

**ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO
ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO**

Maj QEM RUY MELGAÇO LUCAS DE JESUS

**Potencialidades do uso de ferramentas de geoinformação
de código aberto pelo Exército Brasileiro**



Rio de Janeiro

2024

Maj QEM RUY MELGAÇO **LUCAS** DE JESUS

**Potencialidades do uso de ferramentas de geoinformação
de código aberto pelo Exército Brasileiro**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Comando e
Estado-Maior do Exército, como requisito
parcial para a obtenção do título de
Especialista em Ciências Militares, com
ênfase em Defesa Nacional.

Orientador: Maj QEM LEONARDO HENRIQUE MOREIRA

Rio de Janeiro

2024

J58p

Jesus, Ruy Melgaço Lucas

Potencialidades do uso de ferramentas de geoinformação de código aberto pelo Exército Brasileiro. / Ruy Melgaço Lucas Jesus. - 2024.

50 f. il. 30 cm.

Orientador : Leonardo Henrique Moreira

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2024.

Bibliografia: f. 50 - 51.

1. Geoinformação. 2. Exército Brasileiro. 3. Sistema De Informações Geográficas. 4. Operações Militares. 5. PITCIC. I Título

CDD 355.8

Maj QEM RUY MELGAÇO LUCAS DE JESUS

Potencialidades do uso de ferramentas de geoinformação de código aberto pelo Exército Brasileiro

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Comando e
Estado-Maior do Exército, como requisito
parcial para a obtenção do título de
Especialista em Ciências Militares, com
ênfase em Defesa Nacional

Aprovado em 04 de outubro de 2024.

COMISSÃO AVALIADORA



Leonardo Henrique Moreira – Maj QEM – Presidente
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército



Mauro César da Cruz Magalhães – TC Int – Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército



Rogério Santos Silva – Maj Sau – Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

À minha esposa Monique e aos meus filhos Bernardo, Miguel e Rogerio. Uma sincera homenagem pela compreensão, parceria e paciência evidenciados durante a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Major Leonardo Henrique Moreira, pela orientação, incentivo e confiança evidenciadas. Sua direção segura e fundamentada revestiu-se de capital importância para que o trabalho fosse executado com tranquilidade e eficiência.

Aos meus pais, Rogerio e Rosangela, meu agradecimento pela educação proporcionada, pelo apoio e presença constante mesmo à distância, bem como pelo amor dispensado em toda minha vida.

“Se você vai passar pelo inferno, não pare de andar”
(Winston Churchill)

“O sucesso consiste em ir de fracasso em fracasso
sem perder o entusiasmo.” (Winston Churchill)

“Lutai contra o conservantismo, tornando-vos
permeáveis às idéias novas, a fim de que possais
escapar à cristalização, ao formalismo e à rotina.”
(Marechal Castello Branco)

RESUMO

A geoinformação desempenha um papel fundamental nas operações militares, fornecendo dados espaciais essenciais para o planejamento estratégico, para a logística e para a tomada de decisão em diferentes níveis. A evolução tecnológica e a popularização da informática permitiram o desenvolvimento de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que otimizam a manipulação e análise de dados geográficos. O Exército Brasileiro, por meio da Diretoria de Serviço Geográfico, utiliza ferramentas de geoinformação de código aberto para a produção de cartas topográficas e análise do terreno, integrando-se à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Este estudo investiga as potencialidades do uso de ferramentas de geoinformação de código aberto pelo Exército Brasileiro, com foco no aprimoramento do planejamento e execução de Operações Militares. A pesquisa analisa a viabilidade e os conhecimentos necessários para a aplicação dessas ferramentas, considerando a importância da geoinformação no contexto militar e abordando a importância do uso de SIG em apoio ao Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civis (PITCIC), permitindo a análise integrada do terreno, condições meteorológicas, inimigo e considerações civis. Para tal, destaca-se ao longo do trabalho, a capacidade dos SIG de coletar, gerenciar, analisar e visualizar dados geoespaciais de forma integrada, o que contribui para uma melhor compreensão do ambiente operacional e auxilia na tomada de decisões estratégicas durante as operações militares. A metodologia adotada inclui uma revisão documental e bibliográfica, com análise de conteúdo de manuais técnicos e documentos relacionados. Os resultados destacam a relevância do emprego de SIG em apoio ao PITCIC, ressaltando a importância da capacitação dos operadores desses sistemas uma utilização eficaz e estratégica do uso de ferramentas de geoinformação de código aberto para aumentar a eficiência e a precisão na análise do terreno, contribuindo para o sucesso das operações.

Palavras-chave: Geoinformação, Exército Brasileiro, SIG, Operações Militares, PITCIC.

ABSTRACT/RESUMEN

Geoinformation plays a key role in military operations, providing essential spatial data for strategic planning, logistics, and decision-making at different levels. Technological evolution and the popularization of informatics have enabled the development of Geographic Information Systems (GIS), which optimize the manipulation and analysis of geographic data. The Brazilian Army, through the Directorate of Geographical Service, uses open source geoinformation tools for the production of topographic maps and terrain analysis, integrating with the National Spatial Data Infrastructure (INDE). This study investigates the potential of using open source geoinformation tools by the Brazilian Army, focusing on enhancing the planning and execution of Military Operations. The research examines the feasibility and knowledge required for the application of these tools, considering the importance of geoinformation in the military context and addressing the importance of using GIS to support the Process of Integrating Terrain, Meteorological Conditions, Enemy, and Civil Considerations (PITCIC), allowing for the integrated analysis of terrain, weather conditions, enemy, and civil considerations. Throughout the study, it highlights the ability of GIS to collect, manage, analyze, and visualize geospatial data in an integrated manner, contributing to a better understanding of the operational environment and aiding in strategic decision-making during military operations. The methodology includes a documentary and bibliographic review, with content analysis of technical manuals and related documents. The results emphasize the relevance of employing GIS in support of PITCIC, emphasizing the importance of training operators of these systems for effective and strategic use of open source geoinformation tools to increase efficiency and precision in terrain analysis, contributing to the success of operations.

Keywords: Geoinformation, Brazilian Army, GIS, Military Operations, PITCIC.

LISTA DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

| | | |
|----------|---|----|
| Quadro 1 | Desenho da Pesquisa..... | 27 |
| Tabela 1 | Produtos utilizados na análise do terreno e seus usos | 31 |
| Tabela 2 | Apoio do GTE às funções de combate | 34 |
| Tabela 3 | Produtos do módulo tático GTE | 36 |
| Tabela 4 | Quadro de Carga Horária dos Cursos de Geoinformação ... | 44 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 | PROBLEMA E OBJETIVOS | 14 |
| 1.2 | DELIMITAÇÃO E QUESTÕES DE ESTUDO | 15 |
| 1.3 | RELEVÂNCIA DO ESTUDO | 15 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL | 17 |
| 2.1 | SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) | 17 |
| 2.2 | A GEOINFORMAÇÃO NO EXÉRCITO BRASILEIRO..... | 19 |
| 2.3 | O USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS EM APOIO AO PITCIC | 22 |
| 2.4 | CONSIDERAÇÕES SOBRE A VIABILIDADE DO USO DE SIG EM APOIO AS OPERAÇÕES MILITARES. | 23 |
| 3 | METODOLOGIA | 26 |
| 3.1 | DESENHO DA PESQUISA | 28 |
| 3.2 | ESTRATÉGIA DE PESQUISA..... | 28 |
| 3.2.1 | Coleta de Dados | 28 |
| 3.2.2 | Tratamento de Dados | 29 |
| 4 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS | 30 |
| 4.1 | POTENCIALIDADES DO USO DO QGIS NA 2ª FASE DO PITCIC | 30 |
| 4.2 | ASPECTOS PERTINENTES AO USO DE SIG EM APOIO AS OPERAÇÕES | 33 |
| 4.3 | HABILITAÇÕES NECESSÁRIAS PARA UTILIZAÇÃO DE UM SIG.... | 41 |
| 4.4 | A GEOINFORMAÇÃO MINISTRADA NO EXÉRCITO BRASILEIRO... | 42 |
| 4.5 | IMPLICAÇÕES DO EMPREGO DE SIG DE CÓDIGO ABERTO EM APOIO ÀS OPERAÇÕES MILITARES | 46 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 48 |
| | REFERÊNCIAS | 50 |

1 INTRODUÇÃO

Informação Geográfica ou Geoinformação (GeoInfo) é toda e qualquer informação ou dado que podem ser espacializados com algum tipo de atributo ou vínculo geográfico que permita sua localização. É um conhecimento associado a uma referência geográfica (georreferenciado) resultante do processamento de dados espaciais, que se destina a apoiar o processo decisório (BRASIL, 2014).

A geoinformação exerce um papel de crescente relevância nos processos decisórios atuais, fruto da disponibilização de um expressivo volume de dados espaciais, gerado por diferentes fontes, envolvidas em diversas áreas do conhecimento.

Ao passo que o conhecimento e a manipulação dessas informações, contidas em mapas, sempre foram cruciais em várias atividades que envolviam tomadas de decisões. A evolução tecnológica experimentada pela humanidade, com a popularização da informática e todo seu poder de processamento gráfico e analítico, mais notadamente a partir da segunda metade do século XX, possibilitou que a geoinformação seja utilizada para a consecução de objetivos de elevada complexidade e importância.

