

RAN

REVISTA AGULHAS NEGRAS

Revista do Programa de Graduação em Ciências Militares

AMAN / EsPCEx

ISSN 2595-1084



RAN – Journal of Military Sciences

RESENDE-RJ, BRAZIL

V. 9 N. 14 - AGO / DEZ 2025



EQUIPE EDITORIAL

Presidente de Honra

Gen Bda **MARCUS VINICIUS GOMES BONIFACIO** (Me.) – AMAN

Editor-Chefe

Cel R1 **RAFAEL ROESLER** (Dr.) – AMAN

Editor Adjunto

Maj **ARLINDO JOSÉ DE BARROS JUNIOR** (Me.) – AMAN

Conselho Editorial

Cel **GIL VALADÃO FORTES** (Me.) - AMAN

Cel **WESLEI JARDIM BATISTA** (Me.) - AMAN

Cel R1 **JOÃO CARLOS JÂNIO GIGLOTTI** (Dr.) - Universidade de São Paulo (EEL / USP),
Faculdade de Tecnologia da UERJ (FAT/UERJ)

Prof. Dr. **TÁSSIO FRANCHI** - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME)

Prof. Dr. **RUNER AUGUSTO MARSON** – Escola Preparatória de Cadetes do Exército (EsPCEEx)

Comissão Editorial

Cel R1 **JOSÉ BENEDITO CRUZ JUNIOR** (Me.) - AMAN

TC **ROBERTO CAMPOS LEONI** (Dr.) – AMAN

Maj **RÔMULO FERREIRA DOS SANTOS** (Dr.) – Universidade de Brasília - UNB

Prof. Dr. **SILVAR FERREIRA RIBEIRO** – Universidade do Estado da Bahia - UNEB

Profa. Dra. **JULIANA MARCONDES BUSSOLOTTI** – Universidade de Taubaté - UNITAU

Profa. Dra. **ÉRICA FERNANDES ALVES** – Universidade Estadual de Maringá - UEM

Profa. Dra. **ÉRICA FERNANDES COSTA DUARTE** - Associação Educacional Dom Bosco - AEDB

Prof. Dr. **MARCOS AGUIAR DE SOUZA** - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Prof. Dr. **ERLEND NYBAKK** - Kristiania University College, BI Norwegian Business School (**Noruega**)

Prof. Dr. **GEORGE KAFFES** - Hellenic Army Academy (**Grécia**)

Profa. Dra. **AGATA MAZURKIEWICZ** - Jagiellonian University in Krakow (**Polônia**)

Prof. Dr. **IAN PARENTEAU** - Royal Military College Saint-Jean (**Canadá**)

Prof. Dr. **HUSSAM AL HALBUSI** - Ahmed Bin Mohammed Military College (**Catar**)

Prof. Me. **ANDRIES FOKKENS** - Faculty of Military Science - Stellenbosch University (**África do Sul**)

Prof. Dr. **RENATO PESSOA DOS SANTOS** – Academia Militar (**Portugal**)

Profa. Dra. **SANDRA L. ESTEVES OLIVEIRA DE ALMEIDA** – Academia Militar (**Portugal**)

Prof. Dr. **S. ANANTHAN** - National Defence University of Malaysia (**Malásia**)

Prof. Dr. **KELLY K. LEMMONS** - US Air Force Academy (**EUA**)

Revisão Linguística

1º Ten **ALINE EVANGELISTA AGUIAR** (Dra.) - Escola Preparatória de Cadetes do Exército – EsPCEEx

2º Ten **CAROLINE BITENCOURT DE ALMEIDA** (Dra.) – Escola Preparatória de Cadetes do Exército – EsPCEEx

Profa. Dra. **ADRIANA ALMEIDA CORREIA** – Escola Preparatória de Cadetes do Exército – EsPCEEx

Profa. Dra. **ESTER CRISTINA FONTES DE AQUINO ROSA** (Dra.) – Escola Preparatória de Cadetes do Exército - EsPCEEx

Revisão de Línguas Estrangeiras

Maj **TIMOTEO SALGADO PEREIRA PINTO** (Me.) - AMAN

Maj **JOSÉ NEYARDO ALVES DE ARAÚJO** (Me.) - AMAN

Maj **ARLINDO JOSÉ DE BARROS JUNIOR** (Me.) - AMAN



Revista Agulhas Negras - RAN

Journal of Military Sciences

Revista do Programa de Graduação em Ciências Militares
AMAN / EsPCEx

ISSN 2595-1084



v. 9, n. 14 – ago / dez 2025

Resende, RJ

NÚMERO COMPLETO



SOBRE

A **Revista Agulhas Negras (RAN)** é uma publicação semestral do Programa de Graduação em Ciências Militares da Academia Militar das Agulhas Negras (**AMAN**) / Escola Preparatória de Cadetes do Exército (**EsPCEx**), de natureza acadêmica, sem fins lucrativos, baseada na política de acesso livre à informação e que adota modalidade "*online first*" de publicação.

Periodicidade: semestral

Submissão: fluxo contínuo

Idiomas aceitos: português, inglês e espanhol

Sistema de avaliação: avaliação por pares duplo-cego

Custo: gratuito

ENDEREÇO PARA CONTATO

Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) - Divisão de Ensino (DE)

Seção de Pesquisa Acadêmica e Extensão (SPAEx)

Rodovia Presidente Dutra, Km 312 S/N - Resende – RJ

CEP: 27534-970

Tel: +55 (24) 3388-5098

Email: ran.editor@aman.eb.mil.br

<http://ebrevistas.eb.mil.br/aman/>

Os conceitos emitidos nos trabalhos **são de exclusiva responsabilidade dos autores**, não refletindo, necessariamente, a opinião da Revista nem tampouco da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) ou da Escola Preparatória de Cadetes do Exército (EsPCEx).



SUMÁRIO

EDITORIAL

O Mundo em Ebulição e a Nova Corrida Armamentista

v

Marcos de Mendonça Silva

Rafael Roesler

Arlindo José de Barros Junior

ARTIGOS

Abstracts de Artigos Científicos da Área de Aviação: análise dos padrões organizacionais e das escolhas lexicais mais frequentes

127

João Marcelo Rodrigues Azevedo Moreira

Fernanda Beatriz Caricari de Moraes

Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas para Transportar Suprimentos nas Operações em Montanha: possibilidades do futuro testadas em Simulação Construtiva

147

Erik Ribeiro Souza

Elmar de Azevedo Burity

Relações entre Preditores da Síndrome Metabólica, Aptidão Aeróbica e Estresse Oxidativo em Militares do Exército Brasileiro

167

Marcio Antonio de Barros Sena

Paula Fernandez Ferreira

Renan Muniz-Santos

Utilização de Sensoriamento Remoto para Determinação da Composição do Solo: uma revisão sistemática da literatura

184

Mateus Fiamoncini Lopes

Elmar de Azevedo Burity

Análise do Desempenho Neuromuscular de Cadetes do Sexo Feminino na Formação Militar da AMAN (2023–2025)

210

Isabella Fernandes da Costa Medeiros

Rafael Roesler

Runer Augusto Marson

Proposta Didática de Língua Inglesa para o Contexto Militar: ordem operacional via aprendizagem baseada em problemas

226

Elaine Cristina Silva dos Santos

Karin Quast

Espírito das Armas do Exército Brasileiro e Tipologia Psicológica

239

Marco Mendes Cavotti

Ricardo de Queirós Batista Ribeiro

Nilton Sousa da Silva

RELATO DE EXPERIÊNCIA

Sistema de Gestão Ambiental na AMAN: relato de experiência com inovação digital e aplicação do SIGAEB

263

Marcello Marcondes Cardoso

Douglas Oliveira Marcondes Cardoso

AGRADECIMENTOS

289

O Mundo em Ebulição e a Nova Corrida Armamentista

Marcos de Mendonça Silva

Academia Militar das Agulhas Negras - AMAN,
Resende, RJ, Brasil

Email: mmsilva70@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9534-4679>

Rafael Roesler

Academia Militar das Agulhas Negras - AMAN,
Resende, RJ, Brasil

Email: editorchefe.ran@aman.eb.mil.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0733-6389>

Arlindo José de Barros Junior

Academia Militar das Agulhas Negras - AMAN,
Resende, RJ, Brasil.

Email: ran.editor@aman.eb.mil.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0625-6835>



RAN

Revista Agulhas Negras

e-ISSN (online) 2595-1084

<http://ebrevistas.eb.mil.br/aman>



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

O fim da Guerra Fria parecia anunciar a consolidação de uma ordem internacional mais cooperativa, marcada pela globalização, interdependência econômica e redução das tensões geopolíticas. No entanto, o final do primeiro quartel do século XXI revela um cenário diametralmente oposto, com a eclosão de conflitos em vários quadrantes e a retomada da corrida armamentista em escala global – não apenas nuclear, mas espacial, convencional, cibernética e hipersônica. A ciência política, as relações internacionais, a geopolítica e tantos outros campos do conhecimento encontram-se em um laboratório vivo, em que as disputas de poder moldam, em tempo real, os rumos da segurança internacional.

De acordo com o *Stockholm International Peace Research Institute* (SIPRI), os gastos militares globais atingiram a cifra de US\$ 2,718 trilhões em 2024, um aumento de quase 10% em relação ao ano anterior. Esse crescimento ocorreu em todas as grandes regiões geográficas, o que evidencia a natureza verdadeiramente global da militarização contemporânea (George *et al*, 2025).

Vivemos um momento de rara convergência de crises. Pela primeira vez desde o fim da ordem bipolar, praticamente todos os grandes teatros estratégicos encontram-se simultaneamente aquecidos. Esse quadro leva alguns analistas a identificar traços semelhantes aos de outros períodos históricos, nos quais a conjunção de conflitos regionais acabou por deflagrar tanto a Primeira quanto a Segunda Guerra Mundial



Estariamos, portanto, no limiar da Terceira Guerra Mundial? Não cabe a nós um arriscado exercício de adivinhação, mas é prudente nos debruçarmos sobre os inúmeros impactos desses conflitos na (re) configuração da ordem mundial. Afinal, essa sincronia não é coincidência; é sintoma de um sistema em transição acelerada, no qual a ordem liberal hegemônica de 1991-2008 dá lugar a um mundo multipolar ainda sem regras muito bem definidas.

A guerra da Ucrânia e o retorno da lógica de blocos

A guerra entre Rússia e Ucrânia reconfigurou mais uma vez o mapa da Europa e teve grandes desdobramentos até o momento: incessantes fluxos migratórios das populações diretamente afetadas, destruição de infraestruturas críticas, ampliação da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) – com a entrada da Finlândia (2023) e da Suécia (2024), ressuscitando a lógica da Guerra Fria, com o choque entre blocos – e aceleração da militarização, com crescentes gastos decorrentes da modernização e ampliação das forças armadas de diversos países. Considerando o atual contexto de restrições ocidentais, a Rússia tem intensificado contatos com Pequim, Pyongyang e Teerã, o que inclui discussões voltadas a aspectos logísticos.

A Bacia do Pacífico como epicentro da tensão

Paralelamente, a Bacia do Pacífico emerge como o novo epicentro da rivalidade estratégica. O Mar do Sul da China, rico em estoques pesqueiros e altamente promissor na exploração de hidrocarbonetos e nódulos metálicos, tornou-se palco de disputas territoriais entre Pequim e seus vizinhos. Essa estratégica via é responsável por mais de um terço do comércio marítimo mundial e vem sendo palco da transformação de ilhas e atóis em verdadeiras bases militares, principalmente pela RPC. Em função dessa escalada de tensões, o Japão tem discutido seriamente a revisão do Art. 9º de sua constituição.

Taiwan é peça chave nesse tabuleiro geopolítico, tendo em vista o apoio dos EUA, que servem, por enquanto, de fiador do destino da ilha. No entanto, não é mera conjectura avaliar a possibilidade de uma ação voltada à reunificação por parte de Pequim, que, em diversas ocasiões, sinalizou sua disposição de reintegração da ilha, ainda que por meios coercitivos, o que poderia gerar um conflito de grandes proporções.

Austrália, Reino Unido e EUA, por meio da aliança AUKUS, e a Índia estão envolvidas e “objetivam fazer a manutenção da segurança regional – seja terrestre ou marítima – para garantir os princípios da Ordem Liberal Global, do direito internacional e da livre navegação” (Reis, 2023).



Oriente Médio: o ciclo interminável da violência

No Oriente Médio, tensões históricas persistem como feridas abertas. O conflito entre Israel e o Hamas, e a resposta israelense em Gaza, reavivaram antigas linhas de fratura, mas também revelaram novas alianças: esforços diplomáticos capitaneados pelos EUA para a normalização das relações entre Israel e Estados árabes sunitas (Acordos de Abraão) versus o “Eixo da Resistência” Irã–Hezbollah–Houthi–milícias xiitas iraquianas. Teerã aproximava-se perigosamente do limiar nuclear, quando precisos ataques norte-americanos às instalações de enriquecimento interromperam, pelo menos por enquanto, a marcha rumo à obtenção de armas nucleares, que poderiam desestabilizar ainda mais a já conturbada região, que assiste a uma disputa pela hegemonia entre três potências regionais: Arábia Saudita, Irã e Turquia. Israel já sinalizou que não aceitará um Irã com arma atômica. Enquanto isso, os Houthis demonstraram que mísseis de cruzeiro baratos podem paralisar rotas comerciais vitais no Mar Vermelho, evidenciando a vulnerabilidade das cadeias globais de suprimento, que passam pelo sensível *choke point* da navegação internacional. A instabilidade crônica alimenta a corrida armamentista regional.

África: conflitos esquecidos, mas devastadores

Na África, o continente enfrenta uma série de sangrentos conflitos internos e transfronteiriços, frequentemente ligados à luta por recursos naturais, a disputas étnicas e religiosas e à presença de grupos extremistas. Os recentes eventos políticos em nações do *Sahel* e a persistência da violência no centro-leste do continente (como no Sudão e na República Democrática do Congo) indicam limitações significativas de muitos Estados e das estruturas de segurança regional. Ainda é reduzido o espaço dedicado pela imprensa internacional aos desafios humanitários e de segurança presentes no continente.

A América Latina na luta contra o narcoterrorismo

A América Latina, embora historicamente menos central nas grandes rivalidades interestatais, enfrenta uma ameaça crítica que também exige uma resposta militarizada: o narcoterrorismo. O poder e a violência dos cartéis, especialmente no Equador, México e Colômbia, transformaram o crime organizado em uma ameaça real à soberania e à estabilidade democrática. A atuação de forças norte-americanas no Caribe, associada ao apoio a Estados que enfrentam crises relacionadas ao tráfico de drogas, aponta para uma ampliação dos espaços nos quais se manifestam tensões geopolíticas e desafios de segurança, nos quais figuram atores transnacionais não-estatais.



O desafio para a ciência

A nova corrida armamentista é multifacetada, abrangendo não apenas armas convencionais e nucleares, mas também o domínio cibernético e a militarização do espaço. O aumento global dos gastos militares, desviando recursos essenciais para o enfrentamento de crises econômicas, a fome, as pandemias e a desigualdade social, representa uma trágica falha de prioridade.

A comunidade científica tem um papel crucial na análise das causas e das consequências dessas tensões. É preciso sugerir caminhos e alternativas com potencial para pavimentar a cooperação entre os países e a distensão dos conflitos. A pesquisa em diplomacia preventiva, estudos de paz e segurança internacional, utilizando modelos complexos para prever pontos de inflexão, nunca foi tão vital. É imperativo que os periódicos científicos sirvam como fóruns de debate que transcendam as narrativas polarizadas, oferecendo *insights* baseados em evidências para evitar que o fervor da militarização, ou da polarização, ofusque a razão. O futuro da estabilidade global e o bem-estar da humanidade dependem da nossa capacidade coletiva de gerir e, finalmente, desarmar essas tensões.

Por fim, é com o intuito de refletir sobre os aspectos aqui abordados que a RAN reforça o **convite à comunidade acadêmica** para divulgar seus trabalhos e pesquisas em nossa Revista. Acreditamos que a produção acadêmico-científica tem papel relevante na construção de caminhos que levam à compreensão e à prevenção das tensões que moldam o cenário internacional contemporâneo. Por meio de análises realizadas a partir de rigor científico e de debates de qualidade, pode contribuir para ampliar a cooperação entre Estados e fortalecer a diplomacia, visando à paz e à estabilidade global.

Referências

ANJOS, Leandro Ortolan dos. **Japão e o pacifismo**: o artigo 9 da constituição japonesa e a sua reinterpretação no governo Shinzo Abe. [s.l.: s.n.], [s.d.].

GEORGE, Mathew; DJOKIC, Katarina; HUSSAIN, Zain; WEZEMAN, Pieter D.; WEZEMAN, Siemon T. **Trends in International Arms Transfers, 2024**. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). Fact Sheet 2025. Disponível em: https://www.sipri.org/sites/default/files/2025-03/fs_2503_at_2024.pdf?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 1 dez. 2025.

REIS, Lohanna. AUKUS, o QUAD e o papel da Austrália na segurança da região do Indo-Pacífico. **Atlas Report**, 31 jan. 2023. Disponível em: <https://atlasreport.com.br/aukus-o-quad-e-o-papel-da-australia-na-seguranca-da-regiao-do-indo-pacifico/>. Acesso em: 2 dez. 2025.

Abstracts de Artigos Científicos da Área de Aviação: análise dos padrões organizacionais e das escolhas lexicais mais frequentes

Scientific Abstracts in Aviation Field: analysis of organization patterns and lexical choices

RESUMO

O artigo objetiva analisar os padrões organizacionais e as escolhas lexicais mais frequentes de *abstracts*, resumos de artigos científicos em Língua Inglesa, da área de aviação. Este trabalho analisa tanto a retórica dos “movimentos” (tradução livre do inglês *moves*) de Swales (1990), como as escolhas lexicais mais frequentes. Para isso, foram coletados dois *corpora*, um com *abstracts* de artigos científicos publicados na revista *Air and Space Power Journal* e outro com *abstracts* de Trabalhos de Conclusão de Curso escritos por cadetes aviadores da Academia da Força Aérea. Primeiramente, foram verificados os movimentos obrigatórios. Posteriormente, oversaram-se as escolhas lexicais mais frequentes, com base na Linguística Sistêmico-Funcional (Halliday, 1994; Halliday & Matthysen, 2004, 2014), buscando comparações entre os *abstracts* escritos por pesquisadores experientes e os escritos por cadetes (pesquisadores em formação). Os resultados obtidos revelam padrões de movimentos que se diferenciam entre si nos dois *corpora* estudados, além de uma diferença considerável no que se refere às escolhas lexicais. As conclusões apontam para as diferenças mais significativas entre os textos, como as variações de Movimentos e o uso de escolhas lexicais mais complexas no corpus de pesquisadores experientes. Espera-se que os resultados deste trabalho contribuam para avariar possibilidades de materiais didáticos para o ensino de leitura e escrita acadêmica na Instituição.

Palavras-chave: Abstract; Escrita Acadêmica; Linguística Sistêmico-Funcional.

ABSTRACT

The article aims to analyze the organizational patterns and the most frequent lexical choices of abstracts, abstracts of scientific articles in English, aviation area. This work analyzes both the rhetoric of “movements” (free translation from English *moves*) by Swales (1990), as well as the most frequent lexical choices. For this, two corpora were collected, one with abstracts of scientific articles published in the journal *Air and Space Power Journal* and another with abstracts of Course Completion Papers written by Air Force Academy aviator cadets. First, the mandatory and optional movements were checked. Subsequently, the most frequent lexical choices were observed based on Systemic-Functional Linguistics (Halliday, 1994; Halliday & Matthysen, 2004, 2014), seeking comparisons between abstracts written by experienced researchers and those written by cadets (researchers in training). The results reveal patterns of movements that differ from each other in the two corpora studied, as well as a considerable difference with regard to lexical choices. The conclusions point to the most significant differences between texts, such as variations of movements and the use of more complex lexical choices in the corpus of experienced researchers. It is expected that the results of this work contribute to the design of teaching materials for the teaching of reading and academic writing at the institution.

Keywords: Abstract; Academic Writing; Systemic-Functional Linguistics.

João Marcelo Rodrigues Azevedo Moreira

Academia da Força Aérea - AFA, Pirassununga-SP, Brasil.

Email: joaomarcelojmram@fab.mil.br

ORCID:

<https://orcid.org/0009-0007-2401-051X>

Fernanda Beatriz Caricari de Moraes

Academia da Força Aérea - AFA, Pirassununga-SP, Brasil.

Email: fernandafbcm@fab.mil.br

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0001-6075-4101>

Received:	15 May 2025
Reviewed:	May/Aug 2025
Received after revised:	15 Aug 2025
Accepted:	18 Aug 2025



RAN

Revista Agulhas Negras

eISSN (online) 2595-1084

<http://www.ebrevistas.eb.mil.br/aman>



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



1 INTRODUÇÃO

Este artigo, resultante do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) da Academia da Força Aérea, desenvolve-se a partir do projeto de pesquisa da orientadora. Tal projeto, inserido na linha de pesquisa institucional “Poder Militar”, especificamente no núcleo “Estudos Linguísticos no Contexto Militar”, tem como objetivo analisar as escolhas linguísticas de artigos acadêmicos da área de aviação em Língua Inglesa, publicados em periódicos de notabilidade internacional. Fundamentado na Linguística Sistêmico-Funcional (Halliday & Matthysen, 2004, 2014), o projeto envolveu cadetes de Iniciação Científica e de TCC na investigação das características da linguagem acadêmica da área.

Inspirado nas discussões sobre as especificidades da linguagem acadêmica levantadas no projeto de pesquisa, este artigo concentra-se na descrição do padrão organizacional de *abstracts* da área de aviação. Para isso, inicialmente o trabalho compara *abstracts* escritos por pesquisadores experientes com aqueles produzidos por cadetes (pesquisadores em formação), analisando a forma como esses textos se organizam, especialmente no que concerne aos “Movimentos” (Swales, 1990), e as escolhas lexicais mais frequentes, sob a perspectiva da Linguística Sistêmico-Funcional (LSF) (Halliday & Matthysen, 2004, 2014).

Sabe-se que o gênero textual resumo é apresentado em artigos científicos e, comumente, é acompanhado de um *abstract*, resumo apresentado em Língua Inglesa¹. A escolha pelo estudo dos *abstracts* pode ser explicada por algumas razões, entre elas destaca-se que, para a pesquisa científica são empregadas ferramentas de busca a partir das quais é possível procurar trabalhos científicos por palavras-chave e, de forma habitual, em um primeiro momento, o pesquisador faz a leitura do resumo ou *abstract* do artigo, com o intuito de verificar possível relação entre o texto e o estudo pretendido.

Dessa maneira, justifica-se o interesse na realização deste estudo em parte baseado no MCA 36-8 Perfil Profissional dos Oficiais da Aeronáutica - PPOA - Volume 1 - QOAV, QOINT e QOINF², manual que indica que o oficial aviador da Força Aérea Brasileira deve, no que se refere à Língua Inglesa, ser capaz de “interpretar textos e falas complexas que tratem de temas tanto concretos como abstratos, inclusive de caráter técnico que forem de sua área de especialização” e de “produzir textos na Língua Inglesa que obedeçam às regras gramaticais da língua” (Ministério da Defesa, 2023, p. 146).

¹ De acordo com a NBR 14724:2011, é obrigatória a apresentação de um resumo em língua estrangeira.

² Instrumento que traz contornos precisos a fim de nortear e viabilizar o oferecimento da gestão por competências no âmbito da FAB.



Optou-se por analisar os *abstracts* de artigos científicos produzidos por pesquisadores experientes, coletados na página da revista *Air and Space Power Journal*³ e os *abstracts* de Trabalhos de Conclusão de Curso armazenados na biblioteca da Academia da Força Aérea. O objetivo foi, após a coleta de dados, observar como os textos contemplam a sequência de “Movimentos” de Swales (1990), amplamente estudado em pesquisas linguísticas, Carvalho (2010), Melo e Bezerra (2021) e Moraes (2023), que caracterizam a organização retórica do gênero textual para uma escrita e compreensão mais profunda do conteúdo. Além disso, as escolhas lexicais que se apresentam com maior constância foram verificadas.

A escolha do periódico *Air and Space Power Journal* se deu por sua relevância na formação e atualização de aviadores e profissionais da área, evidenciada pela produção de conhecimento e tradição acadêmica em estratégias aéreas contemporâneas. O impacto da revista é notório, com 207300 acessos⁴ registrados em fevereiro de 2024, demonstrando seu alcance e influência na comunidade de aviação.

A proficiência na interpretação de *abstracts* de artigos científicos em Língua Inglesa é de importância crucial para os cadetes da FAB. Essa habilidade impacta diretamente sua capacidade de assimilar e aplicar conhecimentos especializados essenciais à sua formação. O desenvolvimento dessa competência textual não apenas otimiza o desempenho acadêmico durante o curso, mas também prepara os futuros oficiais para uma análise crítica e eficaz da literatura da área, consolidando sua formação profissional. Adicionalmente, a capacidade de produzir *abstracts* concisos e claros em inglês é igualmente relevante, tanto na elaboração do TCC quanto no exercício da carreira militar, em que a escrita acadêmica se torna ferramenta indispensável para o aprofundamento de estudos e a disseminação de pesquisas.

Para transitar nesses meios e fazer parte da comunidade acadêmica, ler e escrever em Língua Inglesa (LI) é crucial. A LI é considerada por autores como Crystal (1997) e Widdowson (2015) como uma língua franca (*English as a lingua franca*). Isso revolucionou a forma como se entende e se ensina o idioma. Suas contribuições destacam a importância da comunicação eficaz sobre a aderência a normas nativas, reconhecendo a legitimidade das variações linguísticas e da diversidade de falantes. Essa perspectiva influenciou a criação de materiais e abordagens que priorizam a comunicação intercultural, preparando os aprendizes para o uso do inglês em contextos globais e heterogêneos, habilidade que é esperada dos futuros oficiais da Força de acordo com o PPOA (Ministério da Defesa, 2023).

³ www.airuniversity.af.edu/ASPJ

⁴ Conforme plataforma SimilarWeb. Acesso em 29/02/2024.



Para analisar os movimentos e as escolhas lexicais mais frequentes nos *abstracts* de pesquisadores experientes e de pesquisadores em formação, foi necessário constituir dois *corpora* distintos. Foram coletados aleatoriamente 30 *abstracts* produzidos por cadetes aviadores e 30 *abstracts* na revista citada, dividindo-se em 10 textos de cada ano, a contar de 2021 até 2023. Esse recorte temporal se justifica pelo fato de abranger o período no qual os textos dos cadetes da AFA tiveram a obrigatoriedade de escrita no formato de artigos científicos, padrão ainda sendo utilizado até o momento da realização deste trabalho.

Os *corpora* foram analisados em sua organização textual, seguindo a proposta de *movimentos* de Swales (1990), ampliada por Bhatia (1993), e linguisticamente, à luz da Linguística Sistêmico-Funcional. Limitou-se às escolhas lexicais mais frequentes ligadas, especificamente, à representação do primeiro movimento, chamado *introdução do propósito*, por ser o único movimento que ocorre em todos os textos, conforme observado na primeira parte da análise mais adiante. A seguir, são apresentados os pressupostos teóricos que guiaram esta pesquisa, seguido dos procedimentos metodológicos e da análise de dados.

2 Referencial Teórico

Textos acadêmicos fazem parte da chamada comunicação científica, que é a maneira de estabelecer diálogo com o público de uma comunidade/área específica - comunicação entre pares (Valeiro e Pinheiro, 2008). A comunicação científica teve origem na Europa no século XV, conforme Mueller e Caribé (2010) e hoje sua divulgação é um fator desejável e corriqueiro nos países democráticos. Como trazem Hyland (2009) apud Guedes e Nogueira (2016), acadêmicos pelo mundo publicam preponderantemente em LI, devido à relevância da língua na disseminação de conhecimento científico, sendo considerado língua franca.

O Ensino de Inglês para Propósitos Específicos (*English for Specific Purpose*, também conhecido pelo acrônimo ESP), reconhecido como um campo de atuação distinto no ensino da Língua Inglesa desde a década de 1960 (Rahman, 2015), engloba a abordagem do Inglês para Fins Acadêmicos (*English for Academic Purpose* - EAP), proposta por Swales (1990). O EAP direciona-se ao ensino do inglês em contextos acadêmicos, tanto para falantes nativos quanto não nativos da língua, nos quais o contato com textos acadêmicos, seja na leitura ou na escrita, é fundamental. Nesse cenário, o *abstract* emerge como um gênero textual de destaque, crucial para a disseminação e a compreensão da pesquisa nas práticas de ESP e EAP. A análise de *abstracts*, elemento obrigatório em artigos científicos, fundamenta-se nas obras seminais de Swales (1990), intitulada *Genre Analysis – English in Academic and Research Settings*, e de Bhatia (1993), *Analysing Genre – Language Use*



in *Professional Settings*. Essas obras continuam a embasar parte significativa das pesquisas acadêmicas contemporâneas sobre o tema, a exemplo dos estudos de Carvalho (2010) e Moraes (2023).

Como definem Curry et al. (2021), *abstract* é uma forma curta, ou sinopse, de um texto ou projeto maior, descrevendo o trabalho proposto, em desenvolvimento ou concluído. Para Bhatia, “o *abstract* de artigo de pesquisa é um gênero reconhecido que surgiu como resultado de um propósito comunicativo bem definido e compreendido que a maioria dos *abstracts* cumpre, independentemente da disciplina a que pertencem” (Bhatia, 1993, p. 147).

Segundo o *American National Standards Institute* (ANSI) (Ansi, 2010), “um *abstract* é uma abreviada e precisa representação do conteúdo de um documento ou uma apresentação oral”. Comumente, artigos científicos possuem *abstracts* objetivando a circulação do conhecimento acadêmico. Esta afirmação é pertinente considerando o fato de um resumo em língua estrangeira ser obrigatório em trabalhos acadêmicos regidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, conforme a NBR 14724:2011. Outro aspecto da relevância da Língua Inglesa reside na exigência, por parte de algumas revistas ou periódicos de divulgação de conteúdo científico, da apresentação prévia de um *abstract* para divulgação e até mesmo aceitação do artigo⁵.

A disseminação de pesquisas científicas desempenha um papel crucial na projeção da imagem e na consolidação da presença internacional de uma instituição. Esse impacto alinha-se ao conceito de *Soft Power*, definido por Luiz e Heleno (2011) como a capacidade de um país influenciar outros atores, tanto internacionais quanto nacionais, de maneira não coercitiva – ou seja, sem o uso de força militar ou sanções econômicas – induzindo-os a tomar decisões que lhe sejam favoráveis.

Nesse contexto de comunicação e influência, a organização retórica proposta por Swales (1990) e expandida por Bhatia (1993) oferece um modelo descritivo da estrutura de artigos acadêmicos. Em suas investigações, os autores argumentam que um exemplar representativo desse gênero textual deve apresentar informações específicas para alcançar seu objetivo comunicativo:

- 1) O que o autor fez;
- 2) Como o autor fez;
- 3) O que o autor encontrou;
- 4) A qual conclusão o autor chegou.

Para Bhatia (1993), o artigo científico transcende a mera disseminação de informações, configurando-se como um instrumento crucial para a validação e o reconhecimento do pesquisador

⁵ Caso da revista a ser analisada, para a qual o primeiro filtro de conteúdo leva em conta somente o *abstract* para posterior aprovação e divulgação.



dentro da comunidade acadêmica. Essa validação se concretiza através da adesão a padrões estabelecidos, que moldam a estrutura e o conteúdo do artigo, conferindo-lhe uma identidade reconhecível e aceita.

Nesse contexto, o *abstract* assume um papel de destaque, funcionando como um cartão de visitas do artigo. Ele condensa as informações essenciais da pesquisa, permitindo que outros pesquisadores avaliem sua relevância e potencial contribuição para o campo. A habilidade de elaborar um *abstract* conciso, claro e informativo torna-se, portanto, uma competência fundamental para o pesquisador, influenciando diretamente a visibilidade e o impacto de seu trabalho.

A padronização dos *abstracts*, especialmente em publicações de Língua Inglesa (LI), reflete a natureza globalizada da comunicação científica. Em suma, a perspectiva de Bhatia (1993) permite repensar o *abstract* não apenas como um resumo, mas como um elemento estratégico na construção da identidade e do reconhecimento do pesquisador na comunidade acadêmica global. Com o intuito de descrever como tais aspectos são colocados em conjunto, Bhatia (1993) categoriza a construção de *abstracts* em quatro movimentos, que podem ser associados a suas estratégias, especificados no quadro a seguir, conforme Carvalho (2010)⁶:

⁶ Sabe-se que há estudos mais profundos ligados à Sociorretórica, porém o enfoque neste artigo é analisar os corpora pela proposta de movimentos de Swales (1990), ampliada por Bhatia (1993) e amplamente utilizada em pesquisas citadas neste artigo.



INTRODUZIR O PROPÓSITO (movimento 1)
<p>Estratégia 1: indicando a intenção do autor e/ou</p> <p>Estratégia 2: levantando a hipótese e/ou</p> <p>Estratégia 3: apontando os objetivos e/ou</p> <p>Estratégia 4: apresentando o problema a ser solucionado</p>
DESCREVER A METODOLOGIA (movimento 2)
<p>Estratégia 1: apresentando o quadro teórico-metodológico adotado e/ou</p> <p>Estratégia 2: incluindo informações sobre o <i>corpus</i> e/ou</p> <p>Estratégia 3: descrevendo os procedimentos ou métodos utilizados e/ou</p> <p>Estratégia 4: indicando o escopo da pesquisa</p>
SINTETIZAR OS RESULTADOS (movimento 3)
<p>Estratégia 1: apontando observações sobre os dados analisados e/ou</p> <p>Estratégia 2: apresentando os resultados encontrados e/ou</p> <p>Estratégia 3: sugerindo soluções para o problema (caso tenha sido apontado no primeiro movimento)</p>
APRESENTAR AS CONCLUSÕES (movimento 4)
<p>Estratégia 1: interpretando os resultados e/ou</p> <p>Estratégia 2: apontando inferências sobre os resultados e/ou</p> <p>Estratégia 3: indicando implicações acerca dos resultados obtidos e/ou</p> <p>Estratégia 4: apontando aplicações dos resultados obtidos</p>

Quadro 1 Padrão descritivo da organização textual dos resumos de artigos de pesquisa, segundo Bhatia (1993) apud Carvalho (2010).

Posteriormente à análise dos movimentos dos *abstracts*, as escolhas lexicais mais frequentes são observadas, com base na Linguística Sistêmico-Funcional, proposta por Michael Halliday, em 1994, sendo desenvolvida ao longo dos anos. Basicamente, a perspectiva funcional estuda como os usuários fazem uso da língua em diversos contextos. Alguns pontos que sedimentam as discussões são: o uso (em relação ao sistema); o significado (em relação à forma) e o social (em relação ao indivíduo), segundo Santos (2014). Assim, na teoria, a língua é analisada conforme um conjunto de escolhas feitas pelos indivíduos e varia de acordo com outros fatores, como por exemplo o meio em



que estão inseridos, que baliza esta pesquisa. A análise dos padrões lexicais de uso se baseia na teoria LSF para observar os aglomerados de palavras que mais se repetem com o propósito de introduzir, conectar ou estruturar frases, considerando de que forma as variáveis podem diferenciar ou assemelhar as escritas de mesmo tema em contextos diferentes.

Um estudo linguístico sistêmico-funcional completo aborda até mesmo os fatores externos que contribuem para as escolhas vocabulares em geral. Sendo assim, a LSF considera tanto as funções internas, abordando como as diversas escolhas influenciam nos significados, como funções externas, que abrangem o funcionamento da língua como meio de comunicação, especialmente em comunidades distintas, que fazem uso específico, segundo Morais (2023).

Ainda conforme Morais (2023)

Entende-se que a língua é parte das relações sociais construídas dentro das comunidades, sendo assim, é de fundamental importância compreender como os pesquisadores da área de aviação publicam seus trabalhos científicos em Língua Inglesa, analisando suas características linguísticas para, posteriormente, contribuir para que os alunos desenvolvam habilidades de leitura e escrita de gêneros acadêmicos que são importantes tanto na vida acadêmica do Cadete, como na vida de um Oficial em constante atualização (Morais, 2023, p. 176).

Nesse sentido, a análise proposta visa investigar as características estruturais e lexicais de *abstracts* produzidos por autores com diferentes níveis de experiência acadêmica, observando-os sob duas perspectivas analíticas: a proposta de movimentos e as escolhas lexicais. A finalidade é elucidar possíveis semelhanças e diferenças na organização textual e no vocabulário utilizado por esses grupos de autores.

3 Metodologia

3.1 Procedimentos de coleta

A técnica de coleta de dados para a organização dos *corpora* da pesquisa foi primária, assim denominada quando o contato é feito pelo próprio observador, e aleatória. Foram coletados 30 *abstracts* produzidos por cadetes da Academia da Força Aérea (AFA) e 30 textos do mesmo gênero divulgados pela revista *Air and Space Power Journal*. Tais textos foram selecionados e agrupados em 10 unidades por ano em ambos os *corpora*, a contar de 2021, em consonância com o ano de início de implantação do formato de artigo científico para os Trabalhos de Conclusão de Curso na AFA, até



2023, último ano em que os textos estavam disponíveis na biblioteca da AFA até a escrita deste artigo, considerando apenas textos de cadetes do Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv).

Dessa forma, obtiveram-se dois corpora compostos por autores em diferentes níveis de experiência no aspecto de sua formação acadêmica. Para a análise de ambos, os textos foram descaracterizados quanto autoria, sendo nomeados com uma numeração sequencial e o ano de publicação.

3.2 Tratamento dos dados

O trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa de finalidade básica, seguindo proposição de Severino (2017), com o objetivo de identificar os padrões textuais mais recorrentes nos *corpora*, considerando duas etapas de análise: na primeira, observaram-se os padrões de organização textual e, na segunda, as escolhas lexicais mais utilizadas.

Para a primeira etapa, a presença de cada um dos 4 movimentos, propostos por Bhatia (1993), foi checada em cada texto e, em uma planilha, as observações foram registradas. Para a segunda etapa de análise, que consiste em verificar as escolhas lexicais mais frequentes do primeiro movimento, único presente em todos os *abstracts* verificados, os textos foram separados com o trecho apenas do primeiro movimento e armazenados no formato *txt*, a fim de se adequarem à ferramenta computacional de análise *WordSmith Tools v. 5* (Scott, 2010).

Essa ferramenta de análise linguística auxilia na observação das escolhas lexicais, aplicando os princípios da Linguística Sistêmico-Funcional (LSF) no processo analítico. É importante destacar que o referido instrumento é empregado em diversas investigações de diferentes abordagens teóricas, abrangendo desde a descrição linguística até os estudos da tradução, entre outros campos.

Inicialmente, foi escolhida a função *Wordlist* dessa ferramenta, para contagem de palavras e observação daquelas que ocorrem com maior frequência nos corpora de estudo. Após, utilizando-se, dentro da função *Concordance*, as ferramentas *clusters* e *patterns* pode-se observar o contexto de ocorrência em que são empregadas as palavras utilizadas com mais frequência nos *corpora* de estudo, buscando encontrar semelhanças dentro de cada *corpus*. Essa função busca por cada palavra escolhida individualmente e mostra como ela é empregada, apresentando quais palavras normalmente acompanham o termo procurado e quais são os aglomerados comuns de palavras apresentados ao redor da busca.

Nessa análise, utilizou-se, portanto da abordagem quantitativa para se verificar as palavras mais frequentes e, posteriormente, a qualitativa na interpretação dos resultados, abordagem que pretende verificar a presença dos movimentos propostos por Bhatia (1993) e a recorrência de itens



lexicais, aglomerados de palavras e expressões que mais se repetem e compreendê-las em seus contextos de uso, estudo possibilitado pela teoria Sistêmico-Funcional.

4 Análise de dados

A análise dos dados apresentada a seguir considera os *abstracts* produzidos no contexto da Academia da Força Aérea (AFA), uma instituição de ensino superior que forma oficiais da Força Aérea Brasileira. A AFA oferece cursos de formação com duração de quatro anos para cadetes dos Cursos de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv), Intendentes (CFOInt) e de Infantaria (CFOInf), nos quais os cadetes cursam disciplinas gerais e específicas. Conforme mencionado anteriormente, autores como Swales (1990) e Bhatia (1993) destacam a importância do *abstract* como gênero acadêmico, e, nesse contexto, ao término do curso na AFA, cada cadete deve apresentar um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) no formato de artigo científico, incluindo um *abstract*, para a conclusão e recebimento do título de bacharel em Administração e Ciências Aeronáuticas (no caso dos cadetes aviadores em estudo). A análise que se segue investigará, portanto, como esses *abstracts* produzidos por cadetes em formação se alinham ou se distanciam dos padrões teóricos estabelecidos.

A análise da ocorrência de cada movimento, conforme a categorização apresentada no Quadro 1, foi realizada inicialmente em uma planilha *online* e, posteriormente, os resultados foram transferidos para a tabela a seguir. Nesta tabela, a presença de um movimento em um texto é indicada por um “X”, enquanto sua ausência é representada por um espaço em branco.

Tabela 1 Resultados da observação da proposta dos Movimentos nos textos elaborados por cadetes da AFA

	2021				2022				2023			
	Movimento 1	Movimento 2	Movimento 3	Movimento 4	Movimento 1	Movimento 2	Movimento 3	Movimento 4	Movimento 1	Movimento 2	Movimento 3	Movimento 4
Texto 1	X	X	X	X	X	X	X		X	X		
Texto 2	X	X	X		X				X	X		



	2021				2022				2023			
Texto 3	X	X		X	X	X			X	X		
Texto 4	X	X			X				X	X		
Texto 5	X	X			X	X	X		X	X	X	X
Texto 6	X	X	X	X	X	X	X		X	X		
Texto 7	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Texto 8	X	X	X		X	X	X		X	X		
Texto 9	X			X	X	X			X	X	X	
Texto 10	X	X			X	X			X	X		

Fonte: Elaboração própria

A análise dos textos revelou uma consistência nos padrões dos movimentos entre 2021 e 2023. As Normas Padrão de Ação (NPAs), que estabelecem as diretrizes para a escrita de artigos científicos, mantiveram os mesmos requisitos para a avaliação de resumos em português nos anos de 2022 e 2023. Conforme essas normas, os resumos deveriam apresentar as seguintes informações "*o(s) objetivo(s), método, resultados e considerações finais do trabalho*" (Ministério da Defesa, 2022, p. 55; Ministério da Defesa, 2023, p. 44). No entanto, houve uma mudança significativa nos critérios de avaliação dos *abstracts* entre 2022 e 2023. Em 2022, a exigência era apenas a apresentação adequada de um resumo em inglês. Enquanto em 2023, os critérios foram alinhados aos do resumo em português, exigindo a inclusão das informações mencionadas.

Em todos os textos analisados, foi possível observar que os autores, juntamente à contextualização geral da pesquisa, introduzem o propósito do artigo, caracterizando o movimento 1.



O movimento 2, que se refere à descrição da metodologia, esteve presente em 90% do *corpus*. A frequência dos movimentos diminui progressivamente, com aproximadamente 43,3% para o terceiro movimento (sintetizar os resultados) e 23,3% para o quarto movimento (apresentar as conclusões).

Outro ponto destacado é o fato de que apenas cinco dos trinta textos estudados (aproximadamente 16,6%) apresentaram todos os quatro movimentos. Desses, 40% são de 2023, ano em que os movimentos foram considerados critérios de avaliação. Porém, considerando apenas os textos analisados daquele ano, somente 20% deles atenderam a todos os critérios.

Utilizando-se a ferramenta WordSmith Tools v. 5 (Scott, 2010), foram observadas as escolhas lexicais mais frequentes para o primeiro movimento, único contemplado em todos os textos dos *corpora*.

Inicialmente, obteve-se um banco de dados composto por um total de 3863 palavras, o que representa uma média de 129 palavras por texto. Dessas, 1101 eram diferentes, fato que significa que, em média, cada palavra se repete cerca de 3,5 vezes ao longo dos textos.

As outras oito palavras mais recorrentes são classificadas como preposições, artigos, conjunções, palavras que auxiliam na construção e contextualização de frases. Tais palavras, que desempenham funções gramaticais importantes na organização da frase, foram desconsideradas para o desenvolvimento da pesquisa, que priorizou o estudo do léxico de conteúdo.

A análise das escolhas lexicais foi realizada sob a perspectiva da Linguística Sistêmico-Funcional (LSF) (Halliday & Matthysen, 2004, 2014), que concebe a língua como um sistema de escolhas significativas em contexto. A LSF permite examinar como o léxico é usado para construir significados e como esses significados se relacionam com o propósito comunicativo do texto. Nesse sentido, a análise se concentrou em identificar as escolhas lexicais que revelam como os autores dos *abstracts* se posicionam e constroem seus textos de forma a atingir seus objetivos comunicativos.

Foi possível observar que, durante a leitura inicial dos textos, o pronome demonstrativo "*this*" esteve entre as palavras mais utilizadas no primeiro movimento, sendo recorrente seu uso. A utilização da ferramenta de análise confirmou essa constatação. Após utilização da opção de observação de *clusters*, dentro da ferramenta *concord*, aglomerados de palavras que mais se repetem, considerando o vocábulo "*this*", foi identificado o aglomerado "*objective of this*", mostrando sua recorrência no primeiro movimento, conforme o primeiro exemplo. O uso do termo vem seguido majoritariamente pelas palavras *work* (9 vezes), *article* (8 vezes) e *study* (7 vezes), conforme os exemplos a seguir:

- 1) "*In this sense, the objective of this work is to analyze...*"
- 2) "*This article aims to complement the objective...*"



3) “*For this reason, this study aims to analyze...*”

Pode-se destacar também os vocábulos “*objective*” e “*purpose*”, observados após a análise do pronome “*this*”. Eles foram empregados em 13 e 8 textos, respectivamente, no primeiro movimento.

Alguns de seus usos podem ser observados nos exemplos a seguir:

4) “*This work has the objective to show the...*”

5) “*The article has a general objective to expose...*”

6) “*The purpose of this scientific article is to...*”

Observa-se nas ocorrências acima que o pronome “*this*” individualiza e destaca “*objective*” e “*purpose*”, conferindo-lhes relevância imediata e especificidade dentro do discurso, como visto em 4 e 6. Em contraste, o artigo definido “*the*”, retoma o foco para o artigo, que já foi introduzido no discurso, especificado pelo uso do substantivo “*article*”, funcionando como sujeito da oração e crucial para ancorar a declaração de objetivo ao trabalho específico que está sendo resumido. Essa distinção demonstra como a escolha entre “*this*” e “*the*” podem influenciar a construção do foco e da progressão da informação no texto, sinalizando diferentes relações entre o trabalho e os objetivos.

No que se refere a análise dos movimentos dos *abstracts* da revista *Air and Space Power Journal*, pode-se observar os movimentos presentes sintetizados na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 Resultados da observação da proposta dos Movimentos nos textos divulgados na revista *Air and Space Power Journal*.

	2021				2022				2023			
	Movimento 1	Movimento 2	Movimento 3	Movimento 4	Movimento 1	Movimento 2	Movimento 3	Movimento 4	Movimento 1	Movimento 2	Movimento 3	Movimento 4
Texto 1	X	X			X	X	X		X			X
Texto 2	X				X	X	X	X	X	X		
Texto 3	X		X	X	X			X	X	X	X	X
Texto 4	X				X		X	X	X			



	2021				2022				2023			
Texto 5	X		X		X	X		X	X			X
Texto 6	X			X	X	X		X	X			
Texto 7	X			X	X			X	X			X
Texto 8	X		X	X	X				X		X	X
Texto 9	X			X	X	X			X	X		
Texto 10	X			X	X		X	X	X		X	

Fonte: Elaboração própria

Os critérios para submissão do artigo na revista, conforme orientações disponíveis em seu *website*, são: tese, abordagem da pesquisa, o que o artigo traz de inovação em relação aos anteriores e por que é relevante para os tomadores de decisões. Dessa forma, o movimento 1 se mostra mais delineado como exigência, enquanto o movimento 2 pode se enquadrar no critério de “abordagem da pesquisa”.

Após a coleta de dados, foi possível verificar a presença do movimento 1 que objetiva introduzir o propósito do artigo, em todos os textos estudados e concluir que esse movimento aparece em sua totalidade logo após uma breve contextualização do tema. Por outro lado, o movimento 2 de descrever a metodologia, figura em apenas 30% dos textos, enquanto o 3, de sintetização dos resultados, aparece em aproximadamente 33,3% do objeto de pesquisa.

O destaque na revista é, além do movimento contemplado em todos os *abstracts*, a presença do movimento 4 em 60% dos textos. A maioria dos textos é formada principalmente pelos movimentos 1 e 4, enquanto os movimentos 2 e 3 se espalham de maneira quase aleatória, conforme a decisão do autor. Vale ressaltar que o 4 não é uma exigência para submissão do artigo e futura aprovação e publicação na revista.

A análise das escolhas lexicais da revista *Air and Space Power Journal* foi realizada de forma semelhante à aplicada nos textos produzidos pelos cadetes. Obteve-se no programa *WordSmith Tools*



que o corpus dos *abstracts* da revista tem um total de 2432 palavras, que trazem uma média de aproximadamente 81 palavras por texto. Dessas, 1025 eram diferentes, assim, em média, cada palavra repete-se cerca de 2,3 vezes ao longo dos textos.

Antes da análise, pela leitura dos textos, pensava-se que o vocábulo “*Paper*” teria frequência alta, por se tratar de uma forma comum de se referir a documentos e artigos acadêmicos em inglês que normalmente não é observada caso o texto seja traduzido de outro idioma. Porém, com a análise, foi possível observar que o termo aparece apenas uma vez com esse significado.

Chama-se atenção para o fato do termo “*This*” ser empregado majoritariamente como anafórico, sem relação direta com a introdução do primeiro movimento, como nos exemplos:

7) “*Toxic leading is by no means a modern problem - it is a human problem. [...] enriching the study of this problem with additional resources.*”

8) “*Prioritizing artificial intelligence readiness in the US Air Force is vital. To confront this challenge...*”

Os textos apresentam sempre o primeiro movimento, comumente utilizando a estratégia de apresentar o problema a ser debatido. É possível observar na leitura que não existe uma quebra entre a contextualização do tema e a introdução do movimento, utilizando-se da estrutura de introduzir o problema que é estudado e, na sequência, apresentar a metodologia e a conclusão, conforme os exemplos a seguir:

7) “*Toxic leading is by no means a modern problem—it is a human problem. As such, scholars can take a historical view in their analyses of toxic leading, enriching the study of this problem with additional resources.*”

8) “*Prioritizing artificial intelligence readiness in the US Air Force is vital. To confront this challenge, squadron commanders must spark (1) data-centric innovation and (2) artificial intelligence ideation at the warfighter level.*”

9) “*To avoid such degradation of capability, the operational concept of the military exclusion zone (MEZ) should be revised to suit the modern battlespace while also addressing the shifts in national policy that encourage diplomacy over military force.*”

Nos trechos, a parte não sublinhada é um problema ou uma sugestão de melhoria, enquanto a parte sublinhada traz o resumo do que ainda é tratado no artigo. Além desses, alguns artigos divulgados trazem análise ou revisão de outras obras. Nesses casos, as escolhas para introdução estão mais ligadas à contextualização da obra que é abordada. Para isso, uma estratégia comumente utilizada é a de iniciar o *abstract* com a citação de qual obra é observada e, na sequência, apresentar a ideia desenvolvida ao longo do texto, conforme as ocorrências a seguir:



10) “*Michael Pixley’s important 2005 article is one of the few works that calls for a deeper examination of the benefits of Douhet’s influence. This commentary seeks to extend Pixley’s thesis, arguing Douhet is primarily an ideologue and his true influence derives from the myths that still accumulates around his name.*”

11) “*Lieutenant Colonel Mark E. Harter’s article was the career space professional’s answer to Phillip Mellinger’s 1995 “10 Propositions Regarding Air Power.” Harter’s work provided a succinct, holistic view of the domain’s strategic value and the efforts required to achieve space superiority.*”

Em ambas as situações, como no total de 23 dos 30 textos analisados, os autores utilizam diferentes escolhas lexicais para concluir a apresentação geral do tema e introduzir seu objetivo e ponto de vista. É possível observar que, dentre essas escolhas, o que aparece com maior frequência continua sendo o pronome demonstrativo “*This*”, porém com apenas 5 aparições, demonstrando a grande variedade lexical dos textos. Há nesses *abstracts* outras formas de retomar a conjuntura e introduzir os fatos, destacando-se também formas não vistas anteriormente, como:

12) “*To avoid such degradation of capability...*”

13) “*Against this backdrop...*”

14) “*A two-pronged approach would modernize...*”

Em 12, há o uso de “*such*” para intensificar o substantivo *degradation* (degradação), apresentando uma ação de prevenção como solução logo no início do movimento. “*Against this backdrop...*” emprega “*this*” para referenciar um contexto já estabelecido, servindo como ponte para a introdução de novos fatos. Em 14, há a introdução de uma nova abordagem e utilizando “*would*” para apresentar um resultado hipotético. Essas escolhas linguísticas demonstram como os autores constroem a progressão do discurso, conectando informações e guiando o leitor por meio das relações entre os fatos apresentados.

Verificou-se, após a análise, de forma distinta, segundo o que propõe Bhatia (1993), certas diferenças e semelhanças nos padrões de escrita entre os *corpora*. Em ambos os *corpora*, a maior parte dos textos não segue fielmente às exigências impostas como critérios de avaliação ou aceitação. No primeiro *corpus*, considerando que a exigência foi implementada apenas em 2023, 20% dos textos atendem completamente aos elementos mínimos, enquanto no segundo *corpus*, mesmo que as exigências não estejam de acordo com a proposta de Movimentos de Swales (1990) ampliada por Bhatia (1993), apenas 30% dos textos atendem fielmente ao solicitado para submissão do artigo.

Os padrões organizacionais diferem-se consideravelmente entre os *corpora* estudados. Enquanto os textos escritos por cadetes contemplam, em sua grande maioria, os movimentos 1 e 2, sendo estes o movimento de introduzir o propósito do artigo e o movimento de descrever a



metodologia (90% dos casos), os textos divulgados na revista normalmente estruturam-se em torno dos movimentos 1 e 4, movimentos que têm tanto a premissa de introduzir o propósito do artigo quanto o de apresentar conclusões (como em 60% dos casos).

Há semelhanças nos corpora pesquisados, no que diz respeito a maneira de se representar o primeiro movimento (introduzir o propósito). Normalmente, esse movimento foi percebido no início dos textos e vem logo na sequência de uma breve explanação da visão geral do tema, para contextualizar o leitor.

