



## **SUMÁRIO EXECUTIVO**

Descarbonização e  
Sustentabilidade no Setor  
de Defesa: eficiência  
energética e novas  
capacidades de defesa

Fernanda das Graças Corrêa

**FICHA INSTITUCIONAL****Conselho de Administração**

Marcelo Furtado  
Raul Jungmann  
Sergio Westphalen Etchegoyen

**Diretora Executiva**

Mariana Nascimento Plum

**Coordenador Administrativo-Financeiro**

Newton Raulino

**Coordenadora de Pesquisa**

Bruna Ferreira

**Coordenadora de Projetos**

Mila Campbell

**Coordenadora de Comunicação**

Valéria Amorim

**Assistente Administrativa-Financeira**

Leandra Barra

**Revisão**

Mariana Nascimento Plum  
Bruna Ferreira  
Mila Campbell  
Tamiris Santos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Pedro Bopp

APOIO:



2024

Descarbonização e Sustentabilidade no Setor de Defesa:  
eficiência energética e novas capacidades de defesa

Palavras-chave:

1. Eficiência energética.
2. Capacidades de defesa.
3. Guerra do futuro.
4. Surpresas estratégicas.

As opiniões aqui expressas são de inteira responsabilidade do(a)  
(s) autor(a)(es)(as), não refletindo, necessariamente, a posição das  
instituições envolvidas.

# Descarbonização e Sustentabilidade no Setor de Defesa: eficiência energética e novas capacidades de defesa

— Fernanda das Graças Corrêa<sup>1</sup>

## Sumário Executivo

Este importante Estudo trata de um tema inédito e muito pouco explorado na literatura de Estudos de Defesa. A emergência das mudanças climáticas impõe que os decisores da política global reformulem suas estratégias para mitigar os danos que ocorrerão na economia, na sociedade e nas relações entre os Estados, impactando, dessa forma, também a defesa.

A **primeira seção** deste Estudo trata do Poder dos Estados e a Geopolítica Ambiental Global, na qual se ilustra de que forma cenários catastróficos de escassez de água potável, aumento das inundações e do nível do mar, insegurança alimentar, períodos longos de estiagem, morte de diversas espécies de animais, deslizamentos de terra, aumento das enchentes, ocorrência de incêndios florestais e perda de biodiversidade poderão ser intensificados com o advento das mudanças climáticas, sobretudo, em Estados subdesenvolvidos. Elucida-se também nesta seção como Estados desenvolvidos e em desenvolvimento têm se articulado e estabelecido compromissos internacionais para mitigar os impactos destes possíveis cenários no mundo e em seus próprios territórios. Diante destas catástrofes, tanto o poder dos Estados quanto a Geopolítica são colocados em xeque à medida que a agenda ambiental exigirá que os Estados reformulem suas estratégias para enfrentar novas ameaças à segurança internacional, como a insegurança alimentar e a insegurança energética.

A **segunda seção** trata das surpresas estratégicas e capacidades de defesa na guerra do futuro e elucida como os Estados estão reformulando suas estratégias para enfrentar as novas ameaças intensificadas pelas mudanças climáticas. Os teatros de operações militares serão profundamente afetados à medida que o emprego de novas tecnologias verdes contribuirá para o surgimento de novas capacidades de Defesa e impactará no próprio curso da guerra do futuro. A maioria dos Estados que está preparando e capacitando suas Forças Armadas para lidar com as mudanças climáticas tem como foco a vantagem operacional e a otimização dos meios de transporte militares. Neste Estudo, a eficiência energética dos meios de transporte militares e o surgimento de novas capacidades de Defesa são analisadas sob o olhar das surpresas estratégicas. Neste sentido, este Estudo colabora para que o Ministério da Defesa e as Forças Armadas brasileiras sejam capazes de prever e se antecipar a uma ameaça externa aguda e imediata aos interesses nacionais. Em outras palavras, em possíveis cenários de

---

1. Pós-doutoranda em Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear (DQBRN) pelo Instituto Militar de Engenharia (IME). Pós-doutora em Modelagem de Sistemas Complexos pela USP e em Ciências Militares pela ECEME, doutora em Ciência Política na área de concentração em Estudos Estratégicos pela UFF e é pesquisadora da linha "Prospecção de tecnologias emergentes e disruptivas: abordagens teóricas, metodológicas e práticas" do Grupo de Estudos em Tecnologias de Defesa e a Evolução do Pensamento Estratégico (GETED/UNESP).

guerra, as Forças Armadas brasileiras poderão ser surpreendidas por inimigos que ameacem a soberania nacional com tecnologias verdes com poder dissuasório mais eficaz e eficiente que as que empregam combustíveis de origem fóssil, modificando tanto as linhas de produção quanto o *modus operandi* das guerras do futuro, minando a prontidão militar e impondo custos cada vez mais insustentáveis à Defesa.

