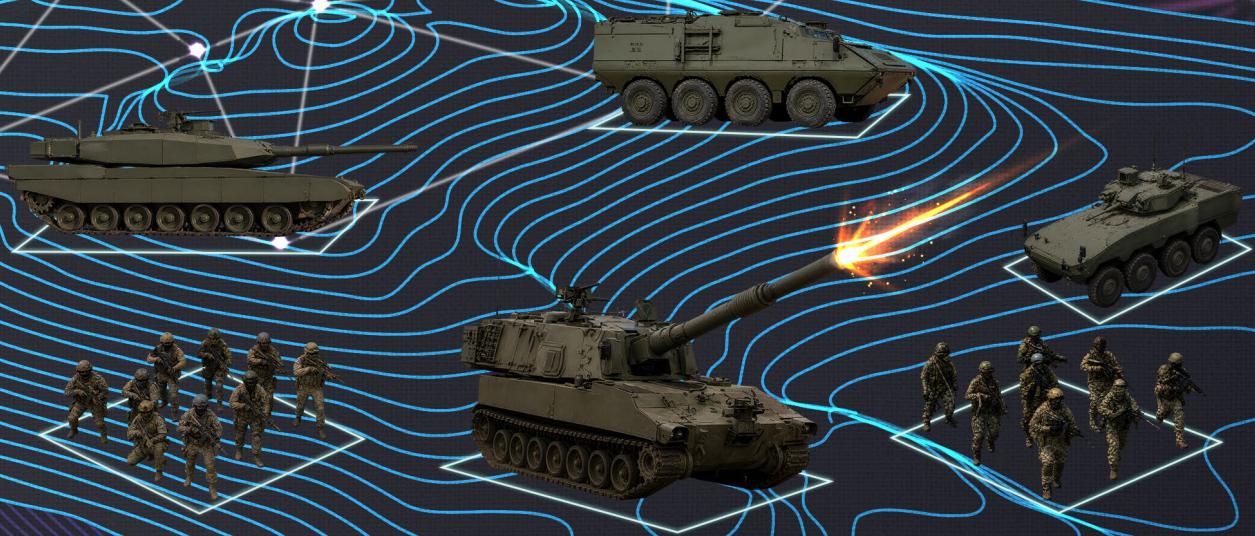
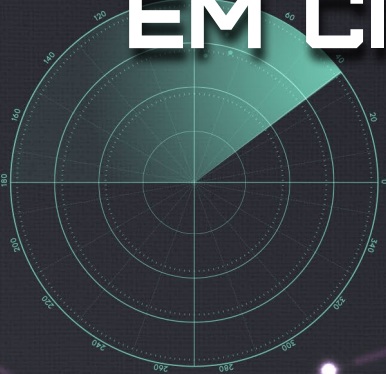


ABORDAGENS METODOLÓGICAS EM CIÊNCIAS MILITARES



NEVES - POCHMANN - SCHMIDT

Organizadores

Eduardo Borba Neves

Pablo Gustavo Cogo Pochmann

Raquel Petry Brondani Schmidt

**ABORDAGENS METODOLÓGICAS EM
CIÊNCIAS MILITARES**

Rio de Janeiro

2026

Copyright © 2026 Eduardo Borba Neves, Pablo Gustavo Cogo Pochmann e Raquel Petry Brondani Schmidt

Todos os direitos reservados aos organizadores.

Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, armazenada ou transmitida de qualquer forma ou por quaisquer meios – eletrônico, mecânico, fotocópia ou gravação, sem autorização dos organizadores.

CRÉDITOS

Capa: *Pablo Gustavo Cogo Pochmann*

Diagramação: *Traço Leal Comunicação*

Revisão de língua portuguesa: *Shirlei Porto de Souza*

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20509845>

Abordagens metodológicas em ciências militares
[livro eletrônico] / organização Eduardo Borba
Neves, Pablo Gustavo Cogo Pochmann, Raquel
Petry Brondani Schmidt. -- Rio de Janeiro :
Traço Leal Comunicação, 2026.
PDF

Vários autores.
Bibliografia
ISBN 978-65-988267-3-4

1. Ciência militar I. Neves, Eduardo Borba.
II. Pochmann, Pablo Gustavo Cogo. III. Schmidt,
Raquel Petry Brondani.

AGRADECIMENTOS

A materialização desta obra é o reflexo de um esforço conjunto e do comprometimento de diversas instituições e profissionais dedicados à excelência acadêmica.

Expressamos nossa profunda gratidão ao **Departamento de Educação e Cultura do Exército (DECEX)**, pelo constante estímulo à pesquisa e pelo fomento ao desenvolvimento do ensino no âmbito das Ciências Militares, pilares fundamentais para o progresso institucional.

À **Coordenadoria de Avaliação e Desenvolvimento da Educação Superior Militar do Exército (CADESM)**, manifestamos nosso especial reconhecimento pelo apoio financeiro viabilizado por meio do programa de fomento **Pró-Pesquisa**, sem o qual a publicação desta obra não seria possível.

Agradecemos à **Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO)**, pela infraestrutura de trabalho proporcionada e pela oportunidade de aprimoramento contínuo, ambiente que favorece a reflexão intelectual e a produção científica.

Nossos sinceros agradecimentos aos **autores** que integram esta coletânea. A generosidade em compartilhar conhecimentos, aliada ao tempo e esforço dedicados a cada capítulo, é o que permite auxiliar e inspirar todos aqueles que se propõem a desenvolver o saber científico na área das Ciências Militares e campos correlatos.

Por fim, estendemos nosso reconhecimento a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a viabilização e o sucesso desta publicação.

ORGANIZADORES



**Eduardo Borba
Neves**

Doutor em Engenharia Biomédica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ (2009). Doutor em Saúde Pública e Meio Ambiente pela Escola Nacional de Saúde Pública – ENSP da Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ (2011). Doutor Notório Saber em Educação e Cultura Militares pelo Departamento de Ensino e Pesquisa – DEP do Exército Brasileiro (2007). Coordenador do Mestrado Profissional em Ciências Militares, com ênfase em Gestão Operacional, da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais – EsAO do Exército Brasileiro (2022 – atual).



**Pablo Gustavo Cogo
Pochmann**

Mestre em Ciências Militares pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais – EsAO do Exército Brasileiro (2015). Mestre em Engenharia de Defesa pelo Instituto Militar de Engenharia – IME do Exército Brasileiro (2024). Docente do Mestrado Profissional em Ciências Militares, com ênfase em Gestão Operacional, da EsAO do Exército Brasileiro (2017 – 2018; 2022 – atual).



**Raquel Petry Brondani
Schmidt**

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM (2013). Mestra em Engenharia Civil pela UFSM (2015). Doutora em Engenharia Civil pela UFSM (2023). Docente do Magistério Superior do Centro de Tecnologia – CT da UFSM (2015 – atual). Exercício Provisório como Docente do Mestrado Profissional em Ciências Militares, com ênfase em Gestão Operacional, da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais – EsAO do Exército Brasileiro (2023 – atual).

SUMÁRIO

Capítulo 1	RIGOR METODOLÓGICO NA PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO EM CIÊNCIAS MILITARES	7
	<i>Eduardo Borba Neves Pablo Gustavo Cogo Pochmann Raquel Petry Brondani Schmidt</i>	
Capítulo 2	ESTUDOS COM ABORDAGEM QUALITATIVA: Análises de Conteúdo e de Discurso.....	13
	<i>Henrique de Oliveira Mendonça</i>	
Capítulo 3	REVISÕES SISTEMÁTICAS	33
	<i>Priscila dos Santos Bunn</i>	
Capítulo 4	MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA EM HISTÓRIA MILITAR.....	55
	<i>Fernando da Silva Rodrigues</i>	
Capítulo 5	DESIGN SCIENCE RESEARCH (DSR).....	85
	<i>Leonardo de Mello Barbosa</i>	
Capítulo 6	DESIGN SCIENCE FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE (DS-AI)	121
	<i>Daisy Cristine Albuquerque da Silva Eduardo Borba Neves</i>	
Capítulo 7	MÉTODOS EM ESTUDOS QUANTITATIVOS.....	145
	<i>Eduardo Borba Neves</i>	
Capítulo 8	PESQUISA EXPERIMENTAL.....	173
	<i>Raquel Petry Brondani Schmidt</i>	
Capítulo 9	PESQUISA COM SIMULAÇÃO CONSTRUTIVA ..	199
	<i>Pablo Gustavo Cogo Pochmann</i>	
Capítulo 10	INTEGRAÇÃO METODOLÓGICA NA PRÁTICA DA PESQUISA MILITAR	233
	<i>Eduardo Borba Neves Pablo Gustavo Cogo Pochmann Raquel Petry Brondani Schmidt</i>	

CAPÍTULO 1

RIGOR METODOLÓGICO NA PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO EM CIÊNCIAS MILITARES

Eduardo Borba Neves

Pablo Gustavo Cogo Pochmann

Raquel Petry Brondani Schmidt

INTRODUÇÃO

A consolidação das Ciências Militares como campo acadêmico robusto exige o compromisso inegociável com o rigor científico. Diferentemente da mera opinião ou da experiência empírica não sistematizada, a produção de conhecimento científico demanda delineamento claro, transparente e reproduzível. A estrutura metodológica constitui o eixo central de sustentação de qualquer estudo, conferindo-lhe consistência lógica e permitindo a validação e replicabilidade dos resultados obtidos (Prager *et al.*, 2022).

IMPORTÂNCIA DA DESCRIÇÃO ADEQUADA DOS MÉTODOS DE PESQUISA

A descrição adequada dos métodos não é uma simples formalidade, mas uma exigência epistemológica. Seja em estudos quantitativos, que buscam mensurar fenômenos e testar hipóteses com objetividade, ou em abordagens qualitativas, que interpretam nuances de discursos e contextos, a clareza e o detalhamento do *como fazer* é o que assegura a passagem do senso comum para a ciência (Aguinis; Solarin, 2019).

Nas Ciências Militares, essa necessidade é amplificada pela diversidade de objetos de estudo, que variam desde a otimização logística e sistemas de armas até a sociologia dos conflitos e a memória institucional. O pesquisador deve ser capaz de selecionar a ferramenta adequada, seja ela a construção de um

artefato prático, a análise estatística de dados ou a interpretação hermenêutica de fontes históricas, para atingir seus objetivos e responder ao problema de pesquisa proposto.

Cabe salientar que a presente obra não tem a pretensão de substituir o Manual de Metodologia da Pesquisa (Neves; Domingues, 2007). Objetiva-se, neste livro, aprofundar conceitos em alguns tópicos especiais de metodologia da pesquisa científica e oferecer um guia instrumental para pesquisadores, por intermédio de abordagens que dialogam com as múltiplas facetas da caserna e da Defesa Nacional.

A seguir, apresentamos uma breve descrição dos capítulos que compõem esta publicação, cada um dedicado a uma vertente metodológica específica.

ESTRUTURA DA OBRA

Os capítulos exploram diferentes métodos de pesquisa tradicionalmente empregados em trabalhos científicos nas Ciências Militares, permitindo ao leitor perpassar desde a produção de soluções práticas até a análise de grandes volumes de dados ou documentos históricos.

Iniciando a obra, no *Capítulo 2 – Estudos com Abordagem Qualitativa*, reconhecendo que nem todos os fenômenos militares aderem a indicadores numéricos, exploram-se a análise de conteúdo e a análise de discurso. Aquela é apresentada como uma técnica para inferências objetivas e sistemáticas a partir de comunicações, enquanto esta foca nas raízes subliminares e ideológicas da mensagem, considerando o contexto sócio-histórico. O capítulo também apresenta o discurso do sujeito coletivo (DSC) como ferramenta para sintetizar opiniões de grupos, essencial para compreender percepções e valores dentro das instituições.

No *Capítulo 3 – Revisões Sistemáticas*, aborda-se a importância dos estudos secundários que sintetizam pesquisas científicas existentes. Diferenciando-se das revisões narrativas, que possuem maior risco de viés, a revisão sistemática utiliza métodos explícitos e padronizados para busca, seleção e avaliação crítica de estudos. O capítulo detalha o uso de protocolos como o PRISMA, a formulação de perguntas estruturadas por meio dos acrônimos PICOS, PECOS e PIRT e a realização de metanálises para consolidar o conhecimento científico, oferecendo um alto nível de evidência para a tomada de decisão.

No *Capítulo 4 – Métodos e Técnicas de Pesquisa em História Militar*, discute-se a renovação do campo através da Nova História Militar, que expande o foco das grandes batalhas para as relações entre instituições militares e sociedade.

O texto é um guia sobre o uso de variadas fontes tais como documentos escritos oficiais, acervos pessoais, fontes imagéticas e a história oral. O autor enfatiza que as fontes exigem do pesquisador um trabalho crítico de cruzamento de dados e de análise de discursos para reconstruir o passado, superando a visão positivista de que o documento é um espelho fiel da verdade.

No *Capítulo 5 – Design Science Research (DSR)*, apresenta-se a DSR como método voltado à produção de conhecimento prescritivo. Diferente das ciências tradicionais que buscam apenas descrever ou explicar fenômenos, a DSR foca no projeto e construção de artefatos (modelos, métodos, construtos ou instâncias) para solucionar problemas práticos. O capítulo detalha o *Processo Peffers*, uma estrutura de seis etapas que vai da identificação do problema até a comunicação dos resultados, equilibrando a relevância prática com o rigor teórico. É uma abordagem essencial para pesquisas que visam criar soluções inovadoras dentro das organizações militares, como *softwares* ou novos processos de gestão.

No *Capítulo 6 – Design Science for Artificial Intelligence (DS-AI)*, detalha-se uma abordagem estruturada para o desenvolvimento de pesquisas e artefatos que envolvem *machine learning* e modelos de linguagem de larga escala (*large language models – LLM*). Fundamentado na *Design Science Research (DSR)*, o *framework DS-AI* integra o roteiro de seis etapas de Peffers aos ciclos de relevância, rigor e *design* de Hevner, adicionando uma camada crítica de gerenciamento de riscos e governança. Enfatiza-se que a criação de soluções em IA deve ir além do treinamento técnico, exigindo utilidade prática, inovação rigorosa e conformidade ética e legal com o ordenamento jurídico brasileiro.

No *Capítulo 7 – Métodos em Estudos Quantitativos*, evidencia-se a mensuração de fenômenos através de dados numéricos e estatísticos. Este capítulo aborda a estrutura dos estudos quantitativos, dividindo-os essencialmente em observacionais e experimentais. O texto guia o leitor pela definição de população e amostra, critérios de elegibilidade e instrumentos de coleta de dados. Além disso, oferece um aprofundamento em estatística descritiva e inferencial, apresentando testes para a análise de dados no contexto militar, essenciais para fundamentar decisões baseadas em evidências numéricas.

No *Capítulo 8 – Pesquisa Experimental*, a presente obra aprofunda-se especificamente no método experimental, considerado o padrão para o estabelecimento de relações de causa e efeito. O capítulo discute a experimentação tanto em campo, no ambiente natural de ocorrência dos fenômenos, quanto em laboratório, onde o controle de variáveis é rigoroso. Confere-se destaque especial à aplicação nas Ciências Militares, incluindo o uso de simulação de combate

e a experimentação doutrinária, fundamentais para validar novas táticas e equipamentos antes de sua adoção definitiva.

No *Capítulo 9 – Pesquisa com Simulação Construtiva*, o método é apresentado como um laboratório virtual indispensável para o suporte à decisão e a análise de eficácia tática. Diferenciando-a das modalidades de simulação viva e virtual, o capítulo explora como a interação entre agentes simulados permite testar hipóteses, otimizar processos e validar doutrinas com significativa redução de custos e riscos operacionais. O texto oferece um guia prático de nove passos para a condução de experimentos científicos, destacando a importância dos processos de verificação e validação (V&V) e do emprego de rigor estatístico para transformar dados de combate em evidências científicas robustas.

Por fim, no *Capítulo 10 – Integração Metodológica na Prática da Pesquisa Militar*, defende-se a triangulação de métodos como necessidade para abarcar a complexidade dos fenômenos de Defesa. O texto recomenda o desenvolvimento de um arcabouço metodológico, integrando revisões sistemáticas, abordagens quantitativas para mensurar eficácia e análises qualitativas para compreender as raízes subjetivas e humanas dos resultados. Reforça-se a visão de que os métodos não são auto suficientes, mas complementares. Neste sentido, o pesquisador deve lançar mão da melhor combinação de métodos para produzir conhecimentos que contribuam efetivamente para o desenvolvimento tecnológico, da soberania e da Defesa Nacional.

Esperamos que este compêndio seja ferramenta valiosa para acadêmicos e profissionais de Ciências Militares, incentivando a produção de pesquisas que sejam, ao mesmo tempo, metodologicamente rigorosas e socialmente relevantes.

SOBRE OS AUTORES

Eduardo Borba Neves, Doutor em Engenharia Biomédica.

Coordenador do Curso de Mestrado Profissional em Ciências Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército (EsAO), Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: neveseb@gmail.com

Pablo Gustavo Cogo Pochmann, Mestre em Engenharia de Defesa (IME).
Mestre em Ciências Militares (EsAO).

Chefe da Seção de Pós-graduação, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) do Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: pochmann.pablo@eb.mil.br

Raquel Petry Brondani Schmidt, Doutora em Engenharia Civil.

Docente do Magistério Superior da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Brasil. Atualmente, em Exercício Provisório na Seção de Pós-Graduação (SPG) da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) do Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: raquelbrondani@gmail.com

COMO CITAR ESTE CAPÍTULO

NEVES, E. B.; POCHMANN, P. G. C.; SCHMIDT, R. P. B. O Rigor Metodológico na Produção do Conhecimento em Ciências Militares. *In*: NEVES, E. B.; POCHMANN, P. G. C.; SCHMIDT, R. P. B. (org.). **Abordagens Metodológicas em Ciências Militares**. Rio de Janeiro: Traço Leal Comunicação, 2026. p. 7-11.

REFERÊNCIAS

AGUINIS, H.; SOLARINO, A. M. Transparency and replicability in qualitative research: The case of interviews with elite informants. **Strategic management journal**, v. 40, n. 8, p. 1291-1315, 2019.

NEVES, E. B.; DOMINGUES, C. A. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: EB/CEP, 2007. p. 204.

PRAGER, E. M. *et al.* Improving transparency and scientific rigor in academic publishing. **Journal of neuroscience research**, v. 97, n. 4, p. 377-390, 2019.

CAPÍTULO 2

ESTUDOS COM ABORDAGEM QUALITATIVA: Análises de Conteúdo e de Discurso

Henrique de Oliveira Mendonça

INTRODUÇÃO

As Ciências Militares, em sua busca por “sustentar a força militar em vantagem relativa e para aumentar a probabilidade e os resultados positivos da vitória na paz ou durante a guerra” (Cunha; Migon, 2017, p. 131), possuem uma amplitude de perspectivas que transcende às ciências duras. Ao se aproximar da complexidade que rege o paradigma dos conflitos, as Ciências Sociais emergem como um pilar para analisar processos, comportamentos e outros objetos de estudo que não aderem confiavelmente a indicadores quantitativos. Ou seja, a interpretação do ambiente operacional possui nuances qualitativas que exigem ferramentas adequadas para sua análise.

Nesse sentido, a Análise de Conteúdo e a Análise de Discurso são dois procedimentos metodológicos amplamente utilizados em pesquisas qualitativas, e com grande aplicabilidade para as Ciências Militares. A Análise de Conteúdo, precursora da Análise de Discurso, emergiu nos Estados Unidos no primeiro quartil do século XX para a análise de materiais jornalísticos e ganhou grande impulso entre 1940 e 1950 com o interesse em símbolos políticos, expandindo-se para diversas áreas nas décadas seguintes (Caregnato; Mutti, 2006). Laurence Bardin, com sua obra de 1977, é frequentemente citada como uma das principais referências que popularizaram o uso da Análise de Conteúdo; por outro lado, a Análise de Discurso, cuja principal referência é Michel Pêcheux, estabeleceu-se a partir da relação entre língua, sujeito e história, diferenciando-se de outras abordagens pela sua interseção de epistemologias da linguística, do materialismo histórico e da psicanálise (Silva; Fossá, 2015).

Os pilares teóricos da Análise de Conteúdo a definem como um conjunto de técnicas para analisar comunicações de forma sistemática e objetiva, descrevendo

o conteúdo das mensagens para inferir conhecimentos sobre suas condições de produção/recepção (Bardin, 1977). Desta forma, o procedimento busca classificar o que foi dito ou observado em temas ou categorias para compreender o que está por trás das mensagens, focando no conteúdo do texto como um meio transparente de expressão do sujeito. Apesar de ter uma elevada eficácia na avaliação da presença ou ausência de características, o tratamento também pode ser quantitativo, caso o enfoque seja baseado na frequência de características (Lima, 1993).

Em contraste, a Análise de Discurso rejeita a ideia de que a linguagem é um meio neutro, defendendo a importância central do discurso na construção da vida social (Gill, 2002). Ela trabalha com o sentido da mensagem, que é produzida e não meramente traduzida. Seu core é construído pela interação de ideologia (posicionamento do sujeito e a constituição do imaginário inconsciente), contexto sócio-histórico e linguagem (materialidade do texto que carrega sentidos pré-construídos). Nesta perspectiva, a linguagem é opaca, e o sujeito, embora tenha a ilusão de autonomia, é uma mera interface do coletivo (Caregnato; Mutti, 2006).

Parâmetro	Análise de Conteúdo	Análise de Discurso
Foco na coleta	<i>Captação de volume suficiente</i>	<i>Captação do contexto</i>
Foco no tratamento	<i>Conteúdo explícito da mensagem</i>	<i>Raízes subliminares da mensagem</i>
Predomínio analítico	<i>Objetivo</i>	<i>Subjetivo</i>

Quadro 1. Análise de Conteúdo e de Discurso

De maneira geral, ambos os procedimentos têm por objetivo produzir inferências a partir de um conjunto de materiais (verbais ou não) e, assim, identificar significados, seja nos padrões de um determinado momento ou mesmo tendências evolutivas ao longo de um período.

Nas ciências militares, a análise de conteúdo tem sido aplicada com frequência. A seguir são apresentadas figuras que ilustram, por meio de nuvem de palavras e linha de tendências, os resultados bibliométricos a partir da análise de 151 documentos (artigos, revisões ou capítulos de livro), identificados na base de dados *Scopus* segundo os descritores “*content analysis*” AND “*military*” OR “*defense*”. Os resultados foram limitados à área das Ciências Sociais, aos idiomas inglês, espanhol ou português e a produções já finalizadas.



Figura 1. Nuvem de Palavras sobre pesquisas aplicando análise de conteúdo

É possível verificar que a análise de conteúdo tem sido amplamente empregada em pesquisas militares, seja com experimentos humanos ou mídias sociais, e subsidia estudos na paz, notadamente no campo da psicologia, mas com crescente aplicação nos conflitos.

PASSO-A-PASSO PARA EMPREGO DA ANÁLISE DE CONTEÚDO

Em geral, a aplicação da **Análise de Conteúdo** segue três fases: **Pré-análise**: sistematização das ideias iniciais e elaboração do plano; **Exploração do Material**: codificação dos dados; e **Tratamento dos Resultados**: categorização dos dados. A Figura 2 ilustra essa sequência e descreve também as subfases do processo.

Na primeira fase (**pré-análise**), o autor deve se ambientar com a temática por meio de uma leitura flutuante, momento em que se espera que ele identifique o core do seu trabalho e, assim, selecione o material (documentos, entrevistas, relatórios, notícias de jornais, vídeos...) que farão parte do corpus da sua pesquisa. O processo de escolha dos materiais deve ser (i) *exaustivo*: não deixar de fora qualquer elemento relevante; (ii) *representativo*: a amostra deve ser expressiva (quantidade e qualidade) dentro do universo estudado; (iii) *homogêneo*: critérios precisos e seguido com exceções justificadas; e (iv) *pertinente*: fontes coerentes e aderentes ao objetivo do estudo. Ressalta-se a importância da preparação dos materiais nesse momento, com a transcrição, fichamento e numeração.

