

COMANDO E CONTROLE NO NÍVEL ESTRATÉGICO: Uma proposta de aprimoramento para a Doutrina Militar Brasileira

Marcus Vinicius Silva Menezes¹
Ohara Barbosa Nagashima²

RESUMO

Este estudo tem como objetivo avaliar e propor alterações para a doutrina de Comando e Controle (C²) das Forças Armadas brasileiras, a fim de potencializar sua eficiência operacional. A pesquisa compara a doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle (SisMC²) do Ministério da Defesa (MD) com a nova doutrina do *Department of Defense* (DoD) dos Estados Unidos da América (EUA), o *Joint All-Domain Command and Control* (JADC2). Considerando o cenário geopolítico deste século, marcado por rápidas mudanças tecnológicas e ameaças emergentes, a compreensão dessas doutrinas é relevante para identificar oportunidades de melhoria e garantir a efetividade das operações militares. O trabalho adota uma abordagem qualitativa, utilizando investigação bibliográfica e comparação de documentos oficiais, relatórios governamentais e publicações acadêmicas. A análise destaca o valor da superioridade informacional, interoperabilidade e adoção de tecnologias avançadas como Inteligência Artificial (IA), *Machine Learning* e *Big Data* para a eficiência do C². A estrutura organizacional integrada e a descentralização dos processos decisórios são identificadas como elementos importantes para a modernização da doutrina. Os resultados indicam que a adoção de conceitos do JADC2, adaptados às necessidades brasileiras, pode fortalecer a doutrina do SisMC². Entre as propostas destacam-se: desenvolvimento da segurança e resiliência cibernética, ampliação da cooperação interagências e multinacional, emprego de novas tecnologias, como IA e sistemas autônomos, e criação de uma estrutura organizacional mais integrada. Conclui-se que a modernização da doutrina de C², baseada nas melhores práticas do JADC2, tem o potencial de promover uma coordenação eficiente entre os diferentes domínios operacionais e uma resposta ágil e precisa às novas ameaças com foco na superioridade informacional.

Palavras-chave: Comando e Controle. JADC2. SisMC². Inteligência Artificial. *Machine Learning*. *Big Data*. Segurança Cibernética. Interoperabilidade.

1 Doutor em Ciências Navais pela Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro - RJ, Brasil. E-mail: marcus.menezes@marinha.mil.br

2 Mestrado em Estudos Estratégicos pela UFF. Professor da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro - RJ, Brasil. E-mail: nagashima@marinha.mil.br. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0098522984982288>

INTRODUÇÃO

A geopolítica atual é marcada por um cenário dinâmico e complexo, onde atores globais, ameaças emergentes e avanços tecnológicos interagem, moldando as relações internacionais e as dinâmicas de poder. Neste contexto, o desenvolvimento e a aplicação de doutrinas de C² são essenciais para garantir a efetividade das Forças Armadas.

As ameaças híbridas, que combinam elementos convencionais e não convencionais, como ciberataques e propaganda, representam um desafio para a segurança global, pois exigem respostas adaptativas e abrangentes. Os ambientes operacionais modernos são complexos e diversificados, exigindo operações integradas e coordenadas em múltiplos domínios: terra, ar, mar, ciberespaço, eletromagnético e espaço. A interoperabilidade entre diferentes componentes das Forças é um requisito necessário para o sucesso das missões.

Ferramentas como Inteligência Artificial (IA)³, *Machine Learning*⁴ e *Big Data*⁵ oferecem capacidades revolucionárias para coleta e análise de informações em tempo real, possibilitando uma percepção mais precisa do campo de batalha, aprimorando o processo decisório e a eficiência operacional em ambientes multidimensionais.

A superioridade informacional se impõe no exercício eficiente do C². Isso inclui a capacidade de coletar, analisar e disseminar informações, além de influenciar narrativas e moldar a percepção pública, garantindo a empatia das populações, subvertendo a legitimidade dos adversários e assegurando o apoio da opinião pública por meio da exploração do componente cognitivo.

Em síntese, a geopolítica contemporânea é caracterizada pela interação complexa entre atores globais, ameaças híbridas e avanços tecnológicos. O domínio da informação é um ponto chave para o êxito em ambientes operacionais multidimensionais. A capacidade de controlar

3 Inteligência Artificial: é uma área da ciência que busca desenvolver sistemas operacionais com capacidade de executar tarefas que fazem uso da inteligência humana, como reconhecimento de fala, planejamento e solução de problemas (Poole; Mackworth, 2023).

4 *Machine Learning*: é uma subárea da IA, aborda o emprego de algoritmos e estatísticas que viabilizam aos computadores o aprendizado a partir de dados e a realização de previsões ou decisões sem a programação prévia para a condução dessas tarefas (Bishop, 2006).

5 *Big Data*: refere-se ao gerenciamento e análise de grandes quantidades de dados gerados a alta velocidade e variedade, exigindo novas abordagens de processamento para possibilitar insights e decisões em tempo real (Marz; Warren, 2015).

narrativas e informações pode ser relevante para a eficiência das doutrinas de C² nas operações militares atuais.

O presente artigo tem como objetivo avaliar e propor alterações que possam aprimorar a efetividade da atual doutrina de Comando e Controle (C²) empregada nas Forças Armadas brasileiras. Para isso, será realizado um esforço comparativo entre a doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle (SisMC²) do Ministério da Defesa (MD) e a nova doutrina do *Department of Defense* (DoD) dos Estados Unidos da América (EUA), o *Joint All-Domain Command and Control* (JADC2).

A seguinte questão central foi estabelecida para a pesquisa: “Que alterações obtidas a partir da comparação realizada entre as doutrinas do SisMC² e JADC2 teriam potencial de tornar a doutrina de C² em vigor no MD mais eficiente no enfrentamento de novas ameaças à segurança global?”.

Para o desenvolvimento foram estabelecidas cinco seções, além da introdução e conclusão, conforme descrito a seguir. A primeira seção fornece uma visão geral dos conceitos e da evolução do C² militar, preparando o caminho para a comparação entre as doutrinas do SisMC² e do JADC2.

A segunda e terceira seções apresentam uma análise detalhada de alguns aspectos relevantes selecionados para ambas as doutrinas. Já a quarta aborda a comparação entre as doutrinas, destacando suas similaridades, singularidades e implicações para a eficiência operacional das Forças Armadas.

Na quinta seção, são apresentadas propostas de modificações e adaptações para a doutrina brasileira, com foco na comparação realizada e nas melhores práticas identificadas na doutrina norte-americana. Por fim, a conclusão que destaca os principais aspectos abordados, enfatizando a importância da atualização das doutrinas de C², além de propor possíveis orientações para pesquisas futuras, bem como as devidas implicações deste artigo para a Marinha do Brasil (MB).

Comando e Controle: Conceitos e Evolução

O C² é um elemento vital para o sucesso das operações militares (Brasil, 2015), proporcionando a estrutura necessária para coordenar e direcionar as Forças Armadas na realização de suas missões. No decorrer da história, o C² passou por uma evolução notável, influenciada por avanços

tecnológicos, alterações no cenário geopolítico e o surgimento de novas doutrinas. Recentemente, a abordagem da Guerra Centrada em Redes (GCR), como descrita por Alberts, Garstka e Stein (2000), revolucionou a forma como as forças militares concebem e empregam o C².

- Conceitos de C²

O C² consiste no “[...] exercício de autoridade e direção por um comandante devidamente designado sobre forças atribuídas e adjudicadas para o cumprimento da missão”⁶ (*Department of Defense*, 2017, p. GL-5, tradução nossa). Complementando essa visão, a obra a seguir destaca que:

O resultado de um processo de comando e controle (C²) consiste nas decisões que um comandante toma, no grau em que a sua percepção sobre a situação e suas intenções são compartilhadas entre as forças, e nas manifestações das decisões de comando (por exemplo, planos, ordens e informações)⁷ (Alberts; Garstka; Stein, 2000, p.157, tradução nossa).

De acordo com a doutrina de Operações Conjuntas do MD (Brasil, 2020a), o C² militar é definido como a autoridade e direção sobre as Forças Armadas, garantindo a coordenação eficiente das operações. Tal conceito destaca a importância do C² na condução e no êxito das missões.

Nesse sentido, Till (2018, p.417, tradução nossa) afirma que “[...] é o C² eficaz que transforma um grupo de navios de guerra em uma esquadra de combate coesa”⁸. De forma complementar, a abordagem centrada em redes, como descrita por Alberts, Garstka e Stein (2000), ressalta a relevância da obtenção e alavancagem da superioridade informacional por meio da interligação de todos os níveis de comando, tropas e meios em rede, com o fito de uma vantagem militar.

6 No original: “The exercise of authority and direction by a properly designated commander over assigned and attached forces in the accomplishment of the mission”.

7 No original: “The output of a C2 process consists of the decisions a commander makes, the degree to which the commander’s perception of the situation and the commander’s intent is shared among the forces, and manifestations of command decisions (e.g., plans, orders, and information)”.

8 No original: “[...] it is effective command and control that turns a collection of warships into a cohesive fighting fleet”.

Logo, a definição e a abordagem do C² destacadas nas leituras analisadas refletem o valor dessa ferramenta para a coordenação das operações militares, principalmente em um contexto de GCR que oferece uma vantagem informacional.

