



Novos Cadernos NAEA

v. 28, n. 2 • maio-set. 2025 • ISSN 1516-6481/2179-7536



# O IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS FORÇAS ARMADAS

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE  
ON THE ARMED FORCES

Marcus Vinícius Gonçalves da Silva

Exército Brasileiro, Comando Militar da Amazônia, Manaus, AM, Brasil

## **RESUMO**

As agências de defesa internacionais têm manifestado a importância das Forças Armadas desenvolverem novas capacidades para o enfrentamento das crises climáticas. Na Europa, há várias iniciativas para compreender as implicações dos riscos naturais e das alterações do clima, no entanto, ainda é incerto, se na prática, as ações serão suficientes para reduzir as emissões dos Gases de Efeito Estufa até o ano de 2050. Nesse contexto, este artigo oferece um conjunto de medidas para o setor de Defesa Nacional para a mitigação e adaptação às alterações climáticas, considerando a incipienteza de estudos sobre o tema no meio acadêmico. A metodologia neste trabalho é orientada por uma abordagem qualitativa, descritiva e bibliográfica, com o objetivo de explorar e compreender as experiências e perspectivas em relação ao fenômeno pesquisado.

**Palavras-chave:** defesa; mudanças climáticas; Forças Armadas; União Europeia.

## **ABSTRACT**

International defense agencies have emphasized the importance of the Armed Forces developing new capabilities to address climate crises. In Europe, there are several initiatives to understand the implications of natural hazards and climate change. However, it is still uncertain whether, in practice, these actions will be sufficient to reduce greenhouse gas emissions by 2050. In this context, this article offers a set of measures for the National Defense sector to mitigate and adapt to climate change, considering the incipient nature of studies on the subject in academia. The methodology in this work is guided by a qualitative, descriptive, and bibliographic approach, with the objective of exploring and understanding the experiences and perspectives in relation to the phenomenon under investigation.

**Keywords:** defense; climate change; Armed Forces; European Union.

## 1 INTRODUÇÃO

Os relatórios do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2022) demonstram as interconexões entre os efeitos das mudanças climáticas nas dimensões de segurança. No que diz respeito à segurança humana, os cientistas apontam que as mudanças climáticas e seus desdobramentos representam riscos à segurança alimentar, considerando, por um lado, os efeitos adversos das secas, inundações e salinização das terras aráveis na produção de alimentos e, por outro, o aquecimento e acidificação dos oceanos na redução da disponibilidade de recursos pesqueiros.

No IPCC (2022), as mudanças climáticas também apresentam potencial de deterioração na segurança hídrica, reduzindo a disponibilidade e a qualidade da água potável, favorecendo a proliferação de doenças. Também são notados impactos adversos na saúde física e mental dos indivíduos, acarretando a maior frequência de quadros de doença respiratória, a proliferação de novos vírus e o aumento da mortalidade causada por eventos climáticos extremos.

Os efeitos adversos das mudanças climáticas também contribuem para situações de crises humanitárias em regiões de maior vulnerabilidade. Nos países insulares nota-se o aumento desproporcional dos fluxos migratórios, enquanto no continente africano, as inundações e secas asseveram as condições de insegurança alimentar. No mais, em alguns casos, eventos climáticos extremos podem exercer impacto em conflitos pré-existentes, além de agravar os índices de pobreza (IPCC, 2022).

As alterações climáticas têm sido uma preocupação constante nas áreas de Segurança e Defesa da União Europeia (UE). Além dos impactos diretos, a mudança do clima pode afetar a operação das Infraestruturas Energéticas Críticas (IEC) e o fornecimento dos serviços de energia, gás e combustível para as Organizações Militares (OM). Assim sendo, a interrupção desses serviços pode impactar a prontidão operacional e logísticas das Forças Armadas (FA). Isto posto, é fundamental garantir que a prontidão operacional das FA não seja comprometida com as mudanças climáticas.

Diante da incipienteza de estudos e a atualidade do tema, a elaboração deste artigo parte da premissa que há uma escassez de dados sobre os impactos das mudanças climáticas sobre a defesa e a segurança nacional.

Do exposto, este estudo propõe um conjunto de medidas e ações para a área de defesa, com o objetivo de fornecer recomendações aos decisores

militares e civis para a mitigação e adaptação às alterações climáticas, incluindo as capacidades de resiliência.

## **2 ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

As alterações climáticas tendem a intensificar as tensões geopolíticas em nível regional. Um dos temas mais debatidos é o consumo de combustíveis fósseis e a mudança na matriz energética dos países. A necessária redução do uso de combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo, evidencia a pressão ambiental e as sucessivas crises econômicas no sistema internacional.

Algumas questões têm sido levantadas, dentre elas, como seriam distribuídos os custos de futuras modificações na matriz energética, quais critérios seriam considerados na distribuição desses custos, e quais as consequências geopolíticas na correlação de forças entre os países soberanos. O desequilíbrio entre custos e danos consolidaria ainda mais a assimetria de poder entre os estados nacionais, favorecendo os países desenvolvidos, por terem um conjunto maior de instrumentos de pressão e coerção para atingir seus objetivos.

A maioria das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) é gerada por um pequeno número de países e, em termos de mitigação, o que a maioria dos Estados faz perde importância em comparação com as atividades dos principais poluidores. Dessa forma, um número reduzido de nações tem capacidade para liderar inovações tecnológicas relacionadas às alterações climáticas e a regulação da transferência de conhecimento, sendo que o investimento desses países em outros serão mais relevantes do que os acordos universais (Giddens, 2010, p. 268).

As alterações climáticas têm a capacidade de influenciar e agravar os riscos socioeconômicos e geopolíticos no médio e longo prazo. É provável que os desastres naturais se tornem mais frequentes e extremos, enquanto o aumento do nível do mar e das temperaturas têm o potencial de afetar as dimensões socioeconômicas, tais como o abastecimento de água, a produção agrícola, a segurança alimentar, os meios de vida e a biodiversidade.