Ainda na primeira fase, devem ser formuladas a hipótese e os objetivos específicos, que nortearão a sequência metodológica. Em paralelo, o autor precisa elaborar/definir os indicadores que fundamentarão a interpretação dos dados. Essa subfase é essencial e uma das mais importantes da pesquisa, pois envolve um

processo cognitivo de, a partir da leitura flutuante, identificar parâmetros centrais na temática. Essa definição pode ser *bottom-up*, quando o pesquisador inicia a leitura sem os indicadores e vai construindo conforme observa a relevância na discussão, ou *top-down*, quando o autor já parte de alguns parâmetros pré-definidos e re/ratifica durante a leitura.

A segunda fase (**exploração do material**) consiste na codificação do material a partir de unidades de registro, que são recortes de palavras, frases ou parágrafos que sintetizam ideias centrais. Na prática, o autor deve extrair, dos materiais selecionados, trechos que se relacionam com os indicadores definidos na fase anterior. Sugere-se, portanto, que o pesquisador faça uma leitura concentrada e direcionada, muitas vezes repetindo a leitura do mesmo material previamente lido na fase anterior.

Nesta fase, o autor deve também se preocupar com a definição do protocolo de classificação. Ou seja, é preciso registrar quais critérios estão sendo usados para associar uma unidade de registro a um indicador. Esse critério pode ser, por exemplo, advindo de um dicionário de palavras associadas (uma lista de termos que possuem aderência ao indicador). A partir desse protocolo, é conduzida a classificação e agrupamento das unidades de registro, materializadas em um Quadro de Codificação, com o agrupamento temático das categorias iniciais.

Na fase final (**tratamento dos resultados**) é conduzido um reagrupamento (agrupamento temático de categorias intermediárias e finais, se for o caso) ou ajuste com base em características comuns e de acordo com os objetivos propostos pela investigação, o que resultará em um Quadro de Categorização. Neste momento, espera-se que o autor seja capaz de captar os conteúdos manifestos e latentes e, assim, promover uma interpretação inferencial do que a categorização lhe oferece. Em geral, uma análise de similaridades e divergências entre as fontes é sempre recomendada, assim como a frequência da presença das principais ideias nos diversos materiais coletados.

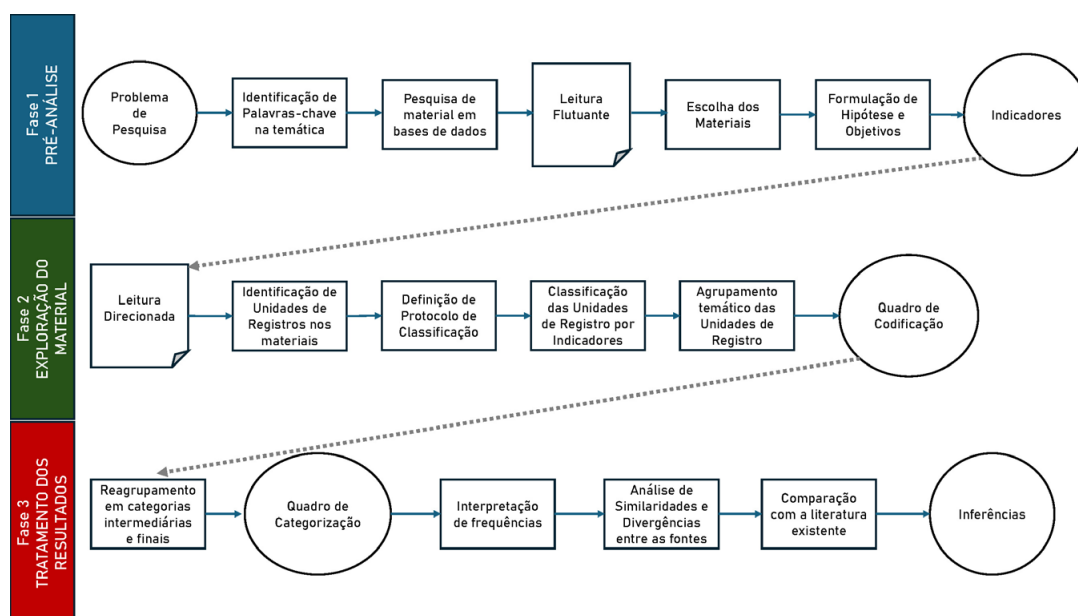


Figura 2. Sequência metodológica da Análise de Conteúdo

PASSO-A-PASSO PARA EMPREGO DA ANÁLISE DE DISCURSO

Quanto à **Análise de Discurso**, a sequência do processo é bastante similar, com particularidades principalmente no material coletado e na descrição do contexto que envolve as unidades de registro. Neste procedimento metodológico pode-se utilizar discursos de personalidades relevantes em eventos especiais, momento em que as falas são, normalmente, prévia e cuidadosamente preparadas e possuem conotações profundas. Neste caso, uma importante base de dados pode ser encontrada no site do Ministério das Relações Exterior, que compila os discursos, artigos e entrevistas de diversas autoridades nacionais. Além disso, o corpus de análise pode ser fruto de entrevistas realizadas pelo próprio pesquisador com um determinado grupo de interesse.

Como mencionado na seção anterior, em uma Análise de Discurso há um enfoque nas raízes subliminares da mensagem. Nesse sentido, nas fases de Exploração do Material e Tratamento de Resultados há a inclusão de uma interpretação semântica e contextual de cada unidade de registro. Na prática, o autor tenta entender o que pode ter motivado a forma da mensagem, seja o tom, a ênfase, ou mesmo a omissão. Para tanto, o pesquisador se ampara em materiais secundários que podem subsidiar essa interpretação.

Uma técnica de pesquisa que emerge como importante ferramenta para as Ciências Militares é a Análise de **Discurso do Sujeito Coletivo (DSC)**, que consiste em um método para organizar e tabular dados qualitativos que resulta em um discurso-síntese elaborado em primeira pessoa do singular utilizando partes de discursos com sentido semelhante, por meio de procedimentos sistemáticos e padronizados, conforme ilustrado na Figura 3. Por isso, a grande contribuição do DSC é justamente compor depoimentos sem reduzi-los meramente a quantidades (Lefevre; Lefevre, 2005). Para fazer a análise são utilizados discursos integrais dos sujeitos da pesquisa e neles são identificadas as figuras metodológicas: expressões-chave (ECH), ideias-centrais e ancoragens. De maneira geral, o processo segue as mesmas fases do que foi apresentado para a Análise de Conteúdo, com a distinção de que, ao final, o produto é materializado em um discurso que tenta ilustrar a opinião de um ou mais grupos.

Algumas recomendações práticas são úteis para a execução do DSC:

- 1 - Organize as ECH para criar um DSC com começo, meio e fim, escolhendo a ordem que melhor se adapta ao discurso;
- 2 - Use conectivos como *então*, *assim*, *entretanto* quando necessário, sem alterar o significado original do entrevistado;
- 3 - Remova elementos que identifiquem o entrevistado, como gênero, idade, doenças ou eventos;
- 4 - Elimine repetições de ideias, mantendo diferentes formas de expressão de uma mesma ideia;
- 5 - Transcreva fielmente o discurso dos entrevistados, incluindo linguagem informal, gírias, estrangeirismos e interjeições.

Em síntese, espera-se que sejam realizadas entrevistas (ou coletados discursos/depoimentos) de uma amostra representativa de cada um dos grupos (sujeitos coletivos). Na sequência, são codificadas as Unidades de Registro (também chamadas de **expressões-chave**), identificadas as ideias-chave e **âncoras** (palavras ou temas que se associam/interligam duas ou mais Unidades de Registro).

Na prática, o DSC busca realçar as diferenças de percepções, valores e crenças entre atores relevantes em um processo. Assim, os resultados, em um discurso em 1ª pessoa, consolidam as ideias-chave e podem, como será demonstrado a seguir, destacar as frequências dentro dos materiais coletados em cada grupo.

Para atingir os resultados, é desejável que a entrevista (se for adotada essa opção de coleta) contemple questionamentos que facilitem a interpretação e enquadramento nos códigos. Uma sugestão é a realização de perguntas semi-abertas, por meio das quais o pesquisador oferta algumas opções de respostas-sintéticas (normalmente oriundas da revisão de literatura e que englobem perspectivas diametralmente opostas), com a clareza de nunca restringir a criatividade e liberdade do entrevistado propor uma alternativa inédita.

Para auxiliar no processo metodológico, existem diversas ferramentas tecnológicas que otimizam o tempo do pesquisador. Uma das mais conhecidas no meio acadêmico é o *software* MaxQDA. Por meio desta ferramenta, é possível fazer leitura e codificação simultaneamente, além de, ao final, gerar um relatório compilado de todas as fontes selecionadas. Atualmente, a emergência de agentes de inteligência artificial tende a facilitar e disseminar o acesso a outras soluções tecnológicas, mas nunca eximindo o pesquisador de seu papel crítico na análise da codificação e categorização.

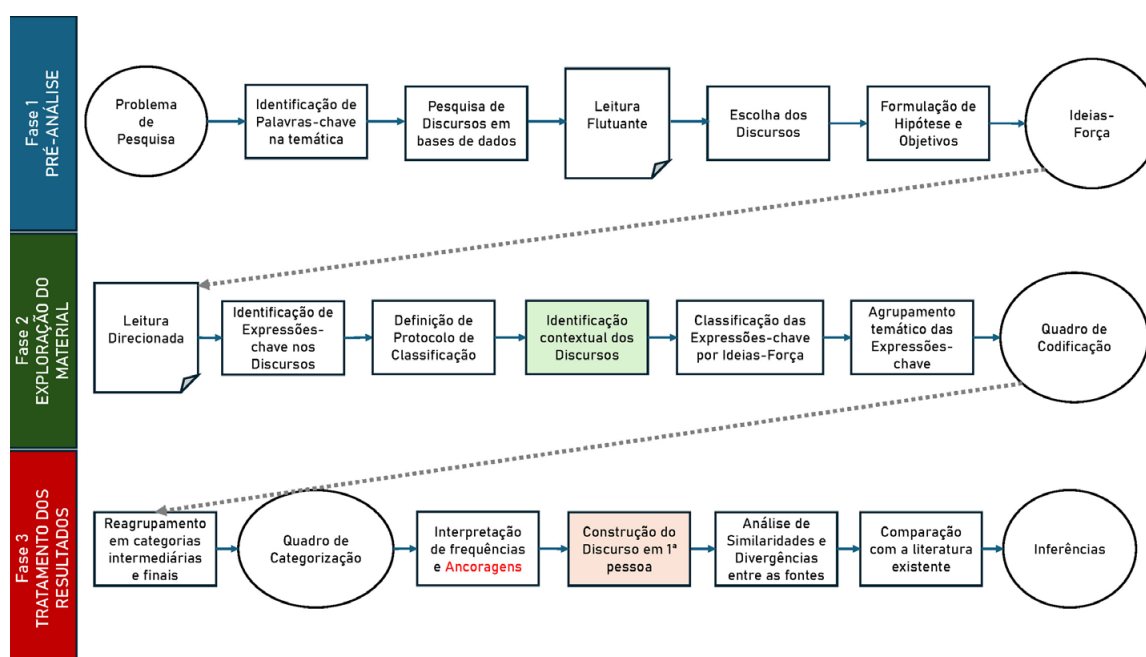


Figura 3. Sequência metodológica da Análise de Discurso do Sujeito Coletivo

ERROS COMUNS NAS ABORDAGENS QUALITATIVAS

DEFINIÇÃO DE PROBLEMA DE ENGENHARIA OU DE VALOR

Longe de ser um cuidado restrito a trabalhos que utilizam a análise de conteúdo ou análise de discurso, a elaboração de uma pergunta de pesquisa exige uma reflexão semântica, a fim de evitar que recaiam em problemas de engenharia (Como reduzir os problemas na incorporação dos recrutas? Qual o melhor caminho para aumentar a eficiência operacional?) ou de valor (O modelo de serviço militar atual é justo? Qual a melhor maneira de adestrar a força de prontidão?).

O autor deve, então, buscar perguntas que clarifiquem as variáveis que pretende investigar. Por exemplo, sobre efetividade operacional, quais parâmetros podem ter uma relação mais próxima e que possuam alguma associação, dependência ou causalidade. Em geral, a reflexão sobre essas variáveis já antecipa a maioria dos indicadores que serão empregados na Análise de Conteúdo.

IDENTIFICAÇÃO INCORRETA DE INDICADORES

A interpretação do contexto dos dados é, provavelmente, o mais relevante papel do pesquisador na análise de conteúdo. É crucial ter um panorama claro dos parâmetros e de suas subdivisões para que a categorização seja feita de uma forma coerente. Na prática, o autor deve ser capaz de elaborar indicadores que dialoguem com seus objetivos e direcionem para responder seu problema de pesquisa.

VIÉS DE PESQUISADOR

Uma das principais preocupações do autor é a proteção contra vieses. Durante a condução metodológica, particularmente em uma Análise de Conteúdo ou de Discurso, é comum que o pesquisador se deixe influenciar por suas crenças, preferências ou expectativas. Assim, o autor pode escolher interpretações que confirmem hipóteses pessoais (viés de confirmação), formular perguntas de forma tendenciosa em entrevistas e destacar resultados que “favorecem” a teoria adotada.

Para mitigar este viés, sugere-se uso de protocolos claros (descrevendo as ações adotadas), triangulação de dados (uso de fontes de naturezas variadas), revisão por pares (repetição do mesmo processo por outro pesquisador para avaliar a dissonância dos resultados) e reflexividade (o pesquisador reconhecer sua posição e possíveis influências).

EXEMPLOS COMENTADOS

Para facilitar a compreensão do procedimento, são apresentados dois exemplos comentados, um sobre a Análise de Conteúdo e outro sobre Discurso do Sujeito Coletivo. Pela restrição de espaço, são usados extratos parciais que ilustram uma forma de adotar a técnica, mas não esgotam as possibilidades e nem pretendem servir como moldes inflexíveis. A criatividade, com sistematização metodológica, continua sendo um pilar da pesquisa científica, e deve ser incentivada sempre que possível.

Os exemplos contemplam apenas as seções metodológicas e de tratamento dos dados, justamente para clarificar as características marcantes dos procedimentos metodológicos. Salienta-se, portanto, que alguns trechos carecem de um complemento ou mesmo de adaptação para atender aos requisitos do Programa de Pós-graduação. Para exemplificar, no capítulo de “Metodologia” são omitidos parágrafos introdutórios ou de classificação da pesquisa quanto à abordagem, à natureza, aos objetivos, ao desenho e ao alcance.

ANÁLISE DE CONTEÚDO

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem por finalidade expor o caminho metodológico percorrido para solucionar o problema de pesquisa, a partir do contexto investigativo e especificando o desenho geral e a estratégia, com o método, as abordagens e os procedimentos adotados para atingir os objetivos propostos e assegurar a validação da pesquisa.

*Finalidade do Capítulo
(genérica e relacionando ao
tema do seu trabalho).*

A fim de atingir esses propósitos, inicialmente será apresentado o desenho da pesquisa, em que são descritos os principais passos e resultados parciais esperados nas fases desta investigação, demonstrando a sistematização metodológica. Na sequência, é detalhada a estratégia adotada, tanto para a coleta como para o tratamento dos dados, enfatizando os procedimentos metodológicos.

*Descrever/Explicar a divisão
em subseções.*

3.1 DESENHO DA PESQUISA

A sistematização/cientificidade do processo da pesquisa/linha de raciocínio é essencial/imprescindível porque/para...

*Descrever o que é um desenho
de pesquisa e a importância
de classificar.*

A investigação foi desenhada no sentido de **analisar o impacto da inteligência artificial no processo de tomada de**

Apresentar sumariamente o propósito e a sistematização da pesquisa.

Indicar o motivo pelo qual a Análise de Conteúdo tende a ser indicada para solucionar este problema de pesquisa.

Podem ser incluídos parágrafos que destaquem a classificação da pesquisa quanto às diversas dimensões.

A inclusão de um Quadro com o Desenho da Pesquisa é sugerida, pois facilita a compreensão da sequência lógica pretendida.

decisões em um ambiente militar. Assim, as variáveis destacadas na seção conceitual e teórica nos oferecem um importante ponto de partida para possíveis similaridades e divergências na avaliação empírica.

Quanto à técnica procedimental para o atingimento do core investigado, este estudo adota a Análise de Conteúdo. Esta opção se mostra mais adequada ao problema investigado pois permite interpretar significados conceituais em uma temática que, apesar de amplamente discutida, ainda carece de definições que mitiguem o *gap* entre a teoria e a realidade contemporânea e complexa das atividades militares.

Ao se avaliar os objetivos/propósitos, este trabalho pode ser configurado como (exploratório/descritivo/explicativo), devido ao seu alinhamento com ...

No que tange à natureza, esta pesquisa é de cunho (prático/aplicado), já que ...

Adicionalmente, essa investigação adota uma abordagem (dedutiva/indutiva/hipotético-dedutiva...), visto que ...

Desta feita, esta investigação teve como base um plano investigativo que pode ser visualizado no Quadro 1:

PROBLEMA			
Em que medida a inteligência artificial generativa pode impactar o processo de tomada de decisões em um conflito militar?			
OBJETIVO GERAL			
Analisar o impacto da inteligência artificial generativa no processo de tomada de decisões em um conflito militar			
OBJETIVO ESPECÍFICO	COMO?	INSUMO	PRODUTO ESPERADO
Identificar as características do atual processo de tomada de decisões em conflitos	Revisão de literatura	Manuais doutrinários militares do Brasil e de 5 países do arco do conhecimento	Quadro descritivo da característica, incluindo suas demandas cognitivas e restrições atuais
Identificar as capacidades/restrições das ferramentas de IA, atualmente disponíveis, que podem subsidiar etapas do processo decisório	Revisão de Literatura	- Artigos científicos - Livros - Prospectos de empresas	Diagrama de Relações interligando as ferramentas disponíveis com suas capacidades e restrições
Mapear as demandas decisórias a partir dos cenários evolutivos dos conflitos nos próximos 5 anos	Análise de Conteúdo	Entrevistas com especialistas militares	Quadro de Categorização das demandas com suas respectivas descrições, frequência e análise
Analisar a percepção dos militares quanto ao impacto da IA no processo de tomada de decisões	Análise de Conteúdo	Entrevistas com especialistas militares	Quadro de Categorização e Inferências

Quadro 1. Desenho da Pesquisa

3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

§ Introdução

3.2.1 Coleta de Dados

Os dados que subsidiaram a análise foram coletados por meio de entrevistas exploratórias com especialistas na temática, o que possibilitou apreender representações, sentidos e experiências dos sujeitos em sua complexidade social. De acordo com Mendonça

(2025), esse tipo de entrevista permite ao pesquisador uma aproximação inicial ao objeto empírico, favorecendo a identificação de categorias emergentes e hipóteses preliminares que podem orientar o desenvolvimento das etapas posteriores da investigação.

Os especialistas foram selecionados a partir da experiência profissional, sendo requeridas a titulação mínima de mestre em Ciências Militares e exercendo funções de comando ou chefia na inteligência ou operações especiais. As entrevistas foram conduzidas presencialmente e por meio de perguntas abertas, sendo ofertadas, ao final de cada resposta, três opções (oriundas da revisão de literatura) que possam sintetizar a resposta.

Foi realizado um pré-teste com dois pesquisadores e algumas perguntas foram alteradas, devido à possibilidade de interferência em questões subsequentes. Algumas respostas podem conter percepções institucionais e ocultar percepções pessoais, haja vista o exercício funcional dos entrevistados.

Explicar O QUE É a ferramenta para coleta (entrevista / revisão sistemática / revisão documental...). Citar autores que respaldam a ferramenta como válida para problemas similares ao da sua pesquisa.

Explicar CRITÉRIOS DE COMO FOI USADA a ferramenta.

Explicar LIMITAÇÕES E RESTRIÇÕES encontradas e suas possíveis CONSEQUÊNCIAS para o trabalho.

3.2.2 Tratamento dos Dados

Cada pergunta foi elaborada a fim de buscar a categorização dos impactos da IA segundo uma das sub variáveis identificadas como indicadores. Ou seja, houve uma codificação *top-down*, por meio da qual algumas expressões foram associadas a cada indicador, conforme Quadro 2 a seguir:

Explicar QUAL FOI O PROCESSO (codificação / categorização bottom-up, top-down, análise de palavras-chave, análise estatística descritiva/inferencial...). Citar autores que explicam a confiabilidade do processo.

	Força	Neutro	Fraqueza
Velocidade	Mais rápido, ágil	Indiferente, depende de outros fatores	Mais lento, retardo
Precisão	Confiança, isenção	Depende do algoritmo	Incerteza, tendencioso
Profundidade	Mais fontes de dados,	Depende mais dos dados	Inferência humana é insuperável

Quadro 2. Dicionário de palavras-chave por indicador

A partir da transcrição das entrevistas, conduzida por meio do *software XYZ*, foi possível associar as respostas às palavras-chave definidas no dicionário. Cada trecho com conteúdo aplicável foi cadastrado como uma Unidade de Registro e classificado como um ou mais indicadores relacionados. O processo foi repetido, em um segundo momento, para agrupamento dos indicadores por temáticas aderentes, gerando um Quadro de Codificação. Na sequência, houve um reagrupamento em categorias finais e foram avaliadas as frequências com que as Unidades de Registro

Descrever o PASSO-A-PASSO genérico conduzido para analisar os dados.

Descrever/Explicar LIMITAÇÕES/RESTRIÇÕES encontradas durante o processo (critérios de exclusão de dados / artigos, fatos marcantes que podem ter impactado no tratamento...).

A seção de resultados deve iniciar explicando como serão apresentados os resultados: sequência e razões para escolhas.

se repetiram, o que permitiu o atingimento de um Quadro de Categorização.

Para validação, este processo de codificação temática foi submetido à avaliação de pares (dois pesquisadores doutores), havendo uma correlação de 95% e 98% na coincidência de resultados, o que assegura uma proteção ante viés de pesquisador.

Cabe ressaltar, que as entrevistas de pré-teste foram excluídas da análise, tendo em vista a alteração das questões mencionadas anteriormente. Ademais, a publicação da Política Nacional de IA na semana anterior à entrevista com o especialista X pode ter refletido nas suas percepções, haja vista que as declarações do Ministro da Defesa foram incisivas e diretas quanto à implementação da IA na doutrina militar.

4 RESULTADOS

A partir da sistematização metodológica, este capítulo apresenta os principais achados resultantes do tratamento dos dados. Inicialmente, serão apresentados os Quadros de Codificação, onde se destacam a seleção das Unidades de Registro e sua conexão com os indicadores, para cada dimensão analisada. Na sequência, os indicadores são compilados dentro das dimensões de forma a permitir inferências a partir de uma análise qualitativa, por meio dos significados profundos da linguagem, e quantitativa, subsidiada pela frequência com que foram citadas nas entrevistas.

Entrevistado	Unidade de Registro	Indicadores
A	“Os agentes de IA com certeza <u>aceleram</u> o processo de tomada de decisão.” (A1)	- Mais rápido
	“Existe sim um <u>ganho de velocidade</u> gerado pela máquina, mas deve ser levado em consideração também o ganho pela <u>capacidade humana que foi preservada</u> de certas tarefas.” (A2)	- <u>Preservação cognitiva humana</u>
	“Não há dúvidas que o computador consegue processar ideias e interligá-las mais rápido que o ser humano.” (A3)	- Mais ágil
B	“A IA pode até ajudar, mas creio que o excesso de informação vai atrapalhar mais que ajudar.” (B1)	- <u>Excesso de informação</u>
	“A interpretação dos dados gerados pela IA vai exigir que o tomador de decisão analise que o resultado é daquele jeito graças ao algoritmo que foi criado. Ou seja, vai ser necessária uma avaliação do resultado e adaptação para a realidade pretendida, e isso torna o processo <u>mais lento</u> que o atual.” (B2)	- Mais lento
	“Sem dúvidas, a desconfiança na validade dos algoritmos vai gerar mais <u>retardo</u> do que ganho.” (B3)	- Retardo
C	“Tenho minhas dúvidas quanto ao ganho de velocidade. <u>Isso não depende da IA, e sim das variáveis</u> que se pretende investigar.” (C1)	- Depende de outros fatores
D		
E		
F		
G		
H		
I		

O Quadro de Codificação extrai das transcrições os trechos mais relevantes e conectados com o objeto de estudo, destacando as ideias-forças que se conectam aos indicadores pré-estabelecidos. Normalmente, o Quadro é apresentado “por autor / obra / entrevistado”, enfatizando a ordem das respostas e, devido à extensão pode ser formatado em uma página com orientação “paisagem” e/ou inserida ao fim do trabalho, como anexo. O dicionário de palavras-chave é flexível. Muitas vezes podem surgir outras opções, ao longo da codificação, como pode ser observada a expressão “Preservação cognitiva humana” destacada.

