

# Definición de requisitos para proyectos de misiles de crucero antibuque en defensa antiacceso y denegación de área (A2/AD) en Brasil

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

**Resumen:** Este estudio analiza y define los requisitos fundamentales para el desarrollo de misiles de crucero antibuque, operados desde tierra, destinados a la estrategia de defensa antiacceso y denegación de área (A2/AD) en Brasil. Se abordan las carencias operativas en las Fuerzas Armadas Brasileñas y se identifican exigencias prioritarias, denominadas requisitos cero, que engloban demandas operativas inalterables establecidas desde las fases iniciales de desarrollo. Mediante un análisis geopolítico y estratégico, el trabajo contextualiza los desafíos defensivos nacionales, considerando las características territoriales, amenazas regionales y necesidades de interoperabilidad de las Fuerzas Armadas. Se especifican las capacidades operativas necesarias, con enfoque en sistemas de lanzadores móviles terrestres, alcance máximo y ataque a blancos navales estratégicos. Los resultados enfatizan la relevancia de integrar innovaciones tecnológicas y alinear el desarrollo del producto con los principios de la Estrategia Nacional de Defensa. La aplicación del concepto de requisitos cero demuestra ser eficaz para orientar decisiones estratégicas y fortalecer la capacidad disuasoria nacional.

**Palabras clave:** Misil de crucero, Requisitos de proyecto, A2/AD, Misil antibuque.

**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

**Recibido: 27 sep. 2023**

**Aprobado: 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 INTRODUCCIÓN

A lo largo de su historia reciente, Brasil ha permanecido alejado de los principales focos de tensión internacional, en una posición geopolítica favorable que le ha otorgado una relativa tranquilidad desde el punto de vista de la defensa de su territorio. Sin embargo, la actual competencia geopolítica entre Estados Unidos, China y Rusia ha alterado el entorno estratégico brasileño, al convertir América Latina y el Caribe en un nuevo punto de atención para las mayores potencias militares (Teixeira Júnior, 2020). En el escenario internacional, se vuelve esencial que Brasil esté en condiciones de ejercer plenamente su soberanía y capacidad de disuasión (Brasil, 2020).

Harvey (1997) aborda el concepto de disuasión como el uso de la fuerza para provocar la inacción del adversario, haciendo que este dude en actuar por miedo al fracaso, a los costes y a las consecuencias. Sin embargo, como destaca Mazarr (2018), la disuasión debe entenderse como un enfoque complejo que trasciende la mera imposición de amenazas. Esta estrategia engloba no solo la aplicación de garantías o beneficios que ofrezcan incentivos para eliminar acciones agresivas, sino también el empleo de métodos amplios y sistemáticos, capaces de desmotivar a potenciales agresores. En el contexto nacional, la disuasión se conceptualiza como una estrategia que emplea medios de diversos tipos, incluidos los militares, con el objetivo de desincentivar o disuadir a adversarios – reales o potenciales – de posibles o presuntas intenciones bélicas (Brasil, 2015). La capacidad disuasoria constituye, por tanto, un elemento esencial de la Seguridad Nacional, evaluándose en función de la habilidad de la nación para movilizar y aplicar sus recursos de protección, con la respuesta inmediata necesaria, ante posibles acciones hostiles contra la soberanía y los intereses legítimos de Brasil (Brasil, 2020).

En este escenario, las estrategias de antiacceso y denegación de área (A2/AD) juegan un rol fundamental para bloquear el acceso de fuerzas hostiles. Concretamente, la estrategia de antiacceso (A2) tiene como objetivo – generalmente a largas distancias – impedir la entrada de fuerzas adversarias en un teatro de operaciones. A su vez, la estrategia de denegación de área (AD) busca limitar, a corta distancia, la libertad de acción de esas fuerzas en espacios más restringidos, bajo control directo del enemigo (United States, 2023). Las operaciones AD terrestres pueden incluir artillería de corto y medio alcance, cohetes (balísticos y guiados) y misiles de crucero, dirigidos contra posiciones tácticas y estratégicas en tierra. Por su parte, las acciones A2 pueden emplear misiles de crucero antibuque y misiles balísticos (Krepinevich; Watts; Work, 2003). De este modo, los misiles de crucero son un elemento presente tanto en operaciones A2 como AD.

La posibilidad de lanzar misiles de crucero desde plataformas terrestres, ya sean móviles o fijas, representa un activo estratégico relevante tanto para conformar capacidades de denegación de área como para estrategias de antiacceso (Teixeira, 2021). Además, la posesión de dichos sistemas contribuye al fortalecimiento de la capacidad disuasoria de un país (Monteiro, 2021; Brasil, 2022a), en conjunto con otros sistemas de armas y estrategias.

Actualmente, el Ejército Brasileño (EB) se encuentra en la fase final de desarrollo del Misil Táctico de Crucero (MTC), en el marco del Programa Estratégico del Ejército ASTROS. Este sistema de armas posee un alcance de 300 kilómetros (km), un elevado grado de precisión y está diseñado para atacar blancos fijos en tierra (Silveira, 2022). Sin embargo, existe una laguna operativa en el Ejército Brasileño respecto al empleo de misiles de crucero con guiado terminal para la neutralización o destrucción de blancos móviles. Identificada en el Portafolio de Proyectos Estratégicos de Defensa

(PPED), esta carencia deberá ser subsanada mediante un nuevo proyecto de desarrollo denominado Sistema de Misil Táctico de Crucero – MTC – Bloque II, aún no iniciado (Brasil, 2022a).

Una adecuada definición de los requisitos operativos que guiarán el desarrollo de este nuevo Producto de Defensa (PRODE) permitiría la integración de dicho sistema en una estrategia completa de A2/AD nacional, reforzando la capacidad disuasoria y de defensa territorial mediante la combinación de armamento de largo alcance, sensores avanzados y redes de mando y control. Esto permitiría restringir la libertad de acción de fuerzas adversarias en teatros de operaciones estratégicos y garantizar la protección de áreas críticas, como el litoral y la Amazonia, fomentando una mayor interoperabilidad entre las Fuerzas Singulares (Brasil, 2020, 2022b).

Existe, por tanto, una valiosa oportunidad para fortalecer las interacciones interinstitucionales entre los actores de la innovación militar, tanto en las etapas iniciales del desarrollo de nuevos sistemas de defensa – como en el caso de misiles de crucero destinados a la Fuerza Terrestre<sup>1</sup>, con aplicación en la defensa del litoral y en el combate de blancos móviles en tierra y mar— como en el análisis de posibilidades de adaptación de especificaciones de proyectos ya existentes, como el MANSUP-ER (MANSUP-ER [...], 2024), para satisfacer requisitos operativos que puedan ser comunes a las Fuerzas Armadas Brasileñas. El fortalecimiento de estas relaciones entre los actores de la innovación beneficia directamente a la Base Industrial de Defensa, contribuyendo al perfeccionamiento de las capacidades nacionales y al reforzamiento del poder disuasorio del país (Azevedo, 2018).

Guerra y Barreto (2023) sostienen que, durante los ciclos de innovación orientados a la generación de nuevas capacidades militares, una de las etapas esenciales en la interacción entre los organismos patrocinadores y los desarrolladores es el estudio y la definición conjunta y consensuada de los requisitos operativos que no pueden ser modificados o eliminados, incluso ante desafíos técnicos, comerciales o industriales. Estas demandas inmutables, denominadas requisitos cero, deben establecerse y priorizarse desde las etapas iniciales del ciclo de innovación militar, garantizando su preponderancia sobre otras consideraciones y sobre otros requisitos operativos/técnicos.