Além disso, as relações entre os países podem ser afetadas, uma vez que as fronteiras físicas não restringem as ações de causa-efeito que interferem na dinâmica das mudanças climáticas. Tais mudanças, com impacto relevante na vida das pessoas e na economia, podem gerar conflitos e impactar o emprego e o funcionamento das FA.

### 3 IMPACTOS CLIMÁTICOS NA INFRAESTRUTURA E CAPACIDADES DA DEFESA E SEGURANÇA NACIONAL

No que tange à defesa e segurança nacional, são observados impactos em infraestruturas essenciais, incluindo moradias, transporte, fornecimento de água e energia e de saneamento, comprometidas por eventos extremos e deteriorações de longo prazo (IPCC, 2018, 2022). Também são notados efeitos negativos no crescimento econômico dos países, considerando os prejuízos em setores como agricultura, pesca, energia e turismo (IPCC, 2022).

Cabe salientar que alguns efeitos climáticos, como a elevação dos níveis dos oceanos, vêm afetando de forma severa a integridade territorial de alguns países, como é o caso dos países insulares, de modo a serem considerados uma ameaça existencial (IPCC, 2018, 2022). O IPCC ainda alerta que os conflitos de larga escala tendem a elevar as vulnerabilidades aos efeitos climáticos, à medida que minam esforços de adaptação, ao causar danos às instituições e à infraestrutura, além de deteriorar as condições de vida das sociedades (IPCC, 2014).

De acordo com os relatórios, todos esses riscos serão exacerbados mediante o aumento da temperatura do planeta para além de 1,5º C, conforme a meta estipulada pelo Acordo de Paris (IPCC, 2018). Entretanto, os riscos podem ser maiores não apenas em função da elevação da temperatura do planeta, mas também do contexto que os fenômenos climáticos se manifestam, considerando as vulnerabilidades locais, os níveis de desenvolvimento socioeconômico e a capacidade de adaptação da sociedade (IPCC, 2022).

Tendo em vista a amplitude e as interconexões dos riscos associados às mudanças climáticas, o tema vem sendo crescentemente abordado como uma questão de segurança por países, organizações regionais e internacionais (McDonald, 2018; Bremberg, 2018).

Supõe-se que qualquer sistema energético existente (civil ou militar), instalações e capacidades militares são ou podem ser, até certo ponto, afetados por alterações climáticas, seja com longos e intensos períodos de chuvas ou a estiagem ou cheia dos rios, como vem ocorrendo na Amazônia brasileira.

As FA podem ser afetadas diretamente pelos impactos das alterações climáticas, tal como acontece com bases militares costeiras, assim como portos e estaleiros, os quais podem tornar-se inoperantes devido ao aumento

do nível do mar. No ano de 2018, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos constatou que aproximadamente metade das 3,5 mil instalações militares norte-americanas relataram impactos negativos decorrentes das mudanças climáticas, como inundações, incêndios florestais, períodos de seca ou ocorrências de ventos intensos (EUA, 2018).

Da mesma forma, a redução da navegabilidade dos rios pode ter um impacto significativo no fornecimento logístico hidroviário, especialmente para o Exército Brasileiro, que depende do modal fluvial para abastecer suas OM na região amazônica. Guerrero *et al.* (2013) alegam que as alterações climáticas têm o potencial de impactar a navegação nas hidrovias, tanto devido à variação nos padrões pluviométricos quanto as alterações causadas nas estruturas dos rios, que podem ser influenciadas tanto pela erosão quanto a deposição de sedimentos.

A localização das OM e os sistemas energéticos as quais dependem, determina a exposição aos impactos decorrentes das crises climáticas, as quais, invariavelmente, no Brasil, são regionais, em razão de suas dimensões continentais. Ou seja, o nível de proteção, a configuração e a gestão dos sistemas energéticos determinam quais partes de um sistema pode falhar devido a um impacto climático.

As OM são a espinha dorsal de prontidão operacional, em razão de suas competências e atribuições de preparo e emprego, além de possuir um amplo conjunto de equipamentos para atender os requisitos dessas tarefas. Cada OM possui edificações comuns, por exemplo, almoxarifados, depósitos de combustíveis, paióis de munições, enfermarias, refeitórios, alojamentos, garagens etc.

As instalações das OM dependem de uma gama de sistemas críticos, que fornecem energia elétrica, gás, água, telecomunicações (rádio e internet) e, dependendo da região do país, de sistemas de aquecimento ou resfriamento. Desse modo, as alterações climáticas extremas podem gerar ameaças às capacidades logísticas, operacionais e administrativas das OM.

Ademais, os eventos climáticos podem transformar, em um curto espaço de tempo, as capacidades das FA, podendo resultar em transtornos de longo prazo. Isso inclui o mau funcionamento ou defeito de equipamentos, maior consumo de energia, menor frequência dos exercícios, operações e treinamentos, além de restrições no consumo de água, acesso à internet, e problemas de saúde e bem-estar dos recursos humanos.

Além disso, uma vez que as FA armazenam, manuseiam ou transportam substâncias perigosas, os efeitos secundários também devem

ser considerados, uma vez que os perigos naturais podem desencadear acidentes tecnológicos, conhecidos como *Natural Hazards Triggering Technological Accidents* (Natech). Um Natech pode causar a liberação de substâncias perigosas que podem ampliar os impactos de perigos naturais, causando incêndios, explosões, e derramamentos de produtos químicos (Krausmann *et al.*, 2017; Gao *et al.*, 2021).

De acordo com Dalby (2020), a securitização do clima constitui um dos fenômenos mais controversos da política internacional contemporânea, pois ao ser enquadrada no campo da segurança, a mudança climática deixa de ser apenas uma questão de governança ambiental e assume o estatuto de ameaça existencial, o que autoriza medidas excepcionais, incluindo a mobilização de forças militares, o que pode reforçar práticas de intervenção neocolonial.

Isso ocorre porque, na narrativa securitária dominante, as populações são retratadas como riscos potenciais — refugiados climáticos, vítimas de secas e inundações, agricultores deslocados — em vez de serem compreendidas como sujeitos de direitos e parceiros legítimos nas soluções.