Quadro 3. Quadro de Codificação referente à Velocidade

A partir do Quadro 3, é possível inferir que para a maioria dos entrevistados a IA assegura maior agilidade ao processo de tomada de decisão em conflitos militares, conforme pode ser sintetizado pelas palavras do entrevistado E:

A capacidade e velocidade de processamento das informações geradas pelos agentes que testamos assegura uma rapidez incrível nas fases 1 e 2 do Planejamento das Operações Militares e, sem dúvidas, permite uma vantagem relativa muito grande quando comparada ao processo atualmente utilizado (entrevistado E).

Assim, após o Quadro de Codificação é esperada uma breve análise sobre as percepções individuais, sugerindo possíveis relações com a função/perfil dos autores, momento da entrevista...

A despeito de contrariar a opinião majoritária, o entrevistado B elenca o efeito deletério do excesso de informação, algo relatado na literatura como um dos principais obstáculos da implementação da IA. Essa opinião pode estar refletindo uma carência de

conhecimento do entrevistado quanto à atualização dos agentes de IA que já permitem...

Ainda no que tange à dimensão velocidade, o entrevistado H se mostrou reticente quanto à rapidez da IA, amparado em uma experiência profissional que teve quando do uso do *NotebookLM* na Operação Minerva, em que observou diversos óbices que comprometeram o andamento da operação, tais como: ...

Na sequência, é realizada a organização dos indicadores em um Quadro de Categorização, cujo enfoque é o agrupamento dos indicadores em categorias, destacando as frequências.

Categoria	Indicadores	Frequência
Velocidade	Mais rápido, ágil, preservação cognitiva humana	A (1, 2 e 3), D2, E (2 e 4), F4,
	Indiferente, depende de outros fatores	C1
	Mais lento, retardo	B (1 e 2), H5
Precisão	Confiança, isenção	A (5 e 6), B4, C2, D5, E7, G6
	Depende do algoritmo	F5, H7
	Incerteza, tendencioso	H8
Profundidade	Mais fontes de dados,	A (7, 8 e 9), D6, E9
	Depende mais dos dados	-
	Inferência humana é insuperável	H9

Nesse sentido, espera-se que o autor apresente análises coletivas das respostas, integrando as percepções individuais e avaliando a frequência. Sugere-se ainda, a exploração de exemplos ilustrativos que reforcem os argumentos. Após análises em cada categoria, o pesquisador deve relacionar os resultados com a literatura existente, indicando similaridades e divergências.

Quadro 4. Quadro de Categorização

Os resultados da categorização indicam uma forte aceitação à implementação das ferramentas de IA para otimizar o processo de tomada de decisão em conflitos militares. Observa-se que as resistências são restritas a experiências pessoais desatualizadas e/ou baseadas em falta de conhecimento mais aprofundado sobre o assunto, como pode ser ilustrada pela declaração do entrevistado F: "..."

Quanto à precisão, ...

No que diz respeito à profundidade, ...

De maneira geral, observa-se que ...

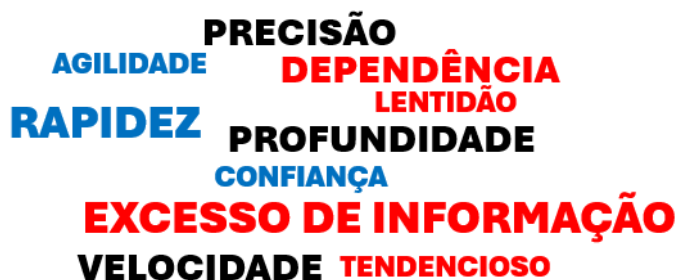


Figura 1. Nuvem de Palavras sobre o impacto da IA no processo de tomada de decisão

Os resultados também podem ser apresentados em formato de tabela ou nuvem de palavras, dependendo do que se espera enfatizar.

*** O conteúdo deste exemplo é meramente fictício.**

DISCURSO DO SUJEITO COLETIVO

Como mencionado anteriormente, várias fases do processo metodológico do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) se assemelham ao utilizado na Análise de Conteúdo. Portanto, a seguir será apresentado um exemplo dos capítulos de Metodologia e de Resultados do DSC, a partir do problema: ‘Em que dimensões se diferem as perspectivas dos militares, diplomatas e políticos quanto aos investimentos em Defesa?’

3 METODOLOGIA

Esta seção tem o objetivo de...

Desta feita, este capítulo se inicia com..., em seguida serão apresentados...

3.1 DESENHO DA PESQUISA

O desenho de pesquisa é um plano para...

Este estudo se propôs a **comparar as perspectivas de militares, diplomatas e políticos quanto aos investimentos em Defesa**. Deste modo, o *core* da investigação se concentra nas variáveis ...

A pesquisa pode ser classificada como ...

3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

§ Introdução

3.2.1 Coleta de Dados

Como subsídio para esta pesquisa, os dados foram coletados por meio de revisão documental em repositórios de discursos oficiais e transcrição de entrevistas em mídia especializada. De acordo com Mendonça (2025), esse material tem validade devido a ...

Os discursos de autoridades foram extraídos das bases de dados oficiais no período de 2020 a 2025 e selecionados restringindo-se entre as seguintes funções/cargos:

- (i) Militares: Comandante das Forças Armadas, Chefe do Estado-Maior das Forças Armadas;
- (ii) Diplomatas: Ministro das Relações Exteriores, Embaixadores em representação diplomática de organismos multilaterais;
- (iii) Políticos: Presidente da República, Vice-Presidente, Ministros de Estado

Explicar O QUE É a ferramenta para coleta (entrevista / revisão sistemática / revisão documental...).

Explicar CRITÉRIOS DE COMO FOI USADA a ferramenta.

Explicar LIMITAÇÕES E RESTRIÇÕES encontradas e suas possíveis CONSEQUÊNCIAS para o trabalho.

A seleção das entrevistas se restringiu ao mesmo escopo temporal dos discursos, e os veículos de mídia foram limitados aos de circulação nacional e renomada atuação na área de Defesa, como ...

As transcrições das entrevistas, quando necessárias, foram realizadas por meio do *software X*. Cabe ressaltar as limitações na captação de ironia, expressões corporais ou figuras de linguagem, o que foi mitigado com a descrição qualitativa do contexto em cada análise realizada.

Explicar QUAL FOI O PROCESSO (codificação / categorização bottom-up, top-down, análise de palavras-chave, análise estatística descritiva/inferencial...). Citar autores que explicam a confiabilidade do processo.

3.2.2 Tratamento dos Dados

Depois da leitura direcionada de todos os dados selecionados, foram definidas as ideias centrais, que se relacionavam com o objetivo da pesquisa, por meio de uma categorização *bottom-up*.

As entrevistas e discursos, após transcritos, foram carregados no software de análises qualitativas Y, que auxiliou na identificação e conexão de expressões-chave. Nesse sentido, foram identificadas, por meio do *software*, 37 expressões-chave. Após a exclusão de palavras-chave desconectadas com o objetivo do estudo (7) e o agrupamento de expressões similares (12), dezoito expressões-chave balizaram o prosseguimento da pesquisa.

A interpretação de cada conexão e frequência das expressões foi realizada a partir de contextos identificados por notícias de jornais de circulação nacional do período anterior a cada entrevista ou discurso. Para a construção do contexto, foram estabelecidos os parâmetros “favorável”, “neutro”, “desfavorável” nas dimensões política, social e econômica, referente a cada ator analisado.

Descrever o PASSO-A-PASSO genérico conduzido para analisar os dados.

As frequências foram avaliadas seguindo ferramentas de análise estatística descritiva, como ...

Na sequência, as expressões-chave foram agrupadas, por temática, em ideias-força e gerando um Quadro de Codificação, que permitiu avaliar as variáveis

Houve um reagrupamento das categorias identificadas, levando a uma síntese das principais ideias-força, as frequências observadas e trechos das transcrições mais significativos relacionados às categorias. Dessa forma, foi possível compreender ...

Para validação, este processo de codificação temática foi submetido à avaliação de pares (dois pesquisadores doutores), havendo uma correlação de 95% e 98% na coincidência de resultados, o que assegura uma proteção ante viés de pesquisador.

Descrever/Explicar LIMITAÇÕES/RESTRIÇÕES encontradas durante o processo (critérios de exclusão de dados / artigos, fatos marcantes que podem ter impactado no tratamento...).

Cabe ressaltar, que foram excluídas as entrevistas de políticos dentro do período eleitoral, haja vista a possibilidade de Ademais, a realização dos Jogos Olímpicos no período estudado concentrou o foco da maioria dos discursos em uma positividade dos atores, devido a ...

4 RESULTADOS

§ Introdução

Quadros de Codificação para cada “sujeito coletivo”

§ Análises em cada “sujeito coletivo”

Quadros de Categorização para cada “sujeito coletivo”

§ Inferências em cada “sujeito coletivo”

Estas fases iniciais se assemelham ao desenvolvido na Análise de Conteúdo.

Discurso 1 – Perspectiva dos Militares quanto aos investimentos em Defesa

A Defesa Nacional não é só dos militares. É preciso que a sociedade seja mais bem informada sobre os desafios estatais e conflitos contemporâneos. Muita gente não percebe que há disputas geopolíticas ocorrendo neste momento e o Brasil perde espaço pela falta de consciência e neutralidade ingênua. É essencial que o orçamento destinado à Defesa se aproxime de 2%. A indústria bélica nacional precisa atender, de forma mais autônoma possível, às demandas de Forças Armadas para combates de 4ª geração. Nosso país possui um protagonismo regional e essa liderança exige uma capacidade militar à altura.

Os discursos podem ser montados em uma sequência das ideias-chave mais frequentes para as menos frequentes ou, o que foi utilizado no exemplo ao lado, seguindo a mesma sequência de categorias (entre todos os sujeitos coletivos) e enfatizando as ideias-chave com maior frequência pelo tamanho da fonte..

Discurso 2 – Perspectiva dos Diplomatas quanto aos investimentos em Defesa

A Defesa é uma integração de esforços multidimensionais. As parcerias e cooperações internacionais exigem alianças militares robustas, mas sobretudo uma estabilidade na agenda. O mercado em equipamentos de Defesa movimenta um fluxo comercial em que o país não pode se manter à margem. A indústria bélica brasileira é capaz de ingressar em cadeias globais de valor, como é o caso da EMBRAER. O orçamento restringe alguns avanços, mas o estimula à participação da iniciativa privada deve ser priorizado. Nosso país é signatário de diversos acordos internacionais e precisa ser capaz de assegurar sua autonomia decisória.

Discurso 3 – Perspectiva dos Políticos quanto aos investimentos em Defesa

...

§ Inferências a partir dos discursos e comparação com a literatura

*** O conteúdo deste exemplo é meramente fictício.**

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo se propôs a apresentar alguns caminhos metodológicos que auxiliem pesquisadores ao se depararem com problemas de pesquisa específicos. Assim como em uma luta de judô, em que o atleta depende de como o adversário se posiciona para decidir qual golpe aplicar, em uma investigação científica o pesquisador precisa ter uma caixa de ferramentas flexíveis para resolver os diversos tipos de problemas que podem se apresentar.

A Análise de Conteúdo e a Análise de Discursos são duas ferramentas que subsidiam investigações qualitativas que pretendem desvendar significados em um conjunto de mensagens dispersas. Para isso, clarificam códigos e categorizam frases e expressões-chave, numa tentativa de decifrar perspectivas para ter uma compreensão do ambiente.

No cenário das Ciências Militares, esses dois procedimentos metodológicos podem ser usados para auxiliar na interpretação do ambiente operacional, como, por exemplo, entender as visões divergentes em um processo decisório para aquisição de produtos de defesa. Outra aplicação bastante comum em instituições de ensino militar é na comparação de perspectivas entre manuais de campanha de diferentes países. Ou seja, ao ser demandado sobre o aprimoramento de um aspecto doutrinário, o pesquisador pode, por meio da análise de conteúdo, identificar as prioridades, semelhanças e divergências em várias dimensões contempladas em uma determinada capacidade militar, o que contribui sobremaneira para entender quais características são adequadas para a realidade e demanda brasileira.

Em suma, este trabalho ilumina alguns caminhos ao pesquisador. Longe de esgotar toda a complexidade, variedade e possibilidades que envolvem as Análises de Conteúdo e de Discursos, espero que o presente capítulo auxilie os cientistas militares na árdua tarefa de obter a vantagem relativa no combate. O sabre precisa não só conhecer, mas se apropriar do poder do livro!

SOBRE O AUTOR

Henrique de Oliveira Mendonça, Doutor em Ciências Militares.

Instrutor do Instituto Meira Mattos, Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: henrique.mendonca@eb.mil.br

COMO CITAR ESTE CAPÍTULO

MENDONÇA, H. de O. Estudos com Abordagem Qualitativa. *In*: NEVES, E. B.; POCHMANN, P. G. C.; SCHMIDT, R. P. B. (org.). **Abordagens Metodológicas em Ciências Militares**. Rio de Janeiro: Traço Leal Comunicação, 2026. p. 13-31.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 15, p. 679-684, 2006.

CUNHA, R. S. P.; MIGON, E. X. F. G. Ensino de Pós-graduação no Brasil: as Ciências Militares. **Revista Brasileira de Estudos de Defesa**, v. 4, n. 1, p. 127-53, 2017.

GILL, R. Análise de discurso. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**, v. 2, p. 244-270, 2002.

LEFÈVRE, F.; LEFÈVRE, A. M. C. **Depoimentos e discursos: do sujeito coletivo à representação social**. Brasília: Liberlivro, 2005.

LIMA, M. A. D. S. Análise de conteúdo: estudo e aplicação. **Revista Logos**, v. 1, p. 53-8, 1993.

SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualitas revista eletrônica**, v. 16, n. 1, p. 1-14, 2015.

CAPÍTULO 3

REVISÕES SISTEMÁTICAS

Priscila dos Santos Bunn

INTRODUÇÃO

As revisões da literatura são classificadas como estudos do tipo secundário, pois não produzem dados originais (dados coletados) diretamente a partir de experimentos ou observações em participantes de pesquisas, mas sim a partir da análise crítica e síntese de informações já publicadas em estudos primários, também conhecidos como “estudos originais”. Esse tipo de investigação tem como principal objetivo organizar, interpretar e integrar o conhecimento existente sobre determinado tema, possibilitando uma visão mais ampla e atualizada do estado da arte. Ao reunir resultados de diferentes pesquisas, as revisões oferecem subsídios para a prática profissional e para a realização de novos estudos originais.

A revisão narrativa, também chamada de revisão tradicional, é o formato mais antigo e amplamente utilizado de síntese da literatura científica. Tradicionalmente, este tipo de estudo não segue um protocolo rígido e, portanto, apresenta maior flexibilidade quanto à seleção e análise dos estudos. Esse tipo de revisão costuma oferecer uma visão ampla sobre determinado tema, permitindo ao autor explorar conceitos, discutir diferentes abordagens e até propor hipóteses de pesquisa. É extremamente útil em duas situações: ampliar o estado da arte sobre determinado assunto e verificar lacunas ou contradições na literatura a respeito de determinado tema, que possam ser norteadoras para futuras pesquisas, como será detalhado a seguir.

Em diversas áreas do conhecimento, as revisões conhecidas como “narrativas” são bastante comuns e frequentemente utilizadas por profissionais que buscam compreender, de forma geral, o estado da arte em um campo de conhecimento. Contudo, sua abrangência é, ao mesmo tempo, uma vantagem e uma limitação. Como normalmente elas não se apoiam em critérios de busca e

seleção sistemáticos e abrangentes, essas revisões tendem a ser mais suscetíveis a vieses, especialmente o viés de seleção.

Entre suas características principais, a revisão narrativa apresenta análise ampla e descritiva da literatura, sem necessidade de protocolo (ou registro) prévio, e geralmente incluem diferentes tipos de estudos originais, como ensaios clínicos, estudos transversais ou coortes, o que impede a análise da certeza da evidência. A interpretação dos resultados é fortemente influenciada pela escolha e experiência dos autores, que frequentemente selecionam os estudos considerados mais relevantes. Isso confere liberdade para discutir resultados divergentes, propor interpretações alternativas e gerar novas hipóteses, mas também aumenta a possibilidade de vieses e limitações metodológicas, pois a forma imparcial de triar a evidência sobre determinado tema não deve excluir estudos por terem obtido resultados negativos ou ausência de diferença entre intervenções, por exemplo.

Portanto, apesar de seu valor informativo, a revisão narrativa apresenta fragilidades importantes. Entre elas estão a inclusão seletiva de estudos de acordo com o conhecimento, crenças ou preferências dos autores, a ausência de análise formal do risco de viés dos estudos incluídos e o uso frequente de estratégias simplificadas de síntese, como o *vote counting*, que consiste em contabilizar o número de estudos com resultados positivos em comparação aos negativos. Esse método ignora aspectos fundamentais como o tamanho da amostra, o efeito estimado, a qualidade metodológica e o delineamento dos estudos. Dessa forma, as conclusões tendem a ter menor possibilidade de generalização quando comparadas às revisões sistemáticas.

Nos últimos anos, têm sido propostas recomendações para reduzir os vieses inerentes às revisões narrativas. Um exemplo é a SANRA checklist (*Scale for the Assessment of Narrative Review Articles*) (Baethge; Goldbeck-Wood; Mertens, 2019), que sugere atenção especial à definição clara dos objetivos, à justificativa da relevância do tema, ao delineamento da busca bibliográfica e à apresentação crítica dos resultados, minimizando os vieses potencialmente presentes neste tipo de revisão. No geral, as etapas de uma revisão narrativa incluem a definição do tema e dos objetivos, a realização de uma busca na literatura – usualmente de forma não sistemática –, a seleção e análise dos estudos considerados mais pertinentes e, por fim, a redação e discussão, frequentemente marcada por caráter interpretativo e propositivo.

Assim, a revisão narrativa ocupa um papel importante na ciência, sobretudo em áreas emergentes ou pouco exploradas, nas quais a flexibilidade permite maior

liberdade ao autor. No entanto, é fundamental interpretar suas conclusões com cautela, uma vez que, em comparação com revisões sistemáticas, esse tipo de estudo apresenta maior risco de viés e menor robustez metodológica.

Com o intuito de minimizar os vieses que normalmente estão presentes em revisões narrativas, revisões sistemáticas tem sido desenvolvidas. Assim como outros tipos de estudos de revisão, a revisão sistemática é uma forma de pesquisa secundária que utiliza como fonte de dados a literatura científica disponível sobre um determinado tema. Portanto, neste tipo de estudo, a amostra é composta por estudos, e não por participantes. Sua principal característica é a aplicação de métodos explícitos, padronizados e previamente definidos para a busca, seleção, avaliação e síntese das evidências. A transparência no método da revisão permite, ainda, a replicação da revisão sistemática, incluindo todas as suas etapas.

Portanto, diferentemente das revisões narrativas, que apresentam maior flexibilidade e subjetividade, as revisões sistemáticas seguem um plano detalhado e abrangente, construído a priori (por meio de um cadastro prévio do projeto da revisão), com o objetivo de reduzir o risco de viés: o projeto da revisão. Além disso, este tipo de revisão é destinado a investigar um tema específico, tais como intervenções ou mesmo fatores de risco. Este tipo de estudo secundário é, ao mesmo tempo, específico nos objetivos, e abrangente na estratégia de busca.

O processo de elaboração de uma revisão sistemática envolve a identificação, a avaliação crítica e a síntese de todos os estudos relevantes sobre a questão de pesquisa definida. Esses estudos podem ser de diferentes delineamentos metodológicos, como ensaios clínicos randomizados, coortes ou estudos observacionais, desde que atendam aos critérios de inclusão estabelecidos pelo protocolo da revisão. Sendo assim, existem revisões apenas de estudos experimentais, apenas de fatores de risco ou de prevalência, por exemplo, não havendo, normalmente, uma mistura entre estudos experimentais e observacionais, para um determinado objetivo. Em muitos casos, a revisão sistemática incorpora um componente adicional de metanálise, que consiste na utilização de análise crítica e comparação entre os resultados de diversos estudos, permitindo que os pesquisadores construam uma conclusão mais acurada do que aquela oferecida por estudos individuais, para um tipo específico de intervenção, fator de risco etc. Este tipo de análise será abordado no final deste capítulo.

A principal razão para a necessidade de revisões sistemáticas é o caráter cumulativo da evidência científica. Ao reunir e analisar criticamente toda a literatura disponível sobre um tema específico, a revisão sistemática permite

que pesquisadores, assim como profissionais da saúde (assim como de outras áreas do conhecimento), mantenham-se atualizados, identifiquem limitações metodológicas dos estudos, e compreendam as razões de eventuais controvérsias entre os estudos originais. Além disso, a síntese das evidências por meio desse tipo de revisão fornece maior precisão nas estimativas dos efeitos de uma intervenção ou exposição, fortalece a validade externa dos achados e contribui para a generalização dos resultados a diferentes contextos.

Outro aspecto de grande relevância é que as revisões sistemáticas devem ser consideradas o ponto de partida para a elaboração de novos estudos originais, como foi abordado no início deste Capítulo, pois oferecem uma visão consolidada do estado da arte e apontam lacunas na literatura que ainda necessitam de investigação. Dessa forma, além de contribuir para o avanço do conhecimento científico, esse tipo de revisão orienta a formulação de novas perguntas de pesquisa. Para profissionais clínicos e gestores, as revisões sistemáticas constituem ferramentas essenciais no processo de tomada de decisão baseada em evidências, uma vez que reúnem de maneira crítica e transparente a melhor informação disponível.

Do ponto de vista acadêmico, as revisões sistemáticas também desempenham um papel relevante na difusão do conhecimento. Por apresentarem elevado rigor metodológico e síntese abrangente, tendem a ser amplamente citadas, aumentando a visibilidade dos pesquisadores e contribuem para indicadores bibliométricos, como o “índice H”. Em contrapartida, quando a prática científica se baseia apenas em estudos individuais, corre-se o risco de interpretações equivocadas e conclusões conflitantes, já que resultados isolados podem estar sujeitos a viés ou limitações metodológicas específicas, pois o resultado obtido em uma população ou contexto específico pode não ser generalizável. Assim, ao integrar criticamente as evidências, a revisão sistemática constitui um estudo retrospectivo e secundário indispensável para a consolidação do conhecimento e para o fortalecimento da prática científica e clínica baseada em evidências.

A Tabela 1 apresenta uma análise comparativa entre as principais características das revisões narrativas e sistemáticas.

Tabela 1. Principais características de revisões narrativas e sistemáticas.