Nesta segunda seção, debatemos também a atuação do Brasil na agenda global de sustentabilidade, ou seja, como o Brasil tem se articulado para cumprir com o seu compromisso internacional de reduzir as suas emissões de gases de efeito estufa em 48% até 2025 e 53% até 2030, e o que essas metas representam para a Defesa e a Soberania Nacional. Embora a matriz elétrica brasileira seja considerada uma das mais limpas do mundo, várias são as tecnologias de combustíveis sustentáveis fomentadas pelo governo como alternativas aos combustíveis fósseis. O objetivo do governo é integrar políticas públicas historicamente bem sucedidas, como o Pro-álcool, o Biodiesel e o Renovabio, com novas políticas públicas, como Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve), Rota 2030, Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular, o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural (CONPET), o Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (ProBioQAV) e o Programa Nacional de Diesel Verde (PNDV).

A **terceira seção** trata especificamente da metodologia empregada neste Estudo e dos critérios selecionados para enquadrar as fontes energéticas de baixo carbono que reúnem as condições necessárias para substituir combustíveis fósseis em teatros de operações militares na guerra do futuro. Em função de muitas destas novas tecnologias ainda estarem em fase de teste ou no início da inserção mercadológica, a possibilidade de aumento de eficiência energética de meios militares citada neste Estudo é presumida.

É na **quarta seção** que os combustíveis sustentáveis inovadores são identificados e analisados, conforme enquadramento de critérios bem específicos, elaborados com base em dados e informações extraídos da literatura científica levantada neste Estudo. As tecnologias e suas principais tendências foram analisadas comparativamente uma por uma, de forma detalhada, apontando todos os *stakeholders* que participam, interagem e/ou acompanham os seus ciclos de vida. Foram acessadas diversas bases de dados, como as da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), as do Instituto de Pesquisa Econômica-Aplicada (IPEA), as da Comissão Europeia, as da Petróleo Brasileiro S. A. (PETROBRAS), as da Eletronuclear, as da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), as da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA, na sigla em inglês), entre outras, para permitir que o leitor deste Estudo conheça os principais insumos estratégicos dos combustíveis sustentáveis inovadores, as principais dificuldades enfrentadas na cadeia produtiva e as grandes oportunidades que estes combustíveis podem gerar neste novo mercado que se abre para as indústrias e para as Forças Armadas brasileiras.

Na **quinta seção** deste Estudo é apresentado o refinamento das tecnologias dos combustíveis sustentáveis inovadores que têm potencial emprego na Defesa e quais são os gargalos e os benefícios que estas tecnologias podem gerar nas Forças Armadas. Importante sinalização é realizada para que o Brasil não entre na guerra de narrativas e na política da agenda ambiental global sem ter seu próprio argumento científico em favor das tecnologias verdes. Os combustíveis sustentáveis para a Defesa aqui destacados reúnem as condições para, no futuro, aumentar as capacidades de Defesa das Forças Armadas. Entretanto, estas Forças só serão capazes de evitar surpresas estratégicas ou gerar efeitos de surpresas estratégicas numa eventual guerra no futuro se o Brasil for capaz de protagonizar na agenda ambiental global com argumento científico e discurso político próprio.

Na **sexta seção**, são apresentados os principais desafios que a Defesa e as Forças Armadas tendem a enfrentar no jogo político da agenda ambiental global e algumas sugestões e recomendações para que a Defesa e as Forças Armadas brasileiras possam, de fato, explorar o máximo de oportunidades possíveis desta atual conjuntura internacional. Exclusivamente, foram elaborados para este Estudo quadros, por região geográfica, que reúnem dados e informações de plataformas públicas do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) que podem aumentar a vantagem competitiva do Brasil em possíveis cenários de guerra do futuro, mobilizando agências de fomento à pesquisa, entidades bancárias, indústrias, universidades, centros avançados de pesquisa, laboratórios científicos com equipamentos de alta complexidade e recursos humanos altamente qualificados em todo território nacional.



Soberania  
& Clima