Assim, Dalby (2020) ao citar Kaldor (2007), diz que representação legítima políticas de contenção militarizada de fluxos migratórios sob o argumento de manter a ordem internacional, ao mesmo tempo que a incapacidade dos países de proteger suas próprias populações e as vulnerabilidades das pessoas a diversas perturbações globais geraram uma ampla discussão sobre a responsabilidade de proteger de ameaças não tradicionais à segurança.

Dalby (2020) também chama atenção para a dimensão econômica dessas intervenções, que em nome da adaptação climática e da transição energética, práticas como o *land grabbing* — a apropriação de grandes extensões de terra — são legitimadas por discursos de sustentabilidade. portanto, dando continuidade a uma lógica neocolonial, na qual o Norte Global garante acesso privilegiado a recursos estratégicos sob a justificativa de gerir riscos climáticos globais.

Nesse contexto, a securitização do clima, longe de significar apenas a proteção das populações contra catástrofes ambientais, pode funcionar como um dispositivo de poder que normaliza intervenções coercitivas e legitima novas formas de dominação. Ao invés de fomentar a solidariedade internacional e cooperação ecológica, reforça a desigualdade estrutural entre centro e periferia, reeditando relações coloniais sob uma roupagem contemporânea de segurança e sustentabilidade.

## 4 INICIATIVAS DE AGÊNCIAS DE DEFESA ESTRANGEIRAS

Partindo-se do pressuposto de que as mudanças climáticas se caracterizam como um fenômeno multidimensional, as políticas públicas e estratégias nacionais de defesa devem pautar-se em uma concepção holística e abrangente, que contemple a proteção dos indivíduos, da biodiversidade e dos interesses de segurança nacional.

Os documentos de defesa e segurança de diferentes países têm reiteradamente apontado a presença de riscos associados às mudanças climáticas como os Estados Unidos (2022), França (2022), Índia (2019), Reino Unido (2021), Alemanha (2017), República das Ilhas Marshall (2009) e de organizações como a União Europeia (European Union, 2022) e a Organização do Tratado do Atlântico Norte (NATO, 2021).

O Centro para o Clima e Segurança, localizado em Washington, nos EUA, ressalta que uma das principais preocupações para a segurança nacional e global no século XXI são as mudanças climáticas. Alega-se que todas as regiões do globo enfrentarão sérios desafios para a segurança nacional ao longo das próximas três décadas (TCCS, 2020).

Em 2003, a Estratégia de Segurança Europeia, de forma inédita, mencionou o aquecimento global como um fator desencadeador de instabilidades e turbulências. Cinco anos mais tarde, o relatório destinado ao acompanhamento da implementação da estratégia de segurança do bloco, intitulado *Providing Security in a Changing World* (ESS, 2008) reconheceu expressamente as mudanças climáticas como um desafio aos interesses europeus.

No documento, o fenômeno é descrito como “multiplicador de ameaças”, cujos efeitos tendem a exacerbar conflitos e instabilidades pré-existentes (ESS, 2008, p. 5). Nota-se que, naquele momento, a UE ainda adotava uma visão tradicional e militarizada para explorar os nexos entre as mudanças climáticas e a segurança, apesar de o documento indicar que as políticas prioritárias para endereçar o problema teriam caráter preventivo, demandando estratégias de gerenciamento de crises e a cooperação internacional.

Em 2020, em colaboração com a Comissão Europeia e a Agência de Defesa Europeia, o *European External Action Service* (EEAS) lançou o *Climate Change and Defence Roadmap*, dedicado a endereçar as conexões entre as mudanças climáticas e o setor de defesa (EEAS, 2020). O documento estabelece mais de 30 ações concretas de curto, médio e longo prazo, direcionadas à dimensão operacional das missões civis e militares do bloco,

ao desenvolvimento de capacidades e ao estabelecimento de parcerias multilaterais e bilaterais.

Alinhado aos compromissos anunciados no *The European Green Deal*, o *Roadmap* pretende contribuir com a meta da UE de atingir a neutralidade de carbono até 2050, mediante a redução das emissões de GEE do setor de defesa, o incremento da eficiência e da sustentabilidade energética, e a proteção da biodiversidade (EEAS, 2020). Entre as ações anunciadas, destacam-se:

- o aperfeiçoamento e a promoção de sinergia entre as iniciativas existentes, tais quais os sistemas de alerta e monitoramento, as ferramentas de análise de conflitos e os modelos meteorológicos;
- a promoção da cooperação entre civis e militares para responder aos desastres naturais e humanitários; e,
- o desenvolvimento de procedimentos operacionais padronizados sensíveis às questões climáticas e ambientais (EEAS, 2020).

No mais, também há a previsão do acompanhamento regular da implementação do *Roadmap*, e uma revisão intermediária do progresso obtido no ano de 2025, seguida por uma revisão geral dos objetivos estabelecidos para 2030.

De acordo com a EEAS, a UE continuará a apoiar seus membros para tornar seus setores de defesa mais “verdes”. Esse processo, denominado *greening defence*, é justificado pela necessidade de reduzir o consumo de combustíveis fósseis na área de defesa, sem colocar em risco a efetividade de suas operações.

Todavia, apesar dos esforços da “militarização verde”, as forças armadas — e, por conseguinte, a indústria bélica que as abastece — permanecem altamente dependentes de combustíveis fósseis. Brzoska (2015) destaca que as atividades militares, especialmente no setor aéreo e naval, são intrinsecamente intensivas em energia, sendo responsáveis por emissões de GEE comparáveis ou até superiores à proporção dos gastos militares no PIB mundial.

Nesse sentido, embora medidas de eficiência energética e adoção de tecnologias renováveis tenham sido implementadas, os resultados práticos permanecem marginais, indicando que a descarbonização avança de forma lenta e parcial.