Desta forma, em meio ao volume de dados geográficos disponíveis nos dias atuais, torna-se necessária a utilização de *softwares* que permitam a utilização racional desse grande volume informacional, e possibilitem a tomada de decisões assertivas. Nesse contexto, surgiram os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (JESUS et al, 2010), que são sistemas computacionais que têm por objetivo otimizar a manipulação e permitir o cruzamento e análise de dados geográficos, visando a auxiliar o usuário na visualização espacial de problemas e no uso da geoinformação.

Diante dessa evolução tecnológica e do volume de geoinformação disponível, empresas de todo o planeta se lançaram, principalmente no início dos anos 80, no desenvolvimento de SIG(s) proprietários de alta complexidade

e capacidade de processamento, utilizados majoritariamente por Forças Armadas, no cenário da Defesa em âmbito mundial, bem como por agentes públicos e privados para permitir a espacialização de fenômenos, o planejamento urbano e ambiental (JESUS et al, 2010).

Atualmente os *softwares* proprietários de Geoinformação possuem elevado custo financeiro, o que surge como um problema para popularização da sua utilização tanto para agentes privados quanto para entes públicos, em um cenário de contenção de recursos orçamentários, como o que ocorre em países em desenvolvimento. Assim, ferramentas de geoinformação de código aberto têm se destacado, no contexto da evolução e popularização dos *softwares* livres, oferecendo alternativas robustas e acessíveis, em comparação aos sistemas proprietários.

Na expressão militar, a geoinformação é um fator crucial para o planejamento estratégico da logística e das operações, sendo um fator de relevância no apoio ao processo decisório nos mais diversos níveis. Nesse sentido, as ferramentas de código aberto oferecem vantagens significativas, como a adaptabilidade a sistemas específicos e a possibilidade de desenvolvimento de funcionalidades customizadas sem a dependência de fornecedores externos.

Além disso, a capacidade de integrar dados de múltiplas fontes e a rápida atualização são decisivas em ambientes operacionais dinâmicos e em constante mudança, oferecendo oportunidades significativas para a melhoria da eficácia das operações militares e do processo de integração terreno, condições meteorológicas, inimigo e considerações civis (PITCIC), utilizado doutrinariamente pelo Exército Brasileiro.

Entretanto, apesar das potencialidades advindas da utilização dos SIG, cabe destacar a existência de certa complexidade observada na utilização dos sistemas atuais, como outro problema para o pleno emprego de um SIG, devido à necessidade do emprego de mão de obra especializada para a sua plena operação (JESUS et al, 2010). Tal fator impacta no tempo necessário para o treinamento dos seus operadores, que ocorre, usualmente, a um custo maior do que a maioria de outros tipos de sistemas de informação.

A presente pesquisa tem como escopo analisar a possibilidade do emprego de ferramentas de geoinformação com código aberto pelo Exército Brasileiro, no planejamento e na condução de Operações Militares.

A seguir serão apresentados, ainda neste capítulo introdutório, a descrição do problema da pesquisa, os objetivos geral e específico, a delimitação e a relevância do estudo. Em seguida, o presente trabalho abordará os conceitos mais relevantes atinentes à pesquisa, por intermédio da apresentação de um referencial teórico conceitual.

1.1 PROBLEMA E OBJETIVOS

O presente trabalho visa abordar alguns aspectos relevantes pertinentes ao emprego de ferramentas de geoinformação com código aberto pelo Exército Brasileiro, no planejamento e na condução de Operações Militares. Tais aspectos serão levantados com o fulcro de responder ao problema de pesquisa proposto, isto é, verificar de que forma e quais os conhecimentos são necessários para que a aplicação das ferramentas de geoinformação de código aberto, atualmente disponibilizadas, permita a otimização do planejamento e condução das Operações Militares.

Com vistas à resolução de tal problemática, com fundamentação teórica e adequada profundidade de investigação, foi definido o seguinte objetivo geral: **analisar as potencialidades de emprego das ferramentas de geoinformação digital de código aberto em auxílio à consecução de objetivos das Operações Militares.**

Para viabilizar a consecução do objetivo geral de estudo, foram propostos os seguintes objetivos específicos, que permitem o encadeamento lógico do raciocínio investigativo:

- a. apresentar as ferramentas de Geoinformação mais atuais;
- b. identificar as ferramentas de Geoinformação em uso no Exército Brasileiro;

c. apresentar possibilidades do uso das ferramentas na definição dos efeitos do ambiente no processo de integração terreno, condições meteorológicas, inimigo e considerações civis (PITCIC);

d. analisar a viabilidade da utilização das ferramentas apresentadas no planejamento e condução das Operações Militares.

1.2 DELIMITAÇÃO E QUESTÕES DE ESTUDO

No que se refere às ferramentas de geoinformação de código aberto, a pesquisa dará ênfase nos *softwares* atualmente disponibilizados, não sendo consideradas ferramentas que tenham sido descontinuadas e que não possuam previsão de atualização ou de utilização de formatos e extensões empregadas no âmbito do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, o que garante a interoperabilidade dos dados produzidos.

Em relação aos conhecimentos técnicos necessários para a utilização destas ferramentas, serão utilizados como parâmetro limitador os Planos de Disciplinas das escolas com cursos de formação e especialização em geoinformação, no âmbito do Exército Brasileiro, assim como os de estágios ministrados à tropa, pelos Centros de Geoinformação, subordinados à Diretoria do Serviço Geográfico.

1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

O Plano de Desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre – PDDMT (EB70-P-10.001), edição 2024, aprovado pelo Comandante de Operações Terrestres, propõe, em seu Anexo G, o Programa de Desenvolvimento das Necessidades de Conhecimentos Específicos para a Doutrina (NCE – Dout) 2024-2028.

Nesse contexto, dentro das NCE – Doutrina de curto prazo, em aderência ao produto doutrinário EB 70-MC-10.237 - A Engenharia nas Operações, uma das necessidades levantadas consiste na análise do emprego de ferramentas de georreferenciamento de código aberto no planejamento e na condução de Operações Militares.

Do exposto, o presente estudo refere-se de importância por ter como um de seus propósitos norteadores, oferecer uma percepção sobre alguns aspectos pragmáticos a serem observados, buscando subsidiar eventuais oportunidades de melhoria ao produto doutrinário supramencionado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

Neste capítulo são abordados conceitos teóricos relacionados as ferramentas de geoinformação, em especial as de código aberto mais utilizadas atualmente. Na Seção 2.1, são apresentadas informações sobre Sistemas de Informações Geográficas e suas principais finalidades. Posteriormente, na Seção 2.2 são apresentadas as ferramentas de Geoinformação utilizadas pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro. Em seguida, são apresentados nas Seções 2.3 e 2.4, respectivamente, as possibilidades uso das ferramentas na definição dos efeitos do ambiente no processo de integração terreno, condições meteorológicas, inimigo e considerações civis, bem como algumas considerações sobre a viabilidade da utilização de SIG em apoio as operações.

2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Como requisito para se entender o conceito de Sistema de Informações Geográficas, é essencial definir o que vem a ser informação. Para a compreensão desta definição, torna-se necessário o entendimento do que vem a ser um dado. Dados são valores numéricos, alfabéticos, alfanuméricos ou gráficos sem significado próprio. À medida que os dados são devidamente processados, transformam-se em informações. Diante desta concepção, pode-se definir informação geográfica como sendo o resultado da análise e processamento de dados geográficos apresentados na forma gráfica, numérica ou alfanumérica, que estejam associados a uma natureza espacial. Ou seja, a informação geográfica é o provento da análise e processamento dos dados geoespaciais (CÂMARA et al, 2001).

Os dados e informações geográficas sempre foram importantes no auxílio do processo de tomada de decisões em diversos ramos de atividades, militares e civis, sendo indispensáveis para os trabalhos cartográficos. No entanto, antes

do surgimento da informática, os meios de coleta e processamento das informações eram analógicos, sem possibilidade de interação direta entre os diversos documentos cartográficos.

O primeiro SIG que se tem notícia foi desenvolvido através de um convênio entre o Departamento de Agricultura do Canadá e a IBM, pelo Dr. Roger Tomlinson, na década de 1960. Denominado de *Canadian Geographic Information System* (CGIS), o programa possuía capacidade de desempenhar funções como digitalização de mapas, edição de polígonos e variação de escala. Os primeiros modelos comerciais surgiram na década de 1980. Desde então, os governos dos EUA, Canadá e países europeus já financiavam diversos projetos voltados para Sistemas de Informações Geográficas. Esses países já tinham noção da importância, não só estratégico-militar, mas também comercial, que o desenvolvimento nesta nova área poderia proporcionar (CÂMARA et al, 2001).

Os SIG se desenvolveram de modo rápido nos últimos vinte anos. Dentre os fatores que impulsionaram este acontecimento destacam-se a disseminação dos microcomputadores pessoais, cuja expansão veio com a diminuição dos custos de produção e o aumento do desempenho dessas máquinas.

