

Innovación en defensa e Inteligencia Artificial: un estudio comparativo de los enfoques en Estados Unidos, China y Brasil

Innovation in Defense and Artificial Intelligence: A Comparative Study of Approaches to the United States, China, and Brazil

Resumen: Este artículo analiza la aplicación de la ciencia y la tecnología (C&T) en la defensa brasileña, centrándose en la evolución y el impacto de las innovaciones tecnológicas, especialmente la inteligencia artificial (IA), en el sector militar. El estudio comparó las estrategias a largo plazo de Estados Unidos y China —que invierten masivamente en IA, gobernanza de datos y fusión civil-militar— con la trayectoria de Brasil en el ámbito de las tecnologías disruptivas. Basándose en una revisión bibliográfica y en el análisis de documentos oficiales, el estudio detalló los enfoques de estas potencias, destacando sus implicaciones para Brasil. Los resultados mostraron que, a pesar de la infraestructura brasileña en materia de IA y otras innovaciones en el ámbito de la defensa, el Sistema de Innovación del Sector de la Defensa (SIS-Def) se enfrenta a importantes limitaciones debido a retos económicos, políticos y de gestión, además de a la vulnerabilidad ante las restricciones tecnológicas y la falta de coordinación interna. El estudio subrayaba la necesidad de la integración civil-militar, las alianzas estratégicas y la superación de las barreras culturales y estructurales para garantizar la autonomía y la competitividad nacional.

Palabras clave: Innovación tecnológica; Ciencia y tecnología; Inteligencia Artificial; Soberanía tecnológica; Defensa nacional.

Abstract: This study analyzed the application of science and technology in Brazilian defense, focusing on the evolution and impact of technological innovations—particularly artificial intelligence (AI)—in the military sector. This research compared the long-term strategies of the United States and China (which invest heavily in AI, data governance, and civil-military fusion) with the Brazilian trajectory in disruptive technologies. Based on a literature review and analysis of official documents, this study detailed the approaches of these powers, highlighting their implications for Brazil. The results showed that, despite the Brazilian infrastructure for AI and other defense innovations, its Defense Sector Innovation System faces significant limitations due to economic, political, and management challenges and vulnerability to technological restrictions and internal fragmentation. This study emphasizes the need for civil-military integration, strategic partnerships, and the overcoming of cultural and structural barriers to ensure national autonomy and competitiveness.

Keywords: Technological innovation; Science and technology; Artificial Intelligence; Technological sovereignty; National defense.

Carlos Eduardo Franco Azevedo 

Exército Brasileiro. Escola de Comando e Estado-Maior do Exército.
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
francoazevedo@francoazevedo.com.br

Antonio João de Oliveira Vianna

Junior 

Exército Brasileiro. Escola de Comando e Estado-Maior do Exército.
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
viannajunior09@gmail.com

Daniel Corrêa de Freitas 

Exército Brasileiro. Escola de Comando e Estado-Maior do Exército.
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
correa.cav@gmail.com

Recibido: 11 ago. 2025

Aceptado: 09 abr. 2026

COLEÇÃO MEIRA MATTOS

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

<https://colecaomeiramattos.com.br/>



Creative Commons
Attribution Licence

1 INTRODUCCIÓN

En el panorama geopolítico actual, la Inteligencia Artificial (IA) surgió como el principal motor de la innovación tecnológica en el sector de la defensa, redefiniendo las capacidades militares y las estrategias de seguridad nacional a escala mundial. La capacidad de procesar grandes volúmenes de datos, automatizar la toma de decisiones y optimizar las operaciones confiere a la IA un papel fundamental en la búsqueda de la superioridad tecnológica y en la garantía de la soberanía nacional (Cheung, 2021; Kulahin *et al.*, 2024). Esta transformación tecnológica no solo refleja el ritmo acelerado de la ciencia moderna, sino que también responde a las nuevas amenazas y a los retos que plantea un panorama internacional en constante cambio.

La carrera por el liderazgo en IA en el ámbito de la defensa ha impulsado inversiones masivas y estrategias a largo plazo en los países desarrollados. Potencias como Estados Unidos y China están a la vanguardia de este movimiento, con el objetivo tanto de mejorar sus propias capacidades militares como de influir en el panorama geopolítico mundial a través del dominio tecnológico (Bogdanov; Yevtodyeva, 2021; Cai; Zhang, 2024). Sin embargo, este rápido avance también se manifiesta en prácticas de restricción tecnológica, mediante las cuales las naciones más desarrolladas tratan de preservar su supremacía, dificultando el acceso de los países emergentes a tecnologías críticas y sensibles (Galdino, 2022).

Para países en desarrollo como Brasil, el desarrollo de capacidades autónomas en materia de inteligencia artificial para la defensa es un imperativo estratégico para garantizar su autonomía y competitividad. Sin embargo, este proceso se enfrenta a retos de diversa índole, entre los que se incluyen la necesidad de superar las restricciones tecnológicas y hacer frente a limitaciones internas, como la previsibilidad presupuestaria y la coordinación eficaz de su Sistema de Innovación del Sector de la Defensa (SIS-Def) (Azevedo, 2018; Girardi Moreira; Galdino, 2024).

En este contexto, este estudio pretende responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿en qué se diferencian las estrategias de innovación en materia de defensa centradas en la IA de Estados Unidos y China, y cuáles son las implicaciones de estos enfoques para el desarrollo y la autonomía de la IA en el sector de la defensa brasileño?

Para ello, el objetivo general de este artículo es analizar y comparar las estrategias de innovación en materia de defensa centradas en la IA adoptadas por Estados Unidos y China, así como debatir las implicaciones y los retos para el desarrollo y la autonomía de la IA en el sector de la defensa brasileño.

Para alcanzar este objetivo general, el estudio se propone:

- a. Describir las principales estrategias e iniciativas de desarrollo e integración de la IA en el sector de la defensa de Estados Unidos;
- b. Describir los enfoques y las inversiones de China en la aplicación de la IA a su capacidad de defensa;
- c. Analizar la estructura actual y los retos del SIS-Def brasileño en el contexto del desarrollo y la adopción de la IA;
- d. Comparar las estrategias de IA en materia de defensa de Estados Unidos y China, identificando similitudes, diferencias y el impacto de las restricciones tecnológicas para Brasil;

- e. Debater las implicaciones de los enfoques de las potencias y de los factores internos (como la previsibilidad presupuestaria) para el desarrollo de la autonomía y la competitividad de la IA en el ámbito de la defensa brasileña.

El artículo se divide en cinco secciones. Tras esta introducción, la sección dedicada a los procedimientos metodológicos detalla el enfoque cualitativo y la revisión bibliográfica empleada. A continuación, el marco teórico analiza los conceptos de capacidades tecnológicas, soberanía y restricción tecnológica en el contexto de la IA aplicada a la defensa. En la sección de análisis y debate se presentan los resultados de la comparación entre las estrategias de IA en Estados Unidos, China y Brasil, así como sus implicaciones. Por último, se exponen las principales conclusiones del estudio.