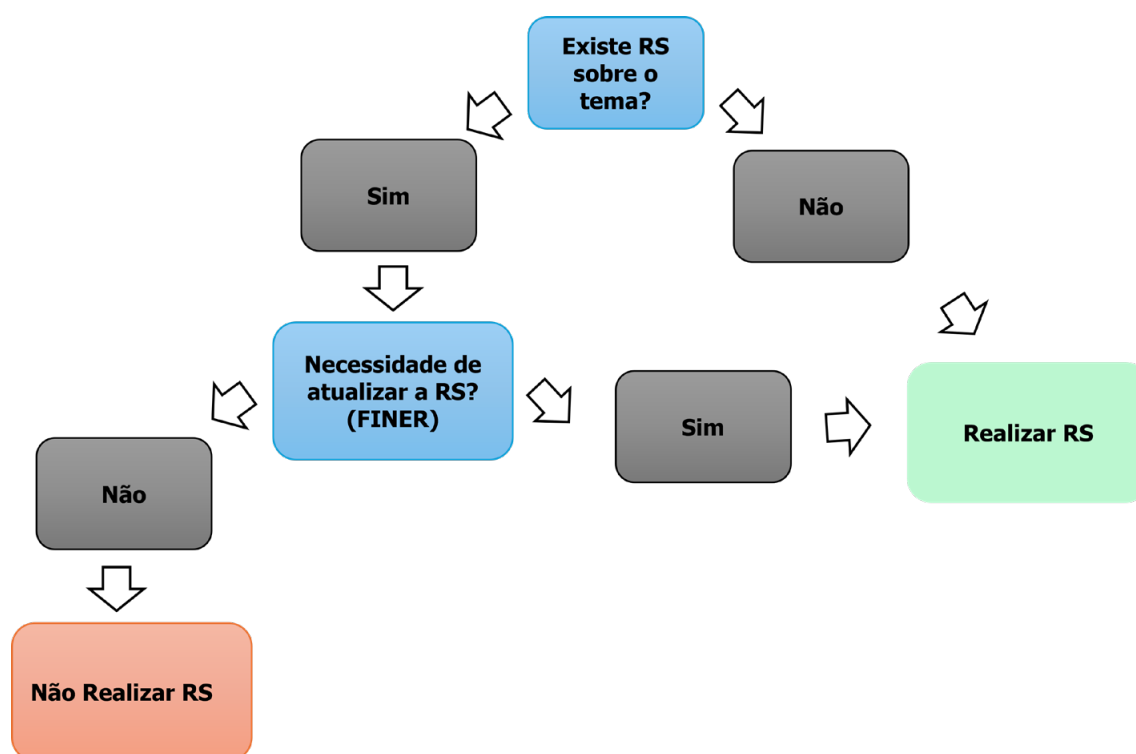
Aspecto	Revisão Narrativa	Revisão Sistemática
Objetivo	Investigar o estado da arte sobre um tema de forma mais ampla	Responder a uma pergunta específica de pesquisa
Protocolo	Normalmente sem registro prévio	Segue protocolo detalhado, explícito e registrado previamente
Seleção de estudos	Flexível e subjetiva; baseada na escolha e experiência dos autores	Sistemática, abrangente e transparente, com critérios de inclusão e exclusão definidos a priori (acrônimos PICOS, PECOS, PIRT etc.)
Busca nas bases de dados	Busca normalmente não sistemática; pode incluir diferentes tipos de estudos (ensaaios clínicos, coortes, transversais etc.)	Busca abrangente e sistemática (múltiplas bases); reproduzível
Análise dos resultados	Descritiva, interpretativa e frequentemente influenciada pela visão dos autores	Avaliação crítica, com análise da qualidade e risco de viés dos estudos incluídos
Síntese da evidência	Pode usar estratégias simplificadas, como <i>vote counting</i>	Quadros ou tabelas com informações padronizadas. Pode incluir metanálise
Risco de viés	Maior	Menor

ETAPAS PARA CONDUZIR UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

DEFINIÇÃO DO TEMA

A decisão a respeito da iniciativa em realizar uma revisão sistemática reside em alguns aspectos. Primeiramente, é essencial a definição do tema de pesquisa. Nesta etapa inicial, recomenda-se utilizar o acrônimo FINER (Factível, Interessante, Original, Ética e Relevante) (Fandino, 2019), que auxilia na avaliação da viabilidade, relevância científica e justificativa ética do estudo. Esse acrônimo indica se o tema é factível do ponto de vista técnico, se é interessante para a comunidade científica, se apresenta originalidade, se atende a critérios éticos e se é relevante para o avanço do conhecimento. Normalmente, o autor inicia a ideia de elaborar uma revisão após tomar conhecimento da existência de estudos originais sobre certo tema. Para facilitar a compreensão, podemos utilizar como exemplo os estudos sobre programas de prevenção de lesões, baseados em exercícios físicos. Um estudo original deste tema seria, por exemplo, realizado com militares, que foram divididos em dois grupos, divididos aleatoriamente: um grupo controle, que não realizou nenhum tipo de exercício (ou que tenha realizado

algun treinamento convencional) e um grupo intervenção (que realizou exercícios baseados no treinamento neuromuscular, com o objetivo de reduzir as incidências de lesões. Ao pesquisar a literatura, se o autor tiver encontrado, em uma busca piloto, um mínimo de dois ou três estudos que tenham utilizado os mesmos critérios (população de militares, treinamento neuromuscular em comparação a um controle, para a prevenção de lesões musculoesqueléticas), pode ser justificável realizar uma revisão, especialmente se houver uma intenção de sanar eventuais contradições entre os estudos (Figura 1).



RS = revisão sistemática. FINER = Factível, Interessante, Original, Ética e Relevante.

Figura 1. Fluxograma de tomada de decisão para elaborar uma revisão sistemática.

Uma forma amplamente utilizada nesta fase inicial de uma revisão sistemática é a utilização de acrônimos para definir os critérios de elegibilidade dos estudos (Figura 2). Os acrônimos resumem elementos fundamentais dos artigos originais a serem pesquisados. Os tipos de acrônimos dependerão do desenho do estudo a serem investigados na revisão. Entre aqueles mais utilizados na área da saúde, destacam-se os acrônimos PICOS, PECOS e PIRT (Saúde, 2021, 2011).

O acrônimo PICOS é utilizado em revisões sistemáticas de estudos experimentais. São definidos os seguintes componentes: Participantes (P), Intervenções (I), Comparações (C), Desfecho ou *Outcome* (O) e o Desenho do

Estudo, ou *Study Design*, do Inglês (S). No exemplo abordado anteriormente, uma revisão sistemática poderia ser realizada para investigar como intervenção (I) programas de prevenção de lesões, cuja população seja composta por participantes militares (P) em comparação a um grupo controle (C). Neste caso, o desfecho investigado seria a ocorrência de lesões musculoesqueléticas (O) em estudos experimentais (S).

O acrônimo PECOS é utilizado em revisões sistemáticas de estudos observacionais de coorte. São definidos os seguintes componentes: Participantes (P), Grupo Exposto (E), Grupo não exposto (C), Desfecho ou *Outcome* (O) e o Desenho do Estudo, ou *Study Design*, do Inglês (S). Um exemplo pode ser uma revisão sistemática para investigar na população de militares (P) os fatores de risco (exposição ou grupo exposto; E); em comparação a um grupo não exposto ao fator de risco (C). Neste caso, o desfecho investigado seria a ocorrência de lesões musculoesqueléticas (O) em estudos de coorte (S).

O acrônimo PIRT é utilizado em revisões sistemáticas de estudos de acurácia diagnóstica, muito comuns na área da saúde, para avaliar a validade de um teste em comparação ao padrão de referência (ou padrão ouro). São definidos os seguintes componentes: Participantes (P), Teste Índice, o teste a ser investigado (I), Teste de referência ou padrão-ouro (R) e a condição alvo da investigação ou *target condition* (T). Por exemplo, uma revisão sistemática de estudos de acurácia diagnóstica poderia ser realizada para investigar a validade do teste de corrida de 12 minutos (I) em comparação o teste de esforço máximo realizado em esteira rolante com ergoespirometria (R) para avaliar o consumo máximo de oxigênio (T) em militares (P).

PICOS	PECOS	PIRT
P = Participantes	P = Participantes	P = Participantes
I = Intervenções	E = Exposição	I = Teste índice
C = Comparações	C = Não expostos	R = Teste de referência
O = Desfecho	O = Desfecho	T = Condição alvo
S = Desenho do estudo	S = Desenho do estudo	

Figura 2. Acrônimos utilizados para formular a pergunta de pesquisa em revisões sistemáticas

BUSCA PILOTO

Uma vez definido o tema, é essencial que o autor realize uma busca piloto nas bases de dados científicas para verificar se existem estudos originais com a mesma estratégia (PICOS, PECOS, PIRT ou outras). O ideal é que sejam encontrados mais de dez artigos originais, porém é possível iniciar a revisão apenas com o conhecimento da existência de dois ou três artigos, já que o objetivo da revisão é apresentar o estado da arte sobre determinado tema, não havendo um número fixo de estudos a serem incluídos. Naturalmente, caso sejam incluídos poucos estudos, haverá limitações na evidência, o que poderá indicar a necessidade de futuros estudos originais.

Durante a busca piloto, é essencial verificar se existem outras revisões em andamento ou concluídas sobre o assunto, pesquisando em plataformas como PubMed ou PROSPERO. Além de evitar duplicidade de esforços, essa iniciativa contribui para a ética na pesquisa, minimizando a chance de outros grupos publicarem revisões sobre o mesmo tema.

Caso já existam revisões publicadas a respeito de um determinado tema, ainda assim é possível realizar uma nova revisão, desde que alguns requisitos sejam cumpridos. O primeiro deles é a publicação de novos estudos originais após a busca realizada na revisão anterior. Esse fato justifica uma nova revisão, com atualização da busca, pois pode alterar as evidências sobre uma determinada estratégia PICOS. Isso pode ocorrer após alguns anos. Outra situação que justifica uma nova revisão é a existência de fundamentos técnicos ou metodológicos, como a ausência de determinado tipo de análise ou a modificação de algum dos passos do processo de revisão.

CADASTRAR O PROTOCOLO DA REVISÃO

O processo de elaboração do protocolo da revisão consiste na redação detalhada do projeto e na sua posterior submissão em plataformas específicas (como PROSPERO, *Open Science Framework* – OSF, ou registros de periódicos que aceitam protocolos). A elaboração e o registro do protocolo são fundamentais para garantir transparência, reduzir vieses e evitar duplicidade de esforços.

De acordo com o PRISMA-P (Moher *et al.*, 2015), um protocolo deve conter, no mínimo, o título da revisão, a justificativa e os objetivos do estudo, a questão de pesquisa estruturada (como PICOS, PECOS ou PIRT), os critérios de elegibilidade para inclusão e exclusão dos estudos, as bases de dados e estratégias de busca planejadas, o processo de seleção dos estudos, o método de extração de dados

e as principais variáveis de interesse. Além disso, é necessário descrever a avaliação do risco de viés dos estudos incluídos, a estratégia de síntese dos dados (qualitativa e/ou quantitativa, incluindo meta-análise quando aplicável) e o plano de registro e divulgação de eventuais atualizações do protocolo. São elementos considerados essenciais para que a revisão seja conduzida de forma sistemática, transparente e reprodutível.

REALIZAR A BUSCA NAS BASES DE DADOS

A realização da busca nas bases de dados geralmente envolve a combinação de termos, conhecidos como descritores, que são utilizados para identificar estudos de acordo com os critérios da estratégia PICOS. Por exemplo, em uma revisão sistemática cujo objetivo seja investigar programas de prevenção de lesões (intervenção) aplicados a militares (população) em comparação a um grupo controle (comparação), tendo como desfecho a ocorrência de lesões musculoesqueléticas (*outcome*) em estudos experimentais (*study design*), uma possível abordagem seria combinar termos relacionados à intervenção e ao desfecho. Assim, poderíamos associar o descritor “programa de prevenção de lesões” com “lesões musculoesqueléticas”.

As bases de dados utilizam operadores booleanos, sendo os principais: OR, que significa “ou” e permite a união de diferentes sinônimos para ampliar a busca; AND, que significa “e” e possibilita a interseção entre dois ou mais componentes da equação; e NOT, que significa “não” e serve para excluir termos indesejados (Figura 3).

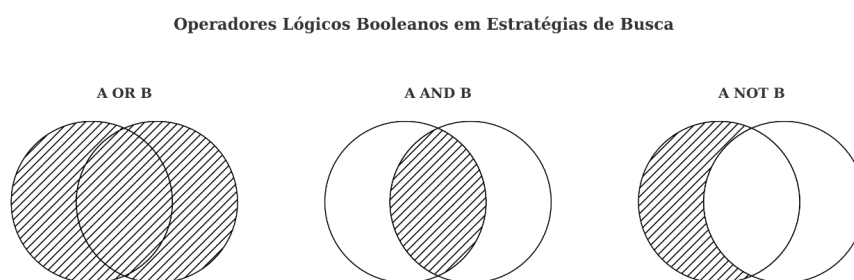


Figura 3. Operadores de lógica booleana utilizados nas buscas em bases de dados, considerando dois grupos: Grupo A (descritores e sinônimos) e Grupo B (descritores e sinônimos), sendo cada grupo um dos componentes do PICO, PECO ou PIRT.

Antes de iniciar a busca, recomenda-se que o autor liste os descritores e sinônimos que serão utilizados. Uma estratégia inicial é consultar vocabulários

controlados, como o DeCS e o MeSH. Por exemplo, no DeCS, o termo “lesões musculoesqueléticas” corresponde ao descritor “*Musculoskeletal Injuries*” e possui variações como “lesão do sistema musculoesquelético” e “trauma musculoesquelético”. Já no MeSH, o descritor “*Sports Injuries*” apresenta como *entry terms* “*athletic injuries*”, “*exercise-induced injuries*” e “*sports-related injuries*”, que podem ser incorporados à estratégia de busca para ampliar a sensibilidade da revisão, já que fazem parte de um mesmo componente do acrônimo utilizado.

A escolha das bases de dados depende da área do conhecimento. Em saúde, recomenda-se pesquisar, no mínimo, em três bases: PubMed, EMBASE e Cochrane. Contudo, a inclusão de bases regionais, como a LILACS, e de bases temáticas, como a SPORTDiscus para estudos de exercício físico, pode ser estratégica. Outras bases amplamente utilizadas são Web of Science, Scopus, Science Direct e CINAHL. É importante lembrar que cada base possui particularidades nos algoritmos de busca; por exemplo, no PubMed, palavras compostas devem ser colocadas entre aspas, e a busca avançada é sempre recomendada para estruturar a equação.

Um exemplo de estratégia no PubMed, incluindo alguns descritores oficiais e termos livres, com parte dos descritores e sinônimos possíveis, seria:

(“Injury Prevention Program”[Title/Abstract] OR “Injury Prevention”[MeSH Terms] OR “Injury Control”[Title/Abstract] OR “Preventive Training”[Title/Abstract] OR “Prevention Program”[Title/Abstract]) AND (“Musculoskeletal Injuries”[MeSH Terms] OR “Sports Injuries”[MeSH Terms] OR “Athletic Injuries”[Title/Abstract] OR “Exercise-Induced Injuries”[Title/Abstract] OR “Sports-related Injuries”[Title/Abstract]) AND (“Military Personnel”[MeSH Terms] OR “Military”[Title/Abstract] OR “Soldiers”[Title/Abstract] OR “Recruit”[Title/Abstract])

SELECIONAR OS ESTUDOS

A inclusão ou exclusão dos estudos deve ser realizada com base nos critérios de elegibilidade previamente definidos no protocolo (PICOS). O processo de seleção ocorre em duas fases, a serem realizadas por dois avaliadores independentes: a triagem inicial de títulos e resumos e a avaliação posterior dos textos completos. Em caso de discordância, a decisão final deve ser tomada por consenso ou com o parecer de um terceiro avaliador, normalmente o mais experiente do grupo.

Antes de iniciar a seleção, é importante salvar os resultados obtidos nas buscas nas bases de dados, obtidos pela exportação de arquivos *.ris*, *.bibtex* ou

similares para ferramentas como o Rayyan e o Covidence, ou mesmo em planilhas, permitindo que a triagem ocorra de forma independente entre os avaliadores. Além disso, recomenda-se a remoção de artigos duplicados, que foram obtidos em duas ou mais bases de dados. Esta remoção de duplicados pode ser realizada diretamente nas ferramentas mencionadas, facilitando o cômputo para a confecção do diagrama de fluxo dos estudos, que será apresentado a seguir.

Na primeira fase da seleção, realiza-se a triagem dos títulos e resumos com o objetivo de identificar se o estudo atende aos critérios de inclusão da revisão sistemática, seguindo a estratégia PICOS (ou o acrônimo apropriado). Nessa etapa, verifica-se se a população e a intervenção são de interesse, se há alguma condição previamente definida como critério de exclusão e se o delineamento do estudo é elegível.

Se houver dúvida sobre a elegibilidade devido à falta de informações no título ou no resumo, o estudo deve ser classificado como “dúvida” ou “potencialmente elegível” e encaminhado para a segunda fase. Sendo assim, procede-se à leitura dos textos completos dos estudos considerados potencialmente elegíveis. Os artigos normalmente são obtidos na íntegra (PDF) e avaliados detalhadamente, buscando-se no texto palavras-chave e descrições explícitas que confirmem os critérios de elegibilidade (PICOS) e demais parâmetros definidos no protocolo, como período de busca, idioma, população, intervenção, desfechos de interesse e tipo de estudo.

Na dúvida sobre algum critério, ou existindo a necessidade de obter dados não disponíveis no artigo, recomenda-se contatar os autores do estudo para esclarecimentos adicionais. É fundamental que haja um registro sistemático dos estudos excluídos nesta fase, acompanhado do motivo específico de exclusão (por exemplo: população não elegível, intervenção fora do escopo, desfecho inadequado, desenho não elegível ou dados insuficientes). Cabe ressaltar que as recomendações PRISMA contemplam um padrão de fluxograma (Figura 4) (Page *et al.*, 2021; PRISMA 2020 flow diagram, [S.d.]), que prevê um espaço dedicado ao detalhamento dos motivos de exclusões dos textos completos. As informações a respeito do número de estudos obtidos e excluídos em cada etapa também devem ser mencionadas.

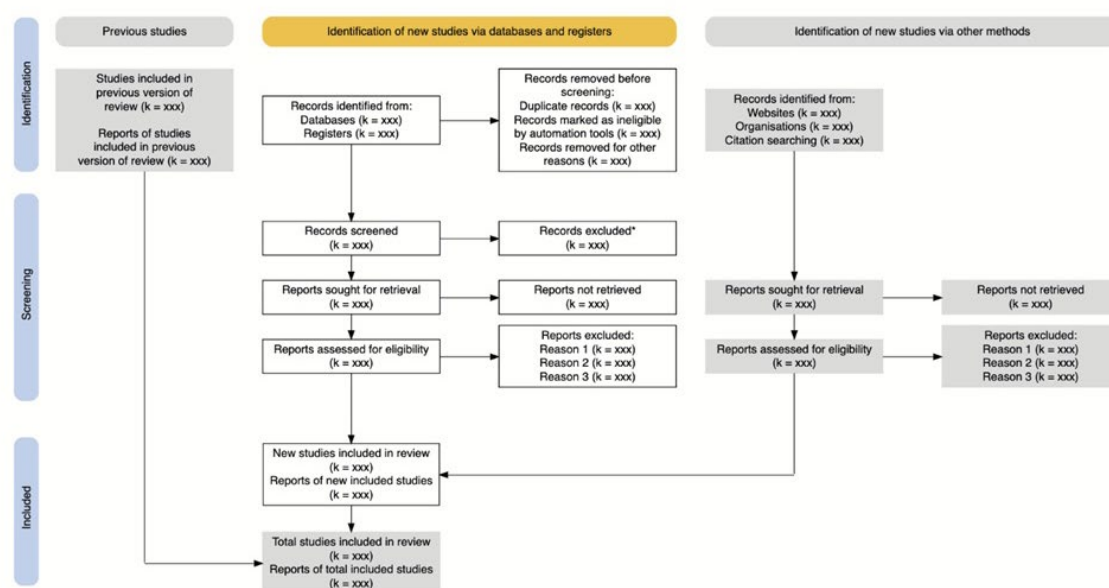


Figura 4. Modelo de diagrama de fluxo de acordo com as recomendações PRISMA.

Fonte: Adaptado de PRISMA 2020 flow diagram ([S.d.]).

EXTRAIR OS DADOS

Já durante a fase de elaboração do projeto da revisão, recomenda-se que os autores já tenham em mente que informações eles pretendem obter dos estudos, sendo crucial em uma revisão sistemática. Os autores definem, na etapa de redação do projeto, quais informações serão coletadas dos estudos selecionados, evitando a necessidade de constantes retornos aos textos originais. Para isso, é útil consultar revisões sistemáticas já publicadas e artigos elegíveis sobre o mesmo tema.

Esta etapa consiste, portanto, na coleta sistematizada de informações de todos os estudos incluídos na revisão, após decisão pela leitura dos textos completos. Como todos seguiram a mesma estratégia PICOS, informações a respeito das características das amostras, informações a respeito das características intervenções e controles realizados, desfechos. Recomenda-se a utilização de formulários padronizados (planilhas ou softwares específicos) para assegurar consistência entre os revisores, que realizarão as coletas de forma independente. É importante registrar também dados ausentes ou inconsistentes. Quando necessário, pode-se contatar os autores dos estudos originais para solicitação de informações adicionais ou esclarecimento de resultados não reportados. Uma recomendação importante é que a planilha de extração de dados

possua um espaço dedicado à coleta de informações a respeito dos resultados das análises estatísticas dos estudos, como média, desvio-padrão e tamanho amostral (em estudos com variáveis contínuas) e o número de casos em relação ao total de participantes em cada grupo (em estudos com variáveis dicotômicas). Esta iniciativa facilitará a realização de uma eventual metanálise. Exemplos de informações que podem ser extraídas são dados como autor, ano de publicação, tipo de estudo, características dos participantes (número, idade média, proporção entre sexos), exposição ou intervenção estudada, desfechos, tempo de seguimento e eventuais perdas durante o acompanhamento.

Quanto aos desfechos, é importante distinguir entre variáveis contínuas e categóricas. Para variáveis contínuas, devem ser registrados o número de participantes, a média e o desvio-padrão em cada grupo. Já para desfechos categóricos, normalmente se coleta o número de indivíduos que apresentaram o evento e o total de indivíduos expostos em cada grupo. A coleta de dados deve ser feita, preferencialmente, por dois pesquisadores de forma independente, com discordâncias sanadas por consenso, ou pelo parecer de um terceiro pesquisador. Ferramentas simples como o Microsoft Excel ou editores de texto podem ser empregadas para organizar essas informações.

AVALIAR A QUALIDADE DOS ESTUDOS

Revisões sistemáticas partem do pressuposto de incluir todos os estudos a respeito de um determinado tema. Sendo assim, a avaliação da qualidade dos estudos é de fundamental importância para nortear a avaliação crítica dos resultados, sejam eles favoráveis ou desfavoráveis a alguma intervenção, assim como os resultados de estudos com qualidade metodológica alta ou baixa.

Dependendo do tipo de estudos incluídos na revisão (experimentais ou observacionais), existem diferentes opções de ferramentas para avaliar a qualidade dos estudos incluídos. Os estudos experimentais podem ser avaliados pela Escala PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*), que é um instrumento utilizado para avaliar a qualidade metodológica de estudos clínicos experimentais, particularmente os ensaios clínicos randomizados e controlados (de Morton, 2009). Ela é composta por 11 itens que verificam os seguintes critérios: adequação da randomização, sigilo da alocação, similaridade entre os grupos na linha de base, cegamento de participantes, terapeutas e avaliadores, análise por intenção de tratar, e apresentação adequada dos resultados. Para cada item cujo requisito é atendido, exceto o primeiro (relacionado à elegibilidade), o estudo recebe

pontuação de 0 (não atendido) ou 1 (atendido), gerando um escore máximo de 10 pontos (PEDro scale, [S.d.]).

Outra opção é a Escala Jadad, um instrumento simples, com um número menor de itens e amplamente utilizado para avaliar a qualidade metodológica de ensaios clínicos randomizados (Jadad *et al.*, 1996). O autor da revisão pode atribuir até 5 pontos a um estudo original, considerando três aspectos: 1) randomização (se foi descrita e se o método é adequado); 2) cegamento (se foi descrito e se o método é apropriado); e 3) relato de perdas e exclusões (se foram informados de forma explícita). Cada critério pode somar ou subtrair pontos, dependendo da adequação da descrição e da execução. Portanto, os escores dos estudos podem variar de 0 (baixa qualidade) a 5 (alta qualidade).