Diante deste histórico, a evolução da informática proporcionou o surgimento do denominado Geoprocessamento: área do conhecimento responsável pelo processamento dos dados geográficos. Além de ser a tecnologia de tratamento dos dados geoespaciais, o Geoprocessamento engloba o desenvolvimento de sistemas que utilizam estes dados.

Nos dias atuais, os SIG são programas computacionais que permitem a manipulação de dados geográficos e empregam técnicas de banco de dados, onde é realizado o armazenamento, o tratamento, o cruzamento e o acréscimo de dados (obtidos através de imagens de Sensoriamento Remoto, dados de GPS ou outra fonte de aquisição de dados).

Dentre as funcionalidades de um SIG, as principais são a análise espacial e topológica, georreferenciamento, edição de dados geoespaciais vetoriais, impressão, plotagem, compilação e padronização de dados de diversas fontes.

Porém, pode-se afirmar que o diferencial de um SIG é a análise espacial de dados (ABRANTES, 1998).

Nos Sistemas de Informações Geográficas, a geometria e os atributos dos dados são georeferenciados, ou seja, as coordenadas de cada ponto da imagem são referenciadas a um sistema terrestre de coordenadas e possuem as distorções inerentes à projeção cartográfica adotada.

Existem diversas formas de aplicação de um SIG, variando de uma simples análise espacial à produção de mapas, pois o usuário tem a possibilidade de visualizar o seu trabalho com a localização geográfica referenciada ao sistema de coordenadas do terreno representado

2.2 A GEOINFORMAÇÃO NO EXÉRCITO BRASILEIRO

A Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), conforme previsto no Art. 1º do seu regulamento (Regulamento da Diretoria do Serviço Geográfico - R-74), de 14 de março de 2008, é o órgão de apoio técnico-normativo do Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT), incumbido de superintender, no âmbito do Exército, as atividades relacionadas às imagens, às informações geográficas e meteorológicas, à elaboração de produtos cartográficos, bem como ao suprimento e à manutenção do material técnico de sua gestão (BRASIL, 2008).

Dentro da estrutura do Exército Brasileiro, a DSG é subordinada a Chefia de Comando, Controle e Informação (Ch C2I), do Departamento de Ciência e Tecnologia. Além disso, a DSG é uma instituição integrante do Sistema Cartográfico Nacional (SCN), conforme previsto no DL 243, de 28 Fev 1967, que constrói cartas topográficas e é a responsável pela elaboração das Normas

Técnicas da Cartografia Brasileira no âmbito do Mapeamento Sistemático Terrestre (MENDONÇA JÚNIOR, 2017).

A DSG possui como Organizações Militares Diretamente Subordinadas (OMDS) os Centros de Geoinformação (CGeo), que tem como responsabilidade o mapeamento de uma porção do território nacional bem definida. Essa área de responsabilidade é denominada de Área de Suprimento Cartográfico (ASC), sendo que cada CGeo é o responsável pela construção das cartas topográficas do mapeamento sistemático básico terrestre, pela construção da geoinformação de interesse do Exército Brasileiro e pela execução de outros serviços e levantamentos de interesse público em geral (MENDONÇA JÚNIOR, 2017).

Ainda, atendendo ao previsto na legislação brasileira, o Exército Brasileiro, realiza a disponibilização de seus produtos cartográficos, por meio do Banco de Dados Geográfico do Exército (BDGEx), um serviço no qual os usuários em geral acessam em um ambiente WEB (www.bdgex.eb.mil.br), segundo regras de acesso definidas e implementadas, os produtos do mapeamento sistemático brasileiro construídos pela DSG (cartas topográficas, cartas ortoimagens, dados geoespaciais vetoriais, modelos digitais de elevação e ortoimagens) (MENDONÇA JÚNIOR, 2017).

Desta forma, o BDGEx possibilita a disseminação dos dados geoespaciais produzidos pela DSG, sendo o nó do Exército na Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), conforme o previsto no Decreto Nº 6666, de 27 de novembro de 2008. Destaca-se que o seu desenvolvimento utilizou tecnologias livres e arquitetura distribuída, permitindo sua compatibilidade com os padrões de serviços web do Open Geospatial Consortium (OGC), bem como o suporte a diferentes formatos de dados e a possibilidade de transferência de produtos (matriciais e vetoriais), por parte de dos seus usuários.

Nesse cenário, cabe ressaltar que a utilização de ferramentas de código aberto para geoinformação tem crescido não só em quantidade, mas também em qualidade, impulsionado pela cultura de compartilhamento e colaboração dos seus usuários. Assim, governos, empresas e organizações não governamentais

adotam cada vez mais essas ferramentas devido a sua flexibilidade, custo-benefício e capacidade de serem personalizadas para necessidades específicas.

Dentro de um cenário de restrições orçamentárias, por volta do ano de 2013, a DSG passou a investir no desenvolvimento de soluções para automatizar a produção cartográfica, por intermédio de ferramentas baseadas em *software* livre. Assim, foi desenvolvido um conjunto de ferramentas denominado DSGTools.

A missão do DSGTools é prover ferramentas que aumentem a eficiência e a qualidade na produção de geoinformação pelos Centros de Geoinformação, de modo a melhor atender às necessidades de geoinformação do Exército Brasileiro. Simultaneamente, contribui para a democratização do uso da INDE no Brasil, tornando-a mais acessível para diferentes produtores e usuários (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2023).

O *plugin* DSGTools é composto por um conjunto de ferramentas, reunidas em um complemento que pode ser instalado no SIG QGIS, no qual são implementadas as ferramentas de produção para extração de feições do terreno, relacionadas principalmente com o relevo, bem como os processos de controle de qualidade utilizados na produção de geoinformação realizada no âmbito dos CGeo.

O QGIS, *disponível em https://www.qgis.org/pt_BR/site/*, é um SIG de código aberto utilizado para análise geográfica e mapeamento. O seu emprego nas linhas de produção da DSG permitiu a economia de recursos orçamentários, anteriormente aplicados na aquisição de licenças de softwares proprietários. Sua adoção, aliada à utilização do DSGTools, mostrou-se benéfica, além da ausência de custos de licença, devido a sua capacidade de customização, e uma grande comunidade de usuários que contribuem constantemente para sua melhoria e expansão de funcionalidades.

2.3 O USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS EM APOIO AO PITCIC

A finalidade do PITCIC (Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civas) é orientar os estados-maiores dos diversos escalões da Força Terrestre na realização da integração do terreno, das condições meteorológicas, do inimigo e das considerações civis. Esse processo cíclico e contínuo permite analisar de forma integrada como esses elementos condicionam as operações militares, fornecendo dados reais e efetivos para auxiliar na tomada de decisões adequadas durante o planejamento e a condução das operações (BRASIL, 2023).

O PITCIC é composto por quatro fases, sendo a 1ª Fase a definição do ambiente operacional; a 2ª Fase a identificação dos efeitos ambientais sobre as operações; a 3ª Fase da avaliação da ameaça e a 4ª Fase a determinação das possíveis linhas de ação da ameaça (BRASIL, 2023).

Nos últimos anos, a aquisição de dados geográficos se transformou com a introdução de tecnologias como drones, satélites de alta resolução e sensores remotos, que fornecem dados detalhados e atualizados em tempo quase real. Simultaneamente, as ferramentas de código aberto evoluíram para suportar a edição e manipulação complexa desses dados, facilitando processos como a modelagem 3D, análise de grandes volumes de dados e integração com outras plataformas digitais.

Dessa maneira, o uso de SIG, em apoio ao PITCIC, possibilita, por intermédio das suas ferramentas tecnológicas, a coleta, armazenamento, análise, integração e visualização de dados geoespaciais, o que facilita a compreensão do ambiente operacional e auxilia o planejamento decisório dos comandantes, encarregados das operações militares.

Os SIG também facilitam a visualização do ambiente operacional em suas três dimensões - física, humana e informacional. Isso possibilita uma

compreensão mais abrangente e aprofundada do espaço de batalha, permitindo que os comandantes e suas equipes de inteligência possam obter uma melhor definição dos efeitos do ambiente sobre as operações.

Desta forma, a definição destes efeitos constitui a 2ª Fase do PITCIC, que é composta por cinco etapas que são o Estudo das Considerações Civis (Etapa 1), o Estudo dos Aspectos Gerais do Terreno e das Condições Meteorológicas (Etapa 2), a Identificação dos Corredores de Mobilidade, Acidentes Capitais e Vias de Acesso (Etapa 3), a Análise do Terreno (Etapa 4) e os Efeitos do Ambiente sobre as Operações (Etapa 5).

O aumento do volume de geoinformação disponível, advinda de fontes distintas, permite um maior conhecimento do ambiente operacional e um estudo mais pormenorizado das etapas da 2ª Fase do PITCIC. Entretanto, a necessidade de uma análise espacial, sobre como esses elementos podem condicionar as operações em curso, demanda o uso de ferramentas que permitam uma ágil execução dessa análise.

Nesse contexto, por meio da integração de dados em tempo real e da geração de mapas dinâmicos, os SIG permitem que as análises sejam sempre baseadas em informações atualizadas e precisas, garantindo, por meio da união dessas tecnologias com os processos tradicionais de inteligência e planejamento militar, a eficácia das decisões tomadas, o que pode configurar um fator decisivo para o sucesso das operações militares.

