

Definição de requisitos para projetos de mísseis de cruzeiro antinavio para a defesa antiacesso e negação de área (A2/AD) no Brasil

Definition of requirements for anti-ship cruise missile projects aimed at anti-access and area denial (A2/AD) defense in Brazil

Resumo: Este estudo analisa e define os requisitos fundamentais para o desenvolvimento de mísseis de cruzeiro antinavios, operados a partir do solo, destinados à estratégia de defesa antiacesso e negação de área (A2/AD) no Brasil. São abordadas lacunas operacionais nas Forças Armadas Brasileiras e identificadas exigências prioritárias, denominadas requisitos zero, que englobam demandas operacionais inalteráveis estabelecidas desde as fases iniciais de desenvolvimento. Por meio de análise geopolítica e estratégica, o trabalho contextualiza os desafios defensivos nacionais, considerando as características territoriais, ameaças regionais e necessidades de interoperabilidade das Forças Armadas. São especificadas capacidades operacionais necessárias, com foco em sistemas lançadores móveis no solo, alcance máximo e engajamento de alvos navais estratégicos. Os resultados enfatizam a relevância de integrar inovações tecnológicas e alinhar o desenvolvimento do produto aos princípios da Estratégia Nacional de Defesa. A aplicação do conceito de requisitos zero demonstra-se eficaz para orientar decisões estratégicas e fortalecer a capacidade dissuasória nacional.

Palavras-chave: Míssil de Cruzeiro, Requisitos de Projeto, A2/AD, Míssil Antinavio.

Abstract: This study investigates and establishes foundational requirements for the development of anti-ship cruise missiles tailored to support Brazil's anti-access and area-denial (A2/AD) defense strategy. Addressing critical operational gaps in the Brazilian Armed Forces, the analysis identifies immutable operational demands, termed "zero requirements," defined during the early stages of the development process. Through a comprehensive geopolitical and strategic assessment, the paper contextualizes Brazil's defense challenges, accounting for territorial characteristics, regional threats, and the need for enhanced military interoperability. Operational capabilities are detailed, including the necessity for mobile launch platforms, maximum range, and the ability to engage strategic naval targets. The findings underline the importance of incorporating technological advancements and aligning product development with Brazil's National Defense Strategy. The application of zero requirements proves instrumental in guiding strategic decisions and bolstering national deterrence capabilities, with prospects for exportability and future technological evolution.

Keywords: Cruise Missile, Project Requirements, A2/AD, Anti-Ship Missile.

Eduardo Bento Guerra 

Exército Brasileiro. Comissão de Absorção de Conhecimentos e Transferência de Tecnologia (CACTTAV).
São José dos Campos, SP, Brasil.
guerra.eduardo@eb.mil.br

Recebido: 27 set. 2023

Aprovado: 28 jan. 2025

COLEÇÃO MEIRA MATTOS

ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



Creative Commons
Attribution Licence

1 INTRODUÇÃO

Ao longo de sua recente história, o Brasil esteve afastado dos principais centros de tensão internacional, em posição geopolítica favorável que o concedeu relativa tranquilidade do ponto de vista da defesa de seu território. Entretanto, a atual competição geopolítica entre Estados Unidos, China e Rússia alterou o entorno estratégico brasileiro, ao converter a América Latina e o Caribe em novo foco de atenções das maiores potências militares (Teixeira Júnior, 2020). No cenário internacional, torna-se essencial que o Brasil esteja apto a exercer plenamente sua soberania e capacidade de dissuasão (Brasil, 2020).

Harvey (1997) trata o conceito de dissuasão como o uso da força para causar inação no adversário, fazendo-o relutar em agir por medo do fracasso, dos custos e das consequências. Entretanto, conforme destaca Mazarr (2018), a dissuasão deve ser compreendida como uma abordagem complexa, que transcende a mera imposição de ameaças. Essa estratégia abrange não apenas a aplicação de garantias ou benefícios que ofereçam atrativos para eliminar ações agressivas, mas também o emprego de métodos amplos e sistemáticos, capazes de desmotivar potenciais agressores. No contexto nacional, a dissuasão é conceituada como uma estratégia que utiliza meios de diversas naturezas, incluindo os militares, com o objetivo de desestimular ou afastar adversários, reais ou potenciais, de intenções bélicas possíveis ou presumíveis (Brasil, 2015). A capacidade de dissuasão é, portanto, um elemento essencial da Segurança Nacional, sendo avaliada pela habilidade da nação de mobilizar e aplicar seus recursos de proteção, com a pronta-resposta necessária, frente a possíveis ações hostis contra a soberania e os interesses legítimos do Brasil (Brasil, 2020).

E, nesse cenário, as estratégias de antiacesso e negação de área (A2/AD) têm papel relevante para dificultar as operações inimigas. A estratégia de antiacesso (A2) visa, normalmente a longas distâncias, impedir a entrada de forças oponentes em um teatro de operações. Por sua vez, a estratégia de negação de área (AD) busca limitar, a curtas distâncias, a liberdade de ação dessas forças em espaços mais restritos, sob controle direto do inimigo (United States, 2023). Operações AD terrestres podem incluir artilharia de curto e médio alcance, foguetes (balísticos e guiados) e mísseis de cruzeiro, direcionados a posições táticas e estratégicas em solo. Já as ações A2 podem empregar mísseis de cruzeiro antinavios e mísseis balísticos (Krepinevich; Watts; Work, 2003). Assim, os mísseis de cruzeiro são um elemento presente tanto em operações A2 quanto AD.

A possibilidade de lançar mísseis de cruzeiro a partir de plataformas terrestres, sejam móveis ou fixas, representa um ativo estratégico relevante tanto para compor capacidades de negação de área quanto para estratégias de antiacesso (Teixeira, 2021). Além disso, a posse de tais sistemas contribui para o fortalecimento da capacidade dissuasória de um país (Monteiro, 2021; Brasil, 2022a), em conjunto com outros sistemas de armas e estratégias.

Atualmente, está em fase final de desenvolvimento, pelo Exército Brasileiro (EB), o Míssil Tático de Cruzeiro (MTC), por intermédio do Programa Estratégico do Exército ASTROS. Essa munição possui alcance de 300 quilômetros (Km), elevado grau de precisão e visa bater alvos fixos no solo (SILVEIRA, 2022). Entretanto, existe uma lacuna operacional do Exército Brasileiro quanto ao emprego de mísseis de cruzeiro com guiamento terminal para neutralização ou destruição de alvos móveis. Identificada no Portfólio de Projetos Estratégicos de Defesa – PPED,

essa ausência deverá ser preenchida por meio de um novo projeto de desenvolvimento denominado Sistema Míssil Tático de Cruzeiro – MTC – Bloco II, ainda não iniciado (Brasil, 2022a).

Uma definição adequada das demandas operacionais que orientarão o desenvolvimento desse novo Produto de Defesa (PRODE) possibilitaria a integração de tal sistema em uma estratégia abrangente de A2/AD nacional, fortalecendo a capacidade de dissuasão e defesa territorial por meio da combinação de armamentos de longo alcance, sensores avançados e redes de comando e controle. Isso permitiria limitar a liberdade de ação de forças adversárias em teatros de operações estratégicos e garantir a proteção de áreas críticas, como o litoral e a Amazônia, promovendo maior interoperabilidade entre as Forças Singulares (Brasil, 2020, 2022b).

Há, portanto, uma oportunidade valiosa de fortalecer as interações interinstitucionais entre os agentes da inovação militar, tanto nas etapas iniciais do desenvolvimento de novos sistemas de defesa – como no caso de mísseis de cruzeiro destinados à Força Terrestre¹, com aplicação na defesa do litoral e no combate a alvos móveis em terra e no mar – quanto na análise de possibilidades de adaptação de especificações de projetos já existentes, como o MANSUP-ER (MANSUP-ER [...], 2024), para atender a exigências operacionais que possam ser comuns às Forças Armadas Brasileiras. O fortalecimento dessas relações entre os agentes da inovação beneficia diretamente a Base Industrial de Defesa, contribuindo para o aprimoramento das capacidades nacionais e o fortalecimento do poder dissuasório do país (Azevedo, 2018).

Guerra e Barreto (2023) argumentam que, durante os ciclos de inovação voltados à geração de novas capacidades militares, uma das etapas essenciais na interação entre os órgãos patrocinadores e os desenvolvedores é o estudo e a definição conjunta e consensual das exigências operacionais que não podem ser alteradas ou eliminadas, mesmo diante de desafios técnicos, comerciais ou industriais. Essas demandas imutáveis, denominadas requisitos zero, devem ser estabelecidas e priorizadas desde as etapas iniciais do ciclo de inovação militar, assegurando sua preponderância sobre outras considerações e sobre outros requisitos operacionais/técnicos.

Assim, a hipótese para construção deste trabalho baseia-se na viabilidade de aplicar o conceito de requisitos zero proposto por Guerra e Barreto (2023) como uma ferramenta eficaz para identificar e caracterizar exigências operacionais inalteráveis. Essas demandas exercem um impacto significativo nos custos e nos prazos de desenvolvimento de novos mísseis de cruzeiro, influenciando diretamente os aspectos físicos e as funcionalidades da solução final.