Considerado o termo “*This*” como um dos itens lexicais mais frequentes, foi possível observar diferentes formas de uso, sendo esse item um importante recurso de referência. Enquanto no primeiro *corpus* o termo ocorreu 64 vezes, das quais 24 eram relacionadas à maneira de se dirigir ao próprio trabalho, no segundo o termo surge 19 vezes e em apenas 5 com esta mesma função. Ainda sobre este *corpus*, notou-se que os textos de autores considerados mais experientes possuem uma menor média de repetições de palavras, mesmo que sejam habitualmente menores em quantidade de palavras. Na introdução do primeiro movimento, apresentaram recursos lexicais mais variados de se referir ao estudo e de conectar o primeiro movimento à contextualização inicial.

6 Considerações finais

Nesta seção, retoma-se os objetivos deste estudo, que visou analisar os padrões organizacionais e as escolhas lexicais mais frequentes em *abstracts* de artigos científicos da área de aviação, comparando produções de pesquisadores experientes e em formação.

A análise dos dados revelou diferenças significativas entre os grupos analisados. Em relação aos padrões organizacionais, observou-se uma ausência da estrutura básica (contexto, objetivo, método, principais resultados e conclusões) e de conexão entre as ideias nos *abstracts* produzidos por cadetes. Essa ausência, alinhada à proposta de Swales (1990) e Bhatia (1993) sobre a importância da estrutura retórica em gêneros acadêmicos, pode comprometer o uso desses textos no processo de recuperação em revisões de literatura. Verificou-se que essa estrutura não é empregada consistentemente nos *abstracts* que compõem o *corpus* escrito por cadetes.

Quanto às escolhas lexicais, a análise, fundamentada na Linguística Sistêmico-Funcional (Halliday & Matthysen, 2004, 2014), revelou que, de maneira geral, os *abstracts* escritos por cadetes possuem normalmente maior quantidade de palavras, bem como mais repetições dos mesmos termos e, proporcionalmente, menor variedade lexical, o que pode ser explicado pela menor familiaridade dos cadetes com a escrita acadêmica. Esse padrão sugere um menor domínio dos recursos de referência e coesão lexical, que são cruciais para a concisão e clareza do gênero *abstract*. Reforça-



se também o padrão de introdução do primeiro movimento nos textos dos cadetes, que não foi comumente observado nos textos de pesquisadores experientes.

Em síntese, este trabalho demonstrou que há uma variação considerável na forma como os *abstracts* são estruturados e no uso do léxico, dependendo do nível de experiência do autor. A LSF nos permitiu identificar que essas variações não são apenas quantitativas, mas também qualitativas, refletindo diferentes estágios de desenvolvimento da escrita acadêmica. Embora a pesquisa tenha fornecido *insights* valiosos sobre a escrita de *abstracts* na área de aviação, algumas limitações devem ser consideradas, tais como o escopo da amostra e a especificidade do contexto acadêmico da AFA.

Para pesquisas futuras, sugere-se a implementação do ensino da proposta de movimentos no âmbito da Instituição, mais especificamente, nas disciplinas ligadas à metodologia de pesquisa. Consequentemente, essa implementação poderia viabilizar a disseminação do conteúdo produzido pelos cadetes, levando em consideração que, depois do título e palavras-chave, o resumo e o *abstract* se tornam fundamentais para a rastreabilidade científica. Aponta-se, ainda, que poderiam ser mitigados os problemas relacionados aos resumos nos textos dos cadetes, além de aprimorar a escrita e o conhecimento acadêmico. Seria interessante haver futuras pesquisas que investiguem as escolhas lexicais dos demais movimentos propostos por Swales (1990), a fim de ampliar o conhecimento sobre a escrita de *abstracts*.



Referências

- AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE - ANSI. **ANSI/NISO Z39.14-1997 (R2009):** Guidelines For Abstracts. Baltimore: Maryland, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14724:** informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- BHATIA, Vijay Kumar **Analyzing genre: language use in professional settings**. New York: Longman, 1993.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Perfil Profissional dos Oficiais da Aeronáutica-PPOA, vol.1. QOAV, QOINT, QOINF. Portaria COMGEP nº 315/3SC2, de 16 de agosto de 2023. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, 16 de agosto de 2023. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/>. Acesso em: 25 fev. 2024.
- CARVALHO, Flaviane Faria. Padrões de organização textual e lexicogramatical do gênero acadêmico resumo de tese: um estudo de caso. **Trabalhos em Linguística Aplicada**, v. 49, p. 115-128, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tla/a/JpJNxctc8tGNBtrSNkjfpHg/>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- CRYSTAL, David. **English as a global language**. Cambridge. Cambridge University Press, 1997.
- CURRY, M. J., He, F., Weijia, L., Zhang, T., Zuo, Y., Altalouli, M., and Ayesh, J. **An A to W of Academic Literacy: Key Concepts and Practices for Graduate Students**. Ann Arbor: University of Michigan Press, 2021.
- GUEDES, Annalena de Souza; NOGUEIRA, Nara Nília Marques. O ensino de escrita de abstracts para servidores do IFMG: desvendando diferenças. **Multiletramentos no ensino de inglês: experiências da escola regular contemporânea**. Ouro Preto: Editora do Instituto Federal Minas Gerais, p. 89-126, 2016.
- HALLIDAY, Michael Alexander Kirkwood. **An introduction to functional grammar**. 2 ed. London: Arnold, 1994.
- HALLIDAY, Michael Alexander Kirkwood & MATTHIESSEN, C. **An introduction to functional grammar**. 2 ed. London: Arnold, 2004.
- HALLIDAY, Michael Alexander Kirkwood & MATTHIESSEN, C. **An introduction to functional grammar**. 2 ed. London: Arnold, 2014.
- HELENO, Eduardo; Luiz, Edson Medeiros Branco Luiz. O soft power brasileiro em busca de uma identidade sul-americana. **Poder, Estratégia e Sociedade**, v. 1, p. 41-52, 2011.
- HYLAND, Ken. **English in a Global Context**. Continuum, London and New York, 2009.
- MELO, Bárbara Olímpia Ramos de; BEZERRA, Benedito Gomes. **A escrita de resumos no quadro de letramentos acadêmicos de estudantes de graduação**. *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*, v. 21, p. 197-225, 2021. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-6398202116900>.
- MORAIS, Fernanda Beatriz Caricari. **Análise de Abstracts da Área de Aviação: padrões de organização textual e léxico-gramatical**. *Revista Agulhas Negras*, v. 7, n. 10, p. 172-191, 28 dez. 2023. foi consultada online e encontra-se disponível para acesso por meio do DOI: <https://doi.org/10.70545/ran.v7i10.12104>
URL: <https://ebrevistas.eb.mil.br/aman/article/view/12104> Acesso em: 10 jun. 2024.



MUELLER, Suzana Pinheiro Machado; CARIBÉ, Rita de Cássia do Vale. A comunicação científica para o público leigo: breve histórico. **Informação & informação**, v. 15, n. 1esp, p. 13-30, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5433/1981-8920.2010v15n1espp13>.

SCOTT, Mike R. **Wordsmith Tools v. 5**. Software for text analysis. Oxford University Press, 2010.

SANTOS, Záira Bomfante. A linguística sistêmico-funcional: algumas considerações. **Soletras**, n. 28, p. 164-181, 2014. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/soletras/article/view/12994>. Acesso em 20 jun. 2023.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. Cortez editora, 2017.

SWALES, J. M. **Genre analysis – English in academic and research settings**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

VALEIRO, Palmira Moriconi; PINHEIRO, Lena Vania Ribeiro. Da comunicação científica à divulgação. **Transinformação**, v. 20, p. 159-169, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tinf/a/jXWgggxBhXfsT57JDVBghp/?format=html&lang=pt>.

WIDDOWSON, H. ELF and the pragmatics of language variation. *Journal of English as Lingua Franca*. V. 4 (2), pp. 359-372, 2015. Disponível em: DOI: [10.1515/jelf-2015-0027](https://doi.org/10.1515/jelf-2015-0027).

Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas para Transportar Suprimentos nas Operações em Montanha: possibilidades do futuro testadas em Simulação Construtiva

Remotely Piloted Aircraft Systems for Supplying Mountain Operations: future possibilities tested in Constructive Simulation

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar e discutir a viabilidade da utilização de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) para o transporte de suprimentos em Operações em Montanha, em comparação de aeronaves de asa rotativa, considerando a ameaça antiaérea. Este estudo foi apoiado, principalmente, em simulação construtiva, usando a ferramenta COMBATER (software *Sword*). Definiu-se um cenário, no qual um Pelotão de Reconhecimento demanda 57 kg de suprimento diário. Foram comparados três vetores (a aeronave *Fennec* (asa rotativa), o SARP TRV-150 e o SARP DJI *Flycart30*) e três itinerários idealizados, que exploraram elevações para minimizar exposição ao inimigo. Como resultado, a *Fennec* cumpriria a missão em menos tempo, mas foi abatida em 100 % das simulações. O TRV-150 apresentou sucesso parcial (66 %) com 33 % de baixas, enquanto o *Flycart30* alcançou até 89 % de entrega e 22–33 % de perdas, ocorridas sobretudo ao atravessar pontos altos do terreno. Sendo assim, apesar da maior duração do ressuprimento por SARP (de 23 a 42 minutos, contra ≈ 17 min da *Fennec*), as dimensões reduzidas e o voo a baixa altitude garantiram maior sigilo e menor risco. Os SARP demonstraram ser alternativa mais segura e materialmente menos onerosa que aeronaves de asa rotativa para suprimento em terreno montanhoso, ainda que impliquem maior tempo de missão. Recomenda-se conduzir ensaios práticos com os equipamentos estudados para validar operacionalmente os achados da simulação.

Palavras-chave: Transporte. Suprimento. Montanha. SARP. Simulação.

ABSTRACT

This paper assesses the feasibility of using Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) for transporting supplies in mountain operations, as an alternative to rotary-wing aircraft, under antiaircraft threats. Using constructive simulation with the COMBATER tool (*Sword* software), we defined a scenario where a Reconnaissance Platoon requires 57 kg of daily supplies. Three vectors—the *Fennec* (rotary-wing), TRV-150 RPAS, and DJI *Flycart30* RPAS—and three routes leveraging terrain elevations to minimize enemy exposure were compared. The *Fennec* completed the mission faster but was shot down in 100% of simulations. The TRV-150 achieved 66% delivery success with 33% losses, while the *Flycart30* reached up to 89% delivery success with 22–33% losses, primarily when crossing high terrain points. Despite longer resupply times (23 to 42 minutes versus approximately 17 minutes for the *Fennec*), the smaller size and low-altitude flight of RPAS ensured greater stealth and reduced risk. RPAS proved a safer and less costly alternative for supply transport in mountainous terrain, despite longer mission times. Practical tests with the studied equipment are recommended to validate the simulation findings.

Keywords: Transportation. Supplies. Mountain. RPAS. Simulation.

Erik Ribeiro Souza

Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais – ESAO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Email: erikribosouza@gmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0009-0006-2775-2159>

Elmar de Azevedo Burity

Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais – ESAO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Email: elmarburity@gmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0009-0006-3099-2241>

Received:	10 Jun 2025
Reviewed:	Jun/Jul 2025
Received after revised:	29 Aug 2025
Accepted:	1 Sep 2025



RAN

Revista Agulhas Negras

eISSN (online) 2595-1084

<http://www.ebrevistas.eb.mil.br/aman>



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



1 Introdução

O Ambiente Operacional (AMBO) de Montanha tem como uma de suas características principais possuir acidentes no relevo com considerável desnível em relação ao terreno circunvizinho. Apresenta-se, portanto, em terrenos compartimentados, com encostas íngremes, ravinas profundas, paredões rochosos, precipícios, desfiladeiros e precariedade de caminhos (Brasil, 2022a). A complexidade imposta por essas condições dificulta o movimento de tropas e o fluxo logístico, exigindo soluções alternativas para o transporte de suprimentos. Outrossim, o rigor climático e a necessidade de manutenção do sigilo nas Operações, impõe riscos ao ressuprimento aéreo.

Neste contexto, destaca-se a importância e necessidade de estudos para validar a exploração de novas tecnologias capazes de superar tais obstáculos, dentre elas, os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), com potencial aplicação no apoio logístico a frações em áreas de difícil acesso. Assim, buscou-se, neste trabalho, analisar a viabilidade da utilização de SARP para o transporte de suprimentos em Operações em Montanha, em comparação com o uso de aeronaves de asa rotativa, considerando a ameaça antiaérea.

Para investigar a viabilidade considerando a ameaça antiaérea, foi feita uma pesquisa bibliográfica para considerar todos os aspectos doutrinários e práticos relacionados ao tema. Em sequência, foi utilizado o *software* COMBATER para modelar um cenário doutrinário em que uma fração está destacada em terreno montanhoso, sem via de acesso rodoviária disponível, impelindo a realização do ressuprimento aéreo. O *software* COMBATER é a customização do jogo de guerra SWORD, de empresa francesa, implantado desde a década passada para treinamento de Estados-maiores na Força Terrestre.

Por fim, espera-se que este estudo possa contribuir com o desenvolvimento doutrinário da logística, sobretudo no AMBO específico de Montanha, bem como consolidar a importância da inovação logística, capaz de oferecer um novo vetor. A estrutura deste artigo está definida como: apresentação do referencial teórico; descrição da metodologia adotada; apresentação e discussão dos resultados de uma simulação modelada para validar os objetivos; e, por fim, discute-se a viabilidade e a potencialidade do uso dos SARP em AMBO Montanha.

2 Referencial Teórico

Em caminho contrário a Ross (1996), os pesquisadores Sartori e Sartori (2004) defendem em seu estudo que existem sim montanhas no país e que estão principalmente nos planaltos. Para tanto,



apoiam-se na definição de montanha como uma grande elevação no terreno, com altitude superior a 300 metros.

O Manual de Campanha Brigada de Infantaria de Montanha (Brasil, 2022a) define o terreno montanhoso, por sua vez, como aquele que possui elevações superiores a 500 metros e que tem encostas íngremes como característica e a partir desta, pode-se verificar regiões como essas em todas as regiões do país.

O Ambiente Operacional de Montanha possui, ainda, outros desafios, como a severidade e instabilidade das condições meteorológicas, apresentando amplitude térmica e chuvas, nevoeiros e ventos com intensidade elevada (OTAN, 2024). A compartimentação do terreno também é uma característica distintiva, a qual dificulta o movimento nesse AMBO. Por exemplo, o deslocamento de viaturas ou a pé é restrito devido a precariedade de caminhos, principalmente de rodovias (Brasil, 2022a).

O controle das partes altas é um princípio básico para o combate em terreno montanhoso, visto que a escassez de estradas torna um objetivo vital nesse processo, por possibilitar o vasculhamento e domínio das vias de transporte no ambiente (OTAN, 2024). O conflito no Afeganistão de 1979 possibilitou diversos exemplos da vulnerabilidade de comboios logísticos passando por estradas em áreas montanhosas, com relatos de ataques com trechos minados em rodovias e emboscadas e combates diretos (Grau, 1996).

As características do AMBO de Montanha descritas até aqui tornam necessário um planejamento e controle detalhado das operações logísticas. Em determinados ocasiões, pode ser necessário o uso de pontos de transbordo, pré-posicionamento de suprimentos e meios de transporte não usualmente utilizados, como helicópteros, SARP, teleféricos, *all-terrain vehicles* (ATV), muares e até carregadores (OTAN, 2024).

De acordo com o Manual de Condução de Operações Táticas Terrestres no Ambiente de Montanha da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN, 2024), por causa das restrições de movimento nos terrenos montanhosos, todas essas opções podem e devem ser escalonadas para que o suprimento chegue ao elemento destacado no terreno mais próximo à Linha de Contato.

As tropas envolvidas em combates na Montanha consomem mais suprimentos, devido à natureza restritiva do terreno e a queda natural de temperatura, gerando uma necessidade de maior fluxo de suprimento. Com a limitação de ressuprimento das tropas, normalmente se leva consigo a suplementação possível, a fim de possibilitar a liberdade de ação (Brasil, 2020a).

Apesar disso, esta situação não é a ideal, visto que quanto maior o peso levado pelo combatente, maior é o seu cansaço, e, conseqüentemente, pior é o seu desempenho combativo (Knapik, 1989; Brasil, 2020b), porém essa situação pode ser atenuada com um ressuprimento



adequado. Por isso, a atividade de transporte de suprimentos é vital para o combate na Montanha e nesse, o emprego de aeronaves para o apoio logístico é desejável, considerando o transporte ou lançamento de cargas (Brasil, 2022a).

As Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) podem ser um mecanismo interessante a ser usado para finalidades logísticas, de acordo com o Manual de Campanha Vetores Aéreos da Força Terrestre. O uso para tal finalidade está relacionado ao transporte de suprimento em apoio à pequenas frações isoladas ou equipe precursoras, atuando geralmente em áreas hostis (Brasil, 2020c).

O suprimento aéreo realizado por aeronaves pode ser realizado por aerotransporte (Aetnnp), lançamento aéreo de suprimento (LAS) ou carga externa, o que proporciona grande rapidez, variadas rotas, eliminam obstáculos terrestres. Por outro lado, há vulnerabilidades a fogos inimigos e ataques aéreos, dependência de pontos de aterragem, condições meteorológicas favoráveis e do raio de ação das aeronaves (Brasil, 2015; 2021).

O aerotransporte depende da existência, conquista e preparação de campos e locais de pouso no AMBO, além da superioridade aérea e neutralização do fogo antiaéreo (Brasil, 2015). O LAS proporciona menor possibilidade de interferência inimiga, permitindo lançamentos de cargas com paraquedas. Apesar disso, há o risco de dispersão e danos aos suprimentos lançados (Brasil, 2017a; 2021). A atividade deve ter precisão, tendo em vista que qualquer erro poderia significar a queda de suprimentos nas encostas, inviabilizando a recuperação do material.

O transporte por carga externa em aeronaves de asa rotativa potencializa o risco de acidentes na medida em que aumenta o arrasto do ar contra a aeronave, limita a velocidade e impõe a utilização de pessoal especializado para enganchamento e liberação da carga (Brasil, 2022b).

Em relação aos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), a possibilidade de utilização para fins logísticos ainda esbarra em algumas questões práticas, porém já estão em uso há algum tempo. Isso pode ser constatado, por exemplo, em 2009, o Corpo de Fuzileiros Navais americano utilizou um SARP capaz de ressuprir tropas em lugares remotos do Afeganistão, pela primeira vez (Csaszar, 2017). Outro exemplo mais recente é da guerra entre a Rússia e a Ucrânia, onde observou-se novamente a utilização de SARP com o objetivo de transporte de carga. Alguns ARP da *Malloy Aeronautics* (TRV-150) foram enviados para as Forças Armadas Ucranianas, tendo sido efetivamente utilizados, conforme relatos e fotos de abatimentos (Jacobsen, 2022; Defense Express, 2023; Aviation Safety Network, 2023).

As Forças Armadas Americanas procuram implementar um sistema logístico remotamente pilotado desde 2019, conhecido como *Unmanned Logistic System-Air* (ULS-A). Nos últimos dois anos, com o sucesso de testes do TRV-150 e do TRV-400, ambos protótipos da *Malloy Aeronautics*, os Estados Unidos vêm investindo na compra de exemplares para implementar os chamados *Small*



ULS-A, com o objetivo de realizar o suprimento a tropas isoladas, e *Medium* ULS-A, com o objetivo de atender a necessidade de abastecimento de um batalhão a uma brigada (Allen, 2022; Seck, 2023; Souza, 2024).

Além dos importantes exemplos citados anteriormente acerca do uso de SARP, faz-se necessário levar em consideração, ainda, algumas situações que demandam cuidado e atenção para a utilização dos SARP em regiões montanhosas, tais como, as condições meteorológicas instáveis presentes no AMBO Montanha, com a possibilidade de perda de sustentação devido a ação de ventos ou mesmo devido a decolagem em terrenos inclinados (ANAC, 2017; Lima, 2017; Stewart; Martin, 2021).

Em áreas montanhosas, pode haver uma variação considerável no GPS, a existência de chuva, ausência e reflexão de luz, todos fenômenos que podem dificultar a navegação e operação da ARP (Heselton, 1998; Satomura *et al.*, 2005; ANAC, 2017; Pavani; Villani, 2018; Stewart; Martin, 2021).

Por último, é importante salientar algumas das ameaças para utilização dos SARP: as medidas ativas anti-SARP. As medidas são estabelecidas em sequência, com a detecção, identificação, decisão e engajamento (EUA, 2023). A detecção pode utilizar sensores por radar, radiofrequência, eletro-óptico, infravermelho e acústico, além dos sensores humanos (Lima Filho, 2021; EUA, 2023).

Já o engajamento para neutralização dos SARP envolve ações cinéticas ou não-cinéticas. As ações não-cinéticas podem ser através *spoofing*, ofuscamento por laser ou feixe de luz, laser de alta energia e *jamming* (interferência por alta frequência) (Lima Filho, 2021; Castrillo *et al.*, 2022; Filgueiras, 2023).

Quanto às ações cinéticas, pode-se enumerar armas lançadoras de rede, metralhadoras (em curto alcance), além de aves para abater SARP Categoria (Cat) “0” (cujo peso é menor que 10 quilos), mas principalmente sistemas de defesa antiaérea portáteis, como o RBS 70 NG e o IGLA, o último ainda que apresente certa dificuldade de neutralizar SARP Cat “0” a “2” (peso menor que 150 quilos), devido as suas pequenas estruturas (Castrillo *et al.*, 2022; Nikolakakos; Amyot-Bougeois; Astles, 2022; Rosa Filho, 2022).

Os relatos dos usos de utilização dos SARP citados e, com crescente avanço da tecnologia, faz-se necessário investigar quais seriam as vantagens da utilização desse sistema para transportar suprimentos em Ambiente Operacional de Montanha, considerando-os como substitutos das aeronaves de asa rotativa, quando for necessária a realização de suprimento por via aérea. Dois fatores importantes para a expansão do uso de ARP em AMBO de Montanha são definidos por Denevan (2014) como economia de custos em relação a plataformas tripuladas e por Perina (2018) como a ARP como meio de evitar o risco de expor o pessoal ao perigo nas missões militares.



3 Metodologia

Para verificar a existência de vantagens na realização de transporte de suprimentos em Ambiente Operacional de Montanha através da utilização de SARP, foi delineada uma metodologia, pesquisa de natureza aplicada, com abordagem quali-quantitativa, com caráter exploratório e explicativa.

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico com o objetivo de embasar o cenário a ser estabelecido para a pesquisa de laboratório. A pesquisa bibliográfica foi realizada em livros, artigos, manuais, monografias e dissertações obtidas na Biblioteca Digital do Exército Brasileiro e nas revistas publicadas pelo Exército Brasileiro. Analogamente os mesmos tipos de documentos foram buscados em banco de dados de Forças Armadas estrangeiras (*Army Publishing Directorate*, *Publicaciones de Defensa del Ejército de Tierra*, *Dudley Knox Library*, *Instituto Español de Estudios Estratégicos*, *Small Wars Journal*). Adicionalmente, buscou-se produções literárias de universidades e outros órgãos civis que pudessem contribuir com a pesquisa, por meio de indexadores de pesquisas, com autenticidade confirmada.

Com a realização da pesquisa bibliográfica, foi possível obter dados de *input*: as dimensões e dados técnicos dos SARP mais consolidados no mercado para transporte de cargas médias e pesadas, assim como de aeronave mais propícia para o mesmo fim. Após a obtenção de dados de *input*, foi modelado um cenário para uma simulação de combate. A Seção de Simulação da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais apoiou a pesquisa com a modelagem e execução da simulação de combate, a denominada pesquisa de laboratório, através da ferramenta COMBATER.

O *software* COMBATER é a customização do jogo de guerra *Sword*, desenvolvido pela empresa francesa *MASA GROUP*, tendo sido usado desde 2015 com êxito pelo Exército Brasileiro para treinamento na tomada de decisões de Estados-maiores principalmente, simulando operações desde o nível Companhia até Divisão de Exército. A ferramenta permite a simulação em uma variedade de ambientes operacionais no território brasileiro, sendo focada no nível tático (Gonçalves, 2018; Havlík *et al.*, 2022; Schmidt, 2023; Ribeiro, 2016; Silva *et al.*, 2025).

O *software* permite o emprego de cartas vetorizadas, banco de dados com quadro de dotação de material e quadro de cargos (Ribeiro, 2016). Além disso, permite ser utilizado remotamente por internet, distribuindo as tarefas de simulação entre diversos computadores, e a customização de diferentes tipos de veículos, pessoal, sistemas de armas, sensores e mecanismos de proteção ativa (Silva *et al.*, 2025). Os dados de geoinformação existentes no sistema, como modelo digital de elevação e dados vetoriais foram vitais para este trabalho.



A investigação foi realizada como parte das atividades do Curso de Mestrado Profissional em Gestão Operacional, desenvolvido pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, originando o presente trabalho. A partir dos resultados, o aluno pode desenvolver bases sólidas para a defesa de sua dissertação sobre a viabilidade do transporte de suprimentos Classe I nas Operações em Montanha por meio de SARP.

Os outputs advindos da simulação puderam ser verificados no próprio sistema. Outras análises adicionais puderam ser feitas por meio do *Microsoft Excel* para *Microsoft 365 MSO* (versão 2407 Build 16.0.17830.20166).

Para a simulação de combate, foi elaborada a Ordem de Operações Nr 1 da 12ª Bda Inf Mth (Brigada de Infantaria de Montanha), documento de planejamento, no qual a Grande Unidade atacaria dois objetivos: a Região de Alto do Soberbo (O1) e a Rg P Cot 978 (O2), ambas regiões mais elevadas que a localidade de Teresópolis. A finalidade seria criar condições favoráveis para a conquista da localidade de Teresópolis propriamente dita.

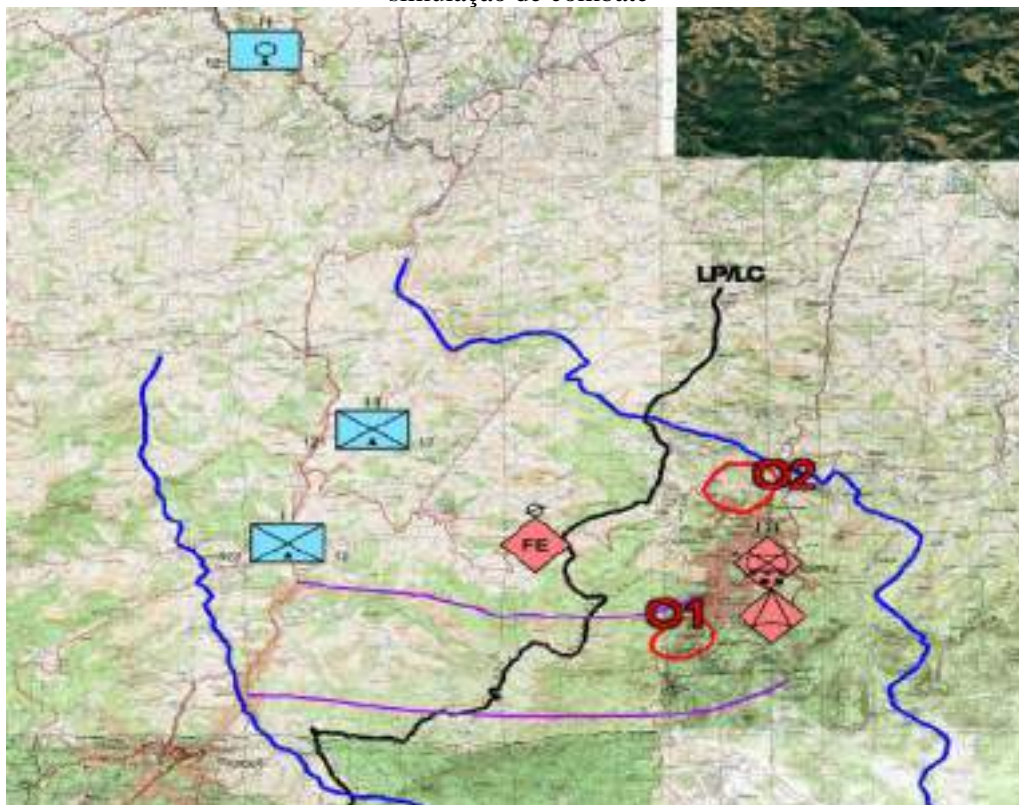
Para isso, a Brigada utilizaria o 121º BIL Mth (Batalhão de Infantaria Leve de Montanha) atacando a Norte, em um ataque limitado em O2, apenas para fixar o inimigo em sua posição, e o 122º BIL Mth a Sul, realizando o ataque principal em O1. Para conquistar O1, o 122º BIL Mth realizaria uma infiltração em terreno montanhoso, desde a localidade de Petrópolis até a Região de Alto do Soberbo.

Neste cenário, o inimigo possui 1 (um) Regimento de Infantaria Mecanizada (RI Mec) apoiado por Artilharia dotada de calibre 105 mm para defender, desde já, as posições atuais na localidade de Teresópolis, bem como 1 (uma) Seção de Artilharia Antiaérea (Seç AAAe) dotada de 3 Unidades de Tiro (míssil IGLA). Além disso, existem elementos de Forças Especiais inimigos infiltrados na Região de Sítio do Monte Alegre.

Para melhor entendimento, as informações básicas da O Op Nr 1 da 12ª Bda Inf Mth estão ilustradas no esquema de manobra representado na figura 1: a localização do 121º BIL Mth, 122º BIL Mth, dos Objetivos O1 e O2, dos elementos inimigos FE, do RI Mec Ini, da Seç AAAe Ini, os limites da 12ª Bda Inf Mth (representados pelas linhas azuis), os limites da faixa de infiltração das frações do 122º BIL Mth (representados em linhas roxas), e a linha de partida/linha de contato (representada em linha preta).



Figura 1: Esquema de manobra resumido da 12ª Bda Inf Mth utilizado para montagem do cenário para simulação de combate



Exemplo de carta topográfica

Após o estabelecimento do cenário geral da manobra, realizou-se a seleção de um escalão menor para a realização do teste: 1 (um) Pelotão de Reconhecimento (Pel Rec) do 122º BIL Mth. Este pelotão realizaria o reconhecimento de todo o itinerário na faixa de infiltração entre a localidade de Petrópolis e o O2, objetivo do Batalhão na manobra.

O Pel Rec Mth deveria ser suprido pela Área de Trens (AT) em local nas extremidades do O2, com o objetivo de manutenção da tropa em condições de combate e retorno para balizamento das demais frações do BIL Mth até o objetivo. Para fins de estudo, o peso de cada ração R2 utilizado foi equivalente a 2,375 quilos (BRASIL, 2022c). Ainda, o efetivo considerado para o Pel Rec Mth foi de 24 militares, o que cria a necessidade diária de remessa de 57 quilos em suprimento Classe I, apenas considerando rações R2.

A partir do estabelecimento destas premissas para o cenário simulado, pode-se selecionar as opções para realização do suprimento aéreo: uma aeronave *Fennec*, utilizada pela Aviação do Exército, uma ARP testada pelas forças armadas americanas, já apresentada na seção anterior, o TRV-150, e uma ARP produzida por uma empresa chinesa chamada DJI, a ARP *Flycart30* (Allen, 2022; DJI, 2024). Os dados de input sobre esses vetores aéreos podem ser observados no quadro 1.

Quadro 1: Resumo dos *inputs* dos vetores aéreos, inseridos no programa COMBATER

Vetores Aéreos	Velocidade de Cruzeiro	Alcance	Autonomia	Carga Máxima	Comprimento	Altura
HA-1 (<i>Fennec</i>)	180 km/h	614 km	180 min	136 kg (guincho)	10,93 m	3,14 m
TRV-150	100 km/h	70 km	36 min	68 kg	2,75 m	1 m
<i>Flycart30</i>	54 km/h	28 km	180 min	40 kg	1,9 m	1,59 m

Fonte: Brasil, 2020c; DJI, 2024; The Electric VTOL News, 2025

O comprimento e a altura do TRV-150 foram estimados. As velocidades de cruzeiro da Aeronave *Fennec* e da TRV-150 foram arredondadas para a dezena imediatamente inferior. Foi considerado necessário uma altura mínima das ARP de 5 metros em relação ao solo para o seu voo, enquanto que a aeronave de asa rotativa deveria permanecer a uma altura mínima de 60 metros em relação ao solo.

O *software* COMBATER não admite incluir um SARP de carga, então a missão de transporte de suprimento teve que ser modelada de outro jeito. Foram incluídas aeronaves de asa rotativa, com as velocidades, comprimento e altura das ARP TRV-150 e *Flycart30*.

Três possíveis itinerários de ressuprimento foram idealizados a partir da AT, buscando utilizar as elevações no caminho para evitar a artilharia antiaérea inimiga e conseguir realizar a atividade de ressuprimento, conforme se pode verificar na figura 2. “PS” significa Pedra do Sino, ponto mais alto na faixa de infiltração e ponto de controle estabelecido para a passagem das aeronaves na missão de ressuprimento.

Figura 2: Itinerários de ressuprimento aéreo do cenário utilizado para simulação de combate



Exemplo de fotografia aérea temática

As Unidades de Tiro foram posicionadas de forma que a localidade de Teresópolis tivesse uma defesa em todas as direções, e em pontos elevados, por óbvio, conforme previsto no Manual de Campanha Defesa Antiaérea nas Operações (Brasil, 2017b).

Para a modelagem, foram utilizadas as cartas matriciais de ITAIPAVA (2715-4), TERESÓPOLIS (2716-3), PETRÓPOLIS (2745-2) e ITABORAÍ (MI 2746-1), além da imagem de satélite da região correspondente.

Por último, foi estabelecido um *input* importante: a taxa de engajamento dos mísseis IGLA com os alvos. Considerando que ambos os SARP possuem dimensões pequenas, comparando-se a um helicóptero, além dos pequenos valores atribuídos normalmente para a seção reta radar de drones (Semkin et al., 2020), estabeleceu-se que os SARP teriam um valor mais baixo em relação à aeronave de asa rotativa de taxa de engajamento.

Não se encontrou algum estudo específico que desse valores para tal taxa, então arbitrariamente se estabeleceu o valor de 95% para a aeronave *Fennec*, enquanto que ambas as ARP teriam o valor de 80% como taxa de engajamento de um IGLA contra elas.

Considerando a quantidade de peso destinada ao Pel Rec e a capacidade de carga contra a produtividade das ARP, foi estabelecido que as ARP levariam as cargas por meio de enxame de drone, compostos por 9 (nove) ARP *Flycart30* e 3 (três) ARP TRV-150.

4 Resultados

Quando se locou a totalidade das Unidades de Tiro da Seç AAe inimiga, pode-se verificar uma série de lacunas em seus campos de visão, devido ao terreno acidentado, conforme exemplificado na figura 3, na qual se obtém a ilustração em vermelho, do campo de visão da Unidade de Tiro número 2 (dois) disposta no terreno.

Figura 3: Campo de visão da Unidade de Tiro 2 observada na localidade de Teresópolis



Exemplo de fotografia aérea temática



Ao se observar o modelo digital de elevação do relevo dos itinerários apresentados, pode-se verificar que a região central da figura 2 apresenta as maiores elevações, dificultando sobremaneira a possibilidade de visada das Unidades de Tiro (U Tir) dispostas ao redor da localidade de Teresópolis pelo inimigo. Somente parte dos itinerários elencados são visados por alguma unidade de tiro. As U Tir não conseguem engajar os alvos nos momentos em que não os veem. Além disso, estas partes que permitem visada já são no final do itinerário, após a passagem pela Pedra do Sino.

Os itinerários apresentados na figura 2 possuem 18,26 km (linha amarela), 20,78 km (linha vermelha), e 18,41 km (linha azul claro). Utilizou-se essas distâncias para fazer uma verificação em relação ao tempo gasto para ressuprimento das tropas por meio aéreo. Para isso, considerou-se 5 (cinco) minutos gastos na descarga do material realizada na atividade de ressuprimento realizada pela aeronave *Fennec* e 1 (minuto) gasto na atividade de ressuprimento realizada pelas ARP.

O resultado apresentado no quadro 2 demonstra que a aeronave é o meio mais rápido para realizar o ressuprimento em todos os itinerários, ainda que o tempo de descarregamento do suprimento seja maior, cumprindo a missão em menos da metade do tempo da ARP *Flycart30* e ao menos 5 minutos a menos em relação ao TRV-150.

Quadro 2: Estimativa de tempo de ressuprimento para o Pel Rec Mth através dos itinerários amarelo, vermelho e azul claro, em minutos

TEMPO/ANV	FENNEC (180 km/h)			TRV-150 (100 km/h)			Flycart30 (54 km/h)		
AT-PF	6,1	6,9	6,1	11,0	12,5	11,0	20,3	23,1	20,5
Descarregamento	5	5	5	1	1	1	1	1	1
AT-PF-DESC-AT	17,2	18,9	17,3	22,9	25,9	23,1	41,6	47,2	41,9

Fonte: o autor

Por fim, obteve-se a porcentagem de baixas em equipamentos para cada itinerário e aeronave utilizada, bem como a taxa de sucesso de realização do ressuprimento. O sucesso na realização do ressuprimento foi considerado quando a aeronave conseguia entregar o suprimento Classe I à fração, ainda que ela fosse abatida em seu retorno. Já a taxa de baixas tratava somente sobre a perda de aeronave no processo de ressuprimento, desconsiderando em qual fase da atividade de ressuprimento se encontrava, sendo os resultados apresentados no quadro 3.

Quadro 3: Resultados da simulação do ressuprimento aéreo, utilizando o sistema COMBATER, separados pelo meio aéreo disponível, bem como pelo itinerário utilizado

Meio Aéreo	Itinerário	Baixas	Sucesso na Entrega
<i>Fennec</i>		100%	0%
<i>Fennec</i>		100%	0%
<i>Fennec</i>		100%	0%
TRV-150 (3)		33%	66%
TRV-150 (3)		33%	66%
TRV-150 (3)		33%	66%
<i>Flycart30</i> (9)		22%	89%
<i>Flycart30</i> (9)		33%	89%
<i>Flycart30</i> (9)		33%	78%

Fonte: o autor, após observação no *software* COMBATER

Para todos os itinerários, a aeronave *Fennec* foi abatida antes de chegar ao ponto de ressuprimento (PF). No itinerário amarelo, a aeronave foi abatida pouco antes da Pedra do Sino, conforme observado na figura 4. Importa considerar que a altura mínima para a aeronave era de 60 metros em relação ao nível do solo.

Figura 4: Resultado da simulação de ressuprimento feito pela aeronave *Fennec* por meio do itinerário amarelo



Exemplo de carta topográfica

Utilizando o vetor TRV-150, todos os itinerários apresentaram o mesmo resultado. Os 3 (três) vetores TRV-150 seguem seu itinerário sem problemas até a aproximação do ponto mais alto do itinerário, a Pedra do Sino (PS). Em todos os cenários, um dos três vetores foi abatido próximo ao ponto de controle referido. Nesse caso, é importante considerar que a altura mínima para as TRV-150 era de 5 metros em relação ao nível do solo. Desta feita, o ressuprimento foi feito parcialmente utilizando este vetor.

Com a última ARP, DJI *Flycart30*, foram utilizados 9 (nove) vetores por simulação, considerando o peso transportado por cada vetor, além da necessidade de desempenho operacional. Para os itinerários azul e vermelho, 3 (três) dos vetores foram abatidos no itinerário de ida ou de volta, porém a taxa de sucesso de entrega no itinerário vermelho é maior porque apenas um *Flycart30* foi abatido antes de realizar o ressuprimento, enquanto que, no itinerário azul, dois *Flycart30* foram abatidos antes.

O cenário com melhor desempenho foi usando o itinerário amarelo. Neste cenário, duas ARP *Flycart30* foram abatidas, uma no itinerário de ida e outra no itinerário de volta, o que proporcionou 89% do suprimento enviado ter chegado ao ponto de ressuprimento. Pode-se verificar o local de baixa das ARP na figura 5.

Figura 5: Resultado da simulação de ressuprimento feito pela aeronave DJI *Flycart30* por meio do itinerário amarelo



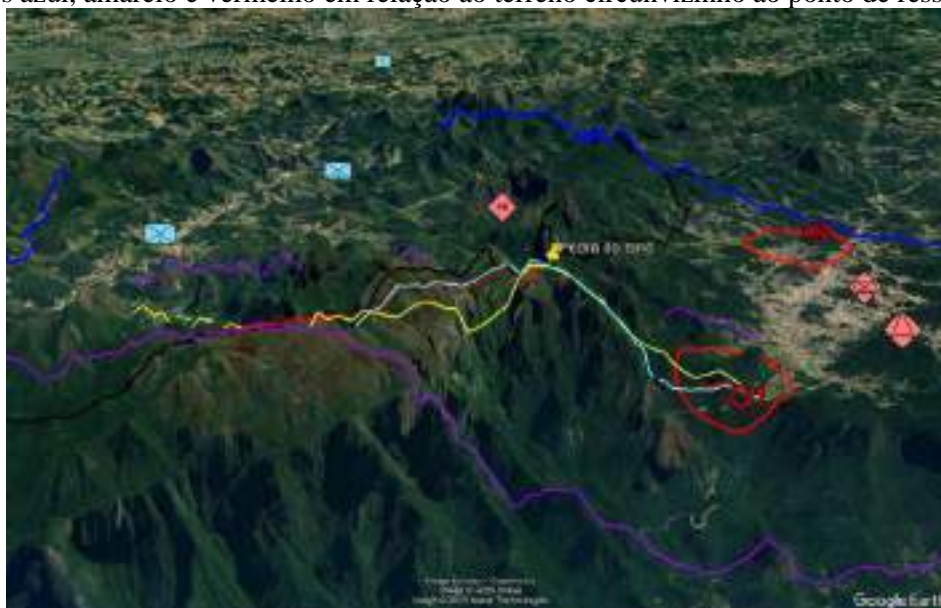
Exemplo de carta topográfica

Ocorreram duas baixas. A primeira baixa se deu em ponto pouco antes da Pedra do Sino, ponto mais alto da faixa de infiltração do 122° BIL Mth, enquanto que a segunda baixa ocorreu também em ponto antes da Pedra do Sino, entretanto, no sentido inverso, já no retorno. Em comum, as aeronaves estavam no momento da baixa em um ponto mais alto que o restante do itinerário.

Conforme se pode verificar na figura 6, a procura por caminhos fora da observação inimiga até a Pedra do Sino, facilita a inexistência de baixas até o itinerário passar pelo ponto mais alto. Entretanto, após a passagem pelo ponto de controle, as aeronaves se tornam mais vulneráveis à Ação Antiaérea inimiga, disposta de forma circular na localidade de Teresópolis.



Figura 6: Fotografia aérea com ressaltado do modelo digital de elevação para iluminar a localização dos itinerários azul, amarelo e vermelho em relação ao terreno circunvizinho ao ponto de ressuprimento



Exemplo de fotografia aérea com modelo digital de elevação

5 Discussão dos resultados

O enxame de ARP DJI Flycart30 teve um melhor desempenho devido ao número maior de equipamentos utilizados em comparação com a ARP TRV-150. Com uma maior quantidade de alvos para engajar, as defesas antiaéreas inimigas conseguiram atingir em proporção parecida, porém muitas vezes precisavam de mais tempo para engajar todos os drones, o que determinou uma taxa de sucesso maior destes equipamentos, já que alguns equipamentos eram abatidos somente após a realização do ressuprimento. Ambos SARP tiveram resultados melhores em relação à aeronave *Fennec* devido ao fato de possuírem uma taxa de engajamento menor e ao fato de poderem se deslocar no terreno a uma altura menor que a aeronave. A utilização do terreno para estabelecer a furtividade do SARP foi crucial para o menor abatimento destes equipamentos.

A simulação demonstrou que o tempo de ressuprimento utilizando uma aeronave de asa rotativa pode ser menor que a metade do tempo utilizado por uma ARP mais lenta, como a DJI *Flycart30*, considerando já um tempo maior para descarregamento do suprimento. Apesar disso, ARP com velocidades de cruzeiro mais próximas, como a ARP TRV-150, cuja velocidade é de 100 km/h, o tempo não se torna um fator tão díspar.

É importante destacar que as variações climáticas inerentes ao ambiente operacional não puderam ser simuladas, por não haver ferramenta disponível no COMBATER para isto. Além disso,



não foram simuladas outras medidas ativas contra SARP por parte do inimigo, como o uso de metralhadoras, *jamming*, feixes de luz, entre outros.

Para validar estes dados, seria importante a experimentação dos equipamentos em situação real no ambiente operacional. Apesar disso, os equipamentos possuem altos custos e não estão previstos para serem adquiridos pela Força Terrestre, no momento.

Entretanto, permanece o estudo como uma demonstração da possibilidade de utilização dos SARP para ressuprimento de cargas para frações isoladas no terreno montanhoso, ainda que tenha sido desenvolvida em simulação construtiva. O ressuprimento para os Pelotões de Reconhecimento seriam vitais para aumentar a capacidade de combate dessas frações.

6 Conclusão

Este trabalho verificou se o uso de SARP para o transporte de suprimento em Operações em Montanha é viável, em comparação com aeronaves de asa rotativa, considerando a ameaça antiaérea inimiga. Para isso, foi adotado um percurso metodológico composto por uma revisão bibliográfica, seguida da construção, simulação, de um cenário tático para exemplificar uma situação na qual seria necessária a realização de um ressuprimento aéreo para uma fração isolada no terreno montanhoso. Após, foi realizada a simulação construtiva com apoio da ferramenta COMBATER.

Entende-se que este estudo inicial permite demonstrar que a utilização de ARP para transportar suprimentos em terrenos compartimentados e contestados pelo inimigo pode ser mais viável do que utilizar aeronaves de asa rotativa para este fim. Desta feita, o objetivo foi parcialmente alcançado.

Realizando a simulação para verificar a segurança em relação a Artilharia Antiaérea em terreno montanhoso, pode-se verificar que a aeronave de asa rotativa, devido as suas dimensões e necessidade de realizar voos em altura maior, fica muito mais exposta, tornando-se um alvo mais fácil.

Nas simulações realizadas, em diferentes itinerários, elaborados com a intenção de realização de voos desafiados – fora do alcance da visão inimiga - em baixa altura, a aeronave *Fennec* foi abatida todas as vezes, antes da chegada ao ponto de ressuprimento, o que indicou que é uma opção fraca para este tipo de missão.

A simulação realizada para as ARP TRV-150 e ARP *Flycart30* considerou a utilização de enxame de drones para apoiar a realização do ressuprimento, bem como permitir um melhor desempenho operacional – quanto menor a carga transportada, maior a velocidade que a ARP pode



desenvolver. Em relação a ARP *Flycart30*, de qualquer forma, seriam necessárias 2 (duas) ARP para transportar os 57 quilos que se propunha a transportar neste cenário.

Assim, na simulação realizada, utilizou-se 3 (três) drones TRV-150 para realização do ressuprimento, enquanto que se utilizou 9 (nove) drones *Flycart30* para a mesma missão.

Em todos os cenários e itinerários, o sucesso na entrega foi maior que 50%, a menor taxa foi de 66%, ou seja, foram entregues 38 quilos de suprimento ao Pelotão de Reconhecimento em Montanha do 122º BIL Mth. Apesar de não haver cenário com aproveitamento máximo, a entrega mínima de dois terços da quantidade prevista de suprimento já é um grande avanço.

Ainda, utilizando as ARP, o maior percentual de baixas materiais foi de 33%, ou seja, 1 ARP TRV-150 ou 3 ARP *Flycart30*. Comparando com a baixa da aeronave *Fennec* em todos os cenários, bem como a adição da equipe de voo na aeronave de asa fixa, é consideravelmente melhor apontar que as ARP sejam a opção ideal, com menor risco material e pessoal para este tipo de operação.

Ainda, pode-se considerar a manutenção do sigilo proposta pelo voo a baixíssima altura das ARP e pelas dimensões reduzidas apresentadas como características vantajosas para este tipo de aeronave em detrimento das aeronaves de asa rotativa.

Portanto, as vantagens apresentadas pelas aeronaves remotamente pilotadas com capacidade de transporte de carga no transporte de suprimentos em operações no terreno montanhoso são: uma maior manutenção do sigilo, conferindo maior segurança à missão, além da efetividade na realização do ressuprimento à tropa isolada, enquanto que o menor desempenho das ARP foi ressuprindo dois terços da tropa apoiada.

Apesar disso, importa ressaltar que o tempo dispendido na missão de ressuprimento ainda é maior quando realizada pelo vetor ARP, mesmo considerando um tempo maior para descarregamento do suprimento na missão realizada pela aeronave *Fennec*. A velocidade de cruzeiro superior da aeronave de asa rotativa compensa o tempo maior dispendido para o descarregamento.

Diante do exposto nesta pesquisa, interessa a realização de estudos práticos com os equipamentos citados neste artigo, com o objetivo de verificar a operacionalização dos resultados obtidos em simulação, bem como o desempenho operacional das ARP no ambiente operacional de Montanha. A experimentação com a ARP é crucial para validar os achados e consolidar a opção do SARP como viável para a logística militar.



Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Orientações para Usuários de Drones**. 1. ed. Brasília: ANAC, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/drones/orientacoes_para_usuarios.pdf. Acesso em: 08 abr. 2025.

ALLEN, M. S. **Acquisitions**: It takes a collaborative “village” to create capability. Marine Corps Gazette, Quantico, Virginia, Mar 2022. Disponível em: <https://www.mca-marines.org/wp-content/uploads/Acquisitions.pdf>. Acesso em: 23 mar 2025.

AVIATION SAFETY NETWORK. Incident Malloy Aeronautics TRV-150 47, Wednesday 31 May 2023. **ASN**, 2023. Disponível em: <https://asn.flightsafety.org/wikibase/343450>. Acesso em: 19 set. 2024.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Caderno de Instrução O Pelotão de Reconhecimento do Batalhão de Infantaria Leve de Montanha**. EB70-CI-11.435. 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2020a.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Caderno de Instrução Transporte de Carga Individual**. EB70-CI-11.454. 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2020b.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Caderno de Instrução Técnicas Aeromóveis**. EB70-CI-11.474. 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2022b.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Manual de Campanha Batalhão de Dobragem, Manutenção de Paraquedas e Suprimento pelo Ar**. EB70-MC-10.336. 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2021.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Manual de Campanha Brigada de Infantaria de Montanha**. EB70-MC-10.324. 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2022a.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Manual de Campanha Companhia de Suprimento do Batalhão Logístico**. EB70-MC-10.318. 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2022c.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Manual de Campanha Defesa Antiaérea nas Operações**. EB70-MC-10.235. 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2017b.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Manual de Campanha Vetores Aéreos da Força Terrestre**. EB70-MC-10.214. 2. ed. Brasília, DF: COTER, 2020c.

BRASIL. Exército. Departamento de Educação e Cultura do Exército. **Manual Técnico de Aerotransporte**. EB60-MT-34.404. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: DECEX, 2015.

BRASIL. Exército. Departamento de Educação e Cultura do Exército. **Manual Técnico de Lançamento Aéreo de Suprimento**. EB60-MT-43.406. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: DECEX, 2017a.

CASTRILLO, V. U.; MANCO, A.; PASCARELLA, D.; GIGANTE, G. A Review of Counter-UAS Technologies for Cooperative Defensive Teams of Drones. **Drones**, v. 6, n. 3, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2504-446X/6/3/65/pdf?version=1646121421>. Acesso em: 19 set. 2024.

CSASZAR, L. M. **The Joint Tactical Aerial Resupply Vehicle Impact on Sustainment Operations**. 2017. 98 p. Dissertação (Mestrado em Artes e Ciências Militares) - U.S. Army Command and General Staff College, Fort Leavenworth, 2017. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1038627>. Acesso em: 08 abr. 2025.

DEFENSE EXPRESS. Ukraine to Get a New Batch of Malloy Drones, and in this case, The Size Matters. **Defense Express**, 22 jul. 2023. Disponível em: https://en.defence-ua.com/analysis/ukraine_to_get_a_new_batch_of_malloy_drones_and_in_this_case_the_size_matters-7395.html. Acesso em: 19 set. 2024.



DENEVAN, T. **Cost-based analysis of Unmanned Aerial Vehicles/Unmanned Aerial Systems in filling the role of logistical support**. 2014. 77 p. Dissertação (Mestrado) - Naval Postgraduate School, Monterey, 2014. Disponível em: <https://www.hsdl.org/c/view?docid=816136>. Acesso em: 08 abr. 2025.

DJI. **DJI FlyCart 30** - Manual do Usuário v1.1. DJI, 2024. Disponível em: https://dl.djicdn.com/downloads/DJI_FlyCart_30/202406UM/DJI_FlyCart_30_User_Manual_v1.1.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025.

ESTADOS UNIDOS DA AMERICA. Department of Army. **Counter-Unmanned Aircraft System (C-UAS)**. ATP 3-01.81. Washington: Headquarters, 2023. Disponível em: <https://irp.fas.org/doddir/army/atp3-01-81.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2025.

FILGUEIRAS, V. de S. **Defesa Antidrone: Aspectos Doutrinários do Emprego de Meios de Guerra Eletrônica**. 2023. 116 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/13461/1/MO%206923%20-%20VICTOR%20de%20Souza%20FILGUEIRAS.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2025.

GONÇALVES, A. F. B. **A utilização do programa COMBATER na aplicação de exercícios de simulação construtiva no Curso de Infantaria da EsAO: a prática das atividades de S1 e S4 dos Batalhões de Infantaria no exercício de simulação construtiva aplicado pela EsAO no ano de 2017**. 2018. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/3671/1/CapBELL%C3%89GON%C3%87ALVES_Esao.pdf. Acesso em: 08 abr. 2025.

GRAU, L. W. **The Bear Went Over The Mountain: Soviet Combat Tactics in Afghanistan**. 2. ed. Washington: NDU Press, 1996. Disponível em: https://www.files.ethz.ch/isn/139681/1996-08_Bear_Went_Over_Mountain.pdf. Acesso em: 30 jan. 2024.

HAVLÍK, T.; BLAHA, M. POTUŽÁK, L.; PEKAŘ, O.; ŠLOUF, V. Wargaming Simulator MASA SWORD for Training and Education of Czech Army Officers. In: Proceedings of the 16th European Conference on Games Based Learning, v. 16, n. 1, 2022, Lisboa, Portugal. **Anais eletrônicos** [...] Lisboa: European Conference on Games Based Learning, 2022. Disponível em: <https://papers.academic-conferences.org/index.php/ecgbl/article/download/914/762/2736>. Acesso em: 08 abr. 2025.

HESELTON, R. R. **Elevation Effects on GPS Positional Accuracy**. 1998. Dissertação (Mestrado) - Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 1998. Disponível em: <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/36763/Thesis18.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2025.