O fato de as discussões sobre os riscos climáticos terem avançado sensivelmente no âmbito da UE não significa que seus membros confirmam o mesmo grau de importância ao tema. Conforme evidenciado pelo

levantamento conduzido pelo *Stockholm Peace and Research Institute (SIPRI)*, enquanto a Alemanha, Suécia e Irlanda tendem a liderar discussões técnicas e propor ações tangíveis para endereçar os riscos climáticos, a Polônia e a Eslovênia, apesar de não se oporem aos debates, mostram-se mais preocupados com questões geopolíticas tradicionais e imediatas (Bunse *et al.*, 2022).

Ainda assim, a EU, por meio do Banco Europeu de Investimentos, se configura como a maior financiadora global de iniciativas climáticas, destinando 30% do orçamento às ações de adaptação e mitigação (European Comission, 2024). Essas e outras medidas evidenciam que a UE tem buscado promover a transformação de suas políticas de defesa e segurança com vistas a mitigar os riscos climáticos.

## 5 PRONTIDÃO E RESILIÊNCIA DA DEFESA

Dado o número de ameaças à infraestrutura e as capacidades das FA que podem emergir e serem acentuadas pelas alterações climáticas, o setor da defesa deve garantir a sustentabilidade e fortalecer a resiliência (King, 2014).

Em se tratando de incertezas críticas, ainda que possam ser prospectadas, se faz necessário que as FA elaborem metas em seus planejamentos estratégicos, com a finalidade de promover uma maior eficiência energética e menor emissão de GEE (Van Schaik *et al.*, 2020).

De modo geral, os modelos energéticos das FA devem ser resilientes e menos dependentes de fontes externas, com vistas a ampliarem suas capacidades de recuperação em situações de crises energéticas. Nesse contexto, as fontes de energia renováveis são fundamentais para contribuir com a mitigação das alterações climáticas e o fortalecimento da resiliência.

No entanto, além da redução das emissões de GEE, se faz necessário adaptar a infraestrutura existente. Isso significa que as políticas públicas do setor de defesa poderiam beneficiar-se de uma melhor integração com os gestores dos riscos climáticos (Miro *et al.*, 2022). Conforme demonstrado anteriormente, alguns dos impactos decorrentes das mudanças climáticas são inevitáveis, e quase nenhuma infraestrutura é imune aos riscos.

Os eventos climáticos ocorrem em regiões geográficas diferentes, com intensidade e duração específicos, potencialmente expondo as infraestruturas, dependendo da fragilidade e a vulnerabilidade de cada um dos seus componentes, e conforme visto, as OM e as IEC não são exceção.

Portanto, o fortalecimento da resiliência pode requerer novos níveis de proteção física para os sistemas críticos, tolerância às falhas e o aprimoramento de preparação, resposta e recuperação. Isso envolve, a capacidade de continuar as operações em um estado degradado, por exemplo, por meio da otimização da topologia de rede, redundância de componentes, funções ou capacidades, e reservas de armazenamento de energia, combustível e gêneros alimentícios.

Essas etapas são mais eficazes quando há instrumentos e métodos de gerenciamento de riscos, adequados às especificidades de cada região, além de uma sólida base científica. A Finlândia, por exemplo, restringiu a construção de edifícios em áreas com elevação do terreno três metros acima do nível médio do mar, a fim de evitar inundações que possam ser agravadas pelo aumento do nível do mar (FMN, 2016).

De igual modo, a prontidão de agir, necessariamente, deve envolver uma série de atores, os quais podem, em igual medida, beneficiarem-se das ações propostas. O Ministério da Defesa (MD), ao conscientizar-se das implicações das mudanças climáticas, pode apoiar os planos de contingência das FA. A despeito, o MD deve considerar a possibilidade de promover a interação com os Ministérios das Minas e Energia; Ciência, Tecnologia e Inovação; e, Meio Ambiente e Mudança do Clima.

Quando há falha ou interrupção nas IEC durante um desastre ou uma crise climática, as OM são afetadas, ao mesmo tempo que se encontram apoiando a Defesa Civil. Nesse sentido, os sistemas de comando e controle, inteligência, vigilância e reconhecimento, são exemplos de tecnologias que exigem um ambiente confiável e o fornecimento contínuo de energia.

Cabe às FA prepararem-se para enfrentar os desafios e as oportunidades associadas ao desenvolvimento de novas capacidades, e apoiar com maior frequência as operações da Defesa Civil, decorrentes dos desastres relacionados ao clima, incluindo ações de busca, resgate, evacuação e ajuda humanitária. Ressalta-se que a Lei complementar nº 97, de 1999, dispõe em seu artigo 16 que cabe às FA brasileiras, como atribuição subsidiária geral, cooperar com a Defesa Civil (Brasil, 1999).

Durante as enchentes do estado do Rio Grande do Sul, no ano de 2024, foi criada a Operação Taquari II. Em 30 de maio de 2024, o Comando Conjunto (CC) Sul publicou um balanço com os meios empregados e os resultados obtidos (Quadro 1). O CC foi integrado pela Marinha do Brasil, Exército Brasileiro, Força Aérea Brasileira e agências do governo federal, estadual e municipal.

Quadro 1 – Dados da Operação Taquari II

Meios	Quantidade
Pessoal (militares das FA, policiais militares e agentes públicos)	34.000
Viaturas	5.200
Equipamentos de Engenharia	250
Aeronaves	70
Navios multitarefas	10
Hospitais de Campanha	13
Drones	-

Fonte: Operação [...] (2024).

Decorrente do esforço conjunto e os meios empregados na Operação, foram resgatados, por via aérea, fluvial e terrestre, cerca de 72.000 pessoas e 10.500 animais. O emprego de drones foi fundamental na localização das pessoas isoladas, porém no balanço os dados não foram contabilizados, pois os equipamentos teriam sido empregados tanto pela população civil quanto pelo Exército e órgãos de segurança pública.