Em vista disso, o presente artigo é guiado pela análise do ambiente geopolítico e de fatores estratégicos baseada na resposta para as seguintes perguntas: considerando as características do território brasileiro, quais são os principais desafios defensivos a serem enfrentados atualmente? Quais são as principais áreas estratégicas para emprego de forças de defesa no Brasil? Neste texto, as respostas a esses questionamentos são analisadas sob a perspectiva tecnológica, servindo como base para identificar características e funcionalidades com alto impacto na concepção de um produto de defesa.

O objetivo deste ensaio fundamenta-se na tradução das exigências operacionais identificadas em capacidades, características e níveis de qualidade aplicáveis aos subsistemas e

¹ A Força Terrestre é o instrumento de ação do Exército, estruturada e preparada para o cumprimento de missões operacionais terrestres (Brasil, 2015).

componentes de um míssil de cruzeiro operado pela Força Terrestre, projetado para integrar uma estratégia A2/AD. Com base nesses requisitos zero estabelecidos, torna-se viável avaliar a adequação de requisitos operacionais e técnicos previamente propostos em outros desenvolvimentos de mísseis, além de fornecer subsídios à autoridade patrocinadora para decisões estratégicas. Essas deliberações podem incluir a obtenção de novas munições dedicadas a um propósito específico, a adaptação de soluções já existentes ou o desenvolvimento de uma família de mísseis multipropósito.

A partir da análise inicial apresentada neste ensaio, também é possível incorporar conhecimentos sobre as tecnologias e capacidade fabril disponíveis na base industrial nacional, de modo a delinear todas as etapas de um possível novo projeto de engenharia, além do planejamento dos recursos financeiros, humanos e materiais necessários. A relevância deste estudo reside, portanto, na possibilidade de incorporação de uma análise do ramo científico-tecnológico nos demais debates táticos, estratégicos e doutrinários que envolvem a temática A2/AD no Brasil (Teixeira, 2021; Rodrigues, 2022; Alves, 2023), além de compor um primeiro conjunto de dados de natureza tecnológica no processo de interação entre agentes da inovação militar no contexto de mísseis de cruzeiro nacionais.

Em termos de estrutura, o texto, além da introdução e das considerações finais, apresenta uma análise do ambiente geopolítico e de fatores estratégicos, esclarece o que são estratégias antiacesso e de negação de área (A2/AD) e, por fim, estabelece demandas operacionais imutáveis (requisitos zero) associadas a um míssil de cruzeiro com guiamento terminal para neutralização ou destruição de alvos móveis.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características do território brasileiro e seus atuais desafios defensivos

A Política Nacional de Defesa (PND) (Brasil, 2020), ao considerar um ambiente internacional atual em que há o crescimento de conflitos estratégicos militares e o ressurgimento da competição pela supremacia entre as maiores potências do globo, trata como imprescindível para o Brasil a manutenção de sua capacidade de dissuasão e a aptidão pelo exercício pleno de sua soberania.

Tal tarefa requer constantes esforços devido às dimensões continentais do país. O território brasileiro possui uma extensão de cerca de 8,51 milhões de km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023), e uma ampla linha de costa com aproximadamente 8.500 km. A área oceânica denominada como “Amazônia Azul”² pela Marinha do Brasil possui 4,5 milhões de km². A presença no Atlântico Sul confere a maritimidade econômica, responsável por 90% do comércio mundial (qualificado pelo volume transportado) (Centro de Excelência para o Mar Brasileiro, 2019). E, com exceção de Argentina, Chile, Paraguai e Uruguai, todos os países da América do Sul compartilham com o Brasil o bioma amazônico.

Os espaços fronteiriços na Amazônia, e sua característica de difícil acesso aos transportes terrestres, baixa densidade demográfica e rede logística dependente das vias aéreas e fluviais,

² “A Amazônia Azul é a região que comprehende a superfície do mar, águas sobrejacentes do leito do mar, solo e subsolo marinhos contidos na extensão atlântica que se projeta a partir do litoral até o limite exterior da plataforma continental brasileira” (Centro de Excelência para o Mar Brasileiro, 2019).

representam desafios para a implantação de políticas públicas de defesa e segurança da região (Medeiros Filho, 2020). Tal complexidade se agrava devido à presença de recursos naturais em abundância e uma crescente movimentação internacional no sentido de proporcionar uma intervenção estrangeira na Amazônia para evitar alegadas catástrofes ambientais (Nobre, 2014). Outras ameaças na região são os problemas de fronteiras relacionados com a criminalidade transnacional. A peculiaridade da região amazônica, aliada à ausência do Estado, pode proporcionar a aparição e a consolidação de poderes paralelos (Rosero; Cediel, 2014). Essa realidade regional requer vigilância, cooperação entre países e dissuasão como estratégia prioritária para manter a soberania nacional (Brasil, 2020).

Porém, as fartas riquezas nacionais e seus desafios defensivos não se limitam à terra firme. O privilégio do território brasileiro de possuir vasta costa apontada para o Atlântico Sul marca a relevância do espaço marítimo nacional, materializada desde o intenso comércio marítimo até a posse e uso da biodiversidade marinha e recursos minerais, com destaque para vultuosas reservas de petróleo e gás. E, tal como a região amazônica, a significância das potencialidades da chamada Amazônia Azul reflete-se também em pesquisas científicas, geração de empregos, implantação de linhas de comunicação e exploração energética, todas com contribuição no desenvolvimento econômico e social do país (Andrade *et al.*, 2020).

Os fatos geográficos são evidentes. Com 58% da população localizada a menos de 200 km da costa, essa região litorânea abriga a maior parte do parque fabril nacional (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018). As regiões Nordeste (14,2%), Sudeste (51,9%) e Sul (17,2%) contribuem com 83,3% do Produto Interno Bruto (PIB) (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020), e ainda existe espaço para crescimento, por meio do uso de recursos marinhos e atividades marítimas (a chamada economia do mar). Apenas essas fontes de recursos produziram, em 2018, resultados que posicionaram a economia do mar brasileiro como a segunda maior da América do Sul (Andrade *et al.*, 2022). Do apresentado, infere-se que a economia do país está potencialmente dependente do oceano devido à significativa contribuição das riquezas provenientes do mar ou de sua proximidade, fato também corroborado por Kildow e Mcilgorm (2010).

O extenso litoral também facilita o estabelecimento de diversas linhas de escoamento para o comércio exterior. O Brasil dispõe de 36 portos públicos e 203 terminais de uso privado (Diretor-Geral [...], 2022), que atuam como portas de comunicação entre pontos do território nacional e com as demais nações do globo. Entretanto, a vastidão que proporciona riquezas, também atrai a cobiça e impõe dificuldades e desafios no trabalho de defesa da fronteira marítima nacional.

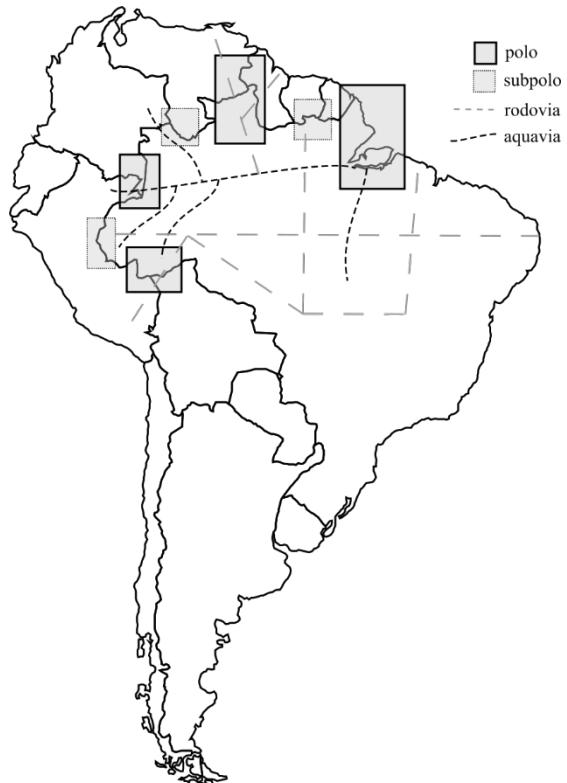
Do apresentado, é plausível concluir que as características geográficas do país, aliadas às peculiaridades políticas, econômicas, ambientais e sociais nacionais, conduzem para uma priorização de esforços da Defesa na faixa de fronteira, na Amazônia e no Atlântico Sul. Esse pensamento também está alinhado com o enunciado pela Política Nacional de Defesa (Brasil, 2020).

2.2 Áreas estratégicas para emprego de forças de defesa no Brasil

Conforme exposto na seção anterior, as áreas de fronteiras, e em especial a Amazônia e o Atlântico Sul, são pontos a serem defendidos de ameaças externas que visem diluir a soberania brasileira e/ou tomar posse de patrimônio nacional.

Paiva (2015) não visualiza uma zona de conflito que englobe toda a Pan-Amazônia (região que envolve os países que têm a floresta amazônica em seu território), já que a extensa área territorial promove proteção contra invasores. No entanto, alerta para a existência de áreas estratégicas prioritárias para a defesa da região amazônica: os denominados polos e subpolos de integração da Pan-Amazônia (Figura 1).

Figura 1. Polos e subpolos de integração da Pan-Amazônia



Fonte: Adaptado de Paiva (2015).