Por tanto, la hipótesis de este trabajo se basa en la viabilidad de aplicar el concepto de requisitos cero propuesto por Guerra y Barreto (2023) como herramienta eficaz para identificar y caracterizar exigencias operativas inalterables. Estas demandas ejercen un impacto significativo en los costes y plazos de desarrollo de nuevos misiles de crucero, influyendo directamente en los aspectos físicos y funcionalidades de la solución final.

En vista de lo expuesto, el presente artículo se guía por el análisis del entorno geopolítico y de factores estratégicos basado en la respuesta a las siguientes preguntas: considerando las características del territorio brasileño, ¿cuáles son los principales desafíos defensivos a enfrentar actualmente? ¿Cuáles son las principales áreas estratégicas para el empleo de fuerzas de defensa en Brasil? En este texto, las respuestas a estos planteamientos se analizan desde una perspectiva tecnológica, sirviendo como base para identificar características y funcionalidades con alto impacto en el diseño de un producto de defensa.

El objetivo de este trabajo se fundamenta en la traducción de los requisitos operativos identificados en capacidades, características y niveles de calidad aplicables a los subsistemas y componentes de

1 La Fuerza Terrestre es el instrumento de acción del Ejército, estructurado y preparado para cumplir misiones operacionales terrestres (Brasil, 2015).

un misil de crucero operado por la Fuerza Terrestre, diseñado para integrarse en una estrategia A2/AD. Con base en estos requisitos cero establecidos, resulta viable evaluar la adecuación de requisitos operativos y técnicos previamente propuestos en otros desarrollos de misiles, además de proporcionar subvenciones a la autoridad patrocinadora para la toma de decisiones estratégicas. Estas deliberaciones pueden incluir la adquisición de nuevas municiones dedicadas a un propósito específico, la adaptación de soluciones ya existentes o el desarrollo de una familia de misiles multipropósito.

A partir del análisis inicial presentado en este trabajo, también es posible incorporar conocimientos sobre las tecnologías y capacidad de producción disponibles en la base industrial nacional, con el fin de delinear todas las etapas de un posible nuevo proyecto de ingeniería, así como planificar los recursos financieros, humanos y materiales necesarios. La relevancia de este estudio radica, por tanto, en la posibilidad de incorporar un análisis del ámbito científico-tecnológico en los demás debates tácticos, estratégicos y doctrinales que involucran la temática A2/AD en Brasil (Teixeira, 2021; Rodrigues, 2022; Alves, 2023), además de constituir un primer conjunto de datos de naturaleza tecnológica en el proceso de interacción entre los actores de la innovación militar en el contexto de los misiles de crucero nacionales.

En cuanto a estructura, el texto, además de la introducción y las conclusiones finales, presenta un análisis del entorno geopolítico y de factores estratégicos, aclara en qué consisten las estrategias de antiacceso y denegación de área (A2/AD) y, finalmente, establece exigencias operativas inalterables (requisitos cero) asociadas a un misil de crucero con guiado terminal para la neutralización o destrucción de blancos móviles.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Características del territorio brasileño y sus actuales desafíos defensivos

La Política Nacional de Defensa (PND) (Brasil, 2020), al considerar un entorno internacional actual marcado por el aumento de conflictos estratégico-militares y el resurgimiento de la competencia por la supremacía entre las mayores potencias del globo, considera imprescindible para Brasil mantener su capacidad disuasoria y la aptitud para el ejercicio pleno de su soberanía.

Dicha tarea requiere esfuerzos constantes debido a las dimensiones continentales del país. El territorio brasileño tiene aproximadamente 8,51 millones de km<sup>2</sup> (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023) y una amplia línea costera de unos 8.500 km. La zona oceánica denominada “Amazonía Azul”<sup>2</sup> por la Armada de Brasil comprende 4,5 millones de km<sup>2</sup>. La presencia en el Atlántico Sur confiere su maritimidad económica, responsable del 90% del comercio mundial (según volumen transportado) (Centro de Excelência para o Mar Brasileiro, 2019). A excepción de Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay, todos los países de América del Sur comparten con Brasil el bioma amazónico.

Los espacios fronterizos en la Amazonía, con sus características de difícil acceso terrestre, baja densidad demográfica y red logística dependiente de vías aéreas y fluviales, representan desafíos

---

2 “La Amazonía Azul es la región que comprende la superficie marina, aguas suprayacentes al lecho marino, y el suelo y subsuelo oceánicos contenidos en la extensión atlántica que se proyecta desde el litoral hasta el límite exterior de la plataforma continental brasileña” (Centro de Excelência para o Mar Brasileiro, 2019).

para la implementación de políticas públicas de defensa y seguridad en la región (Medeiros Filho, 2020). Esta complejidad se agrava debido a la presencia de recursos naturales abundantes y a un creciente movimiento internacional orientado a promover intervenciones extranjeras en la Amazonía para evitar presuntas catástrofes ambientales (Nobre, 2014). Otras amenazas en la región son los problemas fronterizos vinculados a la criminalidad transnacional. La peculiaridad de la región amazónica, unida a la ausencia del Estado, puede propiciar la aparición y consolidación de poderes paralelos (Rosero; Cediel, 2014). Esta realidad regional exige vigilancia, cooperación entre países y disuasión como estrategia prioritaria para preservar la soberanía nacional (Brasil, 2020).

Sin embargo, las abundantes riquezas nacionales y sus desafíos defensivos no se limitan al territorio continental. El privilegio del territorio brasileño de poseer una vasta costa abierta al Atlántico Sur subraya la relevancia del espacio marítimo nacional, materializada tanto en el intenso comercio marítimo como en la posesión y aprovechamiento de la biodiversidad marina y recursos minerales, destacándose cuantiosas reservas de petróleo y gas. Al igual que ocurre con la región amazónica, la importancia de las potencialidades de la denominada Amazonía Azul se refleja igualmente en investigaciones científicas, generación de empleos, expansión de redes de comunicación y explotación energética, todo lo cual contribuye al desarrollo económico y social del país (Andrade *et al*, 2020).

Los hechos geográficos son evidentes. Con el 58% de la población localizada a menos de 200 km de la costa, esta región litoral alberga la mayor parte del parque industrial nacional (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018). Las regiones Nordeste (14,2%), Sudeste (51,9%) y Sur (17,2%) contribuyen con el 83,3% del Producto Interior Bruto (PIB) (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020), y aún existe margen de crecimiento mediante el aprovechamiento de recursos marinos y actividades marítimas (la denominada economía azul). Únicamente estas fuentes de recursos generaron en 2018 resultados que posicionarían a la economía azul brasileña como la segunda mayor de América del Sur (Andrade *et al.*, 2022). De lo expuesto se infiere que la economía del país presenta una dependencia potencial del océano, dada la significativa contribución de los recursos marinos y las actividades costeras, hecho corroborado por Kildow y McIlgorm (2010).

La extensa costa también facilita el establecimiento de múltiples rutas de transporte para el comercio exterior. Brasil cuenta con 36 puertos públicos y 203 terminales de uso privado (Diretor-Geral [...], 2022), que funcionan como puertas de conexión entre puntos del territorio nacional y con otras naciones del mundo. No obstante, esta vastedad que genera riqueza también atrae codicia e impone dificultades y desafíos en la defensa de la frontera marítima nacional.