- Influência dos Conflitos Históricos na Teoria e Prática Do C²

A análise dos conflitos históricos, como a Primeira e a Segunda Guerra Mundial, destaca sua influência significativa no desenvolvimento de sistemas mais avançados de C², impulsionando tanto a inovação tecnológica quanto estratégica (Alberts; Garstka; Stein, 2000).

A Primeira Guerra Mundial destacou a importância da comunicação rápida e eficaz para as operações militares. De forma complementar, o documento a seguir detalha a técnica empregada para transmissão de informações durante o conflito:

Durante a Primeira Guerra Mundial, a comunicação telegráfica sem fio foi amplamente empregada pelas marinhas do mundo e teve uma grande influência na característica da guerra naval. Estações costeiras e marítimas de alta potência tornaram possível a comunicação sem fio a longas distâncias⁹ (Britannica, [s.d.], tradução nossa).

A Segunda Guerra Mundial viu o surgimento de sistemas de C² mais complexos, fazendo uso amplo de tecnologias como o rádio e o radar. Tais tecnologias possibilitaram uma coordenação mais eficiente das operações militares em uma escala global (Britannica, [s.d.]).

Diante disso, a análise da influência desses conflitos na teoria e prática do C² evidencia como a experiência adquirida em situações de combate moldou as doutrinas e tecnologias militares contemporâneas, destacando a importância da adaptação e inovação contínuas.

9 No original: *“During World War I, wireless telegraph communication was employed extensively by the navies of the world and had a major influence on the character of naval warfare. High-powered shore and ship stations made wireless communication over long distances possible”.*

- Impacto das Guerras Contemporâneas na Evolução do C²

As guerras contemporâneas introduziram novas tecnologias e perspectivas ao cenário do C², resultando no desenvolvimento de doutrinas e práticas mais adaptativas e centradas na informação. O aumento da complexidade do ambiente operacional, seguido do surgimento de novas tecnologias como a computação em rede e a guerra cibernética, exigiu uma adaptação contínua das doutrinas de C². Ao integrar sistemas de comunicação avançados com plataformas de sensoriamento e armamento de precisão, as Forças Armadas podem obter uma vantagem significativa sobre o adversário.

De acordo com Singer e Friedman (2014), os sistemas de C² enfrentarão desafios crescentes em termos de cibersegurança, devido à necessidade de integrar tecnologias emergentes em rede, visando à garantia de uma cooperação interagências e interaliados eficiente. Além disso, Till (2018, p.332, tradução nossa) afirma que “a GCR permitirá ao comandante atacar mais alvos, em menos tempo, sobre uma área maior com menos plataformas”¹⁰. Tal integração é essencial para manter a eficiência frente às complexidades operacionais e ameaças cibernéticas.

Portanto, a análise do impacto das guerras atuais na evolução do C² destaca a importância da adaptação contínua e da inovação para enfrentar os desafios emergentes. O futuro do C² enfrentará questões relacionadas à cibersegurança, gestão da complexidade da informação e integração entre aliados e interagências. A habilidade de adaptar-se rapidamente às novas tecnologias e à evolução das ameaças será essencial para o êxito do C² em um cenário geopolítico dinâmico. A próxima seção analisará alguns aspectos selecionados da doutrina de C² empregada pelo MD.

A Doutrina do MD para o SISMC²

O SisMC², conforme estabelecido pelo MD, é um componente crítico para a coordenação e o êxito das operações militares. O sistema integra tecnologias avançadas e procedimentos rigorosos que asseguram a rápida tomada de decisões e a execução eficiente das operações. A doutrina do SisMC² é formulada para adaptar-se às necessidades contemporâneas de defesa, enfatizando interoperabilidade, resiliência e integração de novas tecnologias.

10 No original: “NCW will allow the commander to attack more targets, in less time over a greater space with fewer platforms”.

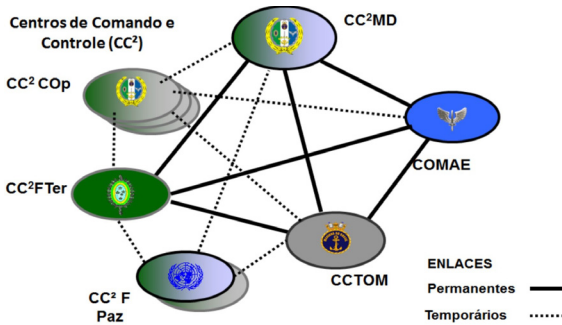
Nesta seção serão examinados os seguintes aspectos doutrinários do SisMC²: estrutura organizacional, processo decisório, tecnologias utilizadas, interoperabilidade, segurança cibernética, flexibilidade, uso de IA, cooperação interagências e com aliados, treinamento e capacitação, avaliação de desempenho e melhoria contínua.

- Estrutura Organizacional

A estrutura organizacional do sistema é desenhada para garantir a integração entre as diferentes áreas de atuação das Forças Armadas, além de suportar a complexidade das operações militares contemporâneas. A estrutura é dividida em diferentes níveis de comando, cada um com responsabilidades claramente definidas, mas interligados por sistemas de comunicação avançados que viabilizam a operação de todas as unidades de maneira sincronizada e eficiente. Tal doutrina estabelece a base para estruturação e implementação do C², provendo a manutenção da consciência situacional nos variados níveis de comando das Forças Armadas (Brasil, 2015). A norma de C² em vigor também destaca que:

No âmbito do SISMC², a atividade de C² é desenvolvida por meio de Centros de Comando e Controle (CC²), que deverão estar interconectados entre si por meio de rede de dados segregada e segura, permitindo a necessária comunicação de dados operacionais militares entre os níveis estratégico, operacional e tático (Brasil, 2015, p. 30).

A Figura 1 ilustra a interligação dos CC² ativados, permanentes e temporários, das Forças Armadas com o MD.

Figura 1 – Interligação dos CC² do SisMC²

Fonte: Brasil. Ministério da Defesa (2020a, p.165).

A configuração hierárquica e modular do SisMC² permite uma distribuição clara de responsabilidades e um fluxo eficiente de informações, o que é essencial para o sucesso das operações militares em ambientes dinâmicos e potencialmente hostis. Essa estrutura também suporta a flexibilidade operacional, permitindo ajustes rápidos em resposta a mudanças no teatro de operações ou em cenários de crise.

Logo, o emprego da estrutura organizacional do SisMC² é primordial para o êxito das missões, fornecendo uma base consolidada que permite respostas rápidas e coordenadas. A organização do sistema garante que todas as unidades que o integram possam operar de forma coesa, eficiente e adaptativa, maximizando a efetividade das operações em qualquer cenário.

- Processo Decisório

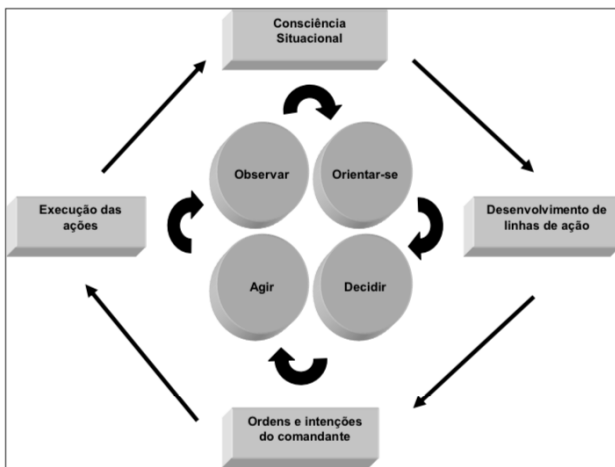
Corresponde às ações executadas pelo Comandante e seu Estado-Maior para tomar e executar decisões. Os processos decisórios no SisMC² são fundamentados em princípios de C² que dão ênfase à simplicidade, rapidez e precisão das decisões (Brasil, 2015). A seguir, será definido um conceito que contribui diretamente para o processo de tomada de decisão:

O ciclo de C² serve como referência para modelar a atividade. A partir dele, o mapeamento dos processos que condicionam o funcionamento de

uma cadeia de comando proporcionará que o fluxo de informações ocorra de forma adequada, de acordo com as normas preconizadas (Brasil, 2015, p. 25).

O ciclo de C² enfatizado no documento, conhecido como ciclo OODA (acrônimo para observar, orientar, decidir e agir), é basilar para entender como as decisões são processadas e implementadas no SisMC². As decisões resultantes de cada um desses ciclos modificam o contexto em que foram fundamentadas, exigindo atualização constante da consciência situacional, conforme ilustrado na figura 2 (Brasil, 2015).

Figura 2 – Funcionamento do ciclo OODA



Fonte: Brasil. Ministério da Defesa (2015, p.24).

De forma complementar, Coutau-Bégarie (2010, p.251) enfatiza que “a decisão estratégica é tomada, na maior parte das vezes, em uma atmosfera de estresse contínuo que não se encontra, no mesmo nível, em nenhuma outra atividade”.

A adoção de um modelo de tomada de decisão centralizado, mas com capacidade de delegação responsável, permite que decisões críticas

sejam tomadas

com base em informações atualizadas e análises detalhadas, reduzindo riscos e aumentando a probabilidade de sucesso das operações.

Portanto, os processos de tomada de decisão dentro do SisMC² buscam uma integração de informações para todos os níveis de comando em ambientes críticos, aliando-se à expertise dos decisores a um eficiente ciclo de C² (OODA) e a um modelo de delegação confiável para garantir precisão e rapidez, contribuindo significativamente para a manutenção da superioridade informacional.

