 12 sistemas de defesa antiaéreos existentes no mundo. O país de origem ou fabricação não foram critérios relevantes para selecionar ou excluir o sistema do trabalho

3.4 Coleta e Tratamento de Dados

Uma das formas de entender a importância da coleta de dados:

O elemento mais importante para a identificação de um delineamento é o procedimento adotado para a coleta de dados. Assim, podem ser definidos dois grandes grupos de delineamentos: aqueles que se valem das chamadas fontes de “papel” e aqueles cujos dados são fornecidos por pessoas. No primeiro grupo, estão a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental. No segundo, estão a pesquisa experimental, a pesquisa ex-post facto, o levantamento e o estudo de caso. (Gil, 2002)

Para a realização desta pesquisa bibliográfica, foram utilizadas diversas fontes de informação disponíveis sobre o tema em questão. A coleta de dados foi realizada por meio de uma busca criteriosa em sítios da internet que abordassem o assunto com profundidade. Além disso, foram utilizadas técnicas de análise e síntese para organizar melhor as informações coletadas, a fim de produzir um trabalho coeso e consistente.

Como já mencionado, a análise das informações coletadas foi realizada com base em critérios rigorosos, visando garantir a qualidade e a confiabilidade dos dados apresentados. Foram avaliados aspectos técnicos como a capacidade de detectar, rastrear e interceptar ameaças aéreas, além da interoperabilidade com outros sistemas de defesa.

4 SISTEMAS DE DEFESA ANTIAÉREOS

Um sistema de defesa antiaéreo consiste em um conjunto de equipamentos, armamentos e procedimentos que visam proteger pontos e zonas sensíveis de superfície, forças terrestres ou navais, a interdição de um espaço aéreo condicionado ou áreas de combate. Existem dois tipos principais de sistemas de defesa antiaérea: os sistemas High to Medium Air Defense (HIMAD), que é um grupo de armas e táticas antiaéreas contra ameaças aéreas de média a alta altitude e os sistemas Short Range Air Defense (SHORAD), que é um grupo de armas e táticas antiaéreas contra ameaças de baixa altitude.

Conforme o Manual de Defesa Antiaérea, Brasil (2017), existem outros tipos de classificação para a defesa antiaérea, uma delas é feita com base no seu alcance: Longo Alcance - Maior que 50 Milhas Náuticas (MN); Médio Alcance - 10 a 50 MN; Curto Alcance - 3 a 10 MN; e Curtíssimo Alcance - Menor que 3 MN.

4.1 ASTER

O sistema de defesa antiaérea Aster é uma classe de mísseis superfície-ar (SAM) que pode ser terrestre ou naval. Projetado para fornecer proteção completa contra todos os tipos de alvos aéreos conhecidos, o sistema Aster é altamente capaz e versátil.

As características técnicas do sistema incluem um alcance superior a 100 km, com limites de altitude de até 29 km. O Aster consegue engajar uma ampla variedade de alvos aéreos, como aeronaves, VANTs, mísseis de cruzeiro anti-navio e mísseis balísticos.

Projetado para combater mísseis de cruzeiro anti-navio de alta velocidade e altitude em um ambiente avançado de contramedidas eletrônicas, o míssil Aster pode operar tanto em modo autônomo quanto ser integrado em uma rede coordenada. A família de mísseis Aster inclui o Aster 15 para curto e médio alcance e o Aster 30 para longo alcance.

O custo do míssil Aster varia de acordo com a variante. A versão Aster 30 SAMP/T tem um custo aproximado de US\$2 milhões, enquanto a versão Aster 30 B1 New Technology (NT) é mais cara devido às suas capacidades mais rápidas de manobrabilidade.

Recentemente, um contrato foi assinado pela França e Itália para a entrega de 700 mísseis Aster, incluindo mísseis de médio alcance Aster 30 B1 NT, Aster 30 B1, Aster 30 B e Aster 15, com um valor total de 2 bilhões de euros.

Além disso, a atualização de meia-vida dos mísseis Aster para as marinhas italiana e britânica terá um custo superior a 1,2 bilhão de euros para adaptar cerca de 1000 mísseis Aster. O processo de atualização começará em 2023 e continuará pelos próximos 13 anos.