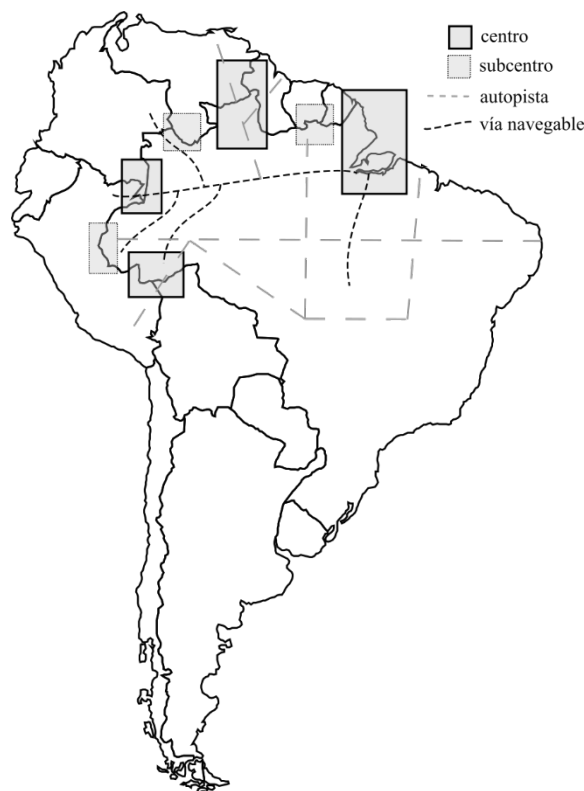
De lo expuesto, es plausible concluir que las características geográficas del país, unidas a las peculiaridades políticas, económicas, ambientales y sociales nacionales, conducen a una priorización de esfuerzos de la Defensa en la franja fronteriza, la Amazonía y el Atlántico Sur. Este planteamiento se alinea con lo establecido en la Política Nacional de Defensa (Brasil, 2020).

## 2.2 Áreas estratégicas para el uso de las fuerzas de defensa en Brasil

Como se ha expuesto en la sección anterior, las áreas fronterizas – en especial la Amazonía y el Atlántico Sur – constituyen puntos críticos de defensa contra amenazas externas que pretendan diluir la soberanía brasileña y/o apropiarse del patrimonio nacional.

Paiva (2015) no considera que exista una zona de conflicto que abarque toda la Panamazonía (región que comprende los países con territorio en la selva amazónica), ya que la extensa área territorial proporciona protección contra invasores. Sin embargo, advierte sobre la existencia de áreas estratégicas prioritarias para la defensa de la región amazónica: los denominados centro y subcentros de integración de la Panamazonía (Figura 1).

**Figura 1. Centros y subcentros de integración panamazónicos**



**Fuente:** Adaptado de Paiva (2015).

Se infiere que las amenazas a la Amazonía se dividen en dos frentes principales: un eje de acción proveniente del Pacífico – con tránsito por los Andes y países latinoibéricos – y otro originado en el Atlántico y las Guayanas. La frontera frente al Pacífico es interior y, por tanto, menos vulnerable, lo que tiende a dificultar operaciones militares de gran escala. No obstante, la región es foco de problemas vinculados a crímenes transnacionales, pudiendo requerirse acciones puntuales de defensa en escenarios de establecimiento de poder paralelo al Estado.

Por su parte, la frontera atlántica presenta desafíos significativos. Paiva (2015) subraya la vinculación de las Guayanas con Gran Bretaña, Holanda y Francia, y por consiguiente con la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), además de la proximidad al Comando Sur y la IV Flota de Estados Unidos en Florida – reactivada en 2008 –, cuyo foco principal es el Caribe pero con proyección hacia el Atlántico Sur (Perez, 2020). Además, señala la importancia de que el país sea capaz de – por decisión estratégica y gubernamental – atacar al enemigo antes de la violación del

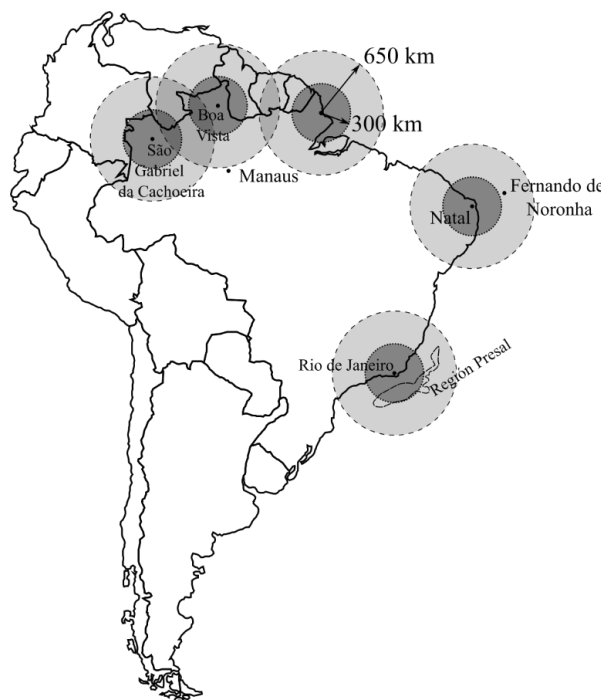
territorio nacional, en situaciones donde países vecinos, incapaces de mantenerse neutrales, ofrezcan sus territorios para el desembarco de tropas y equipamientos del adversario (Paiva, 2015).

El mismo autor prosigue identificando que la desembocadura del río Amazonas y el estado de Roraima constituyen los puntos más sensibles en términos de defensa del norte brasileño. Las condiciones geográficas y la precaria infraestructura de transporte favorecen el aislamiento de la capital Boa Vista en caso de una violación fronteriza a través de Venezuela y/o Guayana. En la desembocadura del río Amazonas, Amapá, la isla de Marajó y Belém son puntos de control de la navegación del río, que da acceso al interior del país y abastece a la ciudad de Manaus. También en este caso existe la necesidad operativa de neutralizar una escuadra enemiga antes de que desembarquen tropas y equipos.

Otros puntos de vulnerabilidad son los ataques con el objetivo de infligir daños a blancos estratégicos en el centro-sur del país (Paiva, 2015), bloqueos u ocupaciones temporales de cuencas petrolíferas (o campos de petróleo del Presal, ubicados en la costa desde Espírito Santo hasta el litoral de Santa Catarina), islas oceánicas (Fernando de Noronha, Trindade, Martim Vaz y los archipiélagos de São Pedro y São Paulo), plataformas petrolíferas, cables submarinos y líneas de comunicación marítimas (flujo del comercio exterior) (Vasconcelos; Nunes, 2021).

Un hecho reciente que añade complejidad a la defensa de las áreas al norte de Brasil es el descubrimiento de grandes reservas de petróleo en la región. La llamada Margen Equatorial (apodada “nuevo Presal”), situada entre los litorales de los estados de Amapá y Rio Grande do Norte, está considerada como la nueva frontera exploratoria brasileña en aguas profundas y ultraprofundas, siendo definida como región estratégica por Petrobras. El primer lugar en ser explorado por esta empresa brasileña se encuentra a 160 km de la costa y a más de 500 km de la desembocadura del río Amazonas (Descubra [...], 2024).