Ainda para estudos experimentais, a ferramenta RoB 2.0 (Risk of Bias 2.0), que foi elaborada pela Cochrane, é um método atualizado para avaliar o risco de viés em ensaios clínicos randomizados (Sterne *et al.*, 2019). Ela se baseia em domínios de julgamento que refletem potenciais fontes de viés, sendo cinco domínios principais que são investigados: 1) viés decorrente do processo de randomização; 2) viés devido a desvios da intervenção pretendida; 3) viés na perda de dados de desfecho; 4) viés na mensuração dos desfechos; e 5) viés na seleção dos resultados reportados. Cada domínio é avaliado por meio de perguntas “orientadoras”, que servem para guiar o autor da revisão a classificar o risco de viés dos estudos originais como “baixo”, “algumas preocupações” ou “alto”. Ao final do processo, define-se um parecer final para o estudo.

Já os estudos observacionais, podemos encontrar escalas como a *Newcastle–Ottawa Scale* (NOS), um instrumento desenvolvido para avaliar a qualidade de estudos observacionais tanto do tipo coorte e quanto com desenhos de caso-controle (*The Newcastle–Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomized studies in meta-analyses*, [S.d.]). A estrutura se baseia em um sistema de pontuação por “estrelas”, que podem somar até nove pontos distribuídos em três domínios principais: seleção dos grupos de estudo, comparabilidade dos grupos e avaliação do desfecho ou exposição. Entre os aspectos avaliados estão a representatividade da amostra, a definição adequada de casos e controles, o controle de fatores de confusão e a forma como os desfechos são aferidos. Assim, quanto maior o número de estrelas atribuídas, melhor é considerada a qualidade metodológica do estudo e menor o risco de viés associado.

Já a Escala de Downs & Black é mais abrangente e pode ser aplicada tanto a estudos observacionais quanto a ensaios clínicos (Downs; Black, 1998). É composta por 27 itens que abordam cinco categorias principais: clareza do relato

(se os objetivos, desfechos e resultados estão bem descritos), validade externa (representatividade da amostra), validade interna relacionada ao viés (métodos de mensuração dos desfechos), validade interna ligada à confusão (ajuste para variáveis de confusão) e poder estatístico. A pontuação máxima do instrumento é de 32 pontos, sendo que escores mais altos indicam melhor qualidade metodológica e menor risco de viés dos estudos originais.

Por fim, para estudos de acurácia diagnóstica, podemos citar o QUADAS-2 (*Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies 2*), recomendado pela Cochrane, que avalia o risco de viés e a aplicabilidade dos estudos originais a partir de quatro domínios: seleção dos pacientes, teste índice, padrão de referência e fluxo/tempo, sendo cada domínio classificado como de baixo, alto ou incerto risco de viés, baseados em perguntas de sinalização (Whiting *et al.*, 2011).

Independente do tipo de ferramenta de avaliação metodológica, assim como nas etapas anteriores da revisão sistemática, é importante que a análise seja realizada por dois avaliadores independentes, com discordâncias sanadas por consenso ou por um terceiro pesquisador. Este cuidado possui uma grande importância na avaliação crítica dos estudos selecionados, já que aspectos metodológicos são, frequentemente, avaliados de forma qualitativa, o que demanda conhecimento, experiência e debate entre os pesquisadores.

ANÁLISE DOS DADOS

Em diversos casos, as revisões sistemáticas podem incluir uma análise de dados, também conhecida como “metanálise”. Este tipo de análise é realizado por meio da combinação e posterior análise de dados quantitativos extraídos dos estudos incluídos. Portanto, todos os estudos devem ter empregado a mesma estratégia PICOS, PECOS ou PIRT. O efeito desejado deste tipo de análise é obter uma estimativa única de diferentes estudos recuperados em uma busca abrangente realizada nas bases de dados. Além disso, esta estimativa é um dos requisitos para a avaliação da “certeza da evidência”, que será detalhada no tópico a seguir, além de ser importante para a tomada de decisão de profissionais, baseada em evidências.

A primeira coisa que devemos ter em mente para verificar a possibilidade de realizar uma metanálise é que o tipo de análise vai depender das variáveis (os desfechos) dos estudos originais. Sendo assim, é importante verificar se as variáveis são contínuas ou categóricas, como foi descrito no subtópico “extração de dados”. Entre as categóricas, incluem-se atributos como sexo, religião ou cor

dos olhos. As quantitativas podem ser discretas, como número de repetições no teste de flexão de braços, ou contínuas, como a distância percorrida no Teste de Cooper.

Em seguida, extrair os dados dos estudos. Para variáveis contínuas, é comum a utilização da média, desvio-padrão e tamanho da amostra, em cada grupo (experimental e controle). Para categóricas, número de casos em relação ao tamanho amostral em cada grupo (grupo exposto e não exposto, por exemplo). As Tabelas 2 e 3 são exemplos de organização de planilhas de extração de dados, empregando dados fictícios, com o propósito de realizar metanálises para desfechos que sejam variáveis contínuas ou categóricas, respectivamente.

Tabela 2. Modelo de organização tabular para a extração de dados para metanálises para desfechos que sejam variáveis contínuas

Estudo	Média GE	DP GE	n GE	Média GC	DP GC	n GC
Estudo 1	45,2	8,5	30	50,1	7,9	30
Estudo 2	60,3	10,2	25	65,7	9,8	24
Estudo 3	38,7	6,1	40	42,5	5,9	38
Estudo 4	72,1	12,4	20	78,6	11,7	21
Estudo 5	55,4	9,3	35	59,8	8,7	36

GE = grupo experimental; GC = grupo controle; DP = desvio-padrão; n = tamanho amostral.

Tabela 3. Modelo de organização tabular para a extração de dados para metanálises para desfechos que sejam variáveis categóricas

Estudo	Casos G1	Não Casos G1	Total G1	Casos Não G2	Não Casos G2	Total G2
Estudo 1	12	38	50	6	44	50
Estudo 2	20	80	100	10	90	100
Estudo 3	15	35	50	5	45	50
Estudo 4	30	70	100	18	82	100
Estudo 5	25	75	100	12	88	100

G1 = grupo 1; G2 = grupo 2.

Existem diversos softwares que permitem a realização de metanálises. Dentre eles, podemos citar o Revman, da Cochrane; e o JAMOVI. No primeiro, são inseridas informações dos resultados dos estudos individuais, como média, desvio-

padrão e tamanho amostral de grupos experimental e controle, por exemplo. Já no JAMOI, poderão ser importadas planilhas do excel, e a análise será realizada pela seleção das colunas (utilizando o mesmo exemplo, colunas com média, desvio-padrão e tamanho amostral de grupos experimental e controle).

Na sequência, o pesquisador seleciona o modelo de análise, que pode ser fixo ou randômico. O efeito fixo é comumente indicado em casos com heterogeneidade baixa ou não significativa (I^2 próximo a 0), pois assume que o mesmo tratamento foi fornecido a todos os estudos, o que remete a uma diferença pelo acaso. Já o efeito randômico, utilizado na maioria dos casos, parte do pressuposto que ocorreram diferentes efeitos do tratamento nos estudos, com heterogeneidade significativa.

O pesquisador também seleciona o tipo de medida de efeito que pretende calcular com as informações dos estudos. Diferenças de médias são usadas para comparar grupos que utilizaram a mesma escala de avaliação. Já a diferença de médias padronizada é empregada quando os estudos utilizaram diferentes escalas para avaliar o mesmo desfecho. Em estudos com variáveis dicotômicas, podem ser selecionados o risco relativo, a razão de chances diagnóstica e a diferença de risco, por exemplo.

Softwares, como o Revman, utilizam diferentes métodos estatísticos para realizar a metanálise. O método do inverso da variância, comumente utilizado para variáveis contínuas, atribui maior peso aos estudos mais precisos, enquanto o Mantel-Haenszel é geralmente preferido em situações de dados dicotômicos com amostras pequenas. Já o método de Peto é indicado quando se utiliza a medida de associação odds ratio e os grupos apresentam tamanhos semelhantes.

Em paralelo ao tipo de medida de efeito, é importante o autor investigar a variabilidade entre os estudos incluídos, o que influenciará a certeza da evidência, conforme será detalhado adiante. Essas diferenças podem ser decorrentes de diferenças de população, ou mesmo nas intervenções adotadas nos estudos individuais. Além disso, diferenças metodológicas, aquelas relacionadas ao desenho ou mesmo à qualidade, podem ocorrer. A heterogeneidade estatística entre os estudos pode ser avaliada pela inspeção visual dos intervalos de confiança e por testes estatísticos. O teste de Cochran (Qui-quadrado) tem como objetivo testar a hipótese alternativa da variabilidade. Outro índice frequentemente obtido em metanálises é o índice I^2 quantifica a inconsistência nas seguintes faixas: 0–50% (heterogeneidade baixa); 50–74% (heterogeneidade moderada); e $\geq 75\%$ (heterogeneidade alta).

Heterogeneidades altas influenciam a certeza da evidência, e uma estratégia interessante adotada por diversos autores é explorar as potenciais fontes, por meio de análises de subgrupos, metarregressão ou remoção de estudos específicos.

Por fim, em paralelo à metanálise, os softwares frequentemente também plotam gráficos de funil, que permitem a avaliação via inspeção visual do risco de viés de publicação. Alguns realizam ainda a análise quantitativa do risco de viés de publicação por meio de testes como Begg ou Egger, que testam a hipótese alternativa de que há assimetria entre o tamanho do efeito e a precisão dos estudos, já que na ausência de viés, estudos de diferentes tamanhos (pequenos ou grandes) são distribuídos simetricamente em torno do efeito verdadeiro.

CERTEZA DA EVIDÊNCIA

Para a avaliação da certeza da evidência de um estudo de revisão sistemática com metanálise, uma abordagem amplamente utilizada é o uso do sistema GRADE (*Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation*), que segue critérios estabelecidos em um passo a passo estruturado. Primeiro, define-se o desenho dos estudos incluídos na revisão, o que serve como um ponto de partida: se são estudos observacionais ou experimentais. Ensaios clínicos randomizados iniciam como evidência de alta qualidade, enquanto estudos observacionais começam como evidência de baixa qualidade. O próximo passo é a análise dos domínios que podem reduzir a qualidade, como: 1) risco de viés (reduz um ou dois níveis caso existam falhas metodológicas importantes, empregando as escalas citadas anteriormente); 2) inconsistência (quando não há sobreposição parcial dos intervalos de confiança de 95% (IC95%) e os índices de I^2 indicam alta dispersão entre os estudos) (Higgins, 2003); 3) evidência indireta (reduz se os dados utilizados não corresponderem exatamente à questão de interesse inicialmente prevista, como o emprego de outras populações, intervenções ou desfechos); 4) imprecisão (intervalos de confiança muito amplos ou que cruzam a linha de efeito nulo, ou quando o tamanho amostral é pequeno, normalmente inferior a 139 participantes) (Silva, [S.d.]) viés de publicação (reduz quando há indícios de que estudos com resultados negativos não foram publicados).

O próximo passo é avaliar se a certeza da evidência pode ser aumentada de nível em estudos observacionais caso haja efeito muito grande, presença de gradiente dose-resposta ou quando todos os potenciais fatores de confusão tenderiam a reduzir o efeito encontrado. Após essa análise, atribui-se um julgamento

global, que pode classificar a certeza em alta, moderada, baixa ou muito baixa, refletindo o quanto se pode confiar de que o efeito observado na metanálise está próximo do verdadeiro efeito.

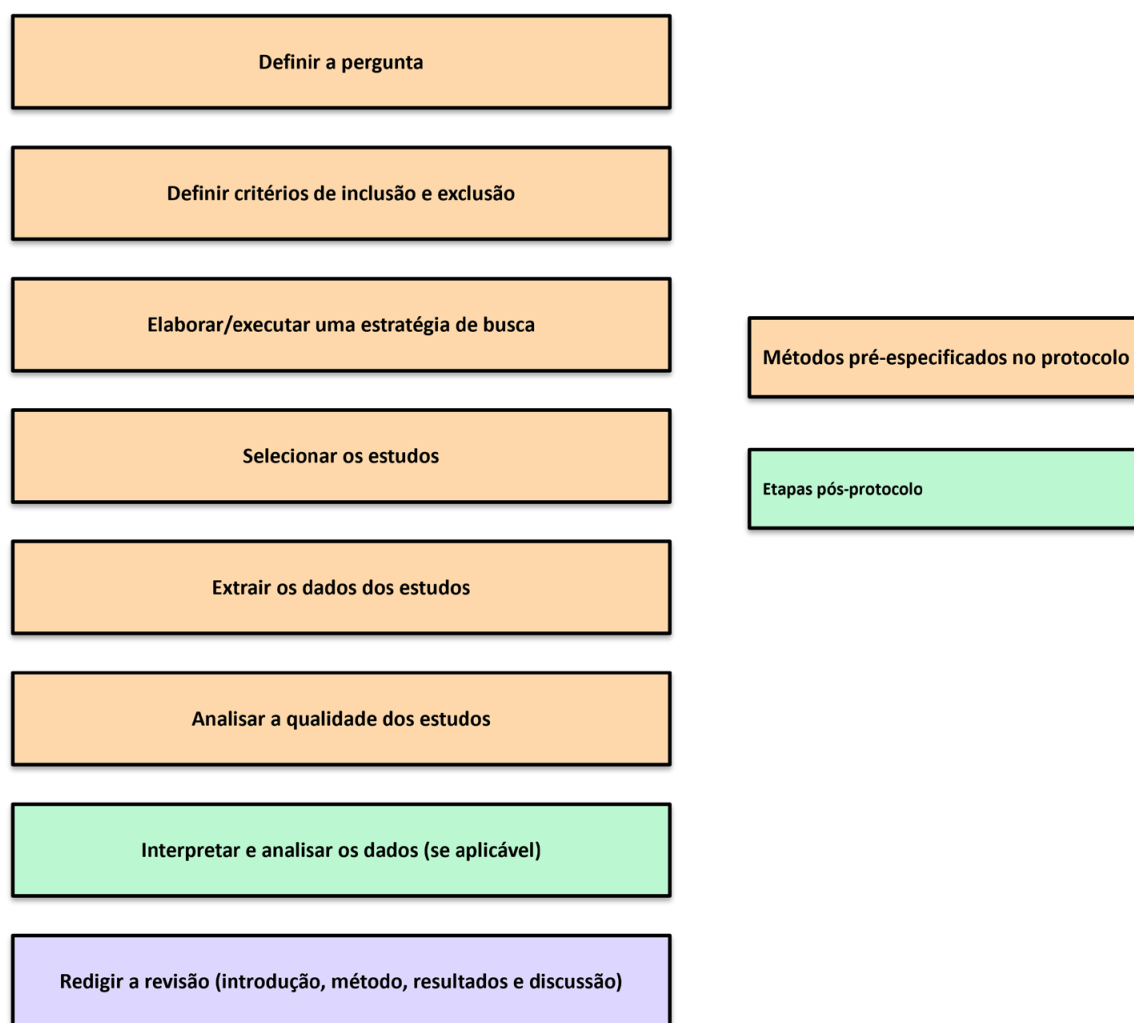


Figura 5. Principais etapas na condução de uma revisão sistemática.

CONCLUSÕES

As revisões sistemáticas são estudos do tipo secundário que possuem fundamental importância para nortear profissionais, para que eles atuem baseados em evidências científicas, além de serem estudos bastante robustos para investigar um determinado tema, podem ser o ponto de partida para futuros estudos originais. Ressalta-se que, os autores deste tipo de estudo devem seguir os passos essenciais (Figura 5), que são a definição dos critérios de elegibilidade,

realização de um protocolo, busca abrangente e sistemática, seleção e extração dos estudos baseadas em critérios previamente definidos, avaliação da qualidade, podendo ter um componente de análise de dados (metanálise), além da avaliação da certeza da evidência.

SOBRE A AUTORA

Priscila dos Santos Bunn, Doutora em Ciências do Exercício e do Esporte. Encarregada da Divisão de Pesquisa, Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes (CEFAN), Rio de Janeiro, Brasil.
E-mail: priscila.bunn@marinha.mil.br

COMO CITAR ESTE CAPÍTULO

BUNN, P. dos S. Revisões Sistemáticas. *In*: NEVES, E. B.; POCHMANN, P. G. C.; SCHMIDT, R. P. B. (org.). **Abordagens Metodológicas em Ciências Militares**. Rio de Janeiro: Traço Leal Comunicação, 2026. p. 33-54.

REFERÊNCIAS

BAETHGE, C.; GOLDBECK-WOOD, S.; MERTENS, S. SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles. **Research Integrity and Peer Review**, v. 4, n. 1, p. 5, 2019. <https://doi.org/10.1186/s41073-019-0064-8>.

DE MORTON, N. A. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. **The Australian Journal of Physiotherapy**, v. 55, n. 2, p. 129–133, 2009. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(09)70043-1).

DOWNS, S. H.; BLACK, N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 52, n. 6, p. 377–384, 1998. <https://doi.org/10.1136/jech.52.6.377>.

FANDINO, W. Formulating a good research question: Pearls and pitfalls. **Indian Journal of Anaesthesia**, v. 63, n. 8, p. 611–616, 2019. https://doi.org/10.4103/ija.IJA_198_19.

HIGGINS, J. P. T. Measuring inconsistency in meta-analyses. **BMJ**, v. 327, n. 7414, p. 557–560, 2003. <https://doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557>.

JADAD, A. R. *et al.* Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? **Controlled Clinical Trials**, v. 17, n. 1, p. 1–12, 1996. [https://doi.org/10.1016/0197-2456\(95\)00134-4](https://doi.org/10.1016/0197-2456(95)00134-4).

MOHER, D. *et al.* PRISMA-P GROUP. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, v. 4, n. 1, p. 1, 2015. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. **PLoS medicine**, v. 18, n. 3, p. e1003583, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003583>.

PEDRO SCALE. **PEDro**. Disponível em: <https://pedro.org.au/english/resources/pedro-scale/>. Acesso em: 12 set. 2025.

PRISMA 2020 FLOW DIAGRAM. **PRISMA statement**. Disponível em: <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram>. Acesso em: 6 out. 2025.

SAÚDE, Ministério da. **Diretrizes metodológicas: elaboração de revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021.

SAÚDE, Ministério da. **Diretrizes metodológicas: elaboração de revisão sistemática e metánalise de ensaios clínicos randomizados**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011.

SILVA, E. B. **Nível de evidência de metanálises: esclarecendo melhor os domínios Inconsistência e imprecisão da ferramenta GRADE**. Disponível em: <https://www.gpces.com.br/arquivos/104778251639427992.4862.pdf>. Acesso em: 12 set. 2025.

STERNE, J. A. C. *et al.* RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. **BMJ**, v. 366, p. l4898, 2019. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>.

THE NEWCASTLE–OTTAWA SCALE (NOS) FOR ASSESSING THE QUALITY OF NONRANDOMIZED STUDIES IN META-ANALYSES. Disponível em: https://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp. Acesso em: 12 set. 2025.

WHITING, P. F. *et al.* QUADAS-2 GROUP. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. **Annals of Internal Medicine**, v. 155, n. 8, p. 529–536, 2011. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-155-8-201110180-00009>.

CAPÍTULO 4

MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA EM HISTÓRIA MILITAR

Fernando da Silva Rodrigues

INTRODUÇÃO

O capítulo proposto tem por objetivo discutir, levantar e identificar métodos e técnicas de pesquisas para o desenvolvimento de investigações no campo da História Militar e da Nova História Militar. Em uma tradição de renovação de temas, métodos e teorias, vivenciados em diferentes domínios historiográficos, tais como na Nova História ou na Nova História Política, a Nova História Militar foi desenvolvida inicialmente nos Estados Unidos, após a II Guerra Mundial e, no Brasil, a partir da última década do século XX. Por meio de uma perspectiva interdisciplinar, a Nova História Militar ampliou as suas problemáticas, relacionando-as à economia, à política, à sociologia e à antropologia, entre outras áreas, a partir da proposição de metodologias e abordagens originais (Soares, 2012, p. 113-114). A expansão deste campo demarcou a passagem de uma história tradicional, marcada pelo estudo das guerras, campanhas, batalhas e feitos dos grandes generais, para a problematização de variados aspectos das instituições militares e sua relação com a sociedade (Pedrosa, 2011, p. 3), como se pode observar nos estudos realizados sobre a seleção e formação dos oficiais do Exército brasileiro na primeira metade do século XX (Rodrigues, 2013), ou, ainda, nos estudos sobre a imprensa militar no século XIX (Arias Neto; 2013; 2015).

Nesse contexto, o capítulo foi desenvolvido a partir da possibilidade da compreensão do uso das fontes depositadas em Arquivos¹ militares (Arquivo Histórico do Exército, Arquivo da Marinha e Centro de Documentação da

¹ É uma instituição de guarda de documentos. Normalmente, livros e artefatos tridimensionais são guardados, respectivamente, em bibliotecas e museus, instituições colecionadoras. Os arquivos são instituições receptoras de fundos documentais (escritos, livros, registros audiovisuais, fotos), que recebem e guardam documentos provenientes de uma mesma origem (administração pública, justiça, indivíduos), ou princípio de proveniência.

Aeronáutica) responsáveis pela guarda de riquíssimos acervos documentais sobre a trajetória dos militares e das suas instituições.

A proposta é apontar, a partir da experiência de pesquisa em arquivos, os antigos e novos campos e objetos de investigação da história militar construídos a partir das mudanças paradigmáticas da História, que contribuem para uma ampliação da investigação na nossa área. É importante ainda, apontar para a renovação da investigação da história militar identificada nos grupos de pesquisa cadastrados no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), nas publicações em revistas especializadas, nas publicações de livros e nas atividades culturais e acadêmicas das instituições de pesquisa civis e militares que, em esforços individuais, coletivos e institucionais, ampliam a divulgação de novas formas de estudar o passado.

Para além da história, outra área que tem atraído muitos pesquisadores, com grandes possibilidades investigativas, são as investigações no campo da memória e do patrimônio, articuladas aos estudos dos arquivos como lugares de memória e de patrimônio. Segundo Parente (2009), é importante pensar: a formação da memória militar e suas relações com a memória coletiva, a memória social, e a memória nacional; o estudo das comemorações, feriados e efemérides militares; o estudo do significado das condecorações, emblemas, brasões, códigos de cores, sinais, gestos e símbolos; a presença da memória militar incorporada na memória nacional: seus símbolos, os personagens e vultos presentes nos dinheiros, moedas, selos, etc.; o estudo das canções militares, cantigas da caserna, músicas e canções de trabalho, treinamento, combate, canções que se referem às forças militares em postura crítica ou de enaltecimento, etc. É possível através das canções caracterizar os valores, crenças, significado, objetivos, ideologias, etc.; o estudo da construção dos vultos militares em sua perspectiva ideológica: os vultos fundadores das armas, tradições, instituições, etc.; o estudo dos Lugares da Memória (monumentos) e seus significados ideológicos: Pantheon, mausoléus, praças, monumentos, campos de batalha, etc.: destacar os valores que são enaltecidos e suas características; e também, o oposto da memória: o esquecimento, os tabus, o que não é dito.

É importante identificar nas instituições arquivísticas, a partir da pesquisa, online ou presencial, campos e objetos de investigação construídos a partir de novos paradigmas da história como disciplina, responsáveis pela ampliação de campos de investigação. Os arquivos são organizações que vêm recebendo tratamento cada vez mais técnico a fim de implementar políticas normativas que visam ampliar o acesso à informação, também como parte do direito à cidadania.

Como podemos perceber, o interesse atual pelos estudos relacionados à História Militar ultrapassa a essência de existir das instituições militares, por meio de variadas reflexões desenvolvidas por acadêmicos e militares. Esta ampliação de temáticas ancora-se em um duplo movimento, do qual faz parte tanto o acesso às fontes, quanto, sobretudo, as novas abordagens empreendidas. Como registra Henri Moniot (1993, p. 26), “(...) nada é uma fonte por sua própria natureza e é o problema colocado pelo historiador que, identificando o traço que fornece uma resposta, transforma assim o documento em uma fonte histórica”. Nesse trabalho de renovação da História Militar, portanto, tornou-se relevante o acesso, a seleção e a investigação de antigos e novos registros de pesquisa.

