

# Implicações éticas da inteligência artificial em sistemas autônomos no contexto da defesa

---

Joelmir Ramos

## Resumo

A incorporação crescente de inteligência artificial (IA) em sistemas autônomos tem reconfigurado de maneira estrutural a indústria de defesa contemporânea, deslocando o eixo da superioridade estratégica do domínio puramente físico para o domínio informacional, algorítmico e infraestrutural. Este artigo analisa as implicações éticas, políticas e geopolíticas dessa transformação, com ênfase na delegação de decisões críticas a sistemas automatizados e na natureza dual-use das tecnologias emergentes. Adotando o conceito de soberania algorítmica como eixo analítico, argumenta-se que o controle sobre dados, modelos e infraestruturas digitais constitui elemento central da autonomia estatal no século XXI. Discute-se o dilema da responsabilidade moral em decisões mediadas por algoritmos, os riscos associados à opacidade e à dependência tecnológica, bem como os desafios regulatórios no contexto brasileiro. Sustenta-se que a adoção da inteligência artificial na defesa não representa apenas uma evolução técnica incremental, mas uma reconfiguração das estruturas de poder, com implicações profundas para a soberania, a responsabilidade e os limites da ação humana em cenários críticos.

## Abstract

The increasing incorporation of artificial intelligence (AI) into autonomous systems has structurally reshaped the contemporary defense industry, shifting the axis of strategic superiority from the purely physical domain to informational, algorithmic, and infrastructural dimensions. This article examines the ethical, political, and geopolitical implications of this transformation, with particular emphasis on the delegation of critical decisions to automated systems and the dual-use nature of emerging technologies. Adopting the concept of algorithmic sovereignty as its analytical framework, the study argues that control over data, models, and digital infrastructures has become a central element of state autonomy in the 21st century. It further discusses the dilemma of moral responsibility in algorithm-mediated decisions, the risks associated with opacity and technological dependence, and the regulatory challenges within the Brazilian context. The paper contends that the adoption of artificial intelligence in defense does not merely represent incremental technical progress, but rather a reconfiguration of power structures, with profound implications for sovereignty, accountability, and the limits of human agency in critical scenarios.

## 1. Introdução

A incorporação de inteligência artificial em sistemas autônomos de defesa representa uma transformação estrutural no modo como o poder é exercido e distribuído no sistema internacional contemporâneo. Longe de constituir apenas um avanço tecnológico incremental, essa mudança redefine os fundamentos da ação estatal, deslocando o eixo da superioridade estratégica do domínio físico para o domínio informacional, algorítmico e infraestrutural. Nesse novo cenário, a capacidade de processar dados em tempo real, identificar padrões complexos e executar decisões automatizadas torna-se um elemento central na configuração do poder.

A crescente integração de inteligência artificial em contextos estratégicos redefine as bases tradicionais da ação estatal. Se, ao longo do século XX, a superioridade militar esteve associada à capacidade industrial e ao domínio de recursos físicos, o século XXI assiste à consolidação de um novo paradigma, no qual a capacidade de coletar, processar e interpretar dados em tempo real se torna central (Hurochkina, 2025). Essa mudança não apenas amplia a eficiência operacional, mas também altera a própria natureza da tomada de decisão em ambientes de alta complexidade.

Essa transformação introduz um paradoxo fundamental: quanto mais sofisticados e autônomos se tornam os sistemas de decisão, menos transparentes e compreensíveis se tornam seus processos internos. Sistemas baseados em aprendizado de máquina operam frequentemente por meio de arquiteturas complexas, nas quais a relação entre dados de entrada e decisões de saída não é plenamente explicável (Nalbant, 2025). A opacidade desses sistemas compromete a rastreabilidade das decisões e impõe desafios significativos à responsabilização e à governança.

Ao mesmo tempo, a velocidade de operação desses sistemas excede a capacidade humana de supervisão, especialmente em cenários de alta criticidade, como operações militares e defesa cibernética. Nesse contexto, decisões potencialmente irreversíveis podem ser executadas sem validação humana direta, ampliando o risco de erros sistêmicos e reduzindo a margem para intervenção corretiva. A delegação de decisões a sistemas automatizados, portanto, não apenas redefine a eficiência operacional, mas também tensiona os limites da responsabilidade humana.