2 PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

Se realizó un análisis cualitativo para investigar las estrategias de innovación en el ámbito de la defensa centradas en la inteligencia artificial en Estados Unidos, China y Brasil. La elección de la metodología cualitativa se justifica por su capacidad para explorar en profundidad las complejidades y los matices del desarrollo y la aplicación de la IA en el sector de la defensa, lo que permite una comprensión rica y contextualizada de los enfoques de diferentes países (Creswell, 2014).

La investigación se basó en una revisión bibliográfica narrativa y documental, cuyo objetivo era identificar y analizar la literatura científica y los documentos oficiales relacionados con el tema. Las fuentes se seleccionaron mediante un método de búsqueda no sistemático, utilizando repositorios académicos como Google Académico, Web of Science, Scopus y SciELO. Las palabras clave empleadas en las búsquedas fueron combinaciones de términos como “Inteligência Artificial”, “IA”, “Artificial Intelligence”, “defesa”, “militar”, “estratégia”, “inovação tecnológica”, “EUA”, “China” y “Brasil”. Los resultados se analizaron desde la perspectiva temática de este artículo y se seleccionaron en función de su adecuación a los objetivos propuestos.

Además, se han tenido en cuenta informes y documentos oficiales de gobiernos e instituciones de investigación que contribuyen a ofrecer una visión global y detallada de las estrategias de IA en el ámbito de la defensa y de la estructura del SIS-Def. Estos documentos han resultado esenciales para comprender el proceso actual de construcción de la cultura organizativa y de la cultura de innovación nacional en el contexto de la IA, siendo adecuadamente incorporados a las referencias de este trabajo.

El análisis comparativo de las estrategias de IA en materia de defensa de los países estudiados se llevó a cabo mediante la identificación de patrones, similitudes y diferencias en los enfoques, las inversiones, los retos y los resultados, tal y como se evidencia en las fuentes bibliográficas y documentales.

Es importante destacar que, aunque la investigación se ha beneficiado de la diversidad de fuentes, el enfoque adoptado fue el de una revisión narrativa, centrada en la síntesis y la interpretación de la bibliografía existente para elaborar un análisis comparativo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

En esta sección se establecen los fundamentos conceptuales y teóricos que sustentan el análisis de las estrategias de innovación en materia de defensa, centrándose en la IA, en Estados Unidos, China y Brasil. Se abordarán conceptos clave como la innovación tecnológica, la soberanía

tecnológica y las restricciones tecnológicas, además de detallarse los enfoques específicos de cada país en el desarrollo y la aplicación de la IA en el sector militar.

3.1 Innovación, tecnología y defensa: conceptos fundamentales

3.1.1 *La innovación como motor del progreso en el ámbito de la defensa*

La innovación tecnológica en el sector de la defensa se ha consolidado como un imperativo estratégico en un contexto mundial caracterizado por rápidas transformaciones y la interconexión entre naciones. La capacidad de desarrollar tecnologías militares sofisticadas no solo refuerza la seguridad y la soberanía de un país, sino que también lo sitúa en el complejo juego del poder mundial (Cheung, 2021). Esta evolución tecnológica refleja el ritmo acelerado de la ciencia moderna y la necesidad de responder a las amenazas emergentes y a los retos que plantea el entorno internacional (O’Hanlon, 2000).

En este contexto, la innovación se reconoce como el motor del progreso y constituye un componente esencial para que las fuerzas militares se adapten a la dinámica tecnológica actual. Robert Leach (2024) subraya que el desafío multifacético de la innovación militar exige comprender las amenazas emergentes, aprovechar las tecnologías de vanguardia y superar los paradigmas doctrinales. La innovación doctrinal, en particular, debe ser impulsada por los profesionales de campo y se sustenta en cuatro pilares fundamentales: la concepción básica, la prototipación rápida, la fusión deliberada de tecnología y tácticas, y la aparición de nuevos conceptos (Leach, 2024). La búsqueda de la superioridad tecnológica es un objetivo constante que impulsa el progreso y la competitividad en el sector (Lake, 2019).

La importancia estratégica de la ciencia y la tecnología (C&T) cobra mayor relevancia en la Era del Conocimiento, en la que las actividades de investigación científica y tecnológica y las innovaciones son componentes esenciales para garantizar la presencia activa y autónoma de una nación. Estas actividades aportan valor añadido a los productos y procesos, lo que repercute directamente en la competitividad en el mercado global (Pellanda, 2013). Para garantizar la seguridad nacional, la función de defensa, que no es exclusiva de las Fuerzas Armadas, debe ser ejercida por todas las expresiones del Poder Nacional, entre las que destaca la expresión militar (Azevedo, 2018). Esta perspectiva sistémica de la tecnología y la innovación es esencial para el sector de la defensa (Longo; Moreira, 2013).

La rapidez de la evolución tecnológica en las últimas décadas ha impulsado un proceso de “Transformación de la Defensa” en diversos países. Se ha observado que este proceso ha tenido éxito en entornos que favorecen la innovación constante y la adaptación continua (Murray, 1997; Murray; Knox, 2001; United States of America, 2004). Para alcanzar este objetivo y preparar y equipar a las fuerzas militares para hacer frente a las denominadas nuevas amenazas, es fundamental establecer una Base Industrial de Defensa (BID) sólida. Una BID sólida no solo refuerza el poder de disuasión de la nación, sino que también genera importantes repercusiones económicas, sociales y científico-tecnológicas, lo que contribuye al desarrollo del país (Ambros, 2017; Sandler; Hartley, 1995).

3.1.2 *Soberanía tecnológica y restricciones en el panorama mundial*

La búsqueda de la soberanía tecnológica se ha convertido en un pilar fundamental de las estrategias de defensa nacional, especialmente en un contexto mundial caracterizado por una

intensa competencia y por las restricciones tecnológicas. Según March y Schieferdecker (2023), la soberanía tecnológica no debe entenderse como una independencia total o una autarquía, sino como la capacidad de una nación para desarrollar, controlar y utilizar tecnologías críticas con el fin de garantizar sus intereses estratégicos y de seguridad, reduciendo así la dependencia externa en sectores sensibles. Esta capacidad es fundamental para la autonomía y la competitividad nacional en el ámbito geopolítico (Galdino, 2022; March; Schieferdecker, 2023).