FONTES DE PESQUISA PARA A HISTÓRIA MILITAR

As fontes ou documentos são essenciais para o desenvolvimento de qualquer tipo de pesquisa no campo da História. A maior parte das fontes militares depositadas nos Arquivos Institucionais das Forças Armadas ou das Forças de Segurança Pública e seus congêneres de outras instituições (Arquivo Nacional). Excepcionalmente, podemos encontrá-las nos setores técnicos de Museus e das Bibliotecas, sendo de origem pública e oficial, e podem ser tipificadas em:

- a) **Fontes escritas ou textuais:** desde as tradicionais fontes institucionais, diplomáticas e crônicas oficiais (na perspectiva do século XIX), para textos encontrados em diários, obras literárias, atas de reunião, jornais, propagandas, ou letras de música;
- b) **Acervos pessoais:** dos profissionais militares e civis (registros pessoais de generais, oficiais, subtenentes/suboficiais, sargentos, soldados/marinheiros, e pessoal civil);
- c) **Fontes impressas:** como revistas de assuntos militares, boletins, Diário Oficial da União, leis, decretos, normas e regulamentos;
- d) **Fontes bibliográficas:** que se constituem de livros escritos pelo sujeito observador ou participante do fato histórico, que poderão revelar o pensamento político ou doutrinário da época. Livros escritos por militares que participaram do cotidiano da Instituição e do Estado;
- e) **Fontes de escrita de si:** tais como autobiografias, diários e correspondências, de caráter mais íntimo e sigiloso, que contribuem para entender muito do que não é registrado em documentos oficiais;
- f) **Fontes imagéticas:** como fotografias, filmes, gravuras, cartografia;

- g) **Fontes orais**, resultado de entrevistas conduzidas pelas instituições militares ou não² e guardadas em fitas de gravações ou em publicações. Nesse caso, o pesquisador vai produzir seus próprios documentos de investigação com a coleta de depoimentos (por meio de entrevistas); e
- h) **Objetos da cultura material**: indumentárias, instrumentos diversos, utensílios, estruturas edificadas e outros.

De maneira mais pragmática, deixo a dica de alguns documentos militares que podem ser encontrados no Arquivo Histórico do Exército: códices da corte e governo imperial (Secretaria de Estado dos Negócios da Guerra, Superior Tribunal Militar, Comandantes de Províncias), uma extensa cartografia militar que vai do século XVI ao XX, acervo da FEB, acervo da Guerra da Tríplice Aliança contra o Paraguai, guerras intrarregionais, guerras internas, relações diplomáticas (compra de material bélico, correspondências de adidos), fotografias, filmes, acervo das escolas militares, acervo de autoridades, relatórios (operacionais, administrativos, gestões passadas, adestramento).

Como podemos perceber, os arquivos institucionais militares têm suas vertentes históricas, militar, administrativas e no campo do direito, com documentação guardada sobre: 1) acervo relacionado à gestão de pessoal, material, doutrina, uniforme, emprego, organização geral da Força; 2) memória da administração pública brasileira (Secretaria de Negócios da Guerra, Ministério da Guerra, Ministério do Exército, Comando do Exército); 3) arcabouço do Estado (poder militar); 4) operações militares (Canudos, Contestado, FEB, Guerra da Tríplice Aliança, Tenentismo); e 5) Direito do pessoal inativo.

Se a historiografia do século XIX (Escola Metódica Alemã e o Positivismo) privilegiava apenas os documentos escritos oficiais do Estado, a historiografia do século XX (Escola dos Anais francês e o materialismo histórico marxista) ampliou o conceito de fontes históricas para um mundo não textual, para uma multiplicidade de sujeitos históricos, como também ampliou os tipos de documentos escritos (fotografias, diários, correspondências etc.).

No século XIX, os textos eram utilizados como testemunho dos fatos, uma prova da verdade (meio de acesso aos fatos), para isso bastava descrevê-los como estava registrado nos documentos. No século XX, os textos passaram a ser problematizados e utilizados como meio de acesso aos fatos históricos que o

² É importante registrar que o CPDOC/FGV tem um acervo de entrevistas com ex-presidentes-militares, assim como o Museu da Imagem do Som no RJ tem guardada entrevista com João Cândido da Revolta dos Marinheiros de 1910.

historiador deverá reconstruir e interpretar, e mais tarde como discursos produzidos de época a serem analisados (ele passa a ser o próprio fato histórico).

Nesse sentido, temos que entender que as fontes históricas usadas na atualidade para investigação podem ter origens variadas, sendo tipificadas como documentos privados (como os depositados no Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil / Fundação Getúlio Vargas) e como documentos públicos (depositados nos Arquivos Militares). No entanto, na pesquisa atual ainda predomina o uso das fontes públicas oficiais, que podem ser contrapostas a outros documentos, de preferência com tipologias distintas. Nesse caso, como descobrir a veracidade das informações contidas em um relatório, talvez com a investigação de jornais de época que podem esclarecer a veracidade dos fatos, ou na pesquisa a um diário produzido pelo sujeito histórico que vivenciou os mesmos fatos.

Partindo de um campo de análise ligado às instituições militares e à Nova História Militar, Parente (2009, p. 7) enfatiza a importância de propostas metodológicas e de investigação que privilegiem os aspectos jurídicos formais, encontrados em registros fundadores, reguladores e organizadores de sua estrutura interna, por um lado, e, também, pela prosopografia, por outro. Tais parâmetros seriam importantes para a análise dos aspectos que orientaram a criação e motivação das instituições, assim como a trajetória, atuação e relação dos sujeitos que dela fizeram parte. Nesse sentido, o ponto principal da História das Instituições é o estudo da sua história interna. Assim, a história institucional é reconstruída a partir dos aspectos organizacionais com ênfase nos aspectos jurídicos.

Em uma pesquisa científica, podemos utilizar também uma vasta bibliografia de apoio que servirá para balizar as discussões teóricas, metodológicas e historiográficas e contextualizar a construção de uma investigação, mas também, são importantes subsídios para confrontar o debate com as fontes. As obras de apoio podem ser encontradas em livrarias comerciais, sebos, bibliotecas, Biblioteca Nacional, Biblioteca do Exército, Biblioteca da Marinha ou no Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, no entanto, deverão ser usadas de forma crítica, com análises dos escritos históricos e observação dos interesses do autor da obra.

No entanto, o uso de qualquer tipo de documentação pode ser algumas vezes limitado em uma pesquisa por conta da restrição de acesso imposta por normas legais, conforme o Art. 5º, inciso X, da Constituição da República Federativa do Brasil. A Lei de Acesso à Informação (LAI - Lei nº 12.527/2011) e a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD - Lei nº 13.709/2018) são as

principais normas atualmente, que regem a restrição de acesso a documentos públicos no Brasil, especialmente no que tange a informações de caráter privado, honra e imagem. O acesso a informações pessoais relativas à intimidade, vida privada, honra e imagem é restrito por, no máximo, 100 anos, contados a partir da data de sua produção, para proteger os direitos fundamentais de liberdade e privacidade do indivíduo. As consultas a tais documentos só podem ser feitas com a autorização formal das famílias dos sujeitos cujas informações neles se encontrassem. A restrição de 100 anos não pode ser invocada se a informação for de interesse público superior, como em casos que envolvem a segurança da sociedade e do Estado.

Para finalizar esse momento, algumas dicas de onde encontrar documentos que subsidiem uma investigação no campo da História Militar: Arquivo do Itamaraty – RJ, Arquivo Nacional – RJ, Arquivos públicos estaduais, Biblioteca Nacional – RJ, Museu Imperial - Petrópolis – RJ, Ministério da Defesa - BSB – DF, Comando das Forças Armadas - BSB – DF, Comandos militares de área, Superior Tribunal Militar - BSB – DF, Escola Superior de Guerra - RJ, e Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro – RJ. Cada Organização Militar pode ser um banco de documentos, no entanto, elas não estão aptas a atender o público, por conta das suas atividades diárias e definição operacional.

ASPECTOS METODOLÓGICOS DE UMA PESQUISA: O CAMPO HISTÓRICO MILITAR

É importante deixar claro que as abordagens são os campos de tratamento das fontes, relacionadas à metodologia ou ao modo de fazer a pesquisa, que está relacionada aos tipos de fontes (documentos). Nesse sentido, a metodologia é diferente da teoria, pois esta é a forma de ver, ou o campo de observação do objeto de pesquisa relacionado às dimensões, tais como a História Política ou a História Militar.

A partir desse momento, identificaremos e discutiremos alguns métodos possíveis de serem utilizados na análise da fonte histórica militar. Com relação aos procedimentos metodológicos, um trabalho de investigação pode utilizar diversos tipos de documentos, que podem ser escritos, orais (entrevistas e músicas), imagéticos (fotografias, filmes, desenhos, pinturas etc.), ou objetos da cultura material.

Assim devemos entender que, os documentos são construções que refletem as intenções de seus autores, e é crucial reconhecer a subjetividade presente

nas suas narrativas. Um erro comum na pesquisa histórica é tratar a produção de conhecimento como uma representação da realidade, ignorando sua natureza de construção. Assim, em vez de buscar uma maior quantidade de dados para preencher um conhecimento histórico objetivo e verdadeiro, é necessário entender que as fontes não falam por si mesmas e não contêm toda a história (Bloch, 2001, p. 68).

O USO DOS REGISTROS ESCRITOS

Os documentos escritos podem ser impressos ou manuscritos, de séries documentais (Ministérios, Estado Maior, Missões Militares, Escolas Militares, Corpo de Engenheiros), ou de acervos pessoais (general Eurico Gaspar Dutra, general Góes Monteiro, almirante Tamandaré, sargento Max Wolf ou do marinheiro João Cândido), que se encontrem depositados em seus respectivos arquivos institucionais.

A superação da História Factual metódica do século XIX tende à valorização da fonte histórica textual como discurso. Segundo Barros (2002), o discurso pode ser analisado a partir de uma abordagem qualitativa, de uma abordagem quantitativa, ou de uma abordagem serial (documentos em série).

Na abordagem qualitativa, existem diversas formas de interpretação de texto, para além do que está na superfície, normalmente praticado por historiadores, linguistas, críticos literários, e psicanalistas. Uma importante ferramenta é a análise semiótica, campo da linguística usado para analisar textos em sua profundidade. Serve para analisar determinadas expressões e palavras. Presença de certas imagens, a recorrência das palavras, a maneira de organizar uma narrativa, as referências intertextuais (a outros textos) que falam por si só.

É necessário considerar mais uma vez, que todo documento é portador de um discurso, uma construção, e não pode ser visto apenas como um registro que reproduz a verdade. Um texto não se dissocia de seu contexto de produção. Nesse sentido, para analisar um registro escrito, a análise de um discurso deve contemplar simultaneamente três dimensões fundamentais: o intratexto, o intertexto e o contexto. O intratexto, ou o que está por trás do texto escrito, se refere aos aspectos internos do texto e implica na avaliação do texto como objeto de significação (Análise do Discurso). O intertexto corresponde ao relacionamento de um texto com outros textos produzidos na época, para comprovar sua veracidade, pois nunca se lê um texto apenas para desenvolver uma investigação. O contexto corresponde à relação do texto com a realidade que o produziu e que o envolve

(lugar de produção). Todo texto é produzido em um lugar definido não apenas por um autor, pelo seu estilo e pela história de vida deste autor, mas principalmente por uma sociedade que o envolve (rural ou urbana), uma instituição, uma rede de outros textos que o influenciaram, e as regras de prática discursiva ou literária. São algumas das marcas do autor. (Barros, 2002, pp. 136-137)

Para o historiador Albuquerque Júnior (2009, p. 223), discurso é uma fala ou oração feita para dada audiência, podendo ser escrita previamente ou dita de improviso. Nesse aspecto, quando utilizamos análise de discursos como metodologia de pesquisa, não devemos perguntar apenas o que esses discursos nos falam do passado, mas também atentar para quais informações esses discursos nos trazem. É o caso de perguntar como esses discursos foram produzidos, em que época, por quem e em quais circunstâncias. Podemos entender, que os discursos são participantes dos eventos de uma determinada época, tendo a função de tornar o passado e seus personagens vivos (Albuquerque Júnior, 2009, p. 228). O autor destaca ainda, que o investigador, ao se lançar sobre os discursos, deve ficar atento para a parte externa deles. A análise externa se relaciona com tudo aquilo que cerca o autor do discurso, as circunstâncias que estão ao seu redor, o período em que foi realizado o discurso, a localização e quais eram os seus objetivos (Albuquerque Júnior, 2009, p. 238).

Para além da produção, o texto também tem um lugar de destino, um determinado receptor ou grupo de receptores, tais como: leitores de jornal, de obra literária, de decisões políticas mediante uma lei, do Noticiário do Exército, de boletins administrativos ostensivos e reservados, de requerimentos. A maioria dos textos visa um receptor, porque ele tem uma intenção e uma mensagem que se quer transmitir.

Para Barros (2002), no conteúdo de um texto há os entreditos (dito para si mesmo), os interditos (não podem ser ditos por convenções) e os não ditos (mas está subentendido). Se o texto é falso, ou se ele mente, o historiador poderá perguntar: por que ele mente. Logo, o historiador deve procurar as contradições de um texto, seja ao nível do intratexto (análise do discurso) ou ao nível do intertexto (confronto com outros textos).

Nesse sentido, ao se estudar a colonização militar da Amazônia no século XIX, pude, com relação aos procedimentos metodológicos, apoiar a pesquisa no uso dos Relatórios do Ministério de Guerra dos Oitocentos e outros documentos, depositados no Arquivo Histórico do Exército. Com essas fontes, foi possível observar e analisar o processo de ocupação da região, com a implantação de

Colônias Militares entre 1840 e a segunda metade do século XIX. Pude, nesse caso, articular essa produção documental militar com os interesses do Estado Imperial brasileiro, na formação do território através da intervenção e de uma política relacionada à ocupação do espaço.

Com relação à investigação sobre as Colônias Militares, os documentos receberam tratamento qualitativo, por meio da análise intratextual, que serviu para investigar os relatórios emitidos pelo Ministério da Guerra, cujos registros foram identificados como discurso de época a ser compreendido e questionado quanto à construção dos sujeitos históricos, ao papel dos militares nesse processo intervencionista e à formação do território nacional. Cabe ressaltar que esta documentação recebeu pouca atenção em pesquisas acadêmicas para o estudo da colonização, principalmente, através do seu tratamento qualitativo e da análise intratextual (Albuquerque Júnior, 2009, p. 228; Barros, 2002, p. 136-137). Com isso, o estudo preencheu parte das lacunas historiográficas existentes sobre os debates da relação entre o Exército brasileiro e a ocupação do território, com base na História Militar.

Outro caso importante estudado foi a vigilância da Guerra Colombo-Peruana ou Questão Letícia (1932-1934) realizada pelo Exército Brasileiro. Nesta pesquisa, os registros escritos tornam-se o principal objeto de estudo, atentando tanto para as intenções de quem os produziu quanto para a subjetividade presente nas narrativas (Bloch, 2001, p. 79). O acervo documental selecionado, que compreende a Juntada de Documentos sobre a Questão Letícia, produzida pelo Estado Maior do Exército (Documentos Diversos e Secretos), as Memórias do Conflito de Letícia, produzida pelo mesmo EME, informações diversas sobre o conflito e o Relatório do oficial encarregado do Inquérito sobre os acontecimentos de Tarapacá, foi tomado enquanto discursos produzidos por militares que vivenciaram o conflito. De uma forma geral, na análise do discurso sobre a Guerra Colombo-Peruana, produzido pelo Exército brasileiro, entendemos que estratégias e políticas institucionais foram estabelecidas no período, de acordo com os problemas apresentados pelos militares desta instituição, especialmente no que diz respeito à descrição da natureza da área de operações do conflito, ao monitoramento das fronteiras e ao uso da tropa.

Ao final da análise, torna-se relevante problematizar o corpo documental produzido pelo Exército Brasileiro sobre a Questão Letícia, para compreendermos as observações e sugestões apontadas pelos seus agentes diante dessa experiência. Nesse contexto, é importante destacar que o conflito despertou o

interesse do Estado-Maior do Exército (EME) desde o início, especialmente após a ocupação da cidade de Letícia em 1932. Considerava-se, inclusive, a possibilidade de o Brasil empregar força militar para assegurar a soberania territorial na área fronteiriça em disputa, resultando na intensificação da presença militar na região. Com ofício reservado, de 1º de novembro de 1932, o Chefe do EME informava ao Ministro da Guerra a necessidade de ocupação militar da região, por conta da iminência da guerra e dos acontecimentos que se desenrolavam na região de Letícia, na fronteira Brasil-Colômbia-Peru.

Por fim, cito o caso da investigação sobre a Força Expedicionária Brasileira, especificamente do Acervo da Justiça Militar (processos criminais, documentos administrativos da 1ª Divisão de Infantaria Expedicionária, e o relatório secreto do comandante da Força Expedicionária Brasileira), abrangendo o período de 1942 a 1945. A metodologia adotada baseia-se na análise qualitativa de fontes, com destaque para o dossiê Reclamações de civis italianos por intermédio do Exército Americano, composto por 103 páginas preservadas no Arquivo Histórico do Exército. A abordagem interpretativa segue os pressupostos da Nova História Militar, articulando análise técnico-jurídica e leitura hermenêutica da documentação, tratando os processos judiciais como construções discursivas e polifônicas que revelam tensões de poder, disputas de sentido e estratégias institucionais de silenciamento ou contenção. Esses registros escritos constituem o objeto de estudo de uma investigação recente, fornecendo informações sobre o cotidiano da justiça militar relacionada aos operadores do direito na Itália, que podem ser reconstruídas e analisadas de forma detalhada. O objetivo foi analisar a atuação da Justiça Militar brasileira junto à Força Expedicionária Brasileira (FEB) na Segunda Guerra Mundial, com ênfase nos delitos cometidos por militares brasileiros em território italiano entre 1944 e 1945. A investigação buscou compreender os desdobramentos jurídicos, institucionais e simbólicos desses processos judiciais, considerando a interação entre os sistemas legais brasileiro, a rotina diária da tropa na Itália, o enquadramento operacional ao Exército dos Estados Unidos da América, e os desafios da aplicação do direito militar em contexto internacional de guerra.

Como podemos perceber, os registros escritos, tornam-se um importante objeto de estudo para o historiador, deixam pistas que podem ser entendidas através da problematização. Os registros esperam para serem analisados, e as narrativas sobre eles, esperam para serem reconstruídas. Para Marc Bloch (2001, p. 68): “Uma ciência, entretanto, não se define apenas por seu objeto. Seus limites podem

ser fixados, também, pela natureza própria de seus métodos”. As fontes também são construções que revelam as intenções de quem as produz. É importante estar atento à subjetividade, presente nas narrativas dos sujeitos históricos.

OS REGISTROS ORAIS

No contraponto do registro escrito, temos o registro oral, que ganhou importância na segunda metade do século XX com um grande potencial para as investigações da história do mundo contemporâneo e muito ligada à História do Tempo Presente e à Memória. A história oral é uma metodologia de pesquisa que registra memórias e saberes transmitidos pela fala, como depoimentos e narrativas de indivíduos ou grupos. Ela utiliza o diálogo, geralmente através de entrevistas gravadas, para acessar experiências que não estão em documentos escritos, contribuindo para a compreensão de eventos históricos sob a perspectiva de quem os viveu. O objetivo é produzir conhecimento a partir da subjetividade, complementando e enriquecendo a pesquisa histórica.

O avanço com o uso da História Oral foi resultado de um processo de debates teóricos iniciados nos anos 1950, motivados pela invenção do gravador, uma inovação tecnológica deste período, que permitiu armazenar, reproduzir e conservar um depoimento. O gravador foi usado na Segunda Guerra e posteriormente popularizado. A partir daí, o termo história oral começa a ganhar conhecimento público. No início dos anos 1990, no Brasil, ocorreu o reconhecimento da História Oral como instrumento teórico-metodológico, o que legitimou o trabalho com entrevistas e depoimentos sobre diversos temas, incluindo os militares.

Quanto ao campo do tratamento, o que hoje conhecemos como História Oral é uma metodologia de pesquisa que, no Brasil, tem sido amplamente utilizada na área dos estudos culturais e políticos por sociólogos, antropólogos e historiadores. A metodologia ganhou espaço investigativo nas Forças Armadas, ao ser utilizada pelo Exército Brasileiro e pela Marinha do Brasil. Para Alberti (2003):

O trabalho com a história oral consiste na gravação de entrevistas de caráter histórico e documental com atores e/ou testemunhas de acontecimentos, conjunturas, movimentos, instituições e modos de vida da história contemporânea. Um de seus principais alicerces é a narrativa. Um acontecimento ou uma situação vivida pelo entrevistado não pode ser transmitido a outrem sem que seja narrado.

No século XXI, fica clara a tentativa de renovação do esforço das Forças Armadas brasileiras em produzir trabalhos de pesquisa e obras sobre a história

institucional. Nesse contexto, a Marinha, com o Projeto Memória (História Oral), e o Exército (Coleção História Oral) vêm desenvolvendo projetos visando produzir e disponibilizar fontes resultado de projetos de História Oral a partir da coleta, digitalização e formação de acervos com depoimentos de militares da reserva ou civis ligados à história dessas forças.

A História Oral, como metodologia de pesquisa, se ocupa em conhecer e aprofundar o desenvolvimento de conhecimentos sobre determinada realidade, estruturas sociais e processos históricos, obtidos por meio de conversas com pessoas, que, ao focalizar suas lembranças pessoais, constroem também uma visão mais concreta da dinâmica de funcionamento e das várias etapas da trajetória do grupo social ao qual pertencem.

Para Alberti (2005, p. 29), trabalhar com História Oral não é simplesmente pegar um gravador e sair fazendo perguntas aleatórias. O uso da metodologia da História Oral tem como base a construção de um projeto de pesquisa e objetivos de trabalho que orientem a investigação, tais como: a escolha do tema, dos sujeitos, a seleção e procedimento das entrevistas, as formas de apresentá-las e a edição do texto, visando ou não a publicação. Assim sendo, as narrativas orais constituem-se na principal fonte de pesquisa, as quais permitem, durante a entrevista, a aquisição e a coleta de dados. É importante registrar, que essa condição, não afasta a História Oral da consulta de outros tipos de fontes, como as fontes escritas, sobre o tema investigado.

A escrita e as narrativas orais não são fontes que se excluem, mas são complementares, encerrando cada uma, características e funções específicas, bem como a exigência em requererem instrumentos interpretativos próprios. Para a História Oral, a narrativa constitui sua matéria-prima. O entrevistado que conta sua história, seu relato ou dá seu depoimento de vida, não se constitui, ele próprio, no objeto de estudo, mas sim seus relatos de vida, sua realidade vivida, apresentando subjetivamente os fatos vividos, possibilitando conhecer as relações sociais e as dinâmicas do cotidiano.

A peculiaridade da fonte oral reside na riqueza oferecida pela rede de sentimentos, significados e emoções, expressa pelo sujeito durante a entrevista, em forma de dados coletados, expressando em si mesma, tanto quantidade como qualidade. No entanto, muitas vezes, as narrativas orais mostram-se contraditórias, conforme a entonação conferida pelo entrevistador, principalmente quando há observância rígida das regras e lógicas gramaticais, sem se atentar para o teor emocional existente no conteúdo das narrativas, quanto à velocidade, pausa,

pontuação, intenção, mudanças de discursos e oscilações, que se revelam mais pelo ato de ouvir, do que escrever.

As fontes orais podem ser categorizadas, como histórias orais de vida, relatos orais de vida e depoimentos orais, diferenciando-se pela amplitude do foco e pelo nível de direcionamento do pesquisador.

- **Histórias Orais de Vida:** caracterizam-se por uma abordagem mais ampla e livre, onde o entrevistado tem total liberdade para narrar sua trajetória e experiências de vida conforme sua própria percepção e relevância, sem um direcionamento rígido do pesquisador.
- **Relatos Orais de Vida:** esta forma é menos ampla e, embora conceda alguma liberdade ao narrador, solicita-se que ele direcione seu relato aos interesses específicos e previamente definidos do pesquisador.
- **Depoimentos Orais:** diferentemente das duas primeiras, os depoimentos focam em fatos, eventos ou dados específicos presenciados pelo entrevistado, que atua mais como uma testemunha ocular de determinado acontecimento ou período, respondendo a questionamentos diretos sobre o tema de interesse do pesquisador. Busca-se obter informações, mediante referências mais diretas ao tema estudado. No depoimento, o entrevistado presta testemunho de sua vivência em determinadas situações ou, de sua participação em determinadas instituições que o pesquisador queira investigar.