JACOBSEN, M. The dubious prospects for cargo-delivery drones in Ukraine. **War on the Rocks**, 25 maio 2022. Disponível em: <https://warontherocks.com/2022/05/the-dubious-prospects-for-cargo-delivery-drones-in-ukraine/>. Acesso em: 19 set. 2024.

KNAPIK, J. **Loads carried by soldiers: Historical Physiological, Biomechanical and Medical Aspects**. Relatório Técnico. Natick, Massachusetts: U S Army Research Institute of Environmental Medicine, 1989. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA212050>. Acesso em 20 mar. 2024.

LIMA, H. **RPAS Multirrotor** - Teoria de Voo. Salvador: GRAER, 2017. Disponível em: <https://www.pilotopolicial.com.br/wp-content/uploads/2017/09/Teoria-de-Voo-RPAS-V.5.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2025.



LIMA FILHO, P. D. de B. A Defesa Anti-SARP. **Revista Doutrina Militar Terrestre**, Brasília, v. 9, n. 28, 4. trim. 2021. Disponível em: <https://ebrevistas.eb.mil.br/DMT/article/download/8926/7704/>. Acesso em 08 abr. 2025.

NIKOLAKAKOS, G.; AMYOT-BOUGEOIS, M.; ASTLES, B. A state-of-art review and analysis of tactical-level ground based air defence systems and airborne threats. Relatório Científico - **Defence Research and Development Canada**, Ottawa, abr. 2022. Disponível em: https://cradpdf.drdc-rddc.gc.ca/PDFS/unc395/p814997_A1b.pdf. Acesso em: 08 abr. 2025.

ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DO ATLÂNTICO NORTE (OTAN). Nato Standardization Office. **Allied Tactical Publication Conduct of Land Tactical Operations in Mountainous Environment**. ATP-3.2.1.3. A. ed. Bruxelas: NSO, 2024. Disponível em: <https://iamms.org/wp-content/uploads/2024/07/ATP-3.2.1.3-EDA-V1-E.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2025.

PAVANI, M. F. F.; VILLANI, T. R. K. **Sistema de Pouso Autônomo de Drones Assistido por Imagens**. 2018. Trabalho Final - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/c9a1b965-2790-458a-9c5c-67a4a3014ee3/Marcus%20Pavani%20-%20ThiagoVillani%20-%20mono%20Versao_Final.pdf. Acesso em: 08 abr. 2025.

PERINA, F. M. **Proposta de emprego do sistema de aeronaves remotamente pilotadas (SARP) categorias 0 e 1, em apoio aos Batalhões de Infantaria, durante o investimento em área edificada**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/4465/1/Cap%20Inf%20Francisco%20Marcelino%20Perina.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2025.

RIBEIRO, M. C. **Adestramento de Estado-Maiores Conjuntos com Emprego de Simulação Construtiva**. 2016. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) – Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://repositorio.esg.br/handle/123456789/1114>. Acesso em: 08 abr. 2025.

ROSA FILHO, P. C. G. **A necessidade de integração da defesa anti SARP às defesas antiaéreas de baixa, média e grande altura e curto, médio e longo alcance**. 2022. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/11893/1/A%20NECESSIDADE%20DE%20INTEGRAC%3%87%C3%83O%20DA%20DEFESA%20ANTI%20SARP%20%C3%80S%20DEFESA%20ANTIA%3%89REAS%20DE%20BAIXA%2C%20M%C3%89DIA%20E%20GRANDE%20ALTURA%20E%20CURTO%2C%20M%C3%89DIO%20E%20LONGO%20ALCANCE.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2025.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. 1996. **Os Fundamentos da Geografia da Natureza**. In: ROSS, Jurandyr Luciano Sanches (org). *Geografia do Brasil*. São Paulo: Edusp. p.13 - 65. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=V5xaWPTL_IYC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false. Acesso em 24 mar. 2024.

SARTORI, P. L. P.; SARTORI, M. da G. B. Um Brasil de Montanhas. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 61–74, 2004. DOI: 10.5902/2179460X9684. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/9684>. Acesso em: 24 mar. 2024.

SATOMURA, M.; SHIMADA, S.; GOTO, Y.; NISHIKORI, M. GPS measurements to investigate the reason why GPS is less accurate in mountain areas. In: *A Window on the Future of Geodesy*, 2005, Sapporo. **Anais...** Sapporo, 2005. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-27432-4_8. Acesso em: 08 abr. 2025.



SCHMIDT, R. **Análise da simulação virtual no sistema de ensino militar**. 2023. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/13477/1/MO%206947%20-%20Rafael%20SCHMIDT.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2025.

SECK, H. H. Marine Corps wants \$13M for automated war zone air delivery drones. **Marine Corps Times**. 5 maio 2023. Disponível em: <https://www.marinecorpstimes.com/news/your-marine-corps/2023/05/05/marine-corps-wants-13m-for-automated-war-zone-air-delivery-drones/>. Acesso em 23 mar 2025.

SEMKIN, V.; HAARLA, J.; PAIRON, T.; SLEZAK, C.; RANGAN, S.; VIKARI, V.; OESTGES, C. Analyzing Radar Cross Section Signatures of Diverse Drone Models at mmWave Frequencies. **IEEE Access**, v. 8, 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9032332>. Acesso em: 25 mar. 2025.

SILVA, E. C.; GONÇALVES, A. J. F.; KANZLER, E. A. N.; AMARAL, A. D. F. Software Combater: uma possibilidade de inovação nas instruções de organização e emprego das armas da Escola de Aperfeiçoamento de Sargentos das Armas. **O Adjunto: Revista Pedagógica da Escola de Aperfeiçoamento de Sargentos das Armas**, v. 12, p. 89-102, 3 fev. 2025. Disponível em: <https://ebrevistas.eb.mil.br/adj/article/view/13276/10557>. Acesso em: 05 jun. 2025.

SOUZA, F. O. **Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados (SARP): empregabilidade nos processos especiais de suprimento**. 2024. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/14141/1/MO%207093%20-FILIPPE%20Oliveira%20de%20Souza%20-%20verificar.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2025.

STEWART, M. P.; MARTIN, S. T. **Unmanned Aerial Vehicles: Fundamentals, Components, Mechanics, and Regulations**. In: BARRERA, N. *Unmanned Aerial Vehicles*. 247 p. 1. ed. Hauppauge, NY: Nova Science, 2021. Disponível em: <https://novapublishers.com/wp-content/uploads/2020/10/Unmanned-Aerial-Vehicles.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2025.

THE ELETIC VTOL NEWS. Malloy Aeronautics T150 (production aircraft). 2025. Disponível em: <https://evtol.news/malloy-aeronautics-trv-150>. Acesso em: 23 mar. 2025.

Relações entre Preditores da Síndrome Metabólica, Aptidão Aeróbica e Estresse Oxidativo em Militares do Exército Brasileiro

Interplay between Predictors of Metabolic Syndrome, Aerobic Fitness, and Oxidative Stress in Military Personnel of the Brazilian Army

RESUMO

Os militares estão imersos em situações de prontidão operativa, e para isso, devem possuir elevado nível de higidez física. O estudo avaliou a prevalência da síndrome metabólica (SM) e sua relação com os parâmetros antropométricos, estresse oxidativo e aptidão cardiorrespiratória em militares do Exército Brasileiro. Participaram do estudo 83 indivíduos (faixa etária de 35 a 45 anos), alunos de uma escola de especialização do Exército Brasileiro. Os indivíduos foram separados em dois grupos a partir do resultado de um teste de corrida de 12 minutos: nível de aptidão cardiorrespiratória “bom” (n=20) e “excelente” (n=63). A amostra de sangue (soro) foi obtida em jejum de 12h para análise dos marcadores de SM e estresse oxidativo. Os parâmetros antropométricos, composição corporal e fisiológicos foram analisados segundo os protocolos convencionais. Os níveis de volume máximo de oxigênio (VO₂max.) foram obtidos no teste de corrida de 12 min (Cooper). O grupo “excelente” apresentou uma prevalência de 12% de portadores de SM, enquanto no grupo “bom” foi de 20%. Ademais, observou-se no grupo “excelente” melhores níveis em quase todos os marcadores estudados em comparação ao “bom”, sendo identificado nesse primeiro, VO₂max 1,7 vezes maior. Os resultados evidenciam que níveis mais elevados de VO₂max estão associados a um menor risco cardiovascular, especialmente por favorecer melhor aptidão aeróbica, atividade antioxidante total e um perfil metabólico mais saudável, que, consequentemente, contribui com a saúde e prontidão dos militares.

Palavras-chave: Militares. Síndrome Metabólica. Estresse Oxidativo. Aptidão Aeróbica. Parâmetros Antropométricos.

ABSTRACT

Military personnel are deployed in situations requiring operational readiness, and for this, they must maintain a high level of physical fitness. This study assessed the prevalence of metabolic syndrome (MS) and its relationship with anthropometric parameters, oxidative stress, and cardiorespiratory fitness in Brazilian Army military personnel. The study included 83 individuals (aged 35 to 45) who were students at a Brazilian Army specialization school. Participants were divided into two groups based on the results of a 12-minute run test: "good" cardiorespiratory fitness level (n=20) and "excellent" (n=63). Blood samples (serum) were collected after a 12-hour fast for the analysis of MS markers and oxidative stress. Anthropometric parameters, body composition, and physiological metrics were analyzed using standard protocols. Maximum oxygen volume levels (VO₂max) were obtained from the 12-minute run test (Cooper test). The "excellent" group showed a 12% prevalence of MS, compared to 20% in the "good" group. Additionally, the "excellent" group demonstrated better levels in almost all markers studied compared to the "good" group, with VO₂max being 1.7 times higher in the "excellent" group. The results indicate that higher VO₂max levels are associated with a reduced cardiovascular risk, particularly by promoting better aerobic fitness, total antioxidant activity, and a healthier metabolic profile, which consequently contributes to the health and readiness of military personnel.

Keywords: Military Personnel. Metabolic Syndrome. Oxidative Stress. Aerobic Fitness. Anthropometric Parameters.

Autores:¹

Marcio Antonio de Barros Sena

Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Email: mabsmarcio@gmail.com

ORCID: [0000-0003-4671-5100](https://orcid.org/0000-0003-4671-5100)

Paula Fernandez Ferreira

Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Email: paulafferr89@gmail.com

ORCID: [0000-0003-3742-1549](https://orcid.org/0000-0003-3742-1549)

Renan Muniz-Santos

Gaffrée e Guinle University Hospital, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Email: renanmuniz@edu.unirio.br

ORCID: [0000-0002-3960-5299](https://orcid.org/0000-0002-3960-5299)

Received:	30 Sep 2024
Reviewed:	Oct24/Jul25
Received after revised:	5 Aug 2025
Accepted:	2 Sep 2025



RAN

Revista Agulhas Negras

eISSN (online) 2595-1084

<http://www.ebrevistas.eb.mil.br/aman>



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

¹ Outros coautores: **Marcos de Sá Rego Fortes**, Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), msrfortes@gmail.com, ORCID: [0000-0003-2038-5545](https://orcid.org/0000-0003-2038-5545); **Danielli Braga de Mello**, Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), daniellimello@gmail.com, ORCID: [0000-0003-3609-0004](https://orcid.org/0000-0003-3609-0004); **Samir Ezequiel da Rosa**, Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), samirdarosa@hotmail.com, [0000-0003-3355-0626](https://orcid.org/0000-0003-3355-0626); **Marcos Dias Pereira**, Departamento de Bioquímica, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, marcosdpufrj@gmail.com, ORCID: [0000-0001-5594-2255](https://orcid.org/0000-0001-5594-2255).



1 Introdução

Os militares do Exército Brasileiro (EB) são submetidos três vezes ao ano a realização do teste de aptidão física (TAF), o qual tem como objetivo verificar o condicionamento físico destes indivíduos, externando para o escalão superior o nível de preparo da tropa em caso de um eventual combate (Exército, 2008; 2015). A fim de se alcançar os índices exigidos no TAF, é compulsória a prática do treinamento físico militar (TFM) nos quartéis, que, além de preparar para a realização do TAF, corrobora na promoção de saúde dos militares, sendo essencial como prática na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs), tais como a síndrome metabólica (SM) (Exército, 2015; Wedell-Neergaard; Krogh-Madsen; Petersen; Hansen *et al.*, 2018).

A SM representa um conjunto de condições inter-relacionadas, incluindo obesidade central, resistência à insulina, dislipidemia e hipertensão, que potencializam o desenvolvimento de DCNTs, como doenças cardiovasculares (DCV) e diabetes mellitus tipo 2 (Gumbe; Fernandez-Lazaro; Sayon-Orea *et al.*, 2020; Wang; Chen; Zhu *et al.*, 2023). Entre as diversas conceituações estudadas e disponíveis sobre SM., para efeito de classificação, este estudo levou em consideração os conceitos abordados para homens pelo consenso mundial *Joint Interim Statement-JIS* realizado em 2009.

Neste consenso, o diagnóstico da SM se dá quando três dos cinco fatores seguintes são preenchidos (Sherling; Perumareddi; Hennekens, 2017): 1) perímetro da cintura (CC) ≥ 90 cm; 2) nível sérico de triglicerídeos (TG) ≥ 150 mg.dL⁻¹; 3) lipoproteína de alta densidade (HDL-colesterol) < 40 mg.dL⁻¹; 4) glicemia em jejum ≥ 100 mg.dL⁻¹ e pressão arterial sistólica (PAS) ≥ 130 ou pressão arterial diastólica (PAD) ≥ 85 mm Hg ou 5) faz uso de medicamento anti-hipertensivo.

Ancorado na própria definição, a SM não é uma doença em si, mas sim um marcador de risco aumentado para o desenvolvimento de outras comorbidades. É, ainda, reconhecida a hipótese de que a obesidade e a resistência à insulina sejam pivôs na SM, não obstante a este dado, mais pesquisas são necessárias para o entendimento da fisiopatologia molecular desta síndrome e as possíveis interações epigenéticas que tornam determinados indivíduos mais suscetíveis (Wiebe; Stenvinkel; Tonelli, 2019).

Tratando-se dos militares, a presença de fatores de risco associados à SM é particularmente importante, uma vez que pode não só comprometer a saúde, mas também o desempenho físico e a prontidão operacional, fatores essenciais para atender demandas inerentes à tropa (Wood & Swain, 2021). Os estudos envolvendo militares e a associação com fatores de risco da SM e DCNTs vêm crescendo, como, por exemplo, uma pesquisa com militares da Marinha do Brasil concluiu que a idade, o tabagismo e o baixo nível de atividade física são variáveis de risco independentes para a ocorrência de SM (Costa; Montenegro; Lopes *et al.*, 2011). Entretanto, é reconhecido que o



conhecimento científico nesta área permanece escasso, com poucos estudos avaliando a prevalência desses fatores de risco na população militar.

Ainda nesse contexto, é importante ressaltar um estudo que verificou a prevalência da SM em militares dos EUA, advertindo a necessidade de mais pesquisas para avaliar a SM em relação ao desempenho das tarefas inerentes ao militar (Janak; Pérez; Alamgir *et al.*, 2017). Em um levantamento realizado entre os anos de 2014 e 2016 em militares do EB e integrantes dos contingentes de missão de paz da Organização das Nações Unidas (ONU), a prevalência da SM foi de 15% (Rosa; Lippert; Marson *et al.*, 2018). Outro estudo, com 2.719 militares do EB, encontrou uma prevalência de 12,2% (Fortes; Rosa; Coutinho *et al.*, 2019).

Apesar de se esperar que os altos níveis de treinamento físico de militares proporcionem proteção contra o desenvolvimento da SM, a extrema demanda física e mental exige capacidades fisiológicas robustas que podem sobrecarregar diversos sistemas. Como exemplo, a combinação de exposição a longos períodos de treinamento intenso, com alimentação, hidratação e recuperação por vezes inadequada, e fatores de estresse psicológico, podem predispor essa população ao desenvolvimento de distúrbios metabólicos (Amawi; Alkasasbeh; Jaradat *et al.*, 2023; Che; Yan; Tian *et al.*, 2021; Kuo; Bratzke; Oakley *et al.*, 2019). Além disso, o impacto do estresse oxidativo, frequentemente exacerbado por exercícios prolongados de alta intensidade em condições ambientais adversas, pode ser um fator de interação com os parâmetros metabólicos (Kawamura & Muraoka, 2018).

A partir dos estudos citados, verifica-se que a análise de fatores de risco da SM, juntamente com avaliação da aptidão aeróbica, parâmetros antropométricos e estresse oxidativo, oferece uma visão abrangente da saúde metabólica e do risco cardiovascular. Imerso nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a prevalência de fatores de risco para a SM em militares do 1º ano do curso de Comando e Estado-Maior (ECEME) do EB, comparando os dados coletados entre os grupos que receberam menções E (excelente) e B (bom) no TAF. Neste estudo, ainda, foi realizada a correlação entre as variáveis antropométricas, bioquímicas e fisiológicas, com especial atenção para a aptidão aeróbica e os marcadores de estresse oxidativo.

2 Percurso Metodológico

2.1 Desenho de estudo e amostra

Esta investigação, classificada como observacional analítica transversal, foi baseada na análise de um grupo específico de indivíduos, ranqueados com conceitos E e B nos resultados do TAF e aos seus fatores de risco da SM. específico, em plena atividade de suas funções para



identificar potenciais diferenças entre dois grupos, separados por índices no TAF, em relação aos fatores de risco da SM. Essa amostra, então, foi constituída de 83 militares do sexo masculino, voluntários, na faixa etária entre 35 e 45 anos, oriundos do 1º ano do curso da ECEME do EB.

É importante detalhar que essa amostra foi dívida em dois grupos separados de acordo com o resultado do TAF relativo à corrida de 12 minutos em conceito bom (n=20) e excelente (n=63). Os critérios de inclusão foram a realização do teste de 12 minutos do TAF e todas as outras análises usuais envolvidas nesse processo. Foram excluídos aqueles indivíduos que não cumpriram uma dessas etapas, além dos grupos “Muito Bom”, “Regular” e “Insuficiente”, pois o número de indivíduos com tais menções foi pequeno ou inexistente.

Este estudo atendeu às Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012 e a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 306/2004 – ANVISA para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi assinado pelos voluntários do estudo. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa envolvendo seres humanos (CEP) do Hospital Naval Marcílio Dias com o número 47835615.5.0000.5256.

2.2 Procedimentos de coleta de dados

A coleta de todos os dados ocorreu na ECEME na cidade do Rio de Janeiro. Foi realizada uma intervenção aguda, por meio de coletas de sangue, as quais ocorreram em uma única manhã, após a realização de um jejum de 12 horas, sendo permitida apenas a ingestão de água. Os militares avaliados foram recomendados a não fazerem uso de suplementos vitamínicos, alimentos e/ou bebidas que contenham alto teor de antioxidantes uma semana antes da coleta de sangue, bem como não praticarem exercícios físicos no dia anterior.

Para coleta das amostras de sangue foi utilizado 1 (um) tubo à vácuo de capacidade de 8 mL, com gel separador e sem anticoagulante. As amostras foram coletas por punção da veia braquial, utilizando sistema a vácuo, seguindo os protocolos clínicos convencionais. Imediatamente após as coletas, o sangue foi centrifugado a 2.800 rotações por minuto por 10 minutos e analisado no Laboratório de Análises Clínicas do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), seguindo as orientações do manual de coleta da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica e Medicina Laboratorial (SBPC/ML) (Sumina 2020). Após a finalização dos procedimentos pré-analíticos, utilizou-se o analisador automatizado bioquímico da marca BT 3000 (Wiener Lab., Argentina) para a determinação dos seguintes biomarcadores clínicos sorológicos: HDL-c, TG e a glicose. Ambas as análises seguiram as recomendações dos kits comerciais (Wiener lab., Argentina).



Para determinação dos biomarcadores de estresse oxidativo, a saber, proteína carbonilada (PC), peroxidação lipídica (PL), grupamento sulfidrilas totais (GS totais) e atividade antioxidante total (AAT), uma alíquota de 1,5 mL de soro foi congelada e armazenada a -80 °C para análise posterior no Laboratório de Citototoxicidade e Genotoxicidade (LaCiGen) do Departamento de Bioquímica, Instituto de Química na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A PC foi analisada pelo método que envolve a derivatização dos grupos carbonila com 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH), que leva à formação do produto 2,4-dinitrofenil (DNP), uma hidrazona estável (Dalle-Donne; Rossi; Giustarini *et al.*, 2003).

Os resultados foram expressos em unidade arbitrárias obtidas das densidades do *immunoblotting* referentes aos níveis de PC dos voluntários. A PL foi avaliada através da formação de espécies reativas do ácido tiobarbitúrico (TBARS) durante uma reação em aquecimento, tendo como subproduto formado nela o malondialdeído (MDA) (Steels; Learmonth; Watson, 1994). Os GS totais foram analisados conforme o método baseado na velocidade de redução de ácido 5,5-ditiobis-2-nitrobenzóico (DTNB - Sigma Aldrich, D-8130) (Faure & Lafond, 1995). A AAT foi determinada pelo método de captura do radical livre estável 2,2-difenil-1-hidrazila (DPPH) por antioxidantes (Brand-Williams; Cuvelier; Berset, 1995).

As medidas antropométricas obtidas de cada voluntário, foram realizadas contando com a colaboração de dois profissionais de Educação Física, segundo procedimentos antropométricos descritos pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)* (Silva & Vieira, 2020), sendo elas: circunferências da cintura (CC), do abdome (CA) e do quadril (CQ); relação cintura-quadril (RCQ); estatura e massa corporal (MC). A CC, CA e CQ foram mensuradas em centímetros, com os voluntários permanecendo em posição ortostática (PO) e a fita para aferição foi colocada em um plano horizontal após a linha da última costela. O material utilizado para esta finalidade foi uma trena antropométrica 2M, modelo Sanny Medical, Starret, modelo: SN 4010, fabricada em aço flexível, com medidas em centímetros e polegadas.

A MC foi mensurada com o militar ~~avaliado~~ mantendo-se na PO, descalço, usando somente traje de banho (sunga). Para a obtenção da MC o militar ficou sobre a balança digital, da marca EKS, com um incremento de 0,1%, devidamente calibrada e aferida. A estatura foi medida com um estadiômetro metálico, marca GPM, com tolerância de ± 5 mm provido de uma escala métrica graduada em centímetros e polegadas. Os voluntários ficaram em pé, posição ereta, com os braços estendidos e unidos ao tronco, pés unidos e mantendo o contato com o estadiômetro pelo calcanhar e obedecendo o Plano de Frankfurt. Os mesmos foram orientados, no momento da avaliação, a ficarem em apneia respiratória, com o objetivo de minimizar possíveis instabilidades na coluna vertebral. A



medida foi executada com o cursor no ângulo de 90°, tendo a única exigência que o avaliado estivesse descalço.

O índice de massa corporal (IMC) foi determinado pela razão entre a MC (em quilogramas) e a medida da estatura (em metros) estatura elevada a segunda potência. A PAS e a PAD de repouso foram mensuradas de acordo com o que prescreve as Diretrizes Brasileiras de Medidas da Pressão Arterial Dentro e Fora do Consultório (Feitosa; Barroso; Mion Junior *et al.*, 2024). Estiamos o cálculo do percentual de gordura corporal (%GC) conforme previamente descrito (Salem, 2008).

Para estimar o VO₂max usou-se o teste de 12 minutos de Cooper (Cooper, 1968). Foi utilizado o resultado do primeiro TAF, para dividir os grupos e investigar a associação dos fatores de risco cardiovascular com menções recebidas. Com a análise dos resultados séricos, antropométricos e pressão arterial foi verificado a presença de fatores de risco para SM e, sua respectiva prevalência na amostra investigada.

2.3 Tratamento estatístico

O teste *Shapiro-Wilk* confirmou a distribuição normal dos dados. Os dados estão apresentados como média e desvio padrão. A comparação entre os grupos foi verificada através do teste *t de Student* para amostras independentes, visando comparar os parâmetros antropométricos, fisiológicos, fatores de risco da SM e marcadores de estresse oxidativo. Foram considerados estatisticamente significantes os resultados com $p < 0,05$. A análise estatística foi processada com auxílio do *software* STATISTICA® 12.0.

Para produzir matrizes de correlação das variáveis avaliadas, os dados brutos foram analisados utilizando a correlação não paramétrica de ordem de classificação de *Spearman* utilizando o *software* *Jamovi*. Os dados foram visualizados usando a biblioteca *PyPlot* do *Python* (ver. 3.1.2). A cor de cada célula foi, então, determinada pela interpolação linear da correlação (vermelho para positiva e azul para negativa). As entradas na diagonal representam autocorrelações, e as entradas fora da diagonal representam correlações diretas positivas ou negativas entre pares de variáveis (a matriz de correlação é simétrica). Para este artigo, foram discutidas as correlações com p valor $< 0,01$.

3 Resultados

Os resultados das aferições das variáveis antropométricas e fisiológicas para os grupos E e B estão mostrados na Tabela 1. Observa-se que houve uma diferença significativa em todas as variáveis pesquisadas indicando que os voluntários do grupo E apresentavam algumas variáveis, tais como massa corporal, IMC, %GC e VO₂max compatíveis com melhores condições de saúde. Além disso,



os militares do grupo E apresentaram idade e estatura inferiores aos apresentados pelos militares do grupo B. Embora nossa análise tenha mostrado que as variáveis antropométricas do grupo E foram melhores do que a do grupo B, uma, em especial, chamou atenção, o VO_{2max} do grupo E ser aproximadamente 1,7 vezes maior quando comparado com o grupo B.

Tabela 1: Teste de diferenças de médias (test *t*) entre as características das variáveis dos participantes do estudo, divididos em grupos B e E.

Variável	GRUPOS	
	Bom (n=20)	Excelente (n=63)
Idade (anos)	39,3 ± 2,6 ^a	37,9 ± 2,0 ^b
Massa corporal (Kg)	89,6 ± 9,1 ^a	80,7 ± 10,4 ^b
Estatura (cm)	179,3 ± 4,9 ^a	175,7 ± 6,9 ^b
Índice de massa corporal (Kg/m²)	27,9 ± 3,3 ^a	25,8 ± 3,1 ^b
Percentual de gordura corporal (%)	22,6 ± 6,4 ^a	18,8 ± 4,1 ^b
VO_{2max}	31,2 ± 12,7 ^a	54,3 ± 2,6 ^b

VO_{2max}: volume máximo de oxigênio máximo.

p significativo <0,05.

Letras diferentes significam que houve diferença significativa entre as variáveis.

Letras iguais significam que não houve diferença entre as variáveis.

A Tabela 2 mostra os resultados das médias das variáveis utilizadas para definir a presença de SM em um indivíduo. Observa-se uma diferença significativa em algumas destas variáveis pesquisadas, tais como a CC, TG e HDL-c entre os grupos E e B, reforçando que o grupo E apresentou melhores condições de saúde. Por outro lado, a glicemia, PAS e PAD não apresentaram diferença significativa. Quatro militares do grupo B (20% do respectivo grupo) e oito do grupo E (12% do respectivo grupo) apresentaram resultados compatíveis com a classificação de SM.

Tabela 2: Parâmetros utilizados na classificação da síndrome metabólica ($\mu \pm DP$).

Variável	GRUPOS	
	Bom (n=20)	Excelente (n=63)
Circunferência da cintura (CC)	94,5 ± 9,6 ^a	87,8 ± 6,8 ^b
Glicose (mg/dL)	79,8 ± 7,7 ^a	86,3 ± 17,0 ^a
Triglicerídeos (mg/dL)	112,1 ± 44,5 ^a	82,3 ± 35,4 ^b
HDL-c (mg/dL)	42,3 ± 5,0 ^a	47,8 ± 9,4 ^b
Pressão arterial sistólica (mmHg)	123,5 ± 11,4 ^a	121,4 ± 12,4 ^a
Pressão arterial diastólica (mmHg)	83,5 ± 8,1 ^a	82,5 ± 10,1 ^a

p significativo <0,05.

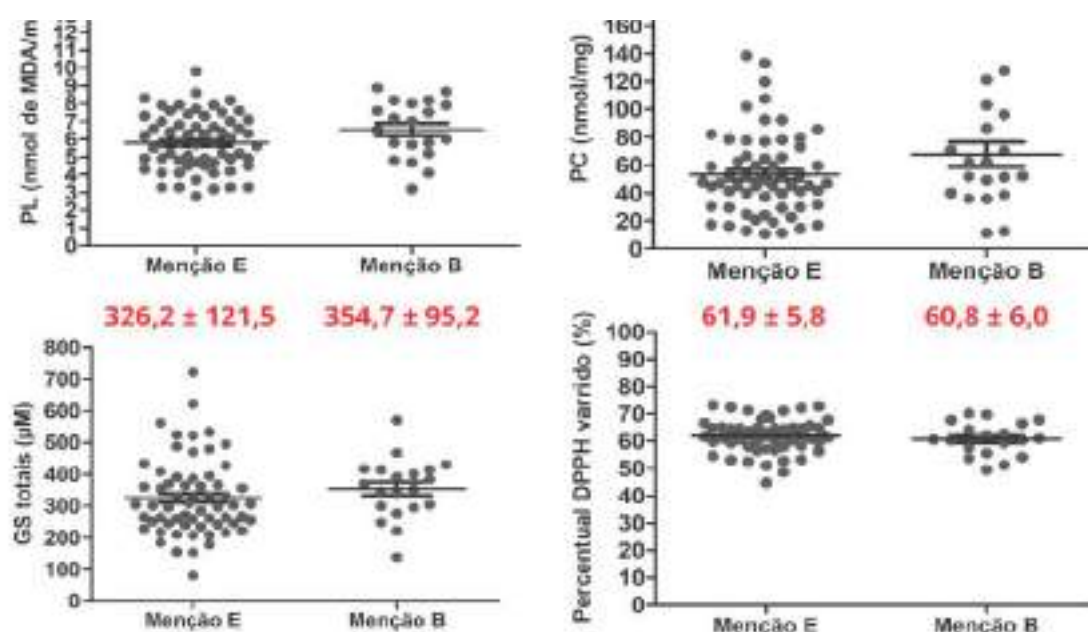
Letras diferentes significam que houve diferença significativa entre as variáveis.



Letras iguais significam que não houve diferença entre as variáveis

Para analisar a diferença no perfil de marcadores de estresse oxidativo entre os grupos E e B estudados, foram determinados os níveis de PL, PC, GS totais e AAT. Os resultados dos marcadores de estresse oxidativo evidenciam que não houve diferença estatisticamente significativa entre tais em qualquer dos marcadores analisados (Figura 1).

Figura 1. Cada círculo fechado representa o valor obtido de cada voluntário do estudo. PL = Peroxidação lipídica; PC = Proteínas carboniladas; GS totais = Grupamento sulfidrilas totais; AAT = Atividade antioxidante total (%DPPH varrido).



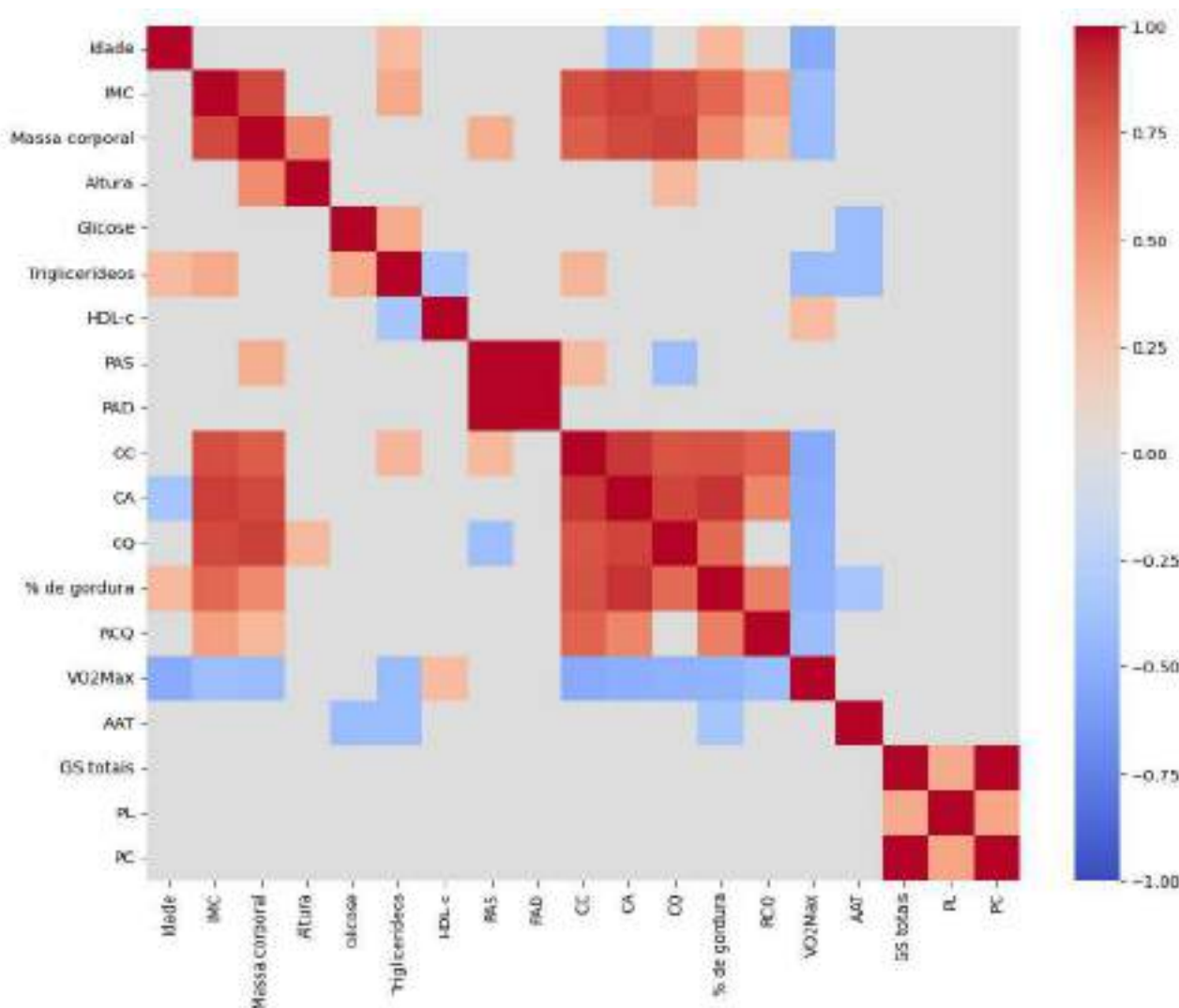
Para analisar de maneira holística o comportamento de todas as variáveis mensuradas, uma matriz de correlação foi representada graficamente em um mapa de calor, no qual filtramos as representações para correlações com $p < 0.01$ (Figura 2).

Conforme esperado, o IMC apresentou forte correlação positiva com MC. Ademais, IMC e MC apresentaram correlações fortemente positivas com as outras variáveis antropométricas. Os TG apresentaram correlação positiva com a glicemia, CC e o IMC indicando que conforme esses parâmetros antropométricos aumentam, os níveis de TG tendem a se mostrar elevados. Em contrapartida, foi observada uma correlação negativa entre os TG com AAT e HDL-c, sugerindo que níveis mais elevados de TG podem estar associados a um prejuízo no sistema antioxidante e HDL-c. O VO_{2max} , mostrou correlações negativas com vários parâmetros antropométricos, como IMC, CC, CA e %GC. Por outro lado, dentre as variáveis da bioquímica do sangue, o VO_{2max} apresentou correlação positiva com HDL-c e negativa com os níveis de TG.



Com relação a AAT, estimada pela varredura de radicais livres DPPH•, foi observada, também, uma correlação negativa com os níveis de glicose e %GC. Os outros marcadores de estresse oxidativo, tais como GS totais, PC e PL, não se correlacionaram significativamente com os parâmetros antropométricos e bioquímicos, mas mostraram correlações positivas entre si, destacando uma possível interação entre esses biomarcadores de estresse celular.

Figura 2. A matriz de correlações de Spearman para as variáveis mensuradas, filtradas com p valor < 0.01. A cor de cada célula foi definida pela interpolação linear da correlação (vermelho para correlação positiva e azul para negativa). Ou seja, quanto mais intenso o tom de vermelho, mais forte é a correlação positiva entre os analitos. Da mesma forma, quanto mais intenso o tom de azul, mais forte é a correlação negativa. Células não hachuradas referem a correlações que não apresentaram significância estatística. As entradas na diagonal mostram autocorrelações, enquanto as fora da diagonal indicam correlações diretas entre pares de variáveis, resultando em uma matriz de correlação simétrica. IMC = Índice de massa corporal; PAS = Pressão arterial sistólica; PAD = Pressão arterial diastólica; CC = Circunferência de cintura; CQ = Circunferência de quadril; RCQ = Relação cintura/quadril; AAT = ; AAT = Atividade antioxidante total (%DPPH varrido); GS totais = Grupamento sulfidrilas totais; PL = Peroxidação lipídica; PC = Proteínas carboniladas.





4 Discussão

Este estudo avaliou a prevalência da SM e sua associação com variáveis antropométricas, perfil lipídico, glicemia, aptidão aeróbica e marcadores de estresse oxidativo em militares da ativa. O exercício físico agudo pode ser visto como um modelo de estresse metabólico e oxidativo, a variar em função de parâmetros como intensidade ou duração (Bassini & Cameron, 2014; Furrer; Hawley; Handschin, 2023). Todavia, a adoção de programas estruturados de exercícios físicos promove diversas adaptações e sinalizações benéficas, tanto para performance atlética quanto para a saúde (Muniz-Santos; França; Jurisica *et al.*, 2023).

Com relação a SM, é evidente que a prática de exercícios físicos regulares apresenta um impacto favorável sobre seus marcadores (Amin; Kerr; Atiase *et al.*, 2023; Myers; Kokkinos; Nyelin, 2019). Nesse sentido, é importante ressaltar que a prevalência de SM de 14% encontrada na população total dos militares estudados foi consideravelmente menor do que a prevalência relatada na população brasileira geral em estudos anteriores (Oliveira; Santos; Machado *et al.*, 2020). Mesmo o grupo B, que apresentou uma prevalência maior em comparação ao grupo E (20% vs. 12%), ainda apresenta índices inferiores à população geral. Para comparação, um estudo transversal populacional com dados laboratoriais da Pesquisa Nacional de Saúde estimou a prevalência da SM em 38,4% na população brasileira (Oliveira; Santos; Machado *et al.*, 2020).

De fato, os participantes avaliados no presente estudo são considerados fisicamente ativos, o que contribui para a promoção de benefícios advindos da prática de exercícios físicos, como redução da MC, pressão sanguínea, TG e aumento do HDL-c e pode justificar a menor prevalência de SM em relação à população brasileira (Omura; Bellissimo; Watson *et al.*, 2018; Pucci; Alcidi; Tap *et al.*, 2017). Destaca-se que a população estudada oscila dentro da faixa etária masculina em que ocorre significativos aumentos nos fatores de risco de SM (entre 34 e 50 anos), conforme previamente descrito (Ceppa; Merens; Burnat *et al.*, 2008).

Nossos resultados indicaram que o grupo com menção B no TAF apresentou maior prevalência para SM (1,6 vezes superior à observada no grupo E) e, portanto, maior suscetibilidade ao desenvolvimento de DCNTs. Nesse sentido, sugere-se que o melhor condicionamento físico dos indivíduos com menção E no TAF proporciona benefícios adicionais à saúde, quando comparados aos do grupo B, que por sua vez já apresentam resultados melhores em relação à população brasileira. Nossos dados corroboram com o estudo realizado por Lavie *et al.* (2019), no qual foi abordado que o treinamento físico leva a melhores níveis de aptidão cardiorrespiratória, trazendo consigo a prevenção de DCNTs (Barrón-Cabrera; Ramos-Lopez; González-Becerra *et al.*, 2019).



A idade, MC, IMC e %GC apresentaram uma diferença significativa entre os grupos, com o grupo B apresentando valores superiores ao grupo E (Tabela 1). O grupo B apresentou média de idade superior, parâmetro reconhecido por influenciar as distâncias a serem percorridas no TAF, fato que determina que indivíduos com idade mais avançada percorram distâncias menores nesse teste (Exército, 2008; 2015). De fato, na amostra estudada, encontramos uma correlação negativa entre a idade e o VO_{2max} , o que já é amplamente descrito em comparações entre populações mais distintas, como idosos e adultos (Kim; Wheatley; Behnia *et al.*, 2016; Letnes; Nes; Wisløff, 2023). Além disso, a combinação entre maiores massas corporais e %GC são fatores que influenciam nos piores resultados apresentados pelo grupo com menção B no TAF e nos marcadores bioquímicos sanguíneos (Herrmann; Graf; Karsegard *et al.*, 2019).

Os resultados observados no teste de corrida demonstraram que o grupo E apresentou um condicionamento físico melhor do que o grupo B, e VO_{2max} 1,7 vezes superior. O VO_{2max} constitui-se um indicador de desempenho, sinalizando a capacidade máxima do corpo em transportar e metabolizar o oxigênio durante a prática de exercícios físicos aeróbicos (Peker; As; Kaya *et al.*, 2024). Um estudo de 2018, com indivíduos com mais de 45 anos de idade, mostrou que os níveis de VO_{2max} estão associados com mortalidade, mesmo após o controle de outras variáveis confundidoras (Clausen; Marott; Holtermann *et al.*, 2018). Ademais, o VO_{2max} elevado contribui para maior produção energética das células alvo, o que justificaria, em parte, o melhor desempenho no TAF no grupo que apresentou o maior deste índice (Astorino; Edmunds; Clark *et al.*, 2018).

Nesse sentido, o VO_{2max} está diretamente relacionado ao desempenho atlético de indivíduos, sobretudo praticantes de exercícios físicos aeróbicos (Ma; Cao; Zhu *et al.*, 2023). Apesar da forte contribuição genética na determinação do VO_{2max} , os exercícios aeróbicos podem aumentá-lo e também atrasar sua queda natural com o avanço da idade (Scribbans; Vecsey; Hankinson *et al.*, 2016). Este fato corrobora nossa hipótese de que indivíduos do grupo E receberam maiores benefícios fisiológicos quando comparado ao grupo B. Além de se relacionar, com parâmetros de performance atlética, o VO_{2max} foi negativamente correlacionado com variáveis antropométricas predictoras de risco cardiovascular e SM, como CC, CA, RCQ, IMC, %GC e MC.

As variáveis CC, TG e HDL-c também mostraram diferenças significativas entre os grupos, com o grupo B apresentando valores mais elevados de CC e TG e níveis mais baixos de HDL-c. No entanto, a glicemia e a pressão arterial não mostraram diferenças significativas (Tabela 2). Esses achados são consistentes com estudos anteriores, que demonstraram que exercícios aeróbicos combinados com treinamento resistido (como exemplo o exercício performedo no TAF) melhoram fatores de risco cardiovascular em indivíduos com SM, como a CC, glicemia, TG e a pressão arterial (Wewege; Thom; Rye *et al.*, 2018). De maneira similar, já foi relatado que o treinamento resistido,



por si só, também pode beneficiar a saúde de indivíduos com obesidade mórbida, resultando em melhorias nos parâmetros avaliados neste estudo, como CC, TG e pressão arterial. (Delgado-Floody; Latorre-Román; Jerez-Mayorga *et al.*, 2019). Neste cenário, à prática de exercício físico aeróbico combinado com o resistido (concorrente) podem sinergisticamente melhorar parâmetros da composição corporal e marcadores bioquímicos sanguíneos (Prieto-González & Sedlacek, 2022). Embora, não seja objeto deste estudo, convém destacar que durante a prática do TFM, preconiza-se a realização de exercícios resistidos (Exército, 2008; 2015).

Vale ressaltar que os dados recentes indicam uma influência maior da CC do que o IMC na avaliação do risco cardiometabólico, com uma correlação positiva à elevação do TG (Cibičková; Langová; Vaverková *et al.*, 2019). No entanto, cabe destacar, ainda, que as diversas medidas antropométricas aqui avaliadas apresentaram correlações positivas entre si, podendo ser usadas como co-preditores na avaliação do risco cardiometabólico. Neste estudo, foi observada uma diferença significativa na CC entre os grupos, onde a média do grupo B foi mais elevada do que o valor de normalidade estabelecido pela IDF, justificando parcialmente os outros resultados desfavoráveis encontrados nos parâmetros antropométricos e bioquímicos neste grupo.

Adicionalmente, a associação entre a SM e o estresse oxidativo tem sido foco de estudos por diversos grupos de pesquisa (Dzięgielewska-Gęsiak; Wysocka; Fatyga *et al.*, 2024; Kim; Kang; Go, 2024; Mathew; Li; Byun *et al.*, 2018; Rojo; Pérez; Millán *et al.*, 2024). É importante ressaltar que o estresse oxidativo também desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da SM, sendo um preditor, isto é, um evento primário que leva ao surgimento da SM (Masenga; Kabwe; Chakulya *et al.*, 2023; Spahis; Borys; Levy, 2017; Vona; Gambardella; Cittadini *et al.*, 2019). Não obstante, é sabido que o desequilíbrio a favor de compostos oxidantes vs. AAT no organismo, conceito clássico de estresse oxidativo, contribui para o comprometimento do controle e da sinalização *redox* e/ou danos às biomoléculas, incluindo a membrana plasmática, proteínas e ácido desoxirribonucleico (DNA) (Sies, 2018).

Nos últimos anos, o papel desses oxidantes, conhecidos na literatura da área como espécies reativas de oxigênio (EROs), vem ganhando relevância, com destaque na associação das EROs com a etiologia das principais DNCTs (Carrier, 2017). Os avanços atuais sugerem que a SM é uma doença também caracterizada por modificações epigenéticas de genes vitais diante de um quadro de estresse oxidativo (Yara; Lavoie; Levy, 2015). Neste mesmo cenário, convém salientar que a prática de exercícios físicos recomendada como intervenção nestes quadros patológicos deve ser minuciosamente prescrita por um profissional de Educação Física considerando as variáveis do treinamento físico como intensidade, volume e duração, sabendo que podem aumentar agudamente a



produção das EROs e, desta forma, ampliar o dano celular e a resposta inflamatória (Powers; Nelson; Hudson, 2011).

Todavia, não encontramos correlações entre níveis de PC ou PL com os preditores antropométricos e bioquímicos de DCNTs. Foi observado que a AAT se correlaciona positivamente com $VO_2\text{max}$ e negativamente com TG, %GC e glicose. Cabe ressaltar que níveis sanguíneos elevados de TG e glicemia podem sinalizar aumento de peroxidação lipídica e produção de agentes glicantes associados à progressão da diabetes (Ayala; Muñoz; Argüelles, 2014; Mengstie; Chekol Abebe; Behaile Teklemariam *et al.*, 2022). Dessa forma, mostrando que indivíduos com melhor aptidão cardiorrespiratória tendem a apresentar melhor resposta antioxidante e melhor perfil lipídico.

5 Conclusão

O estudo avaliou a prevalência da SM e sua relação com aptidão aeróbica e estresse oxidativo em militares do Exército Brasileiro, comparando grupos com desempenho físico excelente (E) e bom (B) no TAF. Os resultados indicaram que o grupo E apresentou menor prevalência de SM, melhores parâmetros de composição corporal e $VO_2\text{max}$ superior, evidenciando um menor risco para o desenvolvimento de DCNTs. No entanto, ressaltamos que ambos os grupos estão sob menor risco que a população geral, apresentando uma prevalência consideravelmente menor de SM. Além disso, foi observada uma correlação significativa entre um perfil metabólico mais saudável e maior atividade antioxidante. Apesar disso, não foram encontradas diferenças significativas em marcadores de dano oxidativo entre os dois grupos. O estudo reforça a importância de programas de treinamento físico intenso e a influência da aptidão aeróbica na saúde metabólica e, conseqüentemente, prontidão dos militares.



Referências

- AMAWI, A.; ALKASASBEH, W.; JARADAT, M.; ALMASRI, A. *et al.* Athletes' nutritional demands: a narrative review of nutritional requirements. **Front Nutr**, 10, p. 1331854, 2023. Disponível em: [10.3389/fnut.2023.1331854](https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1331854).
- AMIN, M.; KERR, D.; ATIASE, Y.; ALDWIKAT, R. K. *et al.* Effect of Physical Activity on Metabolic Syndrome Markers in Adults with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports (Basel)**, 11, n. 5, May 09 2023. Disponível em: [10.3390/sports11050101](https://doi.org/10.3390/sports11050101).
- ASTORINO, T. A.; EDMUNDS, R. M.; CLARK, A.; KING, L. *et al.* Increased cardiac output and maximal oxygen uptake in response to ten sessions of high intensity interval training. **J Sports Med Phys Fitness**, 58, n. 1-2, p. 164-171, 2018. Disponível em: [10.23736/S0022-4707.16.06606-8](https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06606-8).
- AYALA, A.; MUÑOZ, M. F.; ARGÜELLES, S. Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. **Oxid Med Cell Longev**, 2014, p. 360438, 2014. Disponível em: [10.1155/2014/360438](https://doi.org/10.1155/2014/360438).
- BARRÓN-CABRERA, E.; RAMOS-LOPEZ, O.; GONZÁLEZ-BECERRA, K.; RIEZU-BOJ, J. I. *et al.* Epigenetic Modifications as Outcomes of Exercise Interventions Related to Specific Metabolic Alterations: A Systematic Review. **Lifestyle Genom**, 12, n. 1-6, p. 25-44, 2019. Disponível em: [10.1159/000503289](https://doi.org/10.1159/000503289).
- BASSINI, A.; CAMERON, L. C. Sportomics: building a new concept in metabolic studies and exercise science. **Biochem Biophys Res Commun**, 445, n. 4, p. 708-716, Mar 21 2014. Disponível em: [10.1016/j.bbrc.2013.12.137](https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2013.12.137).
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, 28, n. 1, p. 25-30, 1995. Disponível em: [10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
- CARRIER, A. Metabolic Syndrome and Oxidative Stress: A Complex Relationship. **Antioxid Redox Signal**, 26, n. 9, p. 429-431, Mar 20 2017. Disponível em: [10.1089/ars.2016.6929](https://doi.org/10.1089/ars.2016.6929).
- .CEPPA, F.; MERENS, A.; BURNAT, P.; MAYAUDON, H. *et al.* Military community: a privileged site for clinical research: Epidemiological Study of Metabolic Syndrome Risk Factors in the Military Environment. **Mil Med**, 173, n. 10, p. 960-967, Oct 2008. Disponível em: [10.7205/milmed.173.10.960](https://doi.org/10.7205/milmed.173.10.960).
- CHE, T.; YAN, C.; TIAN, D.; ZHANG, X. *et al.* The Association Between Sleep and Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Front Endocrinol (Lausanne)**, 12, p. 773646, 2021. Disponível em: [10.3389/fendo.2021.773646](https://doi.org/10.3389/fendo.2021.773646).
- CIBIČKOVÁ, L.; LANGOVÁ, K.; VAVERKOVÁ, H.; LUKEŠ, J. *et al.* Superior Role of Waist Circumference to Body-Mass Index in the Prediction of Cardiometabolic Risk in Dyslipidemic Patients. **Physiol Res**, 68, n. 6, p. 931-938, Dec 30 2019. Disponível em: [10.33549/physiolres.934176](https://doi.org/10.33549/physiolres.934176).
- CLAUSEN, J. S. R.; MAROTT, J. L.; HOLTERMANN, A.; GYNTELBERG, F. *et al.* Midlife Cardiorespiratory Fitness and the Long-Term Risk of Mortality: 46 Years of Follow-Up. **J Am Coll Cardiol**, 72, n. 9, p. 987-995, Aug 28 2018. Disponível em: [10.1016/j.jacc.2018.06.045](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.06.045).
- COOPER, K. H. A means of assessing maximal oxygen intake. Correlation between field and treadmill testing. **JAMA**, 203, n. 3, p. 201-204, Jan 15 1968.
- COSTA, F. F. D.; MONTENEGRO, V. B.; LOPES, T. J. A.; COSTA, E. C. Combinação de fatores de risco relacionados à síndrome metabólica em militares da Marinha do Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 97, 2011. Disponível em: [10.1590/S0066-782X2011005000113](https://doi.org/10.1590/S0066-782X2011005000113).
- DALLE-DONNE, I.; ROSSI, R.; GIUSTARINI, D.; MILZANI, A. *et al.* Protein carbonyl groups as biomarkers of oxidative stress. **Clin Chim Acta**, 329, n. 1-2, p. 23-38, Mar 2003. Disponível em: [10.1016/S0009-8981\(03\)00003-2](https://doi.org/10.1016/S0009-8981(03)00003-2).
- DELGADO-FLOODY, P.; LATORRE-ROMÁN, P.; JEREZ-MAYORGA, D.; CAAMAÑO-NAVARRETE, F. *et al.* Feasibility of incorporating high-intensity interval training into physical education programs to



improve body composition and cardiorespiratory capacity of overweight and obese children: A systematic review. **J Exerc Sci Fit**, 17, n. 2, p. 35-40, Jan 20 2019. Disponível em: [10.1016/j.jesf.2018.11.003](https://doi.org/10.1016/j.jesf.2018.11.003).

DZIEGIELEWSKA-GEŚIAK, S.; WYSOCKA, E.; FATYGA, E.; MUC-WIERZGON, M. Relationship of SOD-1 Activity in Metabolic Syndrome and/or Frailty in Elderly Individuals. **Metabolites**, 14, n. 9, Sep 23 2024. Disponível em: [10.3390/metabo14090514](https://doi.org/10.3390/metabo14090514).

EXÉRCITO, B. E. M. D. **Diretriz para o Treinamento Físico Militar do Exército e sua Avaliação**. 2008.

EXÉRCITO, B. E. M. D. **Manual de Campanha EB-20-MC10.350 Treinamento Físico Militar**. Manual de Campanha EB-20-MC10.350 Treinamento Físico Militar, 2015.

FAURE, P.; LAFOND, J.-L., 1995, **Measurement of plasma sulfhydryl and carbonyl groups as a possible indicator of protein oxidation**. In: Favier, A.E., Cadet, J., Kalyanaraman, B., Fontecave, M., Pierre, J.L. (eds) Analysis of Free Radicals in Biological Systems. Birkhäuser Basel. Disponível em: [10.1007/978-3-0348-9074-8_17](https://doi.org/10.1007/978-3-0348-9074-8_17).

FEITOSA, A. D. M.; BARROSO, W. K. S.; MION JUNIOR, D.; NOBRE, F. *et al.* Brazilian Guidelines for In-office and Out-of-office Blood Pressure Measurement - 2023. **Arq Bras Cardiol**, 121, n. 4, p. e20240113, Feb 2024. Disponível em: [10.36660/abc.20240113](https://doi.org/10.36660/abc.20240113).