2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A VIABILIDADE DO USO DE SIG EM APOIO AS OPERAÇÕES MILITARES

Segundo a edição experimental do Manual Técnico do Módulo Tático de Geoinformação Temática de Engenharia EB70-MT-11.436, o módulo

tático de Geoinformação Temática de Engenharia (GTE), em apoio ao Corpo de Exército (C Ex) ou Divisão de Exército (DE), estará voltado ao apoio para a análise do terreno junto aos comandantes táticos. Dessa forma, utilizar-se-á do apoio indireto da geoinformação, por intermédio do BDGEx, para apresentar os produtos da análise do terreno no escalão apoiado.

O módulo tático GTE utilizar-se-á dos dados espaciais temáticos produzidos pelos C Geo para a análise do terreno, atendendo às demandas das tropas referentes à análise do terreno, ao confeccionar os Produtos de Geoinformação Temáticos (PGT), permitindo ampliar a consciência situacional do comandante tático para a definição das Linhas de Ação (L Aç).

Nesta ação está previsto ainda que será realizado o estudo gráfico dos diversos aspectos gerais do terreno (relevo, vegetação, natureza do solo, hidrografia, obras de arte, localidades e vias de transporte). Aqui, cabe destacar, que o Manual Experimental, coloca como responsabilidade do módulo GTE, participar da Etapa 2 da 2ª Fase do PITCIC, onde é realizado o estudo dos diversos aspectos gerais do terreno e a integração dos dados para permitir uma visão clara de todos os fatores que facilitam, dificultam ou impedem a mobilidade

Considerando esses pontos, o uso de Sistemas de Informação Geográfica deve ter a sua utilização considerada pelo módulo tático GTE, pois conforme abordado previamente, os SIG permitem a coleta, gerenciamento, análise e visualização de dados geoespaciais de forma integrada, o que pode facilitar a interpretação do terreno, a identificação de pontos estratégicos, a avaliação de rotas de acesso, entre outras informações relevantes para as operações militares.

Além disso, os SIG possibilitam a criação de mapas temáticos, a sobreposição de diferentes camadas de informação e a geração de produtos cartográficos que podem auxiliar na tomada de decisão do comandante tático. A capacidade de integrar dados de diferentes fontes e atualizá-los constantemente também se alinha com a necessidade de informações precisas e atualizadas destacada no manual experimental supramencionado.

Portanto, o uso de SIG em apoio às operações militares conduzidas pelo módulo tático GTE pode aumentar a eficiência, a precisão e a rapidez na análise do terreno, contribuindo para uma melhor consciência situacional e para a definição de linhas de ação mais eficazes durante as operações.

Entretanto, cabe destacar algumas considerações sobre as dificuldades inerentes ao uso do SIG em apoio ao PITCIC e às missões atribuídas de forma experimental ao módulo tático GTE, bem como o conjunto de habilidades ou especializações necessárias aos operadores de SIG, que devem ser levadas em consideração para uma utilização mais efetiva de SIG em proveito às operações.

Dentre essas dificuldades, merecem apontamento a complexidade da análise do terreno, a necessidade da atualização constante dos dados e as dificuldades inerentes a integração de dados de diferentes fontes. Tal cenário impacta na necessidade de alguns conhecimentos e habilidades específicas atinentes ao operador de SIG como o conhecimento para a correta interpretação do terreno, a capacidade técnica para a realização de análises espaciais, a constante busca pelo auto-aperfeiçoamento e atualização tecnológica

Nesse contexto a viabilidade do uso desses sistemas de código aberto, em apoio as operações, deverá considerar a capacidade do usuário ou operador conseguir interagir com o programa, levando em consideração aspectos atinentes ao arcabouço teórico minimamente necessário, usualmente inerente aos profissionais das áreas de geociências, mais especificamente cartografia, geodésia, sensoriamento remoto e processamento digital de imagens, aliado às especificidades da operação dos SIG.

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem por objetivo apresentar a metodologia científica, composta pelo conjunto de procedimentos realizados, para apresentar uma possível solução ao problema apresentado na Seção 1.1 do presente trabalho.

Desta forma, apresenta-se em sequência o desenho da pesquisa, seguida da estratégia empregada para a coleta e tratamento dos dados, que permitem a obtenção de conclusões acerca do tema proposto e inferir potenciais limitações do método escolhido.

3.1 DESENHO DA PESQUISA

A sistematização do processo de pesquisa é essencial para permitir a visualização do tipo e delineamento da pesquisa, bem como os procedimentos adotados, utilizando os dados coletados, que permitem a apresentação de soluções ou conclusões ao problema proposto.

Nesse sentido, essa pesquisa adota um enfoque do tipo qualitativo, ao passo que prioriza a análise de documentos (VERGARA, 2005), bem como utiliza-se de uma abordagem do tipo indutiva de variáveis nominais (GIL, 2007), para compreender de que forma o estudo de casos particulares caminham para percepções mais abrangentes (LAKATOS; MARCONI, 2005).

Quanto ao método procedimental, esta pesquisa se caracteriza pelo método monográfico, que consiste no estudo de determinadas condições, com a finalidade de obter generalizações, pois é realizada uma investigação do tema escolhido, observando todos os fatores que o influenciam e analisando-o em todos os seus aspectos (LAKATOS; MARCONI, 2005).

Por fim, para atingir o objetivo geral de analisar as potencialidades de emprego das ferramentas de geoinformação digital de código aberto em auxílio à consecução de objetivos das Operações Militares, este estudo teve como base um plano investigativo que pode ser visualizado no Quadro 1.

QUADRO 1 – Desenho da Pesquisa

| PROBLEMA | OBJETIVO GERAL | OBJETIVO ESPECÍFICO | PROCEDIMENTO | INSUMO | PRODUTO |
|--|---|--|-------------------------------------|---|--|
| De que forma e quais os conhecimentos são necessários para que a aplicação das ferramentas de geoinformação de código aberto, atualmente disponibilizadas, permita a otimização do planejamento e condução das Operações Militares ? | Analisar as potencialidades de emprego das ferramentas de geoinformação digital de código aberto em auxílio à consecução de objetivos das Operações Militares | Apresentar as Ferramentas de Geoinformação mais atuais; | Pesquisa bibliográfica e documental | - Monografias; - Relatórios Técnicos. | Softwares de SIG disponíveis |
| | | Identificar as Ferramentas de Geoinformação em uso no Exército Brasileiro; | Pesquisa bibliográfica e documental | - Monografias; - Artigos Científicos; - Relatórios Técnicos. | SIG atualmente empregado no EB |
| | | Apresentar possibilidades do uso das ferramentas na definição dos efeitos do ambiente no processo de integração terreno, condições meteorológicas, inimigo e considerações civis (PITCIC); | Pesquisa bibliográfica e documental | - Manuais Técnicos; - Manuais de Campanha; - Artigos Científicos; - Relatórios Técnicos. | Potencialidades de Emprego de SIG no PITCIC e no apoio às operações militares |
| | | Analisar a viabilidade da utilização das ferramentas apresentadas no planejamento e condução das Operações Militares. | Pesquisa bibliográfica e documental | - Manuais Técnicos; - Manuais de Campanha; - Artigos Científicos; - Relatórios Técnicos; - Planos de Disciplinas de Escolas de Formação do Exército Brasileiro. | Possíveis Dificuldades e Capacitações Necessárias para aplicação de SIG no Planejamento Operacional. |

3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

O referencial teórico-conceitual apresentado no capítulo anterior foi capaz de esclarecer conceitos necessários para a pesquisa, integrando conhecimentos relevantes ao tema investigado, por meio da contextualização do problema desta pesquisa e demonstrando a relação do estudo com o conhecimento já existente. Assim, é possível definir o contexto no qual a pesquisa se insere, justificando a relevância do trabalho desenvolvido.

Desta forma, com a compreensão clara dos fundamentos teóricos que sustentam esta pesquisa, o presente trabalho se concentra no cumprimento dos objetivos específicos já apresentados por meio do procedimento metodológico da análise de conteúdo da documentação atinente ao tema proposto.

3.2.1 Coleta de Dados

No que se refere à coleta dos dados, o presente trabalho contemplou uma revisão documental coadunada à uma pesquisa bibliográfica existente sobre o tema. Tal pesquisa abrangeu artigos científicos, monografias, manuais de campanha, manuais técnicos, tutorias de usos de SIG, relatórios técnicos e planos de disciplinas, de cursos ligados a geoinformação, de escolas de formação do Exército Brasileiro.

O critério estabelecido para a seleção dos dados a serem coletados foi o de buscar a documentação relacionada as necessidades técnicas para o aumento da capacidade da utilização de geoinformação digital no âmbito do EB e em apoio as operações, mais especificamente ao PITCIC, bem como àquelas relacionadas aos conhecimentos teóricos ministrados aos militares especializados em geoinformação no âmbito da Força Terrestre.

No que se refere as suas limitações, a metodologia em questão não contempla métodos quantitativos de pesquisa, estudos de campo e entrevistas, o que se justifica pela pequena maturidade doutrinária no que se refere ao uso de SIG em apoio ao PITCIC e ao planejamento em apoio as operações do EB, por meio do uso exclusivo de geoinformação no formato digital.