Assim, devemos entender que, o conteúdo da entrevista é resultado de uma condição de encontro, entre pessoas, conscientes da objetividade do encontro e de sua subjetividade. Neste encontro, a entrevista ganha maior dimensão, quando há real parceria entre entrevistador e entrevistado, possibilitando a ambos, construírem uma relação de adesão ao processo de questionamentos, compreensão, críticas e, reconstituição do objeto da pesquisa.

A própria dinâmica da entrevista permite que ambos os sujeitos se investiguem mutuamente, aproximem-se e conheçam-se, possibilitando abrirem suas visões de mundo e relações de poder, as quais nunca são unidirecionais, mas distintas. Assim, nas entrevistas, é importante a postura aberta do pesquisador e seu modo de formular as questões, em momentos certos, o que depende, não somente de sua experiência, mas dos conhecimentos acumulados ao longo do processo da pesquisa.

Nesse sentido, não se pode estabelecer um roteiro rígido, a ser seguido em várias entrevistas, pois em cada uma delas novas informações e conhecimentos são acrescidos. É um processo acumulativo, que resulta da escuta atenta e da reflexão sobre as informações que vão sendo coletadas, e que implicam em novos questionamentos nas entrevistas subsequentes. Entretanto, embora se deva deixar o narrador livre para falar o que quiser, é necessário aprofundar determinados aspectos, relevantes para a pesquisa, que vão surgindo no decorrer da entrevista. Para Alberti (2005, p. 92):

... o roteiro geral de entrevistas tem a dupla função de sistematizar as questões levantadas durante a pesquisa exaustiva sobre o tema e servir de base para os roteiros individuais. O roteiro individual, por sua vez, decorre do cruzamento do roteiro geral com os resultados da pesquisa biográfica sobre o entrevistado, ou seja, um cruzamento entre o que há de particular àquele sujeito e o geral a todos os que foram listados, isto é, aquilo que se constitui, ao longo da pesquisa, no conhecimento sobre o tema.

Um aspecto importante que se coloca neste fazer refere-se a marca pessoal determinada pelo pesquisador, em sua relação com o entrevistado, transmitindo singularidade a cada entrevista, resultado dessa interação. Assim, deve-se considerar a especificidade deste material, quando posteriormente for lido. A coleta de uma história de vida, de um relato de vida ou mesmo de um depoimento oral, se traduz, também, em uma ocasião em que o entrevistado reflete sobre sua vida, sobre sua trajetória, antes mesmo da realização da entrevista.

Após a coleta, as narrativas orais devem ser transcritas, em seguida, realizado um fichamento detalhado dos relatos obtidos com as entrevistas, seja em conjunto ou isoladamente, relacionando-as a outros tipos de material com os quais se trabalha, ou seja, os relatos orais e os textos escritos e as relações que se estabelecem entre si. A relevância desse processo reside no fato de que o registro escrito possibilita diversas aplicações e benefícios.

A escolha da técnica a ser aplicada, resulta em formas específicas de captação dos dados, e estes dados devem corresponder ao objetivo a ser alcançado, ou seja, na elaboração do documento oral específico que subsidie o documento da pesquisa em desenvolvimento.

Durante todo o processo de coleta, ou seja, em todas as fases da investigação, a reflexão e análise se fazem presentes, juntas, propiciando a cada entrevista, singularidade e possibilidades de alterações do processo de coleta dos dados. A reflexão é inerente à investigação, proporcionando que as dúvidas sejam

esclarecidas; que as certezas sejam reafirmadas ou não, configurando-se em um diálogo dialético que faz parte da metodologia da História Oral. Independentemente da definição de fonte, é fundamental transcrever as entrevistas para publicá-las e disponibilizá-las à sociedade.

O primeiro passo realizado nesse sentido é o que se denomina de transcrição absoluta, com a qual se chega ao primeiro texto escrito, onde se observam as falhas normais da linguagem coloquial e da descontração natural da entrevista. Nesta fase inicial da transcrição (etapa da transcrição absoluta), reproduz-se o que foi dito na entrevista integralmente, palavra por palavra, mantendo a gramática e a ordem dos vocábulos, exatamente como na entrevista oral.

Na segunda fase da transcrição, na chamada transcrição editada ou transcrição com edição, o texto da transcrição absoluta é depurado, tornando-o gramaticalmente correto, inclusive com o aperfeiçoamento da redação, eliminando vícios de linguagem, palavras repetidas, reproduzindo, todavia, fielmente a fonte oral.

O outro passo, após se obter a transcrição editada, é o que se chama, em história oral, de textualização. Textualização é, pois, a transcrição, com edição, sem as perguntas e com a fusão das respostas, em que se busca estabelecer a unidade de sentido, configurando os mecanismos de coesão e coerência textuais. Em outras palavras, diz-se que, quando são suprimidas as perguntas e fundidas as respostas, resulta-se a textualização, etapa em que o texto passa a ser predominantemente do narrador.

De uma forma geral, os Projetos de História Oral podem utilizar a seguinte esquematização para a passagem do registro oral para o escrito: 1) Texto gravado da entrevista (documento oral); 2) Transcrição absoluta (primeiro documento escrito); 3) Transcrição com edição (segundo documento escrito); e 4) Textualização (terceiro documento escrito).

Na fase da pós-entrevista, insere-se: a assinatura da Carta de Cessão de Direito, que trata da autorização dada pelo colaborador para o uso da entrevista (documentos orais e escritos) pelo investigador ou projeto coletivo; a conferência, o qual é a entrega do texto ao entrevistado, para suas observações anteriores à publicação; e as atividades complementares que incluem o recebimento de novos documentos que o colaborador possa trazer no dia da entrevista ou nos dias imediatos a ela.

Por fim, é importante registrar que, a História Oral lida com pessoas vivas, daí a necessidade do projeto ser submetido a um Conselho de Ética, o que gera uma

particularidade no trabalho com a fonte. É necessário reconhecer a importância desses relatos para o entrevistado, sendo importante que, muitas vezes, exista uma relação de confiança. No caso do uso dessa fonte para pesquisas em História Militar, é importante entender que muitos dos fatos relatados rememoram eventos traumáticos e até questões morais. As respostas também podem variar dependendo do momento da vida do sujeito histórico, do local onde as entrevistas são realizadas e de quem faz as perguntas.

Resumidamente, o uso da História Oral, segue estes passos essenciais:

- 1 - **Definição do Projeto e Objetivos:** Tudo começa com a escolha de um tema relevante e a definição clara do que se pretende alcançar com a pesquisa.
- 2 - **Seleção dos Sujeitos:** A escolha criteriosa dos narradores é crucial, pois são eles que detêm as memórias e experiências que se busca registrar.
- 3 - **Procedimento das Entrevistas:** A entrevista é o momento central da coleta de dados, exigindo preparação, respeito mútuo e a criação de um ambiente propício para a narrativa.
- 4 - **Análise e Edição:** As narrativas coletadas são transcritas, editadas (seja para publicação ou apenas para análise interna) e interpretadas.
- 5 - **Complementaridade das Fontes:** Embora a narrativa oral seja a fonte primária, a metodologia não proíbe, e frequentemente incentiva, a consulta a documentos escritos, fotografias, vídeos e outras fontes que possam corroborar, contextualizar ou contrastar com as memórias orais.

Do ponto de vista prático, o uso da História Oral pelas Forças Armadas no Brasil, como metodologia, tem sido usada pelo Exército e pela Marinha na produção de pesquisa histórica. As duas forças desenvolvem projetos de investigação com seus militares com o objetivo de registrar fatos considerados relevantes para a história institucional por meio do uso de depoimentos.

Os idealizadores do projeto Coleção de História Oral na Força Terrestre viam nas entrevistas meios para esclarecer processos e decisões que nem sempre ficavam claros em outros tipos de documentos. Nesse sentido, o registro oral se tornou uma ferramenta importante para entender a trajetória individual e coletiva de alguns sujeitos históricos, daqueles que integraram o Exército, que fizeram parte da sua história (Motta, 2001).

O projeto História Oral do Exército na Segunda Guerra Mundial foi implementado em janeiro de 2000, sendo conduzido por seis coordenadores

regionais (Rio de Janeiro, São Paulo, Porto Alegre, Recife, Fortaleza e Brasília). Os trabalhos iniciais ficaram sob a supervisão da Secretária-geral do Exército, e mais tarde, sob a supervisão do antigo Departamento de Ensino e Pesquisa (DEP), atual Departamento de Ensino e Cultura do Exército (DECEX). O primeiro objetivo foi dar voz aos sujeitos que participaram do fato histórico, mas que ainda não tinham suas vivências registradas. Havia ainda a intenção de dar maior visibilidade a eventos marcantes e personagens importantes, para servir de exemplo às futuras gerações de oficiais e praças formados na instituição (Motta, 2001).

As entrevistas foram gravadas em áudio e vídeo, com transcrições seguindo o modelo de abordagem da História Oral, com um tema específico (Segunda Guerra Mundial, 31 de Março de 1964, Engenheiros Militares) e colaboradores previamente selecionados. As trajetórias individuais se conectariam à da própria instituição, que seriam propagadas “pela verdade de quem presenciou um acontecimento ou dele tenha alguma versão a ser cotejada com a de outras procedências” (Motta, 2001, p. 9).

No caso da Segunda Guerra Mundial, em um primeiro momento, ocorreu uma fase de pré-entrevista com a seleção dos futuros entrevistados de acordo com sua experiência no conflito. O plano de entrevista era então enviado, explicando os objetivos do projeto e a importância da participação do colaborador. O entrevistado enviava um breve currículo e obras que pudesse ter produzido ou que foram baseadas em seus depoimentos anteriormente para ajudar os entrevistadores na condução de sua colaboração. Os entrevistados poderiam fazer um relato de sua participação e depois responder diretamente às perguntas. Eles informavam previamente quais iriam ser respondidas. As perguntas eram direcionadas para o contexto do Brasil às vésperas da guerra e de sua experiência durante os fatos. Os entrevistados falavam da organização militar na qual serviram, sobre a viagem para a Itália nos respectivos meios de transporte, suas principais ações, as impressões que tiveram sobre o inimigo e o retorno para o país. Por último, falavam de suas impressões sobre esse projeto. Assim, as perguntas seguiam uma ordem cronológica e davam certa fluidez às narrativas.

Os pesquisadores do Exército fundamentaram o projeto com base em abordagens teóricas do Núcleo de Estudos em História Oral (NEHO) da Universidade de São Paulo (USP), especialmente a partir dos trabalhos do Prof. Dr. José Carlos Sebe Bom Meihy. Dois conceitos foram importantes para o trabalho: a ideia de “colônia”, quando os indivíduos colaboradores formam um grupo ligado por traços comuns, e a de “rede”, que se forma com a seleção de determinados membros

da colônia para depor. Outro passo da metodologia foi a escolha do primeiro entrevistado, que ajudou justamente a compor a rede devido ao seu conhecimento significativo sobre o tema. Neste processo de escolha também foram importantes os conselhos da Associação Nacional de Veteranos da FEB.

A Força Naval iniciou suas atividades com o Projeto Memória da Marinha, ligado à Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha (DPHDM). Para Daniel Martins Gusmão, o grande objetivo dos projetos de História Oral da instituição foi elaborar o registro da história naval brasileira. O trabalho começou com entrevistas de oficiais do Serviço de Hidrografia e Navegação da Marinha. Depois, outros temas foram incorporados e desenvolvidos, como os ciclos de revoluções ocorridas nos anos de 1930 e a participação da marinha nas duas Guerras Mundiais do século XX. Essas entrevistas foram realizadas entre os anos de 1970 e 1980, no entanto, houve apenas o registro sonoro das entrevistas, sem suas devidas transcrições. Nesse sentido, essas fontes são tratadas não só pela particularidade das experiências dos atores, mas como complementos a processos não registrados em documentos escritos (Gusmão, 2009).

As entrevistas eram realizadas com militares da reserva, em salas do Museu Naval, para poderem falar de suas histórias de vida. Eram gravadas em fita de rolo, duplicadas e guardadas. Não havia muito cuidado metodológico, não eram realizadas transcrições ou revisões. O acesso às gravações não era permitido a pesquisadores de fora da instituição. A mudança de paradigma ocorreria com uma segunda fase do projeto, realizada no final dos anos de 1990. Já sob influência dos trabalhos de História Oral da Fundação Getúlio Vargas, foram realizadas mais de noventa horas de entrevistas, já como parte do subprojeto sobre a história da Aviação Naval. Novos temas se seguiram, como um voltado para a abertura política, entrevistando ministros e ex-comandantes da força, entre 1984 e 1998, e outro sobre a formação da Intendência da Marinha de Guerra do Brasil a partir dos cursos de formação junto à marinha dos EUA no pós-Segunda Guerra Mundial. Nesta segunda fase, houve maior cuidado com o material produzido. As gravações foram duplicadas e a transcrição padronizada.

Além dos novos projetos em andamento na Marinha, o desafio atual se volta para aquisição de suportes mais modernos no registro das entrevistas. Atualmente, as entrevistas passam por um processo de digitalização, seguindo recomendações da Associação Internacional de Arquivos Audiovisuais (Gusmão, 2009, p. 118).

AS FONTES IMAGÉTICAS: O USO DA FOTOGRAFIA MILITAR

Com relação às fontes imagéticas (fotografias, cinema, pintura, desenhos, cartografia), é importante registrar que cada tipo de fonte exige uma metodologia específica de análise, por conta da complexidade acadêmica que envolve o material produzido, que vai muito além da estética, e da evolução tecnológica do equipamento fotográfico.

Nesse sentido, optei por tratar especificamente do uso da fotografia como documento para investigação da História Militar, por conta da experiência adquirida no trabalho com os álbuns da Comissão de Inspeção de Fronteiras (1927-1930), chefiada pelo general Cândido Mariano da Silva Rondon e pela potencialidade dos acervos arquivísticos. Durante essa investigação, que começou no início do século XXI e terminou em 2019, procurei desenvolver uma metodologia específica para análise da imagem fotográfica produzida pelo Exército como instrumento de pesquisa dentro da História, pois toda a literatura orientadora do estudo que eu utilizava tomava como base os aspectos culturais e sociológicos da produção de fotografias familiares (História da Família). Na minha percepção, a fotografia militar é a base para estudar os campos da História Política e da História Militar numa perspectiva do poder. O objetivo deste trabalho foi realizar a análise do material fotográfico, observando a questão do imaginário³ e da representação do poder instituído pela figura do general Cândido Mariano da Silva Rondon, representante do Estado nas expedições militares ao sertão Norte e Centro-Oeste brasileiro.

A análise iconográfica foi feita de forma a privilegiar o acervo fotográfico da Comissão de Inspeção de Fronteiras, de forma que possamos entender o uso da fotografia aplicada aos trabalhos militares. Nesse contexto, a fotografia torna-se uma fonte documental digna de fazer parte da história e passível de leitura por parte do historiador. Pretendo ainda, com esse debate, enfrentar um grande desafio: como chegar àquilo que não foi revelado pelo olhar do fotógrafo, ou seja, desvendar o significado dos signos que poderiam representar o poder do Estado.

Nesse caso, a fotografia na condição de documento a ser analisado necessita também do apoio de fontes escritas para ser realizada uma interpretação racional dos fatos. Com base nesta informação, relatórios, biografia de fotógrafos, notas fiscais, solicitações de serviços podem servir de forma a contrapor informações contidas na fotografia, ou seja, podemos realizar uma análise comparativa para

³ Sistema ou universo complexo e interativo que abrange a produção e circulação de imagens visuais, mentais e verbais, incorporando sistemas simbólicos diversificados e atuando na construção de representações diversas (D'Assunção, 2005, p. 209).

buscar uma melhor interpretação da imagem e buscar a veracidade documental, de forma que não sejamos traídos pela manipulação e interesses alheios à História.

No caso da fotografia, também é notória a impossibilidade de se trabalhar historicamente, sem o apoio de uma ou mais disciplinas que forneçam subsídios teórico-metodológicos para a sua análise. Nesse caso, podemos optar pela chamada abordagem histórico-semiótica para desenvolver uma pesquisa. Para uma análise histórico-semiótica da imagem fotográfica, usamos alguns pressupostos básicos, a fim de evitar problemas que passariam tanto pela natureza técnica quanto pelo próprio ato de fotografar e consumir as imagens, o qual é reconhecido como circuito social da fotografia. Também não podemos esquecer os problemas relacionados à análise do conteúdo da mensagem fotográfica, que envolve questões próprias dos elementos constitutivos da mensagem.

A fotografia é resultado da conjugação entre expressão e conteúdo, envolvidos em três componentes: autor, texto e leitor. O resultado é a integração de todos, dentro de um contexto cultural do produtor e da produção, permeados, no caso, pela manipulação da técnica e do saber específico do fotógrafo/autor que tem papel importante na condição de categoria social. Em outras palavras, o controle da técnica e da estética fotográfica varia de acordo com os objetivos estabelecidos para o produto.

Não podemos esquecer que o controle dos meios técnicos de produção cultural é estabelecido tanto por aquele que detém a máquina quanto pelo grupo ao qual ele serve, principalmente no caso dos fotógrafos oficiais. Já a questão do olhar fotográfico transita pela competência de quem olha (leitor) que irá fornecer significado à imagem, balizada por regras culturais estabelecidas dentro de uma sociedade.

O leitor, na condição de destinatário da mensagem fotográfica, deve deter uma série de saberes que estão em outros textos sociais. A compreensão da imagem fotográfica pelo leitor pode se perceber em dois níveis:

- 1 - Nível interno à superfície do texto visual originado a partir das estruturas espaciais que constituem tal texto, de caráter não-verbal; e
- 2 - Nível externo à superfície do texto visual, originado a partir de aproximação e inferências com outros textos da mesma época, inclusive de natureza verbal. Nesse nível, podem-se descobrir temas conhecidos e inferir informações implícitas.

A compreensão de textos visuais depende da correspondência dos níveis externos e internos no processo de conhecimento quanto à aplicação de regras culturalmente aceitas como válidas e convencionalizadas pela dinâmica social. A percepção e a interpretação são elementos de um mesmo processo: o de educar o olhar para interpretar.

A leitura do texto visual passa por regras usadas pelos destinatários da mensagem fotográfica. Regras que são convencionalizadas pelo resultado da disputa pelo significado mais apropriado às representações culturais. Essas regras podem variar dependendo do momento histórico, do veículo que transmite a imagem até a sua circulação e o consumo da imagem. No caso de fotografias, o principal instrumento de veiculação são os álbuns fotográficos, mas também os jornais e as revistas. Na condição de texto, a fotografia deve ser pensada como uma mensagem organizada a partir da expressão e do conteúdo. O primeiro requer escolha de técnicas e estéticas e o segundo é consagrado pela conjugação, pessoa, objeto, espaço e vivência que compõem a fotografia.

Com relação ao conteúdo fotográfico, o espaço está relacionado à área da fotografia que inclui os elementos que dão forma à expressão fotográfica, entre os quais: tamanho, formato, relação com o texto escrito, tipo, sentido/direção, profundidade, objeto central, arranjo e equilíbrio, impressão visual e iluminação. O espaço da figuração trata da forma como as pessoas se colocam na imagem e das relações existentes entre si, tanto em termos de gênero como de idade. Já o espaço do objeto trata em si dos objetos presentes na fotografia que devem ser analisados, a partir de uma função sógnica⁴ que assumem na dinâmica da representação. No caso de fotografias militares da Comissão de Inspeção de Fronteiras, os tipos de objetos observados são:

- a) Objetos exteriores – relacionados ao mundo exterior, e possuindo uma hierarquia de presença associada aos níveis de exterioridade: objetos da natureza, postes, fios, barracas, fachadas, instrumentos de trabalho (enxada, arco, flecha).
- b) Objetos interiores – os relacionados ao mundo interior, tais como: mesas, cadeiras, camas, lampiões.

⁴ A função sógnica é a capacidade de um signo (como uma palavra ou imagem) de representar um significado, ligando o significante (a forma, como o som da palavra) ao significado (a ideia). Ela é fundamental para o processo de significação e para a comunicação, permitindo que os signos funcionem dentro de um código para transmitir informações e ideias. A teoria de que ela está relacionada a funções da linguagem, cognição e simbolismo é amplamente discutida em áreas como a semiótica, a linguística e a psicologia do desenvolvimento, como por exemplo em estudos sobre a função simbólica.

- c) **Objetos pessoais** – são aqueles que pertencem às pessoas, e que podem ser: roupas, brinquedos, ou adornos em geral.

O espaço da vivência seria o local onde ocorre o evento que servirá como cenário para a fotografia: os campos naturais, quartéis, áreas contínuas aos quartéis, campos de batalha, muitos destes em virtude da condição do equipamento (que é muito pesado), serão cenários montados, manipulados que poderão servir para determinados objetivos, entre os quais o de formação de uma opinião ou a tentativa de se passar uma mensagem intencionalmente codificada, mas que numa sociedade estabelecida em cima de convenções poderá ser facilmente entendida.

A fotografia, na condição de texto, compõe junto a outros textos (verbais ou não verbais) a textualidade de um determinado momento. Tal noção requer uma abordagem intertextual para compreender de maneira ampla o ser e o agir de um determinado contexto histórico. Desta maneira, a fotografia, na condição de fonte histórica, deve fazer parte de uma organização em função de um tema para poder servir como fonte a ser analisada.

Uma necessidade importante é a fotografia ser acompanhada de textos explicativos (legendas) que darão condições de melhor interpretação ao leitor. Uma fotografia é o registro de uma determinada imagem num determinado instante da realidade, ou seja, é uma interpretação de um fragmento da realidade, captado quando o autor realiza o ato de fotografar.

Alguns passos são interessantes para serem seguidos, no caso de uma análise fotográfica:

- 1 - **Autoria**: conhecer o autor de uma fotografia significa obter dados fundamentais para sua compreensão. Fotógrafo profissional ou amador; privado ou público, são condições que ajudam a interpretar melhor o processo construtivo da fotografia.
- 2 - **Data**: Datar uma foto não significa apenas colocar um conjunto de números, e sim estabelecer para a fotografia uma temporalidade que poderá fornecer diversos dados (referente ao autor e ao contexto histórico em que foi feita a foto), que facilitarão a construção da análise fotográfica.
- 3 - **Intenção do fotógrafo/técnica utilizada**: São dados essenciais. Desde a invenção da fotografia na primeira metade do século XIX, a fotografia vem mudando muito e foi atualizando-se de acordo com as inovações

tecnológicas e a necessidade do fotógrafo de se adaptar ao cenário e aos gêneros fotográficos.

4 - Legendas: A legenda funciona como uma explicação ou tradução da imagem fotográfica. No caso de fotografias legendadas, esta pode revelar a intenção do autor, tornando-se outro dado importante da construção fotográfica.

5 - Intenção do leitor: Ao observar uma fotografia, devemos estabelecer objetivos claros que servirão de guia na análise.

A noção de espaço é a chave para uma leitura analítica e histórica da mensagem fotográfica. Já do ponto de vista temporal, a fotografia possibilita a materialização do passado como mensagem que se movimenta no tempo em direção ao presente, condição excelente para o trabalho do historiador, no entanto, devemos retornar a *Marc Bloch*, um dos fundadores da Escola dos Anais francesa, no livro *A apologia da história ou o ofício de historiador*: “(...) os textos ou os documentos arqueológicos, mesmo os aparentemente mais claros e mais complacentes, não falam senão quando sabemos interrogá-los.” (Bloch, 2001, p. 79)

Nossa investigação, inicialmente, tomou como base a pesquisa desenvolvida por André Toral, no livro *Imagens em Desordens: A Iconografia da Guerra do Paraguai (1864-1870)*, onde são analisadas diversas imagens produzidas durante a guerra. Discutimos, especificamente, o capítulo referente ao estudo da fotografia militar como instrumento de pesquisa desenvolvida a partir do contexto histórico da Guerra da Tríplice Aliança para que pudéssemos partir para a análise do material produzido pelas expedições chefiadas pelo general Rondon, no contexto histórico da Primeira República no Brasil. Individual ou coletiva, a produção fotográfica pode ter vários agentes históricos que se desenvolvem em diversos ambientes que foram retratados e que podem servir como transmissor de uma mensagem codificada. Esta produção fotográfica não deve ser tratada como um processo natural, mas sim como esforços concentrados para mostrar um momento específico.