- Tecnologias e Plataformas Utilizadas

A Estratégia Nacional de Defesa (END) destaca que é imperativo criar e ampliar polos tecnológicos integradores para alcançar a autonomia em desenvolvimento de projetos e fabricação de sistemas de comando, controle, comunicação, computação e inteligência (C4I), visando reduzir a dependência externa (Brasil, 2020b).

O SisMC² integra uma variedade de tecnologias avançadas, incluindo sistemas de comunicação por satélite, redes de sensores e plataformas de gestão de dados que são essenciais para garantir que o sistema de C² opere dentro dos parâmetros de segurança e eficiência requeridos (Brasil, 2015).

De acordo com a obra *Seapower: A Guide for the Twenty-first Century*, para lidar com o desenvolvimento de novas tecnologias, é necessário que a Força possua predisposição institucional e cultural para a adoção, adaptação e exploração das inovações de forma proativa (Till, 2018). Complementando essa visão, o livro *Tratado de Estratégia* ressalta que:

A ideia central é que a guerra tem a partir de então mudado radicalmente o seu modo de funcionamento, senão de natureza, com o surgimento de novos meios de vigilância, de designação e de transmissão e pelo emprego de armas de grande alcance e de grande precisão (Coutau-Bégarie, 2010, p. 403).

Logo, a utilização de tecnologias de ponta no SisMC² reflete o

compromisso proativo do MD com a modernização e a eficiência operacional do sistema, assegurando que o Brasil mantenha uma capacidade de defesa robusta e flexível, aprimorando o gerenciamento da área de operações e a capacidade de resposta às ameaças. Além disso, a END destaca a necessidade de ampliação dos polos tecnológicos integradores, com o propósito de contribuir para a autossuficiência em projetos e produção de sistemas estratégicos de defesa.

- Abordagem de Interoperabilidade

A interoperabilidade é um pilar central na estrutura e operação do SisMC², assegurando que todas as componentes das Forças Armadas possam operar de forma conjunta sem restrições. Segundo a doutrina de C² em vigor no MD:

Ao longo dos últimos anos, o MD tem envidado esforços no sentido de que as Forças Armadas operem de forma conjunta. Nesse sentido, os planejamentos para o preparo e para o emprego do poder militar brasileiro, conduzidos pelo Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas e pelas Forças, contemplam a interoperabilidade das Forças empregadas nas operações, sejam elas singulares ou conjuntas (Brasil, 2015, p.39).

A relevância da interoperabilidade é reiterada em documentos estratégicos, como a Política Nacional de Defesa (PND), que a considera umas das capacidades militares de projeção estratégica, primordiais para a defesa nacional (Brasil, 2020b).

A integração e interoperabilidade entre as Forças Armadas são tratadas como requisitos essenciais para o funcionamento do SisMC² em todos os níveis de operação (Brasil, 2015). Além disso, a Estratégia de Defesa Marítima (EDM) ressalta a importância da integração e segurança das comunicações intra-MB, com o MD e outras Forças Singulares (Brasil, 2023a).

A publicação Fundamentos Doutrinários da Marinha (FDM) define a interoperabilidade como a capacidade das Forças Armadas operarem de forma conjunta, buscando a sinergia durante a execução de

tarefas (Brasil, 2023b). De forma complementar, Till (2018) argumenta que a justificativa para a condução de diversos exercícios bilaterais e multilaterais é a necessidade de desenvolver a interoperabilidade.

Portanto, a abordagem de interoperabilidade centrada em redes adotada pelo SisMC² pretende contribuir para que as operações conjuntas ou multinacionais sejam realizadas com elevadas sinergia e eficiência, fortalecendo a capacidade de defesa nacional.

- Considerações sobre Resiliência e Segurança Cibernética

A resiliência no SisMC² não se limita apenas à redundância de sistemas e testes de estresse, mas também à capacidade de recuperação e adaptação rápida após incidentes cibernéticos. Estratégias de segurança cibernética são aplicadas para proteger dados críticos e infraestrutura de redes contra ataques, minimizando vulnerabilidades e reduzindo a superfície de ataque.

A END ressalta que as capacitações no setor cibernético destinam-se ao amplo espectro de emprego dual, incluindo tecnologias de comunicações entre as Forças Armadas para garantir interoperabilidade e capacidade de operar de maneira integrada e segura (Brasil, 2020b). Complementando essa visão, o Plano Estratégico da Marinha (PEM) 2040 ressalta que:

O espaço cibernético, onde inexitem fronteiras físicas, permeia todos os setores (marítimo, terrestre, aéreo e espacial) e é considerado um teatro de operações, em que a atribuição da responsabilidade de uma ação é difícil de ser totalmente confirmada (Brasil, 2020c, p.28).

Segundo a doutrina para o SisMC², as implementações em segurança no sistema seguem protocolos rigorosos para proteger a integridade, disponibilidade e confidencialidade das informações (Brasil, 2015).

De modo complementar, a política de segurança da informação para o SisMC² ressalta que a resiliência refere-se à habilidade que uma organização ou infraestrutura possui para suportar e superar os impactos de incidentes, ataques ou desastres, retomando a capacidade operacional

após o evento (Brasil, 2023).

Diante do exposto, a resiliência e a segurança cibernética são fundamentais para assegurar ao SisMC² a continuidade das operações frente às ameaças digitais. A implementação de redundâncias, testes regulares de stress e protocolos de criptografia avançada garantem que o sistema possa resistir e recuperar-se de interrupções sem comprometer a integridade ou a segurança das operações.

- Flexibilidade

A flexibilidade do SisMC² é evidenciada pela sua capacidade de se reconfigurar em resposta a exigências operacionais variadas. Isso inclui a possibilidade de integrar novas tecnologias e adaptações às estratégias sem comprometer a funcionalidade do sistema.

O *design* modular do SisMC² viabiliza a rápida adaptação aos diferentes cenários operacionais, além de contribuir para a manutenção da eficácia no cumprimento das missões (Brasil, 2015). Além disso, a doutrina em vigor no MD ressalta que:

O sistema de C² deverá ter capacidade para ser reconfigurado rapidamente e para responder a uma iminente mudança de ambiente. O Princípio da Flexibilidade poderá ser obtido por meio de projetos de sistemas inteligentes e pela possibilidade de utilização de instalações fixas, móveis e transportáveis (Brasil, 2015, p. 18).

Portanto, a flexibilidade do SisMC² permite que o sistema atenda com eficiência às dinâmicas mutáveis do ambiente de segurança e defesa. O projeto modular do sistema facilita adaptações rápidas. A capacidade de ajuste sustenta o desenvolvimento estratégico a longo prazo do sistema ao aprimorar a resposta à ameaças imediatas, além de assegurar a sua relevância diante dos avanços tecnológicos e dos novos desafios como a guerra híbrida¹¹.

11 Guerra híbrida: representa uma evolução no conceito de conflito, onde as fronteiras entre guerra e paz tornam-se cada vez mais imperceptíveis. A atuação de atores estatais e não-estatais nas diferentes expressões do poder nacional torna este tipo de guerra uma ameaça complexa e multifacetada, que exige respostas igualmente multidimensionais e coordenadas por parte das nações alvo. (Hoffman, 2007).

- Adoção de Inteligência Artificial e Análise de Dados

Para a doutrina de C², o emprego de ferramentas de IA, Machine Learning e Big Data oferece uma gama de possibilidades, desde a automação e simulação até a realização de análises preditivas que antecipam cenários operacionais e sugerem ações estratégicas. Tais tecnologias são fundamentais para o processamento de grandes volumes de dados em tempo real, possibilitando decisões mais fundamentadas e um ciclo de C² mais eficiente.

Durante palestra sobre as Políticas e Estratégias da Chefia de Educação e Cultura do MD, ministrada na Escola Superior de Guerra, em março de 2024, para o Curso Superior de Defesa, foi informado que a implementação de ferramentas de IA e análise de dados nas Forças Armadas encontra-se em fase de estudos no MD (Brasil, 2024a). De forma complementar, o Estado-Maior da Armada emitiu, no corrente ano, uma circular contendo diretrizes estratégicas para a implantação da IA na MB, abrangendo pesquisa, desenvolvimento e aplicação (Brasil, 2024b).

Diante do exposto, a adoção de tecnologias de IA e análise de dados pelo SisMC² poderia elevar significativamente sua capacidade de processamento e análise de informações, resultando em decisões mais rápidas, precisas e fundamentadas em princípios éticos e na legislação vigente. O emprego de ferramentas de IA para simulações, previsões e análises em tempo real transformaria a maneira como as informações são utilizadas, aumentando a precisão e a eficiência das operações. Tal avanço tecnológico, além de buscar aprimorar a capacidade analítica do sistema, também possui potencial para elevar a vantagem estratégica das Forças Armadas, viabilizando uma resposta mais ágil.

- Operações Interagências e Combinadas

A END ressalta que a capacidade de coordenação e controle visa possibilitar a interligação entre órgãos governamentais em qualquer circunstância, fundamentando-se no domínio e na integridade das comunicações (Brasil, 2020b).