3.2.2 Tratamento de Dados

O tratamento dos dados utilizado na presente pesquisa é o da análise de conteúdo, amparada na observação das definições constantes dos Manuais de Campanha: EB20-MC-10.209 - Geoinformação, EB70-MC-10.336 – Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civis – PITCIC, do Manual Técnico EB70-MT-11.436 - Módulo Tático de Geoinformação Temática de Engenharia.

Ademais, foram analisadas ferramentas de SIG, disponíveis no QGIS, que têm a potencialidade de auxiliar na definição dos efeitos do ambiente no PITCIC. Adicionalmente, foram observados aspectos sobre o arcabouço teórico necessário para a correta utilização desses recursos computacionais.

Posteriormente realizou-se uma análise das disciplinas e suas respectivas cargas horárias, previstas nos Planos de Disciplinas (PLADIS) dos cursos relacionados as áreas da geoinformação, ministrados no âmbito do Exército Brasileiro.

As conclusões decorrentes dessa fase exploratória forneceram subsídios para a discussão dos resultados e para as ponderações apresentadas sobre o problema inicialmente proposto, consistindo em apresentar possíveis soluções para o incremento do uso de SIG em apoio as operações, por meio da exploração de suas potencialidades.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo tem por finalidade discutir aspectos sobre a aplicação de SIG de código aberto, pelo Exército Brasileiro, em apoio às operações militares. Para atingir esse propósito, inicialmente foram abordadas as potencialidades advindas do uso do QGIS na 2ª fase do PITCIC. Na sequência, foram explorados aspectos pertinentes ao uso de SIG em apoio as operações, bem como as habilitações necessárias para a utilização de um SIG.

Adicionalmente foram analisados aspectos sobre a geoinformação ministrada no EB, decorrentes do estudo dos Planos de Disciplinas dos Cursos de Geoinformação do EB. E, por fim, foram apresentadas as implicações do emprego de SIG de código aberto em apoio às operações militares.

4.1 POTENCIALIDADES DO USO DO QGIS NA 2ª FASE DO PITCIC

Na 2ª Fase do PITCIC, por meio da execução de suas cinco etapas, são levantados os efeitos exercidos pelo terreno, pelas condições meteorológicas e pelas considerações civis nas operações. São identificados os corredores de mobilidade, acidentes capitais e vias de acesso, bem como é realizada a análise do terreno e inferidos os efeitos do ambiente nas operações militares.

Destarte, a análise dos efeitos do terreno é feita por meio da determinação dos aspectos gerais e militares do terreno, que são obtidos, respectivamente, por intermédio dos produtos de geoinformação de referência, produzidos pela DSG, e pelos produtos de geoinformação temáticos, derivados dos produtos de referência e que possuem um propósito específico (ISMAEL, SILVA, XAVIER, ANDRADE, 2021).

A Tabela 1 exemplifica produtos de referência e temáticos, construídos por meio do uso do QGIS, que podem ser providos pelos CGEO aos comandos militares de área e seu possível uso, durante as etapas da 2ª Fase do PITCIC.

Tabela 1. Produtos utilizados na análise do terreno e seus usos

| Tipo | Produto | Etapa | Exemplo de uso |
|--|------------------------------|---------------------------------------|---|
| Produto de geoinformação de referência | Ortoimagem | Estudo dos Aspectos Gerais do Terreno | Interpretação visual do terreno |
| | Modelo digital de superfície | | Determinação de visadas |
| | Modelo digital do terreno | | Apoio na construção de obras de engenharia |
| | Dados vetoriais | | Consultas espaciais e consultas por atributos |
| | Carta topográfica | | Orientação, localização, medição de distâncias e rumos. |
| | Carta ortorectificada | | |
| Produto de geoinformação temático | Mapa de unidades | | Localização e referência |
| | Mapa de trafegabilidade | | Determinação de locais de tráfego adequados para as viaturas |
| | Mapa Climático | Análise das Condições Meteorológicas | Determinação da localização de condições climáticas específicas no TO/ A Op |
| | Mapa de Geografia humana | Análise das Considerações Cíveis | Compreensão da dinâmica populacional local no TO/ A Op |

| | | | |
|--|----------------|--|--|
| | Mapas de Calor | | Determinação da localização de eventos de interesse das Op Ter |
|--|----------------|--|--|

Fonte: Adaptado de ISMAEL, SILVA, XAVIER, ANDRADE, 2021.

Nesse contexto, cabe destacar que o uso do QGIS não se limita apenas à construção dos produtos a serem utilizados nas operações, pois as capacidades analíticas deste SIG na manipulação dos produtos construídos permitem que a fase da identificação dos efeitos ambientais sobre as operações seja impactada positivamente, ao longo de suas etapas, conforme descrito a seguir:

a. Estudo das Considerações Civis (Etapa 1): Os SIG permitem a análise detalhada, por meio de uma plataforma capaz de integrar diversos tipos de dados e informações sobre a população, estruturas, capacidades, organizações, eventos e outros aspectos civis que influenciam as operações militares, possibilitando uma compreensão mais abrangente do ambiente operacional e das interações entre os fatores civis e as operações.

b. Estudo dos Aspectos Gerais do Terreno e das Condições Meteorológicas (Etapa 2): Os SIG fornecem ferramentas para analisar o relevo, vegetação, natureza do solo, hidrografia, obras de arte, localidades e vias de transporte de forma integrada, permitindo identificar corredores de mobilidade, áreas de risco, pontos estratégicos e outros elementos que influenciam as operações terrestres.

c. Identificação dos Corredores de Mobilidade, Acidentes Capitais e Vias de Acesso (Etapa 3): Com o uso de SIG, é possível mapear e analisar os corredores de mobilidade, acidentes capitais e vias de acesso de forma precisa e detalhada, facilitando a identificação de áreas estratégicas para o deslocamento das tropas e a definição de rotas seguras.

d. Análise do Terreno (Etapa 4): Os SIG permitem uma análise detalhada do terreno, considerando aspectos como altitude, declividade,

cobertura vegetal e tipos de solo. Essas informações são essenciais para a identificação de áreas favoráveis ou desfavoráveis para as operações militares e deslocamento de tropas influenciando diretamente no planejamento tático e estratégico.

e. Efeitos do Ambiente sobre as Operações (Etapa 5): Com o uso de SIG, é possível avaliar os efeitos do ambiente operacional sobre as operações de forma integrada. Isso inclui a análise da interação entre o terreno, as condições meteorológicas, as considerações civis e o inimigo, permitindo uma compreensão abrangente dos desafios e oportunidades presentes no ambiente operacional.

Em síntese, pode-se inferir que as funcionalidades do QGIS conferem uma ampla gama de possibilidades às cinco etapas da 2ª Fase do PITCIC, o que revela a validade da sua utilização no contexto das operações, impactando positivamente no processo decisório dos diversos escalões de um Teatro de Operações.

4.2 ASPECTOS PERTINENTES AO USO DE SIG EM APOIO AS OPERAÇÕES

O módulo tático de Geoinformação Temática de Engenharia (GTE) assume, conforme a edição experimental do Manual Técnico do Módulo Tático de Geoinformação Temática de Engenharia EB70-MT-11.436, a responsabilidade da 2ª fase do PITCIC, contribuindo para o planejamento da execução de operações militares, no que se refere à consideração das características do terreno e das infraestruturas em potencial.

Nesse contexto, as análises a serem realizadas pelo GTE, contemplam a coleta e a interpretação de dados geoespaciais, a avaliação das condições do

solo, a identificação de obstáculos naturais e artificiais, bem como de elementos que possam impactar a mobilidade das tropas.

Adicionalmente, o GTE tem a previsão do emprego em apoio às diversas funções de combate, conforme descrito na Tabela 2, durante a realização da segunda fase do PITCIC (BRASIL, 2023).