Figura 4.1 – Aster 30 SAMP/T



Fonte: MBDA systems (2023)

4.2 BARAK 8

O sistema de defesa antiaéreo Barak 8 é um sistema de mísseis superfície-ar (SAM) que pode ser implantado tanto em bases móveis terrestres quanto navais. Com um alcance de até 70 km (naval) e até 100 km (terrestre) e limites de altitude de até 16 km (naval) e até 30 km (terrestre), o sistema é capaz de engajar todos os tipos de alvos aéreos, incluindo aeronaves, helicópteros, VANTs, mísseis anti-navio e mísseis balísticos.

O sistema de mísseis Barak 8 usa um motor de foguete de pulso duplo, bem como controle vetorial de empuxo, e possui alto grau de manobrabilidade na faixa de interceptação do alvo. O míssil tem cerca de 4,5 metros de comprimento, um diâmetro de 0,225 metros no corpo do míssil e 0,54 metros na fase do propulsor, uma envergadura de 0,94 metros e pesa 275 kg, incluindo uma ogiva de 60 kg. O míssil possui uma guiagem por radar ativo que passa a ser utilizada durante a fase terminal para localizar o alvo inimigo.

Produzido pelo Diretório de Pesquisa e Desenvolvimento de Israel, Elta Systems, Rafael Advanced Defense Systems e Bharat Dynamics Limited da Índia, o sistema de defesa antiaérea Barak 8 pode ser implantado rapidamente em diferentes locais.

O custo do sistema de defesa antiaérea Barak 8 varia dependendo dos requisitos específicos do cliente e do número de sistemas adquiridos. Cada sistema Barak (contêiner de mísseis, radar, computadores e instalação) custa cerca de US\$24 milhões.

Figura 4.2 – Barak 8



Fonte: One India (2018)

4.3 David's Sling

O David's Sling é um sistema de defesa antiaéreo e antimísseis de médio a longo alcance projetado para interceptar uma ampla gama de ameaças, incluindo mísseis balísticos e mísseis de cruzeiro. O sistema é composto por um radar de aquisição e rastreamento, um centro de controle de fogo e lançadores de mísseis.

O David's Sling é capaz de atingir alvos aéreos a uma distância de até 300 km e a uma altitude de até 40 km. O sistema pode atacar todos os tipos de alvos aéreos, incluindo aeronaves, helicópteros, VANTs, mísseis de cruzeiro e mísseis balísticos.

O sistema David's Sling possui uma ogiva, mas ela é cinética, o que significa que ela não possui explosivos. A ogiva é composta por um bloco de metal sólido que é projetado para atingir o alvo com alta velocidade e força, destruindo-o pela pura força do impacto.

O uso de uma ogiva cinética é uma escolha deliberada dos desenvolvedores do sistema David's Sling. Essa escolha foi feita para reduzir o risco de danos colaterais, pois a ogiva não explode. Além disso, a ogiva cinética é mais eficaz contra alvos de alta velocidade, como mísseis balísticos e de cruzeiro.

O sistema usa tecnologia avançada de radar para detectar e rastrear ameaças entrantes com notável precisão. O sistema pode identificar e priorizar alvos potenciais, garantindo intercepções rápidas e precisas. O David's Sling é projetado para ser uma capacidade de defesa intermediária, preenchendo a lacuna entre o Iron Dome de curto alcance e os sistemas de defesa de mísseis Arrow de longo alcance.

O sistema é produzido pela Rafael Advanced Defense Systems e Raytheon. O custo unitário do sistema é estimado em US\$1 milhão por intercepção de míssil.

Figura 4.3 – David's Sling



Fonte: Army Technology (2023)

4.4 Hong QI-9

O Hong Qi-9 (HQ-9) é um sistema de mísseis de defesa aérea de longo alcance desenvolvido pela China Precision Machinery Import & Export Corporation . Ele é projetado para interceptar e destruir aeronaves, mísseis balísticos de curto alcance e mísseis de cruzeiro. O sistema HQ-9 é altamente móvel e pode ser implantado rapidamente e facilmente.