De forma complementar, a doutrina para o SisMC² destaca que as Forças mobilizadas devem ter capacidade de operar de modo simultâneo ou coordenado, em operações militares, de Garantia da Lei e da Ordem (GLO) e interagências, em um ambiente conjunto e, algumas

vezes, multinacional (Brasil, 2015). Além disso, o Manual de Operações Interagências ressalta que:

As técnicas, procedimentos e sistemas de C² podem auxiliar na obtenção de unidade de esforços ajustadas ao ambiente interagências. A unidade de esforços só pode ser alcançada por meio de contínua e estreita coordenação e cooperação (Brasil, 2017, p. 20).

Portanto, tal integração pode ser viabilizada por meio da disponibilização de informações e do compartilhamento de consciência situacional necessárias às agências governamentais e Forças multinacionais envolvidas, resultando em sinergia e sincronismo essenciais para as operações interagências e, por vezes, combinadas.

- Treinamento E Capacitação

Os programas de capacitação são atualizados regularmente para incorporar as últimas tecnologias e procedimentos, garantindo que o pessoal esteja apto a responder aos cenários complexos de operações diante dos desafios emergentes (Brasil, 2015). Além disso, conforme descrito pela Doutrina para o SisMC², “incluir-se-á, nesse contexto, o treinamento de pessoal em procedimentos de segurança, no emprego de sistemas criptológicos e na utilização de processos e técnicas de troca de informações seguras” (Brasil, 2015, p. 18).

Logo, a capacitação contínua e o desenvolvimento de habilidades do pessoal envolvido são fundamentais para a manutenção da segurança e prontidão operacional do SisMC² em todos os níveis.

- Avaliação de Desempenho e Melhoria Contínua

O SisMC² implementa uma abordagem rigorosa para avaliação de desempenho por meio de indicadores, focada em melhoria contínua, que permite identificar os aspectos a serem aprimorados e implementar ações corretivas. Nesse sentido, a doutrina de C² em vigor destaca que:

Os contínuos controles e avaliação das ações planejadas se fazem por meio de ferramentas denominadas indicadores, os quais constituem dados quantitativos ou qualitativos que permitem ao Estado-Maior Conjunto acompanhar o desenvolvimento das operações, comparando os resultados obtidos com o planejamento da campanha (Brasil, 2015, p. 27).

Portanto, tal abordagem contribui para que o SisMC² atenda às expectativas em termos de desempenho operacional, adaptando-se continuamente às mudanças do ambiente operacional e às novas exigências por meio da identificação dos aspectos a serem aprimorados e implementação de ações corretivas.

A próxima seção analisa alguns aspectos selecionados da nova doutrina de C² implementada pelo DoD.

A Doutrina do DoD para o JADC2

Em março de 2022, foi aprovado pelo DoD o plano de implementação da estratégia do JADC2 que corresponde à resposta para os desafios emergentes que os EUA enfrentam um ambiente de segurança global cada vez mais complexo e competitivo (Lopez, 2022). Adversários como China e Rússia têm demonstrado capacidades crescentes em múltiplos domínios de guerra, exigindo dos EUA uma abordagem capaz de neutralizar essas ameaças de maneira integrada e eficiente. Nesse contexto, o JADC2 surge como um pilar central para a manutenção da superioridade militar norte-americana, provendo uma estrutura que viabiliza uma sinergia sem precedentes entre as Forças Armadas e capacidades tecnológicas avançadas. As operações militares atuais empregam novas tecnologias, como veículos autônomos, IA e redes de sensores, e requerem coordenação e velocidade de decisão que os sistemas tradicionais de C² muitas vezes não conseguem prover. A capacidade de processar informação tornou-se tão crítica quanto à força física.

A nova doutrina de C² está alinhada com as diretrizes estratégicas nacionais que enfatizam a necessidade de integrar capacidades em todos os domínios para enfrentar adversários que operam da mesma forma. Além disso, contribui para que os EUA possam reagir às ameaças em tempo real de forma efetiva e fundamentada.

Nesta seção, serão examinados os principais aspectos do JADC2,

com ênfase em seu papel no futuro das operações militares dos EUA, com o objetivo de subsidiar uma análise comparativa entre as doutrinas de C² do MD e DoD.

- Estrutura Organizacional

O JADC2 é projetado para otimizar a sinergia e a eficiência operacional entre as Forças Armadas dos EUA, incorporando uma estrutura organizacional que promova a integração e o comando conjunto em todos os domínios de guerra. A estrutura organizacional do JADC2 é caracterizada por uma abordagem de camadas múltiplas que inclui vários *stakeholders*¹², desde o nível estratégico até o tático.

De forma complementar, a nova doutrina ressalta que:

O JADC2 transcende qualquer capacidade, plataforma ou sistema; oferece uma oportunidade para acelerar a implementação do avanço tecnológico necessário e a mudança doutrinária na forma como a Força Conjunta conduz C²¹³ (*Department of Defense, 2022, p. 2, tradução nossa*).

Para alcançar a integração de múltiplos domínios que contribui para aperfeiçoar a eficiência na coordenação entre as Forças Armadas, é necessário reorganizar as estruturas existentes. Logo, a organização multifacetada do JADC2 facilitaria uma implementação estratégica e integrada das capacidades de C², provenientes de novas tecnologias, em todos os domínios, promovendo superioridade operacional sustentada por meio de uma gestão e compartilhamento de informações mais eficientes. Essa estrutura oferece flexibilidade e resiliência na resposta às ameaças em um ambiente de segurança global em rápida evolução.

12 O JADC2 transcende qualquer capacidade, plataforma ou sistema; oferece uma oportunidade para acelerar a implementação do avanço tecnológico necessário e a mudança doutrinária na forma como a Força Conjunta conduz C² (*Department of Defense, 2022, p. 2, tradução nossa*).

13 No original: “JADC2 transcends any single capability, platform, or system; it provides an opportunity to accelerate the implementation of needed technological advancement and doctrinal change in the way the Joint Force conducts C2”.

- Processo Decisório

O processo de tomada de decisão no JADC2 é acelerado pelo uso de tecnologia avançada, incluindo a IA e análise de dados em tempo real. A redução do ciclo de C² é uma das capacidades críticas que o JADC2 busca aprimorar. Em cenários de guerra modernos, onde segundos podem determinar o resultado de um confronto, a capacidade de processar informações e coordenar uma resposta em tempo real é indispensável. O JADC2 é projetado para acelerar o ciclo OODA, agilizando a coleta e análise de dados em todos os domínios para uma resposta rápida e eficaz (Department of Defense, 2022).

O plano de implementação a seguir destaca como a nova doutrina de C² poderá contribuir para produzir uma vantagem informacional:

O JADC2 permitirá que a Força Conjunta utilize volumes crescentes de dados, empregue automação e Inteligência Artificial (IA), conte com uma infraestrutura segura e resiliente, e atue no ciclo de decisão de um adversário¹⁴ (Department of Defense, 2022, p. 2, tradução nossa).

A capacidade do JADC2 de acelerar o ciclo OODA em combate representa um avanço relevante para as operações militares dos EUA. Ao adiantar a análise e resposta às ameaças, o JADC2 permite reações rápidas e fundamentadas, essenciais em um teatro de operações repleto de incertezas e riscos.

A complexidade em definir a autoridade responsável pelas decisões em um sistema altamente integrado, como o JADC2, pode exigir uma revisão das estruturas de comando existentes. De modo complementar, o documento a seguir destaca a importância de tal definição:

Os analistas também perguntam quem teria autoridade de decisão entre os domínios, dado que, tradicionalmente, as autoridades

14 No original: "JADC2 will enable the Joint Force to use increasing volumes of data, employ automation and Artificial Intelligence (AI), rely upon a secure and resilient infrastructure, and act inside an adversary's decision cycle".

de comando são delegadas em cada domínio e não a partir de uma perspectiva de campanha geral¹⁵ (*Congressional Research Service, 2022, p. 1, tradução nossa*).

Portanto, a definição da autoridade responsável pela tomada de decisão no JADC2 destaca os desafios de unificar o comando em um sistema altamente integrado. As incertezas sobre quem deterá a autoridade para decidir entre diferentes domínios apontam para a necessidade de revisão e possível reestruturação das cadeias de comando existentes.

- Tecnologias e Plataformas Utilizadas

A nova doutrina de C² faz uso extensivo de tecnologias atuais, como sensores avançados, sistemas autônomos, redes de comunicação seguras, além de capacidades avançadas de IA, para suportar operações em todos os domínios, proporcionando uma vantagem informacional significativa sobre adversários.

O JADC2 exige a integração de uma variedade de sistemas de C², sensores e plataformas, anteriormente desenvolvidos e operados de forma independente (*Department of Defense, 2022*), corroborando com a Estratégia Nacional de Segurança dos EUA que destaca a importância de “equipar a força de trabalho com tecnologia de ponta e integrar melhor ferramentas de dados e análise para apoiar a tomada de decisões”¹⁶ (*Biden-Harris Administration, 2022, p. 46, tradução nossa*). Complementarmente, o documento a seguir ressalta o valor da integração das novas tecnologias e diversas plataformas utilizadas para a doutrina de C²:

O JADC2 pretende permitir que os comandantes tomem melhores decisões coletando dados de numerosos sensores, processando os dados usando algoritmos de inteligência artificial para identificar alvos, e então recomendando a arma ótima, tanto cinética quanto não cinética (por

15 No original: “Analysts also ask who would have decision making authority across domains, given that, traditionally, command authorities are delegated in each domain rather than from an overall campaign perspective”.