Tabela 2 Apoio do GTE às funções de combate

| FUNÇÃO DE COMBATE | OBJETIVOS DO MÓDULO TÁTICO GTE |
|--------------------------|---|
| Comando e Controle | <ul style="list-style-type: none"> - Contribuir para a consciência situacional; - Determinar a adequabilidade do terreno (incluindo as linhas de visada para posicionar centros nodais de Comando de Missão e de Sistemas de Comunicações). |
| Movimento e Manobra | <ul style="list-style-type: none"> - Identificar corredores de mobilidade e determinar vias de acesso; - Calco de restrição de movimento; - Analisar cobertas e abrigos; - Identificar as zonas de entrada padrão (zonas de pouso de helicóptero e zonas de lançamento); - Prover mapas de observação para determinar rotas de patrulha, postos de observação e locais de emboscadas ou atiradores em potencial; - Localizar pontos de penetração e posições de apoio de fogo em apoio a ataques e operações de abertura de passagem; |

| | |
|--------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none">- Identificar e analisar possíveis áreas de engajamento e locais de obstáculos com base na observação e campos de tiro para as tropas. |
| Inteligência | <ul style="list-style-type: none">- Realizar a 2ª fase do PITCIC, identificando os efeitos ambientais sobre as Operações. |
| Fogos | <ul style="list-style-type: none">- Facilitar o direcionamento;- Modelar o observador e pontos de tiro com base na visibilidade e adequação;- Analisar a mobilidade para facilitar o posicionamento dos Sistemas de Artilharia;- Fornecer pontos de controle de busca para frações subordinadas que utilizam plataformas montadas e portáteis. |
| Logística | <ul style="list-style-type: none">- Exibir informações da rede de transporte (rodoviário, ferroviário e aéreo) para estabelecer linhas de comunicação e principais eixos de suprimento;- Determinar a adequação do terreno para posicionamento das capacidades logísticas e estabelecimento de bases com base na análise hidrológica e avaliação de outras condições ambientais, como riscos associados a áreas industriais e linhas subterrâneas de serviços públicos. |

| | |
|----------|--|
| Proteção | <ul style="list-style-type: none"> - Identificar rotas de aproximação de ameaças aéreas por meio da análise de elevação e campos de visão; - Fornecer observação e análise de campos de tiro para a implementação de medidas contra fogos direto e indireto e bloqueio de terreno; - Fornecer análise de cobertas e abrigos para áreas de reunião e nós de reabastecimento avançados; - Identificar a disponibilidade e localização de materiais de proteção de força. |
|----------|--|

Fonte: BRASIL,2023.

Destaca-se que o apoio a estas funções de combate é realizado por intermédio dos produtos, cuja construção encontra-se prevista como de responsabilidade do GTE e possui os usos primários descritos na Tabela 3.

Tabela 3 Produtos do módulo tático GTE

| PRODUTOS DO GTE | USOS PRIMÁRIOS |
|--------------------------|---|
| Mobilidade através campo | - Identificar corredores de mobilidade e vias de acesso amigos e inimigos. |
| Obstáculos lineares | - Apresentar obstáculos lineares que impedem a mobilidade. - Em conjunto com a mobilidade através campo, forma o mapa de obstáculos combinado. |
| Obstáculos combinado | - Identificar corredores de mobilidade e AAs e EAs amigos e de ameaça. |

| | |
|-------------------------------|--|
| Corredores de mobilidade | - Mostrar corredores de mobilidade combinando mobilidade através campo, transportes e sobreposições de obstáculos lineares. |
| Redes viárias e de transporte | - Identificar redes viárias e de transporte disponíveis em uma área de operações. |
| Análise hidrológica | - Mostrar os impactos operacionais dos recursos hídricos em uma área de operações. |
| Zonas de lançamento | - Localizar possíveis zonas de lançamento em uma área de operações. |
| Zonas de pouso de Helicóptero | - Localizar possíveis zonas de pouso em uma área de operações. |
| Análise de vegetação | - Mostrar a análise de uma área (cobertas, abrigos e restrições de mobilidade) com base nos efeitos da vegetação em uma área de operações. |
| Trafegabilidade e do solo | - Mostrar os efeitos do solo na trafegabilidade. |
| Campos de tiro | - Localizar um terreno com valor defensivo em uma área de operações; - Identificar possíveis áreas de engajamento e posições para os Sistemas de Combate. |
| Declividade para Artilharia | - Identificar os meios de artilharia inimigos com base nas restrições de declividade. |
| Ocultação aérea | - Mostrar áreas ou vias que oferecem ocultação da detecção aérea. |
| Material de superfície | - Identificar áreas com base nos tipos de solo que constituem a superfície; |

| | |
|---|--|
| | - Fornecer informações sobre trafegabilidade, projetos de construção e proteção (escavação normal / escavação lenta). |
| Recursos de construção | - Identificar os tipos de materiais para apoiar o planejamento de construção. |
| Relevo sombreado | - Destacar as variações de elevação e declividade em uma área de operações. |
| Análise da linha de visada | - Mostrar áreas de observação direta de um determinado ponto que podem ajudar a posicionar sistemas baseados em visada direta. |
| Mapas 3D (Visão em perspectiva) | - Fornecer visualização do terreno em 3D do ponto de vista de um observador. |
| Sobrevoos digitais (<i>Fly-through</i>) | - Fornecer visualização de terreno em 3D de uma área vista do ponto de vista de um piloto, motorista ou soldado a pé. |
| Mapa Temático Urbano | - Exibir os principais aspectos do terreno urbano para facilitar a operação em um ambiente urbano. |
| Perfil do Terreno | - Identificar a conformação do terreno (elevação e declividade). |
| Mapa de visibilidade | - Identificar locais com restrições de visibilidade devido ao relevo. |
| Mapas de calor (<i>kernel</i>) | - Identificar locais que concentram determinado tipo de dado, como ocorrências. |

| | |
|--------|--|
| Outros | <ul style="list-style-type: none"> -Mosaicos de imagens; -Mosaicos de cartas; - Mapas temáticos com área de alcances (<i>buffers</i>); - Mapas temáticos de área de influências; - Mapa temáticos qualitativos (tipo para classificar o terreno); - Mapas temáticos quantitativos (dados relacionados à quantidade, exemplos mapa temático com a classificação das pontes); - Espacialização de localização a partir de endereços; e - Mapas para apoiar no planejamento da manobra. |
|--------|--|

Fonte: BRASIL, 2023.

Dessa maneira, observa-se que os produtos sob responsabilidade do GTE são diversificados e abrangentes no apoio às operações e no processo de tomada de decisões. Entretanto, prover a diversidade destes produtos, com a precisão e tempestividade inerentes a atividade militar, apresenta-se como um desafio ao módulo, o que demanda a utilização de ferramentas computacionais como as disponibilizadas pelo QGIS.

Neste diapasão, destaca-se que durante as fases de Coleta e Tratamento de Dados deste trabalho, obteve-se acesso ao Relatório de Experimentação Doutrinária referente ao emprego do Módulo Tático de Geoinformação Temática de Engenharia na Operação Calçoene 2023, dentro do escopo da Experimentação Doutrinária da Capacidade de Análise do Terreno pela Arma de Engenharia.

No contexto desta Operação, de forma a apoiar as operações e fornecer geoinformação relevante, o GTE produziu, antes das operações, mapas de restrição de movimento, mapas de vegetação, mapas de localidades, mapa de hidrografia, mapa de relevo (curvas de nível e pontos cotados), mapa estratégico

de localidades, mapa de raios de ação de meios estratégicos, mapa estratégico de restrição de movimento e um mapa de infraestruturas.

Ainda, durante a execução da Operação Calçoene, conforme apontado no relatório supramencionado, foi possível observar a importância de atividades de capacitação e formação contínua para os militares envolvidos, bem como a existência de limitações no conhecimento técnico dos integrantes do módulo, especialmente nas áreas que demandam maior complexidade técnica, como as ciências cartográficas, a operação de *softwares* e a operação de drones.

Além disso foi apresentada como sugestão operacional que o GTE realizasse um trabalho prévio de geoinformação, de modo que seus produtos estejam prontos antes do detalhamento das manobras do exercício, garantindo que a geoinformação produzida componha os planejamentos desde a realização do PITCIC.

Desta forma, da análise dos dados constantes da documentação apresentada, cabe ressaltar que a utilização do QGIS permite o cumprimento das cinco etapas da segunda fase do PITCIC e das missões atribuídas de forma experimental ao módulo tático GTE. Entretanto algumas considerações referentes às dificuldades tanto do uso do QGIS, quanto de um SIG de maneira geral, devem ser levadas em consideração, merecendo apontamento:

a. Complexidade da Análise do Terreno: A análise do terreno é um processo técnico e complexo que requer expertise em geoinformação e sensoriamento remoto. Os operadores de SIG precisam ter conhecimento especializado para interpretar corretamente as características do terreno e fornecer informações precisas;

b. Atualização Constante dos Dados: A disponibilidade de informações geoespaciais atualizadas e precisas é fundamental para o sucesso das operações. Os operadores de SIG enfrentam o desafio de manter os dados sempre atualizados e prontamente disponíveis para apoiar as decisões táticas;

c. Integração de Dados: Os operadores de SIG precisam ser capazes de integrar dados de diferentes fontes e formatos para fornecer uma visão abrangente e precisa do terreno. A integração eficaz de dados é essencial para uma análise completa e detalhada, possibilitando o correto provimento de consciência situacional;

d. Necessidade de formação especializada em SIG: Os integrantes do GTE devem realizar a especialização em SIG, bem como estar a par da evolução das tecnologias de geoinformação, o que exige que os profissionais se mantenham atualizados em relação às novas ferramentas e métodos de análise, representando um desafio em termos de tempo e disponibilidade orçamentária.

4.3 HABILITAÇÕES NECESSÁRIAS PARA UTILIZAÇÃO DE UM SIG

Conforme abordado previamente neste trabalho, evidencia-se que o uso de SIG, em particular o QGIS, em apoio às operações tem o potencial de contribuir para o PITCIC. Entretanto, cabe ressaltar que tal utilização é impactada por óbices decorrentes tanto da complexidade do terreno quanto do conhecimento técnico necessário à correta utilização deste *software*.