Com um alcance de até 300 km, uma altura máxima de até 50 km, uma velocidade Mach 4,5 e um peso de 2 toneladas, o sistema HQ-9 é capaz de interceptar uma ampla gama de ameaças aéreas. O custo por interceptação de míssil é de US\$2 milhões, o que pode ser um fator limitante para sua adoção em larga escala.

O sistema HQ-9 usa uma série de radares para detectar e rastrear as ameaças aéreas. O radar principal é o radar de rastreamento e aquisição de alvos JY-27, capaz de detectar e rastrear aeronaves, mísseis balísticos de curto alcance e mísseis de cruzeiro. Com essa abordagem, o sistema é capaz de identificar e interceptar ameaças aéreas com alta eficácia.

O sistema HQ-9 é considerado um sistema de defesa aérea de última geração, com atualizações em diversas variantes com tecnologia aprimorada e alcance máximo variando de 100 km a 300 km. A variante mais recente, o HQ-9B, tem um alcance de até 300 km e pode interceptar alvos em altitudes de até 50 km. Com essas atualizações, o sistema se tornou uma opção atraente para países que buscam fortalecer suas capacidades de defesa aérea.

Figura 4.4 – Hong QI-9



Fonte: Missile Defense Advocacy Alliance (2018)

4.5 Iris T

O IRIS-T é um míssil ar-ar (AAM) teleguiado infravermelho de médio alcance, disponível nas variantes ar-ar e superfície-ar, com alcance de até 40 km e capacidade de disparo de até 20 km de altura. O sistema consiste em cinco módulos: equipamento eletrônico, sistema de refrigeração, sistema de orientação, ogiva e motor com controles e detonador. O IRIS-T é altamente eficaz contra aviões, helicópteros e outros mísseis, além de possuir a capacidade única de mirar e abater outros mísseis ar-ar e terra-ar, oferecendo assim uma capacidade de defesa de 360°.

O míssil usa imagens de infravermelho para identificar alvos e tem alta manobrabilidade, com uma velocidade de aproximadamente Mach 2.5 (AAM). Com uma ogiva de 7,4 kg (AAM), o IRIS-T é capaz de engajar todos os tipos de alvos aéreos, incluindo aeronaves, helicópteros, VANTs, drones e munições guiadas com precisão.

O IRIS-T é projetado para fornecer defesa aérea para ativos fixos e para forças móveis de ponto e área (SAM). O sistema é altamente adaptável para atender aos requisitos específicos da missão. O IRIS-T SLM é uma versão de alcance médio do sistema de mísseis que tem alcance de 40 km e pode atingir uma altitude de 20 km (SAM).

O sistema de mísseis é desenvolvido pela Diehl BGT Defence e é usado por vários países, incluindo Alemanha, Noruega, Suécia e República Tcheca.

Figura 4.5 – IRIS-T



Fonte: O Globo (2023)

4.6 Iron Dome

O Iron Dome é um sistema de defesa antimísseis móvel e de curto alcance desenvolvido por Israel, projetado para interceptar foguetes e artilharia de curto alcance. Com um alcance de até 70 km, o sistema é capaz de detectar, analisar e interceptar uma variedade de ameaças entrantes, principalmente foguetes e artilharia.

O sistema pode operar em todas as condições climáticas, incluindo neblina, tempestade de poeira, nuvens baixas e chuva. Além disso, o sistema pode responder a várias ameaças simultaneamente, tornando-o altamente eficiente em situações de crise.

Cada lançador do sistema Iron Dome é capaz de transportar até 20 mísseis interceptores Tamir. Com 3 metros de comprimento e massa de 90 kg, o míssil interceptor Tamir é altamente preciso e eficaz na interceptação de ameaças aéreas.

O sistema de defesa Iron Dome foi atualizado para ser capaz de disparar simultaneamente contra múltiplas ameaças complexas, como foguetes, veículos aéreos não tripulados e salvas de mísseis. O sistema também pode ser estrategicamente posicionado para proteger a população e ativos críticos, reduzindo assim os danos colaterais. No entanto, é importante notar que o sistema pode ser sobrecarregado por grandes salvas e é menos eficaz contra mísseis guiados.