16 No original: “Equipping the workforce with cutting-edge technology and better integrate data and analytic tools to support decision-making”.

exemplo, armas cibernéticas ou eletrônicas), para engajar o alvo¹⁷ (*Congressional Research Service*, 2022, p. 1, tradução nossa).

Portanto, a integração de sistemas e plataformas dos diversos domínios militares traria uma contribuição valiosa para o funcionamento do JADC2, permitindo comunicação eficiente e compartilhamento de dados em tempo real, com ênfase em respostas rápidas e precisas, apoiadas por IA, sendo fundamental para ampliar a eficiência das operações conjuntas, produzindo uma resposta mais ágil e coordenada com o propósito de aprimorar a identificação e o engajamento de alvos em ambientes de guerra modernos e interconectados.

A implementação do JADC2 também reflete um compromisso estratégico com a inovação tecnológica. Isso envolve o desenvolvimento e a integração de tecnologias emergentes como IA, processamento de *Big Data*, *Machine Learning*, comunicações seguras e autônomas, e tecnologias de rede avançadas.

A doutrina de C² do DoD ressalta que:

O JADC2 oferece uma abordagem coerente para moldar futuras capacidades de C² da Força Conjunta e pretende desenvolver a capacidade de combate para perceber, entender e agir em todos os níveis e fases da guerra, em todos os domínios e com parceiros, para entregar vantagem informacional na velocidade da relevância (*Department of Defense*, 2022, p. 3, tradução nossa).

Diante disso, a inovação contínua é essencial para consolidação do JADC2 no futuro, com foco claro na evolução das capacidades de C² que abrangem todos domínios de combate. A integração de avanços em IA, Big Data e comunicações seguras, entre outros, contribuiria para manter a superioridade informacional dos EUA em um ambiente de segurança

17 No original: “JADC2 intends to enable commanders to make better decisions by collecting data from numerous sensors, processing the data using artificial intelligence algorithms to identify targets, then recommending the optimal weapon, both kinetic and nonkinetic (e.g., cyber or electronic weapons), to engage the target”.

global cada vez mais dominado pela tecnologia.

- Abordagem de Interoperabilidade

No JADC2, a interoperabilidade refere-se à capacidade de efetuar operações conjuntas e combinadas entre diferentes Forças Armadas e domínios. É um pilar essencial para o êxito das operações modernas, permitindo uma resposta coordenada e eficiente em ambientes complexos e dinâmicos que empregam alta tecnologia.

De acordo com a Estratégia Nacional de Segurança dos EUA, a interoperabilidade é fundamental para o desenvolvimento da capacidade de conduzir operações conjuntas (*National Security Strategy, 2022*). Além disso, a obra Tratado de Estratégia afirma que:

O problema se torna ainda mais complexo quando é preciso conduzir as forças que operam em teatros separados ou em meios (terra, mar, ar) diferentes, ou são de naturezas diferentes (militares, econômicos, psicológicos) (Coutau-Bégarie, 2010, p. 262).

Conforme destacado nos documentos de estratégia, a interoperabilidade no JADC2 é fundamentada na capacidade de integrar e sincronizar operações em todos os domínios, facilitando uma gestão de combate coesa e adaptativa. A necessidade ampliar a interoperabilidade surge da crescente conscientização de que futuros conflitos exigirão uma coordenação excepcional entre diferentes forças e plataformas. As operações militares modernas dependeriam cada vez mais de redes capazes de conectar sensores e armamentos em vastas áreas, em tempo real (*Department of Defense, 2022*). O conceito de interoperabilidade proposto pelo JADC2 visa conectar em rede os meios disponíveis em um campo de batalha, possibilitando a ampliação da consciência situacional e de capacidades para os decisores.

O JADC2 busca implementar protocolos comuns que permitam uma comunicação eficiente, independentemente dos sistemas utilizados pelas Forças. Portanto, a implementação eficiente da interoperabilidade no JADC2 contribuiria para o aperfeiçoamento das operações futuras, garantindo que as forças possam operar de maneira sincronizada e

integrada em ambientes dinâmicos e incertos que empregam tecnologia no estado da arte, conectando sensores e armamentos em grandes áreas de operação, além de compartilhar consciência situacional. A capacidade de conduzir operações conjuntas em todos os domínios seria um diferencial estratégico para os EUA.

- Considerações sobre Resiliência e Segurança Cibernética

A resiliência do JADC2 diante de ataques cibernéticos e outras formas de interrupção é assegurada por meio de robustos sistemas de segurança cibernética que protegem as informações críticas e a infraestrutura de comunicações. A Estratégia Nacional de Segurança dos EUA afirma que:

Nosso objetivo é dissuadir ataques cibernéticos de atores estatais e não estatais e responderemos de forma decisiva com todas as ferramentas apropriadas do poder nacional a atos hostis no ciberespaço¹⁸ (*Biden-Harris Administration*, 2022, p. 34, tradução nossa).

De acordo com o plano de implementação do JADC2, “o C² da Força Conjunta deve empregar uma proteção em camadas guiada por uma forte defesa cibernética para impedir atividades maliciosas que possam ameaçar as operações”¹⁹ (*Department of Defense*, 2022, p. 7, tradução nossa). Além disso, Till (2018) destaca que a segurança cibernética é essencial para a proteção dos interesses do Estado.

Diante do exposto, a segurança cibernética no contexto do JADC2 seria considerada um ponto crítico devido à integração e automatização dos sistemas de defesa. O desenvolvimento de protocolos de segurança robustos e mecanismos de proteção de dados, capazes de prevenir, detectar e responder a ameaças cibernéticas de forma eficiente, auxiliariam na proteção contra o crescente risco de ataques. Uma estratégia de segurança consistente contribuiria para manter a resiliência das operações militares

18 No original: “We aim to deter cyber attacks from state and non state actors and will respond decisively with all appropriate tools of national power to hostile acts in cyberspace”.

19 No original: “Joint Force C2 must employ a layered defense spearheaded by a strong cyber defense to deter malicious activity that would threaten enterprise operations”.

frente às ameaças digitais.

Destaca-se um ponto de atenção quanto à maturidade técnica do JADC2, questionando se a infraestrutura atual é capaz de suportar a integração proposta sem comprometer a segurança e a eficiência operacional.

O documento a seguir ressalta a importância da segurança cibernética para a doutrina de C²:

Alguns analistas adotam uma abordagem mais cética em relação ao JADC2. Eles questionam sua maturidade técnica e acessibilidade, e se é mesmo possível implementar uma rede que possa conectar com segurança sensores a armamentos e suportar o C² em um ambiente letal e saturado em guerra eletrônica²⁰ (*Congressional Research Service*, 2022, p. 1, tradução nossa).

Portanto, as preocupações sobre a maturidade e acessibilidade do JADC2 geram dúvidas sobre a capacidade da infraestrutura existente de suportar a integração proposta, mantendo a segurança e a eficiência operacional. A complexidade de conectar sistemas de forma segura em um ambiente potencialmente hostil aparenta ser uma questão crítica.

- Flexibilidade

A nova doutrina de C² busca oferecer flexibilidade às Forças Armadas, além de contribuir para que possam operar com eficiência em ambientes contestados e degradados, mantendo a prontidão dos sistemas, também inclui o desenvolvimento de tecnologias e métodos para manter a integridade e a funcionalidade dos sistemas de C², mesmo sob ataques cibernéticos, guerra eletrônica ou outras formas de interferência (*Department of Defense*, 2022).

A flexibilidade seria alcançada por meio da implementação de tecnologias avançadas e de uma abordagem que assegure a rápida reconfiguração de recursos e estratégias em resposta às ameaças

20 No original: "Some analysts take a more skeptical approach to JADC2. They raise questions about its technical maturity and affordability, and whether it is even possible to field a network that can securely and reliably connect sensors to shooters and support command and control in a lethal, electronic warfare-rich environment".

emergentes.

Logo, a capacidade de adaptação do JADC2 reforçaria a resiliência das operações militares por meio da flexibilidade dos sistemas, permitindo a continuidade das ações mesmo sob condições adversas, com potencial de gerar uma vantagem estratégica significativa.

- Adoção de Inteligência Artificial e Análise de Dados

O JADC2 incorpora o uso avançado de IA, *Big Data* e *Machine Learning* para buscar o aprimoramento da análise de dados e suporte à tomada de decisão em todos os níveis (*Department of Defense*, 2022). Complementando essa visão, o artigo científico menciona que a aplicação de técnicas de:

Inteligência artificial (IA) e Aprendizado de Máquina podem potencialmente melhorar a integração entre domínios e aumentar a qualidade das decisões em escalas de tempo dinâmicas²¹ (RAND Corporation, 2020, p. 46, tradução nossa).

Além disso, a obra *Seapower* afirma que “o uso crescente de inteligência artificial e sistemas não tripulados está transformando a guerra naval e aumentando as capacidades das marinhas modernas”²² (Till, 2018, p. 382, tradução nossa).

A nova doutrina busca integrar tecnologias avançadas, como IA e automação, com o propósito de aprimorar a análise de grandes volumes de dados, identificar padrões, impulsionar o desenvolvimento de sistemas capazes de aprender, adaptar-se a partir de dados coletados e automatizar decisões críticas em tempo real.

No entanto, a adoção de tais tecnologias enfrenta desafios relevantes, incluindo questões sobre o desenvolvimento de confiabilidade no uso de IA em decisões militares e a necessidade de treinamento adequado para operadores, que devem seguir procedimentos éticos, orientados

21 No original: “AI/ML provides the potential to improve integration across domains and increase decision quality at time scales called for by dynamic situations”.