O aumento da recorrência dos desastres naturais exigirá maior da participação das FA nas ações subsidiárias de apoio à Defesa Civil. Essa necessidade decorre tanto das capacidades militares, que contam com recursos, pessoal e materiais prontos para serem mobilizados em emergências, quanto pela distribuição das FA no território nacional, uma característica que proporciona respostas rápidas em momentos de crises (Gomes Filho, 2024).

No caso das enchentes no Rio Grande do Sul, em particular na região metropolitana de Porto Alegre, ensejou a necessidade de que as FA se mantenham em condições de serem empregadas em áreas de grandes concentrações populacionais que venham a ser afetadas por eventos climáticos extremos (Brasil, 2023).

As Forças Armadas, frequentemente são mobilizadas para atuar em cenários de catástrofes naturais. Com a intensificação desses eventos, existe a preocupação de que os recursos de diversas naturezas e as atividades de preparo dos militares sejam excessivamente demandados nessas operações (Vianna *et al.*, 2024). Tal situação pode, por conseguinte, comprometer a capacidade de resposta a outras missões essenciais à segurança do território nacional, exemplificada pelos acontecimentos no estado do Rio Grande do Sul, no ano de 2024.

Nota-se que os atributos de resiliência e prontidão das FA em crises climáticas se alinham com o tempo de resposta para a recuperação de suas capacidades operacionais e logísticas, ao mesmo tempo, que é empregada em apoio à população na defesa civil.

## 6 METODOLOGIA

A metodologia neste trabalho é orientada por uma abordagem qualitativa, descritiva e bibliográfica, com o objetivo de explorar e compreender as experiências e perspectivas em relação ao fenômeno pesquisado.

As informações analisadas foram retiradas do banco de dados *Google Scholar* (GS), devido à gama de publicações disponíveis em uma única plataforma, de caráter multidisciplinar.

Na busca, utilizou-se como critério de seleção, as publicações no período de 2020 a 2024, e digitou-se no campo de pesquisa os termos em inglês *defence, climate change, armed forces, impacts e security*. A filtragem dos artigos no GS foi realizada utilizando os critérios “ordenar por relevância” e “qualquer idioma”.

A leitura realizada nos artigos mais citados foi relevante para descrever a fundamentação teórica deste trabalho, bem como para promover uma reflexão interdisciplinar sobre o tema proposto, conforme os resultados e discussões apresentados nas seções a seguir.

## 7 RESULTADOS

Os potenciais impactos das alterações climáticas na área de defesa, especificamente, nas instalações, equipamentos e pessoal são descritos no Quadro 2. Embora os dados estejam segregados, deve-se considerar que os riscos relacionados podem acontecer simultaneamente.

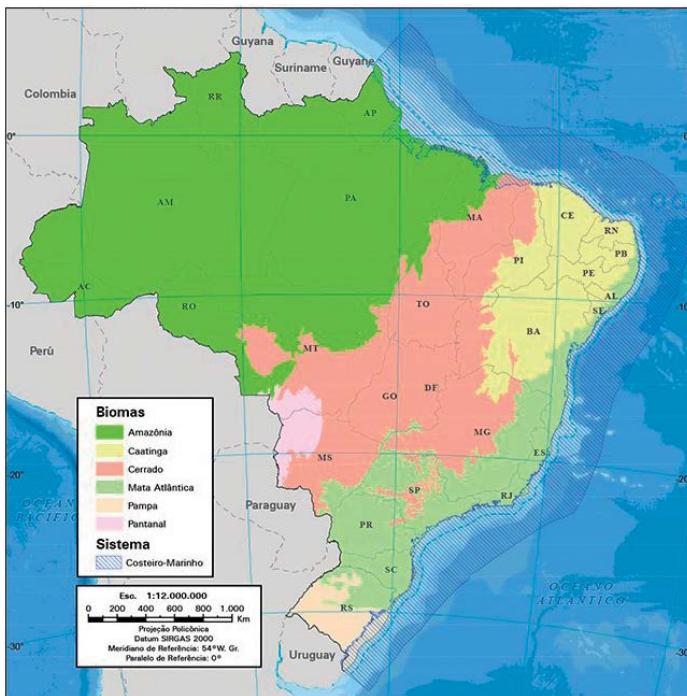
**Quadro 2 – Exemplo de impactos das alterações climáticas nas capacidades militares**

Eventos Climáticos	Instalações	Equipamentos	Pessoal
Altas temperaturas e ondas de calor	Danos às estruturas devido ao estresse térmico e a perda de capacidade de suporte de carga e ruptura do solo devido ao degelo com possível falha estrutural e colapso (edifícios, pontes etc.)	Danos devido ao calor e deterioração dos lubrificantes (caixas de engrenagens, bombas hidráulicas etc.), mau funcionamento dos equipamentos e sensores eletrônicos e motores afetados pela redução de oxigênio etc.	Efeitos na saúde, como insolação, exaustão, doenças cardiovasculares, respiratórias e infecciosas etc.
	Aumento da refrigeração e consumo de energia.		
	Escassez de água (aumento e/ou restrições no consumo).		
	Aumento nas perdas pela evaporação da água, combustível, produtos químicos etc., e maior potencial para Natach.		
Seca	Aumento de bioincrustação (cais dos portos, cascos de navios etc.), contaminação de combustível e água e corrosão.		- Efeitos na saúde como insolação, exaustão, doenças cardiovasculares, respiratórias e infecciosas etc. - Restrições do consumo de água.
	Escassez de água.		
	Perda de cobertura natural, ocultação e camuflagem.		
	Danos às estruturas devido à ruptura e ressecamento do solo, com possíveis colapsos e falhas estruturais.		
Inundações e chuvas fortes	Aumento do consumo de energia (refrigeração).		Efeitos na saúde como hipotermia, afogamento, doenças respiratórias e infecciosas, eletrocussão, lesões etc.
	Danos e avarias devido à ação da água em estruturas e equipamentos em áreas propensas a inundações ao nível do solo, incluindo elevação e deslocamento (capotamento de veículos e aeronaves, embarcações arrastadas para terra etc.), deslizamentos de terra e erosão, inundações internas (silos e paióis de munição), entupimento dos canos de drenagem com sedimentos ocasionando transbordamento, e possíveis falhas estrutural e colapso nas edificações.		
	Interrupção no fornecimento de eletricidade, água e combustível.		
	Aumento de perdas devido a vazamentos em tanques de combustíveis etc., e maior potencial para Natach.		
Incêndios florestais	Aumento na ventilação e energia.		Efeitos à saúde como doenças cardiovasculares e respiratórias, exaustão, eletrocussão, ferimentos, fatalidades etc.
	Danos e avarias devido a cargas térmicas e de impacto (queda de árvores), com possível falha estrutural e colapso (por exemplo, edifícios), corrosão, entupimento de drenagem com sedimentos e detritos.		
	Aumento das perdas (água, combustível, produtos químicos etc.) devido à evaporação e maior potencial para acidentes Natach.	Diminuição da qualidade do ar (por exemplo, cinzas e fumaça) e da qualidade da água potável devido à contaminação por cinzas.	
	Perda de cobertura natural, ocultação e camuflagem		
	Aumento da potência de reserva e do consumo de energia	Diminuição da manobrabilidade e visibilidade de Viaturas, Embarcações e Aeronaves.	
	Aumento do uso de água.		
	Interrupção do fornecimento de energia.		