La restricción tecnológica, por su parte, representa la antítesis de la soberanía tecnológica y se manifiesta como un conjunto de prácticas empleadas por las naciones, desarrolladas para mantener su supremacía política y tecnológica (Galdino, 2022). Entre estas prácticas pueden figurar la prohibición de la transferencia de tecnología, la adquisición de startups prometedoras por parte de grandes corporaciones internacionales, la fuga de cerebros de los países de industrialización tardía y la imposición de barreras fiscales, aduaneras, sanitarias o relacionadas con los derechos humanos. Además, pueden llevarse a cabo operaciones militares o de inteligencia para neutralizar, dificultar o impedir la capacidad de innovación de los países periféricos, con el fin de mantener las desigualdades tecnológicas (Galdino, 2022).

Para hacer frente a estos retos y desarrollar capacidades militares auténticas y nacionales que incorporen tecnologías sofisticadas, innovadoras y fiables, se requiere una combinación de factores. Esto incluye una gran competencia doctrinal, una planificación eficiente a largo plazo, una gran madurez en la elaboración de especificaciones operativas y técnicas, una ingeniería financiera eficaz para garantizar recursos constantes y un entorno dinámico de innovación. Este entorno, a su vez, depende de la disponibilidad de una infraestructura sofisticada para la investigación, el desarrollo, las pruebas y la evaluación, además de contar con personal altamente cualificado y una sólida base industrial de defensa (Cronin, 2024; Galdino, 2022). Por lo tanto, la mejora de la soberanía tecnológica exige un marco jurídico sólido, avances científicos y tecnológicos continuos, una actualización constante de las tecnologías críticas y un mayor énfasis en el desarrollo de la ciencia y la educación (Faykov; Baydarov, 2023). En este sentido, el apoyo institucional, las alianzas estratégicas y la priorización de las tecnologías críticas son esenciales para alcanzar la independencia tecnológica a largo plazo (Dementiev, 2024).

3.2 La inteligencia artificial en el sector de la defensa: un imperativo estratégico

En el panorama actual, la IA se ha convertido en una de las tecnologías más disruptivas y transformadoras, redefiniendo las capacidades militares y las estrategias de defensa a escala global. La aplicación de la IA en el sector militar no es solo una evolución tecnológica, sino un imperativo estratégico para alcanzar la superioridad tecnológica en la guerra moderna (Kulahin *et al.*, 2024). La implementación estratégica de la innovación tecnológica, impulsada por la IA, se ha convertido en un aspecto indispensable de la proyección del poder militar, transformando el hardware, los protocolos operativos y las doctrinas estratégicas (Szeleciski, 2020).

La búsqueda del dominio tecnológico en inteligencia artificial ha provocado una intensa competencia entre las grandes potencias, lo que ha transformado las capacidades estratégicas y la arquitectura de defensa global. La convergencia entre los ámbitos tecnológico civil y militar ha difuminado las fronteras tradicionales, creando un entorno en el que los avances en un ámbito influyen rápidamente en el otro, especialmente en lo que respecta a las tecnologías de doble uso (Xiao; Xun, 2020). Esta postura, en particular, provocó una reestructuración de las capacidades estratégicas y

de la arquitectura de defensa, con el objetivo de combatir cualquier tipo de restricción y ampliar la autonomía y la madurez tecnológica (Cai; Zhang, 2024). En general, países como Estados Unidos y China están inmersos en una carrera tecnológica militar, con inversiones significativas en áreas como las armas hipersónicas y los Sistemas Avanzados de Comando, Control y Comunicación (C4ISR), en los que la IA tiene un impacto cada vez mayor (Bogdanov; Yevtodyeva, 2021; Kulahin *et al.*, 2024).

Sin embargo, la rápida integración de la IA en contextos militares plantea cuestiones éticas complejas y urgentes. La necesidad de equilibrar los beneficios de la IA con la protección de los derechos humanos en las operaciones militares es un desafío fundamental. La ética en el uso militar de la IA requiere transparencia, responsabilidad y supervisión humana, y aborda la importancia de hacer frente a los prejuicios y garantizar el cumplimiento del Derecho Internacional Humanitario (Islam; Wasi, 2024). En este sentido, las propuestas de estructuras de innovación responsable son fundamentales para garantizar que la implementación de la IA en la guerra se ajuste a las leyes humanitarias y a los estándares morales, orientando la mitigación de los riesgos éticos y promoviendo una implementación ética y responsable (Kazmi, 2024).

3.2.1 La estrategia estadounidense

Estados Unidos, al reconocer que la IA es un pilar fundamental para mantener su superioridad militar, ha desarrollado e implementado estrategias sólidas para la integración y el avance de la IA en el Departamento de Defensa (DoD). La “Data, Analytics, and Artificial Intelligence Adoption Strategy” del DoD, publicada en 2023, representa la evolución de iniciativas anteriores, como la estrategia de IA de 2018 y la revisión de la estrategia de datos de 2020. Este enfoque integrado subraya una gobernanza de datos sólida y la implementación ágil y responsable de tecnologías emergentes, con revisiones anuales para garantizar la alineación y el progreso continuo. Un general del Departamento de Defensa de Estados Unidos, por ejemplo, afirmó que la IA proporcionará ventajas significativas en el campo de batalla (Bergun, 2019).

Las principales estrategias estadounidenses relacionadas con el uso de la IA en el contexto del Departamento de Defensa (DoD) incluyen la adopción rápida y gradual de tecnologías de IA. El sector de defensa de Estados Unidos se enfoca en acelerar la adquisición de tecnologías para obtener una ventaja decisiva, integrando la inteligencia artificial en las operaciones militares y comerciales a fin de permitir la toma de decisiones rápidas y bien informadas. Las fuerzas armadas de Estados Unidos se mantienen a la vanguardia gracias a un sistema de innovación en materia de defensa bien estructurado y a una inversión considerable en investigación y desarrollo en el ámbito militar (Gholz; Sapolsky, 2021).

La estrategia de Estados Unidos para la aplicación de la IA en el sector militar abarca varias dimensiones fundamentales. En primer lugar, se reconoce la necesidad de contar con una gobernanza de datos sólida, que garantice la claridad en la asignación de recursos y la optimización de las iniciativas en materia de IA. Esta gobernanza eficaz es esencial para definir niveles de financiamiento adecuados, evitar superposiciones innecesarias entre la investigación en autonomía e IA, y garantizar que la investigación básica en IA reciba el apoyo financiero adecuado (Konaev *et al.*, 2020). Además, la estrategia pone énfasis en la integración de la IA con el análisis avanzado de datos, con el objetivo de mejorar la toma de decisiones estratégicas. Los avances en áreas como la detección de alta fidelidad, el aprendizaje automático y la visión computacional son cruciales para

permitir que los sistemas militares recopilen, organicen y analicen grandes volúmenes de datos de manera eficiente, lo que brinda una conciencia situacional superior y ayuda a los líderes en todos los niveles de mando a tomar decisiones más informadas (Konaev *et al.*, 2020).