O custo por interceptação de míssil para o sistema Iron Dome varia entre US\$20.000 e US\$100.000, dependendo dos requisitos específicos do cliente e do número de mísseis adquiridos.

Figura 4.6 – Iron Dome



Fonte: CNN (2012)

4.7 NASAMS

O Sistema Avançado Nacional de Mísseis Superfície-Ar (NASAMS) é um sistema de defesa aérea de médio alcance, projetado para atacar alvos aéreos em altitudes baixas e médias. O sistema é móvel e terrestre, com alcance de até 25 km e limites de altitude de até 15 km. O NASAMS é capaz de atacar todos os tipos de alvos aéreos, incluindo aeronaves, VANTs e mísseis de cruzeiro.

O sistema apresenta arquitetura aberta e centrada na rede que proporciona maior capacidade de sobrevivência contra guerra eletrônica e ameaças cibernéticas. O sistema inclui o radar AN/MPQ-64 Sentinel, o Centro de Distribuição de Incêndios da Kongsberg Defense & Aerospace e o lançador da Raytheon.

O NASAMS é operado por 13 países, incluindo EUA, Noruega, Finlândia, Espanha, Holanda, Omã, Lituânia, Indonésia, Austrália, Catar, Hungria e Ucrânia. De acordo com os resultados da pesquisa, o custo de cada míssil ar-ar de médio alcance (AMRAAM) AIM-120 (modificação AIM-120D de 2019) usado no sistema NASAMS é de cerca de US\$2,4 milhões.

Figura 4.7 – NASAMS



Fonte: Airforce Technology (2023)

4.8 Pantsir

O sistema de mísseis Pantsir é uma família de mísseis terra-ar autopropelidos de médio alcance e sistemas de armas antiaéreas projetados pela Rússia. O sistema é altamente versátil e pode engajar todos os tipos de alvos aéreos, incluindo aeronaves, helicópteros, VANTs e mísseis de cruzeiro antinavio. O sistema possui um alcance de 1,2-20 km (Pantsir-S1) e 1,2-30 km (Pantsir-S1M), com uma altitude de até 15 km (Pantsir-S1) e 18 km (Pantsir-S1M).

O sistema usa principalmente a série de mísseis 95Ya6 e a série de mísseis 23Ya6, o que permite atingir alvos aéreos em distâncias de até 20 km. O Pantsir é capaz de destruir mísseis convencionais e balísticos, além de possuir um radar moderno que pode lidar com um maior número de alvos simultaneamente. Seus ágeis mísseis ativos de curto e médio alcance têm capacidade contra alvos que voam baixo.

O sistema de mísseis Pantsir é produzido pelo KBP Instrument Design Bureau de Tula, Rússia, e é o sucessor do Tunguska M1. O custo do sistema varia dependendo da variante e do número de baterias adquiridas.

Figura 4.8 – Pantisir



Fonte: Defesa Aérea e Naval (2015)

4.9 Patriot

O Patriot PAC-3 é um sistema de mísseis superfície-ar de médio alcance desenvolvido pelos Estados Unidos. Ele é projetado para interceptar e destruir aeronaves, mísseis balísticos de curto alcance e mísseis de cruzeiro.

O míssil Patriot PAC-3 é capaz de atingir alvos aéreos em um alcance de 20 a 160 km e uma altura máxima de 100 km. Com uma velocidade máxima de Mach 3,5 e um peso de 1.500 kg, o míssil é capaz de interceptar uma ampla gama de ameaças aéreas. O custo por míssil é de US\$3 milhões, o que torna o sistema pouco atraente em termos de custo benefício.

O sistema Patriot PAC-3 usa uma série de radares para detectar e rastrear as ameaças aéreas. O radar principal é o AN/MPQ-65, que é um radar de rastreamento e aquisição de alvos. Além disso, o sistema usa o radar AN/MPQ-53 para busca de longo alcance e o radar AN/MSQ-104 para comando e controle.

O míssil Patriot PAC-3 está em fase de testes para ser integrado ao sistema AEGIS, que é o sistema de combate da Marinha dos Estados Unidos da América. A Lockheed

Martin, empresa responsável pelo sistema, não deu detalhes, mas garante que os primeiros testes foram satisfatórios.