Fonte: Adaptado de Tavares da Costa e Krausmann (2021).

Depreende-se do quadro acima, que os autores analisaram genericamente os impactos das alterações climáticas na área de defesa, entretanto dada a importância da relação dos biomas com o clima, sugere-se que os estudos de tais impactos sejam realizados considerando as variações regionais. No Brasil, por exemplo, há seis biomas – Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal e Pampa (Figura 1), sendo que cada um possui condições climáticas específicas.

Figura 1 – Biomas brasileiros



Fonte: IBGE Educa (2025).

A diversidade dos biomas exige que as políticas de meio ambiente e do clima sejam elaboradas com foco nas especificidades de cada estado e/ou região, a fim de promover ações eficientes e adequadas às necessidades locais, principalmente em relação à prontidão, mobilização e capacidade logística da Defesa Civil e das FA.

Nessa perspectiva, Nobre *et al.* (2016) analisaram os fatores antropogênicos das alterações climáticas na região amazônica (Quadro 3). O Bioma Amazônia ocupa cerca de 49% do território brasileiro, correspondente a 1/3 das reservas de florestas tropicais úmidas, e contém 20% da água doce mundial, além de grandes reservas minerais (IBGE Educa, 2025).

Quadro 3 – Impactos das alterações climáticas na Amazônia brasileira

Variáveis	Impactos	Projeções
Mudanças no regime pluviométrico	Há evidências de alongamento da estação seca no sul e sudeste da Amazônia, o que compromete a resiliência da floresta no regime de chuvas.	Aumento frequente de secas intensas e cheias atípicas.
Eventos climáticos extremos	A ocorrência de secas severas e inundações intensas aumentou nas últimas décadas.	Esses eventos podem causar a mortalidade das árvores, queda na produtividade da floresta e maior vulnerabilidade às queimadas.
Savanização	O prolongamento da estação seca no sul-sudeste da Amazônia é o fator mais importante para a transição da floresta para a savana pois o envelope climático para florestas tropicais requer uma estação seca (menor que 100 milímetros por mês) não superior a 4 meses.	Modelagens apontam para dois possíveis pontos de inflexão: <ul style="list-style-type: none"><li>• Desmatamento acima de 40% da área original da floresta.</li><li>• Aquecimento de 4 °C na temperatura.</li></ul> Caso ultrapassados, há risco de colapso florestal em larga escala, com substituição da floresta por formações mais secas, como savanas degradadas, especialmente no sul e leste da Amazônia.
Perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos	A Amazônia concentra de 10 a 15% da biodiversidade terrestre global e armazena até 200 bilhões de toneladas de carbono.	O colapso parcial da floresta representaria perdas irreversíveis para a regulação climática, os ciclos hídricos e a diversidade biológica.

Fonte: adaptado de Nobre *et al.* (2016).

Para Nobre *et al.* (2016) é necessário haver um esforço global de descarbonização, a fim cumprir as salvaguardas de aquecimento global de, no máximo, 2° C, conforme estabelecido no ano de 2015, durante o Acordo de Paris.

Silva (2025) assinala que desde o ano de 2021, o Exército Brasileiro, por intermédio do Comando Militar da Amazônia, com sede em Manaus, estado do Amazonas, tem concentrado esforços para melhorar a infraestrutura de suas organizações militares, com a instalação de equipamentos e sistemas projetados para o fornecimento e uso de energia limpa e sustentável, como usinas fotovoltaicas dentro dos Pelotões Especiais de Fronteira (PEF).

Para Vianna *et al.* (2024), as metas de sustentabilidade podem ser adotadas nas organizações militares, considerando:

[...] que as matrizes energéticas dos materiais de emprego militar são tradicionalmente baseadas na queima de combustíveis fósseis. Compreende-se que cuidar do meio ambiente em bases e instalações militares é essencial para reduzir o impacto que as atividades castrenses causam à natureza e para assegurar que as operações levadas a termo possam ser conduzidas de forma sustentável por longo prazo (Vianna *et al.*, 2024, p. 140).

Ao analisar os impactos das alterações climáticas nas capacidades militares, este estudo mostra como a Defesa pode ser afetada e identifica as lacunas existentes. Para tanto, a seguir são elencadas recomendações para o MD e as FA, a fim de fortalecer a resiliência e contribuir com a mitigação das alterações climáticas numa perspectiva político-estratégica:

- **Estabelecer diretrizes para a avaliação do risco climático no setor de Defesa.**

Os riscos climáticos têm sido identificados com frequência nos documentos de defesa e segurança tanto nos Estados Unidos quanto na União Europeia. No caso do Brasil, o MD pode apoiar os planos de contingência das FA. Na análise dos riscos devem ser consideradas as vulnerabilidades regionais e/ou locais e a capacidade de adaptação da sociedade (IPCC, 2022).