Estados Unidos busca activamente alianzas internacionales para impulsar la IA militar, destacando iniciativas como la AI Partnership for Defense (PfD) y el acuerdo AUKUS. Sin embargo, estas colaboraciones enfrentan desafíos éticos importantes, entre ellos la necesidad de equilibrar el intercambio de datos sensibles con la protección de la transparencia y la prevención de ataques enemigos. La armonización de las políticas entre los socios, especialmente en lo que respecta a las normas éticas de la IA, representa otro obstáculo importante (Trabucco; Maas, 2023). Para el DoD, invertir en educación y capacitación para desarrollar una fuerza laboral calificada en IA es una prioridad, mediante programas de capacitación que garanticen la debida cualificación técnica para utilizar y gestionar de manera eficaz las tecnologías de IA. La estrategia también incluye inversiones significativas en infraestructura tecnológica para respaldar el desarrollo y la implementación de la IA, que abarcan desde la modernización de los sistemas hasta la creación de plataformas tecnológicas que faciliten la experimentación y el uso de la tecnología.

3.2.2 *El proyecto chino en el ámbito de la C&T y la IA*

China ha demostrado una notable ambición estratégica en el ámbito de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CT&I), con un enfoque particular en la IA, con el objetivo de consolidar su posición como líder mundial y reducir la dependencia de las tecnologías extranjeras. Al analizar las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CT&I) de China desde finales del siglo XX, se observa un proceso continuo de transformación, resultado de la coevolución entre las diferentes etapas de la estrategia de desarrollo china y los cambios en la estructura productiva y en el aparato institucional y económico (Hiratuka; Diegues, 2021). Esta coevolución se rige por una planificación a largo plazo que se adapta a los cambios, pero mantiene el enfoque en la transformación estructural, esencial para el desarrollo y el mantenimiento de la soberanía nacional en el sistema geopolítico internacional (Cheung *et al.*, 2016).

La estrategia china da prioridad a la innovación endógena, lo que se traduce en grandes inversiones en Investigación y Desarrollo (I+D) para fomentar la capacidad tecnológica local, especialmente en áreas críticas como la inteligencia artificial y los semiconductores (Hiratuka; Diegues 2021). Además, una iniciativa clave es la integración entre los sectores civil y militar, conocida como fusión civil-militar, para maximizar la innovación y la aplicación de la IA. Esto significa que los avances tecnológicos en el sector civil pueden adaptarse rápidamente para su uso militar, lo que promueve una sinergia que fortalece a ambos sectores. El Plan de Medio y Largo Plazo de Ciencia y Tecnología (MLP), lanzado en 2006, se complementó con el Plan de Medio y Largo Plazo para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en materia de Defensa, con el objetivo de reducir la brecha tecnológica en el ámbito militar y fortalecer el poder de disuasión y la capacidad asimétrica en sistemas de seguridad y armamento. La preocupación por el desarrollo de tecnologías de doble uso se reflejaba en los megaproyectos del MLP, centrados en el ámbito militar (Cheung, 2018; Zhou; Liu, 2016). El Instituto Internacional de Estudios Estratégicos (IISS) también analiza el enfoque chino de reducir la dependencia de la tecnología extranjera e invertir en la producción nacional y en tecnologías de doble uso (International Institute for Strategic Studies, 2024).

China está desarrollando una infraestructura sólida para respaldar el crecimiento de la IA, lo que incluye la creación de zonas de innovación y centros de investigación especializados. Sin embargo, el país reconoce la brecha que existe respecto a los países desarrollados en materia de investigación básica, desarrollo de algoritmos, equipos clave, semiconductores, software, mano de obra calificada y un ecosistema bien estructurado (Ding, 2018). Esto demuestra la necesidad de tomar medidas coordinadas para impulsar al sector privado, proporcionar infraestructura básica y avanzar en materia de regulación y estandarización. China está dirigiendo inversiones hacia tecnologías estratégicas de punta, con especial énfasis en los campos de la IA, que tienen el potencial de generar cambios disruptivos, como la inteligencia de big data, la inteligencia de medios cruzados, la inteligencia aumentada híbrida (hombre-máquina), la inteligencia de enjambre, el aprendizaje de máquina avanzado, la computación inteligente inspirada en el cerebro y la computación cuántica inteligente (Webster *et al.*, 2017).

Además, el gobierno chino está estableciendo políticas y regulaciones para orientar el desarrollo y el uso de la IA de manera ética y segura. La estrategia china prevé tres etapas con metas ambiciosas hasta 2050: convertir a China en un país innovador para 2020; equipararse a los países avanzados en innovación en áreas seleccionadas para 2030; y posicionarse como líder mundial en capacidad innovadora para 2050, con una de las estructuras científicas más avanzadas del mundo (Hiratuka; Diegues, 2021).

3.3 El panorama de la IA en la defensa brasileña

En este subpunto se analizará la situación de Brasil, relacionándola con los conceptos y las estrategias de las potencias mencionadas anteriormente.

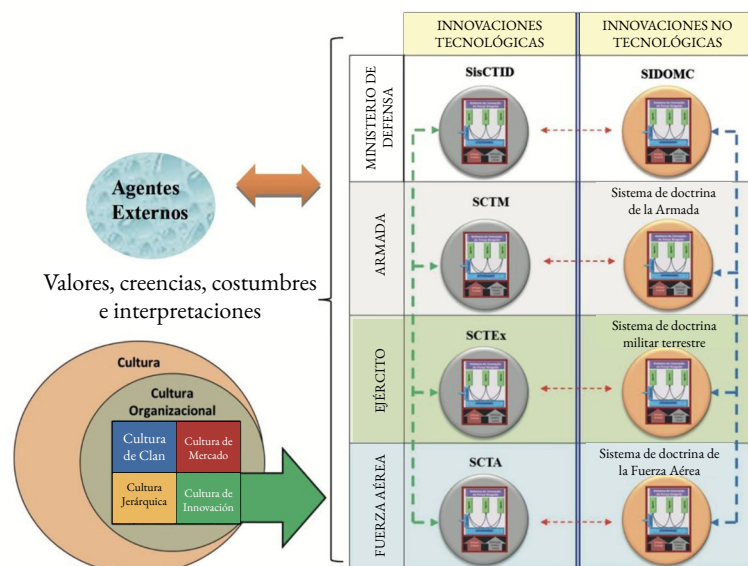
3.3.1 El Sistema de Innovación del Sector de la Defensa (SIS-Def) y la IA

En el contexto de la evolución global de la ciencia y la tecnología, resulta fundamental comprender la dinámica de este proceso en Brasil, especialmente en lo que respecta a la aplicación de la IA en el sector de la defensa. El país cuenta con un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) bien estructurado, que incluye un sólido núcleo en la educación de posgrado *stricto sensu*. Además, organismos como el Ministerio de Educación y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) han estado trabajando en la capacitación de recursos humanos y en el fomento de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación (I+D+i) en áreas orientadas al desarrollo industrial (Salerno; Daher, 2006).