FORTES, M. D. S. R.; ROSA, S. E. D.; COUTINHO, W.; NEVES, E. B. Epidemiological study of metabolic syndrome in Brazilian soldiers. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, 63, 2019. Disponível em: [10.20945/2359-3997000000115](https://doi.org/10.20945/2359-3997000000115).

FURRER, R.; HAWLEY, J. A.; HANDSCHIN, C. The molecular athlete: exercise physiology from mechanisms to medals. **Physiol Rev**, 103, n. 3, p. 1693-1787, Jul 01 2023. Disponível em: [10.1152/physrev.00017.2022](https://doi.org/10.1152/physrev.00017.2022).

GUEMBE, M. J.; FERNANDEZ-LAZARO, C. I.; SAYON-OREA, C.; TOLEDO, E. *et al.* Risk for cardiovascular disease associated with metabolic syndrome and its components: a 13-year prospective study in the RIVANA cohort. **Cardiovasc Diabetol**, 19, n. 1, p. 195, Nov 22 2020. Disponível em: [10.1186/s12933-020-01166-6](https://doi.org/10.1186/s12933-020-01166-6).

HERRMANN, F. R.; GRAF, C.; KARSEGARD, V. L.; MARESCHAL, J. *et al.* Running performance in a timed city run and body composition: A cross-sectional study in more than 3000 runners. **Nutrition**, 61, p. 1-7, May 2019. Disponível em: [10.1016/j.nut.2018.10.022](https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.10.022).

JANAK, J. C.; PÉREZ, A.; ALAMGIR, H.; ORMAN, J. A. *et al.* U.S. military service and the prevalence of metabolic syndrome: Findings from a cross-sectional analysis of the Cooper Center Longitudinal Study, 1979-2013. **Prev Med**, 95, p. 52-58, Feb 2017. Disponível em: [10.1016/j.ypmed.2016.11.017](https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.11.017).

KAWAMURA, T.; MURAOKA, I. Exercise-Induced Oxidative Stress and the Effects of Antioxidant Intake from a Physiological Viewpoint. **Antioxidants (Basel)**, 7, n. 9, Sep 05 2018. Disponível em: [10.3390/antiox7090119](https://doi.org/10.3390/antiox7090119).

KIM, C. H.; WHEATLEY, C. M.; BEHNIA, M.; JOHNSON, B. D. The Effect of Aging on Relationships between Lean Body Mass and VO₂max in Rowers. **PLoS One**, 11, n. 8, p. e0160275, 2016. Disponível em: [10.1371/journal.pone.0160275](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160275).

KIM, H.; KANG, S.; GO, G. W. Exploring the multifaceted role of ginkgolides and bilobalide from. **Food Sci Biotechnol**, 33, n. 13, p. 2903-2917, Oct 2024. Disponível em: [10.1007/s10068-024-01656-3](https://doi.org/10.1007/s10068-024-01656-3).

KUO, W. C.; BRATZKE, L. C.; OAKLEY, L. D.; KUO, F. *et al.* The association between psychological stress and metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. **Obes Rev**, 20, n. 11, p. 1651-1664, Nov 2019. Disponível em: [10.1111/obr.12915](https://doi.org/10.1111/obr.12915).

LETNES, J. M.; NES, B. M.; WISLØFF, U. Age-related decline in peak oxygen uptake: Cross-sectional vs. longitudinal findings. A review. **Int J Cardiol Cardiovasc Risk Prev**, 16, p. 200171, Mar 2023. Disponível em: [10.1016/j.ijcrp.2023.200171](https://doi.org/10.1016/j.ijcrp.2023.200171).

MA, X.; CAO, Z.; ZHU, Z.; CHEN, X. *et al.* VO₂max (VO₂peak) in elite athletes under high-intensity interval training: A meta-analysis. **Heliyon**, 9, n. 6, p. e16663, 2023. Disponível em: [10.1016/j.heliyon.2023.e16663](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16663).



- MASENGA, S. K.; KABWE, L. S.; CHAKULYA, M.; KIRABO, A. Mechanisms of Oxidative Stress in Metabolic Syndrome. **Int J Mol Sci**, 24, n. 9, Apr 26 2023. Disponível em: [10.3390/ijms24097898](https://doi.org/10.3390/ijms24097898).
- MATHEW, A. V.; LI, L.; BYUN, J.; GUO, Y. *et al.* Therapeutic Lifestyle Changes Improve HDL Function by Inhibiting Myeloperoxidase-Mediated Oxidation in Patients With Metabolic Syndrome. **Diabetes Care**, 41, n. 11, p. 2431-2437, Nov 2018. Disponível em: [10.2337/dc18-0049](https://doi.org/10.2337/dc18-0049).
- MENGSTIE, M. A.; CHEKOL ABEBE, E.; BEHAILE TEKLEMARIAM, A.; TILAHUN MULU, A. *et al.* Endogenous advanced glycation end products in the pathogenesis of chronic diabetic complications. **Front Mol Biosci**, 9, p. 1002710, 2022. Disponível em: [10.3389/fmolb.2022.1002710](https://doi.org/10.3389/fmolb.2022.1002710).
- MUNIZ-SANTOS, R.; FRANÇA, A.; JURISICA, I.; CAMERON, L. C. From Microcosm to Macrocosm: The -Omics, Multiomics, and Sportomics Approaches in Exercise and Sports. **OMICS**, 27(11):499-518, 2023. Disponível em: [10.1089/omi.2023.0169](https://doi.org/10.1089/omi.2023.0169).
- MYERS, J.; KOKKINOS, P.; NYELIN, E. Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness, and the Metabolic Syndrome. **Nutrients**, 11, n. 7, Jul 19 2019. Disponível em: [10.3390/nu11071652](https://doi.org/10.3390/nu11071652).
- OLIVEIRA, L. V. A.; SANTOS, B. N. S. D.; MACHADO, Í. E.; MALTA, D. C. *et al.* Prevalência da Síndrome Metabólica e seus componentes na população adulta brasileira. **Ciência & Saúde Coletiva**, 25, 2020. Disponível em: [10.1590/1413-812320202511.31202020](https://doi.org/10.1590/1413-812320202511.31202020).
- OMURA, J. D.; BELLISSIMO, M. P.; WATSON, K. B.; LOUSTALOT, F. *et al.* Primary care providers' physical activity counseling and referral practices and barriers for cardiovascular disease prevention. **Prev Med**, 108, p. 115-122, Mar 2018. Disponível em: [10.1016/j.ypmed.2017.12.030](https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.12.030).
- PEKER, A.; AS, H.; KAYA, E.; BALCI, G. A. *et al.* The highest work rate associated with a predominantly aerobic contribution coincides with the highest work rate at which VO_{2max} can be attained. **Eur J Appl Physiol**, 124(12):3527-3541, Jul 18 2024. Disponível em: [10.1007/s00421-024-05533-z](https://doi.org/10.1007/s00421-024-05533-z).
- POWERS, S. K.; NELSON, W. B.; HUDSON, M. B. Exercise-induced oxidative stress in humans: cause and consequences. **Free Radic Biol Med**, 51, n. 5, p. 942-950, Sep 01 2011. Disponível em: [10.1016/j.freeradbiomed.2010.12.009](https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2010.12.009).
- PRIETO-GONZÁLEZ, P.; SEDLACEK, J. Effects of Running-Specific Strength Training, Endurance Training, and Concurrent Training on Recreational Endurance Athletes' Performance and Selected Anthropometric Parameters. **Int J Environ Res Public Health**, 19, n. 17, Aug 29 2022. Disponível em: [10.3390/ijerph191710773](https://doi.org/10.3390/ijerph191710773).
- PUCCI, G.; ALCIDI, R.; TAP, L.; BATTISTA, F. *et al.* Sex- and gender-related prevalence, cardiovascular risk and therapeutic approach in metabolic syndrome: A review of the literature. **Pharmacol Res**, 120, p. 34-42, Jun 2017. Disponível em: [10.1016/j.phrs.2017.03.008](https://doi.org/10.1016/j.phrs.2017.03.008).
- ROJO, M.; PÉREZ, H.; MILLÁN, A. L.; PAUTASSO, M. C. *et al.* Relationship of Mitochondrial DNA Oxidation and Content with Metabolic Syndrome and Cardiovascular Risk in Obesity Phenotypes. **J Obes**, 2024, p. 3008093, 2024. Disponível em: [10.1155/2024/3008093](https://doi.org/10.1155/2024/3008093).
- ROSA, G. Acute effect of concurrent training on hematological and hepatic profile, and muscle injury markers in trained individuals. **Retos**, 69, 690-698, 2025. Disponível em: [10.47197/retos.v69.110879](https://doi.org/10.47197/retos.v69.110879).
- ROSA, S. E. D.; LIPPERT, M. A.; MARSON, R. A.; FORTES, M. D. S. R. *et al.* Physical performance, body composition and metabolic syndrome in military personnel from the Brazilian army. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, 24, 2018. Disponível em: [10.1590/1517-869220182406189325](https://doi.org/10.1590/1517-869220182406189325).
- SALEM, M. **Desenvolvimento e validação de equações e índices para a determinação da gordura corporal relativa, em militares brasileiros, a partir de medidas antropométricas**. 2008. 104 f. (Doutorado em Saúde Pública) -, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.
- SCRIBBANS, T. D.; VECSEY, S.; HANKINSON, P. B.; FOSTER, W. S. *et al.* The Effect of Training Intensity on VO_{2max} in Young Healthy Adults: A Meta-Regression and Meta-Analysis. **Int J Exerc Sci**, 9, n. 2, p. 230-247, 2016. Disponível em: [10.70252/HHBR9374](https://doi.org/10.70252/HHBR9374).



- SHERLING, D. H.; PERUMAREDDI, P.; HENNEKENS, C. H. Metabolic Syndrome. **J Cardiovasc Pharmacol Ther**, 22, n. 4, p. 365-367, Jul 2017. Disponível em: [10.1177/1074248416686187](https://doi.org/10.1177/1074248416686187).
- SIES, H. On the history of oxidative stress: Concept and some aspects of current development. **Current Opinion in Toxicology**, 7, p. 122-126, 2018. Disponível em: [10.1016/j.cotox.2018.01.002](https://doi.org/10.1016/j.cotox.2018.01.002).
- SILVA, V. S. D.; VIEIRA, M. F. S. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, 22, 2020. Disponível em: [10.1590/1980-0037.2020v22e70517](https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e70517).
- SPAHIS, S.; BORYS, J. M.; LEVY, E. Metabolic Syndrome as a Multifaceted Risk Factor for Oxidative Stress. **Antioxid Redox Signal**, 26, n. 9, p. 445-461, Mar 20 2017. Disponível em: [10.1089/ars.2016.6756](https://doi.org/10.1089/ars.2016.6756).
- STEELS, E. L.; LEARMONTH, R. P.; WATSON, K. Stress tolerance and membrane lipid unsaturation in *Saccharomyces cerevisiae* grown aerobically or anaerobically. **Microbiology (Reading)**, 140 (Pt 3), p. 569-576, Mar 1994. Disponível em: [10.1099/00221287-140-3-569](https://doi.org/10.1099/00221287-140-3-569).
- SUMINA NM. et al. Recomendações da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial (SBPC/ML): Boas práticas em laboratório clínico. Editora Manole. 2020;(1):1-592.
- VONA, R.; GAMBARDELLA, L.; CITTADINI, C.; STRAFACE, E. *et al.* Biomarkers of Oxidative Stress in Metabolic Syndrome and Associated Diseases. **Oxid Med Cell Longev**, 2019, p. 8267234, 2019. Disponível em: [10.1155/2019/8267234](https://doi.org/10.1155/2019/8267234).
- WANG, Z.; CHEN, J.; ZHU, L.; JIAO, S. *et al.* Metabolic disorders and risk of cardiovascular diseases: a two-sample mendelian randomization study. **BMC Cardiovasc Disord**, 23, n. 1, p. 529, Oct 31 2023. Disponível em: [10.1186/s12872-023-03567-3](https://doi.org/10.1186/s12872-023-03567-3).
- WEDELL-NEERGAARD, A. S.; KROGH-MADSEN, R.; PETERSEN, G. L.; HANSEN, Å. *et al.* Cardiorespiratory fitness and the metabolic syndrome: Roles of inflammation and abdominal obesity. **PLoS One**, 13, n. 3, p. e0194991, 2018. Disponível em: [10.1371/journal.pone.0194991](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194991).
- WEWEGE, M. A.; THOM, J. M.; RYE, K. A.; PARMENTER, B. J. Aerobic, resistance or combined training: A systematic review and meta-analysis of exercise to reduce cardiovascular risk in adults with metabolic syndrome. **Atherosclerosis**, 274, p. 162-171, Jul 2018. Disponível em: [10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.002](https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.002).
- WIEBE, N.; STENVINKEL, P.; TONELLI, M. Associations of Chronic Inflammation, Insulin Resistance, and Severe Obesity With Mortality, Myocardial Infarction, Cancer, and Chronic Pulmonary Disease. **JAMA Netw Open**, 2, n. 8, p. e1910456, Aug 02 2019. Disponível em: [10.1001/jamanetworkopen.2019.10456](https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.10456).
- WOOD, D. E.; SWAIN, D. P. Influence of Body Mass on Fitness Performance in Naval Special Warfare Operators. **J Strength Cond Res**, 35, n. 11, p. 3120-3127, Nov 01 2021. Disponível em: [10.1519/JSC.0000000000003249](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003249).
- YARA, S.; LAVOIE, J. C.; LEVY, E. Oxidative stress and DNA methylation regulation in the metabolic syndrome. **Epigenomics**, 7, n. 2, p. 283-300, 2015. Disponível em: [10.2217/epi.14.84](https://doi.org/10.2217/epi.14.84).

Utilização de Sensoriamento Remoto para Determinação da Composição do Solo: uma revisão sistemática da literatura

Use of Remote Sensing for Soil Composition Determination: a systematic review

RESUMO

Objetivo: comparar a precisão das informações de composição do solo advindas de dados obtidos por sensoriamento remoto, com o previsto pelas normas reguladoras da Associação Brasileira de Normas Técnicas e com a Doutrina Militar vigente. **Métodos:** foi realizada uma Revisão sistemática da literatura, conforme o protocolo PRISMA. Foram incluídos nesta revisão os artigos científicos de 2016 a 2024 cujo idioma fosse português, inglês e espanhol, publicados nos periódicos indexados Biblioteca Digital do Exército, para documentação militar, o repositório da empresa Target, para a pesquisa de normas técnicas, e o repositório da Academia.edu para os artigos científicos. **Resultados:** foram incluídos sete artigos científicos, cinco normas técnicas e cinco manuais do Exército Brasileiro, os primeiros estabelecendo o *status quaestionis* atual acerca do tema, os seguintes apresentando o referencial técnico normativo nacional e os últimos, a Doutrina Militar vigente. **Discussão:** foram comparados os artigos, manuais do exército e as normas técnicas à luz dos fundamentos do reconhecimento de engenharia e da Arma de Engenharia. O estudo indicou a viabilidade do emprego de sensoriamento remoto para a análise da composição dos solos em operações militares.

Palavras-chave: Reconhecimento de Engenharia. Sensoriamento Remoto. Operações Militares.

ABSTRACT

Objective: To compare the accuracy of soil composition information obtained through remote sensing data, with what is prescribed by the regulatory standards of the Brazilian Association of Technical Standards and the current Military Doctrine. **Methods:** A systematic literature review was conducted following the PRISMA protocol. This review included scientific articles from 2016 to 2024 written in Portuguese, English, or Spanish, and published in journals indexed in databases. Those used were the Army Digital Library for military documentation, the Target company repository for technical standards research, and the Academia.edu repository for scientific articles. **Results:** Seven scientific articles, five technical standards, and five manuals from the Brazilian Army were included. The former established the *status quaestionis* of the topic, the latter presented the national technical and normative framework, and the manuals represented the current Military Doctrine. **Discussion:** Articles, army manuals, and technical standards were compared considering the fundamentals of engineering reconnaissance and the Engineering Branch. The study indicated the feasibility of using remote sensing for soil composition analysis in military operations.

Keywords: Engineering Reconnaissance. Remote Sensing. Military Operations.

Mateus Fiamoncini Lopes

Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais - EsAO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Email: mateusfiamoncini@gmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0009-0000-0145-8273>

Elmar de Azevedo Burity

Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais - EsAO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Email: elmarburity@gmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0009-0006-3099-2241>

Received:	10 Jul 2025
Reviewed:	Jul/Sep 2025
Received after revised:	09 Sep 2025
Accepted:	10 Sep 2025



RAN

Revista Agulhas Negras

eISSN (online) 2595-1084

<http://www.ebrevistas.eb.mil.br/aman>



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



1 Introdução

O Exército Brasileiro estabeleceu como Estratégia para atingir o objetivo número 6, do Plano Estratégico do Exército 2024-2027, a “Ampliação das capacidades de produção e disseminação de Geoinformação” (Brasil, 2023). Esta Estratégia, cuja previsão de execução se estende até 2031, compreende a ampliação da capacidade de uso de geoinformação digital da Força Terrestre (F Ter), o aprimoramento do seu Banco de Dados Geográficos, a obtenção de sistemas de produção de geoinformação baseados em Inteligência Artificial e a ampliação da capacidade de obtenção de insumos de geoinformação (Brasil, 2023). Neste contexto, este trabalho busca contribuir com esta última iniciativa, apresentando a viabilidade da análise da granulometria do solo por meio da análise de dados obtidos por meio de sensoriamento remoto.

Atualmente, segundo o Manual Técnico Reconhecimento de Engenharia, a análise da granulometria do solo é realizada por métodos empíricos e por consultas a bancos de dados geográficos, os quais, por sua vez, apresentam-se sob a forma de informações extremamente técnicas (Brasil, 2021). Do primeiro aspecto decorre a imprecisão da informação devido a sujeição à contaminação do dado ou ao erro formal na análise da amostra, resultando em generalizações da granulometria do solo, atribuindo, assim, valores discretos a uma variável contínua. Quanto ao segundo aspecto, tanto pela dificuldade de compreensão dos termos, quanto pelas grandezas representadas pelas escalas dos mapas temáticos de composição e granulometria do solo, implicam em imprecisão na formulação de modelos preditivos de comportamento do terreno, afetando o processo de análise do terreno para o planejamento de operações militares.

A fim de descortinar uma nova possibilidade para o Reconhecimento de Engenharia e mitigar a imprecisão das atuais metodologias de análise da granulometria do solo, é necessário que seja realizada uma revisão da literatura, buscando o que há de mais atual em tecnologias de análise de composição do solo. Fazendo-se, portanto, necessário buscar um método que não caracterize uma área apenas a partir da inferência de uma pequena amostra, mas sim que possa fazer múltiplas coletas simultaneamente e traduzir estas amostras em linguagem computacional para futura análise. Segundo Lillesland e Campbell em suas respectivas obras, por meio da assinatura espectroscópica de cada material, uma imagem captada pelo sensor adequado pode indicar a composição e granulometria do solo quando decomposta em suas bandas espectrais (Campbell, 2011 e Lillesland, 2015).

Portanto, este trabalho se faz necessário por não haver ainda estudo dentro do Exército Brasileiro que trate especificamente deste tema e com a profundidade e metodologia aqui empregados. Além disso, busca preencher uma lacuna importante na metodologia de análise da composição do solo dentro dos Reconhecimentos de Engenharia.



1.1 Objetivos

Diante desse cenário, foi formulada a questão de estudo deste trabalho, baseando-se no protocolo PICOC (Houssein *et al*, 2024), cujo acrônimo se refere a letra P à “população ou problema”, I para “intervenção”, C para “controle ou comparação”, O para “*outcome* (resultados)” e o segundo C para “contexto”. Desta forma, a questão de estudo foi composta de acordo com o quadro 1:

Quadro 1: Composição da Questão de Estudo.

COMPOSIÇÃO DA QUESTÃO DE ESTUDO	
Problema (P)	Análise da composição do solo.
Intervenção (I)	Emprego de sensoriamento remoto.
Controle (C ¹)	Metodologia corrente.
Resultados (O)	Maior precisão na análise das áreas de operações.
Contexto (C ²)	Para o planejamento de operações militares.

Fonte: autor.

Assim, ao término deste trabalho será apresentada a resposta à seguinte questão: **O emprego de sensoriamento remoto (I) é capaz de conferir maior precisão (O) na análise da composição do solo (P) para o planejamento de operações militares (C²), quando comparado à metodologia corrente (C¹)?**

Para responder esta questão, foi estabelecido o objetivo geral de concluir acerca da precisão das informações advindas de dados obtidos por sensoriamento remoto em comparação com a metodologia atual prevista no Manual Técnico Reconhecimento de Engenharia e com o previsto pelas normas reguladoras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR ABNT), verificando se atende nas mesmas ou melhores condições os aspectos técnicos e militares de C¹. Para tal, serão atingidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar e compreender os critérios de validade para a análise da composição do solo segundo as NBR ABNT;
- Identificar e compreender os estudos acerca do emprego de dados obtidos por sensoriamento remoto para obtenção de informações acerca da composição do solo;
- Comparar a metodologia tradicional de análise da composição do solo com a metodologia empregando sensoriamento remoto e o processo previsto pelas NBR ABNT, à luz das exigências das normas técnicas e da doutrina militar vigente; e
- Concluir acerca da eficiência do emprego de dados coletados por sensoriamento remoto para a análise da composição do solo nos Reconhecimentos de Engenharia.



2 Metodologia

2.1 Critérios de elegibilidade

As publicações, para que fossem consideradas para inclusão na revisão da literatura, deveriam abordar, obrigatoriamente, o emprego de sensoriamento remoto para a análise de composição do solo em seu conteúdo, sendo desejável que abordassem a temática de emprego para o planejamento de operações militares.

Foram incluídos nesta revisão os artigos científicos cujo idioma fosse português, inglês e espanhol, publicados em periódicos indexados a bancos de dados. Foram considerados nesta revisão apenas os artigos de 2016 a 2024, por se considerar que a obra de Lillesland apresenta o estado da arte sobre o tema até o ano de 2015. Também foram consideradas as NBR ABNT em vigor que tratassem em seu conteúdo da análise de ao menos um (01) fator determinante para a análise do solo, por exemplo, ensaios de granulometria.

2.2 Fontes de informação

As fontes de informação utilizadas neste trabalho foram selecionadas segundo as características dos grupos de síntese. Assim, para a pesquisa de NBR ABNT foi utilizado o repositório da Target Engenharia e Consultoria Ltda, por possuir mais de 30 anos de existência no mercado e por possuir certificado de qualidade ISO 9001 em “Fornecimento de soluções para facilitação de acesso a informações tecnológicas e de gestão da documentação corporativa. (...)” (disponível em: https://www.target.com.br/images/certificado/2025/certificado_iso_9001.pdf, acesso em: 19 de março de 2025).

Já para os artigos científicos, foi utilizado o banco de dados Academia.edu, pelo fato deste repositório ser de acesso gratuito. Também foi utilizado o banco de dados da Biblioteca Digital do Exército para busca de manuais e artigos científicos relacionados ao tema.

2.3 Estratégia de busca

A estratégia de busca se baseou no protocolo PICOC utilizado para a formulação da questão de estudo. Todavia, para cada base de dados foi elaborado uma sequência específica de descritores. A busca de NBR ABNT foi realizada por meio da sequência “análise de solo” OU “sensoriamento remoto” OU “composição do solo”. Não foram levados em consideração o C¹, O e C², por se tratar de normas técnicas aplicadas ao território nacional, o que acarretaria o risco de ausência de resultados assim que fosse aplicada a sequência de descritores. Foram aplicados descritores apenas em português por ser a linguagem nativa de tal legislação.



À pesquisa dos artigos científicos foi aplicada a sequência de buscadores composta por “análise de solo” E “sensoriamento remoto”. Não foram considerados os termos em C¹ e C² pelo risco de invalidar a pesquisa na plataforma acadêmica utilizada e pelo pressuposto de que se o artigo atendesse o C¹ e C², mas não houvesse algum dos demais termos, os resultados retornados pela base de dados não poderiam ser incluídos nesta revisão da literatura. Também se aplicou os descritores em inglês: “*soil analysis*” AND “*remote sensing*”, sendo descartada a sequência no idioma espanhol pelo fato de o idioma inglês ser de grande permeabilidade no universo acadêmico.

Por fim, para a pesquisa dentro da base de dados do Exército Brasileiro, foi utilizada a sequência de descritores “análise” E “solo” E “reconhecimento de engenharia” E “operações” aplicada ao repositório do Comando de Operações Terrestres. Não foi considerado o aspecto I por se tratar de uma busca para determinar o parâmetro de controle da pesquisa. E, assim como na pesquisa das NBR ABNT, foi pesquisado apenas no idioma português.

2.4 Processo de seleção e coleta de dados

Foram selecionados os estudos que, após lidos os títulos e resumos, atenderam a condição de abordar o emprego de sensoriamento remoto para a análise de composição do solo. Depois de lidos e achados conformes, os textos foram analisados na íntegra e os dados relevantes foram organizados por meio de fichamento. Aqueles artigos cujo idioma do texto era diferente do português foram traduzidos pelo autor, em tradução livre.

2.5 Lista de dados

Foram coletados dados de desfechos cujos resultados pudessem ser agrupados nos seguintes grupos de domínio:

- a) Análise do solo realizada por dados obtidos por sensores remotos;
- b) Análise do solo baseado em ensaios previstos em NBR; e
- c) Análise do solo realizada por meio da doutrina militar vigente.

2.6. Avaliação do risco de viés dos estudos

A avaliação do risco de viés nos estudos incluídos foi realizada por meio da metodologia de Cochrane (Higgins, 2025). Esta metodologia envolve a análise de risco de viés baseados nos seguintes fatores:

- a) Viés no processo de anonimização (VA);
- b) Viés de desvio de finalidade na intervenção (VI);
- c) Viés por ausência de resultados ou resultados inconcludentes (VR);
- d) Viés de mensuração dos resultados (VM); e



e) Viés na seleção dos resultados (VS).

Cada estudo incluído foi avaliado quanto a probabilidade de risco segundo os fatores descritos, sendo-lhes atribuídos a qualificação de “sim”, “provável”, “improvável”, “não” e “sem informação”. Após esta avaliação, cada estudo foi qualificado genericamente como “sem risco de viés”, “aspectos a considerar” e “risco de viés”. Para esta avaliação foi considerado que:

- a) Se o estudo recebesse a qualificação de “sim” em ao menos um (01) fator ou mais de um (01) “provável” em outros fatores, a avaliação geral do estudo seria “risco de viés”;
- b) Se o estudo recebesse a qualificação de “provável” em um (01) fator ou mais de um (01) “improvável” em outros fatores, a avaliação geral do estudo seria “aspectos a considerar”;
- c) Se o estudo recebesse a qualificação de “improvável” em um (01) fator e “não” nos demais, seria considerado “baixo risco de viés”;
- d) Estudos que recebessem a qualificação de “sem informação” em até dois fatores, não haveria alteração de risco;
- e) Estudos que recebessem a qualificação de “sem informação” em três fatores, caso não fossem classificados em risco de viés, seriam classificados em “aspectos a considerar”; e
- f) Estudos que recebessem a qualificação de “sem informação” em mais de três fatores, seriam incluídos em “risco de viés”.

O risco de viés foi considerado durante a fase de discussão de resultados para avaliar a pertinência da argumentação de um estudo em comparação com os demais.

2.7 Métodos de síntese

A fim de sintetizar os resultados obtidos, os estudos foram divididos em grupo normativo, artigos sobre sensores remotos e manuais de campanha que abordassem o tema reconhecimento de engenharia. O grupo normativo apresentou a síntese das NBR ABNT que cumpriram os critérios de inclusão. Quanto aos dois grupos seguintes, foram organizados em sínteses diferentes para que cada grupo pudesse ser comparado com o método previsto no manual técnico após avaliados pelos padrões das NBR ABNT.

2.8 Avaliação de vieses de publicação e da certeza

Ao término desta pesquisa foi realizada a avaliação do viés desta publicação conforme a metodologia de Cochrane (Higgins, 2025), aplicando-a tal qual fora para a avaliação dos estudos incluídos. Assim, caso este trabalho fosse considerado de “baixo risco de viés”, seria considerado uma publicação com elevado grau de certeza em sua conclusão. Sendo classificado como um trabalho de “aspectos a considerar”, considerá-lo-ia como uma publicação com um adequado grau de certeza em sua conclusão, mas havendo a ressalva acerca de alguns dos fatores de avaliação. Por fim,

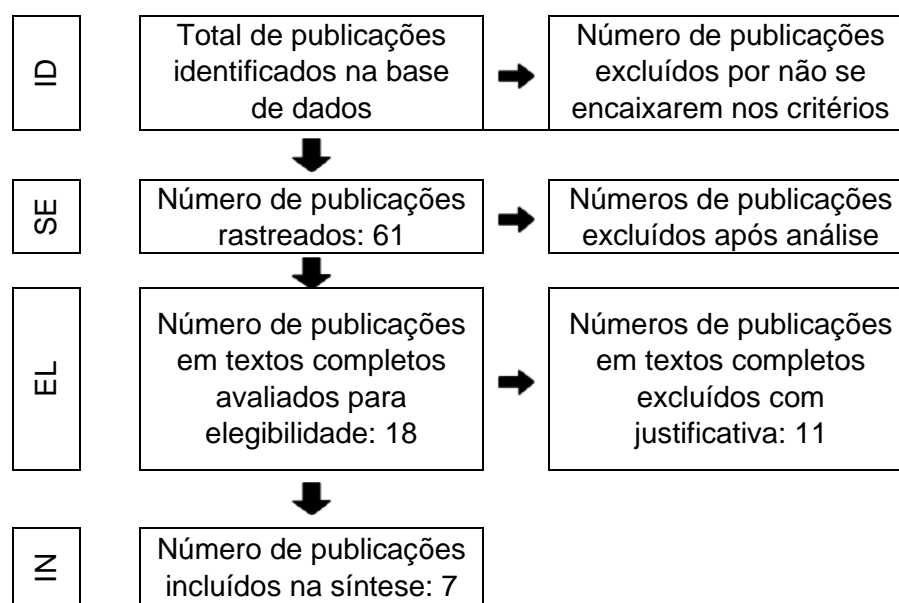
considerado uma publicação com “risco de viés” acarretaria um baixo grau de certeza, devendo ser complementada com outros estudos.

3 Resultados

3.1 Seleção dos estudos

Após aplicada a sequência de descritores propostos para a base de dados Academia.edu, os resultados foram processados conforme a Figura 1. Foram excluídos 11 artigos por não possuírem relação direta com o emprego de sensoriamento remoto ou por se tratar de estudos que utilizavam imageamento remoto apenas para a identificação do uso do solo e determinação de declividades e hidrodinâmica de bacias hidrográficas.

Figura 1: Fluxograma de aplicação da estratégia de busca para artigos científicos.

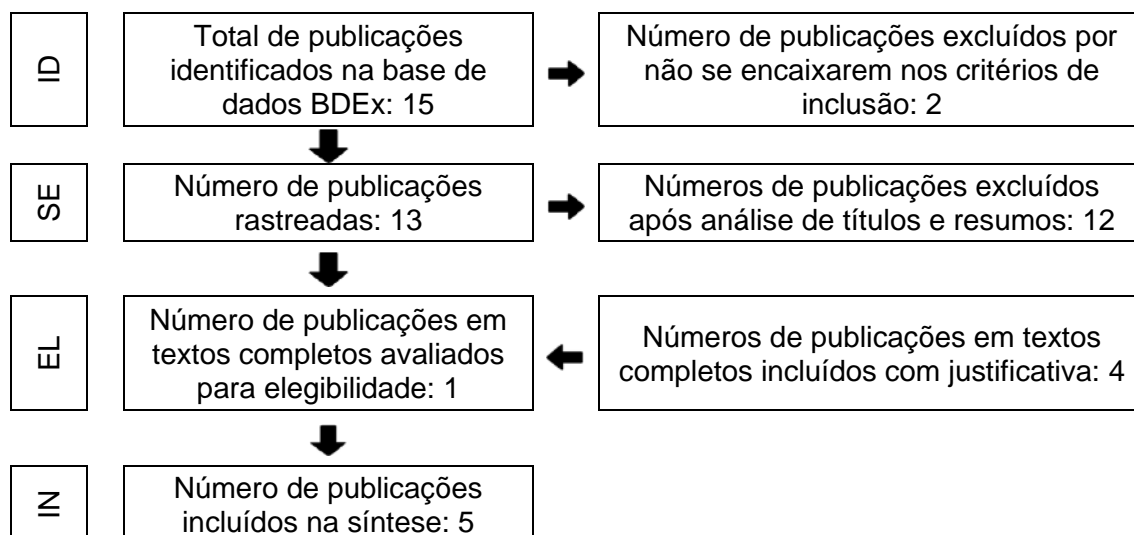


Legenda: ID: identificação; SE: seleção; EL: elegibilidade; IN inclusão.

Fonte: autor.

Quanto à busca de NBR ABNT, foram identificadas cinco normas que atendiam aos requisitos da estratégia de busca e todas foram incluídas neste estudo. Já na busca por meio da Biblioteca Digital do Exército, foram encontrados 15 manuais, por meio da estratégia de busca escolhida. Todavia, foi necessária a inclusão das publicações: Manual Técnico Reconhecimentos de Engenharia, Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Cíveis, Geointeligência e Geoinformação, mesmo não sendo resultados da busca, por se tratar de manuais fundamentais para o tema em estudo. Assim, a aplicação da estratégia de busca foi resumida na Figura 2.

Figura 2: Fluxograma de aplicação da estratégia de busca para manuais do Exército Brasileiro.



Legenda: ID: identificação; SE: seleção; EL: elegibilidade; IN inclusão.

Fonte: autor.

3.2 Características dos estudos

Após selecionadas, as publicações foram sintetizadas, conforme já descrito, em artigos científicos, publicação normativa e manuais militares, sendo apresentados nos quadros 2, 3 e 4, nos quais estão apresentadas as características de cada publicação que motivaram a sua inclusão nesta revisão da literatura.

Quadro 2: Sintetização dos artigos científicos incluídos.

PUBLICAÇÃO	CARACTERÍSTICA (MOTIVO DA INCLUSÃO)
Razvanchy, Hawar. "Characterization and Modeling Surface Soil Physicochemical Properties Using Landsat Images: A Case Study in the Iraqi Kurdistan Region." 2019	Estudo de caso de emprego de sensoriamento remoto para a determinação das características físico-químicas de uma região.
Sharma, R.P., R.S. Singh, R.K. Naitam, and S.K. Singh. "Technique of Large-Scale Soil Mapping Using Remote Sensing Satellite Data in Basaltic Terrain of Peninsular Region in the North-West Gujarat, India." 2019	Estudo de caso em que foi utilizado o processamento de imagens de satélite de alta resolução para determinar as características do solo em um mapa de grande detalhamento.
Publication, IJRASET. "Study of Spectral Reflectance Pattern of Red Soils under Varying Moisture Conditions." 2020.	Estudo de caso em que foi utilizado um sensor hiperspectral sob a mesma amostra, variando-se a quantidade de água.
Morelli, Stefano. "Landslide Mapping and Characterization through Infrared Thermography (IRT): Suggestions for a Methodological Approach from Some Case Studies." 2017	Estudo de caso com aplicação de termografia infravermelha para caracterização do solo.
ngetar, Njoya, and Kwanele Phinzi. "The Assessment of Water-Borne Erosion at Catchment Level Using GIS-Based RUSLE and Remote Sensing: A Review." 2019.	Revisão da literatura em que é abordada a integração dos dados obtidos por sensoriamento remoto para a predição de fenômenos.
Bradley, Andrew V., Sue J. McLaren, Ahmed Al-Dughairi, and Nadia Khalaf. "A Multi-Scale Approach Interpreting Sediment Processes and Distribution from Desert Sand Colour in Central Saudi Arabia." 2018.	Estudo de caso empregando imageamento remoto e coleta de material para determinação de padrões na distribuição da composição de solos no deserto.



PUBLICAÇÃO	CARACTERÍSTICA (MOTIVO DA INCLUSÃO)
Albrecht, Alain. “Large Topsoil Organic Carbon Variability Is Controlled by Andisol Properties and Effectively Assessed by VNIR Spectroscopy in a Coffee Agroforestry System of Costa Rica.” 2016.	Estudo de caso empregando sensoriamento remoto e coleta de amostra.

Fonte: autor

Quadro 3: Sintetização das normas incluídas.

PUBLICAÇÃO	CARACTERÍSTICA (MOTIVO DA INCLUSÃO)
NBR13603 DE 08/2022	Determinação de presença de microminerais no solo.
NBR6457 DE 01/2024	Apresenta o estado em que deve estar a amostra para que seja testada.
NBR9604 DE 02/2024	Apresenta condições de retirada de amostras.
NBR9603 DE 07/2023	Apresenta a metodologia mais viável para a retirada de amostras do solo.
NBR7181 DE 01/2025	Determina as condições da análise granulométrica.

Fonte: autor.

Quadro 4: Sintetização dos manuais militares incluídos.

PUBLICAÇÃO	CARACTERÍSTICA (MOTIVO DA INCLUSÃO)
A Engenharia nas Operações	Manual basilar da doutrina da Arma de Engenharia.
Reconhecimento de Engenharia	Manual normativo sobre as técnicas de reconhecimento de engenharia vigentes.
PITCIC	Define a caracterização do solo como fator para operações militares.
Geointeligência	Único manual do Exército que trata sobre leitura e análise de imageamento terrestre por sensores remotos.
Geoinformação	Único manual do Exército que trata sobre a análise de dados em sistemas de informação geográfica

Fonte: autor

3.3 Risco de viés nos estudos

A avaliação do risco de viés dos estudos foi realizada por síntese, sendo apresentadas nas figuras 3, 4 e 5. A respeito do viés no processo de anonimização (VA), nenhuma obra incluída ficou sujeita a este viés, uma vez que apenas o autor foi responsável por fichar e sintetizar as obras. Quanto ao viés de desvio de finalidade na intervenção (VI), não houve registros na síntese dos artigos científicos, já nas demais sínteses houve possíveis riscos. Também não foram observados riscos de Viés por ausência de resultados ou resultados inconcludentes (VR), nem viés de mensuração dos resultados (VM) e tampouco viés na seleção dos resultados (VS).

Figura 3: Avaliação do Risco de Viés da síntese dos artigos científicos.

PUBLICAÇÃO	VA	VI	VR	VM	VS	AVALIAÇÃO GERAL
HAWAR, 2019	Não	Não	Não	Não	Não	Sem risco de viés
SHARMA <i>et al</i> , 2019	Não	Não	Não	Não	Não	Sem risco de viés



PUBLICAÇÃO	VA	VI	VR	VM	VS	AVALIAÇÃO GERAL
IJRASET, 2020	Não	Não	Não	Não	Não	Sem risco de viés
PUBLICAÇÃO	VA	VI	VR	VM	VS	AVALIAÇÃO GERAL
MORELLI, 2017	Não	Não	Não	Não	Não	Sem risco de viés
NJOYA e PHINSI, 2018	Não	Não	Não	Não	Não	Sem risco de viés
BRADLEY <i>et al</i> , 2018	Não	Não	Não	Não	Não	Sem risco de viés
ALBRECHT, 2016	Não	Não	Não	Não	Não	Sem risco de viés

Fonte: Autor.

Figura 4: Avaliação do Risco de Viés da síntese das normas técnicas

PUBLICAÇÃO	VA	VI	VR	VM	VS	AVALIAÇÃO GERAL
NBR13603	Não	Não	Não*	Não*	Não*	Sem risco de viés
NBR6457	Não	Não	Não*	Não*	Não*	Sem risco de viés
NBR9604	Não	Pos	Não*	Não*	Não*	Aspectos a considerar
NBR9603	Não	Não	Não*	Não*	Não*	Sem risco de viés
NBR7181	Não	Não	Não*	Não*	Não*	Sem risco de viés

*Não é aplicável a este tipo de publicação.

Fonte: Autor.

A NBR9604 apresentou um possível risco de viés de desvio de finalidade na intervenção, uma vez que a abertura de poços, prevista por esta norma, é voltada para a análise dos horizontes do solo para fins de caracterização geológica.

Figura 5: Avaliação do Risco de Viés da síntese dos manuais do Exército Brasileiro.

PUBLICAÇÃO	VA	VI	VR	VM	VS	AVALIAÇÃO GERAL
A Engenharia nas Operações	Não	Pos	Não	Não	Não	Aspectos a considerar
Reconhecimento de Engenharia	Não	Não	Não	Não	Não	Sem risco de viés
PITCIC	Não	Pos	Não	Não	Não	Aspectos a considerar
Geointeligência	Não	Não	Não	Não	Não	Sem risco de viés
Geoinformação	Não	Pos	Não	Não	Não	Aspectos a considerar

Fonte: Autor.

Os manuais a Engenharia nas Operações, PITCIC e Geoinformação apresentaram possíveis vieses de desvio de finalidade. O primeiro por se tratar de um manual afeto a um sistema complexo que é a Arma de Engenharia e pela sua importância fulcral como base doutrinária para tal. O segundo, por se tratar de um manual abrangente, no qual são encontrados processos de avaliação de múltiplos fatores, sendo a caracterização do solo apenas mais um de seus tópicos. O terceiro, por apresentar excesso de informação organizacional, não se atendo especificamente na caracterização do solo.



Todavia, em que pese o possível risco de viés, as três publicações são necessárias para fundamentação teórica e comparação das metodologias. Quanto ao manual A Engenharia nas Operações, é necessário para avaliar se as metodologias propostas atendem os requisitos da base doutrinária vigente. Ao que toca ao PITCHIC, este manual se faz relevante por estabelecer o papel que a caracterização do solo desempenha no processo de planejamento de uma operação militar. Por fim, o manual Geoinformação foi indispensável por ser a publicação mais atual que normatiza a utilização de Sistemas de Informações Geográficas no Exército Brasileiro.

3.4 Resultados de estudos individuais

O estudo de Hawar (2019) relacionou os resultados das análises estatísticas realizadas em amostras de solo superficial coletadas de forma direta comparando as propriedades físico-químicas com as bandas multiespectrais do Landsat ETM+ e com modelos digitais de elevação. A partir destas correlações foi possível a criação de um modelo de propriedades de solo superficial e respectivos mapas baseados em regressões estatísticas. Por fim, apresentou por meio de uma tabela a precisão dos mapas baseados no modelo criado, demonstrando a alta correlação entre os resultados estimados pelas amostras de campo e os previstos pelo modelo (Hawar, 2019).

Os pesquisadores Sharma *et al* (2019) dividiram sua área de estudo em quatro unidades, que denominaram de *Landscape ecological units (LEUs)*. Estas áreas foram categorizadas em critério de conformação do terreno (corrugado, ravinoso, suavemente ondulado e próximo ao plano) e de declividade (0–1, 1–3, 3–8 and 8–15%). Baseando-se na integração de produtos oriundos de sensoriamento remoto (conformação do terreno, declividade e uso e cobertura do terreno), puderam classificar a Vila de Pata Meghpar em 10 LEUs. Permitindo, assim, o mapeamento da área em uma escala de 1:4000 e identificando as características físico-químicas dos solos da área de estudo (Sharma *et al*, 2019).

De acordo com Sowmya, Giridhar e Rabhakar (2020), ¹“As características de reflectância das aspectos da superfície da Terra podem ser quantificadas medindo a porção de energia incidente que é refletida”. Baseados no princípio de que a reflexão espectral varia drasticamente em corpos d’água, cobertura vegetal e solo, verificaram que, na faixa do espectro do infravermelho próximo (NIR), a reflexão eletromagnética (REM) varia de forma diretamente proporcional ao teor de umidade do solo, ao passo que a REM do solo apresenta padrão inversamente proporcional. Já na faixa dos comprimentos de onda entre 400 e 1000 nm a REM do solo tende a aumentar pela capacidade de absorção do solo analisado em absorver as ondas menores. Assim, observaram que quanto mais seco

¹ No original: “The reflectance characteristics of Earth’s surface features may be quantified by measuring the portion of incident energy that is reflected”



o solo analisado, maior é a capacidade da REM apresentar as suas características e quanto mais úmido, maior REM na faixa do NIR (Sowmya, Giridhar e Rabhakar, 2020).

O trabalho de Morelli (2017) apresenta o potencial do Termógrafo Infravermelho (IRT) como uma ferramenta de escol para a detecção, mapeamento e caracterização de processos de instabilidade e manejo de riscos em áreas sujeitas a derrocamentos e deslizamentos de rochas. Tendo sido experimentado tanto em plataformas aéreas como em plataformas terrestres para a avaliação de possíveis cenários, o IRT se provou como um sensor eficiente para emprego em campo devido a sua capacidade imediata de registro de padrões de temperatura e alta resolução espacial. Em seu estudo foi possível detectar potenciais ocorrências de deslizamentos de terra por meio de características morfológicas e estruturais como descontinuidades, fraturas abertas, escarpas, presença de vertedouros de água, linhas de drenagem e regiões de acúmulo de água e umidade (Morelli, 2017).

A revisão da literatura procedida por Njoya e Phinsi (2018) demonstrou como os sistemas de informações geográficas combinados com o apoio de sensoriamento remoto podem ser eficiente para a definição de parâmetros para a determinação de locais suscetíveis à erosão. Entre os parâmetros avaliados, o sensoriamento remoto foi capaz de prover medições de pluviosidade (R) em complementação as medições realizadas *in situ*, identificação dos riscos relacionados à topografia (LS) local através de modelos digitais de elevação, determinação da erodibilidade do solo ou composição (K), cobertura e manejo de área (C) e capacidade de suporte (P). Segundo esse estudo, ainda que existam desafios a serem vencidos, os benefícios advindos da utilização dos sensores remotos para coleta de dados para a inserção no modelo de predição de erosão ultrapassam sobremaneira tais dificuldades (Njoya e Phinsi, 2018).

Já no estudo de Bradley *et al* (2018), em que foi utilizada uma abordagem “multi-escala” para a interpretação do processo de sedimentação e distribuição dos tipos e coloração da areia do deserto saudita central, foi percebida uma necessidade de complementação das imagens de satélite (“*macro-scale*”) com estudos em escala intermediária e análise amostral (“*meso- and microscale*”). Durante esse estudo, as imagens satelitais proporcionaram a compreensão da estrutura das dunas, assim como indicaram a extensão, a intensidade e a identificação de processos geomórficos ao longo da superfície do deserto. Já na escala intermediária, a correlação das imagens satelitais com as amostras de superfície permitiu a interpretação das causas das mudanças de cores dos sedimentos. E, por meio da análise amostral, foi possível extrapolar padrões de composição da areia pela correlação entre amostra e imagem (Bradley *et al*, 2018).

Para o trabalho de determinação da concentração de carbono orgânico em solos em sistemas agroflorestais na Costa Rica de Albrecht (2016) foram utilizados os dados de 100 amostras de imagens do espectro de “infravermelho próximo visível” (VNIR) para a determinação de relações entre as propriedades vegetais, topográficas e distribuição espacial (Albrecht, 2016).



No escopo da própria NBR ABNT 13603:2022, está escrito que:

Esta Norma estabelece o método para avaliação da dispersibilidade de solos argilosos, por meio de ensaios químicos em amostra de água intersticial, determinando-se as quantidades dos principais cátions metálicos presentes na solução extraída da amostra de solo (ABNT, 2022).

Para tal avaliação é realizado um teste laboratorial em que são necessários instrumentos e soluções químicas para a extração de água intersticial da amostra de terra coletada, aplicando-lhe vácuo a partir de uma fonte externa para sua extração. Este processo, como escrito no corpo da norma, “Dependendo do material, a extração do volume necessário da água intersticial, que é de 100 mL, pode demandar horas ou dias” (ABNT, 2022). Ainda assim, o teste só entregará o resultado da dispersibilidade do solo, quando o resultado for comparado com uma tabela de referência, mas somente após a amostra “(...) ser submetida à análise química, de preferência por espectrofotometria de absorção atômica, para determinação das quantidades dos cátions de cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) presentes na solução” (ABNT, 2022).

A NBR ABNT 6457:2024 “estabelece o método para a preparação de amostras de solos para os ensaios de compactação e de caracterização, bem como o método para a determinação do teor de umidade” (ABNT, 2024a). Apesar de simples, os métodos relatados nesta norma exigem materiais como peneiras e balanças de precisão. Todavia, é possível executá-los *in situ* e a aferição dos índices não exige conhecimentos de escolaridade de nível médio ou superior.

A NBR ABNT 9604:2024 “(...) especifica os requisitos para os procedimentos básicos na abertura de poço ou trincheira, bem como os critérios para a retirada de amostras deformadas e indeformadas de solo” (ABNT, 2024b). Para o cumprimento desta norma, são necessárias ferramentas de sapa, escadas, materiais para coleta e armazenamento de amostras. Além disso, a retirada de material deve ser realizada em uma escavação de um (01) metro por um (01) metro até a profundidade de 2,0 m, inscrita em uma área quadrada de 2,0 m por 2,0 m, limpada e balizada. Também é necessário escalonar as amostras do material retirado para futura coleta das amostras deformadas. Ao se tratar da retirada de amostras não deformadas, há, ainda, requisitos que exigem perícia e cautela para a sua retirada (ABNT, 2024b).

Por outro lado, a NBR ABNT 9603:2023 “(...) especifica um método para execução de sondagem a trado em investigação geológico-geotécnica, dentro dos limites do equipamento e condições do terreno” com “(...) a finalidade de coletar amostras deformadas, determinar a profundidade do nível d’água, e identificar preliminarmente as camadas de solo que compõem o subsolo” (ABNT, 2023). Tal método, diferentemente da abertura de fosso ou trincheira, emprega o trado como instrumento de perfuração e coleta de amostras. Ainda assim, exige que as amostras de terra retiradas sejam organizadas conforme a profundidade da qual foram retiradas (ABNT, 2023a).



A NBR ABNT 7181:2025 “(...) especifica o método para análise granulométrica de solos, realizada por peneiramento ou por uma combinação de sedimentação e peneiramento” (ABNT, 2025). Além da grande variedade de materiais que variam de estufas a peneiras de diversas malhas e louça de laboratório, a própria norma ainda adverte sobre o risco de eventuais reagentes “A utilização deste método de ensaio pode envolver materiais, operações e equipamentos perigosos” (ABNT, 2025). Todavia, possui execução simplificada, embora exija bom desempenho dos materiais e cautela para a caracterização das amostras (ABNT, 2025).

O manual de campanha A Engenharia nas Operações (Brasil, 2018) define e “(...) apresenta concepções e conceitos doutrinários da Arma de Engenharia em apoio às operações militares” (Brasil, 2018) e nele estão contidos

(...) os fundamentos para a Arma de Engenharia empregar seus meios, a fim de executar suas atividades e tarefas, e descreve como esta se organiza para o combate com o objetivo de realizar o apoio à mobilidade, contramobilidade e proteção (Ap MCP) e o apoio geral de Engenharia (Ap Ge Eng) (Brasil, 2018).

Sendo as suas características: a durabilidade dos trabalhos, a progressividade destes, a amplitude de desdobramento, apoio em profundidade e a existência de canais técnicos. Possui, ainda, como princípios gerais de emprego: emprego como arma técnica, emprego centralizado, permanência nos trabalhos, utilização imediata dos trabalhos, manutenção dos laços táticos, engenharia em reserva, prioridade e urgência e emprego por elementos constituídos. Apresentando como atividades o Ap MCP e Ap Ge Eng, e como tarefas a realização de Reconhecimentos, construção e manutenção de Estradas e Pontes, execução de trabalhos de Organização do terreno, apoio de construção, manutenção e adaptação às Instalações e Assistência técnica (REPOIA). Tratando-se especialmente a respeito da tarefa de Reconhecimento, o manual apresenta que:

2.6.2.3.1 Os reconhecimentos constituem o meio mais eficiente de busca de informes técnicos de Engenharia.

2.6.2.3.2 A coleta, a avaliação e a difusão dessas informações são algumas das atribuições da Engenharia, que, para isso, conta com meios altamente especializados.

2.6.2.3.3 O funcionamento dos canais técnicos (ligações entre os diferentes escalões de Engenharia) é imprescindível para o acionamento oportuno dos reconhecimentos e para a divulgação das informações. (Brasil, 2018).

O Manual Técnico Reconhecimento de Engenharia “tem por finalidade orientar o pessoal responsável pela produção de informações de engenharia” (Brasil, 2021). Nesta obra estão elencados os 17 tipos de Reconhecimentos de Engenharia, bem como os procedimentos para a execução de cada um. É importante salientar que, neste manual, são apresentados os princípios destes reconhecimentos, Segurança, Flexibilidade, Clareza, Amplitude, Oportunidade e Precisão. É notável, também, que, apesar do manual ser de 2021, não há a previsão para a utilização de plataformas de sensoriamento remoto como ferramentas para a execução dos Reconhecimentos de Engenharia (Brasil, 2021).



O Manual de Campanha Processo de Integração Terreno Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civis – PITCIC descreve tal processo como

(...) cíclico [e] de caráter gráfico que permite, mediante análise integrada, a visualização de como o terreno, as condições meteorológicas e as considerações civis condicionam as próprias operações e as do inimigo, fornecendo dados reais e efetivos para auxiliar a tomada de decisões adequadas. (Brasil, 2023).

Segundo este mesmo manual, “O Mod GTE (módulo de apoio de geoinformação temática de engenharia) apresentará um relatório especial, no qual conterà a interpretação das características naturais e artificiais de determinada área e seus efeitos nas operações militares.” (Brasil, 2023b). Tratando-se de um processo, o tópico composição do solo é mais explorado na segunda fase da segunda etapa deste processo. Este dado é essencial para a determinação da trafegabilidade do solo e para a construção de um modelo preditivo para o efeito das condições meteorológicas na área de operações.

O Manual Técnico Geointeligência apresenta o conceito de Inteligência Geoespacial no Exército Brasileiro. Este manual prescreve a utilização de sensores remotos para a obtenção de dados geoespaciais, assim como a sua análise por meio de SIG (Brasil, 2019). Além disso, tal manual se constitui em uma fonte de consulta e um verdadeiro catálogo de capacidades de sensoriamento remoto (Brasil, 2019).

O Manual de Campanha Geoinformação apresenta este conceito pela primeira vez em uma publicação oficial do Exército Brasileiro e aborda seus componentes: geotecnologias, processo de produção, produtos e infraestrutura. Além de descrever cada um de seus componentes, também apresenta os seus quatro princípios de emprego: modularidade, antecipação, disponibilidade e otimização (Brasil, 2014).