Desta forma, em uma primeira análise podem ser apontados os seguintes conhecimentos e habilidades, necessárias aos operadores, para uma utilização mais efetiva de SIG em proveito às operações:

a. Conhecimento em Geoinformação: Os operadores de SIG precisam ter conhecimento especializado em geoinformação para interpretar corretamente os dados espaciais e produzir análises precisas do terreno;

b. Habilidade em Análise Espacial: A capacidade de realizar análises espaciais, como sobreposição de camadas, análise de proximidade e modelagem de terreno, é essencial para extrair insights significativos dos dados geoespaciais;

c. Atualização Tecnológica: Os operadores de SIG devem estar atualizados com as tecnologias e ferramentas mais recentes para coleta, análise e visualização de dados geoespaciais. Isso inclui o conhecimento de *softwares* específicos de SIG e tecnologias de sensoriamento remoto;

d. Colaboração e Comunicação: A capacidade de colaborar com outras equipes, comunicar efetivamente as análises e resultados, e trabalhar em conjunto com os comandantes táticos e outros especialistas em engenharia é fundamental para o sucesso do apoio às operações militares.

Nesse contexto a viabilidade do uso desses sistemas de código aberto, em apoio as operações, deverá considerar a capacidade do usuário ou operador conseguir interagir com o programa. Para que esta interação seja plenamente efetiva, devem ser levados em consideração a necessidade do conhecimento, por parte dos usuários do SIG, de um arcabouço teórico minimamente necessário, usualmente inerente aos profissionais das áreas de geociências.

Destarte, cabe ressaltar que o uso dessas ferramentas de geoinformação requer, além de um conhecimento técnico relacionado às especificidades da operação dos SIG, também um conhecimento teórico multidisciplinar, envolvendo as áreas do conhecimento da cartografia, geodésia, sensoriamento remoto e processamento digital de imagens.

4.4 A GEOINFORMAÇÃO MINISTRADA NO EXÉRCITO BRASILEIRO

O ensino da Geoinformação no Exército Brasileiro é conduzido de forma sistemática em diferentes escolas de formação e graduação. No Instituto Militar de Engenharia (IME) são formados os Engenheiros Cartógrafos, que compõe os Quadros de Cargos Previstos (QCP) dos Centros de Geoinformação. Na Escola de Sargentos de Logística (EsSLog), é realizado o Curso de Formação e Graduação de Sargentos de Topografia que habilita o militar a ocupar cargos e exercer funções das graduações de 3º sargento e 2º sargento não-aperfeiçoado da Qualificação Militar de Subtenentes e Sargentos de Topografia (QMS Topo) nas Organizações Militares Operacionais e Logísticas.

No que se refere execução de cursos e estágios, o EB dispõe ainda de cursos de especialização em Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica e Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, ministrados no 2º Centro de Geoinformação e destinados aos sargentos da QMS Topo. O 2º CGEO ministra ainda um Estágio de Sensoriamento Remoto e SIG, destinados a complementar

a qualificação de Subtenentes e Sargentos, de qualquer qualificação militar, com o ensino de conhecimentos teóricos e práticos.

Adicionalmente, mediante solicitação dos Comandos Militares de Área, seguindo a cadeia de Comando, os CGEO ministram capacitações em geoinformação, com duração de aproximadamente 40 horas, a militares das Organizações Militares, bem como Órgãos Estaduais de Segurança, Defesa Civil e Forças Auxiliares, com o objetivo de fornecer conhecimentos e práticas para obter, manipular e editar dados geoespaciais, facilitando o planejamento de atividades operacionais e de instrução.

Cabe ressaltar que o DECEX iniciou um processo para inserção da Geoinformação em seus planos de disciplinas. Atualmente, cadeiras eletivas de Geoinformação são ministradas anualmente na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) e na Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO). Em paralelo, o DECEX estuda implantar na Academia, já para 2026, cadeiras permanentes para os cadetes, garantindo que todos os oficiais ali formados tenham o mesmo nível de conhecimento no assunto. Além disso, outras iniciativas estão em estudo, indicando a possibilidade de capacitações para instrutores e palestras para alunos, também na ESA (DELGADO, 2024).

A importância do ensino de geoinformação, como um indutor de aumento de poder de combate, pode ser evidenciada pela importância dada ao tema por outros exércitos nacionais. A Academia Militar de West Point, nos Estados Unidos da América, possui o Departamento de Geografia e Engenharia Ambiental, que inclui o Programa de Ciência da Informação Geoespacial e uma equipe de instrutores dedicados a projetos em SIG. Na Espanha, a Academia Militar Geral possui em sua grade curricular uma cadeira comum e obrigatória, para todas as especialidades, voltada ao ensino de Informações Geográficas Digitais e Sensoriamento Remoto (DELGADO, 2024).

Atualmente, as atividades de ensino regular da geoinformação no EB podem ser sistematizadas conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Quadro de Carga Horária dos Cursos de Geoinformação

| OM | CURSO / ESTÁGIO | DISCIPLINA | CARGA HORÁRIA | CARGA HORÁRIA TOTAL |
|---------|---|---|---------------|---------------------|
| IME | Graduação em Engenharia Cartográfica | Unidades Didáticas de Engenharia Cartográfica | 1680 h | 2260 h |
| | | Iniciação a Pesquisa | 120 h | |
| | | Projeto de Fim de Curso | 240 h | |
| | | Estágio Supervisionado | 220 h | |
| EsSLog | Formação e Graduação de Sargentos de Topografia | Fotogrametria e Sensoriamento Remoto | 90 h | 672 h |
| | | Cartografia e SIG | 142 h | |
| | | Levantamento Topográfico | 176 h | |
| | | Práticas em Agrimensura | 60 h | |
| | | Obras de Engenharia | 140 h | |
| | | Projeto Interdisciplinar | 64 h | |
| 2º CGEO | Curso de Cartografia e SIG | Cartografia Básica | 20 h | 303 h |
| | | Metodologia de Produção | 90 h | |
| | | SIG 1 | 71 h | |
| | | SIG 2 | 122 h | |
| | Curso de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto | Cartografia Básica | 20 h | 308 h |
| | | Fotogrametria | 160 h | |
| | | Processamento Digital de Imagens | 94 h | |
| | | Sensoriamento Remoto | 34 h | |
| | Estágio de Sensoriamento Remoto e SIG | Cartografia Básica | 38 h | 166 h |
| | | Sensoriamento Remoto | 58 h | |
| | | SIG | 70 h | |

| | | | | |
|------|-------------------------|---------------------------------|------|-------|
| AMAN | Cadeiras eletivas em | Fundamentos de Geoinformação | 60h | 100 h |
| | Geoinformação | Geoinformação Aplicada | 40 h | |

Fonte: o autor (2024)

Da análise da carga horária de disciplinas, relacionadas a geoinformação e ministradas no EB, observa-se que as cargas horária ministradas são proporcionais e compatíveis aos níveis dos cursos oferecidos, o que permite a formação de profissionais em diferentes níveis de especialização, criando, a priori, uma estrutura hierárquica de conhecimento em geoinformação dentro do EB.

Neste contexto, a estrutura educacional adotada pelo EB permite a formação de engenheiros cartógrafos altamente qualificados, capazes de lidar com desafios complexos em geoinformação, bem como fornece uma formação técnica robusta para sargentos de Topografia, munindo esses militares com habilidades técnicas nas ciências básicas e em topografia, essenciais para operações de campo e apoio às atividades de engenharia militar.

Adicionalmente, os cursos de especialização ministrados no 2º CGEO permitem a especialização dos topógrafos em duas vertentes do conhecimento inter-relacionado a geoinformação, com o oferecimento de cursos específicos em Cartografia e SIG (303h) e Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (308h). Além disso, o Estágio de Sensoriamento Remoto e SIG, dotado de 166 horas, possibilita uma introdução aos conceitos para militares de diferentes especialidades, aumentando a disseminação do conhecimento em geoinformação no EB.

Por outro lado, a formação em geoinformação oferecida aos oficiais combatentes, formados na AMAN, realizada de forma eletiva e dotada de apenas 100 horas, cumpre a finalidade de apresentar alguns conceitos principais de geoinformação aos futuros oficiais, formando uma base mínima de conhecimento que poderá ser aprofundada posteriormente na carreira. Entretanto, considerando a crescente importância da geoinformação, evidenciada pela sua relevância no planejamento e execução de operações

militares, torna-se necessária a discussão já iniciada pelo DECEX sobre a sua inserção na AMAN, ESAO e ESA.

4.5 IMPLICAÇÕES DO EMPREGO DE SIG DE CÓDIGO ABERTO EM APOIO ÀS OPERAÇÕES MILITARES

Em síntese, conforme apresentado no decorrer deste trabalho, os SIG permitem ao combatente o planejamento e uma condução mais célere das operações militares, validando o uso de ferramentas de geoinformação de código aberto na identificação dos efeitos ambientais que constitui a 2ª fase do PITCIC.

Neste diapasão a utilização de SIG de código aberto contribui para o desenvolvimento e a personalização de *plug-ins* customizáveis, à exemplo do que é feito pela DSG com o QGIS na construção dos produtos cartográficos sob o seu encargo. Além disso, em um contexto de restrições orçamentárias, a utilização de SIG aberto torna-se uma opção sustentável e viável ao passo que não demanda o pagamento de licenças anuais para o usuário.