En el ámbito de la defensa, la interacción entre los distintos actores se formaliza en lo que la literatura define como SIS-Def (Azevedo, 2018). Un sistema de innovación, en su sentido más amplio, es un conjunto de instituciones distintas que, de manera conjunta e individual, contribuyen al desarrollo y la difusión de tecnologías (Cassiolato; Lastres, 2003). El objetivo principal del SIS-Def (Figura 1) es impulsar el proceso de innovación en el sector, promoviendo la interacción entre sus componentes para el desarrollo de productos, procesos o métodos organizacionales (Azevedo, 2018). Este sistema está compuesto por organismos gubernamentales (especialmente las Fuerzas Armadas y las Fuerzas Auxiliares), la BID, institutos de investigación, Instituciones de Educación Superior, organismos de fomento y el marco legal y normativo que lo rige (Cunha; Amarante, 2011).

La implementación de modelos como el Sistema de Defensa, Industria y Academia (Sis-DIA) por parte del Ejército Brasileño, inspirado en el modelo de la Triple Hélice (gobierno-industria-academia), ejemplifica el esfuerzo por impulsar la innovación en el sector, aprovechando la presencia de las Fuerzas Armadas en todo el territorio nacional. La creación de núcleos de gobernanza de la innovación en los parques tecnológicos facilita la interacción entre los actores de la Triple Hélice, fortaleciendo la expresión científica y tecnológica y promoviendo el desarrollo socioeconómico regional (Silva; Quandt, 2019). En este sistema, se adopta con frecuencia el proceso de innovación abierta, acuñado por Henry Chesbrough (2003), que valora las relaciones con socios como factores diferenciadores en el proceso innovador (Lindegaard, 2010).

Figura 1 – Representación esquemática de Sis-Def



Fuente: Azevedo (2018).

Sin embargo, las innovaciones generadas por el SIS-Def brasileño, a pesar de la infraestructura existente, aún no alcanzan los resultados esperados para el sector, especialmente en lo que se refiere a la IA y otras innovaciones en materia de defensa. Azevedo (2018) destaca que este panorama refleja diversos factores, entre ellos aspectos económicos, políticos y de gestión, así como la propia tendencia macroeconómica del país. Las interacciones entre los agentes del SIS-Def siguen siendo escasas y, del mismo modo, las interacciones del SIS-Def con otros sistemas de innovación fuera del sector de la defensa no alcanzan las expectativas, y se caracterizan por iniciativas que no siguen un sistema formalizado (Azevedo, 2018; Cunha; Amarante, 2011).

3.3.2 Desafíos y oportunidades para la IA en la defensa brasileña

A pesar de los esfuerzos y de la infraestructura existente, el panorama de la IA en el sector de la defensa brasileña enfrenta desafíos significativos que limitan el pleno desarrollo y la aplicación de innovaciones. Como ya se ha señalado, las innovaciones generadas por el SIS-Def aún no alcanzan las expectativas, lo que refleja una compleja interacción de factores económicos, políticos, culturales

y de gestión (Azevedo, 2018). Uno de los obstáculos más destacados es la vulnerabilidad ante las restricciones tecnológicas. La dualidad tecnológica, aunque le ofrece a Brasil la oportunidad de atraer inversiones para la defensa, también expone el país al riesgo de ser blanco de prácticas de restricción por parte de naciones desarrolladas, que buscan mantener su supremacía (Girardi Moreira; Galdino, 2024). Para mitigar esta vulnerabilidad y garantizar su soberanía, Brasil necesita invertir en tecnologías críticas y en autonomía de conocimiento, reduciendo así la dependencia externa (Girardi Moreira; Galdino, 2024). Además, la política de innovación en el sector de la defensa brasileño se enfrenta a obstáculos y barreras culturales y estructurales que deben superarse (Azevedo; Borba; Araújo, 2021).

Para enfrentar estos desafíos, Brasil ha adoptado iniciativas importantes, como la creación de proyectos estratégicos y la implementación de la Planificación Basada en Capacidades (PBC) en el Ministerio de Defensa (MD). Entre los ejemplos más destacados de estos esfuerzos se encuentra el Programa de Desarrollo de Submarinos (PROSUB), cuyo objetivo es la construcción de submarinos convencionales y de propulsión nuclear, lo que representa un avance tecnológico y estratégico para la Armada de Brasil. Otro caso de éxito es el desarrollo y la producción del avión de carga multimisión KC-390 Millennium por parte de Embraer, lo que demuestra la capacidad de la Base Industrial de Defensa brasileña para crear productos de alta complejidad y competitividad internacional. Además, el Satélite Geoestacionario de Defensa y Comunicaciones Estratégicas (SGDC) es un ejemplo de la inversión en capacidades espaciales para garantizar la soberanía de las comunicaciones y la seguridad nacional. El PBC, definido como “la capacidad de lograr un efecto deseado, bajo normas y condiciones específicas, mediante combinaciones de medios y procedimientos para llevar a cabo un conjunto de tareas” (JCS J-8, 2009, p. 6), busca optimizar la gestión y la planificación. Aunque el PBC se encuentra en fase de implementación en Brasil, países como Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda ya lo han adoptado (Silva *et al.*, 2019).

Sin embargo, aún persisten importantes brechas. En el ámbito del Ministerio de Defensa y de las Fuerzas Armadas, existen subsistemas de innovación tecnológica (inovatec) y no tecnológica (inovadout) que se muestran descoordinados. Azevedo (2018) concluye que no existe un sistema que integre la gestión de las innovaciones de manera integral y estratégica en el ámbito de la Defensa, ni una interconexión entre los sistemas de innovación tecnológica y doctrinal. Además, una observación crítica es la ausencia de aspectos relacionados con la defensa en la publicación de la Estrategia Brasileña de Inteligencia Artificial (EBIA), regulada por la Orden Ministerial del MCTI n.º 4.979, del 13 de julio de 2021 (Brasil, 2021).

4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En el panorama geopolítico actual, la innovación tecnológica, especialmente en el campo de la IA, se ha convertido en el principal vector de competencia entre las grandes potencias. La búsqueda de la superioridad tecnológica no es solo un objetivo militar, sino un imperativo estratégico que da forma a las relaciones internacionales y a la proyección de poder.

4.1 La competencia tecnológica entre Estados Unidos y China en la era de la IA

El análisis de las estrategias de innovación tecnológica en la expresión militar del poder revela cómo los principales actores internacionales, como Estados Unidos y China, adoptan políticas sólidas y realizan inversiones masivas para mantener y ampliar sus capacidades tecnológicas,

especialmente en IA. Esta competencia es un reflejo directo de la dinámica del poder global, en la que el dominio tecnológico se traduce en ventaja estratégica y disuasión.