Pode-se extrair que as ameaças à Amazônia podem ser agrupadas em duas grandes frentes: uma com origem no oceano Pacífico, com passagem pelos Andes e por países latinos ibéricos, e a outra a partir do oceano Atlântico e Guianas. A fronteira com frente ao Pacífico é interior e, por isso, menos vulnerável e tende a impor dificuldades para a realização de operações militares de maior escala. A região, contudo, é foco de problemas relacionados com crimes transnacionais, e ações pontuais de defesa podem ser demandadas em cenários de estabelecimento de poder paralelo ao Estado.

Por sua vez, a fronteira com frente para o Atlântico demonstra ser desafiadora. Paiva (2015) destaca a ligação das guianas com Grã-Bretanha, Holanda e França, e, por consequência, com a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), além da proximidade com o Comando Sul e da IV Frota dos Estados Unidos na Flórida, reativada em 2008, com foco principal no Caribe e com projeção para o Atlântico Sul (Perez, 2020). Ademais, pontua a importância de o país ser capaz de, por decisão estratégica e de governo, atacar o inimigo antes da violação do território

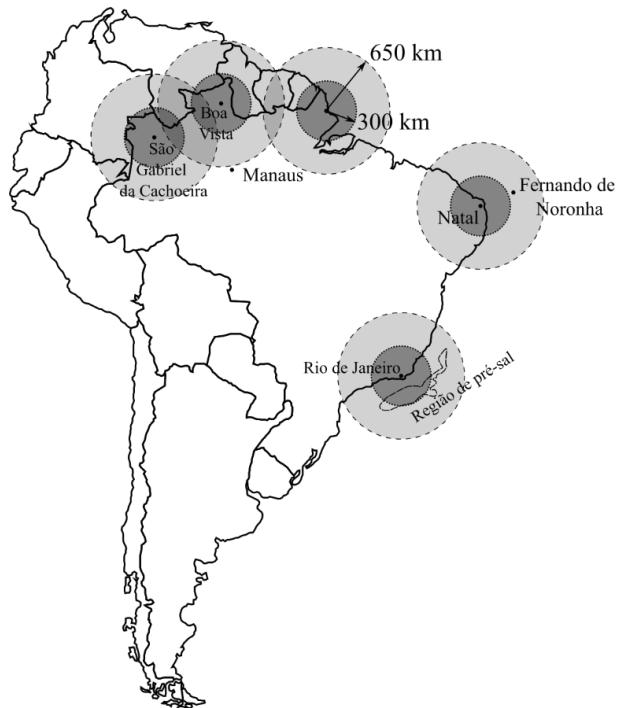
nacional, em situações em que países vizinhos, incapazes de se manterem neutros, ofereçam seus territórios para desembarque de tropas e equipamentos do opositor (Paiva, 2015).

O mesmo autor prossegue ao identificar que a foz do rio Amazonas e o estado de Roraima são os pontos mais sensíveis em termos de defesa do norte do território brasileiro. As condições geográficas e a parca estrutura de transporte propiciam o isolamento da capital Boa Vista, caso haja uma violação de fronteiras através de Venezuela e/ou Guiana. Já na foz do rio Amazonas, o Amapá, a Ilha de Marajó e Belém são pontos de controle de navegação do rio, o qual fornece acesso ao interior do país e abastece a cidade de Manaus. Aqui, há novamente uma necessidade operacional de neutralizar uma esquadra inimiga antes do desembarque de tropas e equipamentos.

Outros pontos de vulnerabilidades são ataques com o intuito de infligir danos a alvos estratégicos no centro-sul do país (Paiva, 2015), bloqueios ou ocupações temporárias de bacias petrolíferas (ou campos de petróleo do pré-sal, localizados na costa do Espírito Santo ao litoral de Santa Catarina), ilhas oceânicas (Fernando de Noronha, Trindade, Martim Vaz e arquipélagos de São Pedro e São Paulo), plataformas de petróleo, cabos submarinos e linhas de comunicação marítimas (escoamento do comércio exterior) (Vasconcelos; Nunes, 2021).

Um fato recente que agrava complexidade à defesa de áreas ao norte do Brasil é a descoberta de grandes reservas de petróleo na região. A chamada Margem Equatorial (apelidada de “novo pré-sal”), situada entre os litorais dos estados do Amapá e Rio Grande do Norte, é tida como a nova fronteira exploratória brasileira em águas profundas e ultraprofundas, sendo considerada como região estratégica pela Petrobras. O primeiro local a ser explorado por essa empresa brasileira encontra-se a 160 km da costa e a mais de 500 km da foz do rio Amazonas (Descubra [...], 2024).

Figura 2. Ilustração de distâncias em áreas estratégicas de defesa do Brasil



Fonte: Figura elaborada pelo autor (2023).

A partir da análise do ambiente geopolítico e dos fatores estratégicos, é possível estabelecer, sob uma perspectiva tecnológica, as bases para a definição de demandas operacionais que não podem, em hipótese alguma, ser excluídas ou modificadas, garantindo que o produto de defesa atenda ao seu propósito principal.

No caso em análise, identificam-se três exigências fundamentais com forte impacto na definição da solução final para um míssil de cruzeiro operado pela Força Terrestre: o alcance da munição, o meio de lançamento e os tipos de alvos a serem engajados. A Figura 2 evidencia a necessidade de plataformas de lançamento móveis, capazes de atender a diferentes áreas estratégicas de defesa no território brasileiro, com ênfase em alvos prioritariamente marítimos. Um alcance de munição entre 300 e 650 quilômetros possibilitaria a neutralização de ameaças localizadas na região do pré-sal e na Margem Equatorial. Essas considerações constituem elementos essenciais na caracterização de exigências operacionais inalteráveis, definidas com base no conceito de requisito zero.

2.3 Estratégias antiacesso e de negação de área (A2/AD)

A formulação do conceito que envolve o termo A2/AD (antiacesso e negação de área) emerge de raízes históricas em estratégias defensivas, como fortificações e barreiras costeiras, mas foi consolidado a partir do final da Guerra Fria. Segundo Krepinevich, Watts e Words (2003), ele está diretamente ligado à dissolução da União Soviética, quando adversários assimétricos começaram a explorar tecnologias como mísseis balísticos, defesas aéreas e operações integradas para limitar a projeção de poder dos Estados Unidos. Por outro lado, Frühling e Lasconjarias (2016) enfatizam que o conceito ganhou maior relevância após a Guerra do Golfo de 1991, quando os avanços tecnológicos dos EUA, como ataques de precisão e inteligência em tempo real, motivaram adversários a desenvolverem capacidades avançadas para contrapor a superioridade militar estadunidense.

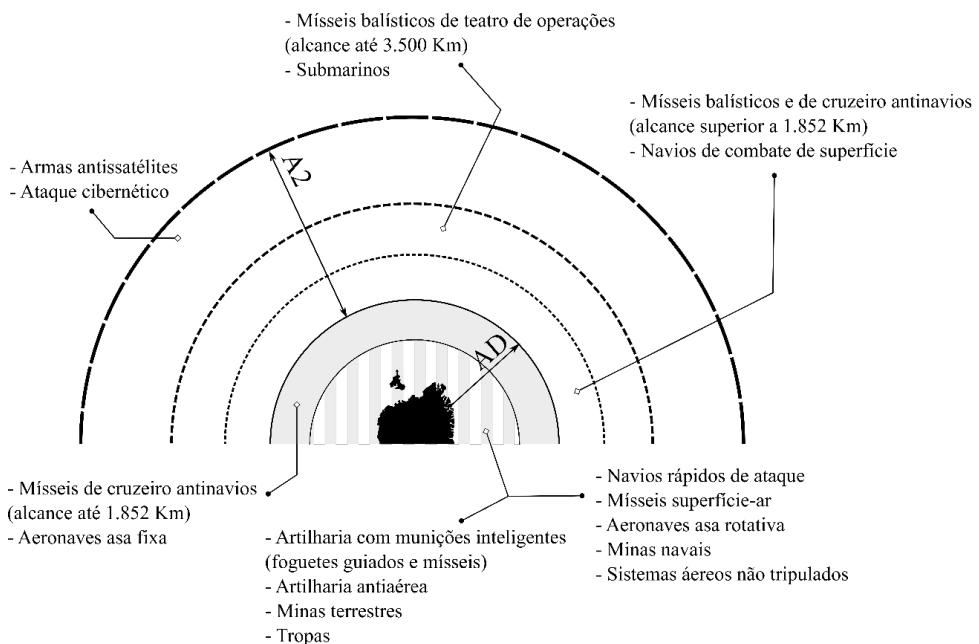
E, entre os países que rivalizam com o poderio bélico dos Estados Unidos, a China figura como um proeminente exemplo de modernização militar com objetivo de atender à ideia fundamental em que se baseiam as estratégias antiacesso e de negação de área (A2/AD) (Frühling; Lasconjarias, 2016), ou seja, prevalecer sobre um adversário postado a distância, especialmente se ele for superior em poderio militar, impedindo o acesso de suas forças no teatro de operações (Tangredi, 2013). Nas últimas três décadas, a nação chinesa tem realizado substanciais investimentos em diversos sistemas de combate, incluindo mísseis balísticos (alcance de 3000 – 5000 Km) e mísseis de cruzeiro, com velocidades supersônicas e hipersônicas, e com capacidade de destruir navios de guerra (Tangredi, 2019).