22 No original: “The increasing use of artificial intelligence and unmanned systems is transforming naval warfare and enhancing the capabilities of modern navies”.

pela legislação vigente, como o Direito Internacional Humanitário (DIH) que busca limitar os efeitos da guerra sobre indivíduos e propriedades, incluindo disposições específicas para a proteção dos feridos, prisioneiros de guerra e civis em áreas de hostilidades (CICV, 1949, 1977; *International Review of the Red Cross*, 2015).

De forma complementar, Stewart e Hinds (2023) destacam que a utilização de algoritmos de IA no processo decisório em conflitos armados pode acelerar o ciclo OODA, porém também oferece riscos relevantes relacionados à proteção de civis e à escalada de conflitos originada por erros sistêmicos.

Portanto, o emprego de tecnologias avançadas, como IA e *Machine Learning*, parece ser importante para aprimorar a análise de dados e a tomada de decisões no JADC2. Essas tecnologias promoveriam uma automação inteligente que pode acelerar o processo decisório, proporcionando uma vantagem estratégica. Contudo, enfrentam desafios de confiabilidade e dilemas éticos, particularmente no contexto militar. É imperativo que, para a sua implementação, tais tecnologias sejam rigorosamente testadas e que sejam elaborados protocolos para permitir decisões precisas e justas. Além disso, a ampliação da automação e o uso de IA no JADC2 levantam preocupações justificadas sobre a necessidade da supervisão humana em decisões críticas. Assim prevê o documento a seguir:

Alguns também questionam quanto será necessário o envolvimento humano para que o JADC2 tome decisões em tempo real e se é apropriado reduzir a quantidade de envolvimento humano em decisões relacionadas a assuntos militares²³ (*Congressional Research Service*, 2022, p. 1, tradução nossa).

Diante do exposto, o aumento da automação e utilização de IA no JADC2 também geram questionamentos sobre a redução da participação dos Comandantes nas decisões críticas. Essas questões destacam a necessidade de equilibrar inovação tecnológica com supervisão humana adequada, assegurando que as decisões mantenham-se éticas e confiáveis.

23 No original: “Some also question how much a human will be needed for JADC2 to make decisions in real time, and whether it is appropriate to reduce the amount of human involvement in military-related decisions”.

- Operações Interagências e Combinadas

O JADC2 fomenta uma cooperação estreita entre as Forças Armadas dos EUA, agências civis e aliados, visando expandir seu domínio de aplicação além das operações militares convencionais, incluindo operações em ambientes civis e de segurança interna, exigindo uma resposta integrada por meio de um maior compartilhamento de informações, consciência situacional e recursos.

Segundo a estratégia para o JADC2 (*Department of Defense*, 2022), a interoperabilidade do sistema contribuiria para a condução de operações conjuntas, combinadas e interagências, ampliando a efetividade operacional em todos os domínios. Além disso, a obra *Seapower* destaca que a cooperação interagências é essencial para enfrentar de forma eficiente as ameaças atuais (Till, 2018).

Logo, a cooperação interagências e com aliados é um dos pilares do JADC2, promovendo a ampliação da eficiência operacional por meio de um esforço colaborativo e coordenado que visa robustecer a resiliência e a capacidade de resposta em situações de crise ou de segurança interna. A Integração e o compartilhamento de informações em tempo real são relevantes para a tomada de decisão. A nova estratégia de C² contribui para a superioridade militar dos EUA.

- Treinamento e Capacitação

Programas de treinamento e capacitação são essenciais para preparar pessoal militar e civil para operar dentro do novo paradigma do JADC2, garantindo que os envolvidos estejam aptos a maximizar o uso das novas tecnologias e processos deste complexo sistema de C². O artigo científico a seguir afirma que:

O treinamento do JADC2 exigirá a capacidade de simular um grande número de entidades, ambientes degradados e contestados, e efeitos críveis de todos os domínios desde o nível tático até o estratégico da guerra²⁴ (*RAND Corporation*, 2023, p. 18, tradução nossa).

24 No original: “Training for JADC2 will require the ability to simulate large numbers of entities, degraded and contested environments, and credible effects from all domains and from the tactical to strategic levels of war”.

Diante disso, a capacitação por meio de treinamento especializado, simulando entidades, ambientes degradados e contestados, e efeitos críveis em todos os domínios do nível tático até o estratégico, pode contribuir para incrementar a eficiência do JADC2.

- Avaliação de Desempenho e Melhoria Contínua

O JADC2 inclui um *framework* robusto para avaliação de desempenho, buscando garantir que melhorias contínuas sejam implementadas baseadas em *feedback* operacional e análises de efetividade.

A estratégia para o JADC2 destaca a necessidade de avaliação contínua e adaptação das capacidades com o propósito de contribuir para que a Força Conjunta possa operar efetivamente integrada em condições degradadas, interrompidas e contestadas (*Department of Defense*, 2022). De forma complementar, a *RAND Corporation* (2023) ressalta que a análise contínua das capacidades do JADC2 permitiria uma adaptação mais ágil às mudanças, destacando a necessidade de um processo de feedback e ajustes.

Assim, as práticas de avaliação de desempenho e contínuo aprimoramento parecem ser fundamentais para a manutenção da superioridade nos níveis de comando do JADC2, sustentando a preparação militar em um ambiente de segurança global em constante transformação. A adoção de uma abordagem proativa e receptiva à inovação e aos desafios emergentes poderia auxiliar na manutenção da eficiência do JADC2 a longo prazo.

Comparação das Doutrinas de C²: Identificação de Similaridades e Singularidades

Nesta seção realiza-se uma comparação das doutrinas do SisMC² e do JADC2 que foram estudadas anteriormente. Serão destacadas as principais similaridades e as singularidades observadas.

- Sumário de Similaridades

O SisMC² e o JADC2 compartilham similaridades em suas doutrinas de C². Ambos os sistemas utilizam estruturas organizacionais que promovem integração e coordenação entre diferentes níveis de comando. Adotam o ciclo OODA como base para seus processos decisórios, enfatizando simplicidade, rapidez e precisão. Em termos de tecnologias

e plataformas, ambos integram sistemas de comunicação seguros, redes de sensores e plataformas de gestão de dados para garantir eficiência e segurança das operações.

Além disso, a interoperabilidade é um componente central em ambos os sistemas, permitindo a condução eficiente de operações conjuntas entre as Forças Armadas. A Resiliência e a segurança cibernética são abordadas de forma proativa, com uso de sistemas redundantes, testes de estresse e protocolos de segurança rigorosos. Os dois sistemas também priorizam a flexibilidade, facilitando reconfigurações rápidas em resposta a novas ameaças. A adoção de IA e análise de dados é reconhecida como uma tendência importante para melhorar a tomada de decisão e a eficiência operacional. A cooperação interagências é enfatizada para maximizar a eficiência das operações militares, bem como treinamento contínuo e capacitação do pessoal. Por fim, ambos os sistemas utilizam avaliações de desempenho e estratégias de melhoria contínua para manter a eficiência operacional.

- Sumário de Singularidades

A despeito das similaridades identificadas, existem diferenças marcantes entre o SisMC² e o JADC2. A estrutura organizacional do SisMC² é caracterizada por uma hierarquia modular com ênfase na integração entre diferentes setores das Forças Armadas, enquanto o JADC2 adota uma abordagem mais flexível e multifacetada, promovendo uma integração mais profunda entre as Forças Armadas dos EUA e suas capacidades tecnológicas avançadas. No processo decisório, o SisMC² enfrenta desafios devido à necessidade de integrar sistemas legados, enquanto o JADC2 se beneficia de tecnologias avançadas como IA e análise de dados em tempo real.

O SisMC² depende de sistemas legados e enfrenta alguns desafios para sua modernização tecnológica. Em contrapartida, o JADC2 destaca-se pela utilização de tecnologias emergentes e interoperabilidade eficiente entre diferentes domínios operacionais, facilitando a comunicação em tempo real e a análise preditiva de dados. Em termos de resiliência e cibersegurança, o JADC2 utiliza uma infraestrutura altamente automatizada e integrada, permitindo uma resposta mais ágil e coordenada às ameaças cibernéticas. A flexibilidade do SisMC² é marcada pela possibilidade de utilizar instalações fixas, móveis e transportáveis,

enquanto o JADC2 se beneficia de tecnologias emergentes para manter a eficiência operacional sob condições adversas.

Na adoção de IA e análise de dados, o SisMC² ainda está em fase de estudos, enquanto o JADC2 já integra tais tecnologias para processar grandes volumes de dados e automatizar decisões críticas em tempo real. Para a cooperação interagências, o SisMC² enfrenta desafios na implementação eficiente devido à integração de sistemas independentes de órgãos governamentais, enquanto o JADC2 utiliza padrões e protocolos comuns para facilitar a colaboração entre diferentes sistemas e domínios operacionais. Em termos de treinamento e capacitação, o JADC2 se diferencia pela amplitude e profundidade dos seus programas, abrangendo uma maior variedade de cenários e tecnologias emergentes. Por fim, o JADC2 apresenta uma vantagem significativa na avaliação de desempenho e melhoria contínua, utilizando tecnologias emergentes para aprimorar a análise de desempenho e implementar melhorias de forma mais ágil.