Figura 4.9 – Patriot



Fonte: Naval News (2023)

4.10 S-400

O S-400 é um sistema de mísseis antiaéreos de fabricação russa, projetado para fornecer proteção contra uma ampla gama de ameaças aéreas. Composto por um radar de aquisição e gerenciamento de batalha, um centro de controle e lançamento, e lançadores de mísseis, o sistema é capaz de atingir alvos aéreos a uma distância máxima de 400 km e a uma altitude máxima de 30 km.

O S-400 é capaz de atacar todos os tipos de alvos aéreos, incluindo aeronaves, mísseis balísticos e de cruzeiro, e VANTs. Com capacidade para disparar três tipos de mísseis para criar uma defesa em camadas, o sistema é duas vezes mais eficaz que os anteriores sistemas de defesa aérea russos.

O sistema de mísseis S-400 Triumph usa mísseis guiados antiaéreos como 48N6E3 (48N6E2), 40N6E e 9M96E2. Ele possui um sistema de controle conhecido como 30K6E e é capaz de engajar simultaneamente até 36 alvos aéreos. Além disso, o sistema pode atingir alvos aerodinâmicos a uma distância máxima de 380 km e uma altitude máxima de 30 km, com um alcance mínimo contra alvos aerodinâmicos de apenas 2,5 km.

O alcance máximo do míssil 40N6 é de 400 km, enquanto a velocidade máxima dos mísseis 9M96E e 9M96E2 é de Mach 15. Com suas especificações técnicas avançadas, o sistema é considerado um dos mais capazes sistemas de defesa antiaérea do mundo.

Figura 4.10 – S-400 Triumph



Fonte: Atlantic Council (2012)

4.11 Sea Ceptor

O sistema de defesa antiaéreo Sea Ceptor é um sistema de mísseis superfície-ar de curto alcance desenvolvido pela MBDA para a Marinha Real Britânica. Com um alcance acima de 25 km, comprimento de 3,2 metros e peso de pouco menos de 100 kg, o sistema é capaz de interceptar e destruir aeronaves, mísseis antinavio e outros alvos aéreos, oferecendo proteção completa contra todas as ameaças aéreas conhecidas e projetadas.

O Sea Ceptor é equipado com o Míssil Modular Antiaéreo Comum (CAMM), que é guiado por radar ativo para interceptar as ameaças aéreas. O sistema usa uma série de radares para detectar as ameaças e a tecnologia de lançamento vertical suave para assinatura mínima de lançamento e alto desempenho. Além disso, o lançamento vertical permite cobertura de 360° em todos os setores de lançamento.

O sistema Sea Ceptor está disponível em duas variantes: Sea Ceptor 1, para navios de pequeno e médio porte, e Sea Ceptor 2, para navios de grande porte. A variante Sea Ceptor 2 é equipada com um radar de maior alcance e capacidade de rastreamento.

Com custo por míssil de US\$1,5 milhão, o sistema é usado por mais de 10 países, incluindo o Reino Unido, Austrália, Noruega e Brasil.

Figura 4.11 – Sea Ceptor



Fonte: Forces Net (2018)

4.12 Spyder

O Spyder é um sistema de defesa aérea móvel israelense projetado para interceptar foguetes e artilharia de curto alcance. Ele é usado como o nível mais baixo da arquitetura de defesa antimísseis de Israel, destinado a combater ataques não guiados de foguetes e drones. O sistema é altamente adaptável e pode ser personalizado para atender a requisitos específicos da missão. Ele detecta armas se aproximando com radar, decide para onde a arma está indo e visa tiros genuinamente ameaçadores com um míssil de alta velocidade.

O Spyder é composto por três variantes: Spyder-SR, Spyder-MR e Spyder-LR, que têm alcances de até 15 km, 35 km e 70 km, respectivamente. O sistema pode engajar todos os tipos de alvos aéreos, incluindo aeronaves, helicópteros, VANTs e munições guiadas

com precisão. O sistema de mísseis usa o míssil Python-5 com um sistema de orientação por infravermelho e o míssil Derby com um sistema de orientação por radar.