Estados Unidos se ha situado a la vanguardia de la innovación en materia de defensa, impulsado por un sistema bien estructurado y una inversión considerable en investigación y desarrollo (Gholz; Sapolsky, 2021). La “Data, Analytics, and Artificial Intelligence Adoption Strategy” del DoD es un claro ejemplo de este compromiso, cuyo objetivo es mejorar la gobernanza de los datos, acelerar la adopción de tecnologías de IA y garantizar una ventaja en la toma de decisiones (Konaev *et al.*, 2020). La estrategia estadounidense pone énfasis en la integración ágil de la IA en las operaciones militares y empresariales, lo que permite tomar decisiones rápidas y fundamentadas, y busca activamente alianzas internacionales, como la IA PfD y el acuerdo AUKUS, para impulsar la IA militar (Trabucco; Maas, 2023). El punto de vista de líderes militares, como el de un general del Departamento de Defensa, refuerza la idea de que la IA proporcionará ventajas significativas en el campo de batalla (Bergun, 2019).

Por otro lado, China ha demostrado una ambición igualmente notable, centrándose en la innovación endógena y en la reducción de la dependencia de las tecnologías extranjeras. Su estrategia se rige por una planificación a largo plazo, como el Plan de Mediano y Largo Plazo de Ciencia y Tecnología, cuyo objetivo es reducir la brecha tecnológica en el ámbito militar y fortalecer el poder de disuasión y la capacidad asimétrica en materia de sistemas de seguridad y equipamiento militar (Cheung, 2018; Hiratuka; Diegues, 2021; Zhou; Liu, 2016). China promueve intensamente la integración entre los sectores civil y militar, lo que permite que los avances tecnológicos civiles se adapten rápidamente para su uso militar, una sinergia que fortalece a ambos sectores (International Institute for Strategic Studies, 2024). Aunque reconoce que existen brechas en áreas como la investigación básica y los semiconductores (Ding, 2018), el país destina inversiones a tecnologías estratégicas de vanguardia, entre las que se incluyen diversas ramas de IA y computación cuántica (Webster *et al.*, 2017), con el objetivo de convertirse en líder mundial en capacidad innovadora para el año 2050 (Hiratuka; Diegues, 2021).

La competencia entre estas dos potencias es multifacética. Mientras que Estados Unidos se centra más en desarrollar armas hipersónicas, China se dedica a mejorar sus sistemas de comando, control y comunicación (Bogdanov; Yevtodyeva, 2021). Esta carrera tecnológica está impulsada por la búsqueda incesante de la superioridad tecnológica en la guerra moderna (Kulahin *et al.*, 2024) y por la proyección del poder militar (Szelecski, 2020). Ambos países se enfrentan al reto de integrar la IA de manera ética y segura, con debates sobre la transparencia, la responsabilidad y la supervisión humana en las operaciones militares (Islam; Wasi, 2024; Kazmi, 2024). La restricción tecnológica, una práctica utilizada por las naciones desarrolladas para mantener su supremacía, también es un factor constante en este escenario, que influye no solo en las estrategias de ambas partes, sino también en las de las naciones que aspiran a obtener cierta libertad de acción para desarrollar sus proyectos de ciencia, tecnología e innovación (CT&I) (Galdino, 2022).

4.2 El panorama brasileño en la competencia tecnológica global

A diferencia de las estrategias a largo plazo y las inversiones masivas de potencias como Estados Unidos y China, Brasil presenta un panorama de innovación tecnológica en materia de defensa con desafíos y oportunidades específicos. Como se detalla en el Marco teórico (Sección 3.4.1), el país cuenta con un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) bien estructurado, con un sólido núcleo

de posgrado (Salerno; Daher, 2006), y un SIS-Def que busca promover la interacción entre organismos gubernamentales, la BID, institutos de investigación e instituciones de educación superior (Azevedo, 2018; Cunha; Amarante, 2011). La adopción de modelos como el SisDIA, inspirado en la Triple Hélice, y la práctica de la innovación abierta (Chesbrough, 2003; Lindegaard, 2010; Silva; Quandt, 2019;) demuestran el entendimiento de la importancia de la colaboración para el desarrollo tecnológico.

Sin embargo, el análisis revela que las innovaciones generadas por el SIS-Def brasileño, incluso en el campo de la IA, aún no alcanzan los resultados esperados (Azevedo, 2018). Esta limitación tiene múltiples causas y abarca aspectos económicos, políticos y de gestión. Uno de los principales obstáculos es la vulnerabilidad ante las restricciones tecnológicas, ya que, si bien la dualidad tecnológica puede atraer inversiones, también expone a Brasil al riesgo de que su capacidad de innovación sea neutralizada por naciones que buscan mantener su supremacía (Girardi Moreira; Galdino, 2024). La política de innovación en el sector de la defensa de Brasil, además, se enfrenta a obstáculos y barreras culturales y estructurales que dificultan su avance (Azevedo; Borba; Araújo, 2021).

En este contexto, cabe destacar que la falta de previsibilidad presupuestaria contribuye de manera significativa a la interrupción de los proyectos estratégicos de las Fuerzas Armadas, en particular aquellos relacionados con la ciencia y la tecnología (C&T). En Brasil, el principio de anualidad presupuestaria genera ineficiencias en los contratos de defensa a largo plazo, ya que la falta de una estructura financiera plurianual da lugar a plazos de ejecución prolongados y a un aumento de los costos (Araújo Costa, 2024).

A pesar de estos desafíos, Brasil ha implementado iniciativas para mejorar su planificación y gestión. La adopción del PBC en el Ministerio de Defensa (Joint Chiefs of Staff, 2009; Silva *et al.*, 2019) es un paso importante para optimizar la asignación de recursos y el desarrollo de habilidades. Sin embargo, la falta de coordinación entre los subsistemas de innovación tecnológica y doctrinal en el Ministerio de Defensa y en las Fuerzas Armadas (Azevedo, 2018) impide una gestión integral y estratégica de la innovación. Un punto crítico que pone de manifiesto esta falta de coordinación es la ausencia de aspectos relacionados con la defensa en la EBIA, regulada por la Orden del MCTI n.º 4.979, del 13 de julio de 2021 (Brasil, 2021).

Para superar estas brechas y fortalecer la posición de Brasil en la competencia tecnológica global, es imprescindible que el país invierta en tecnologías críticas y conocimiento propio, reduciendo así la dependencia externa (Girardi Moreira; Galdino, 2024). La integración entre los sistemas de C&T de la Armada y la Fuerza Aérea, así como las alianzas estratégicas con instituciones de educación e investigación, como el Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) (Pellanda, 2013), son cruciales para aprovechar las sinergias y fomentar la innovación. Esas medidas, junto con la inversión continua en recursos humanos calificados y las políticas de innovación, son esenciales para que Brasil pueda consolidar su soberanía tecnológica y su competitividad en el panorama mundial de la defensa.