- Quadro Síntese da Avaliação Comparativa entre as Doutrinas de C²

O quadro a seguir apresenta de forma sintetizada a avaliação comparativa entre as doutrinas do SisMC² e do JADC2, apontando as similaridades e singularidades para os aspectos estudados nesta pesquisa.

Quadro 1 – Comparação entre o SisMC² e JADC2

Aspectos	Similaridades	Singularidades	
		SisMC ²	JADC2
Estrutura Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> - Integração e coordenação entre diferentes níveis de comando - Centros de C² interconectados 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura hierárquica e modular - Integração entre diferentes níveis das Forças Armadas do Brasil 	<ul style="list-style-type: none"> - Abordagem flexível e multifacetada - Maior Integração entre as Forças Armadas dos EUA (C² conjuntos) e capacidades tecnológicas avançadas
Processo Decisório	<ul style="list-style-type: none"> - Princípios de C² com ênfase em simplicidade, rapidez e precisão - Ciclo OODA - Inteligência e dados operacionais 	<ul style="list-style-type: none"> - Desafios com sistemas legados - Modelo centralizado com delegação responsável 	<ul style="list-style-type: none"> - Benefício de tecnologias avançadas como IA e análise de dados em tempo real
Tecnologias e Plataformas Utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de tecnologias avançadas para coordenação e execução - Sistemas de comunicação seguros, redes de sensores e plataformas de gestão de dados 	<ul style="list-style-type: none"> - Dependência de sistemas legados - Esforços para modernização 	<ul style="list-style-type: none"> - Integração de tecnologias emergentes - Comunicação em tempo real e análise preditiva de dados

Abordagem de Interoperabilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Importância da interoperabilidade para operações conjuntas - Coordenação e uso eficiente dos recursos 	<ul style="list-style-type: none"> - Desafios com integração de sistemas legados 	<ul style="list-style-type: none"> - Abordagem global e moderna com uso de protocolos comuns - Conexão de sensores e armamento em tempo real
Resiliência e Segurança Cibernética	<ul style="list-style-type: none"> - Abordagem proativa e integrada; - Sistemas redundantes, testes de estresse e protocolos rigorosos de segurança 	<ul style="list-style-type: none"> - Desafios para implementação em sistemas legados 	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestrutura automatizada e integrada - Uso de IA e <i>Machine Learning</i> para análise de dados, identificação de ameaças e tomada de decisão em tempo real
Flexibilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Projetados para serem flexíveis e adaptáveis - Reconfigurações rápidas em resposta a novas ameaças e oportunidades 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade de reconfiguração usando instalações fixas, móveis e transportáveis 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de tecnologias emergentes para manter a integridade e funcionalidade sob condições adversas
Adoção de IA e Análise de Dados	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento da importância de IA e análise de dados para melhorar a tomada de decisão e eficiência operacional 	<ul style="list-style-type: none"> - Em fase de estudos 	<ul style="list-style-type: none"> - Integra amplamente IA e <i>Machine Learning</i> - Processamento de <i>Big Data</i> e automatização de decisões críticas, éticas e em tempo real
Cooperação Interagências e com Aliados	<ul style="list-style-type: none"> - Ênfase na colaboração estreita entre Forças Armadas e outras agências - Interligação entre órgãos governamentais 	<ul style="list-style-type: none"> - Desafios na implementação eficiente devido à integração de sistemas independentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de padrões e protocolos comuns para facilitar a colaboração
Treinamento e Capacitação	<ul style="list-style-type: none"> - Valorização do treinamento contínuo e especializado - Programas regulares de capacitação 	<ul style="list-style-type: none"> - Foco em procedimentos específicos de segurança e sistemas criptológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Amplitude e profundidade dos programas de treinamento - Simulação de grandes números de entidades e ambientes
Avaliação de Desempenho e Melhoria Contínua	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de indicadores de desempenho para monitorar e melhorar operações - Avaliações contínuas para identificar aspectos a aprimorar 	<ul style="list-style-type: none"> - Desafios com a integração de sistemas legados 	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestrutura automatizada e integrada - Análise de desempenho em tempo real e implementação ágil de melhorias

Fonte: Elaborado pelo autor.

Propostas de Modificações para a Doutrina Brasileira

Com base na análise comparativa das doutrinas do SisMC² e JADC², esta seção propõe modificações com as principais prescrições para aperfeiçoamento da doutrina de C² do MD.

- Estrutura Organizacional Integrada

Uma das sugestões é a criação de uma estrutura organizacional mais integrada, semelhante à proposta pelo JADC2, que contribua para viabilizar uma coordenação eficiente entre os diferentes domínios de guerra e com parceiros internacionais. Isso pode ser alcançado por meio da implementação de CC² Conjuntos, interligados por uma rede de comunicação com protocolos comuns, segura e redundante.

- Adoção de Tecnologias Avançadas

Incorporar tecnologias avançadas no SisMC², como IA, *Machine Learning* e sistemas autônomos, pode proporcionar uma vantagem estratégica para as Forças Armadas brasileiras. A adoção de tais tecnologias poderá viabilizar uma análise mais ágil e precisa de grandes volumes de dados, aprimorando o processo decisório e a resposta às ameaças emergentes. A integração de sistemas autônomos pode reduzir a necessidade de exposição humana em situações de alto risco, aumentar a capacidade de monitoramento e reconhecimento em diversos cenários operacionais, enquanto a IA pode ser utilizada para identificação de ameaças, sugestão de respostas rápidas e precisas, simulações preditivas e planejamento estratégico.

- Processos Decisórios Descentralizados

Tomando por base o JADC², a adoção de processos decisórios com maior descentralização e delegação eficiente de autoridade aos níveis adequados garantem que as decisões sejam tomadas por aqueles que estão mais próximos do teatro de operações, podendo incrementar a agilidade e a eficiência das operações. Tal modelo seria capaz de permitir que decisões críticas fossem tomadas rapidamente, com base em informações atualizadas e análises detalhadas, sem a necessidade de passar por múltiplos níveis hierárquicos. É razoável assumir que a implementação de algoritmos de IA e *Machine Learning*, rigorosamente testados e confiáveis, em apoio à tomada de decisões, possa reduzir o tempo de resposta e elevar a precisão das ações militares.

Além disso, tendo como propósito tornar as adaptações

propostas eficientes, é necessário investir em capacidades tecnológicas e infraestrutura. Para tal, as áreas a seguir podem ser consideradas prioritárias.

- Desenvolvimento de Redes de Comunicação Seguras e Resilientes

O desenvolvimento de redes de comunicação com maior segurança e resiliência pode viabilizar a troca de informações em tempo real e a coordenação eficiente entre diferentes unidades e domínios. As redes devem ser capazes de proteger os sistemas de C² contra ameaças cibernéticas de forma ágil, além de possuir redundâncias integradas para assegurar a manutenção da prontidão operacional em tempos de crise.

- Atualização de Sistemas de Sensores e Monitoramento

A modernização dos sistemas de sensores e monitoramento, incluindo a integração de plataformas terrestres, aéreas, marítimas e espaciais, visa elevar significativamente a capacidade de reconhecimento e vigilância, além de contribuir para a manutenção da superioridade informacional e resposta ágil às ameaças.

- Capacitação e Treinamento em Tecnologias Avançadas

Programas de treinamento contínuos e especializados, baseados em protocolos éticos e justos, devem ser implementados, a fim de garantir que todos os envolvidos estejam aptos a utilizar ferramentas de IA, *Machine Learning* e sistemas autônomos de forma eficiente. Esses programas devem ser desenvolvidos em colaboração com a indústria, instituições de pesquisa e universidades, de modo a assegurar que o pessoal esteja familiarizado com as inovações tecnológicas.

Ademais, a cooperação eficiente com outras agências governamentais e aliados internacionais deve ser priorizada para o enfrentamento de ameaças globais e regionais. Para tal, são recomendadas as ações a seguir para a ampliação da cooperação interagências e com aliados.

- Fortalecimento de Parcerias Internacionais

Fortalecer parcerias com aliados internacionais por meio de exercícios combinados, compartilhamento de informações necessárias e coordenação de operações. A interoperabilidade multinacional deve ser uma prioridade, adotando padrões e protocolos padronizados que facilitem a cooperação.

- Integração de Agências Governamentais

Incentivar a integração entre diferentes agências governamentais envolvidas na segurança nacional, visando aprimorar a coordenação e a eficiência para respostas às crises. A criação de centros de comando interagências busca facilitar a cooperação e o compartilhamento de informações entre militares e civis.

Outro ponto importante passa pelo aprimoramento da flexibilidade do SISMC². A flexibilidade pode contribuir para aprimorar a eficiência operacional em um ambiente de segurança dinâmico e em constante evolução. As sugestões a seguir têm o propósito de aperfeiçoar essas características no SisMC², como:

- Implementação de Sistemas Modulares

Ampliar o desenvolvimento e implementação de sistemas de C² modulares que possam ser facilmente adaptados e reconfigurados para responder a diferentes cenários, mantendo a performance operacional.

- Integração de Feedback Operacional em Tempo Real

O estabelecimento de mecanismos para a integração de feedback operacional em tempo real, permitindo ajustes imediatos no planejamento e execução, tomando por base informações mais recentes do campo de batalha. Essa capacidade de adaptação dinâmica contribui para enfrentar adversários que utilizam táticas flexíveis e assimétricas, identificar tendências e prever possíveis ameaças.