O termo A2/AD não é relevante e atual apenas na China. A partir de 2000, os debates na área de defesa passam a abordar a temática de forma mais frequente e comum. Desde então, A2/AD tem sido utilizado para expressar semânticas com diferenças sutis. Para alguns representa um código para indicar uma zona cuja violação representa graves riscos ao invasor. Outros a empregam para referenciar uma família de tecnologias (ou sistemas de armas) capazes de manter uma determinada região inviolável. E ainda outros a utilizam para expressar uma estratégia militar. No entanto, a melhor leitura é considerar A2/AD como uma estratégia que envolve uma campanha militar multidomínio por intermédio de um esforço para obter todos os meios de poder

necessários (incluindo diferentes sistemas de armas e abordagens diplomáticas) para negar o acesso a uma determinada área (Tangredi, 2019). Nesses termos, infere-se tratar, em linhas gerais, de um poder dissuasório extrarregional por meios convencionais.

O Joint Operational Access Concept - JOAC (United States, 2012), produzido pelo Department of Defense (DoD) dos Estados Unidos, lista as capacidades adotadas para estratégias antiacesso. Saint-Pierre e Vitelli (2018) elencam os mesmos exemplos (Figura 3). A aplicação dessas capacidades ocorre por camadas em nações com maior disponibilidade de recursos de defesa (United States, 2012), sendo exemplos relevantes a China, a Rússia e o Irã (Krepinevich; Watts; Word, 2003). Forças navais, terrestres, aéreas, espaciais e cibernéticas são guiadas por um sistema de comando e controle unificado e atuam em conjunto, de tal modo que, caso o oponente supere uma determinada capacidade, seja imediatamente exposto a outras (United States, 2012).

Figura 3. Camadas de capacidades antiacesso (A2) e de negação de área (AD)



Fonte: Figura elaborada pelo autor (2023), adaptada de United States (2012); Saint-Pierre e Vitelli (2018).

É, portanto, evidente que o poder militar atual de uma nação deve ser empregado em uma perspectiva multidomínio, pois permite afetar a capacidade combatente adversária em mais de um nível da guerra (político, estratégico ou tático), em mais de uma dimensão geográfica da guerra (mar, terra, ar, espaço) e em demais domínios, como o cibernético (Sloan, 2008). Essa alteração do ambiente geopolítico em muito se deve ao avanço tecnológico, que propiciou, entre outros progressos, o desenvolvimento de capacidades de ataque de longo alcance com precisão, ampliando o poder dissuasório convencional (Teixeira Júnior, 2020). É nesse contexto que mísseis balísticos e mísseis de cruzeiro, que são relativamente fáceis de obter e operar, porém difíceis de se destruir, apareceram como a espinha dorsal de munições de defesa contra forças assimétricas (Stillion; Orletski, 1999).

O Sistema ASTROS, material de fabricação nacional cuja concepção é baseada na rápida mobilidade, poder de fogos de saturação e na possibilidade de lançar diferentes calibres e munições a partir de uma única viatura lançadora – AV-LMU (ASTROS, 2021), é adequado para compor o quadro de capacidades de uma estratégia brasileira de A2/AD (Alves, 2023). O atual projeto de desenvolvimento do Míssil Tático de Cruzeiro (MTC), para lançamento a partir da AV-LMU, acrescentará um alcance de 300 km ao sistema, porém será destinado apenas a alvos fixos no solo. Essa versão acrescenta poder de combate e de dissuasão na defesa das áreas estratégicas prioritárias para a defesa da região amazônica (Alves, 2023).

O Congressional Research Service (United States, 2023) pontua que importantes produtos de defesa adotados em estratégias A2/AD caracterizam-se pela precisão de longo alcance e pela capacidade antinavio a partir de lançamento terrestre, com mobilidade e rápida dispersão da posição de lançamento. O Manual de Fundamentos Conceito Operacional do Exército Brasileiro – Operações de Convergência 2040 apresenta subsídios para evolução da concepção de transformação do Exército Brasileiro, e afirma que estratégias A2/AD demandarão a obtenção de capacidades militares atualizadas na área missilística (Brasil, 2023).

Do exposto até esse ponto, o espaço marítimo se configura como um cenário provável para conflitos entre Estados no futuro. No Brasil, há atualmente uma lacuna operacional no Exército Brasileiro quanto à capacidade de empregar mísseis de cruzeiro equipados com sensores capazes de guiar a munição em direção a alvos móveis no mar (Brasil, 2022a). Trata-se de um produto de defesa a ser alocado na segunda camada de capacidades de negação de área (AD), conforme ilustra a Figura 3.

Atualmente, uma Empresa Estratégica de Defesa (EED) está conduzindo o desenvolvimento de um míssil antinavio destinado às Marinhas do Brasil e dos Emirados Árabes Unidos, com previsão de lançamento a partir de embarcações e com alcance máximo estimado em 200 km (Grupo [...], 2023). Este sistema ocuparia a primeira camada de antiacesso (A2), sendo empregado em navios de combate de superfície (Figura 3). No entanto, sob o ponto de vista tecnológico, há a possibilidade de adaptações nas especificações do projeto para atender a exigências operacionais que sejam comuns às Forças Armadas Brasileiras.

Em dezembro de 2024, a mesma empresa avançou nesse sentido ao realizar o lançamento de um míssil MANSUP – míssil antinavio de curto alcance (70 km) – apoiado em uma viatura ASTROS AV-LMU, pertencente ao Corpo de Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil (Wiltgen, 2024). Embora tenha sido uma prova de conceito destinada a avaliar o emprego do MANSUP a partir de plataformas terrestres, essa iniciativa representa uma inovação significativa, com contribuições relevantes para o fortalecimento da Base Industrial de Defesa e com potencial de emprego na defesa A2/AD no Brasil.

Ressalta-se, contudo, que a combinação de alcance máximo, plataforma de lançamento e tipos de alvo a serem neutralizados ou destruídos impõe condicionantes operacionais específicas, com maior probabilidade de serem impositivas e com elevado risco de afetar todas as demais decisões e soluções de engenharia, durante o curso do desenvolvimento do PRODE. O principal desafio, portanto, reside na identificação antecipada das condicionantes que orientarão toda a concepção do projeto de engenharia (requisitos zero).

2.4 Requisitos zero

Os requisitos zero são uma classe de requisitos relacionados aos projetos de desenvolvimento de sistemas de defesa, definida para representar demandas operacionais inalteráveis que afetam, decisivamente, aspectos e funcionalidades da solução final e têm forte impacto nos custos e prazos do empreendimento. Tais imposições determinam todas as fases do projeto de engenharia e estão relacionadas à missão, ambiente operacional, tipos de operação, funcionalidades a serem executadas, desempenhos esperados, apoios logísticos necessários e restrições de ordem tecnológica, material ou humana que possam limitar a obtenção do produto de defesa.

Os requisitos zero para aplicação em mísseis de cruzeiro são divididos em oito categorias, que englobam meios de lançamento, alcance, tipos de alvos, acurácia, restrições de desempenho, contramedidas, aspectos logísticos, e tecnologias críticas (Guerra; Barreto, 2023).

3 MÉTODO

3.1 Tipo de pesquisa

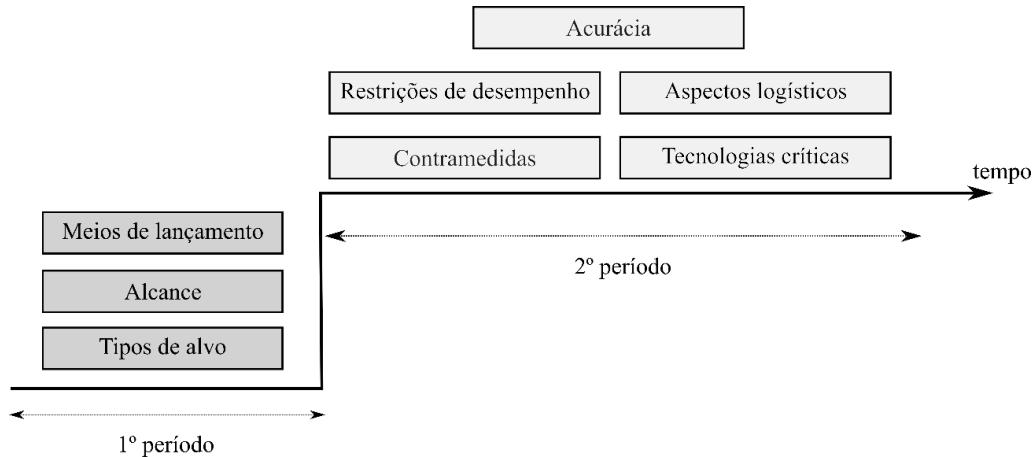
A pesquisa é teórica e qualitativa, no recorte temporal entre os anos 2000 e a atualidade, e coletou dados de fontes acadêmicas, documentos governamentais, observação de eventos e especialistas, identificando necessidades e exigências de produtos de defesa dentro do contexto geopolítico em que serão utilizados. É descritiva e aplicada, e buscou por soluções para questões práticas e por prover subsídios para tomadas de decisão em assuntos de defesa nacional. Utiliza procedimentos de pesquisa bibliográfica e de levantamento, consultando fontes primárias e secundárias, além de interação com especialistas em operações militares e patrocinadores de projetos de defesa, cuja finalidade principal é o aumento do poder dissuasório do país.