Além disso, a crescente centralidade de sistemas algorítmicos na tomada de decisão estratégica implica uma reconfiguração das estruturas institucionais que sustentam a ação estatal. A dependência de infraestruturas digitais e de modelos de inteligência artificial desenvolvidos por atores externos introduz novas formas de vulnerabilidade, associadas não apenas à segurança técnica, mas também ao controle político e econômico desses sistemas. Nesse contexto, a autonomia estatal passa a

depende, em medida crescente, da capacidade de compreender, desenvolver e governar tecnologias complexas.

Diante desse cenário, este artigo propõe uma análise crítica da incorporação da inteligência artificial na defesa a partir da noção de soberania algorítmica. Argumenta-se que o domínio sobre sistemas inteligentes constitui um novo eixo de poder, redefinindo as fronteiras da autonomia estatal e introduzindo desafios éticos e políticos que transcendem o campo técnico. Ao explorar essas dimensões, busca-se contribuir para o debate sobre os limites e as possibilidades da ação humana em um mundo cada vez mais mediado por sistemas automatizados.

## 2. Inteligência artificial e a reconfiguração da defesa contemporânea

A emergência de sistemas autônomos baseados em inteligência artificial representa uma mudança qualitativa na evolução das tecnologias de defesa. Esses sistemas operam por meio de ciclos integrados de percepção, decisão e ação (*sense–decide–act*), nos quais sensores capturam dados, algoritmos identificam padrões e módulos de decisão executam respostas em tempo real (Nazil, 2025).

Essa arquitetura permite não apenas a automação de tarefas, mas a delegação de funções cognitivas tradicionalmente associadas a operadores humanos. A capacidade de identificar padrões em grandes volumes de dados, prever comportamentos e reagir a eventos em tempo real redefine a natureza da ação estratégica.

A literatura recente destaca a progressiva transição entre diferentes níveis de autonomia, variando de sistemas com supervisão humana (*human-in-the-loop*) até sistemas totalmente autônomos (*human-out-of-the-loop*). Essa transição não é meramente técnica, mas implica uma redefinição das relações entre humanos e máquinas na tomada de decisão (Natarajan, 2025).

Além disso, a incorporação de IA em sistemas de defesa está diretamente associada à lógica da competição estratégica entre Estados. Países

que dominam tecnologias avançadas de inteligência artificial tendem a obter vantagens significativas em termos de capacidade de resposta, precisão e eficiência operacional (Baeza, 2025).

Nesse sentido, a inteligência artificial não deve ser compreendida apenas como uma ferramenta tecnológica, mas como uma infraestrutura de poder, capaz de reconfigurar as relações de força no sistema internacional.

A crescente complexidade desses sistemas também impõe novos desafios operacionais relacionados à confiabilidade e à previsibilidade das decisões automatizadas. Em ambientes dinâmicos e incertos, a capacidade de generalização dos modelos de inteligência artificial torna-se um fator crítico, uma vez que decisões baseadas em dados incompletos ou enviesados podem produzir resultados inesperados. Essa limitação evidencia que a eficácia dos sistemas autônomos não depende apenas de sua sofisticação técnica, mas da qualidade dos dados e dos contextos nos quais são empregados.

Adicionalmente, a integração de sistemas autônomos em arquiteturas militares amplia a interdependência entre diferentes camadas tecnológicas, incluindo sensores, redes de comunicação, infraestrutura computacional e modelos de aprendizado. Essa interdependência cria novos pontos de vulnerabilidade, especialmente em cenários de guerra híbrida e cibernética, nos quais ataques direcionados a componentes específicos podem comprometer o funcionamento de todo o sistema. Dessa forma, a robustez tecnológica passa a ser um elemento central da estratégia de defesa.