Desenvolvido pela Rafael Advanced Defense Systems com assistência da Israel Aerospace Industries (IAI), o custo do sistema Spyder varia dependendo da variante e do número de baterias adquiridas. A República Tcheca recentemente assinou um acordo para adquirir o sistema Spyder por US\$627 milhões, que inclui quatro baterias de defesa aérea de curto alcance. As Filipinas adquiriram três baterias do sistema de defesa aérea Spyder-ER por US\$141 milhões.

Figura 4.12 – Spyder



Fonte: Rafael Advanced Defense Systems (2023)

4.13 TABELA

Abaixo será apresentada uma tabela contendo os principais dados de cada sistema de defesa antiaéreo estudado.

Tabela 4.1 - Resumo dos dados

Sistema de Defesa Antiaérea	Base	Alcance	Alvos	Custos	Empresa responsável
Aster	Terrestre e Naval	Maior que 100 km	Alvos aéreos, incluindo aeronaves, helicópteros, VANTs e mísseis.	\$2.000.000,00	MBDA
Barak 8	Terrestre e Naval	Terrestre - Maior que 100 km Naval - Maior que 70 Km	Alvos aéreos incluindo aeronaves, helicópteros, VANTs e mísseis balísticos.	\$770.000,00	Israel's Directorate of Research and Development (DDR&D), Elta Systems, Rafael Advanced Defense Systems, and India's Bharat Dynamics
David's Sling	Terrestre	250 km	Nova geração de mísseis balísticos táticos em baixa altitude.	\$1.000.000,00	Rafael Advanced Defense Systems
Hong Q19	Terrestre	250 km	Alvos aéreos, incluindo aeronaves, helicópteros, VANTs e mísseis.	\$2.000.000,00	China Precision Machinery Import & Export Corporation
IRIS-T	Terrestre e ar-ar	40 km	Alvos aéreos incluindo aeronaves, helicópteros e VANTs.	\$455.000,00	Diehl Defence
Iron Dome	Terrestre	4-70 km	Foguetes de curto alcance e projéteis de artilharia.	\$100.000,00	Rafael Advanced Defense Systems and Israel Aerospace Industries
NASAMS	Terrestre	25 km	Alvos aéreos, incluindo aeronaves, helicópteros, VANTs e mísseis.	\$2.400.000,00	Raytheon & Kongsberg Defence & Aerospace
Pantsir	Terrestre	20 km	Alvos aéreos, incluindo aeronaves, helicópteros, VANTs, mísseis anti-navio e mísseis balísticos.	\$15.000.000,00 (por sistema)	KBP Instrument Design Bureau
Patriot	Terrestre e Naval (teste)	160 km	Alvos aéreos incluindo aeronaves, helicópteros, VANTs e mísseis balísticos.	\$3.000.000,00	Raytheon
S-400	Terrestre e Naval	Maior que 250 km	Alvos aéreos incluindo aeronaves, helicópteros, VANTs e mísseis balísticos.	\$500.000.000,00 (por bateria)	Almaz-Antey
Sea Ceptor	Naval	Maior que 25 km	Todos os alvos aéreos conhecidos e projetados.	\$1.500.000,00	MBDA
Spyder	Terrestre	70 km	Alvos aéreos, incluindo aeronaves, helicópteros, VANTs e mísseis.	\$2.400.000,00	Rafael Advanced Defense Systems

5 CONCLUSÃO

O Brasil, como país de grande extensão territorial e com a necessidade de proteger a Amazônia Azul, precisa estar preparado para proteger suas forças navais e terrestres de ataques aéreos. Além disso, o orçamento da MB é limitado, exigindo que o custo-benefício seja um fator relevante na escolha dos sistemas de defesa antiaérea. É importante ressaltar que os navios da Marinha são de diversos tipos e tamanhos, por isso o ideal é que os sistemas de defesa antiaérea sejam modulares e possam ser adaptados a diferentes plataformas.

5.1 Considerações Finais

Estudos de viabilidade para a aquisição e integração devem ser feitos para avaliar a possibilidade de a Marinha do Brasil possuir algum desses sistemas em seus meios navais ou de fuzileiros navais. As sugestões deste trabalho foram baseadas nas características e especificações dos sistemas de defesa antiaéreos.