3.2 Procedimento para definição de requisitos zero

A prática demonstrou que uma boa abordagem é segmentar as categorias dos requisitos zero e tratá-las em dois momentos temporalmente distintos (Figura 4). Primeiramente, definem-se dados relacionados com o grupo formado pelas categorias meios de lançamento, alcance e tipos de alvo. Posteriormente, discute-se acurácia, restrições de desempenho, contramedidas, aspectos logísticos e tecnologias críticas. Este trabalho abordou apenas o primeiro período.

O procedimento consistiu em tratar, no primeiro período, a problemática sob o prisma da determinação da missão fundamental, ambiente operacional, contexto de atuação e capacidades a serem obtidas. Com esse enfoque, foi possível alcançar uma visão ampla da situação operacional. Após essa primeira etapa, há elementos suficientes para permitir o detalhamento de questões como o desempenho operacional esperado, apoios logísticos necessários, relacionamentos com outros sistemas de defesa e restrições de ordem tecnológica. Devido a especificidade desses temas, é apropriado abordar o segundo período em trabalhos dedicados ao assunto.

Figura 4. Divisão temporal realizada durante trabalho de definição de requisitos zero para mísseis de cruzeiro



Fonte: Figura elaborada pelo autor (2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo contido no referencial teórico evidenciou que uma potencial lacuna na capacidade operacional da Força Terrestre é a ausência de mísseis de cruzeiro, lançados do solo, equipados com sensores capazes de guiar a munição em direção a alvos móveis no mar. A seguir, apresentam-se os resultados obtidos após o primeiro período da divisão temporal realizada durante o trabalho de definição de requisitos zero para mísseis de cruzeiro (Figura 4).

4.1 Meios de lançamento

Atualmente, a Base Industrial de Defesa (BID) brasileira possui, no Sistema ASTROS, um produto aerotransportável de alta mobilidade no solo, grande capacidade de saturação de fogos, multicalibre, com possibilidade de emprego em artilharia de campanha e em defesa do litoral (ASTROS, 2021), com forte potencial de uso em estratégias A2/AD. Desenvolvido pela empresa AVIBRAS, em breve terá a inclusão de uma versão de um Míssil Tático de Cruzeiro (MTC) solo-solo (AV-MTC, 2021), que embora limitada a alvos fixos, contribuirá para incrementar as capacidades dissuasórias do Exército Brasileiro (Programa [...], 2022).

O desenvolvimento do MTC é um dos objetivos do Programa Estratégico do Exército ASTROS, que, entre suas diversas finalidades, contempla a implantação do Forte Santa Bárbara (Formosa/GO) como base física para a Artilharia de Mísseis e Foguetes do Exército Brasileiro (Silveira, 2022). A centralização no Forte Santa Bárbara facilita a logística, manutenção, instrução e adestramento dos operadores. Ademais, possibilita ao EB empregar o sistema em qualquer ponto do território nacional, em tempo hábil de cumprir sua tarefa defensiva e de impor a dissuasão extrarregional (Lima Júnior, 2022).

O Sistema ASTROS é considerado, por diversos pesquisadores de ciências militares (Teixeira Júnior, 2020; Lima Júnior, 2022; Alves, 2023), a escolha mais adequada para incorporar

capacidades de antiacesso e negação de área (A2/AD) por meio do emprego de mísseis de cruzeiro antinavios lançados de terra. Esse mesmo posicionamento foi obtido após uma interação inicial com o agente patrocinador, nesse caso representado pelo Escritório de Projetos do Exército (EPEx), gestor do Programa Estratégico do Exército ASTROS. A importância desse contato preliminar foi mostrada pelo acréscimo da seguinte exigência operacional: a viatura lançadora AV-LMU não deveria sofrer alterações em seus sistemas mecânicos, hidráulicos e hardwares, apenas atualizações de softwares poderiam ser implementadas.

A demanda operacional para o lançamento de mísseis de cruzeiro antinavios a partir da viatura AV-LMU do Sistema ASTROS exemplifica um típico requisito zero. Essa exigência impõe uma restrição que automaticamente limita o comprimento total da munição, que deve ser compatível com as dimensões do contêiner-lançador da AV-LMU. Essa limitação impacta de maneira decisiva tanto o aspecto externo quanto o desempenho da solução final, especialmente no que se refere ao alcance máximo.

4.2 Tipos de alvos

A partir do estudo do entorno estratégico brasileiro realizado no referencial teórico, extraiu-se que o espaço marítimo poderá se configurar como um cenário propício para a ocorrência de conflitos entre Estados no futuro. Nesse contexto, a adição de mísseis de cruzeiro antinavios contribui para a atualização das capacidades militares do Brasil, especialmente quando aplicadas no conceito operacional de antiacesso e negação de área (A2/AD).

A atual composição do Sistema ASTROS (Alves, 2023) amplia a capacidade defensiva do litoral brasileiro (Campos, 2021). Entretanto, mesmo após a futura inclusão do Míssil Tático de Cruzeiro (MTC), o sistema não possuirá recursos suficientes para interceptar alvos móveis ou furtivos, e apresentará significativas limitações para impor restrições a navios de diversas categorias em operações de guerra naval (Caldas, 2020).

Um conflito no mar pode envolver o emprego simultâneo de diversos meios navais, tais como navios de superfície, veículos anfíbios e submarinos, em operações de controle de áreas marítimas, negação do uso do mar e projeção de poder sobre terra. Nesse âmbito, as operações anfíbias destacam-se pela alta exigência em relação à eficácia do dispositivo de defesa, que deve contar com a presença de uma força terrestre, e sobretudo de sua artilharia (Brasil, 2014).

Paiva (2015) considera que há potencial de intenções hostis provindas de potências de primeira ordem, com capacidade bélica para não apenas interferir na independência e integridade do país, como também prejudicar a projeção internacional do Brasil em matérias de interesse nacional. Cita que o Brasil deve deter um poder militar convencional capaz de se equiparar ao poder dissuasório de potências militares do porte de França e Grã-Bretanha. A Figura 5 ilustra os meios navais atuais de países com modernos arsenais militares.

De acordo com o manual de Emprego da Artilharia na Defesa da Costa e do Litoral (Brasil, 2014), a artilharia assume uma posição central na defesa costeira. Especificamente, os mísseis de longo alcance devem ser empregados para abater os vetores inimigos navais à maior distância possível. Os mísseis de cruzeiro antinavios devem engajar os seguintes alvos, escritos conforme nomenclatura adotada pela Marinha do Brasil (Santos, 2017): navios-aeródromos (NAe);

fragatas (F); contratorpedeiros (CT); corvetas (Cv); navios de desembarque de carros de combate (NDCC); navios docas multipropósito (NDM); e navios transporte de tropas (N Tr T).

Figura 5. Exemplos de meios navais empregados em operações anfíbias



Classe Mistral (assalto anfíbio) - França



Cavour (navio-aeródromo) - Itália



Charles de Gaulle (navio-aeródromo) - França



Classe Freedom (light combat ship) - EUA



Classe Queen Elizabeth (navio-aeródromo)
Grã-Bretanha



Classe Trieste (assalto anfíbio) - Itália

Fonte: Figura elaborada pelo autor (2023), adaptada de Williams *et al.* (1999).

4.3 Alcance

O alcance de mísseis de cruzeiro está relacionado, entre diversos outros fatores, com suas dimensões, peso total, motorização e altura de voo (Fleeman, 2012). Entre esses, o tipo do motor, e consequentemente o regime de voo³, tem forte influência na distância máxima per-

³ Regime subsônico ocorre quando a velocidade é inferior à velocidade do som (Mach 1). No regime supersônico, a velocidade está entre Mach 1 e Mach 5. E, no regime hipersônico, a velocidade é superior a cinco vezes a velocidade do som (March 5) (Anderson Jr, 2011).

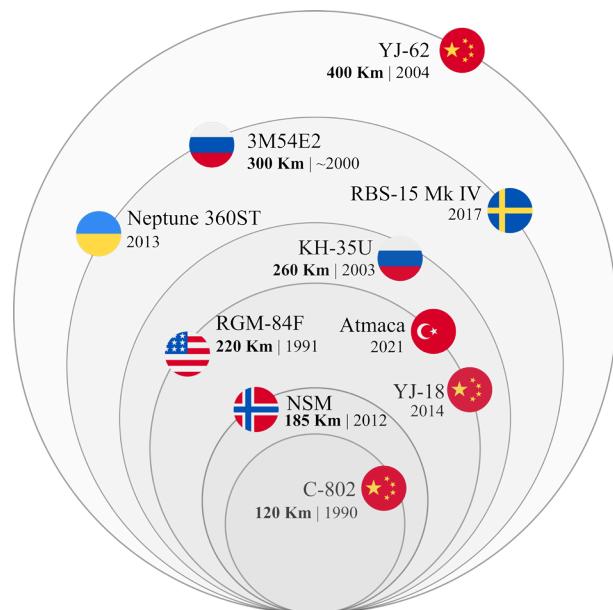
corrida pela munição. Os voos supersônicos e hipersônicos apresentam um consumo de combustível significativamente maior do que o voo subsônico (Anderson Jr, 2011). Em vista disso, munições que voam em velocidades superiores à do som tendem a requerer uma fuselagem de maiores dimensões em comparação aos mísseis subsônicos, a fim de acomodar uma maior quantidade de combustível.