A difusão dessas tecnologias no sistema internacional tende a intensificar dinâmicas de corrida tecnológica, nas quais Estados buscam acelerar o desenvolvimento de capacidades autônomas para evitar desvantagens estratégicas. Esse movimento pode reduzir o espaço para reflexão ética e regulação, favorecendo a adoção de soluções tecnológicas antes da consolidação de mecanismos adequados de governança. Nesse contexto, a inteligência artificial não apenas transforma a condução de operações, mas também redefine os próprios ritmos e lógicas da competição internacional.

### 3. Soberania algorítmica e a nova geopolítica do poder

A transformação digital exige uma revisão profunda do conceito de soberania. No contexto contemporâneo, o domínio sobre dados, algoritmos e infraestruturas digitais torna-se tão relevante quanto o controle territorial. A soberania algorítmica pode ser compreendida como a capacidade de um Estado de desenvolver, controlar e auditar sistemas inteligentes que influenciam decisões críticas (Badawy, 2025). Essa capacidade envolve não apenas infraestrutura tecnológica, mas também domínio sobre fluxos de dados, modelos de aprendizado e arquiteturas computacionais.

A dependência tecnológica, especialmente em áreas como inteligência artificial e semicondutores, introduz vulnerabilidades estruturais. Sistemas desenvolvidos por atores externos podem incorporar vieses, limitações ou mecanismos de controle que escapam à supervisão nacional. Esse cenário tem sido interpretado como uma forma de colonialismo digital, caracterizado pela concentração do poder tecnológico em poucos atores globais e pela dependência de países periféricos (Abiade, 2025).

Além disso, a soberania algorítmica está diretamente relacionada à capacidade de um Estado de proteger seus interesses estratégicos em um ambiente cada vez mais mediado por sistemas digitais. A ausência de domínio sobre essas tecnologias pode comprometer a autonomia decisória e limitar a capacidade de atuação internacional.

Nesse contexto, a soberania algorítmica também assume uma dimensão econômica, uma vez que o controle sobre infraestruturas digitais e plataformas tecnológicas está diretamente associado à geração de valor e à competitividade global. Grandes corporações tecnológicas, muitas vezes sediadas em poucos países, concentram não apenas capacidade técnica, mas também poder de influência sobre mercados, fluxos informacionais e processos decisórios. Essa concentração reforça assimetrias globais e amplia a dependência de países que não possuem capacidade de desenvolvimento tecnológico equivalente.

Adicionalmente, a governança dos dados emerge como um elemento central da soberania contemporânea. A capacidade de coletar, armazenar e processar dados em larga escala não apenas sustenta o funcionamento de sistemas de inteligência artificial, mas também influencia diretamente a produção de conhecimento e a tomada de decisão. Nesse sentido, o controle sobre dados estratégicos torna-se um ativo crítico, cuja ausência pode limitar significativamente a capacidade de um Estado de formular políticas públicas eficazes e responder a desafios complexos.

É notável que a soberania algorítmica está intrinsecamente ligada à capacidade institucional de formular, implementar e fiscalizar políticas tecnológicas. Não se trata apenas de desenvolver tecnologia, mas de criar estruturas de governança capazes de garantir seu uso alinhado a interesses nacionais e valores democráticos. Nesse cenário, Estados que não conseguem articular capacidades técnicas e institucionais tendem a ocupar posições periféricas em um sistema internacional cada vez mais orientado por dinâmicas tecnológicas.

#### 4. Ética da decisão algorítmica

A delegação de decisões críticas a sistemas algorítmicos introduz dilemas éticos complexos, especialmente no que diz respeito à responsabilidade, transparência e legitimidade das decisões. Em contextos de alta criticidade, como os sistemas de defesa, essas questões assumem uma dimensão ainda mais sensível, uma vez que decisões automatizadas podem produzir efeitos irreversíveis.

Um dos principais desafios refere-se à atribuição de responsabilidade em sistemas autônomos. Quando uma decisão é tomada por um algoritmo, a cadeia de responsabilidade torna-se difusa, envolvendo desenvolvedores, operadores e instituições (Cecez-Kecmanovic, 2025). Essa fragmentação dificulta a identificação de agentes responsáveis por eventuais falhas, comprometendo mecanismos tradicionais de accountability.