Porém, cabe ressaltar que os progressos advindos da capacidade de coletar, gerenciar, analisar e visualizar dados geoespaciais de forma integrada, por parte dos SIG, implicam diretamente na necessidade de capacitação teórica e técnica dos operadores destes softwares, o que fornecerá uma compreensão mais abrangente do ambiente operacional e mitigará a ocorrência de riscos decorrentes de erros de julgamento ou avaliação desses militares, contribuindo para que os comandantes tomem decisões estratégicas amparadas em informações corretas.

Desta forma, a utilização destas ferramentas em apoio as operações apresentam-se como uma alternativa viável, pois o Exército dispõe de oficiais e praças especialistas em SIG, o que é evidenciado pela carga horária e pelo conteúdo programático dos cursos ministrados pelo EB, permitindo que esses engenheiros cartógrafos e topógrafos atuem como um vetor de propagação de conhecimento para a capacitação em SIG dos militares das Armas, Quadro e Serviço.

Neste contexto, visualiza-se como outros desafios à viabilização do uso de SIG em operações, por parte da Força Terrestre, a padronização, disseminação e popularização do uso do QGIS, bem como dos produtos constantes do BDGEx que compõe uma fonte de insumos confiáveis a serem utilizados nesses SIG.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho evidenciou a crescente importância e atenção dada a geoinformação na Doutrina do Exército Brasileiro, especialmente no planejamento e execução de operações. A análise da carga horária das disciplinas ministradas nas escolas do EB revelou um cenário de formação especializada em geoinformação, principalmente para engenheiros cartógrafos e topógrafos. No entanto, identificou-se uma possível oportunidade de melhoria na formação dos oficiais combatentes e sargentos das armas em relação ao conhecimento de geoinformação.

Tal oportunidade é salientada na observação de que os estágios ministrados pelos CGEO, no âmbito dos Comandos Militares de Área, bem como a disciplina eletiva ministrada na AMAN possuem uma carga horária reduzida quando comparados até mesmo ao Estágio ministrado pelo 2º CGEO aos militares de outras especialidades.

Desta forma, considerando a relevância do uso de Sistemas de Informação Geográfica em apoio ao Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civis, bem como à responsabilidade atribuída ao módulo tático de Geoinformação Temática de Engenharia na execução da 2ª fase do PITCIC, evidencia-se a necessidade de uma abordagem mais abrangente e sistemática no ensino de geoinformação, potencializando o uso de ferramentas de geoinformação de código aberto no EB.

Diante desse cenário, sugere-se a análise de viabilidade da criação de um grupo de trabalho, composto por representantes do Departamento de Educação e Cultura do Exército, do Centro de Doutrina do Exército, do Departamento de Ciência e Tecnologia, representado pela Diretoria de Serviço Geográfico, e do 1º Gpt E, subordinado ao Departamento de Engenharia de Construção, e responsável pela experimentação doutrinária do módulo de Geoinformação Temática de Engenharia. Dentre as possíveis atribuições deste GT, sugere-se os seguintes objetivos principais:

- a. Realização de um estudo sobre a necessidade e a viabilidade da inclusão de disciplinas da área de geoinformação no currículo do curso de formação dos oficiais combatentes da Academia Militar das Agulhas Negras;

b. Avaliar a possibilidade de inserção de conteúdos de geoinformação no curso de formação de sargentos da Escola de Sargentos das Armas;

c. Propor uma revisão e ampliação do conteúdo de geoinformação ministrado, com destinação de maior carga horária desta disciplina, para os militares da Arma de Engenharia, formados na AMAN e na ESA, considerando as especificidades e necessidades de cada grupo, que irão compor os módulos temáticos de geoinformação de engenharia, responsáveis pela execução da 2ª fase do PITCIC;

d. Analisar a possibilidade da implementação de estágios em geoinformação, de diferentes níveis de complexidade, para oficiais e sargentos já formados, na modalidade de Ensino a Distância (EAD), propiciando oportunidades de autoaperfeiçoamento e aprimoramento contínuo a estes militares;

e. Análise da possibilidade da expansão do número de vagas e do número de turnos do Estágio de Sensoriamento e SIG, atualmente ministrado no 2º CGEO, com o aumento da carga horária na modalidade EAD;

f. Avaliação da necessidade da formação de maior efetivo da QMS de Topografia na EsSLog, possibilitando um aumento inicial da quantidade de militares especialistas em geoinformação.

Desta forma, visualiza-se que a implementação dessas medidas potencializaria o uso de SIG em apoio às operações, na execução da 2ª fase do PITCIC e na composição dos GTE, o que resultaria em um aumento da produtividade dos módulos em experimentação doutrinária, melhorando a eficiência no planejamento e execução de operações militares.

Por fim, cabe destacar que o investimento na formação em geoinformação permitiria o alinhamento do EB ao que já é executado por países da OTAN como Estados Unidos e Espanha, atendendo tanto às demandas operacionais atuais previstas em sua doutrina, quanto permitindo sua preparação para os desafios futuros, onde a análise e interpretação de dados geoespaciais serão cada vez mais cruciais para o sucesso das missões militares.

REFERÊNCIAS

Abrantes, M.G., 1998. Contribuições para uma metodologia de desenvolvimento de Sistemas de Informação Geográfica. Dissertação de Doutorado, IST/UT.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Secretaria-Geral do Exército. Portaria nº 113, de 14 de março de 2008. Aprova o Regulamento da Diretoria de Serviço Geográfico (R-74) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 mar. 2008. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. Manual de Fundamentos EB20- MF10.103: Operações. Brasília, DF, 4. ed, 2014.

BRASIL. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. Manual de Campanha: EB20-MC-10.209: Geoinformação. Brasília, DF, 2. ed. 2014.

BRASIL. Exército Brasileiro. Departamento de Ciência e Tecnologia ET-PCDG EB80-N-72.001 Norma para Especificação Técnica para Produtos de Conjunto de Dados Geoespaciais. Brasília, DF, ed. 2016.

BRASIL. Exército Brasileiro. Projeto Interdisciplinar do Curso de Direção para Engenheiros Militares (CDEM). A Geoinformação Aplicada às Atividades da Força Terrestre. Rio de Janeiro, RJ, 2018.

BRASIL. Exército Brasileiro. Manual de Campanha. EB70-MC-10.237: A Engenharia Nas Operações. Rio de Janeiro, RJ, 2018.

BRASIL. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. Manual de Fundamentos EB20-MF-10.102 Doutrina Militar Terrestre. Brasília, DF, 2. ed. 2019.

BRASIL. Exército Brasileiro. Comando de Operações Terrestres. Manual de Campanha EB70-MC-10.211 Processo de Planejamento e Condução das Operações Terrestres. Brasília, DF, 2. ed. 2020.

BRASIL. Exército Brasileiro. Comando de Operações Terrestres. Manual Técnico EB70-MT-11.436 Módulo Tático de Geoinformação Temática de Engenharia. Brasília, DF, Edição Experimental 2023.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. Manual de Campanha: Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civas – PITCIC. 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2023.

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antonio Miguel; D' ALGE, Julio, Introdução à Ciência da Geoinformação. INPE, São José dos Campos, 2001.

DELGADO, Rodrigo Evangelista. A Geoinformação e o Ensino nas Escolas Militares da Linha Bélica. In: EBlog. Brasília: Exército Brasileiro, 19 de Agosto de 2024. Disponível em: https://eblog.eb.mil.br/web/guest/w/a-geoinforma%C3%A7%C3%A3o-e-o-ensino-nas-escolas-militares-da-linha-b%C3%A9lica?p_l_back_url=https%3A%2F%2Feblog.eb.mil.br%2F&p_l_back_url_title=EBlog. Acesso em: 01 de Setembro de 2024.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994. 207 p.

ISMAEL, L. S.; SILVA, W. B; XAVIER, E. M. A.; ANDRADE, L.C.O.A Geoinformação no Contexto das Operações Terrestres. Doutrina Militar Terrestre em Revista. Brasília, DF, 2021.

JESUS, R. M. L.; SILVA, D. C.; OLIVEIRA, P. B. Proposta de Metodologia para Desenvolvimento de uma Interface de Sistemas de Informações Geográficas Intuitiva. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2010.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003

MENDONÇA JÚNIOR, M. G. Estruturas de Geoinformação de Defesa do Brasil, Estados Unidos da América e Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte. Rio de Janeiro: ESG, 2017.

MINISTÉRIO DA DEFESA. EXÉRCITO BRASILEIRO. DCT – DSG. 1º CENTRO DE GEOINFORMAÇÃO. (Divisão de Levantamento General Augusto Tasso Fragoso). Relatório Técnico Nº 11/2023 – DGEO/1ºCGEO. Planejamento DSGTools 2024.

NETTO, O. C. M. A Importância do Serviço Geográfico para o Exército Brasileiro. Blog do Exército (EBlog), Brasília, DF, 2021.

NETTO, O. C. M. Capacidades Emergentes de Geoinformação no Exército Brasileiro. Military Review, 3º Trimestre, Edição Brasileira, Kansas, 2018.

VERGARA, Sylvia Constant. Métodos de pesquisa em administração. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005.