3.5 Resultados das sínteses

Ao sintetizar os resultados encontrados em artigos científicos, observou-se que o emprego de sensores remotos para a determinação da composição do solo, seja na caracterização dos aspectos físico-químicos (Albrecht, 2016; Bradley *et al*, 2018; Hawar, 2019; Sowmya, Giridhar e Rabhakar, 2020), detecção e prevenção de movimentos de rochas (Morelli, 2017; Njoya e Phinsi, 2018) e construção de modelos preditivos (Albrecht, 2016; Njoya e Phinsi, 2018), já são uma realidade e se integram de forma eficiente a técnicas tradicionais (Albrecht, 2016; Bradley *et al*, 2018; Sharma *et al*, 2019) e proporcionam bons resultados quando operadas isoladamente (Albrecht, 2016; Morelli, 2017). Nessa síntese também foi possível identificar o “custo-benefício” da utilização dos sensores remotos na caracterização dos solos em grandes áreas (Albrecht, 2016; Bradley *et al*, 2018; Hawar, 2019; Sowmya, Giridhar e Rabhakar, 2020) e a possibilidade de criação de mapas em grandes escalas



para áreas de pequena a grandes dimensões (Albrecht, 2016; Bradley *et al*, 2018; Sharma *et al*, 2019; Morelli, 2017; Njoya e Phinsi, 2018).

Já na síntese realizada para as NBR, foi verificada a precisão instrumental e o rigor necessário para a caracterização dos resultados, tanto para a coleta das amostras (ABNT, 2023; ABNT, 2024b), como para a sua preparação para análise (ABNT, 2024a) e para a análise propriamente dita (ABNT, 2022; ABNT, 2024a; ABNT, 2025). Também foi verificada a necessidade de atuação direta sobre o solo e as possibilidades de deformação das amostras coletadas (ABNT, 2023a; ABNT, 2024b). Além disso, ficou evidente a grande necessidade de materiais ora simples como ferramentas de sapa (ABNT, 2023; ABNT, 2024b), ora complexos como os apetrechos laboratoriais (ABNT, 2022; ABNT, 2024a; ABNT, 2025).

Quanto à síntese dos manuais do Exército Brasileiro, ficou evidente que, qualquer forma que seja realizado, o Reconhecimento de Engenharia ele deve atender aos princípios elencados pelo manual de mesmo nome (Brasil, 2021) e, por se tratar de uma atividade da Arma de Engenharia, deve atender aos princípios de emprego desta e as suas características (Brasil, 2018). Também foi verificada a importância que a caracterização da composição do solo se avulta ao tratar do planejamento das operações militares (Brasil, 2023b). Por fim, foi verificado que, em que pese a existência de uma legislação que já prescrevia o emprego de sensoriamento remoto para a obtenção de dados geográficos (Brasil, 2014; Brasil, 2019), o manual Reconhecimento de Engenharia não apresentava esta ferramenta como possibilidade de aquisição de dados (Brasil, 2021).

4 Discussão dos resultados

Da leitura das NBR ABNT incluídas pelos critérios de seleção, foi verificado que para a retirada de amostras do solo, deve-se proceder ou a abertura de fosso ou trincheira (ABNT, 2024b) ou realizar a sondagem a trado (ABNT, 2023a). O primeiro método é indicado para a identificação de horizontes de solo ao longo de dois metros de profundidade e é aplicado tanto para amostras deformadas como para amostras indeformadas de solo (ABNT, 2024b), exigindo tempo para a escavação e perícia para a retirada das amostras indeformadas. Já o segundo método, como a própria norma descreve, é um método para a análise preliminar (ABNT, 2023a), ou seja, há de ser complementado por outros tipos de inspeções. Todavia, este método possui uma menor exigência de tempo e a sua ação no solo é menos “agressiva” do que a abertura de um poço ou uma trincheira para inspeção (ABNT, 2024b). Acerca da determinação da qualidade do solo no local e sua composição *in situ*, somente pode ser feito pela análise subjetiva do inspecionador e pela comparação de tabelas de cores e ocorrência de materiais.



Acerca da preparação das amostras, foi verificado que, pela NBR ABNT 6457:2024, são exigidas amostras de diversos tamanhos. Podendo este ensaio ser realizado *in situ*, há a necessidade de materiais como balanças e peneiras (ABNT, 2024a). Devido ao rigor e a passagem e repassagem de amostras pelas peneiras de diversas tramas, este método torna-se lento e, ainda, considerando que é apenas uma etapa de preparação, os resultados destes ensaios podem ser insuficientes para a constituição em dados de geoinformação.

Quanto às normas NBR ABNT 7181:2025 e 13603:2022, estas sim são capazes de gerar com precisão os dados necessários para a determinação granulométrica (ABNT, 2025) e química (ABNT, 2022) da composição do solo, procedendo, assim, a caracterização físico-química do solo em estudo. Entretanto, estes testes são essencialmente laboratoriais e necessitam que as amostras sejam preservadas indeformadas até a sua preparação para o estudo e, ao término do teste, ainda será necessária uma extrapolação estatística para a dedução da área em que pode ser aplicada os resultados das amostras.

Dessa forma, verificou-se que, para atingir o nível “ótimo” de precisão dos dados físico-químicos dos solos por meio das metodologias previstas nas NBR ABNT incluídas neste estudo, é necessário que seja realizada a coleta da amostra do local, preparada e enviada para o laboratório de solos. Ou seja, não há um método único que possa determinar as necessidades de conhecimento do solo, mas sim um processo constituído de várias etapas correspondentes a uma determinada metodologia. Foi, ainda, verificado que a aplicação destes métodos consome tempo, na ordem de horas e dias, e mão-de-obra em sua execução, além de necessitarem da atuação direta entre o analista e amostra. Atingindo, assim, o objetivo específico de identificar e compreender os critérios de validade para a análise da composição do solo segundo as NBR ABNT.

Já a análise de solo procedida por sensoriamento remoto pode ser realizada por qualquer meio que não tenha contato direto com a amostra (Morelli, 2017; IJRASET, 2020). Os estudos incluídos nesta revisão apresentaram tanto imagens colhidas com o emprego de satélites como colhidas por sensores terrestres (Njoya e Phinsi, 2018; Hawar, 2019; Sharma *et al*, 2019; Morelli, 2017; IJRASET, 2020). Estes estudos apresentaram como requisito para a identificação dos aspectos físico-químicos da composição do solo, a necessidade de tabelas de referência, que relacionassem os achados na imagem com a ocorrência de determinadas substâncias na composição do solo (Hawar, 2019; Sharma *et al*, 2019; IJRASET, 2020).

Foram apresentados estudos em que foi aferida a composição do solo por meio da decomposição das bandas de imagens hiper espectrais, relacionando os comprimentos de onda refletidos aos índices de reflexão das substâncias presentes no solo (Njoya e Phinsi, 2018; Hawar, 2019; Sharma *et al*, 2019). Também foi relacionado nesse estudo a utilização de tecnologia de infravermelho termal, em que foi possível identificar padrões de assinaturas térmicas de afloramentos



rochosos e suas características, como pontos de fissura e prováveis rupturas (Morelli, 2017). Assim como a utilização de um dado mais refinado, que é o modelo digital de elevação, para a estimativa de ocorrência de solos em função da dinâmica das bacias hidrográficas (Albrecht, 2016; Sharma *et al*, 2019).

Em todos os estudos apresentados, o emprego de sensoriamento remoto se mostrou como uma ferramenta de elevado custo-benefício e com a capacidade de entregar dados de grandes áreas com altíssima definição e precisão (Albrecht, 2016; Sharma *et al*, 2019; IJRASET, 2020). Proporcionando alternativas como a caracterização de áreas de difícil acesso para a inspeção e coleta do solo (Sharma *et al*, 2019; IJRASET, 2020), dedução da composição do solo de determinada área por meio da extrapolação de dados obtidos de uma amostra, baseando-se na comparação das assinaturas eletromagnéticas e/ou termais (Hawar, 2019; Sharma *et al*, 2019; Morelli, 2017; IJRASET, 2020), e estabelecimento de áreas de predominância de determinado tipo de composição, ou seja, transformando um dado contínuo (composição do solo) em uma informação de caráter discreto (sem restrição, restrito, severamente restritivo) (Brasil, 2014; Sharma *et al*, 2019; Brasil, 2023b).

Apesar de todas as vantagens dos dados obtidos por sensores remotos é conveniente salientar que a sua interpretação depende de um banco de dados robusto e de pessoal especializado para a sua interpretação, sendo necessário, por vezes, recorrer a sondagem e análise laboratorial do solo, bem como a compreensão da dinâmica geológica local. Também cabe ressaltar que os dados coletados pelas imagens de satélite mostram apenas o comportamento da camada superficial do solo.

A fim de comparar a metodologia tradicional de análise da composição do solo com a metodologia empregando sensoriamento remoto, e o processo previsto pelas NBR ABNT, à luz das exigências das normas técnicas e da doutrina militar vigente, é necessário que seja descrito o que se quer conotar com os termos aqui utilizados. Para metodologia tradicional de análise da composição do solo foi considerado o texto do manual Reconhecimento de Engenharia, em que:

(...) A engenharia poderá ser chamada para realizar ensaios (ou testes) no terreno, com vistas a determinar a trafegabilidade dos solos (por exemplo, teste de penetrômetro). A inspeção feita no local e a utilização de viaturas de prova, para testar o terreno com várias passadas, entretanto, são suficientes para a maioria dos casos. (Brasil, 2021)

Cuja amostra de estudo é considerada apenas “a camada superficial de 0,15 m a 0,3 m de profundidade, sabendo-se também que até 0,6 m de profundidade haverá importância ocasional” (Brasil, 2021). Para a determinação da umidade do solo, esse manual descreve que:

De uma maneira geral, as condições meteorológicas determinam o grau de umidade do solo. Se o grau de umidade do solo for conhecido, será possível, com base nas previsões de meteorologia, prever qual será o grau de umidade em datas futuras. Deve-se levar em conta que existe um ponto onde o solo se torna saturado e o grau de umidade não aumentará muito, a partir desse ponto. Quando o tempo é suficientemente quente para permitir o crescimento de plantas, a umidade do solo tende rapidamente a diminuir. (Brasil, 2021)



Por fim, ao término da medição por “passagens de viaturas”:

Os solos podem ser classificados em pedregulhos, areias, siltes, argilas etc., [...] também, para fins de trafegabilidade, nas classes abaixo discriminadas:

a) CT I – solos que permitem, no mínimo, 50 passagens de viaturas nos mesmos sulcos ou manobras de viaturas isoladas (arrancadas, paradas, curvas, fechadas ou mudança de sulcos) no mesmo local [Pedregulhos e areia sem coesão (solos granulares)].

b) CT II – solos que permitem de 10 a 50 passagens nos mesmos sulcos. As manobras de viaturas isoladas são perigosas; é necessário muito cuidado na direção da viatura; deve ser evitado o deslocamento das viaturas seguindo os mesmos sulcos [Argilas inorgânicas de alta plasticidade, argilas gordas].

c) CT III – solos que permitem aproximadamente 1 a 10 passagens de viaturas, nos mesmos sulcos. As manobras de viaturas isoladas são muito perigosas; é necessário muitíssimo cuidado na direção; deve ser evitado o deslocamento das viaturas seguindo os mesmos sulcos [Pedregulhos com argila, misturas de pedregulhos, areias e argila; areais argilosos, misturas de areia e argila, argila com pedregulhos, argilas arenosas, argilas inorgânicas de plasticidade média e baixa: argilas siltosas].

d) CT IV – solos que não permitem nenhuma passagem de viaturas; são necessários trabalhos de engenharia para possibilidade o deslocamento [Pedregulhos siltosos, misturas de pedregulhos, areia e silte; siltes inorgânicos e areias muito finas, pó de pedra, areias finas siltosas ou argilosas; siltes argilosos de baixa plasticidade, areias finas micáceas ou diatomáceas, solos siltosos, siltes elásticos: argilas orgânicas de elasticidade média e alta; siltes orgânicos.] (Brasil, 2021).

Para metodologia empregando o sensoriamento remoto, foi considerado todo e qualquer processo que empregue a análise de uma imagem seja ela multiespectral, hiper espectral e infravermelho termal, obtida sem o acesso direto à amostra para a determinação da composição do solo. E, para o processo previsto pelas NBR ABNT foi considerada a abertura de um poço de inspeção ou a coleta por meio do trado, seguido da preparação da amostra e, por fim, pelos testes laboratoriais.

Como parâmetros para a comparação foram estabelecidos que a metodologia empregada deve atender:

- a) os princípios do Reconhecimento de Engenharia;
- b) os princípios de emprego da Arma de Engenharia (excluídos os princípios emprego centralizado, manutenção dos laços tático e emprego por elementos constituídos por serem voltados à organização dos elementos para emprego e não da atividade de emprego); e
- c) as características da Arma de Engenharia.

Comparando-se, então as três modalidades de análise da composição do solo à luz dos princípios dos Reconhecimento de Engenharia, tem-se que:

- a) Acerca do princípio Segurança, a metodologia tradicional, assim como a metodologia prevista para as NBR ABNT, prevê a execução de um relatório, o qual deve tramitar do local em que foi gerado ao local em que será utilizado, abrindo margem para a interceptação física ou cibernética. Já os dados colhidos por sensoriamento remoto podem ser acessados de bancos de dados não ligados em redes e trabalhados na própria estação de trabalho remoto. Dessa forma, a metodologia com a



utilização de sensores remotos atende em condições superiores o princípio do Reconhecimento de Engenharia Segurança.

b) A respeito do princípio Flexibilidade, a metodologia tradicional permite a adaptação ao ritmo das operações, todavia fica restrita às áreas que não sejam negadas pelo inimigo. Já a metodologia baseada nas NBR ABNT não atende a este princípio, pois a análise da amostra deve ser ultimada em um laboratório. Contudo, a metodologia empregando sensoriamento remoto permite a avaliação de áreas de posse do inimigo e de difícil acesso. Assim, a obtenção de amostras por meio do sensoriamento remoto atende em condições superiores aos demais métodos o princípio do Reconhecimento de Engenharia Flexibilidade.

c) Sobre o princípio Clareza, as siglas em que são expressas as características dos solos no relatório de Reconhecimento de Engenharia previsto na metodologia tradicional não são de conhecimento geral e caracterizam apenas um ponto do terreno reconhecido. Quanto a metodologia baseada nas NBR ABNT, seu relatório e sua apresentação de dados necessitam a leitura e análise técnica, também caracterizando apenas o local da amostra. Já a apresentação dos dados obtidos por sensoriamento remoto, pela sua característica gráfica, permite a identificação instintiva de ocorrências de determinados tipos de solo. Consequentemente, a obtenção de amostras por meio do sensoriamento remoto atende em condições superiores aos demais métodos o princípio do Reconhecimento de Engenharia Clareza.

d) Acerca do princípio Amplitude, o método tradicional não permite a descrição de grandes áreas, assim como a metodologia baseada nas NBR ABNT. Já o emprego de sensores remotos permite a análise de grandes áreas simultaneamente, atendendo em condições superiores o princípio Amplitude.

e) Quanto ao princípio Oportunidade, os métodos apresentados nos manuais incluídos neste estudo e os previstos nas NBR ABNT estão sujeitos ao tempo de deslocamento, execução e retorno, por se tratar de metodologias de intervenção direta no local de coleta das amostras e, ainda, o processo realizado segundo as NBR ABNT ainda é prolongado pelas etapas de preparação da amostra e da realização do ensaio técnico. Diferentemente da metodologia conduzida pelo uso de sensoriamento remoto, que permite a análise de grandes áreas e atualizações contínuas. Portanto, este método atende também em condições superiores o princípio Oportunidade.

f) Por fim, em relação ao princípio Precisão, a metodologia tradicional apresenta chances de subjetividade, pois não especifica qual o tipo de viatura nem o peso - todavia há de se fazer menção à utilização dos instrumentos cone de penetração dinâmica e deflectômetro de impacto leve (vulgo penetrômetro) que mesmo superficialmente citados, são ferramentas que permitem a determinação precisa da capacidade de trafegabilidade do solo (Cordeiro, 2018), entretanto não determinam a composição do solo. Já o processo segundo as NBR ABNT, este permite um estudo pormenorizado



da amostra contribuindo diretamente na precisão dos resultados para a determinação da composição do solo. Por fim, ainda que seja feita a análise por comparação do comportamento espectroscópico dos materiais, ainda assim a obtenção de dados por sensoriamento remoto permite a definição precisa da composição do solo, atendendo ao princípio da Precisão.

Em relação aos Princípios de Emprego da Arma de Engenharia, ao serem comparadas as três metodologias tem-se que:

a) Ao considerar o princípio Emprego Como Arma Técnica, a metodologia tradicional, se não empregados os instrumentos especializados, não atende a este princípio, uma vez que elementos de infantaria e cavalaria podem realizar o mesmo tipo de aferição com seus próprios meios. Já as metodologias segundo as NBR ABNT e com o emprego de sensoriamento remoto atendem a este princípio por se configurarem como “trabalhos que exijam técnica aprimorada e equipamentos especiais” (Brasil, 2018).

b) Quanto ao princípio Permanência nos Trabalhos, os três métodos obedecem a este princípio, justamente por serem realizados por um só grupo ou equipe durante toda a execução do Reconhecimento de Engenharia.

c) Em relação ao princípio Utilização Imediata dos Trabalhos, pela natureza técnica e especializada do processo empregando a previsão das NBR ABNT esta metodologia só atende este princípio quando é proporcionado um intervalo de tempo dilatado entre a coleta de dados e a difusão da informação. Já os outros dois métodos atendem a este princípio em qualquer intervalo de tempo, uma vez que o intervalo temporal entre a obtenção do dado e a difusão da informação é mínimo (Hawar, 2019; Sharma *et al*, 2019; Morelli, 2017; IJRASET, 2020).

d) Quanto ao princípio Engenharia em Reserva, os métodos tradicionais e segundo as NBR ABNT, por serem caracterizados pela coleta direta de amostras podem eventualmente expor a segurança da tropa e comprometer o sigilo da operação, prejudicando o emprego futuro em apoio à manobra de seu escalão. Já o emprego de sensoriamento remoto para a análise da composição do solo configura como um dos “trabalhos que não prejudiquem seu emprego futuro” (Brasil, 2018).

e) O princípio Prioridade e Urgência é atendido pela correta atribuição de relevância a um trabalho a ser executado. Dessa forma, a economia de meios proporcionado pelo método de Reconhecimento de Engenharia permite que os meios e tempo, que seriam empregados somente na execução dos reconhecimentos de acordo com as outras duas metodologias, sejam revertidos para outros trabalhos. Reduzindo, assim o fato de que as “necessidades são, em geral, numerosas e superiores às disponibilidades em tempo e em meios” (Brasil, 2018).

Quanto às características da Arma de Engenharia, foi verificado que:



a) As três metodologias propostas para a análise da constituição do solo atendem à característica Durabilidade dos Trabalhos, pois até que seja alterada a característica reconhecida, as informações obtidas permanecerão válidas.

b) Assim como a característica anterior, a Progressividade dos Trabalhos é atendida pelas três metodologias apresentadas, uma vez que a partir de um Reconhecimento de Engenharia inicial podem ser executados tantos outros reconhecimentos quanto forem necessários para a melhor caracterização da área, criação de banco de dados e séries históricas.

c) Já quanto a característica Amplitude de Desdobramento, a metodologia baseada nas NBR ABNT é propícia para as regiões mais afastadas da ação inimiga como a zona de administração e as áreas de retaguarda das divisões. Em contrapartida, a metodologia tradicional é mais voltada para as áreas mais próximas ao inimigo e menos nas áreas mais a retaguarda, pela natureza mais técnica que os trabalhos de manutenção de estradas da zona de administração e da retaguarda das divisões demandam. Contudo, a utilização do sensoriamento remoto permite a identificação e monitoramento da composição do solo desde a zona de administração passando pelo contato com o inimigo até a área de interesse do escalão considerado.

d) Acerca do Apoio em Profundidade, os três métodos permitem a identificação desta característica. Todavia, as metodologias que permitem maior identificação desta característica são as previstas pelas NBR ABNT e as que utilizam o sensoriamento remoto. Isso decorre do fato de o primeiro ser executado de forma mais recorrente, pelas seções técnicas dos Batalhões de Engenharia de Construção dos Grupamentos de Engenharia e o segundo por ser previsto a sua execução pelos Módulos de Geoinformação Temática de Engenharia, outra estrutura do mesmo grupamento (Brasil, 2023).

e) Por fim, quanto à característica Canais Técnicos de Engenharia, por mais que as informações obtidas pelos métodos de Reconhecimento de Engenharia tradicional e segundo as NBR ABNT possam fluir pelos escalões, a natureza essencialmente digital e pictórica das informações obtidas por sensoriamento remoto permite a visualização dos cenários sem risco de erro de interpretação entre os escalões.

Portanto, por apresentar uma capacidade de obtenção de dados e um custo-benefício maior em relação ao empenho de meios e tempo na sua realização em comparação aos demais métodos estudados, pela precisão das informações provenientes e por atender os princípios do Reconhecimento de Engenharia, do Emprego da Arma e das suas características, o emprego de dados coletados por sensoriamento remoto para a análise da composição do solo nos Reconhecimentos de Engenharia mostra-se viável quanto à sua eficiência.



5 Conclusão

Desta forma, pelo que foi observado nos resultados e discutido acerca do emprego de sensoriamento remoto para a análise da composição do solo, conclui-se que esta metodologia é capaz de conferir maior precisão na análise da composição do solo para o planejamento de operações militares, quando comparado à metodologia tradicional.

Entretanto, cabe, ainda, a realização de maiores estudos em bases de dados mais abrangentes e pesquisas de campo para a criação de uma “biblioteca de assinaturas eletrônicas e termais” dos tipos de solo encontrados no território nacional. Também é de interesse para pesquisas futuras nessa área, o desenvolvimento de um programa padrão para capacitação dos quadros envolvidos com este tipo de técnica e a prospecção de Requisitos Operacionais Básicos para plataformas, sensores e estrutura de tecnologia da informação e computação.

Por fim, é importante ressaltar que a introdução de uma nova capacidade não torna as anteriores descartáveis, mas proporciona mais ferramentas para a solução de um problema.



Referências

- AAFAT EL JAZOULI; BARAKAT, A.; KHELLOUK, R.; RAIS, J.; EL BAGHDADI, M.** Remote sensing and GIS techniques for prediction of land use land cover change effects on soil erosion in the high basin of the Oum Er Rbia River (Morocco). *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 13, p. 361–374, 2019. DOI: [10.1016/j.rsase.2018.12.004](https://doi.org/10.1016/j.rsase.2018.12.004).
- ALBRECHT, A.** Large topsoil organic carbon variability is controlled by Andisol properties and effectively assessed by VNIR spectroscopy in a coffee agroforestry system of Costa Rica. *Geoderma*, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.026>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 13603:2022 – Solo – Avaliação da dispersibilidade de solos argilosos, por meio de ensaios químicos em amostra de água intersticial. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/10084/abnt-nbr13603-solo-avaliacao-da-dispersibilidade-de-solos-argilosos-por-meio-de-ensaios-quimicos-em-amostra-de-agua-intersticial>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 6457:2024 – Solos — Preparação de amostras para ensaios de compactação, caracterização e determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2024a. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/1963/abnt-nbr6457-solos-preparacao-de-amostras-para-ensaios-de-compactacao-caracterizacao-e-determinacao-do-teor-de-umidade>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 7181:2025 – Solo — Análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2025. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/1963/abnt-nbr6457-solos-preparacao-de-amostras-para-ensaios-de-compactacao-caracterizacao-e-determinacao-do-teor-de-umidade>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 9603:2023 – Sondagem a trado — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/5985/abnt-nbr9603-sondagem-a-trado-procedimento>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 9604:2024 – Solo — Abertura de poço ou trincheira de inspeção, com retirada de amostras deformadas e indeformadas — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2024b. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/27587/nbr9604-solo-abertura-de-poco-ou-trincheira-de-inspecao-com-retirada-de-amostras-deformadas-e-indeformadas-procedimento>
- BRADLEY, A. V. et al.** A multi-scale approach interpreting sediment processes and distribution from desert sand colour in Central Saudi Arabia. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 43, n. 14, p. 2847–2862, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/esp.4438>.
- BRASIL. EXÉRCITO BRASILEIRO. COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES.** Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civis (PITCIC). Brasília, DF: COTER, 2023a. (Manual de Campanha EB20-MC-10.711). Disponível em: <http://bdex.eb.mil.br/>.
- BRASIL. EXÉRCITO BRASILEIRO. COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES.** A engenharia nas operações. Brasília, DF: COTER, 2018. (Manual de Campanha EB70-MC-10.525). Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/>
- BRASIL. EXÉRCITO BRASILEIRO. COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES.** Manual Técnico Reconhecimento de Engenharia (EB70-MT-11.420), 1ª ed., 2021. Disponível em: <http://bdex.eb.mil.br/>.
- BRASIL. EXÉRCITO BRASILEIRO. COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES.** Manual de Campanha Grupamento de Engenharia: organização, capacidades e emprego. Brasília, DF: COTER, 2023b. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/>.



BRASIL. EXÉRCITO BRASILEIRO. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. Geoinformação. Brasília, DF: EME, 2014. (Manual de Campanha EB20-MC-10.214). Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/>.

BRASIL. EXÉRCITO BRASILEIRO. ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO. Geointeligência. Brasília, DF: EME, 2016. (Manual de Campanha EB20-MC-10.215). Disponível em: <http://bdex.eb.mil.br/>.

BRASIL. EXÉRCITO BRASILEIRO. ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO. Plano Estratégico do Exército 2024–2027. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <http://bdex.eb.mil.br/>.

CALCINA, S. Automated Resistivity Profiling (ARP) to explore wide archaeological areas: the prehistoric site of Mont'e Prama, Sardinia, Italy. *Remote Sensing*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12030461>.

CAMPBELL, J. B. Introduction to Remote Sensing. 5th ed. New York: Guilford Press, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs5010282>.

GILLREATH-BROWN, A. A geospatial method for estimating soil moisture variability in prehistoric agricultural landscapes. *PLoS One*, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220457>.

GUPTA, R. K.; ONKAR, S. Remote sensing of soil moisture: recent advances and future prospects. *Journal of Indian Society of Remote Sensing*, v. 47, n. 3, p. 589–601, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/424178>.

HIGGINS, J. P. T. et al. Chapter 8: Assessing risk of bias in a randomized trial. In: *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Disponível em: <https://training.cochrane.org/handbook/current/chapter-08>. Acesso em: 20 mar. 2025.

HOUSSEIN, et al. Formulating research questions for evidence-based studies. *Journal of Medicine, Surgery, and Public Health*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.glmedi.2023.100046>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapas de Solos do Brasil. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/solos/15819-solos.html>. Acesso em: 7 abr. 2025.

ITUCHA, B.; TAKELE, C. Soil–landscape variability: mapping and building detail information for soil management. *Soil Use and Management*, v. 34, p. 111–123, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12404>.

IWUJI, M. C. et al. Assessment of land use changes and impacts of dam construction on the Mbaa River, Ikeduru, Nigeria. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, v. 13, p. 1–10, 2017. DOI: [10.9734/JGEESI/2017/34984](https://doi.org/10.9734/JGEESI/2017/34984).

KALLEM, S.; KUMAR, R.; BHARDWAJ, A. Soil mapping of Patiala-Ki-Rao watershed in Shivalik foothills using GIS. *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)*, v. 9, p. 1–8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.52151/jae2019561.1676>.

LENZ, J. et al. Parameterization for EROSION-3D model under simulated rainfall conditions in Lower Shivaliks of India. *Geosciences*, v. 8, n. 11, p. 396, 2018. DOI: [10.3390/geosciences8110396](https://doi.org/10.3390/geosciences8110396).

LISETSKII, F. et al. Postantique soils as a source of land use information: a case study of an ancient Greek agricultural area on the northern Black Sea coast. *Applied and Environmental Soil Science*, 2020. DOI: [10.1155/2020/8698179](https://doi.org/10.1155/2020/8698179).

LILLESLAND, T. M. et al. Remote Sensing and Image Interpretation. 7th ed. Hoboken: Wiley, 2015.

MENDES, W. S. et al. Zoneamento pedoambiental da bacia do Rio São Bartolomeu, DF. *Planaltina: Embrapa Cerrados*, 2004. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 118). Disponível em:



<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAF-2009/18495/1/bolpd118.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2025.

MORELLI, S. Landslide mapping and characterization through infrared thermography (IRT): suggestions for a methodological approach from some case studies. *Remote Sensing*, v. 9, n. 12, p. 1281, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs9121281>.

NGETAR, N.; PHINZI, K. The assessment of water-borne erosion at catchment level using GIS-based RUSLE and remote sensing: a review. *International Soil and Water Conservation Research*, v. 7, n. 1, p. 24–46, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2018.12.002>.

PAGE, M. J. et al. Declaração PRISMA 2020: uma diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. *BMJ*, Londres, v. 372, e71, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-49742022000200033>.

PANAGIOTIDIS, V. V. et al. Environmental aspects of ancient city planning: a pilot study on Ancient Thouria in the Peloponnese, Greece. *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*, v. 5, n. 2, p. 257–268, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/20548923.2020.1761092>.

PANDEY, P. GIS and remote sensing aided information for soil moisture estimation: a comparative study of interpolation techniques. *Resources*, v. 8, n. 2, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/resources8020070>.

PUBLICATION, IJRASET. Study of spectral reflectance pattern of red soils under varying moisture conditions. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22214/IJRASET.2019.11149>.

RAZVANCHY, H. Characterization and modeling surface soil physicochemical properties using Landsat images: a case study in the Iraqi Kurdistan Region. *Photogrammetric Image Analysis & Munich Remote Sensing Symposium*, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W16-21-2019>.

SHARMA, R. P. et al. Technique of large scale soil mapping using remote sensing satellite data in basaltic terrain of peninsular region in the North-West Gujarat, India. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, v. 67, n. 2, p. 151, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5958/0974-0228.2019.00016.1>.

SOUZA, E. de et al. Pedotransfer functions to estimate bulk density from soil properties and environmental covariates: Rio Doce basin. *Scientia Agricola*, v. 73, n. 6, p. 525–534, 2016. DOI: [10.1590/0103-9016-2015-0485](https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0485).

Análise do Desempenho Neuromuscular de Cadetes do Sexo Feminino na Formação Militar da AMAN (2023–2025)

Neuromuscular Performance Analysis of Female Cadets During Military Training at AMAN (2023–2025)

RESUMO

O ingresso feminino na Linha de Ensino Militar Bélico (LEMB) do Exército Brasileiro impôs o desafio de garantir a equidade em relação ao desempenho físico sem comprometer os elevados padrões exigidos na formação de oficiais combatentes. O objetivo deste estudo foi investigar o desempenho neuromuscular de cadetes do sexo feminino na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), entre 2023 e 2025, por meio de dados oficiais, percepções subjetivas e análise das avaliações físicas aplicadas no curso. A metodologia incluiu abordagem quantitativa, com questionário estruturado aplicado a 100 cadetes dos cursos de Intendência e Material Bélico (2º ao 4º ano), análise dos testes de aptidão física (TAFs) e revisão dos critérios de proporcionalidade adotados pelo IPCFEx. Os resultados indicaram dificuldades persistentes nos exercícios de força de membros superiores, especialmente na subida em corda sem apoio dos membros inferiores e na flexão na barra fixa. Embora tenha sido observada progressão no desempenho ao longo dos anos, os dados sugerem insuficiência nos métodos atuais de preparação física. Conclui-se que a consolidação da equidade entre os sexos na formação militar, em relação ao desempenho físico, requer estratégias pedagógicas específicas, ampliação do tempo de adaptação e ajustes nos programas de treinamento resistido, com base em evidências científicas.

Palavras-chave: Pessoal Militar Feminino. Aptidão Física. Treinamento de Resistência. Força Muscular. Exercício Físico.

ABSTRACT

The admission of women into the Brazilian Army's Combat Military Education Track (LEMB) has posed the challenge of ensuring equity in relation to physical performance without compromising the high standards required in the training of combat officers. The aim of this study was to investigate the neuromuscular performance of female cadets at the Military Academy of Agulhas Negras (AMAN) between 2023 and 2025, using official data, subjective perceptions, and analysis of the physical fitness assessments applied during the course. The methodology included a quantitative approach with a structured questionnaire administered to 100 cadets from the Ordnance and Quartermaster courses (2nd to 4th year), analysis of the Physical Fitness Tests (TAFs), and review of the proportionality criteria adopted by IPCFEx. The results indicated persistent difficulties in upper-limb strength exercises, particularly rope climbing without the use of the lower limbs and pull-ups. Although performance improved over the years, the data suggest insufficiency in the current methods of physical preparation. It is concluded that the consolidation of gender equity in military training, in relation to physical performance, requires specific pedagogical strategies, extended adaptation time, and adjustments in resistance training programs, grounded in scientific evidence.

Keywords: Female Military Personnel. Physical Fitness. Resistance Training. Muscle Strength. Exercising.

Isabella Fernandes da Costa Medeiros
Academia Militar das Agulhas Negras – AMAN, Resende, RJ, Brasil
Email: belfernandes12343@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7916-4319>

Rafael Roesler
Academia Militar das Agulhas Negras – AMAN, Resende, RJ, Brasil
Email: roesler1993@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0733-6389>

Runer Augusto Marson
Escola Preparatória de cadetes do Exército – EsPCEEx, Campinas, SP, Brasil
Email: runer.marson@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5248-7717>

Received:	8 Aug 2025
Reviewed:	Aug/Sep 2025
Received after revised:	4 Sep 2025
Accepted:	5 Sep 2025



RAN

Revista Agulhas Negras
eISSN (online) 2595-1084

<http://www.ebrevistas.eb.mil.br/aman>



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



1 Introdução

O Exército Brasileiro, juntamente com a Marinha e a Força Aérea, compõe uma das três Forças Armadas permanentes e regulares do Estado, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, tendo como finalidade a defesa da Pátria, a garantia dos poderes constitucionais e a preservação da lei e da ordem (Brasil, 1988). Para o cumprimento eficaz dessas atribuições, é essencial que o militar apresente preparo físico compatível com as exigências operacionais, frequentemente em condições extremas. Nessas situações, destacam-se a capacidade de adaptação e o controle emocional como elementos indispensáveis ao desempenho profissional.

O Treinamento Físico Militar (TFM) constitui parte central da preparação das tropas e desempenha papel estratégico na formação dos oficiais do Exército. Nos cursos da Linha de Ensino Militar Bélico (LEMB-EB), realizados na Escola Preparatória de Cadetes do Exército (EsPCEEx) e na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), a prática sistemática do TFM é fundamental. Para mensurar a evolução física dos cadetes ao longo dos cinco anos de formação, a AMAN aplica semestralmente as Avaliações de Controle (AC), que servem como referência de desempenho físico mínimo exigido para o acesso ao oficialato.

Tradicionalmente composta por homens, a instituição passou a admitir mulheres a partir de 1992, por meio do Quadro Complementar de Oficiais (QCO), do Quadro de Engenheiros Militares (QEM) e do Quadro de Saúde. Essa inclusão foi gradualmente ampliada e consolidada com a promulgação da Lei nº 12.705, de 2012, que autorizou o ingresso feminino na LEMB-EB (Brasil, 2012). A primeira turma de cadetes integrada por mulheres iniciou sua formação na EsPCEEx em 2017, marcando um novo capítulo na trajetória da presença feminina na carreira militar combatente¹.

Diante dessa transformação, tornou-se necessário adaptar os cursos de formação para garantir condições equitativas entre os sexos. Entre as medidas adotadas, destacam-se aquelas voltadas à preparação física. O Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx) desenvolveu estudos que embasaram a criação de tabelas proporcionais de valências físicas, considerando diferenças fisiológicas, como composição muscular e produção hormonal. Com base nesses dados, a AMAN ajustou os critérios de avaliação do TFM, mantendo a aplicação das mesmas provas físicas para homens e mulheres, com pontuação diferenciada, conforme o princípio da proporcionalidade (AMAN, 2020). As principais adaptações ocorreram nas provas de corrida, natação, pista de pentatlo militar (PPM) e nos exercícios neuromusculares.

¹ A formação do oficial da linha combatente do Exército Brasileiro se dá em cinco anos, sendo que o primeiro ano do Curso de Formação de Oficiais da LEMB-EB ocorre na Escola Preparatória de Cadetes, localizada em Campinas-SP. Os quatro anos seguintes da formação ocorrem na Academia Militar das Agulhas Negras, sediada em Resende-RJ.



A seção de treinamento neuromuscular é considerada estratégica na formação militar, pois visa ao desenvolvimento da força, resistência, coordenação e resposta neurofisiológica, capacidades diretamente associadas à eficiência em combate. Nesse contexto, o problema que se coloca é a persistência de diferenças de desempenho físico entre os sexos, especialmente em tarefas que exigem elevada força de membros superiores, o que representa um desafio para a consolidação da equidade no processo formativo. Assim, a presente pesquisa buscou analisar o desempenho físico neuromuscular das cadetes da AMAN entre os anos de 2023 e 2025, com base nos dados das Avaliações de Controle e nas experiências relatadas durante os treinamentos. O objetivo foi compreender se os índices estabelecidos para o segmento feminino refletem adequadamente as aptidões físicas e neuromusculares requeridas na formação militar e discutir estratégias pedagógicas para a sua mitigação.

2 Referencial Teórico

2.1 O Projeto de Inserção do Sexo Feminino na Linha de Ensino Militar Bélico do Exército Brasileiro (PISFLEMB)

Em 2013, o Departamento de Educação e Cultura do Exército (DECEEx) foi incumbido pelo Estado-Maior do Exército (EME) de elaborar um projeto que viabilizasse o ingresso do sexo feminino na Linha de Ensino Militar Bélico (LEMB). Em resposta a essa diretriz, foi instituído o Projeto de Inserção do Sexo Feminino na LEMB do Exército Brasileiro (PISFLEMB-EB), com o objetivo de estabelecer medidas administrativas e pedagógicas que possibilitassem a participação feminina nos cursos de formação de oficiais e sargentos.

A proposta visava assegurar a qualidade do ensino, modernizar a gestão institucional e adaptar a infraestrutura das escolas de formação, garantindo que homens e mulheres desenvolvessem, em condições equitativas, as competências físicas, operacionais e éticas requeridas para a carreira militar (AMAN, 2020).

Entre as ações previstas no projeto, destacam-se a revisão de regulamentos internos, a ampliação da infraestrutura das escolas e a reavaliação dos parâmetros de aptidão física voltados ao público feminino. Além disso, foi estabelecido que as futuras militares fossem submetidas aos mesmos treinamentos e avaliações aplicados aos homens, especialmente no que se refere à dimensão física, visando prepará-las para o pleno desempenho de suas funções na carreira (AMAN, 2020).

Na AMAN, as diretrizes do projeto foram organizadas em sete áreas estratégicas: Documentação, Saúde, Infraestrutura, Recursos Humanos, Uniformes e Equipamentos, Situações Extraordinárias e Capacitação Física. Essa estruturação visava promover uma transição institucional orientada à equidade de sexo e à excelência no desempenho profissional.



No âmbito da Tarefa de Capacitação Física, os estudos foram conduzidos pelo Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCEx), com foco na análise comparativa das valências físicas entre homens e mulheres, gerando subsídios para o aperfeiçoamento do treinamento físico dos cadetes da AMAN.

f. Em referência à Tarefa Capacitação Física, os estudos sobre o tema foram coordenados pelo IPCEx, com participação de todos os demais envolvidos no projeto (AMAN, EsPCEEx, EsSA, EsSLog e CIAvEx), considerando a diferença em relação aos componentes da condição física entre homens e mulheres. Foi confeccionada uma tabela considerando os *valores proporcionais das valências físicas do sexo feminino em relação ao masculino*, com a consequente diferença de desempenho entre os sexos.

Com isso, a AMAN ajustou as tabelas de graus do TFM, proporcionando a justiça necessária ao processo meritocrático adotado, aplicando o princípio da proporcionalidade entre homens e mulheres (mesmas provas com índices diferenciados). [...] Procura-se, dessa forma, analisar os parâmetros/índices do esforço físico despendido por mulheres e homens de modo que venham a ser materializados em notas de provas que expressem absoluta igualdade.

A SEF/AMAN [Seção de Educação Física da AMAN] confeccionou orientações para treinamento específico de cada uma das provas de TFM para os diferentes anos. Para o público feminino, estabeleceu métodos de treinamento para desenvolver força em membros superiores (além da aquisição de equipamentos LPO – Cross Fit). As cadetes também contam com oficiais orientadores de ano que acompanham o rendimento individual, proporcionando o máximo de apoio para que atinjam seus objetivos (AMAN, 2020, p.11).

2.2 A diferença fisiológica entre os sexos

A meta-análise de Courtright (2013) demonstrou que os homens apresentam desempenho superior em força muscular e resistência cardiovascular, enquanto não há diferenças significativas quanto à qualidade do movimento. Para essa análise, o autor categorizou as habilidades físicas em três domínios: força muscular, resistência cardiovascular e qualidade do movimento, recomendando sua avaliação separada para comparação entre os sexos.

A força muscular subdivide-se em tensão, potência e resistência. A tensão refere-se à força necessária para mover cargas; a potência, à execução rápida de movimentos; e a resistência, à capacidade de manter a força ao longo do tempo (Courtright *et al.*, 2013). A resistência cardiovascular compreende a habilidade de sustentar atividades prolongadas com elevação da frequência cardíaca, enquanto a qualidade do movimento envolve flexibilidade, equilíbrio e coordenação.

As maiores disparidades de desempenho entre os sexos ocorrem nos testes de força de membros superiores e inferiores, com ampla vantagem masculina, especialmente na porção superior do corpo. Já a força na região central (CORE) apresentou diferenças menos acentuadas, sugerindo maior equilíbrio entre os sexos (Courtright *et al.*, 2013). Estruturalmente, essas diferenças se explicam pela menor área transversal das fibras musculares nas mulheres, 10,4% menor para fibras tipo I e 18,7% para tipo II, responsáveis por força e potência (Claflin *et al.*, 2011). Em média, mulheres produzem 17,8% menos força e 19,2% menos potência (Fleck & Kraemer, 2017).



Durante a adolescência, o maior desenvolvimento de fibras na porção superior do corpo masculino acentua essas diferenças. Os homens também possuem maior proporção de fibras tipo II, associadas a contrações rápidas e intensas, conferindo superioridade em atividades anaeróbias e de potência. As mulheres, por outro lado, apresentam maior prevalência de fibras tipo I, favorecendo desempenho em atividades prolongadas e de baixa intensidade (Vikne *et al.*, 2012).

Quanto à força absoluta, sem correção pelo peso corporal, as mulheres alcançam, em média, 60% a 63,5% da força masculina. Especificamente, essa proporção é de aproximadamente 55% nos membros superiores e 72% nos inferiores. Essas diferenças são observadas em movimentos mono e multiarticulares, como flexão de cotovelo, supino e agachamento (Fleck & Kraemer, 2017).

O ciclo menstrual influencia o desempenho físico feminino. Embora as capacidades aeróbias e anaeróbias se mantenham relativamente estáveis ao longo do ciclo, há redução de rendimento nas fases pré-menstrual e menstrual, com melhora posterior à menstruação e no 15º dia do ciclo. A fase folicular favorece a recuperação e o crescimento muscular. Estudos indicam que o treinamento sincronizado às fases hormonais pode gerar aumentos de até 33% na força isométrica, comparado a 13% em regimes convencionais (Fleck & Kraemer, 2017).

Mulheres apresentam maior risco de lesões no joelho devido a fatores hormonais, anatômicos e neuromusculares. O estrogênio e a relaxina aumentam a frouxidão ligamentar e reduzem a resistência tendínea. Um ângulo Q (ângulo formado entre a espinha ilíaca ântero-superior, o centro da patela e a tuberosidade da tíbia, representando o vetor de tração do quadríceps sobre a patela) mais acentuado e padrões distintos de ativação muscular também contribuem para essa vulnerabilidade (Fleck & Kraemer, 2017; Manno, 2013). Lesões não traumáticas, como rupturas do ligamento cruzado anterior, são de quatro a seis vezes mais frequentes em mulheres, sobretudo em esportes com saltos e mudanças bruscas de direção, associadas a ativação tardia do quadríceps e desalinhamento do joelho (valgo dinâmico) (Manno, 2013).

Além da força, outros fatores fisiológicos afetam o desempenho. Homens possuem maior massa muscular e menor percentual de gordura, o que favorece a termorregulação. Mulheres, por sua vez, apresentam menor VO₂ máximo, volume cardíaco e concentração de hemoglobina, resultando em menor capacidade aeróbia. Ainda assim, ambos os sexos respondem de forma semelhante ao treinamento físico (Leitão *et al.*, 2000). Mulheres também apresentam maior fadiga periférica, menor força máxima, menor função pulmonar e maior flexibilidade em regiões como quadril e coluna, com diferenças pouco expressivas nos membros superiores (Carvalho *et al.*, 1998; Harms, 2006; Pardini, 2001; Alaranta *et al.*, 1994).

Evidências recentes reforçam essas distinções: Howden *et al.* (2015) demonstraram que mulheres apresentam resposta cardiovascular atenuada após um ano de treinamento intensivo de



endurance, sugerindo limitações específicas na adaptação aeróbia. De forma abrangente, Hunter *et al.* (2023), em declaração de consenso do *American College of Sports Medicine*, destacaram as bases biológicas das diferenças sexuais no desempenho atlético, consolidando aspectos musculares, hormonais e cardiovasculares como determinantes centrais. Além disso, as diretrizes atuais do ACSM (Ozemek, 2025) reforçam a necessidade de protocolos diferenciados de prescrição de exercícios para homens e mulheres, especialmente no contexto militar, onde as demandas físicas são elevadas.

2.3 Determinação dos Índices do TAF

A implementação do Projeto de Inserção do Segmento Feminino na Linha de Ensino Militar Bélico (PISFLEMB) representou um desafio significativo, sobretudo devido às diferenças biológicas entre os sexos. O principal objetivo foi viabilizar o ingresso feminino na AMAN, preservando os elevados padrões físicos exigidos na formação de oficiais combatentes. Para tanto, buscou-se respeitar as especificidades fisiológicas femininas, sem comprometer as exigências operacionais inerentes à carreira militar bélica (Marson, 2015a).

Com o intuito de embasar tecnicamente os critérios adotados, o Instituto de Pesquisa e Capacitação Física do Exército (IPCFEx), sob coordenação do Professor Doutor Runer Augusto Marson, conduziu um estudo estruturado em duas etapas. A primeira consistiu na coleta de dados junto a Forças Armadas de Nações Amigas. Em seguida, realizou-se uma ampla revisão da literatura científica, complementada por análises de recordes nacionais e internacionais em atletismo e levantamento de peso. Esses insumos possibilitaram a formulação de parâmetros de proporcionalidade para a avaliação física entre os sexos, ajustados ao contexto militar (Marson, 2015b).

Assim sendo, foi evidenciado diferenças expressivas no desempenho neuromuscular, principalmente nos membros superiores. Exercícios como flexão na barra fixa, flexão no solo e subida na corda apresentaram os menores índices proporcionais para as mulheres, ressaltando a necessidade de critérios avaliativos específicos. Com base nesses achados, o IPCFEx desenvolveu tabelas de valências físicas adaptadas para cada ano do Curso de Formação de Oficiais da Linha Bélica, visando garantir avaliações justas e compatíveis com as demandas operacionais (Marson, 2015b).

Dados obtidos por meio de relatórios internos não publicados, referentes às provas de flexão de braços no solo, flexão na barra fixa, subida na corda sem o auxílio dos membros inferiores e abdominal supra, aplicadas nos 2º, 3º e 4º anos da AMAN, indicam que nas provas de flexão no solo e na barra fixa os índices propostos seguem os princípios de proporcionalidade delineados pelo IPCFEx, apresentando progressão coerente com os níveis crescentes de exigência física ao longo da formação militar (Marson, 2015a).



Em contraste, nas provas de subida na corda e abdominal supra, observam-se pequenas discrepâncias em relação às orientações técnicas do IPCFEx, sobretudo no que se refere à equivalência de pontuação entre os sexos. Embora sutis, tais divergências sinalizam a necessidade de ajustes metodológicos. Os dados analisados foram extraídos do Manual de Avaliações de Controle (2023), elaborado pela Seção de Educação Física da AMAN. Conclui-se, portanto, que, apesar da aderência geral às diretrizes do PISFLEMB, a consolidação de um modelo de avaliação plenamente equitativo requer refinamentos pontuais nas métricas de proporcionalidade atualmente aplicadas.

3 Percurso Metodológico

Esta pesquisa adotou uma abordagem quantitativa, descritiva e transversal, por meio da aplicação de um questionário estruturado com perguntas fechadas e escala do tipo Likert. O instrumento foi aplicado a 100 cadetes do sexo feminino dos cursos de Intendência e Material Bélico da AMAN, pertencentes ao 2º, 3º e 4º anos de formação da AMAN. A amostragem foi por conveniência, respeitando os princípios éticos do anonimato, da confidencialidade e da participação voluntária. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (Parecer nº 1.550.437), conforme os preceitos da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

A coleta de dados foi realizada via plataforma *Google Forms*, garantindo o sigilo das respostas. O objetivo central foi investigar a vivência das cadetes em relação aos exercícios neuromusculares durante o período de formação militar, com foco no ano de 2025. A pesquisa teve caráter progressivo, iniciando-se pela análise do preparo físico anterior ao ingresso na carreira militar e à realização do Exame de Aptidão Física (EAF) da EsPCEEx, abordando dificuldades enfrentadas e estratégias adotadas para superação.

As participantes foram direcionadas a seções específicas do questionário, de acordo com o ano em curso (2º, 3º ou 4º), nas quais relataram percepções e experiências relacionadas à execução dos exercícios neuromusculares. O instrumento foi organizado em cinco tópicos: (1) preparo físico anterior ao ingresso militar e experiência no EAF; (2) desempenho das cadetes do 2º ano; (3) avaliação das cadetes do 3º ano; (4) análise da turma do 4º ano; e (5) espaço aberto para relatos e sugestões.

Adicionalmente, foram utilizados dados objetivos fornecidos pela Seção de Educação Física (SEF) da AMAN, referentes aos anos de 2023 e 2024, permitindo a comparação entre desempenho real e percepções subjetivas das cadetes. Essa triangulação metodológica possibilitou a identificação de padrões de progressão, dificuldades recorrentes e estratégias de enfrentamento ao longo da formação.



A combinação entre autorrelatos e dados objetivos permitiu uma análise abrangente do processo de adaptação física das cadetes, contemplando tanto aspectos quantitativos de desempenho quanto fatores subjetivos relacionados à superação de desafios. Assim, a pesquisa oferece subsídios relevantes para a compreensão das demandas físicas enfrentadas por mulheres na formação militar e para o aprimoramento de estratégias institucionais de apoio.

4 Resultados e Discussões

As Avaliações de Controle do Treinamento Físico Militar (TFM), também conhecidas como Testes de Aptidão Física (TAF), demonstraram variações no desempenho das cadetes entre as diferentes modalidades testadas, exceto na abdominal supra, que apresentou estabilidade nos resultados. Com o intuito de compreender essas variações sob a perspectiva das próprias alunas, foi aplicado um questionário estruturado a 100 cadetes do sexo feminino dos cursos de Intendência e Material Bélico da AMAN, distribuídas entre o 2º, 3º e 4º anos. O instrumento buscou identificar as principais dificuldades percebidas, avaliar a efetividade dos apoios institucionais disponíveis e mapear a relação entre as percepções subjetivas e as valências físicas exigidas.

A primeira questão investigou a prática de atividades físicas anteriores ao ingresso na EsPCEX, com foco no fortalecimento neuromuscular dos membros superiores. Observou-se que 68% das cadetes realizavam algum tipo de atividade física, ainda que de maneira não sistematizada. Contudo, 65% afirmaram não ter sido incentivadas, ou mostraram-se indiferentes quanto à importância do preparo muscular específico, revelando uma lacuna na consciência corporal prévia à formação militar. No Exame de Aptidão Física (EAF), etapa obrigatória para o ingresso na EsPCEX, 76% relataram maior dificuldade na flexão na barra fixa, 26% na flexão de braços no solo e nenhuma apontou dificuldades na abdominal supra. Esses achados corroboram a literatura (Fleck & Kraemer, 2017), que destaca o menor desenvolvimento muscular nos membros superiores femininos como um fator limitante do desempenho.

4.1 Desempenho nos exercícios neuromusculares no início da formação militar

O primeiro questionamento desta seção teve como objetivo identificar o grau de dificuldade percebido pelas cadetes na execução dos exercícios neuromusculares do Teste de Aptidão Física (TAF) no primeiro ano da formação. As opções de resposta foram: “muito difícil”, “difícil”, “fácil” e “muito fácil”. A flexão na barra fixa apresentou o maior índice de dificuldade, sendo considerada “difícil” ou “muito difícil” por 77,8% das respondentes. Em contraste, o exercício abdominal supra foi percebido como o mais acessível, com 97,2% das cadetes atribuindo-lhe facilidade. Também



foram registrados índices positivos de desempenho na subida na corda com apoio dos membros inferiores (83,3%) e na flexão de braços no solo (77,8%).

A segunda pergunta investigou os fatores associados às dificuldades enfrentadas no TAF do 1º ano. A maioria das cadetes (66,7%) atribuiu os desafios à força muscular insuficiente, enquanto metade (50%) apontou o tempo de treinamento como inadequado para atender às exigências da formação.

As perguntas seguintes abordaram a preparação para o exercício de subida na corda nos 1º e 2º anos. No 1º ano, quando o exercício é realizado com auxílio dos membros inferiores, mais de 80% das cadetes seguiram exclusivamente o planejamento da Seção de Educação Física (SEF) nos horários regulares de TFM, o que foi considerado suficiente. Apenas 15% recorreram a treinos complementares, e 2,8% buscaram orientação externa.

No 2º ano, a prova passa a ser executada sem o uso dos membros inferiores, exigindo maior força dos membros superiores. Nesse contexto, observou-se um aumento expressivo na busca por treinamento complementar: 83,9% realizaram treinos adicionais e 13,9% procuraram suporte de profissionais externos. Esses dados indicam que a preparação oferecida pela SEF tem se mostrado insuficiente para atender às demandas físicas dessa prova, especialmente considerando as limitações fisiológicas já discutidas em estudos sobre desempenho de mulheres em exercícios de força de membros superiores.

A preparação para o exercício de flexão na barra fixa também foi analisada. Em ambos os anos, mais de 74% das cadetes utilizaram exclusivamente os horários regulares de TFM da SEF, e a busca por apoio externo foi pontual: 11% no 1º ano e 9% no 2º ano, sugerindo que a carga e a metodologia de treinamento têm sido adequadas para essa prova.

Em relação à flexão de braços no solo, os dados demonstram um cenário amplamente satisfatório: apenas 3% das cadetes, em ambos os anos, recorreram a apoio externo, o que evidencia a suficiência do suporte fornecido pela SEF para o desenvolvimento do desempenho exigido.