5 CONCLUSIÓN

El análisis de las estrategias de innovación tecnológica en el sector de la defensa, con especial énfasis en IA, revela un panorama global de intensa competitividad y un imperativo estratégico para el mantenimiento de la soberanía y la proyección de poder. La capacidad de desarrollar y aplicar tecnologías disruptivas se ha convertido en un factor diferenciador fundamental en la era contemporánea, redefiniendo las capacidades militares y las relaciones geopolíticas.

El estudio de los enfoques adoptados por potencias como Estados Unidos y China pone de manifiesto la importancia de contar con políticas sólidas e integradas. Estados Unidos muestra una estrategia consolidada, centrada en la gobernanza de los datos, la rápida adopción de la IA y la búsqueda de alianzas internacionales, con el objetivo de mantener su ventaja decisoria y operativa. Por su parte, China sigue una ambiciosa trayectoria de innovación endógena, con inversiones masivas en investigación y desarrollo y una fuerte integración civil-militar, con el objetivo de alcanzar el liderazgo mundial en IA para mediados de siglo. Ambas naciones, aunque con enfoques distintos, comparten el objetivo de alcanzar y mantener la superioridad tecnológica, lo que impulsa una carrera armamentista en áreas como la IA y las armas de última generación.

En el contexto brasileño, la investigación apunta a un panorama desafiante, pero con oportunidades latentes. El Sistema de Innovación del Sector de la Defensa cuenta con una estructura formal e iniciativas importantes, como la Planificación Basada en Capacidades y la búsqueda de modelos de innovación abierta y colaborativa. Sin embargo, las innovaciones generadas aún no alcanzan las expectativas, ya que se ven limitadas por factores económicos, políticos, culturales y de gestión, así como por la vulnerabilidad ante las restricciones tecnológicas. La falta de coordinación entre los subsistemas de innovación y la ausencia de un enfoque explícito para la defensa en la EBIA son deficiencias importantes que impiden aprovechar plenamente el potencial nacional.

Para que Brasil pueda fortalecer su capacidad de innovación tecnológica en el sector de la defensa y garantizar una mayor autonomía y competitividad en el escenario global, es imprescindible superar los obstáculos culturales y estructurales, lo cual requiere una inversión continua en tecnologías críticas y autonomía de conocimiento, esenciales para reducir la dependencia externa y mitigar la vulnerabilidad ante las restricciones tecnológicas. La integración efectiva entre los distintos actores del SIS-Def, la promoción de alianzas estratégicas entre instituciones militares, académicas e industriales, y la inclusión explícita de las necesidades de defensa en las políticas nacionales de IA son pasos esenciales para optimizar la asignación de recursos y fomentar un entorno de innovación más resiliente. Solo con un enfoque coordinado y una planificación a largo plazo, alineada con las mejores prácticas internacionales, Brasil podrá consolidar su soberanía tecnológica y asegurar su posición estratégica en un mundo cada vez más impulsado por la innovación. Estudios futuros podrían profundizar en el análisis de mecanismos eficaces para la previsibilidad presupuestaria en el sector de la defensa e investigar el impacto de las políticas de fomento de la IA en los ecosistemas de innovación civil-militar.

REFERENCIAS

AMBROS, C. C. Indústria de defesa e desenvolvimento: controvérsias teóricas e implicações em política industrial. **Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais**, Porto Alegre, v. 6, n. 11, p. 136-158, jan./ jun. 2017.

ARAÚJO COSTA, F. A anualidade orçamentaria e os projectos de defesa: a caso brasileiro. **Hemisferio - Revista del Colegio Interamericano de Defensa**, v. 10, n. 1, p. 91-105, 2024. Disponible en: <https://hemisferio.iadc.edu/index.php/hemisferio/article/view/75>. Accedido en: 11 ago. 2025.

AZEVEDO, C. E. F. Os elementos de análise da cultura de inovação no setor de Defesa e seu modelo tridimensional. **Coleção Meira Mattos: Revista das Ciências Militares**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 45, p. 145-167, 2018.

AZEVEDO, C. E. F.; BORBA, G. A. de; ARAÚJO, L. E. de. Desafios para a política de inovação no setor de defesa brasileiro: óbices e barreiras culturais e estruturais. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 121-160, jan./abr. 2021.

BERGUN, D. AI to Give U.S. Battlefield advantages, general says. **U.S. Department of Defense**, 2019. Disponible en: <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/1969575/ai-to-give-us-battlefield-advantages-general-says/>. Accedido en: 22 dic. 2024.

BOGDANOV, K.; YEVTOBYEVA, M. U.S.–China: Mechanisms and dynamics of arms race. **World Economy and International Relations**, v. 65, n. 6, p. 42-50, 2021. DOI: <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2021-65-6-42-50>.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Portaria MCTI nº 4.979, de 13 de julho de 2021**. Altera o anexo da portaria MCTI nº 4.617, de 6 de abril de 2021, que institui a estratégia brasileira de inteligência artificial e seus eixos temáticos. Brasília, DF: MCTI, 2021.

CAI, C.; ZHANG, L. Escaping the trap: adapting the U.S.-China arms race to the dynamics of Artificial Intelligence. **North South Journal of Peace and Global Studies**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.47126/nsjpgs.v2i1.02>.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. O foco em arranjos produtivos e inovativos locais de micro e pequenas empresas. In: LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; MACIEL, M. L. (orgs.). **Pequena empresa: cooperação e desenvolvimento local**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003. p. 21-34.

CHESBROUGH, H. The logic of open innovation: managing intellectual property. **California Management Review**, Berkeley, v. 45, n. 3, p. 33-58, 2003.

CHEUNG, T. M. A conceptual framework of defence innovation. **Journal of Strategic Studies**, v. 44, n. 6, p. 775-801, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/01402390.2021.1939689>.

CHEUNG, T. M. The rise of China as a cybersecurity industrial power: balancing national security, geopolitical, and development priorities. **Journal of Cyber Policy**, v. 3, n. 3, p. 306-326, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/23738871.2018.1556720>.

CHEUNG, T. M. *et al.* **Planning for innovation**: Understanding China's plans for technological, energy, industrial and defense development. San Diego: University of California, 2016. Disponível em: <https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/Planning%20for%20Innovation%20-%20Understanding%20China%27s%20Plans%20for%20Tech%20Energy%20Industrial%20and%20Defense%20Development072816.pdf>. Acessado em: 15 dic. 2024.

CRESWELL, J. W. **Research Design**: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 4. ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2014.

CRONIN, A. military-technological innovation in the digital age. *In*: SWEIJS, T.; MICHAELS, J. H.; COKER, C. **Beyond Ukraine**: debating the future of War. Oxford: Oxford Academic, 2024. p. 183-200.

CUNHA, M. B.; AMARANTE, J. C. A. do. O livro branco e base científica tecnológica, industrial e logística de defesa. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 11-32, 2011.