Os estudos de aquisição precisam focar não só no preço, mas no que estaria incluso ao comprar o sistema. Por exemplo, pacote de itens sobressalentes, curso de manutenção em seus diversos escalões, entre outros. Já na parte de integração, deve-se verificar a possibilidade de o sistema de defesa antiaéreo ser controlado pelos sistemas de combate existentes nos navios da MB ou em desenvolvimento para as fragatas classe “Tamandaré” e se essa integração vai gerar mudanças no sistema de combate ou em seus periféricos.

Os custos de manutenção, as informações de tempo médio entre falhas e tempo médio de operação não foram encontradas. Tais informações são fundamentais para garantir uma comparação mais realista dos custos do ciclo de vida dos sistemas.

5.2 Escolha dos sistemas para a Marinha do Brasil

Considerando as características dos sistemas apresentados ao longo do trabalho, o contexto vivido pela Marinha do Brasil em termos financeiros e sua variedade de meios, é possível dizer que de todos os sistemas analisados, três deles se destacam.

O primeiro deles é o Sea Ceptor que já foi adquirido pela MB para instalação nas fragatas classe “Tamandaré”. O sistema apresenta um ótimo custo benefício, US\$1,5 mi por

míssil, mas se destaca pela arquitetura modular que permite a instalação em diversos meios navais diferentes.

Outro sistema que se distingue dos demais é o Barak 8, o custo de US\$770 mil por míssil consegue ser mais vantajoso que o que o Sea Ceptor. O fato de o Barak 8 possuir versões navais e terrestres, além de conseguir lançar mísseis de médio e longo alcance, tornam o sistema israelense-indiano um atrativo ainda maior pensando no ciclo de vida. A possibilidade desse mecanismo de defesa ser operado nos navios da MB, pelo corpo de fuzileiros navais, exército e aeronáutica garante uma familiarização maior do funcionamento do sistema, diminuindo custos de manutenção, permitindo uma melhor gestão do conhecimento e contribuindo para o Apoio Logístico Integrado (ALI).

Por último, visando o corpo de fuzileiros navais, o sistema IRIS-T é a solução mais barata com o valor de US\$455 mil por míssil, mas as qualidades desse sistema vão além do custo benefício. O seeker do seu míssil é de infravermelho e suas características aerodinâmicas conferem uma maior manobrabilidade. Em 2021, a FAB fez a aquisição dos mísseis IRIS-T do tipo ar-ar, possuindo as mesmas vantagens em termos de ciclo de vida e ALI que o Barak 8.

5.3 Sugestões para Futuros Trabalhos

Alguns países e empresas já estão buscando maneiras de reduzir custos na concepção e operação dos sistemas de defesa antiaéreos. A principal forma encontrada está em reduzir o custo por lançamento (ou tiro) na utilização e testes de armas a laser (ou energia direcionada). Um exemplo é o sistema denominado Iron Beam, criado pela empresa israelense Rafael. Como um dos objetivos do curso de aperfeiçoamento avançado é o estudo sobre o estado da arte dos armamentos, acredita-se que fomentar o conhecimento desse tipo de armamento pode contribuir enormemente com o desenvolvimento dos oficiais e com a Marinha do Brasil.

Além disso, a guerra da Ucrânia tem mostrado ao mundo como o emprego de veículos aéreos não tripulados, ou drones aéreos, têm gerado efeitos positivos para reduzir tanto a perda de efetivo quanto os danos colaterais. Seria de grande valia para a MB o estudo desses tipos de drones.

REFERÊNCIAS

AIRFORCE TECHNOLOGY. **National Advanced Surface to Air Missile System, Norway.**

[S. l.], 7 ago 2023. Disponível em:

<https://www.airforce-technology.com/projects/nasams-defence-system-norway/>. Acesso em: 3 out. 2023.

ASCH, CMG (RM-1) Richard Harold Geraldo. **Introdução a Engenharia de Sistemas Complexos (ESC).** 2023. 18 Slides.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro Branco de Defesa Nacional.** Disponível em:

https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado_e_defesa/livro_branco/Versaodolivroemporgues2020.pdf. Acesso em: 04 out 2023.