Por fim, no exercício abdominal supra, as cadetes relataram utilizar os treinos da SEF e realizar complementações autônomas na ala, sem necessidade de orientação externa. A baixa demanda por suporte especializado reforça a adequação dos estímulos institucionais para esse exercício, geralmente percebido como de menor complexidade.

4.2 Desempenho nos exercícios neuromusculares durante a fase intermediária da formação

O primeiro questionamento desta seção buscou identificar o grau de dificuldade percebido nos exercícios neuromusculares do TAF em diferentes estágios da formação intermediária. Os resultados reafirmam o padrão observado em turmas anteriores: as flexões na barra fixa e no solo foram



majoritariamente classificadas como difíceis ou muito difíceis, enquanto o exercício abdominal supra foi amplamente considerado fácil. Os principais fatores limitantes apontados foram a insuficiência de força muscular (68,8%) e o tempo reduzido para treinamento (53,1%).

Na avaliação subsequente, destacou-se a elevada dificuldade na prova de subida na corda sem o uso dos membros inferiores, 87,5% das cadetes a classificaram a execução do exercício como difícil ou muito difícil. A flexão na barra fixa apresentou menor índice de dificuldade (46,8%), seguida pela flexão de braços no solo (31,3%), enquanto o exercício abdominal supra novamente não registrou relatos de alta dificuldade. As causas apontadas incluíram a falta de força muscular (68,8%), dificuldade técnica na execução (53,1%) e tempo de treinamento insuficiente (37,5%).

Já no término da fase intermediária, observou-se melhora na percepção quanto à subida na corda, com queda do índice “muito difícil” para 37,5%, e 21% das cadetes passaram a classificá-la como “fácil”. Essa melhora pode estar associada à adaptação fisiológica, consolidação da memória muscular e maior familiaridade com a atividade.

A avaliação da subida na corda foi aprofundada com três perguntas consecutivas relativas aos TAF. No 1º ano, quando é permitido o uso dos membros inferiores, 76% das cadetes utilizaram exclusivamente os treinos da Seção de Educação Física (SEF), e apenas 18% buscaram apoio externo. No 2º ano, ao ser exigida a execução sem o uso dos membros inferiores, houve aumento expressivo na dificuldade: 62,5% procuraram suporte externo e mais de 70% reforçaram os treinos na ala. No 3º ano, 75% mantiveram treinamentos complementares, e 65,6% recorreram a apoio externo, evidenciando a complexidade da exigência física e a necessidade de suporte adicional contínuo.

Em relação à preparação para a flexão na barra fixa, mais de 80% das cadetes, em todos os anos avaliados, seguiram exclusivamente o planejamento da SEF. A busca por orientação externa foi baixa, inferior a 15%, o que demonstra a suficiência do suporte institucional para esse exercício. Uma cadete atribuiu seu bom desempenho à prática da subida na corda, indicando sinergia no desenvolvimento da força de membros superiores.

No exercício de flexão de braços no solo, os dados também foram positivos. Em dois dos anos analisados, menos de 10% buscaram auxílio externo, enquanto mais de 84% seguiram os treinos institucionais da SEF. Isso reforça a eficácia da preparação oferecida para essa prova.

Por fim, o exercício abdominal supra manteve o padrão observado em turmas anteriores, sendo percebido como o de menor complexidade. As cadetes indicaram que os treinos da SEF, somados ao reforço realizado na ala, foram suficientes para a maioria atingir os índices exigidos, sem necessidade relevante de apoio externo.

Essa percepção confirma a adequação da estrutura de treinamento aplicada a esse componente do TAF.



4.3 Desempenho nos exercícios neuromusculares na fase final da formação

Esta seção analisou a percepção de dificuldade e as estratégias de preparação adotadas pelas cadetes na etapa final da formação militar, no que se refere aos exercícios neuromusculares do TAF realizados ao longo dos quatro anos de formação. A investigação concentrou-se na evolução da percepção de dificuldade, nos métodos de treinamento empregados e nos fatores limitantes identificados, com foco específico na flexão na barra fixa, flexão de braços no solo, subida na corda e abdominal supra.

Os dados indicam que, no 1º ano, a flexão na barra fixa foi o exercício de maior dificuldade percebida, seguida pela flexão de braços no solo. No 2º ano, a subida na corda sem apoio dos membros inferiores destacou-se como o maior desafio, sendo classificada como "difícil" ou "muito difícil" por 96,9% das cadetes. A partir do 3º ano, observou-se uma melhora progressiva na percepção de dificuldade, sobretudo na escalada na corda, sugerindo adaptação fisiológica e técnica ao longo do curso. Em contraste, o exercício abdominal supra manteve-se consistentemente como o de menor complexidade, com mais de 62,5% das cadetes classificando-o como “muito fácil” em todos os anos.

Quanto aos fatores limitantes, mais de 60% das cadetes apontaram a insuficiência de força muscular como principal obstáculo, seguida por dificuldades técnicas, especialmente após a introdução da subida na corda sem auxílio dos membros inferiores no 2º ano. O tempo reduzido para treinamento foi mencionado como um fator de limitação, sobretudo no 1º ano.

Com relação às estratégias de preparação, constatou-se que a maioria das cadetes utilizou os treinamentos regulares oferecidos pela SEF. No entanto, à medida que os exercícios se tornaram mais exigentes, observou-se um aumento significativo na busca por treinos complementares e apoio externo. No 3º ano, 72% das cadetes passaram a realizar atividades físicas adicionais nas alas e mais de 50% buscaram suporte em academias ou com profissionais especializados. A preparação para a flexão na barra fixa seguiu padrão semelhante, com crescimento progressivo da busca por suporte externo nos anos finais.

Por outro lado, a flexão de braços no solo demandou menor intervenção externa, embora tenha havido um leve aumento no 4º ano (22%), possivelmente relacionado à necessidade de reforço muscular específico. Já o exercício abdominal supra foi amplamente treinado nos horários institucionais e complementado nas alas, sem relato de necessidade por orientação especializada.

Esses achados sugerem que, embora o planejamento da SEF atenda parcialmente às exigências do TAF, a crescente complexidade dos exercícios ao longo da formação impõe a necessidade de adaptações no suporte institucional. Destacam-se como medidas recomendadas o aumento do acesso à academia da SEF e a modernização dos equipamentos disponíveis nas alas de musculação, de modo



a favorecer o desenvolvimento neuromuscular compatível com os níveis de exigência progressiva da formação militar.

4.4 Opiniões das cadetes

A seção final do questionário teve como objetivo captar, de forma qualitativa, as percepções das cadetes sobre as dificuldades enfrentadas nos exercícios neuromusculares do TAF, bem como suas sugestões para melhorias. As respostas foram colhidas de forma anônima, garantindo liberdade de expressão e autenticidade dos relatos.

A pergunta orientadora solicitava que as participantes detalhassem suas maiores dificuldades, descrevessem a evolução de seu desempenho ao longo dos anos e apresentassem propostas de aprimoramento. De forma recorrente, a subida na corda sem o auxílio dos membros inferiores foi identificada como o principal desafio. As cadetes atribuíram essa dificuldade à ausência de treinamentos técnicos sistematizados, à limitação de tempo durante os Treinamentos Físicos Militares (TFM) e à escassez de estímulos específicos voltados ao desenvolvimento da força de membros superiores.

Entre as recomendações mais frequentes, destacaram-se a inclusão de treinos técnicos regulares e sessões de musculação direcionadas às demandas fisiológicas do público feminino, com maior ênfase no desenvolvimento da força no planejamento semanal da SEF. Algumas cadetes relataram a necessidade de buscar suporte externo à AMAN, como academias civis e profissionais especializados, para atingir os índices exigidos. Outras defenderam o uso mais efetivo da academia institucional como alternativa viável à preparação complementar fora da escola.

De maneira geral, os relatos evidenciam uma lacuna entre as exigências dos testes físicos e os recursos de preparação atualmente oferecidos. A análise das respostas reforça a necessidade de estratégias específicas voltadas à progressão de exercícios com alta exigência neuromuscular, especialmente aqueles que envolvem força de membros superiores.

4.5 Desempenho no TAF neuromuscular das cadetes em 2023 e 2024

Em 2023, a Diretoria de Educação Superior Militar (DESMil) promoveu alterações nas Avaliações de Controle da AMAN, incluindo a antecipação da prova de subida na corda sem o uso dos membros inferiores para o primeiro semestre do 2º ano. Anteriormente, essa exigência era restrita aos 3º e 4º anos, enquanto os dois primeiros anos realizavam a subida com apoio dos pés.

Essa mudança impôs um desafio significativo à formação. Mais de 80% das cadetes do 2º ano obtiveram notas inferiores à média mínima (5,0), e apenas 14% alcançaram desempenho satisfatório.



Em contraste, no 3º ano, tradicionalmente exposto à versão mais exigente do teste, 69% das cadetes atingiram nota igual ou superior a 5,0, embora a subida na corda continuasse como a prova de menor rendimento.

Em 2024, a avaliação foi realocada para o segundo semestre do 2º ano, proporcionando maior tempo de preparação. Como resultado, a taxa de reprovação caiu para 48%, praticamente metade do índice registrado no ano anterior. A mesma coorte, ao atingir o 3º ano, mostrou evolução: 62% obtiveram notas satisfatórias. Apesar da melhora, os resultados ainda apresentaram alta variabilidade, refletindo uma adaptação desigual ao exercício.

Relatos qualitativos corroboram os dados quantitativos, indicando tempo insuficiente para o desenvolvimento da força exigida pela prova, especialmente diante das limitações fisiológicas do sexo feminino. Estudos como os de Fleck e Kraemer (2017) destacam que fatores socioculturais e o estigma associado à musculação contribuem para a menor familiaridade das mulheres com o treinamento resistido, dificultando o desempenho em tarefas de força ao ingressarem na carreira militar.

Além disso, pesquisas de Lehto e Buck (2008) e Chen e Lee (2012) apontam que as diferenças morfológicas entre os sexos impactam diretamente o desempenho neuromuscular, com mulheres apresentando cerca de dois terços da força dos homens. No entanto, estudos como o de Kell (2011) indicam que mulheres respondem de forma mais sensível ao treinamento resistido periodizado, evidenciando o potencial de planos bem estruturados na promoção de ganhos significativos.

A presente pesquisa também revelou que 65% das cadetes desconheciam a importância do fortalecimento dos membros superiores antes do ingresso na AMAN. A limitação de tempo destinado ao treinamento neuromuscular foi apontada como principal obstáculo à progressão física. A redistribuição do cronograma avaliativo, especialmente quanto à subida na corda, demonstrou ser uma medida eficaz na melhoria do desempenho.

O bom rendimento em exercícios como o abdominal supra, amplamente percebido como de menor dificuldade, reforça evidências anteriores de que atividades envolvendo resistência do core apresentam menores diferenças entre os sexos (Courtright *et al.*, 2013).

Diante desse panorama, recomenda-se a implementação de estratégias diferenciadas desde o período preparatório na EsPCEX, incluindo planos de fortalecimento progressivo, individualizados, com ampliação do tempo dedicado ao treinamento resistido. Tais medidas favorecem a adaptação fisiológica, a prevenção de lesões e a equidade nas exigências institucionais.

Sob a luz da ciência, os achados deste estudo reforçam a importância de práticas pedagógicas personalizadas, baseadas em evidências, para a promoção do desenvolvimento físico de mulheres em contextos militares.



5 Conclusão

Este estudo não teve como objetivo flexibilizar os índices físicos exigidos na formação militar, mas sim propor melhores condições para que as cadetes atinjam os padrões estabelecidos de forma segura, eficaz e tecnicamente amparada.

A análise do histórico legal e institucional da inserção feminina na Linha de Ensino Militar Bélico (LEMB) evidenciou avanços relevantes, mas também revelou a necessidade de práticas formativas mais compatíveis com as especificidades fisiológicas femininas, sem comprometer os elevados padrões de rusticidade e excelência exigidos pela formação militar.

A avaliação dos critérios de proporcionalidade adotados no TAF da AMAN, fundamentada nos estudos do IPCFEx e em dados internacionais, indicou progressos, embora ainda insuficientes. A persistente dificuldade das cadetes em exercícios como a flexão na barra fixa e a subida na corda sem o uso dos pés demonstra a necessidade de intervenções mais precisas na preparação neuromuscular.

Os relatos das participantes apontaram fragilidades no desenvolvimento da força de membros superiores, bem como a necessidade de maior tempo dedicado ao treinamento resistido, historicamente preterido em relação ao aeróbico. Com base nesses achados, propõem-se ações práticas e cientificamente fundamentadas: ampliação da carga horária para treino de força, adaptação gradual à subida na corda e fortalecimento muscular específico para o público feminino.

Conclui-se que a efetiva inserção feminina na LEMB demanda mais que ajustes pontuais, requer um compromisso institucional duradouro com práticas formativas inovadoras, exigentes e respaldadas por evidências científicas. Tais práticas são fundamentais para garantir excelência operacional e ampliar a capacidade estratégica do Exército Brasileiro diante dos desafios contemporâneos.

Apesar das limitações do estudo, como o uso de dados autorreferidos e o foco em uma única instituição, os resultados oferecem subsídios relevantes para o aprimoramento da formação militar, reforçando a importância de integrar ciência, técnica e equidade na modernização das Forças Armadas.



Referências

- ALARANTA, H. et al. Flexibility of the spine: normative values of goniometric and tape measurements. **Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine**, 1994. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7801064/>.
- AMAN. **Avaliações de Controle**. (Seção de Educação Física da AMAN) Resende: AMAN, 2023.
- AMAN. **Extrato de Informações do PISFLEMB**. Resende: AMAN, 2020.
- BRASIL. Lei nº 12.705, de 8 de agosto de 2012. Dispõe sobre os requisitos para ingresso nos cursos de formação de militares de carreira do Exército. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 ago. 2012.
- CARVALHO, A.C.G. et al. **Relação entre flexibilidade e força muscular em adultos jovens de ambos os sexos**. 1998. Tese (Doutorado em Educação Física) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1988.
- CHEN, Y.L.; LEE, Y.C. Sex differences in static lifting strengths at full range exertion heights in a young Taiwanese sample. **Perceptual and Motor Skills**, v. 114, n. 3, p. 983-994, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.2466/05.06.25.26.PMS.114.3.983-994>.
- COURTRIGHT, S.H. et al. A meta-analysis of sex differences in physical ability: Revised estimates and strategies for reducing differences in selection contexts. **Journal of Applied Psychology**, v. 98, n. 4, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/a0033144>.
- FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- HARMS, Craig A. Does gender affect pulmonary function and exercise capacity? **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v.151, n. 2-3, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1569904805002685>.
- HOWDEN, E. J. et al. Females have a blunted cardiovascular response to one year of intensive supervised endurance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 1, p. 37-46, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00092.2015>.
- HUNTER, S. K. et al. The biological basis of sex differences in athletic performance: consensus statement for the American College of Sports Medicine. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 55, n. 12, p. 2328-2360, dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003300>.
- KELL, R.T. The influence of periodized resistance training on strength changes in men and women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 3, p. 735-744, 2011. Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2011/03000/the_influence_of_periodized_resistance_training_on.22.aspx.
- LEHTO, M.R.; BUCK, Jr. **Introduction to human factors and ergonomics for engineers**. New York: Taylor & Francis Group. CRC Press, 2008.
- LEITÃO, M.B. et al. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: atividade física e saúde na mulher. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Porto Alegre, v. 6, n. 6, 2000.
- MANNO, Renato. Female strength training: specific characteristics of gender, effect of age and types of training. **Medicina Dello Sport**. Unidade de Ciências do Esporte, Coni Servizi, Roma, Italy, 2013. Disponível em: <https://www.minervamedica.it/en/journals/medicina-dello-sport/article.php?cod=R26Y2013N01A0001>.



MARSON, Runer Augusto. **Análise da proporcionalidade e índice das exigências das provas físicas nas forças armadas das nações amigas para a inserção do sexo feminino na linha bélica.** Relatório Técnico Científico: Projeto de inserção do sexo feminino na linha do ensino militar bélico do exército brasileiro (Tarefa capacitação física). Rio de Janeiro, 2015a.

MARSON, Runer Augusto. **Comparação do desempenho físico em testes de aptidão física entre homens e mulheres do Exército Brasileiro.** Relatório Técnico Científico: Projeto de inserção do sexo feminino na linha do ensino militar bélico do exército brasileiro (Tarefa capacitação física). Rio de Janeiro, 2015b.

OZEMEK, Cemal. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription.** 12. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2025. p. 154-157.

PARDINI, Dolores P. **Alterações hormonais da mulher atleta.** Arquivos Brasileiros de Endocrinologia. (Disciplina de Endocrinologia) – Universidade Federal de São Paulo/ Escola Paulista de Medicina. São Paulo, 2009.

VIKNE, H. et al. **Intermuscular relationship of human muscle fiber type proportions: Slow leg muscles predict slow neck muscles.** Muscle & Nerve, v. 45, n. 4, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/mus.22315>.

Proposta Didática de Língua Inglesa para o Contexto Militar: ordem operacional via aprendizagem baseada em problemas

Didactic Proposal for English Language Teaching in the Military Context: operational order through problem-based learning

RESUMO

Este artigo propõe atividades didáticas complementares para o ensino de língua inglesa na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), com ênfase na comunicação em situações militares reais. Especificamente, este trabalho detalha a proposta didática que visa desenvolver o gênero discursivo "Ordem Operacional" (OPORD) em língua inglesa, utilizando a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). O estudo aborda a relevância do Inglês para Fins Específicos (ESP) e dos gêneros discursivos no contexto militar, justificando a necessidade de complementar os livros didáticos tradicionais para preparar os cadetes para desafios de comunicação global. A pesquisa, de natureza qualitativa e interpretativista, busca preencher lacunas de repertório linguístico militar, propondo uma solução prática e inovadora para o aprimoramento da proficiência linguística dos futuros oficiais.

Palavras-chave: Inglês militar. Metodologias ativas. Aprendizagem baseada em problemas. Gêneros discursivos. Ordem operacional.

Elaine Cristina Silva dos Santos

Academia Militar das Agulhas Negras - AMAN, Resende, RJ, Brasil

Email: tenentelaine@gmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0009-0001-8422-8744>

Karin Quast

Universidade de Taubaté - UNITAU, Taubaté, SP, Brasil

Email:

ludificar.ensinodelinguas@gmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-0783-0395>

Received:	24 Jun 2025
Reviewed:	Jun/Sep 2025
Received after revised:	19 Sep 2025
Accepted:	24 Sep 2025

ABSTRACT

This article proposes complementary didactic activities for the teaching of English at the Agulhas Negras Military Academy (AMAN), with an emphasis on communication in real military situations. Specifically, this work details a didactic proposal aimed at developing the discourse genre "Operational Order" (OPORD) in English, using the Problem-Based Learning (PBL) methodology. The study addresses the relevance of English for Specific Purposes (ESP) and discourse genres in the military context, justifying the need to complement traditional textbooks in order to prepare cadets for global communication challenges. This qualitative and interpretive research seeks to fill gaps in military linguistic repertoire, proposing a practical and innovative solution to enhance the language proficiency of future officers.

Keywords: Military English. Active learning methodologies. Problem-based learning. Discourse genres. Operational order.



RAN

Revista Agulhas Negras

eISSN (online) 2595-1084

<http://www.ebrevistas.eb.mil.br/aman>



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



1 Introdução

O presente trabalho aborda o desenvolvimento da língua inglesa no contexto da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN). A AMAN, responsável pela formação dos oficiais combatentes de carreira do Exército Brasileiro (EB), baseia seu ensino no desenvolvimento de competências para que os futuros líderes do Exército possam atuar em situações reais, exigindo metodologias e atividades voltadas à problematização de cenários práticos.

Este trabalho é parte adaptada da dissertação de mestrado da autora intitulada “Propostas didáticas via Metodologias Ativas para comunicação em situações militares em língua inglesa”, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Linguística Aplicada, da Universidade de Taubaté, defendida em 28 de abril de 2025. Esta versão foi reestruturada com o objetivo de adequar-se ao formato de artigo científico. A adaptação envolveu ajustes na linguagem, reorganização de trechos e síntese de conteúdos, mantendo, contudo, a integridade da proposta original.

O tema central da pesquisa é o desenvolvimento da língua inglesa por meio de Metodologias Ativas para a participação efetiva de alunos da AMAN, doravante cadetes, em situações de comunicação na área militar. A delimitação do tema foca na elaboração da proposta didática de uma Ordem Operacional (OPORD) em contextos de missões de paz.

O problema que motivou a pesquisa emergiu da percepção de que o livro didático regular de Língua Inglesa¹, embora excelente para certificações internacionais, como de Cambridge, Michigan, não aborda a complexidade da comunicação em situações militares. A questão primordial que orientou o estudo foi: o que pode ser feito nas aulas de Língua Inglesa para que os cadetes possam vivenciar, de forma simulada, situações militares em inglês?

O objetivo geral do trabalho foi sugerir uma proposta didática para a disciplina de Língua Inglesa, utilizando uma Metodologia Ativa, para que os cadetes possam vivenciar, de forma simulada, situações militares em inglês. O objetivo específico abordado por este artigo é, portanto, elaborar a proposta didática para o ensino do gênero "Ordem Operacional", via metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas.

A justificativa da pesquisa reside na crescente demanda por fluência em inglês para oficiais militares brasileiros, especialmente considerando a participação em cursos no exterior e missões internacionais. A Portaria DECEX/C Ex nº 316, de 27 de janeiro de 2021, exige o nível B1 do Quadro Comum Europeu de Referência para Línguas (CEFR) para a formação de Aspirantes a

¹ O termo Língua Inglesa com iniciais em maiúsculas refere-se à disciplina escolar/acadêmica; com iniciais em minúsculas, à língua estrangeira em si ou ao conteúdo da disciplina.



Oficial, mas o currículo tradicional carece de foco no inglês para fins específicos militares. Assim, a pesquisa é relevante para elaborar atividades que preparem os cadetes para as complexidades linguísticas do ambiente militar.

A pesquisa é de caráter qualitativo, do tipo bibliográfica. Com o objetivo de atender ao que foi proposto, os pressupostos teóricos que alicerçam este estudo incluem o Inglês para Fins Específicos (ESP), a teoria dos Gêneros Discursivos de Bakhtin, e a Metodologia Ativa da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

Sobre o ensino na AMAN, ressalta-se que é dividido entre a formação profissional/militar, conduzida pelo Corpo de Cadetes (CC), que prioriza valores éticos e o desenvolvimento do caráter por meio do Código de Honra; e o ensino acadêmico, oferecido pela Divisão de Ensino (DE), que visa estimular o pensamento crítico, o raciocínio lógico e competências intelectuais em diversas áreas do conhecimento. Ambos os setores buscam desenvolver atributos atitudinais como disciplina, autoconfiança, coragem e organização, essenciais para a liderança militar. O Plano de Disciplinas (PLADIS) organiza a formação por competências, integrando ensino profissional, acadêmico e atitudinal. Dentro dele, a disciplina de Língua Inglesa ocupa papel relevante ao trabalhar as quatro habilidades linguísticas (*listening, speaking, reading e writing*), vinculadas a atributos como autoconfiança, decisão e organização, preparando os cadetes para atuar de forma eficaz em diferentes contextos sociais, profissionais e operacionais.

A disciplina de Língua Inglesa II é obrigatória para todos os cadetes, pois eles pontuam em suas classificações. Com a obrigatoriedade, todos os cadetes do Curso Básico cursam esta disciplina. A partir da disciplina Língua Inglesa III, os cadetes já habilitados no índice de proficiência mínimo B1 não necessitam mais cursar a disciplina e estão fora de sala de aula de inglês. Esses cadetes são encaminhados para as aulas de espanhol. Portanto, o número de cadetes em sala varia de ano para ano. É importante ressaltar que os cadetes deixam de cursar a disciplina do momento que alcançam o índice B1 pelas provas de certificação internacionais ou pelo entro de idiomas do Exército (CIdEx), podendo acontecer não só na Língua Inglesa III, mas também na Língua Inglesa IV e até na V.

A escolha de uma proposta didática voltada para o Inglês militar se deve ao fato de o livro didático adotado pela AMAN não apresentar situações de caráter militar aos cadetes. Entende-se que se faz necessário trazer para as aulas de Inglês situações simuladas para que cadetes se apropriem de gêneros discursos militares por meio de aprendizagem ativa e significativa.

Este artigo está dividido nas seguintes seções: a Introdução; a Fundamentação Teórica, que revisa o ESP, a ABP e os Gêneros Discursivos; a Metodologia; os Resultados Esperados da Proposta; a Discussão da Proposta em relação aos fundamentos teóricos e objetivos; e, por fim, a Conclusão, que sintetiza as contribuições e as implicações futuras.



2 Referencial Teórico

Para a elaboração da proposta didática “Ordem Operacional”, três pilares teóricos foram essenciais: o Inglês para Fins Específicos (ESP), a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e a abordagem dos Gêneros Discursivos.

2.1 Inglês para Fins Específicos (ESP)

O Inglês para Fins Específicos, ou *English for Specific Purposes* (ESP), surgiu no final da década de 1960 e início de 1970, em resposta à demanda por ensino de inglês focado em necessidades específicas de contextos profissionais e acadêmicos. Autores como Hutchinson e Waters (1987), Swales (1990) e Dudley-Evans e St. John (1998) são fundamentais nesse campo. Hutchinson e Waters (1987) dividem o desenvolvimento do ESP em cinco fases, desde a análise do registro lexical e gramatical (1960-1970) até a fase centrada na aprendizagem, que considera como o aluno aprende, e não apenas o que ele aprende.

Os conceitos-chave do ESP incluem a análise de necessidades, que é fundamental para a tomada de decisões sobre conteúdo e método, orientando-se pelo contexto, razões e necessidades dos alunos. Essa análise se desdobra em: *target needs* (*necessities*, *lacks* e *wants*), que abordam o que o aluno precisa, o que ele ainda não sabe, e o que ele deseja aprender; *target situation analysis* (o que o aluno precisa fazer com a língua em situações futuras); *learning situation analysis* (como o aluno pode aprender melhor); e *present situation analysis* (habilidades e dificuldades atuais). Além disso, a *means analysis* considera fatores institucionais e logísticos que influenciam a implementação do curso.

No contexto militar, o ESP é vital, pois os cadetes e futuros oficiais podem ser empregados em intercâmbios internacionais (PVANA) ou missões no exterior, exigindo vocabulário e comunicação específicos que não são abordados em cursos de inglês gerais. A relevância do ESP é acentuada pela necessidade de que o militar se comunique em situações específicas, de acordo com a missão e sua complexidade.

2.2 Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), ou *Problem-Based Learning*, emergiu nas décadas de 1960 e 1970, em cursos de medicina, como uma alternativa aos métodos tradicionais, focando na formação prática dos alunos. Howard Barrows, um de seus precursores, definiu-a como um método em que um problema complexo e real serve como ponto de partida para a aquisição e integração de novos conhecimentos. John Dewey (1979) contribuiu para essa abordagem,



defendendo uma escola ativa onde os alunos se desenvolvem com iniciativa e cooperação, resolvendo desafios em grupo.

A ABP promove a reflexão, a ressignificação de descobertas e a autonomia, com o professor atuando como mediador. As etapas da ABP incluem a apresentação do problema (identificação, interpretação, análise), levantamento de hipóteses, ativação de conhecimentos prévios, pesquisa e organização de dados, planejamento do trabalho em grupo, compartilhamento de informações, aplicação de novos conhecimentos e autoavaliação. Uma característica marcante da ABP é a promoção da interdisciplinaridade, permitindo que os alunos utilizem uma variedade de conhecimentos para solucionar problemas complexos e reais. Sua adequação ao contexto militar reside na capacidade de desenvolver habilidades essenciais como liderança, tomada de decisão e resolução de problemas em situações complexas, elementos cruciais para operações militares.

2.3 Gêneros Discursivos

Bakhtin (2003) postula que a linguagem se manifesta por meio de "enunciados concretos e únicos", que refletem as especificidades e finalidades de cada situação de comunicação. Esses enunciados, com características em comum, formam os gêneros do discurso. A variedade de gêneros é infinita e seu estudo não pode se dar sob uma única concepção devido à sua complexidade.

Bakhtin (2003) diferencia gêneros primários (simples, com vínculo imediato à realidade extraverbal) de secundários (complexos, elaborados, resultantes da agregação de gêneros primários e demandando elaboração prévia). Os elementos que constroem um gênero discursivo são tema, estilo (escolhas discursivas que se ajustam aos padrões do gênero) e construção composicional. A compreensão e produção de textos dentro de uma comunidade discursiva, como a militar, são facilitadas pela análise de gêneros, permitindo que os alunos se apropriem do repertório linguístico e das condutas comunicativas específicas. A "Ordem Operacional", por sua complexidade e estrutura específica, é classificada como um gênero discursivo secundário no contexto desta pesquisa.

3 Metodologia

Esta pesquisa se insere no campo da Linguística Aplicada, e se desenvolve na perspectiva interpretativista (paradigma qualitativo de pesquisa), de acordo com Moita Lopes (1994). A pesquisa interpretativista, explica o autor, aponta que a produção de conhecimento se dá quando o fato é acessado indiretamente por meio de elementos para serem interpretados. O processo metodológico mostra o particular, logo, é o fator mais relevante e os diversos significados da



realidade somente podem ser interpretados, pois não é possível controlar as variáveis. A padronização é tida como distorção da realidade nesse tipo de pesquisa, pois ela se dá pela intersubjetividade e o foco principal está nos processos. A linguagem é simultaneamente a determinante central do fato social e o meio para se entender esse processo, ao considerar diversas perspectivas dos envolvidos no contexto social sob investigação e outros pesquisadores.

Godoy (1995) apresenta a pesquisa qualitativa como um estudo em que o pesquisador está diretamente conectado com o fato estudado, de maneira que consiga dados descritivos de pessoas, lugares e processos de interação. O principal foco está no entender o fato sob a visão dos sujeitos envolvidos no elemento situacional, a partir de pressupostos teóricos.

No escopo da pesquisa qualitativa, esta pesquisa se desenvolve no tipo bibliográfica para sustentar a elaboração da proposta didática de acordo com Lakatos e Marconi (2003) e Gil (2002).

Considerando Lakatos e Marconi (2003, p. 183), é destacado que a pesquisa bibliográfica não é a “mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras”. Neste caso, as conclusões inovadoras são a proposta didática que se apresenta, fundamentada teoricamente.

Esta pesquisa também se insere no campo da pesquisa aplicada, pois investigar uma solução para um problema concreto e com aplicação prática imediata; ou seja, busca resolver um problema identificado em um determinado contexto via a aplicação de conhecimentos gerados pela pesquisa básica e então “desenvolver e inovar produtos, processos e serviços, produção de artefatos [...]” (Pereira, 2023, p. 5). No caso desta pesquisa, ela procura contribuir para o aprimoramento da aprendizagem da língua inglesa, melhor preparação para um bom desempenho em situações reais no contexto militar e o desenvolvimento da comunicação dos cadetes, por intermédio da elaboração de proposta didática utilizando a Metodologia Ativa da Aprendizagem Baseada em Problemas, visando trazer inovação e transformações no processo de ensino-aprendizagem no contexto da pesquisa.

Por se tratar de uma pesquisa de caráter teórico-metodológico, voltada à elaboração de uma proposta didática no campo de Língua Inglesa, não envolveu a participação direta de seres humanos e nem aplicação da proposta em ambiente escolar durante o período de realização da pesquisa. Logo, não houve a necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

A seguir, será apresentada a proposta didática com base nos referenciais teóricos citados anteriormente.

3.1 Proposta Didática: Ordem Operacional

A proposta didática visa desenvolver a capacidade dos cadetes de se comunicarem em uma "Ordem Operacional", doravante OPORD, em contexto de missão de paz em língua inglesa, um gênero discursivo fundamental no ambiente militar. A escolha desta proposta permite estabelecer



uma conexão com as missões de paz da ONU em diversos países africanos, nas quais o Exército Brasileiro tem participação ativa, como em Angola, Moçambique, Congo e República Centro-Africana. A metodologia empregada para esta proposta é a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), com duração total de 15 horas, distribuídas ao longo de quatro semanas.

A escolha da ABP justifica-se por sua capacidade de promover a tomada de decisão, a comunicação tática e a resolução de problemas em inglês militar, alinhando-se com o perfil de formação dos cadetes.

A OPORD é um gênero discurso secundário, pois não se consegue apropriá-lo espontaneamente, necessitando de uma proposta de trabalho que envolva os elementos composicionais, estilo e vocabulário militar específico. A sua estrutura composicional deve se organizar em cinco etapas: *commander's intent*, *main effort*, *mission*, *concept of operations*, and *situation*. Já no seu repertório linguístico, há verbos com significados diferentes do uso cotidiano. Há também acrônimos e as ordens são repetidas duas vezes para entendimento.

Quadro 1: Proposta didática para a “Ordem Operacional”

Semana	Atividades	Metodologia/ ambiente	Carga horária
1	Apresentação de tipos e características de terrenos e uso das coordenadas com apoio de imagens, textos, glossários e dicionários para a apropriação do gênero “orientação no terreno”, sua estrutura composicional e repertório linguístico/ recursos linguísticos específicos para essa atividade	Aula presencial; estudo dirigido	3 horas
2	Distribuição de cartas de terrenos para o uso das coordenadas; discussão e tomadas de decisões acerca da elaboração, por escrito, da orientação no terreno	Aula presencial; trabalho em grupos	3 horas
3	Apresentação da orientação no terreno a partir da atividade delineada na semana 2	Aula presencial; trabalho em grupos; simulação	3 horas
4	<i>Feedback</i> do professor acerca da simulação da orientação; avaliação, pelos alunos, de sua aprendizagem e das metodologias empregadas; sugestões e críticas	Aula presencial	1 hora e 30 minutos

Fonte: Elaborado pelas autoras

A proposta se desenvolverá em 4 semanas e tem como objetivo desenvolver tomada de decisão, comunicação tática e resolução de problemas usando inglês militar. Para alcançar esses objetivos, na primeira aula presencial (ABP), os professores farão a apresentação dos conceitos de uma Ordem Operacional – *Operational Order* – (OPORD) como *commander's intent* (como o comandante planeja combater), *main effort* (a ação mais importante para o sucesso da missão), *mission* (uma declaração clara das tarefas que cada unidade deve realizar), *concept of operations* (como o comandante vê a situação no final do combate), *situation* (descrição das condições do



campo de batalha, inimigos e forças aliadas); os verbos operacionais (*seize, assault, hold, destroy, fix, secure, defeat*) e os acrônimos comuns na comunicação tanto oral como escrita das OPORD como: Msn = *Mission*; MRB = *Motorized Rifle Battalion*; MRC = *Motorized Rifle Company*; AT = *Antitank*; ADA = *Air Defense Artillery*; rft = *reinforcement*; CATK = *counterattack* (C Attack); MPCOA = *Most Probable Course of Action*; MDCA = *Most Dangerous Course of Action*; IOT = *in order to*; en = *enemy*; posn = *position*; OCD = *Ordnance Clearance Detachment*; CAAT = *Combined Anti-Armor Team*; BP = *Battleposition*; mech plt = *mechanized platoon*; ISO = *in support of*; CO = *company* (Coy); Obj = *Objective*; vic = *vicinity*; EA = *Engagement Area*.

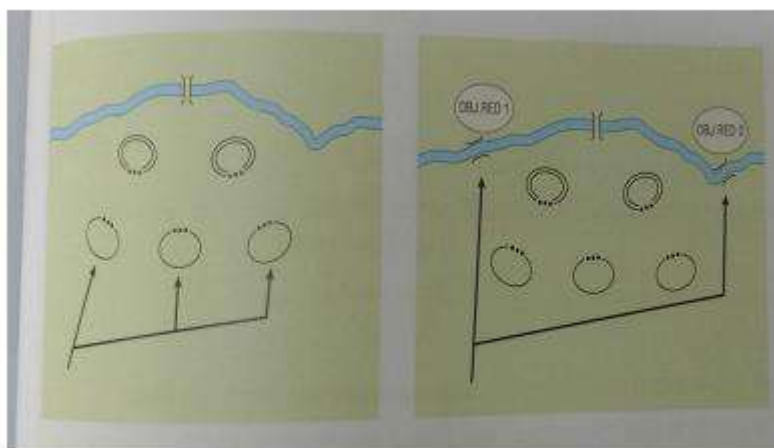
Após a apresentação da composição de uma OPORD, serão apresentados aos cadetes dois modelos deste gênero discursivo para que possam analisar o estilo e os elementos composicionais verbais.

O ponto de partida da primeira aula da semana 1 são os conhecimentos prévios dos cadetes sobre uma ordem operacional em português. Com apoio do vídeo OPORD (OSMEAC) - 5 *Paragraph Order*, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=9b5ISov2aYs>, o professor explicará como se desenvolve uma OPORD em inglês. Ao finalizar o vídeo, o professor questionará aos cadetes quais são as semelhanças e as diferenças entre as OPORD. As etapas são semelhantes, porém, há o acréscimo de uma etapa, a de orientação (*Orientation*). O vídeo será disponibilizado aos cadetes para consulta.

Na segunda aula da semana 1, será realizada a divisão dos grupos, de 5 cadetes cada, e apresentados a missão, os objetivos e o problema a ser solucionado no contexto de missão de paz (*peacekeeping mission*) em um determinado país, de escolha do grupo.

A missão é de neutralizar as duas tropas inimigas dispostas no terreno, apresentadas na Figura 1, por meio da criação uma OPORD entre os grupos:

Figura 1: Missão e objetivos



Fonte: Adaptado de Mellor-Clark, Altamirando, 2004, p. 85



Optou-se por utilizar a Figura 1 com elementos não-verbais para compor a situação real da produção, trazendo a vivência.

Os objetivos serão o *Objectives Red 1* e *Red 2*. O problema a ser solucionado será o que o grupo fará para neutralizar as tropas inimigas e como vão alcançar os objetivos 1 e 2 com menos danos possíveis em suas tropas. A fim de que a missão seja cumprida, os cadetes terão que: analisar a situação, interpretando o cenário e identificando os desafios; definir a ação, criando uma estratégia tática com base nos conceitos aprendidos e dividindo os papéis de cada integrante; tomar decisões e se comunicar, executando o plano com simulação de comunicação militar; reavaliar e ajustar, quando necessário, modificando a estratégia em resposta a novos desafios. Por fim, eles apresentarão suas OPORD e entregarão um relato detalhado acerca da situação, missão e execução. Para a confecção do relato, os cadetes deverão seguir os seguintes tópicos: Planejamento, Organização e Execução. Os tópicos deverão descrever os 3 primeiros parágrafos da OPORD (missão, situação e execução).

Na terceira semana, ocorrerão as apresentações dos grupos e a entrega dos relatos. As apresentações terão o tempo de 20 a 30 minutos por grupo.

Na quarta semana, ocorrerá o *feedback* do professor. O objetivo principal é discutir o engajamento e a motivação dos grupos e o repertório linguístico militar do qual os cadetes se apropriaram durante a realização da atividade.

4 Resultados Esperados da Proposta

Embora este trabalho se concentre na elaboração e não na implementação da proposta didática, os resultados aqui descritos referem-se aos benefícios e aprendizados esperados da aplicação da proposta, conforme as discussões e conclusões da pesquisa.

A implementação da proposta didática é esperada para:

- Aprimorar a comunicação em inglês militar: permitir que os cadetes pratiquem, mesmo de forma simulada, situações reais de comunicação militar, preenchendo as lacunas deixadas pelos livros didáticos tradicionais.
- Desenvolver o gênero "Ordem Operacional": capacitar os cadetes a compreenderem e produzirem o gênero discursivo "Ordem Operacional" (OPORD), apropriando-se de sua estrutura composicional, estilo e repertório linguístico específico, incluindo verbos operacionais e acrônimos.
- Fomentar habilidades de tomada de decisão e resolução de problemas: por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), os cadetes serão estimulados a analisar situações complexas, formular hipóteses, planejar ações, negociar soluções e chegar a um consenso, habilidades cruciais no ambiente militar.



- Promover o pensamento crítico e a autonomia: a natureza da ABP e o envolvimento ativo dos cadetes na resolução do problema da missão militar incentivarão o pensamento crítico e a autonomia na busca por conhecimentos e soluções.
- Reforçar a interdisciplinaridade: a proposta, ao simular missões de paz, integrará conhecimentos de diversas áreas acadêmicas (relações internacionais, direito, história, logística e psicologia) com as instruções militares, proporcionando uma compreensão holística das complexidades das operações.
- Aumentar o engajamento e a motivação: a contextualização do ensino de inglês em cenários militares reais e a aplicação de uma metodologia ativa (ABP) são esperadas para aumentar a motivação e o engajamento dos cadetes no processo de aprendizagem.
- Preparar para o Índice de Proficiência Linguística (IPL): embora focada no inglês militar, a prática intensiva dessa língua estrangeira em situações comunicativas complexas contribuirá indiretamente para o aprimoramento geral da proficiência dos cadetes, auxiliando no alcance do nível B1 exigido pelo Exército.

Em suma, os resultados esperados são a melhoria substancial na capacidade de comunicação em inglês dos cadetes em contextos militares, com a apropriação de um gênero discursivo crucial para suas futuras carreiras, promovidos por uma metodologia ativa e interdisciplinar.

5 Discussão da Proposta

A proposta didática "Ordem Operacional" representa um avanço significativo na complementação do ensino de língua inglesa na AMAN, alinhando-se diretamente aos fundamentos teóricos da pesquisa e às necessidades identificadas.

A principal lacuna que esta proposta busca preencher é a ausência de conteúdos específicos de inglês militar em livros didáticos tradicionais. A proposta está alinhada com a temática do contexto de missões de paz do Exército Brasileiro, tornando o aprendizado relevante e contextualizado para a realidade dos cadetes. Essa articulação é um exemplo prático de como o inglês "social" pode ser adaptado e expandido para o inglês "militar".

Em termos de Inglês para Fins Específicos (ESP), a proposta considera a "análise de necessidades" dos cadetes, verificando suas "lacunas" (o que precisam aprender para a comunicação militar) e seus "desejos" (a aplicação do inglês em situações de sua futura atuação). A "situação-alvo" é claramente definida: o uso do inglês em uma Ordem Operacional em missão de paz, crucial para o perfil de oficiais combatentes. A abordagem orientada para a ação, proposta por Hutchinson e Waters (1987), é central, preparando os alunos para situações reais em seu campo de atuação.



A escolha do gênero discursivo "Ordem Operacional" (OPORD) é estrategicamente fundamentada na teoria de Bakhtin (2003). Sendo um gênero discursivo secundário, a OPOORD exige uma apropriação intencional de sua complexa estrutura composicional, estilo (caracterizado pela clareza, concisão e uso de vocabulário técnico e acrônimos) e repertório linguístico militar específico. A proposta didática guia os cadetes na compreensão desses elementos, permitindo-lhes produzir e comunicar o gênero de forma autêntica.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é a metodologia ativa ideal para esta proposta. Ao apresentar um problema real e complexo (neutralizar tropas inimigas em um cenário de missão de paz com mínimo de danos), a ABP estimula o pensamento crítico, a discussão, a formulação de hipóteses, o planejamento colaborativo e a tomada de decisões. Essa abordagem ativa se alinha perfeitamente com os princípios pedagógicos construtivistas defendidos por Perrenoud (1999), que enfatiza a resolução de problemas e projetos para o desenvolvimento de competências. A natureza da ABP promove a autonomia e o engajamento dos cadetes, transformando-os em protagonistas de sua aprendizagem.

A interdisciplinaridade é um ponto forte da proposta. Ao abordar missões de paz e OPOORD, a proposta integra conhecimentos de diversas disciplinas acadêmicas da Divisão de Ensino (como Relações Internacionais, Direito, Logística, História e Psicologia) e instruções militares do Corpo de Cadetes da AMAN (como mediação de conflitos, apoio humanitário e atuação operacional). Essa integração é vital para que os cadetes desenvolvam uma compreensão abrangente das operações militares e tomem decisões eficazes em ambientes complexos e multiculturais.

A proposta inova ao oferecer uma experiência de aprendizagem contextualizada e relevante, que vai além do conteúdo tradicional de Inglês, preparando os cadetes para as exigências específicas de sua futura profissão.

6 Conclusão

A proposta didática "Ordem Operacional" aborda diretamente o problema que motivou este trabalho: o que pode ser feito nas aulas de Língua Inglesa para que os cadetes possam vivenciar, de forma simulada, situações militares em inglês, oferecendo uma solução prática para a inclusão de conteúdo militar-específico na carga horária da disciplina de Língua Inglesa IV.

Ao focar na Ordem Operacional no contexto de missões de paz, a proposta não só enriquece o repertório linguístico dos cadetes, mas também desenvolve habilidades cruciais como comunicação tática, tomada de decisão e resolução de problemas, essenciais para o perfil do futuro oficial.



A fundamentação teórica em Inglês para Fins Específicos (ESP), Gêneros Discursivos e Aprendizagem Baseada em Problemas valida a relevância pedagógica da proposta. A ABP, em particular, promove o protagonismo do aluno e a aplicação prática do conhecimento, afastando-se do modelo tradicional de ensino e incentivando o pensamento crítico e a autonomia. A interdisciplinaridade inerente à proposta, que conecta diferentes áreas do conhecimento com as instruções militares, contribui para um aprendizado mais significativo e contextualizado.

Espera-se que a proposta sirva como um modelo para futura implementação em sala de aula. O papel do professor é fundamental nesse processo, adaptando e aprimorando os conteúdos para atender às reais necessidades dos cadetes.

A disseminação deste trabalho poderá embasar a criação de novas propostas didáticas, proporcionando aos cadetes um repertório linguístico militar cada vez mais completo e preparando-os de forma mais eficaz para os desafios da carreira militar no cenário global.



Referências

- BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. Trad. Paulo Bezerra. 4.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Educação e Cultura do Exército. **Portaria nº 316**, de 27 jan. 2021.
- DEWEY, J. **Democracia e educação**: introdução à filosofia da educação. São Paulo: Nacional, 1979.
- DUDLEY-EVANS, T., & ST JOHN, M. J. **Developments in English for specific purposes: A multi-disciplinary approach**. Cambridge University Press, 1998.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n.2, p.57-63, 1995. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/20594>. Acesso em: 30 mar. 23
- HUTCHINSON, T.; WATERS, A. **English for specific purposes: A learning-centred approach**. Cambridge University Press, 1987.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MELLOR CLARK, S.; ALTAMIRANO, Y. B. **Campaign: English for the Military**. Level 2, Student's book. Oxford: MacMillan Education, 2004.
- MOITA LOPES, L. P. A pesquisa interpretativista em Linguística Aplicada: a linguagem como condição e solução. **D.E.L.T.A.**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 329-338, 1994. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/delta/article/view/45412/29985>. Acesso em: 30 mar. 2023.
- PEREIRA, A. Pesquisa prática e pesquisa aplicada em Educação: reflexões epistemo-metodológicas. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v. 20, p. 1-21, 2023. Disponível em: <https://mestradoedoutoradoestacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/reeduc/article/view/10598/47968433>. Acesso em: 02 nov. 2024.
- PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- SWALES, J. M. **Genre analysis: English in academic and research settings**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

Espírito das Armas do Exército Brasileiro e Tipologia Psicológica

Spirit of Arms of the Brazilian Army and Psychological Typology

RESUMO

Este artigo estabelece uma conexão entre um conceito de identidade social, criado pelo antropólogo Celso Castro em sua obra "O espírito militar: um antropólogo na caserna" e chamado de espírito das armas, e a classificação de tipos psicológicos, desenvolvida pelo psicólogo Carl Gustav Jung em sua obra "Tipos psicológicos". A pesquisa se desenvolveu levando em consideração a formação do oficial combatente do Exército Brasileiro, que ocorre na Academia Militar das Agulhas Negras. Na AMAN, os cadetes se graduam Bacharéis em Ciências Militares em uma das sete especialidades ou armas. O objetivo geral foi verificar se há relações entre os espíritos das armas, que são caracterizados por suas peculiaridades, e a tipologia psicológica proposta por Carl Gustav Jung. Para tal, realizou-se entrevistas semiestruturada com oficiais, professores e instrutores formados na AMAN, em faixas temporais distintas, visando identificar características dos espíritos das armas. Os dados foram analisados e buscou-se constatar as relações existentes entre os espíritos e os tipos psicológicos. Os resultados indicaram a existência de características em comum que indicam prováveis relações entre certos tipos psicológicos e o espírito único inerente a cada arma.

Palavras-chave: AMAN. Oficial combatente do Exército Brasileiro. Espírito das armas. Tipos psicológicos.

ABSTRACT

This article establishes a connection between a social identity construct, developed by anthropologist Celso Castro in his work "O espírito militar: um antropólogo na caserna" and referred to as the spirit of arms, and the psychological typology created by psychologist Carl Gustav Jung in his work "Psychological Types". The research was developed taking into account the training of combat officers in the Brazilian Army, which takes place at the Agulhas Negras Military Academy (AMAN). At AMAN, cadets graduate with bachelor's degrees in military sciences in one of seven specialties or arms. The overall objective was to determine whether there are relationships between the spirits of arms, which are characterized by their peculiarities, and the psychological typology proposed by Carl Gustav Jung. To do so, semi-structured interviews were conducted with officers, professors, and instructors trained at AMAN, across different time periods, aiming to identify characteristics of the spirit of arms. The data were analyzed to determine the relationships between the "spirits of arms" and psychological types. The results indicated the existence of common characteristics that indicate likely the relationship between certain psychological types and the unique spirit inherent in each "arms".

Keywords: AMAN. Spirit of arms. Jungian psychology. Psychological types.

Marco Mendes Cavotti

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Email: cavottimc@gmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-4617-6752>

Ricardo de Queirós Batista Ribeiro

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Email: ricardoqbr@hotmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-6489-220X>

Nilton Sousa da Silva

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Email: niltonsousa@gmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-2663-3995>

Received:	09 Sep 2025
Reviewed:	Sep 2025
Received after revised:	28 Oct 2025
Accepted:	29 Oct 2025



RAN

Revista Agulhas Negras

eISSN (online) 2595-1084

<http://ebrevistas.eb.mil.br/aman>



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



1 Introdução

A Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) é a única instituição de ensino responsável pela formação dos oficiais combatentes de carreira do Exército Brasileiro. Nela, os cadetes obtêm o título de Bacharel em Ciências Militares, especializando-se em temas de defesa e em uma das seguintes áreas: Infantaria, Cavalaria, Artilharia, Engenharia, Intendência, Comunicações ou Material Bélico.

Durante os cinco anos de formação, a AMAN oferece uma grade pedagógica com objetivos bem definidos: capacitar o futuro Aspirante a Oficial para assumir postos de tenente e capitão, conferir-lhe o diploma de bacharel, prepará-lo para a liderança militar, aprimorar a Doutrina Militar Terrestre e desenvolver pesquisas relevantes para a área. Ao concluir o curso, o cadete é promovido a Aspirante a Oficial, o primeiro passo de uma jornada que pode levá-lo ao posto de General, e recebe a graduação de Bacharel em Ciências Militares com a respectiva especialização (Brasil, 2014a).

Para ingressar na carreira de oficial combatente, os interessados devem ser aprovados em um processo seletivo nacional. Este concurso público é composto por várias etapas eliminatórias, como exame intelectual, avaliação de saúde, teste de aptidão física, avaliação psicológica e checagem de requisitos. Após a aprovação, os candidatos, de ambos os sexos, iniciam sua formação na Escola Preparatória de Cadetes do Exército (EsPCEEx), em Campinas.

O primeiro ano na EsPCEEx combina disciplinas acadêmicas de nível superior com instruções militares fundamentais (treinamentos de ordem unida, tiro, marchas, etc.) e exercícios de campo para simular situações de combate. O número de alunos nesta fase é de cerca de 450, variando conforme as desistências, reprovações e afastamentos por problemas de saúde.

Os alunos aprovados na EsPCEEx prosseguem para o segundo ano de formação na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), em Resende, onde recebem o título de cadete. A rotina na AMAN é intensa e demanda dedicação integral. O regime de internato, mantido durante os cinco anos, proporciona um ambiente propício para que o cadete desenvolva o espírito militar, em um cenário de isolamento controlado. A vida militar é repleta de particularidades, exigindo do cadete uma rápida assimilação de conhecimentos e habilidades.

No primeiro ano da AMAN, denominado Curso Básico, prossegue-se a formação com ensino das disciplinas acadêmicas e militares, que são iguais para todos os cadetes. No segundo ano da AMAN, um dia após se apresentar pronto para o ano de instrução, o cadete escolhe a sua especialidade. Cada especialidade constitui um curso distinto (Infantaria, Cavalaria, Artilharia, Comunicações, Engenharia, Intendência e Material Bélico) que desenvolve atividades pedagógicas em conformidade com as suas peculiaridades.



A escolha de arma é, certamente, um dos momentos mais marcantes na vida do oficial combatente, tendo em vista que não é possível realizar a troca ao longo da sua jornada no Exército. Escolher uma especialidade que não lhe traga satisfação pode comprometer seu bem-estar e desempenho ao longo de toda a carreira. Segundo Castro:

Depois da escolha feita na Academia, não há a menor possibilidade de mudança de Arma: quem ficar insatisfeito com a Arma na qual ingressou, ou continua insatisfeito ou abandona a carreira. (Castro, 2004, p. 53).

O processo de escolha de especialidade ocorre com todos os cadetes dispostos em um auditório, dentro da sua classificação, do primeiro colocado, até o último. A escolha acontece do primeiro ao último (média das notas mais alta da turma à mais baixa), e, na medida que as armas vão sendo completadas, diminui-se o leque de opções, fazendo com que os cadetes com as piores classificações tenham menos opções de escolha, ou até mesmo não tenham opção de escolher e ingressem naquela arma que tenha “sobrado” vaga. Para esses cadetes se diz que ele não escolheu a arma, mas foi “escolhido” por ela (Cavotti, 2021).

O Antropólogo Celso Castro na sua obra *O Espírito Militar: um Estudo de Antropologia Social* na Academia Militar das Agulhas Negras aponta para a existência de um **espírito militar** e, também, para o **espírito das armas**. Em vista disso, buscou compreender a relação entre as peculiaridades das atividades militares e os aspectos anímicos que influenciam nas formas de expressão da identidade social do militar, em geral, e dos militares integrantes de uma especialidade, em particular (Cavotti, 2021).