A definição do lançamento de uma munição a partir da viatura AV-LMU do Sistema ASTROS estabelece uma limitação para seus máximos comprimento e altura (requisito zero estabelecido para a categoria meio de lançamento). Sendo assim, uma opção para ampliar o alcance é realizar a maior parte do voo de cruzeiro no alto subsônico, que oferece melhor eficiência energética. Essa estratégia é adotada pela China no YJ-18 (alcance de 220 Km), que percorre os 180 Km iniciais em velocidade Mach 0,8, e apenas os 40 Km finais em velocidade terminal de Mach 2 a 3, como uma medida para dificultar as defesas do navio adversário (United States, 2015).

A Figura 6 ilustra o alcance dos principais mísseis de cruzeiro antinavios atualmente em operação, que são lançados do solo por meio de viaturas e que operam em velocidades subsônicas na maior parte do voo de cruzeiro. Observa-se que os alcances são consideravelmente inferiores aos atingidos por mísseis de cruzeiro destinados a alvos no solo (superiores a 1.000 Km em exemplares chineses, russos e estadunidenses) (United States, 2020). Tal fato é explicado, por exemplo, pela necessidade de empregar sistemas com tecnologia radar para possibilitar a navegação terminal até alvos móveis no mar, os quais tendem a possuir peso elevado e ocupar grande volume na fuselagem, o que reduz a capacidade de combustível (Guerra, Barreto; 2023).

Figura 6. Alcance de mísseis de cruzeiro antinavios subsônicos com lançamento do solo.

O ano representa a data de entrada em operação



Fonte: Figura elaborada pelo autor (2023), adaptada de Missiles... (2023); Missiles database... (2023).

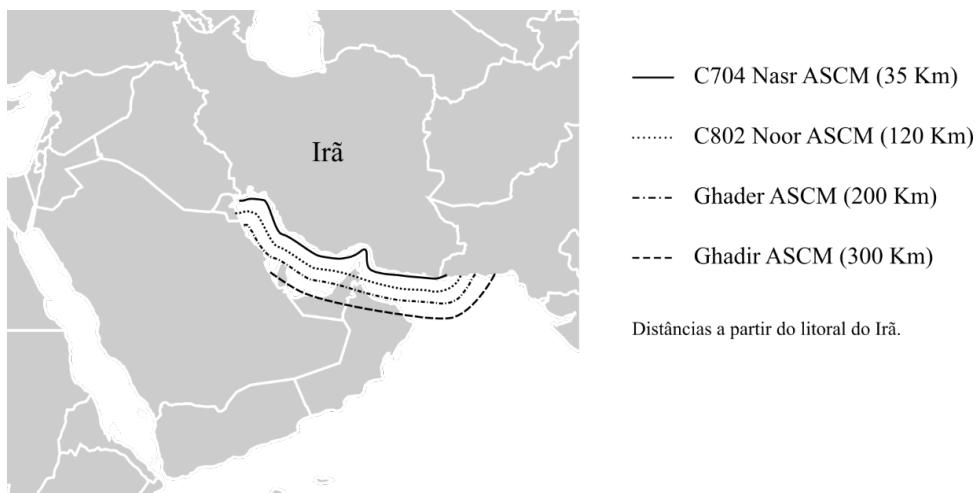
Figura 7. Exemplos de mísseis antinavios lançados do solo



Fonte: Figura elaborada pelo autor (2023), adaptada de Missiles... (2023).

A mesma faixa de alcance é observada no arsenal de mísseis de cruzeiro antinavio iraniano. O país tem investido fortemente no desenvolvimento deste tipo de munição, sendo capaz de atingir alcances de até 300 km com o Ghadir (Figura 8), lançado a partir do solo e de navios (United States, 2019).

Figura 8. Alcances dos mísseis de cruzeiro antinavios do Irã



Fonte: figura adaptada de United States (2019).

Na atualidade, o míssil estadunidense subsônico Tomahawk não é mais lançado do solo, todavia figura como importante referência para desenvolvimentos de mísseis de cruzeiro. A sua última versão antinavio (Block Va), introduzida em 2021, apresentou inovações significativas como uma nova tecnologia de sensor terminal e uma nova cabeça de guerra, permitindo que seu alcance fosse ampliado de 460 Km (versão BGM-109B, operacional de 1983 a 1994) para 1852 Km (Larter, 2021; Tomahawk, 2023). Esse destaque em relação aos seus análogos de outras nações também é resultado de constantes melhorias no seu motor a reação do tipo turbofan e de um combustível especialmente desenvolvido para motores aeronáuticos (JP-10) (UGM [...], 2018). Entretanto, tais avanços tecnológicos foram alcançados após décadas de investimentos em ciência, tecnologia e inovação militar, e figuram como o estado da arte da engenharia militar missilística no Ocidente (Tomahawk, 2023).

Do exposto, o alcance de um primeiro míssil de cruzeiro antinavio para as Forças Armadas Brasileiras capaz de atuar na segunda camada de capacidades A2/AD (Figura 3) deveria se situar, ao menos, entre 200 e 300 Km, tomando como base o atual arsenal antinavio de China, Rússia e Irã, destaque na aplicação do conceito operacional A2/AD. Contudo, ao considerar o alcance como uma exigência operacional inalterável, com forte impacto na busca pela máxima dissuasão extraregional, o valor de 300 Km é a opção mais adequada. Esse valor iguala ao alcançado pelo MTC e ainda permitiria a exportação pela indústria nacional, uma vez que se adequa ao Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis – MTCR (Missile Technology Control Regime, 2023).

Nesse ponto, constata-se uma vantagem em se definir requisitos zero em fase muito inicial do desenvolvimento da munição. Com isso, é possível iniciar estudos de engenharia preliminares para verificar a viabilidade de uma versão nacional dispor de alcance na faixa de 400 Km a 500 Km, igualando-se ao chinês YJ-62 ou a primeira versão antinavio do Tomahawk (BGM-109B).

4.4 Redação e ordenação dos requisitos zero

A ordenação entre os requisitos zero, com base na classificação em ordem crescente de imutabilidade entre suas categorias, foi realizada, porém relativa apenas às três definidas neste trabalho. O meio de lançamento é a exigência operacional principal, estabelecida por intermédio de interação com o agente patrocinador, e não pode ser alterada sob quaisquer circunstâncias. Os tipos de alvo deverão ser navios de guerra de superfície, condição que define a missão fundamental da munição como parte do conceito operacional de defesa antiacesso e negação de área (A2/AD) no Brasil. Na terceira posição, o alcance máximo foi definido como sendo de pelo menos 300 Km, em quaisquer condições de voo, inclusive em altitudes rentes ao mar (a imutabilidade da demanda operacional recai sobre esse valor).

A redação proposta para cada requisito zero incluiu os seguintes campos de informações: numeração (ordenação relativa entre as três categorias apresentadas neste trabalho), redação do requisito e justificativa (Tabela 1).

Tabela 1. Categorias meios de lançamento, tipos de alvos e alcance de requisitos zero para um míssil de cruzeiro para a defesa antiacesso e negação de área (A2/AD) no Brasil

Categoría	Numeração	Requisito	Justificativa
Meios de lançamento	0.1	O míssil de cruzeiro deverá ser lançado pela viatura AV-LMU do sistema ASTROS sem modificações nos sistemas mecânicos, hidráulicos e de hardware. Somente atualizações de software serão permitidas.	O míssil deverá ser lançado da mesma plataforma em que são lançados os foguetes convencionais do sistema ASTROS, facilitando sobremaneira a logística do míssil, principalmente com relação aos componentes das viaturas lançadoras.
Tipos de alvos	0.2	Neutralizar ou destruir navios de superfície, tais como: navios-aeródromos (ou porta-aviões); fragatas; contratorpedeiros; corvetas; navios de desembarque de carros de combate; navios docas multipropósito; e navios transporte de tropas. A referência deverá ser meios navais das potências de primeira ordem, com seus respectivos sistemas de defesa.	O Brasil deve deter um poder militar antinavio convencional capaz de se contrapor à força naval de potências militares do porte de, por exemplo, França e Grã-Bretanha.
Alcance	0.3	O alcance máximo não poderá ser inferior a 300 Km, em quaisquer condições de voo, inclusive o voo em altitude rente ao mar (<i>sea skimming</i>).	O alcance máximo de pelo menos 300 km igualaria a capacidade antinavio nacional com a atual proporcionada pelo MTC para alvos fixos no solo. Além disso, posicionaria o novo míssil de cruzeiro antinavio no mesmo patamar de alcance máximo daqueles operados pelas principais potências militares, possibilitando, ainda, a exportação pela indústria de defesa brasileira. Deve-se, todavia, analisar as possibilidades de ampliação desse alcance para a faixa de 400 a 500 km, em uma versão nacional capaz de se equiparar ao atual míssil chinês YJ-62.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor (2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O novo panorama geopolítico da América Latina, aliado às características do território brasileiro e seus atuais desafios defensivos, demandam do Brasil incrementos em sua estratégia de dissuasão convencional. A nação deve se adequar à atual geoestratégia caracterizada pelo ambiente operacional multidomínio e, nesse contexto, o conceito de antiacesso e de negação de área (A2/AD) é propício para ancorar uma sólida dissuasão extraregional brasileira.