- **Incorporar as considerações climáticas nas políticas públicas de defesa.**

Partindo-se do pressuposto de que as mudanças climáticas se caracterizam como um fenômeno multidimensional, as políticas públicas – Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa (Brasil, 2020), devem pautar-se em uma concepção holística e abrangente.

- **Modernizar e fortalecer as infraestruturas das OM.**

Por ocasião das crises climáticas, as infraestruturas essenciais das OM são comprometidas, e isto inclui moradias, transporte, fornecimento de água e energia, e de saneamento deteriorações de longo prazo (IPCC, 2018, 2022).

Portanto, o fortalecimento da resiliência pode requerer novos níveis de proteção física para os sistemas críticos, tolerância às falhas e o aprimoramento de preparação, resposta e recuperação.

- **Estabelecer, sob a liderança do MD, a coordenação e o apoio na implementação de ações de forma abrangente, sistemática e estruturada, a fim de garantir o alinhamento com os esforços internacionais para a neutralidade climática até o ano de 2050.**

A despeito, o MD deve considerar a possibilidade de promover a interação com os Ministérios das Minas e Energia; Ciência, Tecnologia e Inovação; e, Meio Ambiente e Mudança do Clima, por meio da elaboração de documentos e diretrizes, assim como se observa no Roadmap *The European Green Deal*, o qual retende contribuir com a meta da UE de atingir a neutralidade de carbono até 2050, mediante a redução das emissões de GEE do setor de defesa, o incremento da eficiência e da sustentabilidade energética, e a proteção da biodiversidade (EEAS, 2020).

- **Promover, fomentar e apoiar programas de P&D para o avanço tecnológico nas áreas de defesa e crises climáticas.**

Cabe às FA prepararem-se para enfrentar os desafios e as oportunidades associadas ao desenvolvimento de novas capacidade tecnológicas, por meio do aperfeiçoamento e da promoção de sinergia entre as iniciativas existentes na Academia, tais como sistemas de alerta e monitoramento e ferramentas de modelos meteorológicos.

- **Implantar sistemas de fornecimento de energia e uso dos combustíveis de fontes renováveis.**

Nesse contexto, as fontes de energia renováveis são fundamentais para contribuir com a mitigação das alterações climáticas e o fortalecimento da resiliência, por meio da melhoria da infraestrutura das OM, com a instalação de equipamentos e sistemas projetados para o fornecimento e uso de energia limpa e sustentável (Silva, 2025; Vianna *et al.*, 2024).

Portanto, as recomendações acima, não se limitando a essas, são fundamentais para que as FA brasileiras se adaptem aos desafios decorrentes das mudanças climáticas, e se tornem protagonistas na redução de seus impactos, por meio de investimentos na modernização de suas infraestruturas e no desenvolvimento de novas tecnologias.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os eventos climáticos em todo o mundo tendem a se tornar mais extremos e frequentes, ocasionando o aumento de tempestades,

inundações, ondas de calor e secas. As consequências desses fenômenos incluem a interrupção do abastecimento de água, redução da produtividade agrícola, impactos nas infraestruturas de produção de energia, e o aumento da propagação de doenças transmitidas por vetores, como a malária e a dengue, típicas de regiões quentes e úmidas.

Tais repercuções resultariam, possivelmente, no aumento de movimentos migratórios e deslocamentos forçados, contribuindo para uma instabilidade social e política, gerando desafios adicionais para os governos e as FA. Essas dinâmicas podem, em algum aspecto, aumentar o risco de conflitos armados, decorrente da escassez hídrica e alimentar.

As FA podem beneficiar-se de soluções energéticas sustentáveis, especialmente em termos de segurança energética. Nota-se, porém, certa dificuldade de implementarem medidas para contribuir com a redução do uso de combustíveis fósseis e energia, haja vista a ampla quantidade de OM, o tamanho das propriedades e das áreas edificadas, o número de viaturas administrativas e operacionais etc.

Entretanto, ações precisam ser pensadas e planejadas, e as implementações devem ser aceleradas nos próximos anos, para que as FA atinjam um nível adequado de resiliência e sustentabilidade em termos climáticos.

As ações tardias podem aumentar o risco de perda das capacidades militares, elevando os custos operacionais, logísticos e administrativos, e poderão ter consequências potencialmente graves para o seu emprego.

## REFERÊNCIAS

ALEMANHA. *White Paper 2016: on German Security Policy and the future of the Bundeswehr*. Berlin: The Federal Government, 2017.

BRASIL. *Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999*. Brasília, DF: Presidência da República, [1999]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp97.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp97.htm). Acesso em: 15 fev. 2025.

BRASIL. Política Nacional de Defesa (PND) e Estratégia Nacional de Defesa (END). *Ministério da Defesa*, Brasília, DF, 2020. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy\\_of\\_estado-e-defesa/pnd\\_end\\_congressonacional\\_22\\_07\\_2020.pdf/view](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congressonacional_22_07_2020.pdf/view). Acesso em: 27 set. 2025.

**BRASIL. Exército Brasileiro. Manual de Campanha EB 70-MC-10.236 - Operações de Ajuda Humanitária.** Brasília, DF: Exército Brasileiro, 2023.

**BREMBERG, N. European Regional Organizations and Climate-related Security Risks: EU, OSCE and NATO.** London: SIPRI Insights on Peace and Security, 2018.

**BRZOSKA, M.** Climate change and military planning. **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 172-190, 2015.

**BUNSE et al., 2022. Advancing European Union Action to Address Climate Related Security Risks.** SIPRI Research Policy Paper, 2022

**DALBY, S. Anthropocene Geopolitics:** globalization, security, sustainability. Ottawa: University of Ottawa Press, 2020.

**EEAS. Climate Change and Defence Roadmap. European External Action Service**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.eeas.europa.eu/sites/default/files/documents/2022-03-28-ClimateDefence-new-Layout.pdf>. Acesso em: 10 maio 2024.