**Figura 2. Ilustración de las distancias en las zonas estratégicas de defensa de Brasil**



**Fuente:** Figura elaborada por el autor (2023).

A partir del análisis del entorno geopolítico y de los factores estratégicos, es posible establecer, desde una perspectiva tecnológica, las bases para la definición de demandas operativas que no pueden, bajo ningún concepto, ser excluidas o modificadas, garantizando que el producto de defensa cumpla con su propósito principal.

En el caso analizado, se identifican tres exigencias fundamentales con fuerte impacto en la definición de la solución final para un misil de crucero operado por la Fuerza Terrestre: el alcance de la munición, el medio de lanzamiento y los tipos de blancos a ser neutralizados. La Figura 2 evidencia la necesidad de plataformas de lanzamiento móviles, capaces de cubrir diferentes áreas estratégicas de defensa en el territorio brasileño, con énfasis en blancos prioritariamente marítimos. Un alcance de munición entre 300 y 650 kilómetros permitiría la neutralización de amenazas localizadas en la región del Presal y en la Margen Ecuatorial. Estas consideraciones constituyen elementos esenciales en la caracterización de exigencias operativas inalterables, definidas con base en el concepto de requisitos cero.

### **2.3 Estrategias antiacceso y de denegación de área (A2/AD)**

La formulación del concepto que engloba el término A2/AD (antiacceso y denegación de área) surge de raíces históricas en estrategias defensivas, como fortificaciones y barreras costeras, pero se consolidó a partir del final de la Guerra Fría. Según Krepinevich, Watts y Works (2003), este concepto está directamente vinculado a la disolución de la Unión Soviética, cuando adversarios asimétricos comenzaron a explotar tecnologías como misiles balísticos, defensas aéreas y operaciones integradas para limitar la proyección de poder de Estados Unidos. Por otro lado, Frühling y Lasconjarias (2016) enfatizan que el concepto cobró mayor relevancia tras la Guerra del Golfo de 1991, cuando los avances tecnológicos de EE.UU., como ataques de precisión e inteligencia en tiempo real, motivaron a adversarios a desarrollar capacidades avanzadas para contrarrestar la superioridad militar estadounidense.

Entre los países que rivalizan con el poderío bélico de Estados Unidos, China figura como un prominente ejemplo de modernización militar con el objetivo de alinearse con el principio fundamental que subyace a las estrategias de antiacceso y denegación de área (A2/AD) (Frühling y Lasconjarias, 2016); es decir, prevalecer sobre un adversario desplegado a distancia – especialmente si es superior en capacidad militar – impidiendo el acceso de sus fuerzas al teatro de operaciones (Tangredi, 2013). En las últimas tres décadas, la nación china ha realizado sustanciales inversiones en diversos sistemas de combate, incluyendo misiles balísticos (alcance de 3000-5000 km) y misiles de crucero, con velocidades supersónicas e hipersónicas, y con capacidad para destruir buques de guerra (Tangredi, 2019).

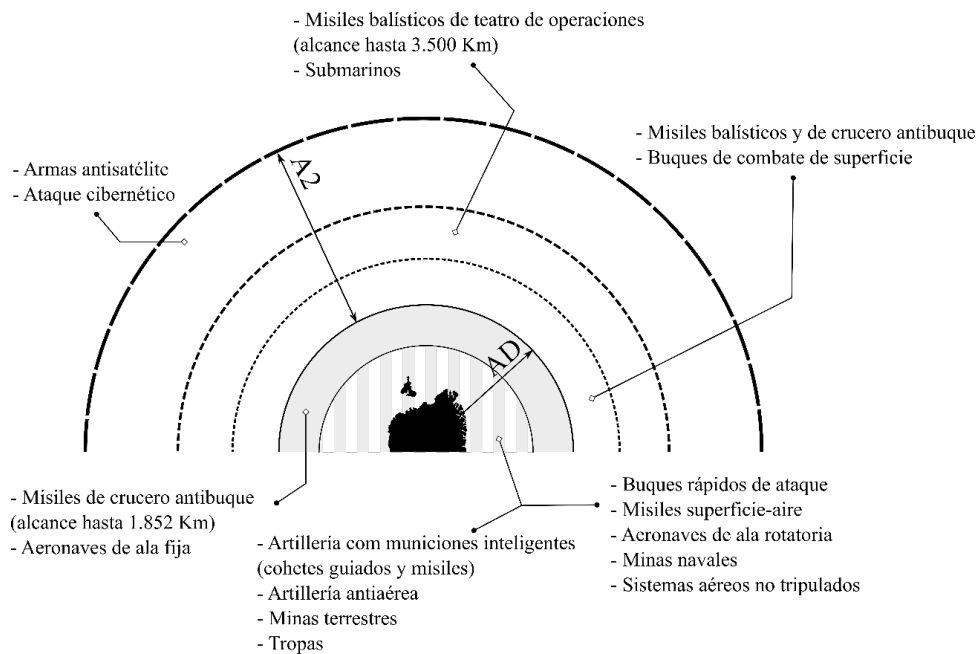
El término A2/AD no es relevante y actual únicamente en China. A partir del año 2000, los debates en el ámbito de la defensa comenzaron a abordar esta temática con mayor frecuencia. Desde entonces, A2/AD se ha utilizado para expresar matices con diferencias sutiles. Para algunos, representa un código que designa una zona cuya violación implica graves riesgos para el invasor. Otros lo emplean para referirse a un conjunto de tecnologías (o sistemas de armamento) capaces de mantener inviolable una determinada región. Y otros lo utilizan para expresar una estrategia militar. Sin embargo, la mejor interpretación es considerar A2/AD como una estrategia que implica una campaña militar multidominio mediante un esfuerzo por reunir todos los elementos de poder



necesarios (incluyendo diferentes sistemas de armamento y aproximaciones diplomáticas) para denegar el acceso a un área determinada (Tangredi, 2019). En estos términos, se infiere que se trata fundamentalmente de un poder disuasorio extraregional por medios convencionales.

El Joint Operational Access Concept - JOAC (United States, 2012), producido por el Department of Defense (DoD) de Estados Unidos, enumera las capacidades adoptadas para estrategias de antiacceso. Saint-Pierre y Vitelli (2018) recogen los mismos ejemplos (Figura 3). La aplicación de estas capacidades se implementa por capas en naciones con mayor disponibilidad de recursos de defensa (United States, 2012), siendo ejemplos relevantes China, Rusia e Irán (Krepinevich; Watts; Word, 2003). Las fuerzas navales, terrestres, aéreas, espaciales y cibernéticas se coordinan mediante un sistema unificado de mando y control, actuando conjuntamente de modo que, si el oponente supera una capacidad determinada, queda inmediatamente expuesto a otras (United States, 2012).

**Figura 3. Capas de capacidad antiacceso (A2) y de denegación de área (AD)**



**Fuente:** Figura elaborada por el autor (2023), adaptada de United States (2012); Saint-Pierre y Vitelli (2018).

Es, por tanto, evidente que el poder militar actual de una nación debe emplearse desde una perspectiva multidominio, ya que permite afectar la capacidad combativa adversaria en más de un nivel de la guerra (político, estratégico o táctico), en más de una dimensión geográfica (mar, tierra, aire, espacio) y en otros dominios como el cibernético (Sloan, 2008). Este cambio en el entorno geopolítico se debe en gran medida al avance tecnológico, que ha propiciado, entre otros progresos, el desarrollo de capacidades de ataque de largo alcance con precisión, ampliando el poder disuasorio convencional (Teixeira Júnior, 2020). Es en este contexto que los misiles balísticos y misiles de crucero – relativamente fáciles de adquirir y operar, pero difíciles de destruir – han emergido como columna vertebral de la munición defensiva contra fuerzas asimétricas (Stillion; Orletski, 1999).