Entre as diversas camadas de capacidades A2/AD, os mísseis de cruzeiro antinavio se destacam como armamentos defensivos contra forças assimétricas e estão presentes nos arsenais das principais potências mundiais. Considerando o atual nível de domínio tecnológico brasileiro no campo da missilística, é viável que o país invista no aprimoramento e atualização de sistemas que contribuam para o processo de transformação em curso no Exército Brasileiro, em consonância com as diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa. Esse investimento pode resultar no

desenvolvimento de um míssil de cruzeiro antinavio nacional lançado do solo, como uma evolução do Míssil Tático de Cruzeiro (MTC), ou uma adaptação do projeto MANSUP-ER para viabilizar lançamentos tanto embarcados quanto a partir da plataforma ASTROS.

A aplicação do conceito de requisitos zero mostrou-se relevante para identificar demandas operacionais imutáveis que têm um impacto decisivo no aspecto e nas funcionalidades da solução final. O meio de lançamento foi definido como a exigência operacional principal após interações iniciais com o agente patrocinador. Um míssil de cruzeiro antinavio operado pela Força Terrestre deverá ser lançado da viatura AV-LMU do Sistema ASTROS, sem que haja alterações em seus sistemas físicos. O Sistema ASTROS possui mobilidade e possibilidade de dispersão rápida a partir da posição de lançamento, tornando-o apto a atuar como uma capacidade A2/AD com elevada precisão de longo alcance. Após o lançamento, a munição deverá engajar navios-aeródromos, fragatas, contratorpedeiros, corvetas, navios de desembarque de carros de combate, navios docas multipropósito e navios transporte de tropas. Ou seja, meios que atuam em operações anfíbias desencadeadas por forças navais de potências de primeira ordem. O alcance máximo do míssil foi definido como sendo de pelo menos 300 Km, similar ao desempenho do arsenal de grandes potências militares, como Rússia, China e Irã. Além disso, tal alcance possibilita a exportação pela indústria de defesa nacional, por estar dentro dos limites definidos pelo MTCR.

Um outro resultado significativo alcançado pela aplicação dos requisitos zero foi a identificação, antecipada, da possibilidade de iniciar estudos técnicos e de viabilidade relacionados à ampliação do alcance para a faixa de 400 a 500 Km, em versões nacionais, lançadas da AV-LMU do Sistema ASTROS. Estudos preliminares podem identificar tecnologias ou inovações necessárias, juntamente com os custos associados e prazos demandados, para a conquista de alcances praticados pelos líderes mundiais da defesa antinavio.

Ao término do trabalho, foi possível alcançar uma compreensão mais detalhada sobre o material a ser desenvolvido, além de reunir dados tecnológicos que poderão complementar outros subsídios no apoio à autoridade patrocinadora para a tomada de decisões estratégicas.

Por fim, sugere-se, para trabalhos futuros, a continuidade do estudo por meio da definição dos aspectos logísticos, das contramedidas adotadas para neutralizar a ameaça representada pelos mísseis de cruzeiro e das tecnologias críticas envolvidas para o empreendimento ser viável.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. O. O sistema Astros como uma ferramenta de dissuasão e presença. **Coleção Meira Mattos: Revista das Ciências Militares**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 58, p. 43-60, 2023. Disponível em: <https://bit.ly/3HiGHgM>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- ANDERSON JR, J. D. **Fundamentals of Aerodynamics**. 5. ed. New York: McGraw Hill, 2011.
- ANDRADE, I. O.; BARROS-PLATIAU, A. F.; CÂMARA, P. E. A. S.; HILLBRAND, G. R. L. Economia do mar: desafios e possibilidades para o Brasil na Amazônia Azul. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 75, p. 50-77, 2020. Disponível em: <https://revista.esg.br/index.php/revistadaesg/article/download/1165/938/2232>. Acesso em: 15 abr. 2023.
- ASTROS. São José dos Campos: AVIBRAS, 2021. Disponível em: <https://www.avibras.com.br/site/areas-de-atuacao/defesa/astros.html>. Acesso em: 13 mar. 2022.
- AV-MTC. São José dos Campos: AVIBRAS, 2021. Disponível em: <https://www.avibras.com.br/site/areas-de-atuacao/defesa/misseis-e-foguetes/av-mtc.html>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército. **Manual de Ensino EB60-ME-23.003**: Emprego da Artilharia na Defesa da Costa e Litoral. 2. ed. Brasília, DF: EGGCF, 2014.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Glossário das Forças Armadas MD35-G-01**. 5. ed. Brasília, DF: Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas, 2015.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado_e_defesa/pnd_end_congresso_.pdf. Acesso em: 29 mar. 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Resolução CONSUG-MD no 14, de 25 de julho de 2022**. Aprova o Portfólio de Projetos Estratégicos de Defesa - PPED. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2022a. Disponível em: <https://bit.ly/3NiCQ7q>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército. **Manual de Fundamentos Doutrina Militar Terrestre EB60-MF-10.102**. 3. ed. Brasília, DF: Estado-Maior do Exército, 2022b.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército. **Portaria – EME no 971, de 10 de fevereiro de 2023**. Aprova o Manual de Fundamentos Conceito Operacional do Exército Brasileiro – Operações de Convergência 2040 (EB20-MF-07.101). Brasília, DF: Boletim do Exército, 2023. Disponível em: http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/003_manuais_carater_doutrinario/03_manuais_de_fundamentos/port_n_971_eme_10fev2023.html. Acesso em: 18 abr. 2023.

CALDAS, L. R. **O estudo da estratégia de antiacesso e de negação de área (A2/AD), na foz do rio Amazonas, e suas consequências para a formulação conceitual do Míssil Tático de Cruzeiro (MTC) MK2.** 2020. Monografia (Especialista em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2020.

CAMPOS, R. R. D. As novas perspectivas em relação à doutrina de defesa do litoral brasileiro frente às operações anfíbias inimigas, à luz do Programa Estratégico do Exército ASTROS 2020. **A Defesa Nacional**, Rio de Janeiro, v. 845, p. 57-67, 2021. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/ADN/article/view/9033/7794>. Acesso em: 17 abr. 2023.

CENTRO DE EXCELÊNCIA PARA O MAR BRASILEIRO. **O Brasil e o mar no século XXI: relatório aos tomadores de decisão do país.** 2. ed. Rio de Janeiro: CEMBRA, 2019.

DIRETOR-GERAL faz apresentação sobre o setor portuário em conferência na Noruega. **Gov.br**, Brasília, DF: ANTAQ, 06 abr. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/antaq/pt-br/noticias/2022/diretor-geral-faz-apresentacao-sobre-o-setor-portuario-em-conferencia-na-noruega>. Acesso em: 14 abr. 2023.

DESCUBRA o que é a Margem Equatorial, importante fronteira offshore do Brasil. [S.I.]: Petrobras, 15 out. 2024. Disponível em: <https://nossaenergia.petrobras.com.br/w/nossas-atividades/margem-equatorial>. Acesso em: 18 dez. 2024.

FLEEMAN, E. L. **Missile design and system engineering.** Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2012.

FRÜHLING, S.; LASCONJARIAS, G. NATO, A2/AD and the Kaliningrad challenge. **Survival**, London, v. 58, n. 2, p. 95-116, 2016.

GRUPO Edge fornecerá sistemas antinavio MANSUP para a Marinha do Brasil. São Paulo: SIMDE, 14 nov. 2023. Disponível em: <https://www.simde.org.br/post/grupo-edge-fornecer%C3%A1-sistemas-antinavio-mansup-para-a-marinha-do-brasil>. Acesso em: 19 dez. 2024.

GUERRA, E. B.; BARRETO, J. J. D. Propostas para elaboração de requisitos em projetos de sistemas de defesa: uma aplicação em novos desenvolvimentos de mísseis de cruzeiro. **Coleção Meira Mattos: Revista das Ciências Militares**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 60, p. 419-443, 2023. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/RMM/article/view/10063/9603>. Acesso em: 1 set. 2023.

HARVEY, J. **Conventional Deterrence and National Security.** Fairbairn: Air Power Studies Centre, 1997

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas geográfico brasileiro.** 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha municipal digital e áreas territoriais 2022:** informações técnicas e legais para a utilização dos dados publicados. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistemas de contas regionais: Brasil 2020. **Contas Nacionais.** Rio de Janeiro: IBGE, n. 90, p. 1-12. 2020. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101975_informativo.pdf. Acesso em: 16 abr. 2023.

KILDOW, J. T.; MCILGORM A. The importance of estimating the contribution of the oceans to national economies. **Marine Policy**, Londres, v. 34, n. 3, p. 367-374, 2010.

KREPINEVICH, A.; WATTS, B.; WORK, R. **Meeting the Anti-Access and Area-Denial Challenge.** Washington, DC: Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2003. Disponível em: <https://csbaonline.org/research/publications/a2ad-anti-access-area-denial/publication/1>. Acesso em: 11 abr. 2023.