Além disso, a opacidade dos modelos de aprendizado de máquina compromete a transparência das decisões. A ausência de explicabilidade dificulta a auditoria e a avaliação ética das ações realizadas pelos sistemas. Em contextos nos quais decisões precisam ser justificadas, seja do ponto de vista jurídico, político ou moral, essa limitação representa um desafio significativo para a legitimidade das ações automatizadas.

Outro aspecto relevante diz respeito à formalização de princípios éticos em estruturas computacionais. Conceitos como justiça, proporcionalidade e responsabilidade são intrinsecamente contextuais e dificilmente traduzíveis em regras formais. A tentativa de codificar esses princípios em algoritmos implica simplificações que podem comprometer sua aplicação em cenários reais.

A literatura recente tem enfatizado a necessidade de desenvolver abordagens interdisciplinares para lidar com esses desafios, integrando perspectivas da filosofia, da ciência política e da engenharia. Nesse contexto, a ética da inteligência artificial não pode ser reduzida a um conjunto de diretrizes técnicas, mas deve ser compreendida como um campo de disputa normativa, no qual diferentes valores e interesses são negociados.

Paralelamente, a natureza dual-use das tecnologias emergentes amplia a complexidade desses dilemas. Tecnologias desenvolvidas para fins civis podem ser rapidamente adaptadas para aplicações militares, criando um ambiente de ambiguidade estratégica. Sistemas de inteligência artificial utilizados em áreas como saúde, transporte ou educação podem ser reconfigurados para vigilância, monitoramento e tomada de decisão em contextos de defesa.

Essa dualidade torna difícil estabelecer fronteiras claras entre inovação e risco. A mesma tecnologia que promove ganhos sociais pode ser empregada para fins estratégicos, muitas vezes sem alterações estruturais significativas. Como resultado, a regulação dessas tecnologias torna-se particularmente desafiadora, exigindo mecanismos flexíveis e adaptativos.

Essa característica impõe desafios significativos para a governança tecnológica. A regulação precisa equilibrar a promoção da inovação

com a mitigação de riscos, evitando tanto a estagnação quanto o uso irresponsável das tecnologias. Organismos internacionais, como a OCDE e a UNESCO, têm buscado estabelecer diretrizes para o uso ético da inteligência artificial, mas ainda há lacunas significativas, especialmente no que se refere a aplicações militares.

Além disso, a natureza dual-use das tecnologias intensifica os dilemas éticos associados à sua aplicação, uma vez que decisões sobre desenvolvimento e implementação frequentemente ocorrem em contextos distintos daqueles em que seus efeitos se manifestam. Essa dissociação entre intenção e impacto dificulta a antecipação de riscos e amplia a complexidade da responsabilidade moral.

Por fim, a convergência entre ética algorítmica e tecnologias dual-use evidencia a necessidade de repensar os modelos tradicionais de regulação. Em um cenário no qual as fronteiras entre civil e militar se tornam cada vez mais difusas, torna-se fundamental desenvolver estruturas de governança capazes de lidar com essa ambiguidade. Isso implica não apenas a criação de normas e diretrizes, mas também o fortalecimento de capacidades institucionais e mecanismos de cooperação internacional que permitam responder de forma coordenada aos desafios emergentes.

## **5. Brasil: Inserção periférica, dependência tecnológica e desafios estruturais**

**O** Brasil apresenta uma inserção periférica no sistema tecnológico global, caracterizada pela dependência de infraestruturas críticas e tecnologias desenvolvidas no exterior. Essa condição limita a capacidade do país de atuar de forma autônoma em setores estratégicos, especialmente aqueles relacionados à defesa, à segurança cibernética e à inteligência artificial. Em um cenário no qual o poder é cada vez mais mediado por sistemas digitais, a ausência de domínio tecnológico compromete não apenas a competitividade econômica, mas também a soberania nacional (Sá, 2025).

A ausência de uma indústria robusta de semicondutores, a dependência de plataformas digitais estrangeiras e a limitada capacidade de desenvolvimento de modelos de IA constituem fatores estruturais dessa vulnerabilidade. O controle sobre dados e infraestruturas digitais tornou-se um dos principais determinantes do poder econômico e político contemporâneo, reforçando assimetrias globais e consolidando a posição dominante de poucos atores internacionais.