Além da diferença evidente entre as atividades militares e civis, o que caracteriza a existência de um **espírito militar**, observa-se, também, grandes distinções entre as atividades desempenhadas pelas especialidades militares supracitadas. De maneira geral a Infantaria e Cavalaria são conhecidas como as armas base, por travarem contato direto com o inimigo. sendo, por isso, consideradas as mais operacionais e combatentes. A Artilharia, Engenharia e Comunicações são consideradas armas técnicas (empregam equipamentos com grande potencial tecnológico) e a Intendência e Material Bélico as armas logísticas/administrativas (apoiam as demais na parte de suprimento e manutenção) (Cavotti, 2021).

Desse modo, percebeu-se a existência de um **espírito das armas** que se relaciona com as peculiaridades de suas atividades e possibilitou ainda perceber que alguns militares, por aspectos peculiares de sua personalidade, terão maior afinidade com uma(s) especialidade(s) e menos com outra(s). Assim sendo, cada especialidade, pelas características de sua atividade, poderá ter um tipo psicológico predominante que seria alinhado com o seu espírito.



Carl Gustav Jung (1875-1961) propôs uma tipologia psicológica que possibilita à classificação dos indivíduos em diferentes tipos, baseada em características psicológicas comuns. Assim, conforme as peculiaridades de cada tipo, torna-se possível indicar seus pontos fortes e as oportunidades de melhoria para diversos contextos. Tal tipologia é bastante utilizada, na atualidade, em ambientes organizacionais com a finalidade de favorecer o direcionamento das pessoas para àquelas atividades que obterão melhor desempenho e bem-estar em virtude de seu tipo psicológico.

Em vista disso, esse trabalho teve como objetivo verificar a existência de relação entre o espírito das armas, caracterizado pelas suas peculiaridades e atividades desempenhadas, e a tipologia psicológica proposta por C. G. Jung.

Desta maneira, buscou-se produzir conhecimento que poderia ser oferecido, adicionalmente, aos cadetes que realizarão a escolha de uma especialidade, mas, principalmente, aos psicopedagogos militares, que realizam a orientação vocacional e profissional em escolas militares com processo de escolha de uma especialidade.

Assim, esse trabalho revela-se relevante para o Exército Brasileiro, pois ao identificar qual o tipo psicológico de um discente, torna-se possível indicar as especialidades que, possivelmente, melhor se alinhem com sua personalidade. Com estudos adicionais, poderá ser também relevante para as Forças Armadas (Marinha e Aeronáutica) e demais Forças Auxiliares.

Por conseguinte, trata-se de uma contribuição adicional às demais informações que o discente vem reunindo ao longo de sua formação para o apoiar na realização da escolha. Assim, entende-se que tal escolha terá maior probabilidade de proporcionar satisfação com a sua carreira refletindo-se na qualidade de sua vida profissional (desempenho profissional e bem-estar).

Para atingir esse objetivo seguiu-se o seguinte percurso metodológico: a. pesquisa documental sobre as atividades desempenhadas pelas especialidades; b. pesquisa bibliográfica sobre a tipologia psicológica (individual e organizacional); c. pesquisa de campo com a realização de entrevistas semiestruturada com militares das especialidades para identificar as peculiaridades do espírito de cada especialidade. A partir dos dados levantados realizou-se a categorização, análise e interpretação, por especialidade, relacionando-os com as tipologias psicológicas.

2 Especialidade Combatentes

No Exército Brasileiro existem sete especialidades combatentes, conhecidas como armas, da Linha Militar Bélica, são elas: Arma de Infantaria, Arma de Cavalaria, Arma de Artilharia, Arma de Engenharia, Serviço de Intendência, Arma de Comunicações e Quadro de Material Bélico.

As sete armas se diferenciam por suas atividades tanto para o tempo de guerra como para o tempo de paz. As armas base, Infantaria e Cavalaria, exigem de seus integrantes prontidão física e



mental extremas. São as armas que realizam marchas carregando grande quantidade de peso em suas costas; que estão sujeitas a intempéries climáticas; são exigidos esforços físicos diuturnos, muita das vezes sendo privados de sono, água e alimento. Além disso, são mais expostos a risco de vida ao estar próximo ao inimigo quando em operações militares¹.

Por outro lado, verifica-se as armas chamadas técnicas: Artilharia, Engenharia, Intendência, Comunicações e Material Bélico, apesar de não serem armas base, são combatentes, estando ligados ao combate dando suporte para a Infantaria e Cavalaria.

Em virtude disso, a AMAN possui sete cursos distintos, que complementam a formação comum, e tem como foco a preparação específica do profissional de cada especialidade combatente. A maior concentração de carga horária envolvida na formação é destinada as instruções específicas da arma no intuito de preparar o jovem oficial que no futuro chegará aos quartéis.

2.1 Infantaria

A Infantaria emprega o fogo, movimento e o combate aproximado, tudo isso de maneira harmônica. A palavra fogo representa o emprego de armamentos e explosivos para causar baixas no inimigo, a palavra movimento representa o deslocamento e progressão no terreno propriamente dita durante o conflito, e o termo combate aproximado representa, literalmente, a proximidade física dos homens (de ambos os lados). O infante costuma dizer com orgulho que é o único que vê o olho do inimigo (Cavotti, 2021).

A Infantaria realiza diversas atividades que se destacam como operações básicas:

No transcurso dessas operações, as tropas de Infantaria podem, dentre outras missões: atacar, defender, reconhecer, vigiar largas frentes, cobrir ou proteger forças, buscar e manter o contato com o inimigo, estabelecer ligações com tropas amigas, realizar incursões e infiltrações e prestar diferentes tipos de apoio aos órgãos ou às instituições civis por intermédio de ações subsidiárias. (Brasil, 2018b, p. 3-1).

O *Manual de Campanha - Infantaria nas Operações (EB70-MC-10.228)* apresenta que a Infantaria é composta de Organizações Militares (OM) de distintas naturezas, todas aptas a realizarem as diferentes atividades inerentes ao Exército. Realiza principalmente o combate a pé, mas também pode utilizar os meios de transporte terrestres, aéreos ou aquáticos para deslocar-se. (Brasil, 2018b).

Em relação à natureza, a Infantaria se divide em: Motorizada; Blindada; Mecanizada; de Selva; de Montanha; Paraquedista; Leve; Guarda e Polícia do Exército (Cavotti, 2021).

¹ Operações militares – são atividades de cunho operacional.



2.2 Cavalaria

O *Manual de Campanha - A Cavalaria nas Operações (EB 70-MC-10.222)* mostra a doutrina básica de emprego da Cavalaria e como ela é inserida nas operações da Força Terrestre do Exército Brasileiro. “Por suas características de emprego e constituição de seus elementos de manobra, a Cavalaria apresenta flexibilidade suficiente para adaptar-se rapidamente às mudanças de situação tática do ambiente operacional” (Brasil, 2018a, p. 1–2).

O cavalariano se caracteriza pela sua necessidade de ser flexível e de se adaptar às situações que surgem no combate, pois na maioria das vezes atuará isoladamente e sem contato com o escalão superior (Cavotti, 2021).

A especialidade busca a vitória nas batalhas terrestres por meio de ações ofensivas extremamente rápidas e profundas. Para se alcançar esse êxito é necessário o elemento surpresa que confere grande dinamismo e favorece o êxito. Isso ocorre pela descentralização das operações que visa preservar a iniciativa em todos os escalões e níveis de comando. Tal flexibilidade almeja obrigar o inimigo a reagir às ações dos escalões em combate, causando decisões desordenadas e ineficientes (Brasil, 2018a).

Desse modo, a tropa de Cavalaria busca em sua atuação pressionar o inimigo, impedindo sua organização, reorganização e dificultando sua resistência. Trata-se de princípios básicos para o planejamento das ações que impactam diretamente na sua maneira de combater.

A Cavalaria tem suas características básicas de emprego definidas pela conjugação harmônica das peculiaridades dos seus meios. São características básicas da Cavalaria: mobilidade; potência de fogo; proteção blindada; ação de choque; e sistema de comunicações amplo e flexível. (Brasil, 2018a, p. 1–2).

Todos esses aspectos juntos resultam em características gerais que orientam o emprego das organizações militares de Cavalaria: flexibilidade; capacidade de combate; capacidade de manobra; capacidade de durar na ação; capacidade de se informar e de se cobrir; e aptidão dos seus quadros (Cavotti, 2021).

2.3 Artilharia

O *Manual de Campanha - A Artilharia de Campanha nas Operações (EB70-MC-10.224)* apresenta algumas características da Artilharia:

A Artilharia de Campanha é o principal meio de apoio de fogo da F Ter. Suas unidades e subunidades podem ser dotadas de morteiros, obuseiros e lançadores de mísseis e/ou foguetes. Os sistemas de mísseis e foguetes complementam o apoio de fogo prestado pelas unidades de tubo, executam fogos de aprofundamento do combate, bem como realizam fogos de apoio às operações conjuntas. A Artilharia de Campanha participa da Função de Combate, apoiando com Fogos o Movimento e a Manobra. (Brasil, 2019, p. 1–1).



A Artilharia possui como atividade precípua realizar o apoio de fogo em prol das armas base, ou seja, da Infantaria e da Cavalaria. Para isso, utiliza armamentos de grande calibre e com capacidade de alcançar longas distâncias. Organiza-se em unidade ou grande unidade para desenvolver o apoio de fogo nas operações militares. Para o planejamento das suas atividades é preciso levar em consideração as características do terreno, do combate, do inimigo, dentre outras (Brasil, 2019).

A Artilharia de Campanha tem por missão apoiar a força pelo fogo, engajando os alvos que ameacem o êxito da operação. Ao cumprir essa missão, a Artilharia de Campanha realiza as seguintes atividades: a) apoiar os elementos de manobra com fogos sobre os escalões avançados do inimigo; b) realizar fogos de contrabateria; e c) aprofundar o combate, pela aplicação de fogos sobre instalações de comando, logísticas e de comunicações, sobre reservas e outros alvos situados na zona de ação da força. (Brasil, 2019, p. 2-1).

Além da Artilharia de Campanha existe também a Artilharia de Foguetes que fornece apoio de fogo às forças de manobra, normalmente a grandes distâncias, por meio do uso de foguetes lançados de plataformas específicas e a Artilharia Antiaérea, que tem como objetivo principal proteger áreas terrestres, navais e aéreas, contra-ataques de aeronaves, mísseis e outros vetores aéreos. Essa defesa é de extrema importância no combate e pode ser realizada através de canhões antiaéreos, sistemas de mísseis, radares, sistemas de controle de tiro e outros equipamentos que se propõem a detectar, rastrear e interceptar alvos aéreos.

2.4 Engenharia

Segundo o *Manual de Campanha - A Engenharia de Corpo de Exército e de Divisão de Exército (EB70-MC-10.245)*, a arma de Engenharia visa possibilitar a liberdade de ação do poder militar. Para isso, atua para diminuir as dificuldades apresentadas pela diversidade de terrenos, para remover obstáculos naturais ou artificiais e, com isso, aumentar o poder de combate da Força Terrestre. O seu emprego ocorre tanto em tempo de paz, contribuindo com os interesses nacionais com a realização de obras (construção de estradas, aeroportos, poços artesianos etc.), como na guerra, realizando o apoio as armas base (facilitando o deslocamento das tropas amigas e dificultando deslocamentos de tropas inimigas) (Brasil, 2020).

Segundo o Exército Brasileiro (2020), a engenharia militar possui duas grandes vertentes: a de combate e a de construção. A Engenharia de Combate é a especialidade voltada para o campo de batalha, dando suporte à Infantaria e à Cavalaria em suas operações. Para isso, realiza tarefas como a construção e manutenção de vias e pontes, a superação de barreiras naturais, como rios, e a remoção de obstáculos que possam comprometer o deslocamento das tropas. Também atua no sentido de restringir o movimento do adversário, criando obstáculos e utilizando campos minados, por exemplo.



Por outro lado, a Engenharia de Construção, quando em tempo de paz, contribui para o desenvolvimento nacional construindo pontes, estradas, aeroportos, açudes, barragens, poços artesianos, ferrovias, dentre outras.

O Manual de Campanha, sob a designação EB70-MC-10.245, estabelece diretrizes para as atividades da Engenharia:

A Arma de Engenharia contribui para uma maior liberdade de ação do poder militar, mitigando os efeitos do terreno e multiplicando o poder de combate da Força Terrestre (F Ter). Para isso, deve estar apta a atuar nos diferentes ambientes operacionais, em situações de guerra e de não guerra. As operações no amplo espectro dos conflitos exigem da Engenharia o alinhamento ao conceito operativo do Exército, que tem como premissa a maior combinação, simultânea ou sucessiva, de operações ofensivas, defensivas e de cooperação e coordenação com agências, ocorrendo em situação de guerra e de não guerra. A situação determina a preponderância de uma operação sobre as outras, o que requer da Arma de Engenharia maior flexibilidade em seu planejamento e emprego. (Brasil, 2020, p. 1–1).

2.5 Intendência

Com base em informações do Exército Brasileiro (2020), o Serviço de Intendência é a especialidade encarregada do apoio logístico e financeiro à Força Terrestre. Suas responsabilidades variam de acordo com o nível hierárquico. Nas unidades operacionais, ele é responsável pela gestão de bens essenciais, como alimentos e materiais de almoxarifado. Em níveis mais elevados, a Intendência supervisiona o sistema econômico-financeiro do Comando do Exército, abrangendo atividades de planejamento e execução orçamentária, bem como a administração financeira e contábil de todos os recursos.

Ainda, conforme o Exército Brasileiro (2020), a Intendência assume a responsabilidade pelo Controle Interno da instituição, um órgão diretamente subordinado ao Comandante do Exército. Adicionalmente, os intendentess atuam nos quadros do Comando Logístico (COLOG), que tem como objetivo prever e prover os recursos essenciais de suprimento, manutenção e transporte para as operações da Força.

2.6 Comunicações

A Arma de Comunicações, também designada como "Arma do Comando", é essencial para o apoio e o controle das tropas em operações militares. Sua principal função é estabelecer e manter as ligações entre os escalões superior e subordinado, assegurando que as atividades possam ser devidamente coordenadas e controladas. A especialidade tem uma função estratégica na defesa nacional ao empregar conhecimentos de Guerra Eletrônica para gerir o espectro eletromagnético no país.

Trabalhar no sentido de agregar novas tecnologias e componentes, destacar meios (pessoal e material), integrar-se aos demais sistemas civis instalados na área de operações e ao Sistema Estratégico de Comunicações (SEC) são algumas características básicas e necessárias das



unidades de comunicações para cumprir as missões previstas num ambiente difuso e incerto, proporcionado pelo combate moderno. (Brasil, 2003, p.1-2).

Em combate, a Arma de Comunicações intercepta e dificulta as mensagens inimigas, ao mesmo tempo que protege as comunicações das tropas amigas. Essa especialidade é vital para os comandantes, pois garante a transmissão rápida e eficiente de informações aos subordinados. A necessidade de atualização é constante, especialmente com o advento da guerra cibernética, o aumento da complexidade das manobras e o rápido avanço tecnológico, para que a Arma possa apoiar o comando das operações da forma mais adequada. Segundo o Exército Brasileiro (2020), isso está alinhado ao ciclo de tomada de decisão, que se baseia em detectar, comparar, analisar, decidir e agir com base nos estímulos do ambiente para restabelecer a situação desejada.

2.7 Material Bélico

Com base em informações do Exército Brasileiro (2020), o Quadro de Material Bélico (QMB) executa o apoio logístico focado na manutenção do material bélico, como armamentos, viaturas e aeronaves. Suas atribuições incluem a reposição de peças e o suprimento de combustíveis, óleos e lubrificantes para o maquinário da Força Terrestre. A origem do QMB remonta ao período pós-Segunda Guerra Mundial, impulsionada pela observação da Força Expedicionária Brasileira (FEB) quanto à necessidade de uma manutenção eficiente para assegurar a operacionalidade dos meios de combate.

A missão do Quadro de Material Bélico é definida no Manual de Campanha – Emprego do Material Bélico (C9-1): “O Material Bélico tem por missão apoiar as forças em operações, nos prazos locais exigidos pela situação tática, assegurando aos elementos apoiados o mais elevado grau de disponibilidade do seu material” (Brasil, 1986, p. 2–1).

Uma visão mais atual das missões do Quadro é apresentada no Manual de Campanha – Logística Militar Terrestre (EB70-MC-10.238), que aborda a Função Logística de Manutenção.

Esta Função Logística refere-se ao conjunto de atividades que são executadas visando a manter o material em condição de utilização durante todo o seu ciclo de vida e, quando houver avarias, restabelecer essa condição. A manutenção assegura às forças apoiadas a disponibilidade dos equipamentos, por meio da reparação e da gestão, estocagem e distribuição de peças de reparação. As atividades da Função Logística Manutenção são: a) levantamento das necessidades; b) manutenção preventiva; c) manutenção preditiva; d) manutenção modificadora; e e) manutenção corretiva. (Brasil, 2018c, p. 3–1).

A partir dessa sucinta apresentação das especialidades combatentes, buscou-se disponibilizar informações que ilustrem as características peculiares de suas atividades e como isso, possivelmente, se reflete no **espírito das armas**. Desde então, buscou-se ensinar o entendimento das possíveis



relações entre os espíritos das armas, conforme as constatações obtidas nas entrevistas, e os tipos psicológicos. Contudo, necessita-se realizar uma breve apresentação da teoria dos tipos psicológicos.

3 Tipologia Psicológica

Carl Gustav Jung foi um médico, psiquiatra e psicólogo suíço que formulou uma teoria psicológica que denominou de Psicologia Complexa e ele também designava por Psicologia Analítica a parte de sua teoria voltada para a atividade de psicologia clínica (Shamdasani, 2005). Em 1920, publicou o livro *Tipos Psicológicos* no qual buscou explicar como as pessoas interagem com seu ambiente e com outras pessoas a partir de suas atitudes e funções psíquicas.

As atitudes são as disposições psíquicas que indicam a orientação da energia psíquica. Na atitude extrovertida a energia psíquica flui para objetos externos ao sujeito, enquanto na atitude introvertida essa flui para objetos internos. O objeto é uma representação mental de algo que funciona como símbolo psíquico estabelecido a partir da percepção e do processamento, ou seja, de como a pessoa ‘vê o mundo e a si mesmo’. As funções psicológicas são formadas por pares de opostos sendo elas: as racionais - o pensamento e o sentimento -; e as irracionais - a sensação e a intuição -. As funções que estabelecem como a pessoa percebe e processa os objetos (externos e internos). (Jung, 2012)

As atitudes e funções estão presentes em todas as pessoas, contudo, uma das atitudes é mais dominante e consciente e a outra mais inconsciente. O mesmo ocorrendo com as funções, uma é mais dominante e consciente enquanto as demais são subordinadas e inconscientes. Dessa maneira, a atitude e função predominantes influenciam na maneira como os indivíduos formam as representações mentais dos objetos. Ao realizar a explicação acerca da atitude geral da consciência, Jung indica que o extrovertido coloca o objeto como fator determinante e que desempenha em sua consciência papel bem maior do que sua opinião subjetiva, o inverso ocorre com o introvertido que utiliza as determinantes subjetivas como decisivas (Jung, 2012). Além dos tipos, Jung constatou as seguintes funções:

A sensação constata o que realmente está presente. O pensamento nos permite conhecer o que significa este presente; o sentimento qual o seu valor; a intuição, finalmente, aponta as possibilidades do “de onde” que estão contidas neste presente. E, assim, a orientação com referência ao presente é tão completa quanto a localização geográfica pela latitude e longitude. As quatro funções são algo como os quatro pontos cardeais, tão arbitrários e tão indispensáveis quanto estes. Não importa que os pontos cardeais sejam deslocados alguns graus para a esquerda ou para a direita, ou que recebam outros nomes. É apenas uma questão de conversão e compreensão. (Jung, 2012, p. 545).



Todavia, a predominância de uma atitude e de uma função não exclui a participação da outra atitude e demais funções do sistema psíquico, pois todas elas se complementam e contrapõem. Assim, quando a atitude ou função dominante é, por algum motivo, coibida, ou seja, suprimida ao inconsciente, a atitude inferior ou outra função irá emergir e assumir o controle da personalidade em resposta a situação que exigiu essa adaptação (Jung, 2012).

A atitude e função psíquica mais desenvolvida no indivíduo, por isso predominante, são os principais instrumentos que orientam a personalidade da pessoa. Baseando-se nas possibilidades da combinação de atitudes e funções predominantes, Jung propôs a existência de oito tipos psicológicos (Jung, 2012).

A tipologia subdivide-se em dois grupos de quatro tipos, que são formados por uma atitude acompanhada por uma função, ambas predominantes. Assim sendo os tipos psicológicos, para Jung, são os seguintes: pensamento-extrovertido; sentimento-extrovertido; sensação-extrovertido; intuição-extrovertido; pensamento-introvertido; sentimento-introvertido; sensação-introvertido; e intuição-introvertido. Cada tipo psicológico, por suas peculiaridades na percepção e processamento das informações, proporciona potencialidades diferentes aos indivíduos (Jung, 2012).

Isabel Myers e Katharine Briggs, baseando-se na tipologia junguiana, criaram um teste psicológico para identificar o tipo psicológicos dos indivíduos. Contudo, enquanto Jung teoriza oito tipos psicológicos, explicados pela atitude e função psíquica principal, Myers e Briggs apontam para dezesseis tipos, pois acrescentam as funções de julgamento e de percepção, que apontam a função principal e a auxiliar dos tipos. Assim, na tipologia delas, além da atitude predominante, são consideradas uma função principal e predominante e uma função auxiliar. Se a função principal for racional (julgamento) a auxiliar será irracional (percepção), podendo ocorrer o contrário. Os 16 tipos são identificados por quatro letras em uma sequência, de acordo com o quadro 1 abaixo:

Quadro 1: Tipos Psicológicos de Myers-Briggs.

ORDEM DA LETRA		SIGNIFICADO	
1 ^a	Disposição	E - Extroversão	I – Introversão
2 ^a	Função de percepção	S - Sensação	N – Intuição
3 ^a	Função de Julgamento	T - Pensamento	F – Sentimento
4 ^a	Função predominante	J - Julgamento	P – Percepção

Fonte: Ramos, 2005.

Dessa forma, os 16 tipos formam quatro grupos (pensativos, sentimentais, sensitivos e intuitivos) e são identificados por quatro letras na sequência: disposição, função de percepção, função de julgamento, função predominante, de acordo com o quadro 2 abaixo:

**Quadro 2:** Representações dos 16 tipos psicológicos de Myers-Briggs.

TIPOS	REPRESENTAÇÃO			
TIPOS PENSATIVOS	ESTJ	ENTJ	ISTP	INTP
TIPOS SENTIMENTAIS	ESFJ	ENFJ	ISFP	INFP
TIPOS SENSITIVOS	ESTP	ESFP	ISFJ	ISTJ
TIPOS INTUITIVOS	ENTP	ENFP	INTJ	INFJ

Fonte: Ramos, 2005.

Diversos outros testes foram criados baseando-se na ampliação da tipologia junguiana proposta por Myers e Briggs, tanto para identificar a tipologia dos indivíduos como dos cargos e funções de uma organização. Com isso, a tipologia psicológica junguiana mostrou-se ser um poderoso instrumento para o uso clínico, para a orientação vocacional e/ou profissional, e para um amplo uso organizacional.

Dessa forma, serão apresentadas as correlações identificadas entre o espírito das armas e a tipologia psicológica formulada por Jung e expandida por Myers e Briggs.

4 Metodologia

As entrevistas foram conduzidas com 21 oficiais, professores e instrutores da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), que possuíam diferentes tempos de formação. A partir dessas entrevistas, aplicou-se a técnica de análise de conteúdo, conforme proposta por Bardin (2002). Esse método permitiu a criação de sete análises distintas, uma para cada especialidade, o que foi essencial para descrever cada uma delas de forma individualizada.

A análise de conteúdo de Bardin (2002) consiste em um conjunto de técnicas para analisar comunicações de maneira sistemática e objetiva. Isso permite que, a partir de dados subjetivos, se alcance uma objetividade científica através de um processo dedutivo. Para esta pesquisa, foram utilizados indicadores temáticos e frequenciais, e a análise seguiu as três fases clássicas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, que inclui a inferência e a interpretação.

Assim, a metodologia aplicada garantiu um processo rigoroso e estruturado. A etapa de pré-análise foi crucial para organizar os dados, enquanto a exploração do material permitiu aprofundar a compreensão das informações coletadas. Por fim, o tratamento e a interpretação dos resultados possibilitaram a extração de conclusões válidas sobre as características de cada especialidade, combinando a percepção dos participantes com a objetividade do método científico.



Para a pré-análise, todas as vinte e uma entrevistas foram selecionadas e utilizadas, e após a realização de uma leitura flutuante, buscou-se verificar a pertinência, representatividade e homogeneidade.

Durante o processo empregou-se a técnica de análise de conteúdo para identificar a recorrência de palavras e ideias. Essas unidades de sentido recorrentes foram agrupadas em categorias, denominadas "atributos". A escolha dessa terminologia justificou-se pela busca por particularidades, qualidades e características intrínsecas às especialidades investigadas. Durante a fase de codificação, foram delimitadas as unidades de registro e de contexto, e as palavras e trechos de entrevista com representação semântica semelhante foram agrupados.

A quantificação dos atributos foi baseada na frequência de repetição de ideias ou palavras, considerando-se a soma das ocorrências individuais e entre os sujeitos de uma mesma especialidade. Por exemplo, se um sujeito mencionou uma palavra duas vezes e outros dois a mencionaram uma vez cada, o atributo correspondente registrou quatro ocorrências. A formulação desses atributos foi subsidiada pela experiência dos autores no contexto do Exército Brasileiro. Já no tratamento dos resultados utilizou-se a inferência, como forma de interpretação controlada.

Segundo Cavotti (2021) o sistema de valores inerente ao contexto militar, expresso por uma linguagem técnica específica, teve seus termos explicitados para facilitar a compreensão do texto, especialmente para leitores não familiarizados com o vocabulário empregado nas entrevistas. A delimitação dos atributos foi fundamentada nas Normas para desenvolvimento e avaliação dos conteúdos atitudinais (EB60-N-05.013), que serviram de ponto de partida para a categorização. O estudo, no entanto, também incorporou características adicionais que emergiram dos depoimentos e não se encontravam na norma. O resultado da combinação desses conteúdos atitudinais e características foi denominado "atributos" (BRASIL, 2014b).

A seguir, em ordem alfabética, é apresentada a lista completa dos 43 atributos que foram identificados a partir da análise de todas as entrevistas realizadas com oficiais das sete especialidades:

Abnegação; Adaptabilidade; Alto nível de concentração; Ampla visão do espaço que ocupa durante uma atividade; Atividades em ambiente fechados; Autoaperfeiçoamento intelectual; Autoconfiança; Autonomia para desempenhar suas funções; Camaradagem; Comprometimento com a missão; Contato com tecnologias; Coragem; Dedicação; Detalhista; Dinamismo; Descrição; Crítico; Emocionalmente estável; Entusiasmo; Esforço intelectual maior que esforço físico; Espírito de aventura; Espírito de cooperação com as outras armas; Flexibilidade; Flexibilidade para resolver os problemas; Gostar de lidar com pessoas; Honestidade; Ímpeto; Importância de técnica apurada; Iniciativa; Interface com áreas não militares; Liderança; Necessidade de amadurecimento logo no início da carreira; Objetividade; Operacionalidade; Organização; Precisão; Preparo físico;



Resiliência; Responsabilidade; Trabalho individualizado; Trabalho técnico; Tradição; Vigor físico (Brasil, 2014b).

5 O espírito das Armas e sua relação com a tipologia psicológica

As atividades específicas de cada especialidade combatente foram levantadas por uma busca documental e brevemente relatada na seção 2. Para o levantamento das peculiaridades do espírito de cada especialidade realizou-se entrevistas com militares integrantes delas em momentos diferentes da carreira militar. Desse modo, a partir da análise, categorização e interpretação desses dados foi possível identificar características do espírito das armas e estabelecer possíveis relações com a tipologia psicológica de Jung.

5.1 O espírito das armas

Conforme destaca Cavotti (2021), as percepções dos sujeitos da pesquisa a respeito do "espírito de Arma" foram consistentemente similares, independentemente do tempo de serviço ou da experiência acumulada desde a formação. Todos os entrevistados concordaram que sua respectiva Arma possui um ethos distintivo. A identidade de cada espírito é influenciada por uma combinação de fatores, incluindo as atividades específicas da Arma, suas tradições, suas raízes históricas e a figura de seus heróis. A relevância desses elementos foi evidenciada pela sua contribuição para a perenidade e coesão do espírito ao longo dos anos.

5.1.1 Infantaria

O protagonismo no cenário de combate é condicionado pela coragem. O militar de Infantaria, devido à natureza de suas atribuições, está continuamente sujeito a riscos de vida no teatro de operações. Tal coragem é indissociável do entusiasmo, um fator motivacional crucial para que o comandante, em qualquer nível, possa inspirar sua tropa a cumprir ordens que implicam em alto risco pessoal. Os atributos da Arma de Infantaria, conforme identificados nesta pesquisa, são: Coragem; Entusiasmo; Dedicação; Responsabilidade; Flexibilidade; Espírito de aventura; Operacionalidade; Abnegação; Resiliência; Liderança; Habilidade de relacionamento interpessoal; Iniciativa; Vigor físico; Camaradagem; Autoconfiança e Adaptabilidade. Na sequência, são apresentados trechos representativos das entrevistas conduzidas com oficiais de Infantaria.

1A: “A infantaria é uma arma base² e uma arma de manobra³, assim, acredito que os militares que a escolhem desejam participar do protagonismo nos campos de batalha, dispostos a enfrentar as agruras do combate” e “na minha visão, a característica mais marcante do oficial de infantaria é a necessidade de aprender a comandar grandes efetivos...”

² Armas base - Infantaria e Cavalaria.

³ Arma de manobra - refere-se à possibilidade tática de distribuição de frações de combate pelo campo de batalha.



- 1B: “Eu acho que o Infante tem a arraigada a adaptabilidade um espírito de cumprimento de missão e vibração total...”
1C: “Talvez seja uma coisa bem marcante na minha arma, que se tu não gostar de lidar com ser humano tu não podes ser de infantaria...”

5.1.2 Cavalaria

A Arma de Cavalaria distingue-se por sua forte ligação com as tradições. O uso da bota no uniforme é uma particularidade que remete diretamente aos militares de épocas anteriores, que utilizavam cavalos como principal meio de locomoção. A permanência de equinos em algumas unidades do Exército, apesar de sua descontinuidade no combate, reforça o culto a essas tradições. O espírito da Cavalaria é moldado por essas tradições, que também contribuem para a perenidade das características autênticas do cavalariano. Atualmente, o carro de combate é o meio de locomoção predominante, proporcionando uma combinação de segurança, velocidade e poder de fogo. O emprego intensivo desse equipamento é uma das características contemporâneas da Arma. Os atributos identificados na Arma de Cavalaria incluem: Camaradagem, Autonomia, Objetividade, Dinamismo, Tradição, Coragem, Iniciativa, Operacionalidade, Flexibilidade e Ímpeto. A seguir, são apresentados três trechos das entrevistas conduzidas com oficiais de Cavalaria.

2A: “Principais características da arma de Cavalaria é a flexibilidade, as comunicações amplas e flexíveis⁴, a impulsão do ataque e bastante a iniciativa da arma, é uma característica que ela vai pro combate à frente...”

2B: “Capacidade de análise e decisão em curto espaço de tempo e foco no objetivo” e “o que nos importa é o estado final desejado, a intenção do comandante, todo o resto é detalhe...”

2C: “Eu penso que a principal característica da Cavalaria é a camaradagem...”

5.1.3 Artilharia

Para a Arma de Artilharia, a precisão é um imperativo operacional. A execução de um tiro a dezenas de quilômetros requer total atenção aos cálculos balísticos. Inicialmente, são realizadas as medições topográficas para a obtenção das coordenadas geográficas das posições da bateria, do comando da linha de fogo, de cada obuseiro, do ponto de referência para a pontaria, do posto de observação e do alvo. Tais dados são então enviados a uma central de tiro, responsável por transformá-los em elementos de tiro com precisão em milésimos. Qualquer imprecisão na angulação entre o obuseiro e o alvo pode resultar em um desvio significativo. O erro pode não apenas comprometer a missão, mas também representar um risco à integridade da tropa amiga, sobre a qual o tiro de Artilharia é, em muitos casos, realizado. A excelência técnica é, portanto, indispensável para que o apoio de fogo seja eficaz e seguro. Os atributos da Arma de Artilharia são: Detalhista; Relevância da técnica apurada; Precisão; Operacionalidade; Flexibilidade para a resolução de problemas; Ampla visão do espaço operacional; Estabilidade emocional; Senso crítico; Organização;

⁴comunicações amplas e flexíveis estão relacionadas à utilização de meios de comunicação (como rádios comunicadores) durante os grandes deslocamentos que ocorrem nas operações (como infiltrações e reconhecimento) em território inimigo.



Liderança e Preparo físico. Na sequência, são apresentados trechos representativos das entrevistas com os oficiais de Artilharia.

3A: “Eu acho que a característica da arma de Artilharia ela consegue unir tanto a parte técnica quanto a parte operacional. Acho que o oficial militar da arma de Artilharia ele tem que ter bastante conhecimento técnico, assim, como conhecimento da parte mais combatente...”

3B: “O Exército coloca sob o comando dos artilheiros seus sistemas de armas mais letais, razão pela qual espera-se do artilheiro a meticulosidade no seu manejo. A meticulosidade é fundamental para evitar o fratricídio⁵...”

3C: “Está bem estabelecido na arma, o espírito dela e tá bem apropriado também o que... meticulosidade, o detalhamento e a organização, são atributos dentre outros que são realmente necessários pro artilheiro pela própria missão da Artilharia...”

5.1.4 Engenharia

A Arma de Engenharia tem como missão precípua o apoio às demais especialidades. No campo de batalha, suas atividades incluem a construção de pontes para a progressão das tropas, a edificação de abrigos e a instalação de campos de minas para restringir o avanço inimigo. Todas as suas missões são voltadas para o suporte às outras Armas. O trabalho da Engenharia é fisicamente exigente, envolvendo o transporte de equipamentos pesados, como pontes articuladas e pontões para a montagem de passarelas sobre cursos d'água. O lema "ao braço, firme" reflete a natureza do trabalho coletivo no transporte de cargas pesadas. O engenheiro possui um elevado nível de operacionalidade, pois sua atuação interfere diretamente na progressão da tropa amiga e na interdição do avanço inimigo. Para isso, emprega explosivos, maquinário pesado, embarcações, e realiza a construção e demolição de pontes, estradas e abrigos. Os atributos da Arma de Engenharia são: Camaradagem; Espírito de cooperação com as outras armas; Trabalho técnico; Operacionalidade; Responsabilidade; Abnegação; Disciplina; Comprometimento com a missão e Organização. Na sequência, são apresentados trechos das entrevistas com oficiais de Engenharia.

4A: “Tanto na vertente de combate e de construção o espírito de corpo se destaca muito, afinal, o trabalho sempre está interligado com todos os níveis hierárquicos, um dependendo do outro para alcançar um objetivo, seja concluir uma obra ou realizar um apoio à arma base...”

4B: “Eu acredito que a arma de engenharia é uma arma combatente, mas que também possui é... características técnicas, principalmente em virtude dos trabalhos de construção que a arma realiza...”

4C: “A sua capacidade de atuar na frente de combate apoiando a mobilidade e a contramobilidade e, ainda, a sua atuação na área de retaguarda, dão a ela a capacidade de apoiar em toda a plenitude do combate, acentuando o espírito de servir do engenheiro...”

5.1.5 Intendência

A atuação do oficial de Intendência na gestão administrativa exige um perfil articulado e proativo, com responsabilidades que incluem a constante busca por informações e atualizações no âmbito jurídico-administrativo. O objetivo é garantir a conformidade com a legislação na aquisição de materiais para as organizações. Durante períodos de paz, esse profissional dedica-se a atividades

⁵ Fratricídio no caso seria atirar na própria tropa amiga.



predominantemente administrativas. O serviço requer um amadurecimento profissional precoce, além de qualidades como honestidade, autonomia, iniciativa, responsabilidade e atenção a detalhes. Frequentemente individualizada, a atuação do intendente, que pode servir em organizações de outras especialidades como chefe de rancho, almoxarifado ou tesoureiro, pode dificultar a criação de laços de camaradagem com os pares de sua própria arma. Para o sucesso na carreira, o intendente deve demonstrar um espírito de cooperação com as demais armas, flexibilidade e um contínuo autoaperfeiçoamento intelectual.

Abaixo seguem alguns trechos das entrevistas com os oficiais de Intendência:

5A: “A principal diferença é o nível de responsabilidade atribuído pelos Comandantes aos Aspirante a Oficial Intendentes desde muito cedo. Desde a apresentação na OM, o Aspirante a Oficial é responsável pelo planejamento, execução e prestação de contas de recursos públicos recebidos pelas OM...”

5B: “Preocupação com a previsão logística, a fim de bem servir aos demais”, “preocupação permanente com a correção de ações para evitar danos à imagem da Força e do Comandante” e “permanente autoaperfeiçoamento intelectual em razão da complexidade e evolução permanente da legislação da Administração pública...”

5C: “Atua, desde muito cedo na carreira, como assessor direto do comando para os assuntos ligados à administração, o que requer um grande amadurecimento e conhecimento profissional, muitas vezes sem ter um “mais antigo” para orientar...”

5.1.6 Comunicações

O oficial de Comunicações desempenha uma função de suporte essencial, auxiliando outras armas e, em particular, o comando de grandes unidades, como as brigadas. Tal responsabilidade exige que, precocemente na carreira, o oficial assessor diretamente oficiais de alta patente, demandando uma postura profissional madura e autoconfiante. O trabalho, por sua natureza técnica e coadjuvante em combate, é caracterizado pela discrição, contrastando com o perfil mais expansivo dos militares das armas-base. A constante evolução tecnológica na área requer que o oficial mantenha-se continuamente atualizado, e esse contato com a tecnologia, por vezes, estabelece intensa interação com o universo civil, o que exige uma interface com áreas não militares. A atividade, que muitas vezes ocorre em ambientes fechados, é frequentemente realizada de forma individualizada ou em pequenas equipes, demandando alto nível de concentração, organização, iniciativa e um esforço mais intelectual do que físico. Seu trabalho é técnico, exigindo amadurecimento precoce para lidar com as responsabilidades e o uso de tecnologias avançadas, sempre com um forte espírito de cooperação para apoiar as demais armas e o comando. Logo abaixo são apresentados trechos das entrevistas com oficiais de Comunicações.

6A: “É uma Arma que tem contato direto com o Comando, ou seja, uma Companhia de Comunicações apoia direto uma Brigada. Inevitavelmente, o tenente terá contato com Comandante da Brigada. Para isto, uma característica marcante no comunicante é a autoconfiança, para passar o seu conhecimento técnico para melhor assessorar seu Comandante...”

6B: “A atitude receptiva às novas tecnologias e às inovações são características positivas...”

6C: “Particularmente devido ao emprego de recursos tecnológicos em constante evolução, a Arma de Comunicações costuma atrair militares com maior capacidade de concentração, que desenvolvem trabalhos isoladamente” e “Por ser



arma de apoio ao combate, seus integrantes internalizam a postura de serviço, de coadjuvante nas ações, o que talvez confira certa ‘humildade’ de comportamento...”

5.1.7 Material Bélico

O oficial de Material Bélico assume, logo no início da carreira, a responsabilidade pela gestão de grandes oficinas, focando na manutenção para garantir a disponibilidade dos equipamentos para as demais especialidades. O trabalho é marcado pela proximidade da equipe, que, devido ao efetivo reduzido, opera de maneira coesa, o que fortalece a união entre os integrantes da arma sem comprometer a hierarquia. A atuação do "matbeliano" é intrinsecamente cooperativa, pois sua missão é apoiar as outras armas, e não o benefício próprio. Para isso, o oficial deve agir com visão estratégica, antecipando as necessidades futuras das demais especialidades e garantindo o apoio logístico necessário, tanto em termos de material quanto de pessoal. Essa dinâmica demanda atributos como camaradagem, trabalho técnico, dedicação, dinamismo e um precoce amadurecimento profissional.

7A: “Eu acho que o Material Bélico atua tanto na parte técnica como na parte operacional, vai depender... da unidade que a gente vai apoiar, vai estar dizendo ali quais são ali as mais focadas para o apoio logístico....”

7B: “O gerenciamento de recursos escassos e a grande demanda de serviços contribuem para o fortalecimento desse espírito de equipe” e “a exigência da parte técnica e o efetivo reduzido são comuns nas OM em que o Matbeliano é empregado....”

7C: “Proporcionar o apoio logístico necessário às outras armas para o cumprimento de suas missões, em tempo de paz ou de guerra, prevendo, provendo e suprindo os meios necessários” e “foco na manutenção e suprimento a fim de garantir a disponibilidade e o pronto emprego dos materiais e instalações...”

5.2 O espírito das Armas e a tipologia psicológica

A partir das informações sobre as tipologias psicológicas da obra *Tipos Psicológicos* de C. G. Jung, complementadas pelas informações disponíveis no manual do Questionário de Avaliação Tipológica (QUATI), que é um teste psicológico construído com base na ampliação proposta por Myers e Briggs da tipologia psicológica de Jung e oferece uma descrição das características de cada tipo psicológico e suas aplicações organizacionais, buscou-se estabelecer as possíveis relações entre o espírito de cada Arma com os tipos psicológicos junguianos. Com isso, foram destacados alguns tipos psicológicos cujas características apareceram como mais ênfases em cada especialidade (Cavotti, 2021).

5.2.1 Infantaria

Conforme apresenta Cavotti (2021), o perfil psicológico extroversão, sensação e sentimento é preponderante entre os integrantes da Infantaria. Indivíduos com essa tipologia tendem a ser mais adaptáveis, com notável aptidão para mediar conflitos e aliviar tensões. Tais características conferem-lhes uma habilidade particular para identificar a ação adequada para cada momento e executá-la com precisão.



Ademais, demonstram proficiência na gestão de pessoas e na resolução de problemas, valorizando situações que exigem pragmatismo, iniciativa e adaptabilidade. A coragem, a destreza física e a capacidade de solucionar impasses de forma rápida e eficaz são qualidades apreciadas por esse grupo. No âmbito organizacional, apresentam uma postura entusiasmada e colaborativa, exercendo a liderança por meio do trabalho em equipe (Zacharias, 2003).

Os atributos da Infantaria destacam a coragem como uma característica central, refletindo o espírito da arma e a natureza de sua atuação. O infante, por estar sempre na linha de frente durante os combates, tem o enfrentamento de conflitos como parte essencial de sua missão. A constante interação pessoal é uma realidade intrínseca à especialidade, uma vez que o trabalho ocorre em frações numerosas.

Além disso, a essência do trabalho do infante é marcada pelo trabalho em equipe e pela liderança. A necessidade de adaptação às diferentes circunstâncias é fundamental, considerando a variedade de atividades e ambientes em que os infantes são empregados.

5.2.2 Cavalaria

Ao verificar a análise de Cavotti (2021), em relação à Cavalaria, o perfil psicológico extroversão, sentimento e sensação, apresentado Zacharias (2003), demonstra maior afinidade com as atividades e atributos que caracterizam o espírito dessa arma. Indivíduos com essa tipologia irradiam calor humano e simpatia, mostrando-se perseverantes e sensíveis às interações sociais. São marcados pela tendência a idealizar pessoas, instituições e causas que admiram, mantendo uma extrema lealdade a elas. Adicionalmente, exibem uma natureza prática e realista, e, no contexto organizacional, valorizam a manutenção e a afirmação de suas tradições (Zacharias, 2003).

Observa-se, por meio de entrevistas, a forte ênfase na camaradagem, refletindo o significativo vínculo afetivo entre seus membros. As tradições e a história da Cavalaria, incluindo a idealização e o culto aos heróis, são fortemente valorizadas. A objetividade no cumprimento das missões é expressa pelo lema da arma, "missão pela finalidade", o que também demonstra a abordagem prática e realista dos seus integrantes.

5.2.3 Artilharia

Conforme apresenta Cavotti (2021), três tipos psicológicos, apresentados por Zacharias (2003), possuem uma relação equilibrada com as características e o espírito da Artilharia. No perfil Extrovertido, Sensação e Sentimento, o indivíduo demonstra habilidade para mitigar tensões e discernir com precisão a ação apropriada para cada contexto. Profissionais com essa tipologia prosperam em ambientes que demandam realismo, oportunidade para a ação e adaptabilidade, e valorizam a capacidade de resolver problemas de forma rápida e eficaz. Em nível organizacional,



destacam-se pela competência em gerir situações críticas com diplomacia e espírito cooperativo.

Já o perfil Extrovertido, Sensação e Pensamento destaca-se em áreas tecnológicas. A nível organizacional, esses indivíduos são motivados, realistas, tendem a aceitar riscos e preferem trabalhar com pessoas orientadas para resultados práticos. Por fim, no perfil Introverso, Sentimento e Sensação, os indivíduos, quando emocionalmente engajados com o trabalho, esforçam-se pela excelência. Em um contexto organizacional, buscam a satisfação na execução de tarefas e conduzem a rotina de forma cooperativa e cortês (Zacharias, 2003).

De acordo com entrevistas, a Artilharia exige equilíbrio emocional como uma característica fundamental para o desempenho de suas funções. A condução do tiro, embora realizada em um ambiente de alta tensão, não permite equívocos, pois um erro de cálculo pode resultar em fogo amigo. Por essa razão, a precisão e a atenção aos detalhes são atributos essenciais.

O processo que envolve o disparo requer exatidão em todas as suas etapas, desde os cálculos topográficos e a localização dos alvos até os cálculos finais do tiro, que são inseridos nos obuseiros. Os treinamentos da Artilharia são conduzidos com um alto grau de realismo, frequentemente empregando munição real. A agilidade e a eficácia são imprescindíveis, pois o apoio de fogo é geralmente solicitado pela Infantaria e pela Cavalaria em situações de desvantagem ou sob fogo inimigo. A rapidez e a eficiência do artilheiro são cruciais para as tropas apoiadas, e a integração de novas tecnologias torna esse suporte ainda mais efetivo.

5.2.4 Engenharia

Segundo Cavotti (2021), a Engenharia Militar está associada a três tipos psicológicos, que se alinham de forma equilibrada com as características e o espírito da arma. O perfil Extrovertido, Sentimento e Sensação é comum entre os engenheiros, que demonstram interesse na realidade prática percebida pelos sentidos, tornando-os realistas e com os pés no chão. Esses indivíduos preferem carreiras que evitam a abstração excessiva e a análise impessoal, valorizando o trabalho em equipe com pessoas cooperativas (Zacharias, 2003).

Além disso, o tipo Extrovertido, Sensação e Sentimento também se relaciona com a Engenharia devido à capacidade de focar no presente e aceitar o que é real, o que os torna eficientes na resolução de problemas. Eles valorizam soluções práticas e se adaptam bem a cenários que exigem realismo. Outro perfil relevante é o Introverso, Sensação e Sentimento, cujos indivíduos são diligentes e trabalham arduamente quando estão emocionalmente engajados. Eles combinam sua capacidade de observação com o interesse pelas pessoas, atuando de maneira responsável, amigável e cooperativa (Zacharias, 2003).

A atuação dos engenheiros se dá no apoio às demais armas, na linha de frente do combate. A necessidade de serem práticos é fundamental para operacionalizar e concretizar as demandas das



outras especialidades, seja facilitando o avanço das tropas amigas ou dificultando a progressão do inimigo. Ao receberem uma missão, os engenheiros resolvem os problemas com afinco, abnegação e alto grau de operacionalidade. Seu trabalho é técnico e especializado, e o valor atribuído ao trabalho em equipe fomenta a camaradagem, uma vez que atuam frequentemente em grupos.

5.2.5 Intendência

Conforme a análise de Cavotti (2021), o perfil psicológico introvertido, sensação e pensamento é o que mais se alinha com as atribuições e o espírito da Intendência. Indivíduos com essa tipologia tendem a ser atraídos por carreiras que valorizam a organização e a atenção aos detalhes, sendo frequentemente adequados para funções administrativas. Caracterizam-se pela consistência e conservadorismo, buscando acumular fatos para embasar suas avaliações e decisões. O trabalho é tipicamente estruturado, focado nos detalhes, e demanda a organização prévia de materiais, com a contribuição de análises construtivas e uma execução eficiente (Zacharias, 2003).

A atuação do intendente ocorre, em grande parte, em ambientes de escritório, de forma individualizada, e distante do estresse direto do combate. No entanto, sua responsabilidade é a gestão de recursos do Exército, que exige organização, honestidade e amadurecimento. Atuando como guardiões das normativas, esses oficiais assessoram seus comandantes na administração do patrimônio público. Sua abordagem, de certa forma conservadora, visa orientar as chefias a fim de evitar impropriedades na gestão dos recursos das organizações militares.

5.2.6 Comunicações

Segundo a análise de Cavotti (2021), a arma de Comunicações está associada a dois perfis psicológicos principais. O tipo Extrovertido, Sentimento e Sensação tende a valorizar decisões bem estabelecidas, focando na organização de processos e na manutenção de todos os membros do grupo informados sobre as atividades em andamento. Já o tipo Introvertido, Sensação e Pensamento se destaca pela capacidade de absorver e recordar uma grande quantidade de informações com precisão. Indivíduos desse perfil aceitam a responsabilidade pela execução de tarefas, muitas vezes indo além de suas obrigações formais, e demonstram ser sistemáticos, perseverantes e detalhistas. Frequentemente, são atraídos por carreiras que valorizam a organização e a atenção aos pormenores, sendo lógicos, analíticos e excelentes executores, especialmente em ambientes de escritório (Zacharias, 2003).

O oficial de Comunicações, por sua vez, precisa desenvolver maturidade profissional precocemente devido à sua função de assessoramento a altos escalões. A função exige descrição, alta concentração e organização no manuseio de equipamentos de tecnologia avançada, o que frequentemente o leva a atuar em ambientes de escritório, muitas vezes de forma individualizada. Sua



atuação é de apoio, com foco na cooperação com as outras armas, sem a necessidade de tomar decisões diretas em combate, mas sim de assessorar os escalões envolvidos na linha de frente.

5.2.7 Material Bélico

Conforme apresenta Cavotti (2021), o Quadro de Material Bélico está relacionado com dois tipos psicológicos principais. O perfil Introverso, Sentimento e Sensação demonstra uma predisposição para a tolerância, flexibilidade e adaptabilidade. Indivíduos desse tipo não são motivados por impressionar ou dominar os outros, mas sim por uma profunda reflexão sobre seus valores e objetivos. Sua atenção se volta para a realidade concreta percebida pelos sentidos, e muitos possuem grande habilidade manual, expressando-se melhor através de suas criações do que com palavras. Organizacionalmente, buscam atender às necessidades das pessoas com cooperação, focando nos aspectos humanos do trabalho e assegurando o bem-estar dos colegas.

O perfil Extroverso, Sentimento e Sensação também se alinha à área, com indivíduos que irradiam simpatia e valorizam o contato humano. São amigáveis, perspicazes e empáticos, mostrando-se perseverantes, conscienciosos e ordeiros. Possuem uma orientação prática e realista, e suas qualidades se manifestam plenamente em atividades que exigem a interação com outras pessoas, demonstrando aptidão para a cooperação. No âmbito organizacional, preferem o trabalho em equipe, são atentos às necessidades dos outros e executam tarefas com exatidão, respeitando os prazos estabelecidos.

O especialista em Material Bélico é responsável por trabalhos técnicos de manutenção, apoiando as demais armas com a conservação de equipamentos, viaturas e armamentos. Para cumprir sua missão, a habilidade manual é uma aliada essencial, pois a rotina envolve o uso de ferramentas e equipamentos de oficina em geral. O elevado nível de companheirismo, resultado da convivência em efetivos reduzidos, facilita o trabalho em equipe e motiva os membros a alcançarem melhores resultados.

A abordagem prática e realista é fundamental para o cumprimento das missões de apoio logístico e de manutenção. A boa vontade de cooperar e a facilidade de relacionamento com outras pessoas enriquecem o espírito da arma e sustentam sua missão central de apoio às demais especialidades.

6 Considerações Finais

A análise dos dados obtidos na busca documental sobre a atividade específica de cada especialidade militar, entrelaçados com as entrevistas realizadas com os vinte e um oficiais da Academia Militar das Agulhas Negras, cada um com ampla experiência teoria e prática das suas



especialidades, permitiu elaborar uma compreensão básica do espírito das Armas, e assim foi possível estabelecer a possível relação com a tipologia junguiana.

Algumas relações entre o espírito das armas e a tipologia ficaram evidentes. No presente estudo pode-se verificar as seguintes correlações principais: **Infantaria** - Extrovertido, Sensação e Sentimento. **Cavalaria** - Extrovertido, Sentimento e Sensação. **Artilharia** - Extrovertido, Sensação e Sentimento; Extrovertido, Sensação e Pensamento; e Introvertido, Sentimento e Sensação. **Engenharia** - Extrovertido, Sentimento e Sensação; Extrovertido, Sensação e Sentimento; e Introvertido, Sensação e Sentimento. **Intendência** - Introvertido, Sensação e Pensamento. **Comunicações** - Extrovertido, Sentimento e Sensação; e Introvertido, Sensação e Pensamento. **Material Bélico** - Introvertido, Sentimento e Sensação e Extrovertido, Sentimento, Sensação.

Assim, alcançou-se o objetivo da pesquisa que se propôs a estabelecer possíveis relações entre o espírito das Armas, constituído a partir das peculiaridades das atividades desempenhadas em cada especialidade e dados das entrevistas, e a tipologia psicológica proposta por C. G. Jung e, posteriormente, ampliada por Myers e Briggs.

Desse modo, vislumbra-se a possibilidade da utilização dessas informações para ampliar as atividades de orientação vocacional e/ou profissional, já desenvolvidas na AMAN, combinado com o uso do QUATI para identificar o tipo psicológicos dos cadetes. Pode-se, também, utilizar outros instrumentos psicológicos que possibilitem a identificação do tipo psicológico.

Um estudo mais aprofundado sobre a correlação do espírito das especialidades com o perfil de uma tipologia psicológica, prevalente nas relações espírito militar, espírito das armas e comportamento humano, poderá complementar o presente estudo e se tornar uma importante ferramenta de orientação psicopedagógica, para auxiliar na orientação dos jovens que ingressam todos os anos no Exército Brasileiro para a realizarem sua formação como combatente.