LARTER, D. B. **US Navy set to receive latest version of the Tomahawk missile.** [S.l.]: DefenseNews, 17 mar. 2021. Disponível em: <https://www.defensenews.com/naval/2021/03/17/us-navy-set-to-take-delivery-of-the-latest-version-of-its-tomahawk-missile/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

LIMA JÚNIOR, C. A. R. Emprego de mísseis e foguetes na defesa antiacesso e negação de área: uma solução para a defesa do Brasil. **A Defesa Nacional**, Rio de Janeiro, v. 849, p. 50-61, 2022. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/ADN/article/view/11259/9004>. Acesso em: 18 abr. 2023.

MANSUP-ER - advanced long-range anti-ship missile. Abu Dhabi: Edge, 2024. Disponível em: <https://edgegroup.ae/solutions/mansup-er>. Acesso em: 18 dez. 2024.

MAZARR, M. J. **Understanding Deterrence.** Santa Monica: RAND Corporation, 2018. Disponível em: <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PE295.html>. Acesso em: 16 dez. 2024.

MEDEIROS FILHO, O. Desafios do Exército Brasileiro nas fronteiras amazônicas: entre a border e a frontier. **Coleção Meira Mattos: Revista das Ciências Militares**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 49, p. 77-97, 2020. Disponível em: <http://ebrevistas.eb.mil.br/RMM/article/view/2965/2681>. Acesso em: 10 abr. 2023.

MISSILE TECHNOLOGY CONTROL REGIME. Página Institucional. [S. l.]: MTCR, 2022. Disponível em: <https://mtcr.info/>. Acesso em: 6 jun. 2022.

MISSILES DATABASE. [S.l.]: Missilery.info, 2023. Disponível em: <https://en.missilery.info/search>. Acesso em: 20 abr. 2023.

MISSILES of the world. Washington, DC: Missilethreat, 2023. Disponível em: <https://missilethreat.csis.org/missile/>. Acesso em: 19 abr. 2023.

MONTEIRO, V. F. Dissuasão convencional e mísseis de cruzeiro: o caso do A2/AD chinês. In: Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos de Defesa, 11., 2021, on-line. **Anais eletrônicos** [...]. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Estudos de Defesa, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3Az9GJr>. Acesso em: 15 abr. 2023.

NOBRE, F. R. F. Recursos naturais na região amazônica: cooperação ou conflito? **Política Hoje**, Recife, v. 23, n. 1, p. 65-91, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/politicahoje/article/download/3754/3058>. Acesso em: 11 abr. 2023.

PAIVA, L. E. R. Integração da Pan-Amazônia: desafios, estratégias, tendências e reflexos para a defesa nacional. In: GHELLER, G. F; GONZALES, S. L. M.; MELO, L. P. (org.). **Amazônia e Atlântico Sul**: desafios e perspectivas para a defesa no Brasil. Brasília, DF: IPEA, 2015. cap. 2, p. 39-83.

PEREZ, J. G. O conflito das Malvinas pelo prisma da Geopolítica de Recursos Naturais. **Coleção Meira Mattos: Revista das Ciências Militares**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 51, p. 331-356, 2020. Disponível em: <http://ebrevistas.eb.mil.br/RMM/article/view/4093/5459>. Acesso em: 15 abr. 2023.

RODRIGUES, J. E. O. Considerações Operacionais e Táticas sobre o emprego da Estratégia A2AD (Anti-Access and Area Denial) para a defesa da Amazônia Azul. **Âncoras e Fuzis**, Rio de Janeiro, n. 53, p. 77-81, 2022. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/ancorasefuzis/article/view/4132>. Acesso em: 14 dez. 2024.

ROSERO, L. F. T.; CEDIEL, D. J. L. Una aproximación a la ilegalidad, el crimen organizado y ausencia estatal en la frontera colombo-venezolana. El caso del departamento de La Guajira en Colombia. **Memorias: Revista Digital de Historia y Arqueología desde el Caribe**, Barranquilla, n. 24, p. 125-148, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/memor/n24/n24a08.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

SAINT-PIERRE, H. L.; VITELLI, M. G (org.). **Dicionário de segurança e defesa**. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2018. Disponível em: [https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/35338/SAINT-PIERRE%20&%20VITELLI%20\(2018\)%20Dicionario%20Seguranca%20Defesa.pdf?sequence=-1](https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/35338/SAINT-PIERRE%20&%20VITELLI%20(2018)%20Dicionario%20Seguranca%20Defesa.pdf?sequence=-1). Acesso em: 10 abr. 2023.

SANTOS, D. F. **O emprego do Sistema ASTROS na defesa da costa e do litoral do Brasil**. 2017. Monografia (Especialista em Operações Militares de Defesa Antiaérea e Defesa do Litoral) – Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, Rio de Janeiro, 2017.

SILVEIRA, G. **Sistema míssil tático de cruzeiro brasileiro:** indutor de fomento para a Base Industrial de Defesa. 2022. Policy Paper (Especialista em Política, Estratégia e Alta Administração Militar) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/40OFPHz>. Acesso em: 10 abr. 2023.

SLOAN E. **Military transformation and modern warfare:** a reference handbook. Westport: Praeger Publishers, 2008.

STILLION, J.; ORLETSKI, D. T. **Airbase vulnerability to conventional cruise-missile and ballistic-missile attacks:** technology, scenarios, and U.S. Air Force response. Santa Monica: RAND, 1999.

TANGREDI, S. J. **Anti-access warfare: countering A2/AD strategies.** Annapolis: Naval Institute Press, 2013.

TANGREDI, S. J. Anti-access strategies in the Pacific: the United States and China. **Parameters**, Carlisle, v. 49, n. 1, p. 5-20, 2019.

TEIXEIRA JÚNIOR, A. W. M. O desafio da dissuasão convencional no ambiente multidomínio: antiacesso e negação de área como resposta. **Análise Estratégica**, Brasília, DF, v. 18, n. 4, p. 7-21, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/41JcrUq>. Acesso em: 10 abr. 2023.

TEIXEIRA JÚNIOR, A. W. M. A dissuasão convencional, antiacesso e negação de área: subsídios para uma estratégia brasileira. **Análise Estratégica**, Brasília, DF, v. 21, n. 3, p. 7-32, 2021. Disponível em: <https://www.ebrevistas.eb.mil.br/CEEEExAE/article/view/8491/7360>. Acesso em: 10 abr. 2023.

TOMAHAWK. Washington, DC: Missilethreat, 2023. Disponível em: <https://missilethreat.csis.org/missile/tomahawk/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

UGM BGM RGM-109 Tomahawk land attack cruise missile TLAM. [S.l.]: Seaforces-online, 2018. Disponível em: <https://www.seaforces.org/wpnssys/SURFACE/BGM-109-Tomahawk.htm>. Acesso em: 20 abr. 2023.

UNITED STATES. Department of Defense. **Joint Operational Access Concept (JOAC).** Washington, DC: Department of Defense, 2012. Disponível em: https://dod.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/JOAC_Jan%202012_Signed.pdf. Acesso em: 11 abr. 2023.

UNITED STATES. U.S.-China Economic and Security Review Commission. **China's new YJ-18 antiship cruise missile: capabilities and implications for U.S. Forces in the Western Pacific.** Washington, DC: U.S.-China Economic and Security Review Commission, 2015. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20161227182001/http://origin.www.uscc.gov/sites/default/files/>

Research/China%20%99s%20New%20YJ-18%20Antiship%20Cruise%20Missile.pdf.
Acesso em: 21 abr. 2023.

UNITED STATES. Defense Intelligence Agency. **Iran military power**. Washington, DC: U.S. Government Publishing Office, 2019.

UNITED STATES. Defense Intelligence Ballistic Missile Analysis Committee. **Ballistic and cruise missile threat**. Dayton: NASIC, 2020. Disponível em: http://missilethreat.csis.org/wp-content/uploads/2021/05/2020-BALLISTIC-AND-CRUISE-MISSILE-THREAT_FINAL_2OCT_REDUCEDFILE.pdf. Acesso em: 24 abr. 2023.

UNITED STATES. United States Congress. Congressional Research Service. **The Army's Multi-Domain Task Force (MDTF)**. Washington, DC: CRS, 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11797/6>. Acesso em: 12 abr. 2023.

VASCONCELOS, A. V.; NUNES, A. A. **O emprego do poder naval brasileiro na defesa da Amazônia Azul**. 2021. Monografia (Especialista em Altos Estudos em Defesa) – Escola Superior de Defesa, Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://repositorio.esg.br/bitstream/123456789/1409/1/ALEXANDRE%20NUNES_ALEXANDRE%20VASCONCELOS%20%2831D%29.pdf. Acesso em: 15 abr. 2023.

WILLIAMS, J. D.; GERMANOVICH, G.; WEBBER, S.; TARINI, G. **Unlocking NATO's amphibious potential: lessons from past, insights for the future**. Santa Monica: RAND, 1999.

WILTGEN, G. **Primeiro lançamento do MANSUP pelo sistema ASTROS dos Fuzileiros Navais**. [S.l.]: Defesa Aérea & Naval, 18 dez. 2024. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/artilharia-2/primeiro-lancamento-do-mansup-pelo-sistema-astros-dos-fuzileiros-navais>. Acesso em: 19 dez. 2024.