Ao mesmo tempo, o Brasil possui potencial significativo, especialmente no campo acadêmico e científico. Universidades públicas, centros de pesquisa e iniciativas de inovação desempenham papel fundamental na formação de recursos humanos altamente qualificados e na geração de conhecimento. Essa base representa um ativo estratégico relevante, que pode ser mobilizado para reduzir a dependência externa e fomentar o desenvolvimento de tecnologias nacionais.

Nesse contexto, a construção de soberania algorítmica no Brasil depende de políticas públicas consistentes, investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento e fortalecimento das capacidades institucionais. A Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA) e os debates em torno da regulação da IA representam avanços importantes, mas ainda insuficientes diante da magnitude dos desafios.

Adicionalmente, é necessário considerar que a dependência tecnológica não se limita ao acesso a produtos e serviços, mas envolve também a incorporação de padrões técnicos, protocolos e arquiteturas definidas externamente. Essa dependência normativa pode restringir a capacidade do país de formular políticas tecnológicas alinhadas a seus próprios interesses estratégicos, reforçando sua posição periférica no sistema internacional.

Outro aspecto relevante diz respeito à fragmentação do ecossistema de inovação brasileiro. A ausência de integração efetiva entre universidades, setor produtivo e políticas públicas limita a capacidade de transformar conhecimento científico em soluções tecnológicas aplicadas. O papel do Estado como indutor da inovação é fundamental para a construção de capacidades tecnológicas estratégicas, especialmente em países em desenvolvimento.

Além disso, a crescente centralidade da inteligência artificial na economia global exige a formação de competências específicas, tanto no nível técnico quanto institucional. A escassez de profissionais qualificados, aliada à competição internacional por talentos, representa um desafio adicional para o Brasil, que precisa não apenas formar, mas também reter capital humano especializado.

A construção de soberania algorítmica no país está intrinsecamente ligada à capacidade de articular uma visão estratégica de longo prazo, que integre desenvolvimento tecnológico, políticas industriais e governança digital. Sem essa articulação, o risco é que o Brasil permaneça como consumidor de tecnologias externas, limitado em sua capacidade de influenciar os rumos da transformação digital e de proteger seus interesses estratégicos em um ambiente cada vez mais competitivo e tecnologicamente orientado.

## **6. Limitações sistêmicas e desafios de governança da inteligência artificial**

**A** pesar de seu potencial transformador, sistemas de inteligência artificial apresentam limitações técnicas significativas que se tornam particularmente críticas em contextos estratégicos, como a defesa. Erros de classificação, vieses nos dados de treinamento e dificuldades de generalização podem comprometer a precisão das decisões, especialmente em ambientes dinâmicos e incertos. Além disso, esses sistemas são vulneráveis a ataques adversariais, nos quais pequenas perturbações nos dados de entrada podem induzir comportamentos inesperados ou decisões equivocadas. A dependência de grandes volumes de dados também introduz riscos associados à qualidade, integridade e representatividade das informações utilizadas no treinamento dos modelos.

Essas limitações técnicas não são apenas problemas operacionais, mas configuram riscos sistêmicos, uma vez que decisões automatizadas podem produzir efeitos amplos e, em alguns casos, irreversíveis. Em contextos de defesa, a ausência de mecanismos robustos de validação,

supervisão e controle pode amplificar esses riscos, comprometendo tanto a eficácia operacional quanto a legitimidade das ações realizadas por sistemas autônomos.

Diante desse cenário, a governança da inteligência artificial emerge como um dos principais desafios contemporâneos. A complexidade dos sistemas, a velocidade de inovação e a natureza transnacional das tecnologias dificultam a construção de marcos regulatórios eficazes e adaptáveis. No caso brasileiro, o debate regulatório encontra-se em desenvolvimento, refletindo a necessidade de equilibrar a promoção da inovação tecnológica com a garantia de responsabilidade, transparência e segurança.