DEMENTIEV, V. E. Technological sovereignty and economic interests. **Journal of Institutional Studies**, v. 16, n. 3, p. 6-18, 2024. DOI: <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2024.16.3.006-018>.

DING, J. **Deciphering China's AI dream**. Oxford: Future of Humanity Institute, University of Oxford, 2018. Disponível em: https://www.fhi.ox.ac.uk/wp-content/uploads/Deciphering_Chinas_AI-Dream.pdf. Acessado em: 28 abr. 2026.

FAYKOV, D. Y.; BAYDAROV, D. Y. Rumo à soberania tecnológica: abordagens teóricas, práticas, sugestões. **Renascimento econômico da Rússia**, 2023. DOI: <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2023-1-75-67-82>.

GALDINO, J. F. Sobre a soberania tecnológica de elementos de capacidades militares. **Defesanet**, nov. 2022. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/doutrina/noticia/45685/Sobre-a-soberania-tecnologica-de-elementos-de-capacidades-militares>. Acessado em: 3 dic. 2024.

GHOLZ, E.; SAPOLSKY, H. The defense innovation machine: why the U.S. will remain on the cutting edge. **Journal of Strategic Studies**, v. 44, n. 6, p. 854-872, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/01402390.2021.1917392>.

GIRARDIMOREIRA, R.; GALDINO, J. F. A “dualidade” da dualidade tecnológica: implicações para países em desenvolvimento. **Coleção Meira Mattos: revista das ciências militares**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 62, p. 189-216, 30 ago. 2024.

HIRATUKA, C.; DIEGUES, A. C. Inteligência artificial na estratégia de desenvolvimento da China contemporânea. **Texto para Discussão**, Campinas: Editora Unicamp, n. 422, p. 1-21, nov. 2021.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES. **The Military Balance**. London: Routledge, 2024. Disponible en: <https://www.iiss.org/publications/the-military-balance/>. Accedido en: 4 dic. 2024.

ISLAM, M. R.; WASI, A. T. Balancing power and ethics: a Framework for addressing human rights concerns in military AI. **Harms and Risks of AI in the Military Workshop**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.48550/arxiv.2411.06336>.

JOINT CHIEFS OF STAFF – JCS. **Capabilities-Based Assessment (CBA): user’s guide**. Washington, DC: Department of Defense, 2009.

KAZMI, S. T. H. The ethics of AI in warfare: a responsible innovation framework. **International Journal For Multidisciplinary Research**, v. 6, n. 6, 2024. DOI: <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i06.33019>.

KONAEV, M. *et al.* **U.S. Military investments in autonomy and AI: costs, benefits, and strategic effects**. Washington, DC: Center for Security and Emerging Technology, 2020. DOI: <https://doi.org/10.51593/20200069>.

KULAHIN, K. *et al.* Implementation of the emerging and disruptive technologies as the key to technological superiority in modern warfare. **Military Science Journal**, v. 2, n. 1, p. 177-199, 2024. DOI: <https://doi.org/10.62524/msj.2024.2.1.15>.

LAKE, D. R. The pursuit of technological superiority. *In*: LAKE, D. R. **The Pursuit of Technological Superiority and the Shrinking American Military**. New York: Palgrave Macmillan. 2019. p. 63-93.

LEACH, R. The four pillars of tactical innovation: a path for impactful disruption. **Modern War Institute**, 2 jul. 2024. Disponible en: <https://mwi.westpoint.edu/the-four-pillars-of-tactical-innovation-a-path-for-impactful-disruption/>. Accedido en: 3 dic. 2024.

LINDEGAARD, S. **The open innovation revolution: essentials, roadblocks, and leadership skills**. Hoboken: NJ, 2010.

LONGO, W. P. e; MOREIRA, W. de S. Tecnologia e inovação no setor de defesa: uma perspectiva sistêmica. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 277-304, 2013.

MARCH, C.; SCHIEFERDECKER, I. Technological sovereignty as ability, not autarky. **International Studies Review**, v. 25, n. 2, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1093/isr/viad012>.

MURRAY, W. Thinking about revolutions in military affairs. **Joint Forces Quarterly**, Washington, DC, n. 16, p. 69-76, ago. 1997.

MURRAY, W.; KNOX, M. **The dynamics of military revolution 1300-2050**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

O'HANLON, M. **Technological change and the future of warfare**. Washington, DC: Brookings Institution Press, 2000.

PELLANDA, P. C. A nova estrutura do sistema de ciência e tecnologia do exército e a produção de conhecimentos e inovações tecnológicas para a área de defesa. **Coleção Meira Mattos: revista das ciências militares**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 30, p. 183-199, 2013.

SALERNO, M. S.; DAHER, T. **Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior do Governo Federal (PITCE): Balanço e Perspectivas**. Brasília, DF: MDIC, 2006. Disponível em: <http://investimentos.mdic.gov.br/public/arquivo/arq1272980896.pdf>. Acessado em: 3 dic. 2024.

SANDLER, T.; HARTLEY, K. **The economics of defense**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

SILVA, L. M. A. *et al.* Inovação e tomada de decisão em Defesa: considerações introdutórias ao planejamento baseado em capacidades. **Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad**, v. 14, n. 1, p. 189-203, 2019.

SILVA, M. V. G.; QUANDT, C. O. Defense system, industry and academy: the conceptual model of innovation of the Brazilian Army. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 14, n. 1, p. 53-62, 2019.

SZELECZKI, S. Outlining a set of theory-based requirements for the future digital soldier. **AARMS – Academic and Applied Research in Military and Public Management Science**, v. 19, n. 1, p. 95-108, 2020. DOI: <https://doi.org/10.32565/aarms.2020>.

TRABUCCO, L.; MAAS, M. M. **Technology Ties: the rise and roles of Military AI strategic partnerships**. [s. l.]: SSRN, 2023. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4629283>.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of defense. **Elements of defense transformation**. Washington, DC: Department of Defense, 2004. Disponível em: <https://googl/MxL3Tu>. Acessado em: 4 dez. 2024

WEBSTER, G. *et al.* **Full translation:** China's 'new generation Artificial Intelligence development plan'. [s. l.]: DigiChina, 2017. Disponible en: <https://www.newamerica.org/cybersecurity-initiative/digichina/blog/full-translation-chinas-newgeneration-artificial-intelligence-development-plan-2017/>. Accedido en: 15 dic. 2024.

XIAO, L. J; XUN, Z. X. Performance appraisal of technological innovation in military-civilian enterprises—empirical evidence from Jiangsu military-civilian integration enterprises, **International Journal of Business and Management**, v. 15, n. 11, p. 79, 2020. DOI: 10.5539/ijbm.v15n11p79.

ZHOU, Y.; LIU, X. Evolution of Chinese state policies on innovation. *In*: ZHOU, Y.; LAZONICK, W.; SUN, Y. (eds.). **China as an innovation nation**. Oxford: Oxford University Press, 2016. p. 33-67.