- Desenvolvimento de Protocolos de Resiliência

Criar protocolos de resiliência que contribuam para viabilizar a continuidade das operações mesmo sob condições adversas, como ataques cibernéticos ou falhas de infraestrutura. A implementação de redundâncias, o desenvolvimento da capacidade de detecção antecipada e resposta ágil às ameaças cibernéticas, e a realização de testes regulares de estresse podem fortalecer a capacidade de recuperação rápida e manutenção da prontidão operacional do SisMC².

CONCLUSÃO

Este artigo buscou investigar e propor alterações para potencializar a doutrina de C² nas Forças Armadas brasileiras. O objetivo foi alcançado por meio de uma análise comparativa entre a doutrina do SisMC² e o JADC2 do DoD. A pesquisa focou em identificar oportunidades de melhoria, enfatizando a importância do domínio do campo informacional, da interoperabilidade e do uso de novas tecnologias que podem ampliar a efetividade das operações militares.

Em resposta à pergunta da pesquisa, “que alterações obtidas a partir da comparação realizada entre as doutrinas do SisMC² e JADC2 teriam potencial de tornar a doutrina de C² em vigor no MD mais eficiente no enfrentamento de novas ameaças à segurança global?”, foram identificados alguns aspectos que podem contribuir para aprimorar a doutrina do C² do MD, dentre os quais foram considerados como prioritários: desenvolvimento da segurança e resiliência cibernética, ampliação da cooperação interagências e multinacional, emprego de novas tecnologias, como IA, *Machine Learning* e sistemas autônomos, e criação de uma estrutura organizacional mais integrada. A seguir, serão apresentados os demais elementos relevantes identificados.

A adoção de uma estrutura organizacional integrada e multifacetada, similar a do JADC2, carrega o potencial de promover uma coordenação eficiente entre os diferentes domínios de guerra e ampliar a interoperabilidade. Além disso, a descentralização dos processos decisórios pode acelerar a tomada de decisões críticas e elevar a precisão das operações. A integração de tecnologias avançadas, como IA, *Machine*

Learning, sistemas autônomos e segurança cibernética, tem como propósito amplo aprimorar a capacidade de análise e resposta rápida.

Os investimentos substanciais no incremento de capacidades tecnológicas e infraestrutura são ações que visam preparar as Forças Armadas para enfrentar ameaças modernas de forma eficiente. O desenvolvimento de redes de comunicação mais seguras e resilientes, a atualização dos sistemas de sensores e monitoramento, e a capacitação do pessoal em tecnologias avançadas tendem a elevar a superioridade informacional e operacional. Fortalecer parcerias internacionais e integrar agências governamentais, por meio do planejamento e execução de operações combinadas e interagências, pode incrementar a capacidade de resposta às crises. Além disso, essa coordenação eficiente também contribui para o enfrentamento das ameaças híbridas e globais.

A ampliação da flexibilidade do SisMC² tende a contribuir para a manutenção da eficiência operacional em um ambiente dinâmico. A implementação de sistemas modulares, a integração de feedback em tempo real e o desenvolvimento de protocolos de resiliência são medidas que visam contribuir para que o SisMC² se adapte rapidamente às mudanças nas condições do ambiente operacional.

As limitações observadas foram a disponibilidade de fontes e o acesso a informações reservadas que poderiam restringir a análise do JADC2. Diante disso, o autor propõe a condução de pesquisas com foco nos seguintes temas: avaliação de impacto das tecnologias avançadas no processo decisório e na eficiência operacional; desenvolvimento de modelos para aprimorar a interoperabilidade entre as Forças Armadas e agências governamentais; análise de custo-benefício associado à implementação de tecnologias avançadas no SisMC²; e como as novas tecnologias e práticas de C² impactam na capacitação dos Oficiais e Praças das Forças Armadas.

Foram vislumbradas as seguintes implicações desta pesquisa para a MB: melhoria na eficiência operacional frente às ameaças híbridas; aprimoramento das capacidades tecnológicas, com investimentos em IA, *Machine Learning*, sistemas autônomos e segurança cibernética para aprimorar a capacidade de monitoramento, análise e tomada de decisão; fortalecimento da cooperação interagências, com integração de agências governamentais e fortalecimento de parcerias internacionais para ampliar a interoperabilidade, coordenação e resposta às crises; expansão da atuação internacional por meio da ampliação da capacidade de compartilhamento

de consciência situacional do SisMC²; e o aprimoramento dos protocolos de resiliência e segurança cibernética.

Em síntese, este estudo oferece subsídios para a modernização do SisMC², alinhando-o com as melhores práticas internacionais e preparando-o para os desafios contemporâneos, além de abrir caminho para futuras investigações que podem aprofundar a compreensão dos desafios e oportunidades para o aprimoramento doutrinário. A colaboração contínua entre pesquisadores, desenvolvedores, militares e formuladores de políticas será crucial para assegurar que as Forças Armadas estejam preparadas para enfrentar as ameaças emergentes.

COMMAND AND CONTROL AT THE STRATEGIC LEVEL: A proposal for the enhancement of Brazilian Military Doctrine

Marcus Vinicius Silva Menezes
Ohara Barbosa Nagashima

ABSTRACT

This study aims to evaluate and propose modifications to the Command and Control (C²) doctrine of the Brazilian Armed Forces to enhance its operational efficiency. The research involves a comparative analysis of the Military Command and Control System (SisMC²) doctrine of the Ministry of Defense (MD) and the new Joint All-Domain Command and Control (JADC2) doctrine of the United States Department of Defense (DoD). Given the geopolitical landscape of this century, characterized by fast technological advancements and emerging threats, a thorough understanding of these doctrines is essential for identifying opportunities for improvement and ensuring the effectiveness of military operations. The study employs a qualitative methodology, incorporating bibliographic research and a comparative analysis of official documents, government reports, and academic publications. The analysis underscores the importance of informational superiority, interoperability, and the adoption of advanced technologies such as Artificial Intelligence (AI), Machine Learning, and Big Data for the efficiency of C² systems. An integrated organizational structure and the decentralization of decision-making processes are identified as crucial elements for the modernization of doctrine. The findings suggest that adopting concepts from the JADC2, tailored to meet Brazilian requirements, can significantly bolster the SisMC² doctrine. Key proposals include enhancing cybersecurity and resilience, expanding interagency and multinational cooperation, employing cutting-edge technologies such as AI and autonomous systems, and establishment of a more integrated organizational structure. In conclusion, modernizing the C² doctrine, informed by the best practices of JADC2, has the potential to facilitate efficient coordination across different operational domains and ensure an agile and precise response to emerging threats, with a focus on informational superiority.

Keywords: Command and Control. JADC2. SisMC². Artificial Intelligence. Machine Learning. Big Data. Cybersecurity. Interoperability.

REFERÊNCIAS

ALBERTS, D. S.; GARSTKA, J. J.; STEIN, F. A. *Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority*, 2nd Edition, Revised. Washington, DC: National Defense University Press, 2000.

BIDEN-HARRIS Administration. *National Security Strategy*. Washington, D.C.: The White House, Outubro de 2022. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Biden-Harris-Administrations-National-Security-Strategy-10.2022.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2024.

BISHOP, Christopher M. *Pattern Recognition and Machine Learning*. New York: Springer, 2006. Disponível em: <https://archive.org/details/patternrecogniti0000bish>. Acesso em: 31 abr. 2024.

BRASIL. Marinha do Brasil. Circular nº 14/2024: Orientações Estratégicas sobre Inteligência Artificial. Brasília, DF: Estado-Maior da Armada, 21 jun. 2024b. 3 p.

BRASIL. Marinha do Brasil. *Estratégia de Defesa Marítima (EDM) 1ª edição*. EMA-310. Brasília, DF: Estado-Maior da Armada, 2023a. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sites/default/files/ema-310-edm-1ed.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2024.

BRASIL. Marinha do Brasil. *Fundamentos Doutrinários da Marinha (FDM) 1ª edição*. EMA-301. Brasília, DF: Estado-Maior da Armada, 2023b. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sites/default/files/ema-301-fdm-1ed.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2024.

BRASIL. Marinha do Brasil. *Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040)*. Brasília, DF: Estado-Maior da Armada, 2020c. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/pem2040>. Acesso em: 15 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. *Doutrina de Operações Conjuntas - MD30-M-01 (2ª Edição), Volume 1*. Brasília, DF: Ministério da Defesa,

2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/doutrina/md30-m-01-vol-1-2a-edicao-2020-dou-178-de-15-set.pdf>. Acesso em: 5 de abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle - MD31-M-03. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2015. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/doutrina_militar/lista_de_publicacoes. Acesso em: 5 de abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Manual de Operações Interagências - MD31-M-12 (2ª Edição). Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/operacoes/md33a_ma_12a_opa_interagenciasa_2a_eda_2017.pdf. Acesso em: 10 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Palestra sobre Políticas e Estratégias da Chefia de Educação e Cultura do EMCFA. Rio de Janeiro, RJ: Escola Superior de Guerra, Curso Superior de Defesa, 12 mar. 2024a.

BRASIL. Ministério da Defesa. Política de Segurança da Informação para o Sistema Militar de Comando e Controle. MD31-P-03. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/estado-maior-conjunto-das-forcas-armadas/doutrina-militar/publicacoes-1/publicacoes/>