El Sistema ASTROS, material de fabricación nacional concebido basándose en rápida movilidad, potencia de fuego de saturación y capacidad para lanzar diferentes calibres y municiones desde un único vehículo lanzador – AV-LMU (ASTROS, 2021), resulta eficaz para integrar el marco de capacidades de una estrategia brasileña de A2/AD (Alves, 2023). El actual proyecto de desarrollo del Misil Táctico de Crucero (MTC), para lanzamiento desde la AV-LMU, añadirá un alcance de 300 km al sistema, aunque estará destinado exclusivamente a blancos fijos en tierra. Esta versión incrementa el poder de combate y de disuasión en la defensa de las áreas estratégicas prioritarias para la protección de la región amazónica (Alves, 2023).

El Congressional Research Service (Estados Unidos, 2023) destaca que los principales sistemas de defensa empleados en estrategias A2/AD se caracterizan por su precisión de largo alcance y capacidad antibuque con lanzamiento desde tierra, con movilidad y rápida dispersión de sus posiciones de lanzamiento. El Manual de Fundamentos del Concepto Operacional del Ejército Brasileño – Operaciones de Convergencia 2040 – proporciona bases para la evolución conceptual de la transformación del Ejército Brasileño y afirma que las estrategias A2/AD requerirán la adquisición de capacidades militares actualizadas en el ámbito de los misiles (Brasil, 2023).

De lo expuesto hasta este punto, el espacio marítimo se configura como un escenario probable para conflictos interestatales en el futuro. En el caso de Brasil, actualmente existe un vacío operacional en el Ejército Brasileño respecto a la capacidad de emplear misiles de crucero equipados con sensores capaces de guiar la munición contra blancos móviles en el mar (Brasil, 2022a). Se trata de un sistema de defensa a desplegar en la segunda capa de capacidades de denegación de área (AD), tal como ilustra la Figura 3.

Actualmente, una Empresa Estratégica de Defensa (EED) está desarrollando un misil antibuque destinado a las Armadas de Brasil y de los Emiratos Árabes Unidos, con capacidad de lanzamiento desde embarcaciones y un alcance máximo estimado de 200 km (Grupo [...], 2023). Este sistema ocuparía la primera capa de antiacceso (A2), siendo empleado en buques de combate de superficie (Figura 3). No obstante, desde el punto de vista tecnológico, existe la posibilidad de adaptaciones en las especificaciones del proyecto para atender exigencias operativas comunes a las Fuerzas Armadas Brasileñas.

En diciembre de 2024, la misma empresa avanzó en este sentido al realizar el lanzamiento de un misil MANSUP – misil antibuque de corto alcance (70 km) – apoyado por un vehículo ASTROS AV-LMU del Cuerpo de Fusileros Navales de la Armada de Brasil (Wiltgen, 2024). Aunque se trató de una prueba de concepto destinada a evaluar el empleo del MANSUP desde plataformas terrestres, esta iniciativa representa una innovación significativa, con contribuciones relevantes al fortalecimiento de la Base Industrial de Defensa y con potencial de empleo para la defensa A2/AD en Brasil.

Cabe destacar, sin embargo, que la combinación de alcance máximo, plataforma de lanzamiento y tipos de blancos a neutralizar o destruir impone condicionantes operativos específicos, con mayor probabilidad de ser determinantes y con elevado riesgo de afectar todas las demás decisiones y soluciones de ingeniería durante el desarrollo del PRODE. El principal desafío reside, por tanto, en la identificación anticipada de los condicionantes que guiarán todo el diseño del proyecto de ingeniería (requisitos cero).

#### **2.4 2.4 Requisitos cero**

Los requisitos cero constituyen una clase de requisitos asociados a proyectos de desarrollo de sistemas de defensa, definidos para representar exigencias operativas inalterables que afectan decisivamente aspectos y funcionalidades de la solución final, con fuerte impacto en costos y plazos del proyecto. Estas determinantes condicionan todas las fases del proyecto de ingeniería y están relacionadas con la misión, el entorno operativo, los tipos de operación, las funcionalidades a ejecutar, los rendimientos esperados, los apoyos logísticos necesarios y las restricciones de orden tecnológico, material o humano que puedan limitar la obtención del sistema de defensa.

Los requisitos cero para aplicación en misiles de crucero se dividen en ocho categorías que engloban medios de lanzamiento, alcance, tipos de blancos, precisión, restricciones de rendimiento, contramedidas, aspectos logísticos y tecnologías críticas (Guerra; Barreto, 2023).

### **3 MÉTODO**

#### **3.1 Tipo de investigación**

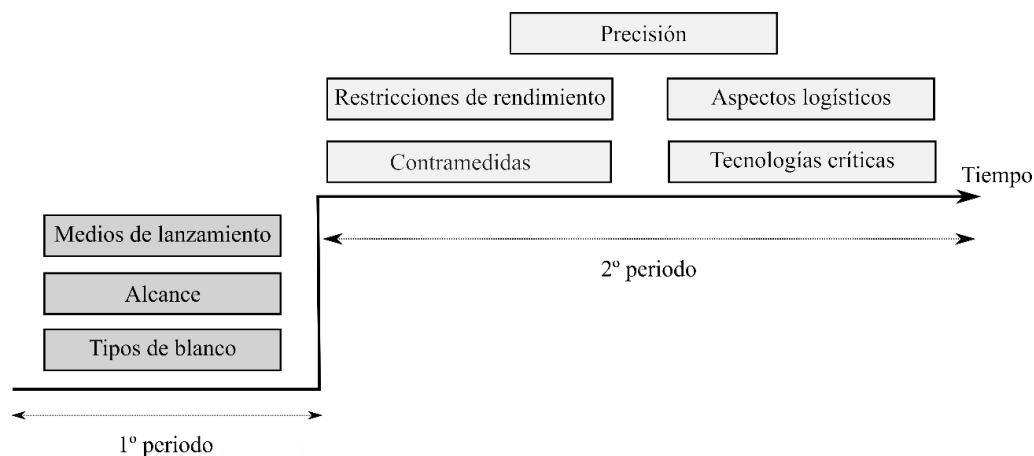
La investigación es teórica y cualitativa, abarca desde los años 2000 hasta la actualidad y recoge datos de fuentes académicas, documentos gubernamentales, observación de acontecimientos y expertos, identificando las necesidades y exigencias de los productos de defensa en el contexto geopolítico en el que se utilizarán. Es descriptiva y aplicada, y busca soluciones a cuestiones prácticas, así como proveer fundamentos para la toma de decisiones en materia de defensa nacional. Emplea procedimientos de investigación bibliográfica y de sondeo, consultando fuentes primarias y secundarias, además de interacción con expertos en operaciones militares y patrocinadores de proyectos de defensa, con el propósito principal de incrementar el poder disuasorio del país.

#### **3.2 Procedimiento para definir los requisitos cero**

La práctica ha demostrado que un enfoque efectivo consiste en segmentar las categorías de requisitos cero y tratarlas en dos fases temporales distintas (Figura 4). En primer lugar, se definen los datos relativos al grupo formado por las categorías: medios de lanzamiento, alcance y tipos de blanco. Posteriormente, se analizan precisión, restricciones de rendimiento, contramedidas, aspectos logísticos y tecnologías críticas. Este trabajo abordó exclusivamente la primera fase.