A construção de um framework regulatório eficaz exige a articulação entre diferentes atores, incluindo governo, academia e setor privado, além do fortalecimento de capacidades institucionais para monitoramento e fiscalização. Ao mesmo tempo, é fundamental considerar as especificidades do contexto nacional, evitando a simples importação de modelos regulatórios externos que podem não se adequar às realidades locais. Nesse sentido, enfrentar as limitações técnicas da inteligência artificial e desenvolver estruturas de governança adequadas são processos indissociáveis, essenciais para garantir que a incorporação dessas tecnologias ocorra de forma segura, responsável e alinhada aos interesses estratégicos do Estado.

## 7. Conclusão

A incorporação de sistemas baseados em inteligência artificial na defesa contemporânea não constitui apenas um avanço tecnológico, mas uma transformação estrutural na forma como decisões estratégicas são concebidas e executadas. Ao deslocar o eixo da ação estatal para arquiteturas algorítmicas e infraestruturas digitais, essa mudança redefine os fundamentos do poder, introduzindo novas dinâmicas de dependência, vulnerabilidade e competição no sistema internacional. Nesse contexto, a noção de soberania algorítmica emerge como elemento central

para a compreensão da autonomia estatal no século XXI, na medida em que o domínio sobre dados, modelos e sistemas de decisão condiciona diretamente a capacidade dos Estados de formular e executar estratégias de forma independente.

Paralelamente, os desafios éticos associados à delegação de decisões a sistemas autônomos evidenciam os limites de uma abordagem puramente técnica. A opacidade dos modelos, a difusão da responsabilidade e a dificuldade de traduzir princípios normativos em estruturas computacionais demonstram que a inteligência artificial é, fundamentalmente, uma tecnologia política. Assim, sua incorporação na defesa deve ser compreendida como uma escolha estratégica e normativa, cuja condução definirá não apenas a posição dos Estados no sistema internacional, mas também os limites da autonomia humana em um mundo cada vez mais mediado por sistemas automatizados.

## Referências

ABIADE, Sheriffdeen Folaranmi. Algorithmic Sovereignty and the New Security Dependencies: How Foreign AI Surveillance Technologies Reshape Domestic Autonomy in the Global South. **World Journal of Advanced Research and Reviews**, 2025. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2>

BADAWY, Wael. Algorithmic sovereignty and democratic resilience: rethinking AI governance in the age of generative AI. **AI and Ethics** 5.5, 2025, p. 4855-4862.

BAEZA, Victor Monzon, et al. **AI-driven tactical communications and networking for defense: A survey and emerging trends**, 2025. arXiv preprint arXiv:2504.05071.

CECEZ-KECMANOVIC, Dubravka. "Ethics in the world of automated algorithmic decision-making—a posthumanist perspective." **Information and Organization** 35.3, 2025, 100587.

HUROCHKINA, Viktoriia, Svitlana Bondarenko, and Tomasz Szapiro. The implementation of artificial intelligence technologies in the military domain: Opportunities and risks. **2025 15th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)**. IEEE, 2025.

NALBANT, Kemal Gokhan, and TOKACI, Tuba. Developments in the defense industry with the impact of machine learning and artificial intelligence. **International Journal of Applied Sciences & Development** 4, p. 37-47, 2025.

NATARAJAN, Sriraam, et al. Human-in-the-loop or AI-in-the-loop? Automate or Collaborate?. **Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence**. Vol. 39. No. 27, 2025.

NAZIL, Ashikur Rahman. "AI at War: The next revolution for military and defense." (2025).

SÁ, Hebert Azevedo, et al. Tendências da inteligência artificial aplicada à defesa: forças, fraquezas, oportunidades e ameaças para o Brasil. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, 21.62, p. 01-33, 2025.

---

**Joelmir Ramos**- Graduado em Engenharia Elétrica / Eletrônica pela UERJ. Mestre em Engenharia Eletrônica pela UERJ. MBA em Data Science and Analytics pela USP. Doutorando Ciência da Computação e Gestão de Sistemas Complexos pela UFRJ. Criador do primeiro robô humanoide do Brasi: o Sistema 14-bis. Atua nas áreas de inteligência artificial, computação visual e robótica humanoide.