_____. Comando da Aeronáutica. **Manual de Defesa Antiaérea. MCA 355-1.** 2017

FORCES NET. **What Can The Royal Navy's New Sea Ceptor Missiles Do?.** [S. l.], 24

maio 2018. Disponível em:

<https://www.forces.net/news/what-can-royal-navys-new-sea-ceptor-missiles-do>. Acesso em: 3 out. 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LARIOS, Aaron-Matthew. **Lockheed Martin's Aegis Patriot PAC-3 MSE Update.** [S. l.],

11 abr 2023. Disponível em:

<https://www.navalnews.com/event-news/sea-air-space-2023/2023/04/lockheed-martins-aegis-patriot-pac-3-mse-update/>. Acesso em: 3 out. 2023.

MARTINEZ, Michael. **Iron Dome: Missile defense system a game changer, Israelis say.**[S.

l.], 20 nov 2012. Disponível em:

<https://edition.cnn.com/2012/11/17/world/meast/iron-dome-israel-gaza-conflict/index.html>. Acesso em: 3 out. 2023.

MBDA. **ASTER SAMP/T NG**. [S. l.], 2023. Disponível em:

<https://www.mbda-systems.com/product/aster-30-sampt/>. Acesso em: 3 out. 2023.

MISSILE DEFENSE ADVOCACY ALLIANCE. **HQ-9**. [S. l.], 20 jun. 2018. Disponível em:

<https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/todays-missile-threat/china/china-anti-access-area-denial/hq-9>. Acesso em: 3 out. 2023.

NOVOSTI, RIA. **Russia's Baltic Fleet to hold large-scale drills in Kaliningrad exclave**. [S. l.], 6 ago 2012. Disponível em:

<https://www.atlanticcouncil.org/blogs/natosource/russia-s-baltic-fleet-to-hold-largescale-drills-in-kaliningrad-exclave/>. Acesso em: 3 out. 2023.

O GLOBO COM AGÊNCIAS INTERNACIONAIS. **Iris-T: Ucrânia derruba em seis meses 60 mísseis russos usando sistema de defesa aérea alemão**: Forças ucranianas afirmaram já terem abatido 60 projéteis de longo alcance durante ataques de Moscou. Rio de Janeiro, 16 maio 2023. Disponível em:

<https://oglobo.globo.com/mundo/epoca/noticia/2023/05/iris-t-ucrania-derruba-em-seis-meses-60-misseis-russos-usando-sistema-de-defesa-aerea-alemao.ghtml>. Acesso em: 3 out. 2023.

PADILHA, Luiz. **Brasil pode fornecer à Rússia elementos do sistema de defesa Pantsir**.

[S. l.], 23 fev 2015. Disponível em:

<https://www.defesaareanaval.com.br/geopolitica/brasil-pode-fornecer-a-russia-elementos-do-sistema-de-defesa-pantsir>. Acesso em: 3 out. 2023.

RAFAEL ADVANCED DEFENSE SYSTEMS. **SPYDER™ FAMILY**: Short-to-Long Range Mobile, Quick Reaction Air Defense Systems. [S. l.], 2023. Disponível em:

<https://www.rafael.co.il/worlds/air-missile-defense/air-defense/>. Acesso em: 3 out. 2023.

SALERNO-GARTHWAITE, Andrew. **Finland reaches major defence contract with Israel for David's Sling air defence system**: Finland purchases the David's Sling long-range air defence system from Israel, in the first deal of its kind to an outside government.. [S. l.], 11 abr. 2023. Disponível em:

<https://www.army-technology.com/news/finland-reaches-major-defence-contract-with-israel-for-davids-sling-air-defence-system/>. Acesso em: 3 out. 2023.

SV, Vikas. **Barak 8 LRSAM missile: All you need to know.** [S. l.], 25 out. 2018. Disponível em:

<https://www.oneindia.com/india/barak-8-lrsam-missile-all-you-need-to-know-2798238.html>

Acesso em: 3 out. 2023.