El procedimiento consistió en abordar durante la fase inicial la problemática desde la perspectiva de determinar la misión fundamental, el entorno operativo, el contexto de actuación y las capacidades a obtener. Este enfoque permitió alcanzar una visión integral de la situación operacional. Tras esta primera fase, se dispone de elementos suficientes para desarrollar aspectos como el rendimiento operativo esperado, los apoyos logísticos requeridos, la interoperabilidad con otros sistemas de defensa y las restricciones tecnológicas. Dada la especificidad de estas cuestiones, resulta apropiado abordar el segundo periodo en trabajos específicamente dedicados a esta materia.

**Figura 4. División del tiempo durante el trabajo de definir los requisitos cero para los misiles de crucero**



**Fuente:** Figura elaborada por el autor (2023).

## 4 RESULTADOS Y DEBATES

El estudio contenido en el marco teórico evidenció que una potencial brecha en la capacidad operativa de la Fuerza Terrestre es la ausencia de misiles de crucero, lanzados desde tierra, equipados con sensores capaces de guiar la munición contra blancos móviles en el mar. A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras la primera fase de la segmentación temporal realizada durante el trabajo de definición de requisitos cero para misiles de crucero (Figura 4).

### 4.1 Medios de lanzamiento

Actualmente, la Base Industrial de Defensa (BID) brasileña cuenta con el Sistema ASTROS, un sistema aerotransportable de alta movilidad terrestre, gran capacidad de saturación de fuego y multicalibre, con capacidad de empleo en artillería de campaña y defensa costera (ASTROS, 2021), que presenta un fuerte potencial para estrategias A2/AD. Desarrollado por la empresa AVIBRAS, incorporará próximamente una versión de Misil Táctico de Crucero (MTC) superficie-superficie (AV-MTC, 2021), que, aunque limitado a blancos fijos, contribuirá a incrementar las capacidades disuasorias del Ejército Brasileño (Programa [...], 2022).

El desarrollo del MTC es uno de los objetivos del Programa Estratégico del Ejército ASTROS, que, entre sus diversas finalidades, contempla la implantación del Fuerte Santa Bárbara (Formosa/GO) como base física para la Artillería de Misiles y Cohetes del Ejército Brasileño (Silveira, 2022). La centralización en el Fuerte Santa Bárbara facilita la logística, el mantenimiento, la instrucción y capacitación de los operadores. Además, permite al Ejército Brasileño (EB) emplear el sistema en cualquier punto del territorio nacional, con la rapidez necesaria para cumplir su tarea defensiva e imponer la disuasión extrarregional (Lima Júnior, 2022).

El Sistema ASTROS es considerado, por diversos investigadores de ciencias militares (Teixeira Júnior, 2020; Lima Júnior, 2022; Alves, 2023), la opción más adecuada para incorporar

capacidades de antiacceso y denegación de área (A2/AD) mediante el empleo de misiles de crucero antibuque lanzados desde tierra. Esta misma posición se obtuvo tras una interacción inicial con el agente patrocinador, en este caso representado por la Oficina de Proyectos del Ejército (EPEx), gestora del Programa Estratégico del Ejército ASTROS. La importancia de este contacto preliminar quedó demostrada por la incorporación del siguiente requisito operativo: el vehículo lanzador AV-LMU no debía sufrir modificaciones en sus sistemas mecánicos, hidráulicos ni hardware, pudiendo implementarse únicamente actualizaciones de software.

La demanda operativa para el lanzamiento de misiles de crucero antibuque desde el vehículo AV-LMU del Sistema ASTROS ejemplifica un típico requisito cero. Este requerimiento impone una restricción que limita automáticamente la longitud total de la munición, la cual debe ser compatible con las dimensiones del contenedor-lanzador del AV-LMU. Dicha limitación impacta de manera decisiva tanto en el diseño externo como en el rendimiento de la solución final, especialmente en lo referente al alcance máximo.

## 4.2 Tipos de blancos

Del estudio del entorno estratégico brasileño realizado en el marco teórico, se desprende que el espacio marítimo podría configurarse como un escenario propicio para la ocurrencia de conflictos entre Estados en el futuro. En este contexto, la incorporación de misiles de crucero antibuque contribuye a la modernización de las capacidades militares de Brasil, especialmente cuando se aplican en el concepto operativo de antiacceso y denegación de área (A2/AD).

La configuración actual del Sistema ASTROS (Alves, 2023) amplía la capacidad defensiva del litoral brasileño (Campos, 2021). No obstante, incluso tras la futura incorporación del Misil Táctico de Crucero (MTC), el sistema no dispondrá de recursos suficientes para interceptar blancos móviles o furtivos, y presentará limitaciones significativas para imponer restricciones a buques de diversas categorías en operaciones de guerra naval (Caldas, 2020).

Un conflicto en el mar puede involucrar el empleo simultáneo de diversos medios navales, como buques de superficie, vehículos anfibios y submarinos, en operaciones de control de áreas marítimas, denegación del uso del mar y proyección de poder sobre tierra. En este ámbito, las operaciones anfibas destacan por su alta exigencia en cuanto a la eficacia del dispositivo de defensa, el cual debe contar con la presencia de una fuerza terrestre, y especialmente de su artillería (Brasil, 2014).

Paiva (2015) considera que existe un potencial de intenciones hostiles por parte de potencias de primer orden, con capacidad bélica para no sólo interferir en la independencia e integridad del país, sino también perjudicar la proyección internacional de Brasil en materias de interés nacional. Señala que Brasil debe disponer de un poder militar convencional capaz de equipararse al poder disuasorio de potencias militares del calibre de Francia y Gran Bretaña. La Figura 5 ilustra los medios navales actuales de países con arsenales militares modernos.

Según el manual Empleo de la Artillería en la Defensa Costera y Litoral (Brasil, 2014), la artillería asume una posición central en la defensa costera. En concreto, los misiles de largo alcance deben emplearse para neutralizar los vectores navales enemigos a la máxima distancia posible. Los misiles de crucero antibuque deben atacar los siguientes blancos, designados conforme a la nomenclatura adoptada por la Armada de Brasil (Santos, 2017): Portaviones (NAe – navios-aeródromos);

fragatas (F); Destruyores (CT – contratorpedeiros); corbetas (Cv – corvetas); Buques de desembarco de vehículos de combate (NDCC – navios de desembarque de carros de combate); buque de desembarco anfibio (NDM – navios docas multipropósito); y buque de asalto y transporte (N Tr T – navios transporte de tropas).

**Figura 5. Ejemplos de medios navales utilizados en operaciones anfibas**



Clase Mistral (buque de asalto anfibio) - Francia



Cavour (portaaviones) - Italia



Charles de Gaulle (portaaviones) - Francia



Clase Freedom (buque de combate litoral) - EE.UU.



Clase Queen Elizabeth (portaaviones)  
Gran Bretaña



Clase Trieste (buque de asalto anfibio) - Italia

**Fuente:** Figura elaborada por el autor (2023), adaptada de Williams *et al.* (1999).

### 4.3 Alcance

El alcance de los misiles de crucero está relacionado, entre otros diversos factores, con sus dimensiones, peso total, motorización y altura de vuelo (Fleeman, 2012). Entre estos, el tipo de motor y, en consecuencia, el régimen de vuelo<sup>3</sup>, tienen una fuerte influencia en la distancia máxima

<sup>3</sup> El régimen subsónico ocurre cuando la velocidad es inferior a la del sonido (Mach 1). En el régimen supersónico, la velocidad se encuentra entre Mach 1 y Mach 5. Y en el régimen hipersónico, la velocidad supera cinco veces la del sonido (Mach 5) (Anderson Jr, 2011).