Referências

- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2002.
- BRASIL. Exército Brasileiro. **Armas, Quadros e Serviços**. [S. l.], 2020. Disponível em: <http://www.eb.mil.br/armas-quadros-e-servicos>. Acesso em: 16 jun. 2020.
- BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha: A Cavalaria nas Operações** (EB70-MC-10.222). Brasília, DF: COTER, 2018a.
- BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha: A Engenharia de Corpo de Exército e de Divisão de Exército** (EB70-MC-10.245). Brasília, DF: COTER, 2020.
- BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha: A Infantaria nas Operações** (EB70-MC-10.228). Brasília, DF: COTER, 2018b.
- BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha: Artilharia de Campanha nas Operações** (EB70-MC-10.224). Brasília, DF: COTER, 2019.
- BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha: Batalhão de Comunicações** (C 11-20). Brasília, DF: COTER, 2003.
- BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha: Emprego do Material Bélico** (C 9-1). Brasília, DF, 1986.
- BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha: Logística Militar Terrestre** (EB70-MC-10.238). Brasília, DF: COTER, 2018c.
- BRASIL. Exército Brasileiro. **Normas para desenvolvimento de avaliação dos conteúdos atitudinais** (NDACA-EB60-N-05.013). Brasília, DF: DECEX, 2014b.
- BRASIL. Portaria nº 1.357, de 6 de novembro de 2014. Regulamento da Academia Militar das Agulhas Negras (EB10-R-05.004). Brasília, DF: Secretaria Geral do Exército, 2014a.
- CAVOTTI, Marco M. **EDUCAÇÃO SUPERIOR MILITAR & TIPOLOGIA PSICOLÓGICA JUNGUIANA: Um estudo sobre a escolha da especialização com cadetes do Exército Brasileiro**, [Dissertação de Mestrado], Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://tede.ufrrj.br/jspui/bitstream/jspui/6694/2/2021%20-%20Marco%20Mendes%20Cavotti.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2025
- CASTRO, Celso de. **O espírito militar: um antropólogo na caserna**. Rio de Janeiro, RJ: Zahar, 2004.
- JUNG, Carl Gustav. **Tipos psicológicos** (OC 6). 5. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.
- RAMOS, Luís Marcelo Alves. Os tipos psicológicos na psicologia analítica de Carl Gustav Jung e o Inventário de personalidade “Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)”: contribuições para a psicologia educacional, organizacional e clínica. **Educação Temática Digital**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 137–180, 2005. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/779>. Acesso em: 9 fev. 2023.
- SHAMDASANI, Sonu. **Jung e a construção da psicologia moderna: o sonho de uma ciência**. Aparecida, SP: Ideias & Letras, 2005.
- ZACHARIAS, José Jorge de Moraes. **Manual: Questionário de Avaliação Tipológica: versão II**. São Paulo, SP: Vetor, 2003.

Sistema de Gestão Ambiental na AMAN: relato de experiência com inovação digital e aplicação do SIGAEB

Environmental Management System at AMAN: experience report on digital innovation and the implementation of SIGAEB

RESUMO

Este relato descreve a experiência prática da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) na implementação de seu Sistema de Gestão Ambiental (SGA), fundamentado no Sistema de Gestão Ambiental do Exército Brasileiro (SIGAEB) e nos princípios da norma ISO 14001. A experiência incluiu o diagnóstico ambiental, o planejamento estratégico, a execução de projetos ambientais, a auditoria interna e o desenvolvimento de uma ferramenta digital inovadora – a GESTAMBI/AMAN – voltada a apoiar a gestão, assegurar a conformidade e promover a transparência. Como principais resultados, foram observados a padronização de rotinas e registros, o fortalecimento da governança ambiental, o aumento da rastreabilidade e da transparência dos dados e maior engajamento institucional. Conclui-se que a implementação do SGA na AMAN é viável e alinhada ao SIGAEB/ISO 14001, e que o suporte digital favorece a melhoria contínua.

Palavras-chave: Sistema de Gestão Ambiental. SIGAEB. ISO 14001. Ferramenta Digital GESTAMBI/AMAN. Sustentabilidade.

Marcello Marcondes Cardoso

Academia Militar das Agulhas Negras - AMAN, Resende-RJ, Brasil

Email: marcellomarcondes@outlook.com

ORCID:

<https://orcid.org/0009-0006-1114-0449>

Douglas Oliveira Marcondes Cardoso

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Medianeira-PR, Brasil

Email: douglas.marcondes@gmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0009-0008-6843-6982>

Received:	16 Sep 2025
Reviewed:	Sep/Oct 2025
Received after revised:	03 Nov 2025
Accepted:	04 Nov 2025

ABSTRACT

This report describes the practical experience of the Agulhas Negras Military Academy (AMAN) in implementing its Environmental Management System (SGA), based on the Brazilian Army's Environmental Management System (SIGAEB) and the principles of ISO 14001. The experience encompassed environmental diagnosis, strategic planning, the execution of environmental projects, internal auditing, and the development of an innovative digital tool - GESTAMBI/AMAN - designed to support management, ensure compliance, and promote transparency. The main outcomes included the standardization of routines and records, the strengthening of environmental governance, increased data traceability and transparency, and greater institutional engagement. It is concluded that the implementation of the SGA at AMAN is feasible and aligned with SIGAEB/ISO 14001, and that digital support contributes to continuous improvement.

Keywords: Environmental management system. SIGAEB. ISO 14001. Digital tool GESTAMBI/AMAN. Sustainability.



RAN

Revista Agulhas Negras
eISSN (online) 2595-1084

<http://ebrevistas.eb.mil.br/aman>



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



1 Introdução

A gestão ambiental no contexto militar, especialmente em instituições de ensino como a Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), configura-se como um processo desafiador e transformador. Para estruturar um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) eficaz e adequado à sua realidade organizacional, a AMAN iniciou a implementação do modelo de gestão seguindo as diretrizes do Sistema de Gestão Ambiental do Exército Brasileiro (SIGAEB) e os princípios da norma ISO 14001.

Este relato apresenta a trajetória prática de concepção, desenvolvimento e consolidação do SGA/AMAN, com destaque para a criação da plataforma digital GESTAMBI/AMAN fundamentada no ciclo PDCA¹ (*Plan, Do, Check, Act*) e na filosofia Kaizen.

A filosofia Kaizen, de origem japonesa, significa “melhoria contínua” e propõe aperfeiçoamentos graduais nos processos organizacionais, com foco na padronização, na eliminação de desperdícios e no engajamento coletivo. Segundo Imai (1999), ela promove disciplina, eficiência e participação ativa na busca por melhorias.

Dessa forma, a ferramenta busca otimizar o acompanhamento das ações, padronizar rotinas sustentáveis e fortalecer uma cultura institucional de eficiência, prevenção de impactos e responsabilidade socioambiental.

O processo envolveu desafios logísticos, culturais e normativos, superados por meio de soluções criativas, engajamento coletivo e alinhamento doutrinário. O objetivo é registrar a experiência da AMAN, evidenciando procedimentos, resultados e dificuldades enfrentadas, de modo a oferecer subsídios técnicos a futuras iniciativas em outras organizações militares.

2 Referencial Teórico

2.1. Sistema de Gestão Ambiental (SGA): Conceito e Fundamentos

A implementação do SGA/AMAN baseou-se em princípios consolidados da gestão ambiental, alinhados à missão institucional. Segundo Ceruti e Silva (2009), um Sistema de Gestão Ambiental compreende um conjunto de procedimentos destinados a aprimorar a relação da organização com o meio ambiente. Carelli (*apud* Ceruti e Silva, 2009) complementa que o gerenciamento ambiental envolve desde a formulação de estratégias e adequação legal até o monitoramento de desempenho e a prevenção de danos.

¹ O ciclo PDCA é uma metodologia de gestão baseada em planejar, executar, verificar e agir, com o objetivo de promover a melhoria contínua (Falconi, 2013). Concebido por Shewhart e difundido por Deming, assegura controle, prevenção de falhas e aprimoramento progressivo do desempenho organizacional.



Nesse âmbito, a série ISO 14000 constitui uma referência internacional, destacando-se a ISO 14001, que estabelece requisitos para um SGA estruturado no ciclo PDCA (ABNT, 2015).

Segundo Falconi (2013), esse ciclo representa a espinha dorsal do gerenciamento de rotina, aplicando-se tanto à manutenção quanto à melhoria dos resultados organizacionais.

Essa abordagem permitiu que o SGA/AMAN fosse desenvolvido de forma sistemática, com metas, responsabilidades e indicadores claramente definidos. De acordo com Banas (2011), a aplicação do PDCA fortalece a atuação da alta administração no acompanhamento de resultados e na tomada de decisões baseadas em dados confiáveis.

2.2. O Sistema de Gestão Ambiental no Exército Brasileiro

Inspirado na ISO 14001, o Exército Brasileiro desenvolveu o Sistema de Gestão Ambiental do Exército Brasileiro (SIGAEB), atendendo a Diretriz Estratégica de Gestão Ambiental do Exército Brasileiro, aprovada pela Portaria nº 571-C Ex/2001 (Brasil, 2001) e aperfeiçoado pelo Programa de Conformidade Ambiental, aprovado pela Portaria nº 075-DEC/C Ex/2023 (Brasil, 2023). Tal como a ISO 14001 (ABNT, 2015), o SIGAEB adota o ciclo PDCA, mas adaptado à realidade institucional e operacional militar.

Na implementação do SGA/AMAN, identificaram-se convergências entre o modelo internacional e o sistema militar, apresentadas no Quadro 1, que relaciona os elementos da ISO 14001 aos dispositivos do SIGAEB (IR 50-20 e portarias complementares) (Brasil, 2011).

Quadro 1: comparativo entre a estrutura da ISO 14001 e o SIGAEB

Elemento	ISO 14001	SIGAEB
Política Ambiental	Estabelece diretrizes gerais da organização para o desempenho ambiental.	Definida pela PGAEB (Portaria nº 1.138-C Ex/2010), em substituição à Portaria nº 570-C Ex/2001.
Planejamento	Identificação de aspectos e impactos ambientais, requisitos legais e definição de objetivos e metas.	Art. 12 ao 18 da IR 50-20: trata do Plano de Gestão Ambiental (PGA), tendo como ponto de partida o diagnóstico ambiental.
Implementação e Operação	Estabelece responsabilidades, comunicação, treinamento, controle de documentos e operações.	Art. 19 ao 24 da IR 50-20: define a estruturação do PGA, capacitação dos recursos humanos e controle operacional.
Verificação	Monitoramento, medição, avaliação de conformidade legal, auditoria interna, ações corretivas.	Art. 25 e 26 da IR 50-20: propõe a avaliação por meio das Listas de verificação Imbaúba, Castanheira e Pau-brasil ² (Portaria nº 075-DEC/2023).

² As Listas de Verificação são instrumentos que trazem os requisitos ambientais a serem observados pelas organizações militares, permitindo o acompanhamento sistemático do desempenho, a identificação de não conformidades e o registro de evidências para subsidiar auditorias e relatórios de gestão ambiental.



Elemento	ISO 14001	SIGAEB
Análise Crítica	Avaliação pela administração da eficácia do SGA e oportunidades de melhoria.	Art. 14, inciso V, da Portaria nº 075-DEC/2023, ocasião em que será elaborado relatório destinado à análise e ao subsídio de novo planejamento e da tomada de decisão pela administração militar

Fonte: adaptado de Banas (2011); Brasil (2011); Brasil (2023)

Assim, o SIGAEB constitui um marco normativo que, além de assegurar conformidade legal, fornece a base para a consolidação da gestão ambiental no Exército Brasileiro, em sinergia com padrões internacionais.

2.3. Fases do Sistema: da Estratégia à Operação

O Sistema de Gestão Ambiental da AMAN adota a metodologia do ciclo PDCA, estruturando-se em quatro fases integradas que asseguram conformidade normativa e melhoria contínua.

2.3.1. Planejamento

Seguiu as orientações do SIGAEB e da ISO 14001, contemplando identificação de aspectos e impactos significativos, requisitos legais e definição de objetivos e metas. No âmbito do Exército, essa etapa é operacionalizada pelo Plano de Gestão Ambiental (PGA) e pelos Projetos Ambientais (PA), instrumentos obrigatórios previstos na IR 50-20 (Brasil, 2011).

2.3.2. Implementação e Operação

Envolveu a definição de responsabilidades, alocação de recursos, capacitação e conscientização ambiental. A normativa militar atribui tais competências aos comandantes, chefes e diretores, com destaque para o papel do Oficial de Controle Ambiental (OCA) no diagnóstico ambiental. Foram ainda desenvolvidos projetos específicos, como coleta seletiva, reflorestamento, gestão de resíduos e capacitação.

2.3.3. Verificação

A verificação do desempenho ambiental foi realizada pelas Listas de Verificação Imbaúba, Castanheira e Pau-brasil, anexas à Portaria nº 075-DEC/C Ex (Brasil, 2023). Essas listas servem para subsidiar auditorias internas, identificação de não conformidades e relatórios de apoio à tomada de decisão.

2.3.4. Análise pela Administração

A alta administração da AMAN realizou análise crítica do SGA, avaliando metas, resultados, auditorias e *feedback* institucional. Essa etapa fundamenta ajustes estratégicos e pode conduzir à



Certificação Ambiental das organizações militares, em conformidade com as diretrizes do Programa de Conformidade Ambiental, previstas na portaria supracitada (Brasil, 2023).

O Quadro 2, a seguir, sintetiza a correspondência entre as etapas do ciclo PDCA previstas na norma ISO 14001 e sua adaptação no âmbito do SIGAEB, com base na vivência prática da AMAN.

Quadro 2: comparativo entre a aplicação do ciclo PDCA na ISO 14001 e no SIGAEB

Etapas do Ciclo PDCA	ISO 14001	SIGAEB (Exército Brasileiro)
Planejar (Plan)	Identificação de aspectos/impactos, requisitos legais, política, objetivos e metas.	Diagnóstico Ambiental; Plano de Gestão Ambiental (PGA) e Projetos Ambientais (PA).
Executar (Do)	Controles operacionais, programas ambientais, capacitação e comunicação.	Execução do PGA/PA; responsáveis designados; capacitação; comunicação de projetos.
Verificar (Check)	Monitoramento de indicadores, conformidade legal e auditorias internas.	Listas Imbaúba, Castanheira e Pau-brasil; auditorias internas; relatórios técnicos.
Agir (Act)	Análise crítica pela alta direção; revisão de políticas e metas.	Avaliação de resultados pelo escalão superior; replanejamento; certificação ambiental das OM.

Fonte: adaptado de Banas (2011); Brasil (2011); Brasil (2023)

3 Percurso Metodológico

A implantação do SGA/AMAN fundamentou-se nas diretrizes técnico-normativas do Exército Brasileiro, na ISO 14001, no ciclo PDCA e nos preceitos do SIGAEB, articulando teoria e prática com adaptações à realidade institucional. Destacou-se o papel estratégico da ferramenta digital **GESTAMBI/AMAN**, que apoiou a integração dos processos e a consolidação das rotinas de gestão.

As fases do processo de implementação serão apresentadas a seguir, abrangendo o diagnóstico ambiental, o planejamento estratégico ambiental, os projetos ambientais, os indicadores e o monitoramento, bem como as etapas de verificação e auditoria.

3.1. Diagnóstico Ambiental

O processo iniciou-se com o diagnóstico ambiental da organização, previsto na IR 50-20 (Brasil, 2011), cujo caráter autoavaliativo permitiu mapear aspectos e impactos ambientais gerados pelas atividades acadêmicas, subsidiando decisões e prioridades. Conforme previsto no Art. 7º da Portaria nº 075-DEC/C Ex (Brasil, 2023), o diagnóstico se baseou na Lista de Verificação Imbaúba, utilizada como instrumento técnico para identificar conformidades e não conformidades, constituindo-se na base para as ações subsequentes.



3.2. Planejamento Estratégico Ambiental

A partir do diagnóstico, foi elaborado o **Plano de Gestão Ambiental (PGA)**, estruturado conforme a IR 50-20 (Brasil 2011), definindo objetivos, metas, recursos e cronogramas. Complementarmente, foram criadas as **Normas do Sistema de Gestão Ambiental da AMAN (NOSIGA)**, para padronizar procedimentos e consolidar diretrizes operacionais, educativas e administrativas alinhadas ao SIGAEB.

3.3 Projetos Ambientais

A execução das metas ocorreu por meio de **Projetos Ambientais (PA)**, cada um com objetivos, cronogramas e responsabilidades definidos. Para iniciativas mais simples, aplicou-se a metodologia **5W2H**, conferindo clareza e objetividade aos planos de ação.

A metodologia 5W2H é uma ferramenta de planejamento e gestão amplamente utilizada para organizar e estruturar planos de ação, com base em sete perguntas-chave: *What* (o que será feito?), *Why* (por que será feito?), *Where* (onde será feito?), *When* (quando será feito?), *Who* (por quem será feito?), *How* (como será feito?) e *How much* (quanto custará?). Seu uso favorece a definição clara de metas, responsabilidades, prazos e recursos, sendo aplicada em processos de melhoria contínua e na gestão da qualidade (Paladini, 2012).

3.4. Indicadores e Monitoramento

O acompanhamento das ações ambientais foi realizado por meio de indicadores como consumo de água e energia, gestão de resíduos, áreas preservadas, capacitações e tratamento de efluentes. Esses parâmetros permitiram monitorar o desempenho institucional e redirecionar estratégias conforme o ciclo PDCA.

3.5. Verificação e Auditoria

A verificação seguiu as etapas previstas na Diretriz do Programa de Conformidade Ambiental, compreendendo planejamento, execução e elaboração do relatório final. A conformidade foi aferida por meio das Listas de Verificação Imbaúba, Castanheira e Pau-brasil, que serviram de base para auditorias internas e comunicação de resultados.

3.6. Considerações Finais sobre o Percurso Metodológico

Segundo Marcondes (2025), embora a implantação do SIGAEB na AMAN esteja sendo conduzida conforme as etapas normativas previstas, a experiência evidenciou lacunas, como a necessidade de ampliar a capacitação e de adotar um sistema unificado de gestão ambiental.



Nesse contexto, a ferramenta digital GESTAMBI/AMAN consolidou-se como solução estratégica ao integrar, em ambiente digital seguro, o registro, a organização e a análise de dados. Sua utilização fortaleceu os processos de tomada de decisão e representou um avanço alinhado às boas práticas da ISO 14001 e às diretrizes do SIGAEB.

4 Ferramenta Digital GESTAMBI/AMAN: Inovação no Apoio à Gestão Ambiental Militar

Com o objetivo de apoiar a execução metodológica e ampliar a eficácia da implementação do SIGAEB na AMAN, foi concebida a ferramenta digital **GESTAMBI/AMAN**.

Desenvolvida segundo os princípios da **ISO 14001**, do ciclo **PDCA** e da filosofia **Kaizen**, a plataforma tem como propósito sistematizar processos, integrar dados e apoiar a tomada de decisão no âmbito da gestão ambiental militar.

A GESTAMBI/AMAN permite consolidar e monitorar, de forma sistemática, os dados gerados nas diferentes etapas da gestão ambiental, oferecendo as seguintes funcionalidades:

4.1. Cadastramento e Controle de Acesso de Usuários por Projeto

A segurança da informação constitui elemento essencial na gestão ambiental, sobretudo no tratamento de dados sensíveis ligados à conformidade legal, ao desempenho institucional e à sustentabilidade.

Para garantir o controle de acesso, a tela inicial da plataforma GESTAMBI/AMAN apresenta exclusivamente a funcionalidade de login, de acordo com a Figura 1, restringindo o uso a usuários previamente cadastrados.

Figura 1: tela de acesso



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN



O cadastramento é realizado pelo administrador do sistema por meio de ficha individual, conforme a Figura 2. Após o registro, o usuário recebe, via e-mail institucional, suas credenciais de acesso (login e senha), acompanhadas de instruções para o primeiro acesso seguro.

Figura 2: tela de cadastro de usuário

Atualizar Usuário

Nome: Usuário: Email:

Curso/Objeto: Grupo:

Status: Admin:

Fechar Salvar

Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

Vale destacar que o cadastramento não implica acesso irrestrito ao sistema. As permissões são definidas conforme o perfil do usuário (administrador, edição ou leitura) e vinculadas explicitamente aos projetos autorizados, por meio de interface própria de controle de permissões, conforme Figura 3.

Figura 3: tela de vinculação de usuários a projetos

Vincular usuários ao projeto

Usuário:

Permissões:

Fechar Salvar

Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

O administrador pode ainda editar ou revogar acessos, assegurando a rastreabilidade das ações e a conformidade com os princípios de governança digital e segurança da informação. Tais medidas garantem que apenas usuários devidamente autorizados interajam com os dados e módulos correspondentes às suas áreas de responsabilidade.

4.2. Registro digital do Diagnóstico Ambiental

A funcionalidade de registro digital do diagnóstico ambiental constitui etapa central da auditoria interna, pois viabiliza a avaliação sistematizada dos setores submetidos à verificação.



Pela plataforma GESTAMBI/AMAN, é possível acessar *online* as listas de verificação, conforme Figura 4, Imbaúba (Nível I), Castanheira (Nível II) e Pau-brasil (Nível III), conforme estabelecido na Diretriz do Programa de Conformidade Ambiental (Brasil, 2023).

Figura 4: tela de entrada da lista de verificação

Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

O sistema permite a inserção direta dos dados coletados durante as inspeções, com tabulação automática, o que assegura agilidade no processamento, padronização dos registros e redução de erros de preenchimento.

Além disso, os registros podem ser vinculados ao setor auditado e ao responsável técnico designado, garantindo rastreabilidade, transparência e eficiência no diagnóstico ambiental.

4.3. Registro fotográfico do Diagnóstico Ambiental

O registro fotográfico é uma funcionalidade estratégica da plataforma GESTAMBI/AMAN, voltada à documentação visual das evidências identificadas nas auditorias ambientais. As imagens podem ser anexadas diretamente ao sistema e vinculadas aos setores auditados, itens de verificação e respectivos diagnósticos.

Esse recurso reforça tecnicamente a avaliação, sobretudo quando a constatação visual constitui evidência direta de conformidade ou não conformidade. Assim, contribui para a robustez



metodológica da auditoria, promovendo transparência, objetividade e rastreabilidade das informações obtidas em campo.

O carregamento das imagens é realizado em interface dedicada e intuitiva, que possibilita a inserção, visualização e organização sistemática dos registros fotográficos, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5: tela de carregamento de fotos

Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

4.4. Geração de relatórios dinâmicos e direcionamento estratégico das ações

O módulo de relatórios dinâmicos da plataforma GESTAMBI/AMAN consolida as informações das auditorias e transforma automaticamente os dados das listas de verificação em gráficos interativos e painéis gerenciais, organizados por projeto, setor, item auditado e campo de atuação.

A geração dos relatórios, a exemplo da Figura 6, ocorre imediatamente após o diagnóstico ambiental, disponibilizando à equipe gestora indicadores de desempenho com percentuais de conformidade e não conformidade por lista, setor, subsetor e item verificado.

Essa visualização permite identificar rapidamente pontos críticos, áreas de destaque e setores em desconformidade, integrando análise de risco ambiental e subsidiando ações corretivas e preventivas.

Os relatórios também alimentam, de forma automatizada, a funcionalidade “**Ações Afirmativas**”, que se desdobra em planos de ação estruturados pela metodologia **5W2H**, a partir das não conformidades detectadas.



Figura 6: capa do relatório da avaliação realizada

Sistema de Gestão Ambiental

Setor: [redacted] Seção: [redacted]
 Data: 26 de Maio de 2025 Lista de Verificação: Pna Brasil
 Auditor: [redacted] Coordenador: [redacted]
 Engenheiro: [redacted]

Itens Avaliados

Item 001 - Os objetivos e metas foram definidos de forma desafiadora e possíveis de serem alcançados na PMS?
 Conforme
 Evidência: Os objetivos e metas foram estabelecidos de acordo com as diretrizes da Seção de Meio Ambiente da APAR e da Resolução de Gestão e Governança (RGG)

Item 002 - A OM faz levantamento e acompanhamento do consumo de papel usado para impressão e cópias?
 Conforme
 Evidência: O controle do consumo e acompanhamento é realizado através do Encargado de Material do Curso e pelo SIGOPIS.

Item 004 - A OM utiliza papel não-clorado ou reciclado.
 Não Conforme
 Evidência: Não possui papel não-clorado ou reciclado para produção de material.
 Ação Corretiva: Solicitar através do processo de aquisição de tal material.

Item 005 - A OM promove a reutilização do papel A4 antes de enviar para a reciclagem, como por exemplo, confecção de blocos de anotação?
 Conforme
 Evidência: O material é reutilizado para impressão de outros documentos dentro do curso.

Item 006 - A OM promove campanhas para racionalização do uso dos copos plásticos, de conscientização para redução do consumo de energia e água e campanha de consumo consciente de papel?
 Conforme
 Evidência: Possui dentro das dependências ações para conscientização do consumo de energia.

Documento gerado em: 10/05/2025 13:28:10

DOCUMENTO PREPARATÓRIO - ACESSO RESTRITO
 Art. 3º, Inciso XII e Art. 2º do Decreto nº 7.724, de 16 de maio de 2012

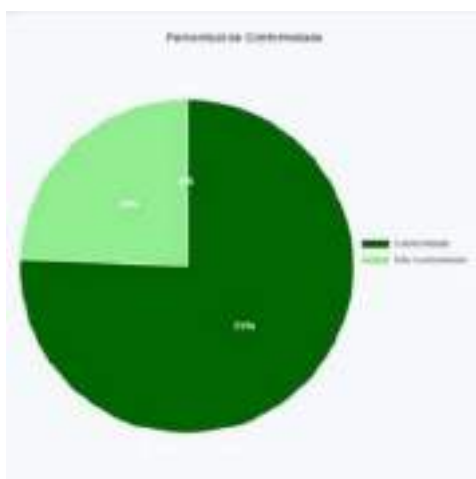
Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

A Figura 7 traz os principais gráficos gerados pela plataforma, destacando-se:

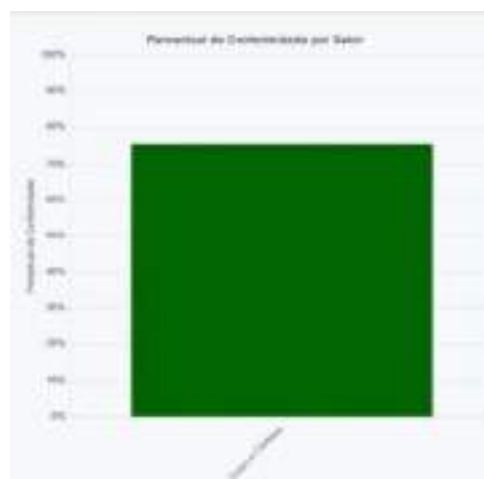
- O percentual de conformidade geral, representando o desempenho agregado da organização;
- A conformidade por setor auditado, permitindo comparar áreas funcionais da AMAN;
- O comparativo de desempenho entre subsetores, evidenciando variações internas e áreas prioritárias;
- A conformidade por item de verificação, com análise detalhada por critério;
- A análise global por item de verificação, consolidando os dados em perspectiva estratégica;
- O percentual de não conformidade com avaliação de risco ambiental, priorizando ações corretivas conforme o impacto potencial.

**Figura 7:** gráficos gerados pela plataforma GESTAMBI/AMAN

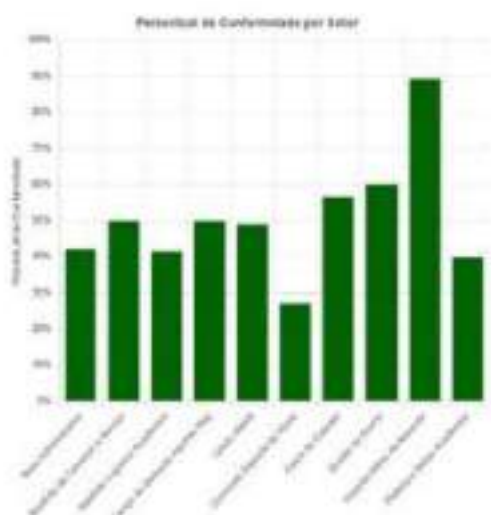
a) Percentual de conformidade geral



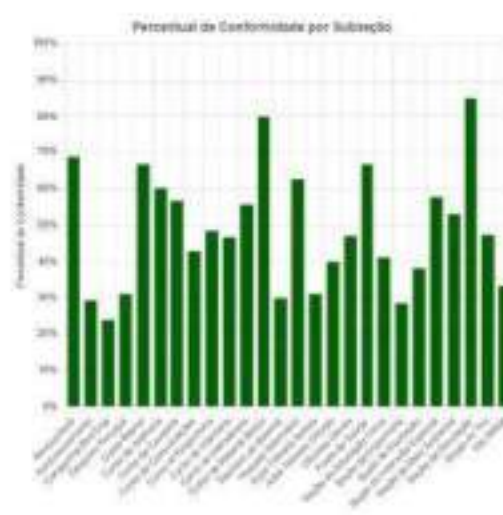
b) Percentual de conformidade do setor



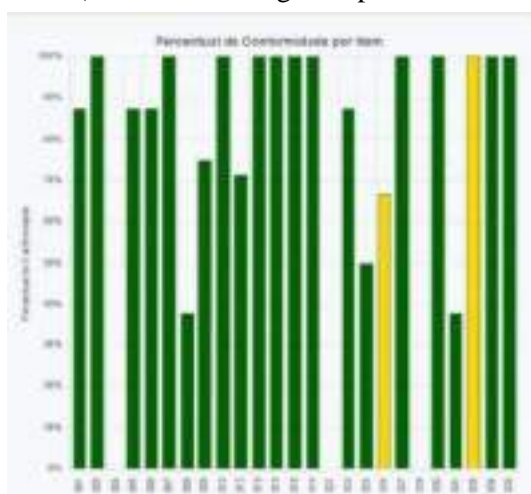
c) Comparativo de conformidade entre setores

Percentual de Conformidade por Setor

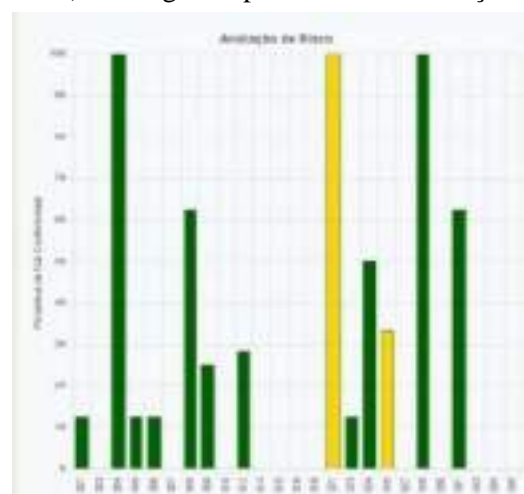
d) Percentual comparativo de conformidade

Percentual de Conformidade por Subseção

e) Conformidade global por item



f) Risco global por item de verificação

**Fonte:** plataforma GESTAMBI/AMAN



4.5. Geração automatizada de relatórios fotográficos

Durante a execução do SGA na AMAN, constatou-se a importância de consolidar as evidências visuais das auditorias em formato padronizado e tecnicamente consistente. Nesse contexto, a geração automatizada de relatórios fotográficos pela plataforma GESTAMBI/AMAN configurou-se como diferencial estratégico no tratamento das informações auditadas, como pode ser observado na Figura 08.

Após a inserção das imagens de aspectos positivos e negativos, a plataforma gera automaticamente relatórios fotográficos personalizados, filtrados por objeto de verificação, setor ou item da lista. Essa funcionalidade amplia a objetividade, a fidedignidade e a padronização dos registros visuais, possibilitando o uso dos relatórios tanto na análise técnica da auditoria quanto como referência para os setores auditados na definição de medidas corretivas.

Figura 08: relatório Fotográfico

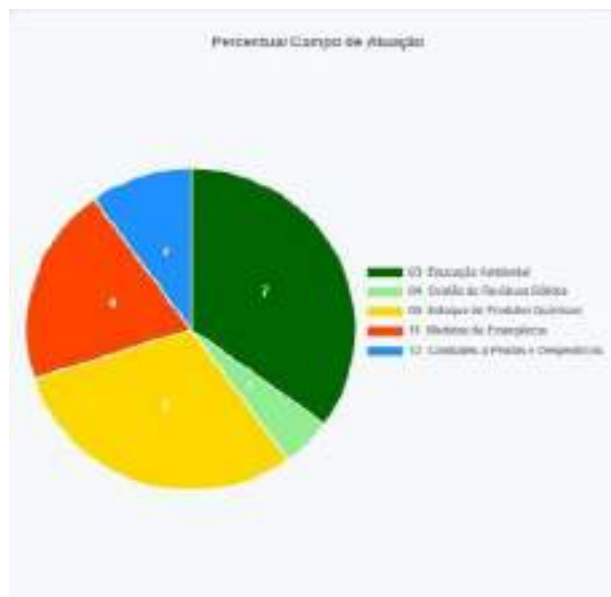


Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN



Adicionalmente, conforme ilustrado na Figura 09, o sistema mantém um banco de imagens organizado, com gráficos que apresentam o volume e a tipologia das fotografias armazenadas. Os registros são classificados por campo de atuação ou item de verificação, permitindo recuperação rápida para auditorias futuras, relatórios gerenciais e suporte visual às ações corretivas.

Figura 09: controle de imagens por campo de atuação



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN.

4.6. Gestão de não conformidades e planos de ação 5W2H

A Figura 10 traz a funcionalidade de gestão de não conformidades da plataforma GESTAMBI/AMAN, adotando uma abordagem sistemática³ para tratar os desvios identificados nas auditorias ambientais. As ocorrências são registradas em uma matriz de ações afirmativas, estruturada pela **metodologia 5W2H**, conforme Figura 11, que facilita a elaboração de planos de ação claros e alinhados às exigências normativas.

Figura 10: tela de entrada das ações afirmativa



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN.

³ A definição da abordagem sistemática resulta da experiência prática acumulada na implementação do SIGAEB na AMAN, em consonância com a ISO 14001 e o próprio SIGAEB. Ambos preconizam métodos estruturados, baseados em evidências e padronizados destinados a assegurar a rastreabilidade, a eficiência e a melhoria contínua dos processos.



A interface permite a visualização imediata das não conformidades, agilizando a análise técnica e a definição de medidas corretivas e preventivas. Além disso, a matriz possibilita atribuir responsáveis, prazos e recursos para cada problema, bem como redirecionar ações em caso de reavaliações ou ajustes necessários.

Figura 11: tela de entrada 5W2H

Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN.

4.7. Lançamento de dados e controle de indicadores de desempenho ambiental

Ao longo da implementação do SGA na AMAN, constatou-se a necessidade de um sistema robusto para o acompanhamento contínuo dos indicadores de desempenho ambiental. Para atender a essa demanda, a plataforma GESTAMBI/AMAN incorporou a funcionalidade de lançamento de dados e controle de indicadores, estruturada conforme as metas do Plano de Gestão Ambiental.

A Figura 12 apresenta a porta de entrada dessa funcionalidade, que constitui um dos principais eixos de apoio ao **monitoramento da performance ambiental**, permitindo o registro sistemático das informações, a análise comparativa por períodos e a geração automática de gráficos gerenciais organizados por **campo de atuação**.

Figura 12: porta de entrada dos temáticos



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN



Com base na prática operacional, foram definidos campos de entrada de dados para cada aspecto ambiental monitorado, alinhados aos indicadores estabelecidos. Esses campos integram módulos de controle organizados em blocos temáticos: consumo de água e energia, gestão de resíduos, áreas preservadas, capacitações ambientais e lançamento de efluentes.

Essa estrutura aumenta a confiabilidade das informações, facilita o planejamento de ações corretivas e apoia decisões baseadas em dados consolidados. A sistematização promovida pela GESTAMBI/AMAN padroniza o monitoramento ambiental, atendendo as diretrizes do SIGAEB.

4.7.1 Gestão de Recursos Naturais

A Figura 13 apresenta a tela de entrada do módulo de **Gestão de Recursos Naturais** da GESTAMBI/AMAN destinada ao registro do consumo de água, energia e ao lançamento de efluentes, possibilitando a análise de desempenho, a identificação de padrões e o planejamento de medidas de eficiência no uso dos recursos, com base nos gráficos gerados e discutidos a partir do item 4.8.

Figura 13: tela de entrada de dados dos recursos naturais



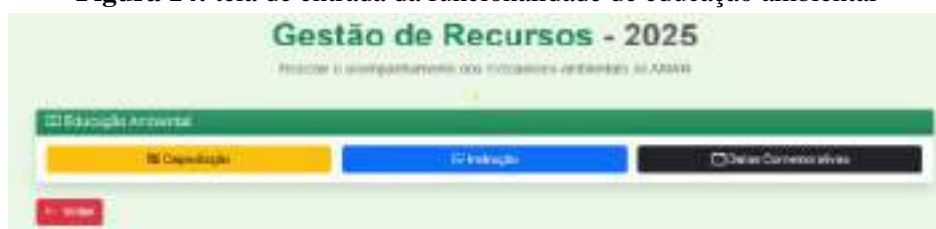
Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

4.7.2 Educação Ambiental

A funcionalidade de **Educação Ambiental** da plataforma GESTAMBI/AMAN, apresentada na Figura 14, permite registrar sistematicamente as ações educativas realizadas ao longo do ano, organizadas em três categorias:

- **Capacitações:** cursos, treinamentos e oficinas para o público interno ou externo.
- **Instruções:** atividades instrucionais integradas à rotina das organizações militares.
- **Datas comemorativas:** campanhas, eventos e ações vinculadas ao calendário ambiental.

Figura 14: tela de entrada da funcionalidade de educação ambiental



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN



Esses registros promovem a rastreabilidade das iniciativas de sensibilização e conscientização ambiental da AMAN, permitindo acompanhar a efetividade das ações e consolidar uma cultura institucional voltada à sustentabilidade.

4.7.3 Gestão de Resíduos

O módulo **Gestão de Resíduos** da GESTAMBI/AMAN, Figura 15, registra e acompanha mensalmente a geração de resíduos nas unidades da AMAN, organizados por tipologia conforme a legislação ambiental vigente.

Figura 15: tela de entrada da funcionalidade de gestão de resíduos



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

O registro sistemático desses dados subsidia a elaboração e atualização dos **Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)**, assegura a rastreabilidade da destinação final de cada categoria de resíduo por meio da emissão dos certificados correspondentes e promove a conformidade ambiental e a transparência na gestão de resíduos da organização.

4.7.4 Área de Proteção Ambiental

A funcionalidade de monitoramento das Áreas de Proteção Ambiental da plataforma permite acompanhar a situação das áreas sensíveis sob responsabilidade da AMAN, classificando-as em quatro categorias: preservadas, degradadas, em recuperação e recuperadas como demonstrado na Figura 16.

Figura 16: tela de entrada dos dados das áreas de proteção ambiental



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN



Essas informações subsidiam ações de preservação, recuperação e prevenção ambiental, fortalecendo a gestão territorial estratégica das áreas sensíveis.

A localização das áreas monitoradas é georreferenciada, possibilitando sua representação em mapa, Figura 17, a partir das respectivas coordenadas geográficas.

Figura 17: tela de identificação das áreas sensíveis



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

4.7.5 Prestação de Serviços Ambientais

A funcionalidade de **registro da prestação de serviços ambientais** da GESTAMBI/AMAN permite acompanhar de forma sistemática as intervenções de manutenção ambiental e saneamento realizadas nas instalações da AMAN, conforme demonstrado na Figura 18.

Entre os serviços registrados, destacam-se:

- Limpeza de caixa de gordura;
- Limpeza da caixa SAO (Sistema de Água e Óleo);
- Limpeza de caixas d'água.

Figura 18: tela de controle de serviços ambientais



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

Essas ações são fundamentais para prevenir passivos ambientais, assegurando o controle de poluentes, a salubridade das instalações e a conformidade com as normas ambientais vigentes.



4.7.6 Desfazimento de Materiais

A funcionalidade de **controle do desfazimento de materiais de emprego militar** da plataforma GESTAMBI/AMAN, apresentada na Figura 19, permite registrar de forma estruturada os itens inservíveis, em conformidade com as diretrizes de gestão patrimonial do Exército.

O sistema organiza lançamentos mensais por categoria, destacando-se:

- Materiais de Emprego Militar (MEM);
- Viaturas.

Figura 19: tela de controle de desfazimento de materiais



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

Os dados são classificados por tipo e volume, possibilitando a análise histórica das destinações dos bens desincorporados em termos quantitativos, oferecendo uma visão abrangente da operação.

4.8. Lançamento de dados e controle de indicadores de desempenho ambiental

A funcionalidade de **visualização gráfica** da GESTAMBI/AMAN consolida os dados lançados pelas unidades setoriais em painéis dinâmicos e automatizados. Esses painéis permitem acompanhar continuamente os indicadores de desempenho ambiental por meio de gráficos interativos e relatórios exportáveis.

Com base nos registros da plataforma, o sistema gera representações gráficas organizadas por mês, unidade ou tipologia ambiental, segundo os seguintes eixos temáticos:

- **Recursos Naturais:** consumo e geração de energia elétrica.
- **Gestão de Resíduos:** rejeitos, recicláveis e outros resíduos sólidos.
- **Áreas de Proteção Ambiental:** áreas degradadas, preservadas e em recuperação;
- **Serviços Ambientais:** limpeza de caixas de gordura e de separação de água e óleo (SAO).
- **Desfazimento de Materiais:** destinação de viaturas, equipamentos e demais bens inservíveis.

A seleção do tipo de relatório e do período de análise é feita diretamente na interface da plataforma, que apresenta os dados de forma clara, comparativa e padronizada. O sistema permite ainda a exportação automática em PDF, garantindo agilidade na emissão de documentos técnico-administrativos.



Essa funcionalidade amplia a transparência institucional, fortalece o monitoramento das metas ambientais do Plano de Gestão Ambiental (PGA) e fornece subsídios objetivos para a tomada de decisão estratégica na gestão ambiental da AMAN.

Os gráficos “a” e “b” da Figura 20, gerados a partir dos dados do módulo de **Gestão de Recursos Naturais**, mostram o consumo de energia elétrica da AMAN, ao longo do ano de 2024. A visualização facilita a identificação de padrões de consumo, desvios significativos e oportunidades de racionalização energética, em consonância com os princípios de eficiência estabelecidos no PGA.

Figura 20: consumo de energia elétrica (2024)

a) consumo total

b) consumo da AMAN



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

Os gráficos “a” e “b” da Figura 21 apresentam as quantidades mensais de resíduos sólidos destinados à disposição final em 2024 e 2025. A visualização evidencia tipos de resíduos, padrões de geração, variações sazonais e pontos críticos, subsidiando estratégias de minimização, melhoria da segregação e fortalecimento da gestão de resíduos sólidos, além de possibilitar comparações entre os anos.

Figura 21: volume mensal de resíduos sólidos (2024/2025)

a) resíduo comum / rejeito

b) resíduo da construção civil



Fonte: Plataforma GESTAMBI/AMAN



O gráfico da Figura 22 apresenta as condições de preservação, uso e recuperação das áreas de preservação ambiental, possibilitando o controle de passivos ecológicos e a identificação de focos de incêndio.

Figura 22: situação das áreas de proteção ambiental (2025)



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

O gráfico da Figura 23 permite o acompanhamento das ações de manutenção preventiva ambiental em infraestruturas críticas, como caixas d'água, caixas SAO e caixas de gordura.

Figura 23: prestação de serviços ambientais – limpeza das caixas de gordura (2024/2025)



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

4.9. Painel Administrativo e Adaptabilidade da Plataforma

O **Painel Administrativo** da GESTAMBI/AMAN, representado na Figura 24, concentra, em ambiente centralizado e seguro, as ferramentas essenciais para configuração, atualização e ajuste da plataforma. De uso exclusivo da administração do sistema, permite gerenciar usuários e controlar dinamicamente os cadastros fundamentais, como:

- Estruturação de setores, cursos e locais de interesse ambiental.
- Registro de ocorrências e campos de atuação.
- Gestão das listas de verificação (Imbaúba, Castanheira e Pau-Brasil).
- Cadastro de viaturas e veículos em processo de descarga.



- Organização de datas comemorativas e eventos institucionais.

Com layout intuitivo e módulos temáticos, o painel possibilita inclusão, edição e exclusão de registros diretamente na interface, dispensando intervenções no código-fonte. Esse recurso constitui diferencial em manutenibilidade, escalabilidade e autonomia técnica, facilitando a atualização conforme necessidades futuras.

A partir dessa estrutura, a GESTAMBI/AMAN apresenta alta adaptabilidade a diferentes realidades organizacionais, podendo ser replicada em outras instituições militares, órgãos públicos ou empresas privadas, mediante simples reconfiguração de parâmetros, nomenclaturas e listas de verificação.

O sistema também dispõe de módulo de **log de erros**, que rastreia inconsistências e falhas operacionais, promovendo estabilidade e aprimoramento contínuo, em consonância com a filosofia **Kaizen** e a norma **ISO 14001**.

Figura 24: painel administrativo da plataforma GESTAMBI/AMAN



Fonte: plataforma GESTAMBI/AMAN

A **tela de administração** oferece acesso centralizado aos principais cadastros do sistema, como gerenciamento de usuários, listas de verificação, ocorrências ambientais e dados institucionais. Essa centralização assegura eficiência operacional, atualização constante das informações e maior rastreabilidade e segurança da informação.

Com isso, a ferramenta consolida-se como um instrumento estratégico de apoio à **governança** e à **gestão ambiental** da AMAN, promovendo:

- **Transparência** na coleta e compartilhamento de dados.
- **Rastreabilidade** dos processos e das ações corretivas.
- **Padronização** de rotinas ambientais.



- **Otimização** da tomada de decisão, com base em dados atualizados em tempo real.

Ao sistematizar o controle das ações ambientais e automatizar a geração de relatórios técnicos, a plataforma fortalece a cultura institucional orientada à sustentabilidade e à conformidade, em alinhamento com o **SIGAEB** e os requisitos da **ISO 14001**.

Por fim, sua originalidade e arquitetura tecnológica encontram-se protegidas por **registro oficial no INPI**, sob o Certificado nº **BR512025001665-4**, expedido em 29 de abril de 2025.

5 Resultados e Discussões

A implementação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) da AMAN propiciou avanços significativos na institucionalização da sustentabilidade, mesmo diante de desafios estruturais e operacionais. A partir do diagnóstico ambiental inicial, estruturou-se um sistema integrado voltado à mitigação de impactos e à promoção de práticas alinhadas à responsabilidade socioambiental e à conformidade normativa.

Entre os principais resultados observados, destacam-se:

- **Diagnóstico Ambiental Sistematizado:**

A aplicação da Lista de Verificação Imbaúba possibilitou identificar, de forma objetiva, os principais aspectos e impactos ambientais decorrentes das atividades da AMAN. Esse instrumento técnico, previsto no Programa de Conformidade Ambiental do Exército Brasileiro, constituiu a base para o planejamento e a priorização de ações corretivas e preventivas.

- **Gestão Ambiental Setorizada:**

A segmentação da gestão em campos como resíduos, efluentes, energia e áreas degradadas assegurou maior eficácia no controle e distribuição racional das responsabilidades, evitando dispersão de esforços.

- **Projetos Ambientais com Planejamento Detalhado:**

A vinculação entre os Projetos Ambientais (PA) e o Plano de Gestão Ambiental (PGA) favoreceu o acompanhamento sistemático das iniciativas, com definição clara de metas, prazos, indicadores e responsáveis. Essa abordagem ampliou a eficiência e a transparência na execução.

- **Designação Funcional e Coordenação Estruturada:**

A nomeação de Oficiais de Controle Ambiental (OCAs) nas Organizações Militares da Guarnição (OMGu), nas Organizações Militares Diretamente Subordinadas (OMDS) e nos setores internos da AMAN fortaleceu o princípio da corresponsabilidade, evitando sobreposição de funções e garantindo alinhamento ao SIGAEB.

- **Implantação do Programa de Conformidade Ambiental (PCA):**

A consolidação do PCA configurou-se como vetor central de transformação institucional. A definição de critérios objetivos de avaliação, a sistematização das auditorias internas e o uso de



indicadores de desempenho fortaleceram o processo de melhoria contínua e consolidaram a cultura voltada à conformidade ambiental.

• Ferramenta Digital GESTAMBI/AMAN:

Desenvolvida como solução estratégica, a plataforma possibilitou a centralização dos dados ambientais, o monitoramento em tempo real dos indicadores, a automatização de relatórios e a visualização interativa de não conformidades. Apesar de ainda em fase de aprimoramento, já viabilizou a padronização das rotinas, ampliou a transparência e assegurou rastreabilidade às ações implementadas.

Apesar das limitações típicas de contextos institucionais – como a complexidade organizacional, restrições orçamentárias e deficiências tecnológicas-, os resultados confirmam a viabilidade técnica e institucional do modelo.

Nesse sentido, a experiência evidencia que a institucionalização da gestão ambiental é plenamente viável quando apoiada por **estrutura normativa, ferramentas eficazes e capacitação contínua**, fatores que asseguram a melhoria contínua e a sustentabilidade da organização.

6 Entre a Norma e a Prática

Essa experiência na AMAN revelou os desafios de transpor modelos normativos, como a ISO 14001, para o cotidiano militar. Verificou-se que a aplicação do ciclo PDCA, do controle documental e do monitoramento de indicadores só é eficaz quando apoiada por estrutura institucional adequada, capacitação contínua e ferramentas compatíveis com a rotina.

Um aprendizado importante foi a necessidade de equilibrar diretrizes centralizadas com a autonomia setorial. A criação e capacitação dos Oficiais de Controle Ambiental (OCAs) representou passo decisivo para descentralizar responsabilidades e envolver efetivamente todos os níveis da organização. Nesse contexto, a ferramenta digital GESTAMBI/AMAN mostrou-se estratégica para padronizar processos, centralizar informações e ampliar a rastreabilidade das ações.

Constatou-se, contudo, que a tecnologia, isoladamente, não assegura resultados. O êxito do sistema depende do engajamento dos OCAs, do apoio do comando e da consolidação de práticas alinhadas à cultura organizacional, no âmbito de um programa de ação continuada.

Essa trajetória demonstrou que a institucionalização da gestão ambiental é gradual e exige liderança, flexibilidade e adaptação à realidade militar. Mais do que atender normas, construiu-se uma base sólida para afirmar uma cultura ambiental voltada à sustentabilidade, à conformidade e à melhoria contínua.

7 Perspectivas Futuras



A experiência vivenciada na AMAN mostrou que, mesmo diante de restrições estruturais e operacionais, é possível consolidar um modelo de governança ambiental compatível com a realidade militar. O próximo desafio consiste em ampliar a capacitação, integrar indicadores às rotinas administrativas e assegurar a continuidade do processo de melhoria contínua.

A adoção de procedimentos alinhados à ISO 14001 e ao SIGAEB, associada ao uso da plataforma GESTAMBI/AMAN, já impulsionou a padronização de rotinas, a transparência de dados e o fortalecimento da cultura voltada à sustentabilidade.

Prioridades para os próximos ciclos:

- Expandir a capacitação, formando multiplicadores internos e fortalecendo a cultura ambiental entre militares e civis.
- Integrar o SGA às rotinas administrativas e operacionais, garantindo transversalidade.
- Ampliar parcerias civis e militares, estimulando projetos de inovação, recuperação de áreas e eficiência no uso de recursos.
- Aprimorar indicadores e ferramentas digitais, assegurando rastreabilidade e capacidade de resposta.
- Ajustar continuamente o sistema, acompanhando mudanças legais, tecnológicas e institucionais.

A continuidade dessas ações posiciona a AMAN como referência em gestão ambiental militar e agente ativo na consolidação dos princípios da sustentabilidade no âmbito da administração pública federal.



Referências

- BANAS, Fernando. **Construindo um Sistema de Gestão Ambiental**. 1 ed. São Paulo-SP: Editorial Latina (Edila), 2011, 331 páginas.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Portaria nº 571-C Ex, de 22 de agosto de 2001**. Aprova a Diretriz Estratégica de Gestão Ambiental no Exército Brasileiro. Brasília. Publicado no Boletim do Exército nº 46/2001, de 16 nov. 2001.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Portaria nº 1.138-C Ex, de 09 de dezembro de 2010**. Aprova a Política de Gestão Ambiental do Exército Brasileiro. Brasília. Publicado no Boletim do Exército nº 47/2010, de 26 nov. 2010.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **IR 50-20-DEC, de 17 de outubro de 2011**. Instruções Reguladoras do Sistema de Gestão Ambiental do Exército. Brasília. Disponível em: https://www.sgex.eb.mil.br/sg8/002_instrucoes_gerais_reguladoras/02_reguladoras/06_departamento_de_engenharia_de_construcao/port_n_001_dec_26set2011.html. Acesso em: 15 jun. 2025.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Portaria nº 075-DEC/C Ex, de 23 de setembro de 2023**. Estabelece as diretrizes do Programa de Conformidade Ambiental no âmbito do SIGAEB. Brasília. Disponível em: https://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006_outras_publicacoes/01_diretrizes/07_departamento_de_engenharia_de_construcao/port_n_075_dec_25set2023.html. Acesso em: 15 jun. 2025.
- CERUTI, Fabiane Cristina; NEVES DA SILVA, Marlon Luiz. Dificuldades de Implantação de Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em Empresas. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, 15 jan. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v7i1.9023>. Acesso em: 18 jun. 2025.
- FALCONI CAMPOS, Vicente. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. 9. ed. Nova Lima-MG: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2013, 266 páginas.
- IMAI, Masaaki. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. 7. ed. São Paulo-SP: IMAM, 1999, 236 páginas.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ABNT NBR ISO 14001:2015** – Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- MARCONDES Cardoso, Marcello. **Programa para implementação do sistema de gestão ambiental na Academia Militar das Agulhas Negras**. 2025. 51 f. (Mestrado em Gestión y Auditorías Ambientales) - Universidad Europea del Atlántico, Santander, ES, 2025.
- PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012, 339 páginas.



Agradecimentos

A Revista Agulhas Negras **agradece** aos professores doutores (profissionais / pares) que, do alto de seus múltiplos conhecimentos, dedicaram parte de seu tempo para avaliar o conteúdo dos trabalhos submetidos à Revista no **segundo semestre** de 2025.

Sem essa valorosa contribuição, nosso trabalho não seria possível.

A todos, a nossa mais vibrante continência!!

Antônio Fernando Araújo Duarte

Deise Becker Kirsch

Fabio da Silva Pereira

Fernanda Jardim Maia

Francisco Sabbadini

Jacintho Maia Neto

José Neyardo Alves De Araújo

Julia Andrade Romão

Luciana Maira de Sales Pereira

Márcio Sousa de Pinho

Rafael Roesler

Rejane de Souza Fontes

Rosana Vieira Albuquerque



Revista Agulhas Negras - RAN

Journal of Military Sciences

Revista do Programa de Graduação em Ciências Militares
AMAN / EsPCEx

ISSN 2595-1084

Publicação e Edição



EXÉRCITO BRASILEIRO
Braço Forte - Mão Amiga