**ESS. Providing Security in a Changing World. European Security Strategy**, [s. l.], 2008. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/media/30823/qc7809568enc.pdf>. Acesso em: 10 maio 2024.

**ESTADOS UNIDOS. National Security Strategy**, 2022. Disponível em: <https://bidenwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2022/10/Biden-Harris-Administrations-National-Security-Strategy-10.2022.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.

**EUA. Climate-Related Risk to DoD Infrastructure Initial Vulnerability Assessment Survey Report.** Washington, DC: Department of Defense, 2018.

**EUROPEAN COMISSION. International Climate Finance.** Paris: European Comission, 2024.

**EUROPEAN UNION. A Strategic Compass for Security and Defence:** for a European Union that protects its citizens, values and interests and contributes to international peace and security. Paris: European Union, 2022.

**FMN. Forsvarsministeriet. Environment and Energy Strategy 2016-2020.** [S. l.: s. n.], 2016.

FRANÇA. **National Strategic Review.** Paris: NSR, 2022.

GAO, Y. et al. Natural hazard triggered technological risks in the Yangtze River Economic Belt. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 11, p. 1-11, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-93353-y>. Acesso em: 15 fev. 2025.

GIDDENS, A. **A política da mudança climática.** Rio de Janeiro, Brasil: Zahar, 2010.

GOMES FILHO, P. R. S. Impactos das mudanças climáticas sobre o preparo e o emprego das Forças Armadas. **Diálogos Soberania e Clima**, [s. l.], v. 3, n. 1, 2024. Disponível em: [https://soberaniaeclima.org.br/wp-content/uploads/2024/02/Dialogos-Soberania-e-Clima-Especial-No\\_01-Janeiro-2024-03-23-32.pdf](https://soberaniaeclima.org.br/wp-content/uploads/2024/02/Dialogos-Soberania-e-Clima-Especial-No_01-Janeiro-2024-03-23-32.pdf). Acesso em: 15 fev. 2025.

GUERRERO, M. et al. Effect of Climate Change on Navigation Channel Dredging of the Parana River. **International Journal of River Basin Management**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 439-448, 2013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15715124.2013.819005>. Acesso em: 15 fev. 2025.

IBGE EDUCA. Biomas Brasileiros. **IBGE Educa**, Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomas-brasileiros.html>. Acesso em: 27 set. 2025.

ÍNDIA. **India's National Security Strategy.** Mumbai: [s.n.], 2019.

IPCC. **Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects.** Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Genebra: IPCC, 2014.

IPCC. **Summary for Policymakers.** Genebra: IPCC, 2018.

IPCC. **Summary for Policymakers.** Genebra: IPCC, 2022.

KALDOR, M. **Human Security:** reflections on globalization and intervention. Cambridge: Polity, 2007.

KING, C. W. **Climate change:** implications for defence, key findings from the Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report. [S. l.: s. n.], 2014.

KRAUSMANN, E. *et al.* **Natech Risk Assessment and Management:** reducing the Risk of Natural-Hazard Impact on Hazardous Installations. Amsterdam: Elsevier, 2017.

McDONALD, M. Climate Change and Security: towards ecological security? **International Theory**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 153-180, 2018. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/international-theory/article/abs/climate-change-and-security-towards-ecological-security/228798050D9F11036FB72D9F2C84F70D>. Acesso em: 15 fev. 2025.

MIRO, M. E. *et al.* Assessing risk to the National critical functions as a result of climate change. **RAND Corporation**, [s. l.], 5 abr. 2022. Disponível em: [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RRA1645-7.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA1645-7.html). Acesso em: 12 fev. 2025.

NATO. **NATO Climate Change and Security Action Plan.** [S. l.]: North Atlantic Treaty Organization, 2021.

NOBRE, C. A. *et al.* Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm, **Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.**, [s. l.], v. 113, n. 39, p. 10759-10768, 2016.

OPERAÇÃO Taquari 2 completa trinta dias no Rio Grande do Sul. **Exército Brasileiro**, Brasília, DF, 2024. Disponível em: <https://www.eb.mil.br/web/noticias/w/operacao-taquari-2-completa-trinta-dias-no-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 10 jan. 2025.

REINO UNIDO. **Climate Change and Sustainability Strategic Approach.** London: Ministry of Defence, 2021.

REPÚBLICA DAS ILHAS MARSHALL. **Views Regarding the Possible Security Implications of Climate Change.** [S. l.]: Permanent Mission of the Republic of the Marshall Islands to the United Nations, 2009.

SILVA, M. V. G. Army Present, Amazon Protected: The Strategic Role of the Amazon Military Command in Environmental Protection. **Mundo Amazônico**, Bogotá, v. 16, n. 2, p. e114203, 2025. Disponível em: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/imanimundo/article/view/114203>. Acesso em: 27 set. 2025.

TAVARES DA COSTA, R.; KRAUSMANN, E. Impacts of Natural Hazards and Climate Change on EU Security and Defence. **European Comission**, Luxembourg, 2021. Disponível em: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC126315>. Acesso em: 24 set. 2025.

TCCS. **A Security Threatassessment of Global Climate Change:** how likely warming scenarios indicate a catastrophic security future. Washington, DC: The Center for Climate and Security, 2020.

VAN SCHAIK, L. *et al.* Ready for take-off? Military responses to climate change. Clingendael: Elsevier, 2020.

VIANNA, G. S. *et al.* Desenvolvimento Sustentável e suas Implicações para a Defesa Nacional, Nação e Defesa, Brasília, DF, v. 169, p. 129-152, 2024. Disponível em: [https://www.idn.gov.pt/pt/publicacoes/nacao/Documents/NeD169/NeDef169\\_GilbertoSouzaVianna\\_RicardoAlfredoAssisFayal\\_RicardoRodriguesFreire.pdf](https://www.idn.gov.pt/pt/publicacoes/nacao/Documents/NeD169/NeDef169_GilbertoSouzaVianna_RicardoAlfredoAssisFayal_RicardoRodriguesFreire.pdf). Acesso em: 27 set. 25.