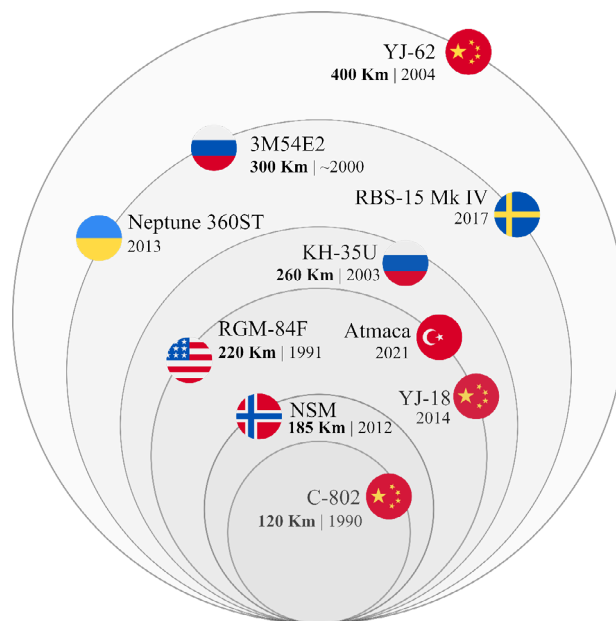
recorrida por la munición. Los vuelos supersónicos e hipersónicos presentan un consumo de combustible significativamente mayor que el vuelo subsónico (Anderson Jr, 2011). En vista de ello, las municiones que vuelan a velocidades superiores a la del sonido tienden a requerir un fuselaje de mayores dimensiones en comparación con los misiles subsónicos, a fin de acomodar una mayor cantidad de combustible.

La definición del lanzamiento de una munición desde el vehículo AV-LMU del Sistema ASTROS establece una limitación para sus dimensiones máximas de longitud y altura (requisito cero establecido para la categoría “medio de lanzamiento”). Por tanto, una opción para ampliar el alcance es realizar la mayor parte del vuelo de crucero en régimen alto subsónico, que ofrece mejor eficiencia energética. Esta estrategia es adoptada por China en el misil YJ-18 (alcance 220 km), que recorre los primeros 180 km a velocidad Mach 0.8, y solo los 40 km finales alcanza una velocidad terminal de Mach 2-3, como táctica para dificultar las defensas del buque adversario (United States, 2015).

La Figura 6 ilustra el alcance de los principales misiles de crucero antibuque actualmente en servicio, que son lanzados desde tierra mediante vehículos y operan a velocidades subsónicas durante la mayor parte de su vuelo de crucero. Se observa que los alcances son considerablemente inferiores a los logrados por misiles de crucero destinados a blancos terrestres (superiores a 1.000 km en modelos chinos, rusos y estadounidenses) (United States, 2020). Este hecho se explica, por ejemplo, por la necesidad de emplear sistemas con tecnología radar que permitan la navegación terminal hacia blancos móviles en el mar. Estos sistemas tienden a tener un peso elevado y ocupar un gran volumen en el fuselaje, lo que reduce la capacidad de almacenamiento de combustible (Guerra, Barreto; 2023).

**Figura 6. Alcance de los misiles de crucero subsónicos antibuque lanzados desde tierra.**

**El año representa la fecha de entrada en funcionamiento**



**Fuente:** Figura elaborada por el autor (2023), adaptada de Missiles... (2023); Missiles database... (2023).



Figura 7. Ejemplos de misiles antibuque lanzados desde tierra



YJ-62 - China



Naval Ship Missile (NSM) - Noruega



Neptune 360ST - Ucrania

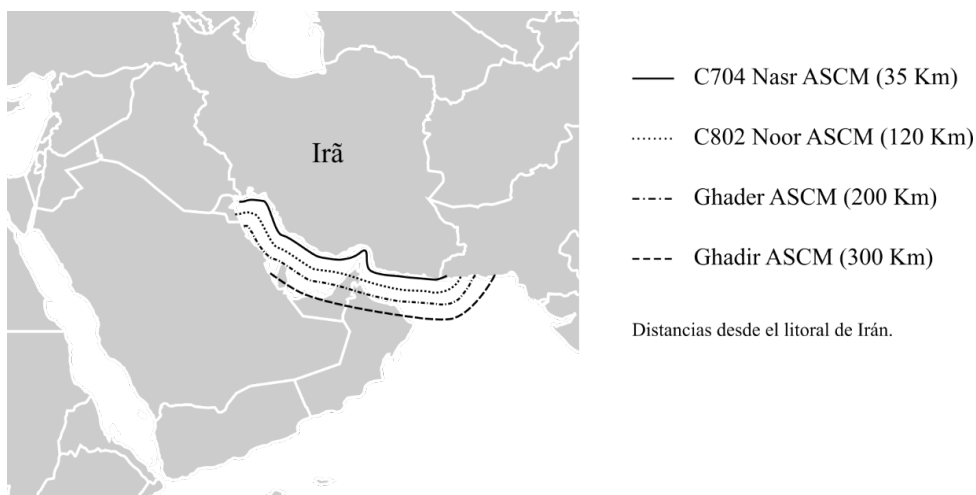


KH-35U - Rusia

**Fuente:** Figura elaborada por el autor (2023), adaptada de Missiles... (2023).

La misma franja de alcance se observa en el arsenal de misiles de crucero antibuque iraní. El país ha invertido fuertemente en el desarrollo de este tipo de munición, logrando alcanzar distancias de hasta 300 km con el Ghadir (Figura 8), lanzable desde plataformas terrestres y navales (United States, 2019).

Figura 8. Alcance de los misiles de crucero antibuque iraníes



**Fuente:** figura adaptada de United States (2019).



En la actualidad, el misil estadounidense subsónico Tomahawk ya no se lanza desde plataformas terrestres, aunque sigue siendo una referencia clave para el desarrollo de misiles de crucero. Su última versión antibuque (Block Va), introducida en 2021, tuvo innovaciones significativas como una nueva tecnología de sensor terminal y una nueva ojiva, permitiendo ampliar su alcance de 460 km (versión BGM-109B, operativa entre 1983-1994) a 1.852 km (Larter, 2021; Tomahawk, 2023). Esta superioridad frente a sus análogos de otras naciones es también resultado de mejoras constantes en su motor de reacción tipo turbofán y de un combustible especialmente desarrollado para motores aeronáuticos (JP-10) (UGM [...], 2018). Sin embargo, estos avances tecnológicos solo se alcanzaron tras décadas de inversiones en ciencia, tecnología e innovación militar, representando el estado del arte en ingeniería de misiles occidental (Tomahawk, 2023).

En consecuencia, el alcance de un primer misil de crucero antibuque para las Fuerzas Armadas Brasileñas, capaz de operar en la segunda capa de capacidades A2/AD (Figura 3), debería situarse como mínimo entre 200 y 300 km, tomando como referencia los actuales arsenales antibuque de China, Rusia e Irán, países destacados en la aplicación del concepto operativo A2/AD. No obstante, al considerar el alcance como un requisito operativo inalterable, con fuerte impacto en la búsqueda de la máxima disuasión extrarregional, el valor de 300 km resulta la opción más adecuada. Esta cifra iguala al alcanzado por el MTC y además permitiría la exportación por la industria nacional, al ajustarse al Régimen de Control de Tecnología de Misiles – MTCR (Missile Technology Control Regime, 2023).

En este punto, se constata una ventaja al definir requisitos cero en fases muy tempranas del desarrollo de la munición. Esto permite iniciar estudios de ingeniería preliminares para evaluar la viabilidad de una versión nacional con alcance en el rango de 400-500 km, equiparándose al misil chino YJ-62 o a la primera versión antibuque del Tomahawk (BGM-109B).

#### **4.4 Redacción y ordenación de los requisitos cero**

La ordenación de los requisitos cero, basada en la clasificación por orden creciente de inmutabilidad entre sus categorías, fue llevada a cabo, aunque limitada únicamente a las tres definidas en este trabajo. El medio de lanzamiento constituye la exigencia operacional principal, establecida mediante interacción con el agente patrocinador, y no puede ser alterada bajo ninguna circunstancia. Los tipos de blanco serán buques de guerra de superficie, condición que define la misión fundamental de la munición como parte del concepto operativo de defensa de antiacceso y denegación de área (A2/AD) en Brasil. En tercera posición, el alcance máximo se definió en al menos 300 km, en cualesquiera condiciones de vuelo, incluyendo altitudes rasantes al mar (la inmutabilidad del requisito operacional recae sobre este valor).

La redacción propuesta para cada requisito cero incluyó los siguientes campos de información: numeración (ordenación relativa entre las tres categorías presentadas en este trabajo), redacción del requisito y justificación (Tabla 1).

**Tabla 1. Categorías de medios de lanzamiento, tipos de blancos y alcance de los requisitos cero de un misil de crucero para defensa antiacceso y denegación de área (A2/AD) no Brasil**

Categoría	Numeración	Requisito	Justificación
Medios de lanzamiento	0.1	El misil de crucero deberá ser lanzado desde el vehículo AV-LMU del sistema ASTROS sin modificaciones en los sistemas mecánicos, hidráulicos y de hardware. Únicamente se permitirán actualizaciones de software.	El misil deberá ser lanzado desde la misma plataforma utilizada para los cohetes convencionales del sistema ASTROS, lo que facilitará en gran medida la logística del misil, especialmente en lo relativo a los componentes de los vehículos lanzadores.
Tipos de blancos	0.2	Neutralizar o destruir buques de superficie, tales como portaaviones, fragatas, destructores, corbetas, buques de desembarco de vehículos de combate, buque de desembarco anfibio y buques de transporte de tropas. La referencia serán medios navales de potencias de primer orden, con sus respectivos sistemas de defensa.	Brasil debe disponer de un poder militar convencional antibuque capaz de hacer frente a la fuerza naval de potencias militares del calibre de, por ejemplo, Francia y Gran Bretaña.
Alcance	0.3	El alcance máximo no podrá ser inferior a 300 km en cualquier condición de vuelo, incluido el vuelo a altitud rasante al mar (sea skimming).	Un alcance máximo de al menos 300 km equipará la capacidad antibuque nacional con la actualmente proporcionada por el MTC para blancos fijos en tierra. Además, posicionaría al nuevo misil de crucero antibuque en el mismo nivel de alcance máximo que aquellos operados por las principales potencias militares, permitiendo incluso su exportación por la industria de defensa brasileña.  No obstante, deberán analizarse las posibilidades de ampliar dicho alcance hasta el rango de 400 a 500 km, en una versión nacional capaz de equipararse al actual misil chino YJ-62.

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor (2023).

## 5 CONCLUSIONES FINALES

El nuevo panorama geopolítico de América Latina, unido a las características del territorio brasileño y sus actuales desafíos defensivos, exige que Brasil refuerce su estrategia de disuasión convencional. La nación debe adaptarse a la actual geoestrategia caracterizada por el entorno operativo multidominio. En este contexto, el concepto de antiacceso y denegación de área (A2/AD) resulta idóneo para sustentar una sólida disuasión extrarregional brasileña.

Entre las diversas capas de capacidades A2/AD, los misiles de crucero antibuque destacan como armamento defensivo contra fuerzas asimétricas y están presentes en los arsenales de las principales potencias mundiales. Considerando el actual nivel de dominio tecnológico brasileño en el ámbito de los misiles, resulta viable que el país invierta en la mejora y actualización de sistemas que contribuyan al proceso de transformación en curso del Ejército Brasileño, en consonancia con las directrices de la Estrategia Nacional de Defensa. Esta inversión podría derivar en el desarrollo de

un misil de crucero antibuque nacional de lanzamiento terrestre, ya sea como evolución del Misil Táctico de Crucero (MTC) o mediante una adaptación del proyecto MANSUP-ER que permita lanzamientos tanto desde plataformas navales como desde el sistema ASTROS.

La aplicación del concepto de requisitos cero ha demostrado ser relevante para identificar demandas operativas inmutables que impactan decisivamente en el diseño y funcionalidades de la solución final. El medio de lanzamiento se estableció como requisito operacional principal tras las interacciones iniciales con el agente patrocinador. Un misil de crucero antibuque operado por la Fuerza Terrestre deberá ser lanzado desde el vehículo AV-LMU del Sistema ASTROS, sin que se requieran modificaciones en sus sistemas físicos. El Sistema ASTROS posee movilidad y capacidad de dispersión rápida tras el lanzamiento, lo que lo habilita como capacidad A2/AD de alta precisión y largo alcance. Tras el lanzamiento, la munición deberá comprometer portaaviones, fragatas, destructores, corbetas, buques de desembarco de vehículos de combate, buques de desembarco anfibio y buques de transporte de tropas. Es decir, medios involucrados en operaciones anfibias desarrolladas por fuerzas navales de potencias de primer orden. El alcance máximo del misil se ha establecido en al menos 300 km, equiparable al desempeño del arsenal de grandes potencias militares como Rusia, China e Irán. Además, dicho alcance permite su exportación por la industria de defensa nacional al encontrarse dentro de los límites fijados por el MTCR.

Otro resultado significativo obtenido mediante la aplicación de los requisitos cero fue la identificación anticipada de la posibilidad de iniciar estudios técnicos y de viabilidad relativos a la ampliación del alcance hasta el rango de 400 a 500 km, en versiones nacionales lanzadas desde el vehículo AV-LMU del Sistema ASTROS. Los estudios preliminares podrán determinar las tecnologías o innovaciones necesarias, junto con los costes asociados y plazos requeridos, para lograr los alcances operados por los líderes mundiales en defensa antibuque.

Al concluir el trabajo, se ha logrado una comprensión más detallada del material a desarrollar, además de recopilar datos tecnológicos que podrán complementar otros insumos para respaldar a la autoridad patrocinadora en la toma de decisiones estratégicas.

Finalmente, se sugiere para futuros trabajos la continuación del estudio mediante la definición de los aspectos logísticos, las contramedidas necesarias para neutralizar la amenaza que representan los misiles de crucero y las tecnologías críticas requeridas para garantizar la viabilidad del proyecto.

## REFERENCIAS

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](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 Portifólio 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](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/antag/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.]: 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](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/politica hoje/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.

ROSETO, 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/wpnsys/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](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%E2%80%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](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](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.defesaareanaval.com.br/artilharia-2/primeiro-lancamento-do-mansup-pelo-sistema-astros-dos-fuzileiros-navais>. Acesso em: 19 dez. 2024.