Pretendo, com esse debate, levar o leitor a olhar as fotografias produzidas pela Comissão de Inspeção de Fronteiras, de 1927 a 1930, como documentos históricos, o que nos ajudará a construir uma rede de articulação entre o político e o cultural, momento no qual se tentava integrar o interior e o litoral através do reconhecimento das fronteiras e da inserção dos grupos indígenas feitos por meio de um processo civilizador desempenhado pelo Estado, representado pela figura do general Rondon.

A fotografia registra aqui um acontecimento que se tornará um documento histórico e que produz um conhecimento: o documento e a sua interpretação podem ser usados para reconstruir o passado. A partir dos anos 1990, ampliou-se o interesse de historiadores, sociólogos e antropólogos pela fotografia. Articularam-se os usos sociais e científicos que a fotografia despertava com os novos paradigmas das ciências sociais e humanas. Esses paradigmas colocavam a dimensão visual e material da sociedade consumista ocidental no centro das reflexões epistemológicas.

A representação dos sertões brasileiros, vista através dos olhos do topógrafo e fotógrafo Benjamim Rondon, responsável pelo serviço fotográfico da Comissão de Inspeção de Fronteiras no Norte do Brasil, no período de 1927 a 1930, cuja chefia da expedição pertencia ao seu pai, o general Cândido Mariano da Silva Rondon, está contextualizada dentro de um período marcado por um intenso processo modernizador que o Estado vinha promovendo do litoral para o interior, em virtude da necessidade de integrar essas regiões desconhecidas do Rio de Janeiro, capital da República e centro político do Brasil.

O material iconográfico produzido pela Comissão de Inspeção de Fronteira pode ser dividido em fotografias, mapas e filmes. Neste capítulo, minha análise se intensificou nas imagens fotográficas que pertencem aos álbuns da expedição. Os cinco álbuns que se encontram guardados no Arquivo Histórico do Exército, com um total de trezentas e cinquenta e uma fotografia são o resultado do trabalho feito pelo engenheiro militar Benjamin Rondon, que os produziu e organizou da seguinte forma:

- Álbum da Comissão de Inspeção de Fronteiras – Pará e Amazonas – Ano de 1927 – total de 136 fotos – tamanhos diversos (11,5 x 15 cm, 16,5 x 10,5 cm, 18 x 11 cm, 16 x 8 cm, 15 x 9,5 cm, e 10 x 5,5 cm);
- Álbum da Comissão de Inspeção de Fronteiras – Campanha de 1928/1929 (Primeira Parte) – Da cidade de Óbidos, Rio Amazonas, ao Alto da Cachoeira Grande, última do grupo Paciência. Rio Cuminá, em caminho para a fronteira com a Guiana Holandesa, Estado do Pará. – Total de 58 fotos – tamanhos diversos (36 x 15 cm, 8 x 4 cm, 15 x 9,5 cm, 9,5 x 15 cm, e 15 x 36 cm);
- Álbum da Comissão de Inspeção de Fronteiras – Campanha de 1928/1929 (Segunda Parte) – Da Barra do Rio Marapí sobre o Rio Parú do Cuminá ao acampamento da cabeceira Rica ao sopé do Pico Ricardo Franco. Campos Gerais ao Sul da Serra de Tumucumaque, Estado do

Pará. – Total de 36 fotos – tamanhos diversos (36 x 15 cm, 9,5 x 15 cm, 15 x 9,5 cm, e 17,5 x 15 cm);

- Álbum da Comissão de Inspeção de Fronteiras – Campanha de 1928/1929 (Terceira Parte) – Panoramas Photographados do Topo do Pico Ricardo Franco para documentar a conformação do Arco formado pela Serra Tumucumaque na cabeceira do Rio Parú do Cuminá; índios Tiriós, Rangús e Uianás. Marco de identificação e tomada de posse das fronteiras do Estado do Pará – Guiana Holandesa no divisor Mani-Pacheu. – Total de 33 fotos – tamanhos diversos (36 x 15 cm, 17 x 15 cm, e 15 x 9,5 cm); e
- Álbum da Comissão de Inspeção de Fronteiras – Campanha de 1929/1930 (Segunda Parte) – Da Barra do Rio Acre sobre o Rio Purus, Estado do Amazonas, à mina de manganês de Urucum, Corumbá no Estado do Mato Grosso. – Total de 67 fotos – tamanhos diversos (35 x 15 cm, 36 x 15 cm, 15 x 36 cm, e 21 x 15 cm).

As fotografias do primeiro álbum encontravam-se coladas, mas o álbum foi restaurado na própria Seção de Acervos Especiais do Arquivo Histórico do Exército e as fotografias acondicionadas e protegidas de maneira correta. As fotos possuem legendas na base do corpo documental. Já as dos outros álbuns são do tipo panorâmica, com uma proteção frontal de papel tipo manteiga, onde foram datilografadas legendas referentes ao material produzido.

A minha proposta na investigação foi partir para uma análise da mensagem fotográfica com base nas seguintes categorias espaciais: o espaço fotográfico, o espaço geográfico, o espaço do objeto, o espaço da figuração e o espaço das vivências. O estudo de cada uma destas categorias espaciais presentes nos álbuns da Comissão de Inspeção de Fronteira permitirá a avaliação dos códigos de representação que compõem a memória oficial desta expedição e o pensamento político e cultural destes militares, liderados pelo general Rondon, que teve uma missão específica designada pelo Estado, cuja finalidade era a de promover a integração territorial do sertão ao litoral brasileiro por meio de um processo civilizador dos índios que habitavam estas regiões e o reconhecimento das fronteiras.

A inspeção das fronteiras Centro-Oeste e Norte se tornou uma necessidade vital para a consolidação da soberania territorial. O processo civilizador dos nativos indígenas foi utilizado para integrá-los ao chamado “mundo civilizado” que tinha como modelo o litoral brasileiro, sendo esta etapa o passo mais importante para a conquista desta região considerada desconhecida e com um “vazio demográfico”.

É neste contexto histórico do final da Primeira República no Brasil, onde não se tinha ainda conseguido totalmente a formação da nacionalidade nem a soberania do território, que devemos compreender as imagens fotográficas produzidas pela comissão de Inspeção de Fronteiras, chefiada pelo general Rondon. A análise dessas fotografias permitiu entender o pensamento político deste momento histórico, pautado numa mentalidade modernizadora que tem, no Exército, seu principal instrumento de manutenção da ordem estabelecida, e da expansão do progresso.

CONCLUSÃO

Ao final desse capítulo, devo enfatizar, que o trabalho de investigação do historiador envolve um importante tripé científico baseado na teoria, na historiografia, e na metodologia/fontes, mas principalmente, deixar registrado que sem as fontes não há pesquisa. Não pode ser diferente com a História Militar, que deve se apropriar dos documentos por meio de abordagens específicas, métodos distintos, e técnicas variadas. Nesse sentido, este capítulo dispõe de material para ajudar o pesquisador a pensar nas possibilidades e potencialidades das fontes históricas depositadas nos arquivos públicos das instituições militares ou não militares.

Nesse momento, identificadas algumas fontes e, conseqüentemente, os métodos e técnicas de pesquisas usadas pelos investigadores para análise dos documentos, que são vestígios e testemunhos do passado.

Ao abordar o uso de uma parcela variada de documentos históricos e suas respectivas metodologias, procurei apresentar sugestões para o desenvolvimento de novas pesquisas científicas sérias e profícuas, que possam completar as diversas lacunas historiográficas ainda existentes atualmente, visto que, talvez, pouco mais de 20% da documentação existente nos Arquivos Militares foi explorada adequadamente. Daí surge a necessidade de uma verdadeira “operação historiográfica” ao trazer à superfície essa documentação pouco ou nada explorada pelos militares e muito menos pela sociedade civil.

Se no passado os documentos escritos dominavam o cenário das pesquisas metódicas e positivistas do século XIX, caracterizando o perfil narrativo factual da História Militar Tradicional, hoje os novos paradigmas da análise do discurso demonstram a possibilidade de entender um sujeito histórico e sua época, para além da tentativa de descortinar uma verdade. Hoje as fontes estão por toda parte,

desde o registro escrito, a oralidade, as fontes imagéticas, até os monumentos que dão suporte para estudar o patrimônio histórico militar.

Portanto, o capítulo é indicado tanto para quem já trabalha com a produção histórica científica quanto para quem deseja iniciar uma pesquisa acadêmica na área de História. Destaco, por fim, que não se faz história só investigando nos arquivos, pois ouvir depoimentos dos antigos, manusear documentos em organizações militares históricas, farejar objetos da cultura material e decifrar audiovisuais são todas atividades inerentes ao investigador.

SOBRE O AUTOR

Fernando da Silva Rodrigues, Doutor em História Política.

Professor titular do Programa de Pós-Graduação em História da Universidade Salgado de Oliveira, Niterói, Brasil. Pesquisador do Centro de Estudos e Pesquisa de História Militar do Exército Brasileiro. Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: fernandoahex@gmail.com

COMO CITAR ESTE CAPÍTULO

RODRIGUES, F. da S. Métodos e Técnicas de Pesquisa em História Militar. *In*: NEVES, E. B.; POCHMANN, P. G. C.; SCHMIDT, R. P. B. (org.). **Abordagens Metodológicas em Ciências Militares**. Rio de Janeiro: Traço Leal Comunicação, 2026. p. 55-84.

REFERÊNCIAS

ALBERTI, V. Narrativas na história oral. *In*: **Simpósio Nacional de História** {22.: João Pessoa, PB). Anais eletrônicos. João Pessoa, PB: ANPUH-PB, 2003.

ALBERTI, V. **Manual de História Oral**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

ALBUQUERQUE JUNIOR, D. M. Discursos e pronunciamentos: a dimensão retórica da historiografia. *In*: PINSKY, C. B. (org.). **O historiador e suas fontes**. São Paulo: Contexto, 2009.

ARIAS NETO, J. M. Imprensa Militar no século XIX: um balanço preliminar. **Navigator** (Rio de Janeiro), v. 9, p. 55-64, 2013.

ARIAS NETO, J. M. A defesa na Imprensa Militar do século XIX: Brasil e Argentina. **Revista Brasileira de Estudos de Defesa**, v. 2, p. 71-82, 2015.

BACELLAR, C. Fontes Documentais: uso e mau uso dos arquivos. *In*: PINSKY, C. B. (org.). **Fontes históricas**. São Paulo: Contexto, 2005.

BARROS, J. D. **O Campo Histórico: as especialidades e abordagem da História**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Celta, 2002.

BLOCH, M. **A apologia da história ou o ofício de historiador**. Edição anotada por Étienne Bloch. Tradução: André Telles. Zahar: Rio de Janeiro, 2001.

BRASIL. Arquivo Histórico do Exército. **Relatório do Ministério e Secretariado de Estado dos Negocios da Guerra**. Rio de Janeiro: Typographia Universal de Laemmert, 1854, 1857, 1858, 1859, 1860, 1861, 1862, 1863, 1864, 1865, 1866 e 1867.

CARDOSO, C. F.; VAINFAS, R. (org.). **Domínios da História, Ensaios de Teoria e Metodologia**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

CASTRO, C.; LEIRNER, P. **Uma antropologia dos militares** – Reflexões sobre pesquisas de campo. Rio de Janeiro: FGV, 2009.

CORREIA, S. O monumento para uma história da guerra moderna. *In*: RODRIGUES, R. R. **Possibilidades de Pesquisa em História**. São Paulo: Contexto, 2017.

GUSMÃO, D. M. Os Arquivos de Memória da Marinha brasileira – constituição e trajetória. Trabalho apresentado no **III Encuentro Internacional de Historia Oral**, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, no período de 16 a 21 de fevereiro de 2009.

KOSSOY, B. **Fotografia e História**. São Paulo: Ática, 1989.

LE GOFF, J. **História e Memória**. Campinas: Editora da Unicamp, 1996.

MONIOT, H. L'usage du document face à ses rationalisations savantes, em histoire. *In*: AUDIGIER, F. (Org.). **Documents: des moyens pour quelles fins?** Actes du Colloque. Paris: INRP, 1993.

MOTTA, A. M. **História Oral do Exército na Segunda Guerra Mundial (HOESGM)**. Rio de Janeiro: Bibliex, 2001, Tomo 1.

NORA, P. (Tradução de Yara Aun Khoury). Entre memória e história: a problemática dos lugares. **Projeto História: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados de História**, v. 10, p. 7-46, 1993.

PARENTE, P. A. L. A construção de uma Nova História Militar. **Revista Brasileira de História Militar**. v. 1, p. 1-13, 2009.

PEDROSA, F. V. G. A História Militar Tradicional e a "Nova História Militar". **Anais do XXVI Simpósio Nacional de História**. São Paulo: Anpuh Nacional, 2011.

POLLACK, M. Memória, Esquecimento, Silêncio. **Revista Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 3, p. 3-15, 1989.

POLLACK, M. Memória e identidade social. **Revista Estudos Históricos**. v. 5, n. 10, p. 200-215, 1992.

PINSKY, C. B. (org.). **Fontes históricas**. São Paulo: Contexto, 2005.

PINSKY, C. B. (org.). **O historiador e suas fontes**. São Paulo: Contexto, 2009.

RODRIGUES, F. S.; SILVA, C. A. L. Estudos sobre militares: história, historiografia e a pesquisa em arquivos. *In*: RODRIGUES, F. S. **Militares, poder e sociedade: tensões na história do Brasil republicano**. Jundiaí: Paco Editorial, 2017.

RODRIGUES, F. S.; SARMIENTO, E. La Guerra del Chaco vista por los ojos de los militares del ejército brasileño (1932-1935). **Secuencia: Revista de Historia y Ciencias Sociales**, v. 1, p. 1-30, 2019.

RODRIGUES, F. S.; ZAMPA, V. A Guerra Colombo-Peruana e o Exército Brasileiro (1932-1934) perspectivas e possibilidades de estudos para a nova história militar. **Antíteses**, Londrina, v. 13, n. 26, p 339-361, 2020.

RODRIGUES, F. S. **Amazônia na Primeira República através do acervo documental do Arquivo Histórico do Exército**. Rio de Janeiro: Mauad, 2020.

RODRIGUES, F. S. O Estado Imperial brasileiro e a colonização militar da Amazônia (1840-1867). **Revista Tempo**, v. 28, n. 3, p. 99-117, 2022.

SOARES, L. C. História Militar: a “velha” e a “nova”. *In*: CARDOSO, C. F. S.; VAINFAS, R. **Novos domínios da história**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WEHLING, A. A pesquisa da História Militar Brasileira. **Revista Da Cultura**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 2001.

CAPÍTULO 5

DESIGN SCIENCE RESEARCH (DSR)

Leonardo de Mello Barbosa

O CONHECIMENTO CIENTÍFICO DO TIPO PRESCRITIVO

Desde o diálogo Teeteto, de Platão (século IV a.C.), grande parte dos epistemólogos, ao longo da história, adotou a definição tripartite do conhecimento como crença verdadeira justificada (Pacho, 2025). Por crença, entende-se o juízo de algo como verdadeiro ou provável; por verdadeira, a propriedade desta crença em estar de acordo com a realidade; e, por justificada, a existência de razões que autorizam a crença.

No âmbito do conhecimento científico, a justificação adquire contornos mais precisos: exige objetividade (distanciamento de elementos extrínsecos ao objeto estudado, como emoções do investigador), racionalidade (consistência lógica das explicações), rigor (procedimentos metódicos de coleta e análise de dados) e falseabilidade (predisposição ao questionamento, sem adesão a verdades dogmáticas) (Doro, 2017).

Mesmo nesse recorte, há distintos tipos de conhecimento científico, caracterizados segundo o propósito (Johannesson; Perjons, 2014):

- a) Conhecimento definicional – elabora conceitos, terminologias e vocabulários. Ex.: Um triângulo retângulo é um triângulo em que um dos ângulos é reto.
- b) Conhecimento descritivo – observa e caracteriza uma realidade presente ou passada. Ex.: A Torre Eiffel possui 330 m de altura.
- c) Conhecimento explicativo – responde como o objeto se comporta e por que os eventos ocorrem, estabelecendo relações de causais. Ex.: O terremoto de 2011 no Japão foi consequência do deslocamento de placas tectônicas.

- d) Conhecimento preditivo – oferece previsões a partir de fatores subjacentes, abstendo-se de explicações aprofundadas. Ex.: O tratamento de pacientes por médicos que não lavam as mãos pode resultar em doenças.
- e) Conhecimento explicativo-preditivo – prevê resultados e explica as causas. Ex.: Microrganismos podem sobreviver em ambientes contaminados e infectar pessoas que entram em contato com eles.

Tais tipos de conhecimento seguem os paradigmas da ciência tradicional, permitindo explicar, descrever, explorar ou prever fenômenos e suas relações entre si. Entretanto, mostram limitações quando o alvo de estudo é algo artificial, que ainda não existe; isto é, quando o objetivo é projetar, construir ou criar um artefato. Nesses casos, emerge a necessidade de aplicação de um sexto tipo de conhecimento científico: o conhecimento prescritivo, que indica, de forma fundamentada e validada, soluções para problemas reais e práticos (Dresch; Lacerda; Antunes Jr., 2015).

É para a obtenção de conhecimento científico do tipo prescritivo que se dirige o método de pesquisa estudado neste capítulo: a *Design Science Research* (DSR).

ASPECTOS GERAIS DA *DESIGN SCIENCE RESEARCH*

A DSR tem raízes em duas abordagens científicas afins, surgidas em meados do século XX: a Ciência do Projeto (*Design Science* – DS), formalizada por Buckminster Fuller, base epistemológica para o estudo do artificial (Fuller, 1957; Dresch; Lacerda; Antunes Jr., 2015); e a *Design Research* (DR), proposta por Leonard Archer, que toma o *design* (a criação de objetos e sistemas feitos pelo homem) como tópico de pesquisa (Bayazit, 2004; Venable, 2006). A DSR, usada com este nome a partir dos anos 2000 (Vaishnavi; Kuechler, 2015), complementa ambas, sendo o método de pesquisa que gera conhecimento a partir do projeto de artefatos ou da prescrição de soluções (Collato *et al.*, 2018).

Um artefato, nesse contexto, é um objeto, físico ou conceitual, especificamente projetado para ser solução a um problema de pesquisa (Peppers *et al.*, 2007). Uma definição tão ampla certamente abarca criações de diversas naturezas, sendo conveniente adotar uma taxonomia que compartimentalize os diversos gêneros de artefato. March e Smith (1995) propuseram classificar os artefatos em quatro tipos, conforme registrado no Quadro 1. Como será visto nas seções seguintes, a correta classificação do artefato pelo pesquisador permite

que ele direcione melhor seus esforços na definição das questões de pesquisa e se atente às principais dificuldades que cada tipo de solução apresenta.

TIPO DE ARTEFATO	DESCRIÇÃO
Construto	Vocabulário conceitual de um domínio. Ex.: Definições em manuais, taxonomias.
Modelo	Conjunto de proposições ou enunciados que expressam relações entre construtos. Ex.: Organogramas, modelagens matemáticas para simulação.
Método	Sequência de passos para se executar determinada tarefa. Ex.: Fluxogramas, árvores de decisão.
Instanciação	Implementação situada em certo ambiente, que operacionaliza construtos, modelos e métodos. Ex.: Softwares, manuais completos, protótipos físicos.

Quadro 1. Classificação dos artefatos obtidos a partir da DSR.

Uma característica particular da DSR é sua preocupação com dois aspectos fundamentais do artefato, qualquer que seja sua natureza. O primeiro aspecto relaciona-se à relevância do artefato, que deve resolver ou mitigar dificuldades reais, importantes e desafiadoras, presentes no ambiente sociotécnico. Assim, as pessoas, as organizações e suas tecnologias, atuais ou planejadas, revelam as necessidades que deverão ser satisfeitas pelo artefato, o qual, após obtido, será aplicado naquele ambiente. O segundo aspecto relaciona-se ao rigor científico que permeia a prescrição da solução. O pesquisador deve buscar na base de conhecimento disponível os fundamentos (teorias, artefatos pregressos, estudos anteriores etc.) e a metodologia (critérios de análise, formalismos, técnicas de avaliação etc.) que permitirão um projeto que transcende *designs* de rotina, gerando conhecimento científico validado, útil para tornar mais rica a própria base de conhecimento. A DSR se articula como uma zona de compromisso entre esses dois processos, frequentemente denominados ciclos do rigor e da relevância (Hevner *et al.*, 2004), representados na Figura 1.

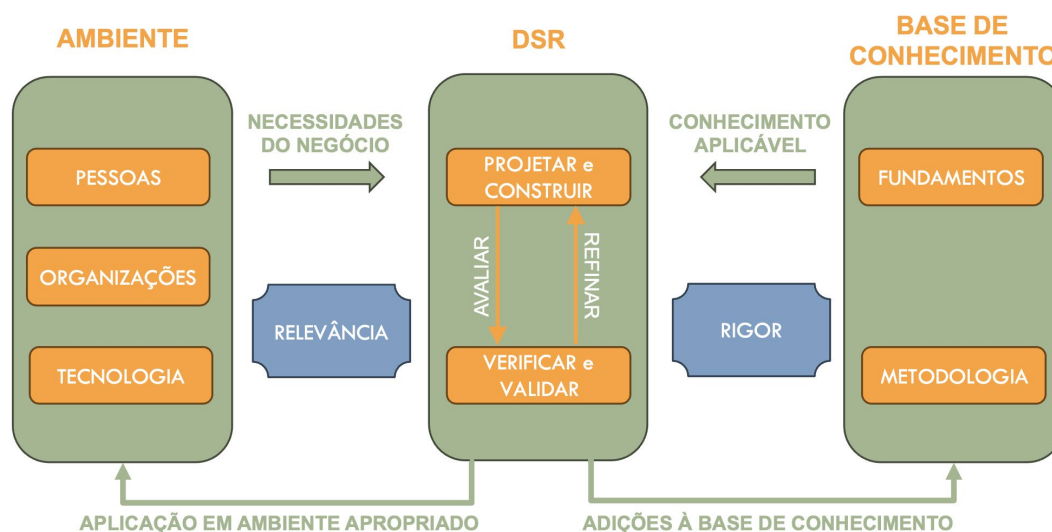


Figura 1. Os ciclos da relevância e do rigor na DSR.

Fonte: Adaptado de Hevner *et al.* (2004).

A Figura 1 ressalta, ainda, uma terceira característica cíclica da DSR, pela qual o artefato obtido é avaliado, verificando e validando seu atendimento às necessidades reveladas no ciclo da relevância, conforme as técnicas descobertas no ciclo do rigor. Do resultado dessa avaliação pode advir a necessidade de refinamento do artefato, provocando o retorno à fase de projeto e construção, iterativamente.

ESTRUTURAÇÃO DA *DESIGN SCIENCE RESEARCH*

Para que um método de pesquisa garanta resultados robustos e confiáveis, assegurando-lhes imparcialidade e rigor científico, é necessária a existência de uma estrutura clara e reproduzível (Dresch, 2013). Ao longo de sua consolidação, a DSR passou a contar com uma série de diretrizes e *frameworks*, que funcionam como um passo a passo para orientar investigações. A revisão de Nagle *et al.* (2022) identificou 26 referências distintas de condução metodológica, em 111 estudos voltados à solução de problemas por meio da DSR. Dentre as mais citadas, destaca-se a sequência formalizada por Peffers *et al.* (2007), doravante denominada processo Peffers.

Reconhecido por sua flexibilidade, que permite ajuste a diferentes configurações de pesquisa, pesquisadores e tempos, sem perda de confiabilidade (Baskerville; Kaul; Storey, 2017), o processo Peffers é composto por seis etapas principais, representadas na Figura 2 e detalhadas a seguir.

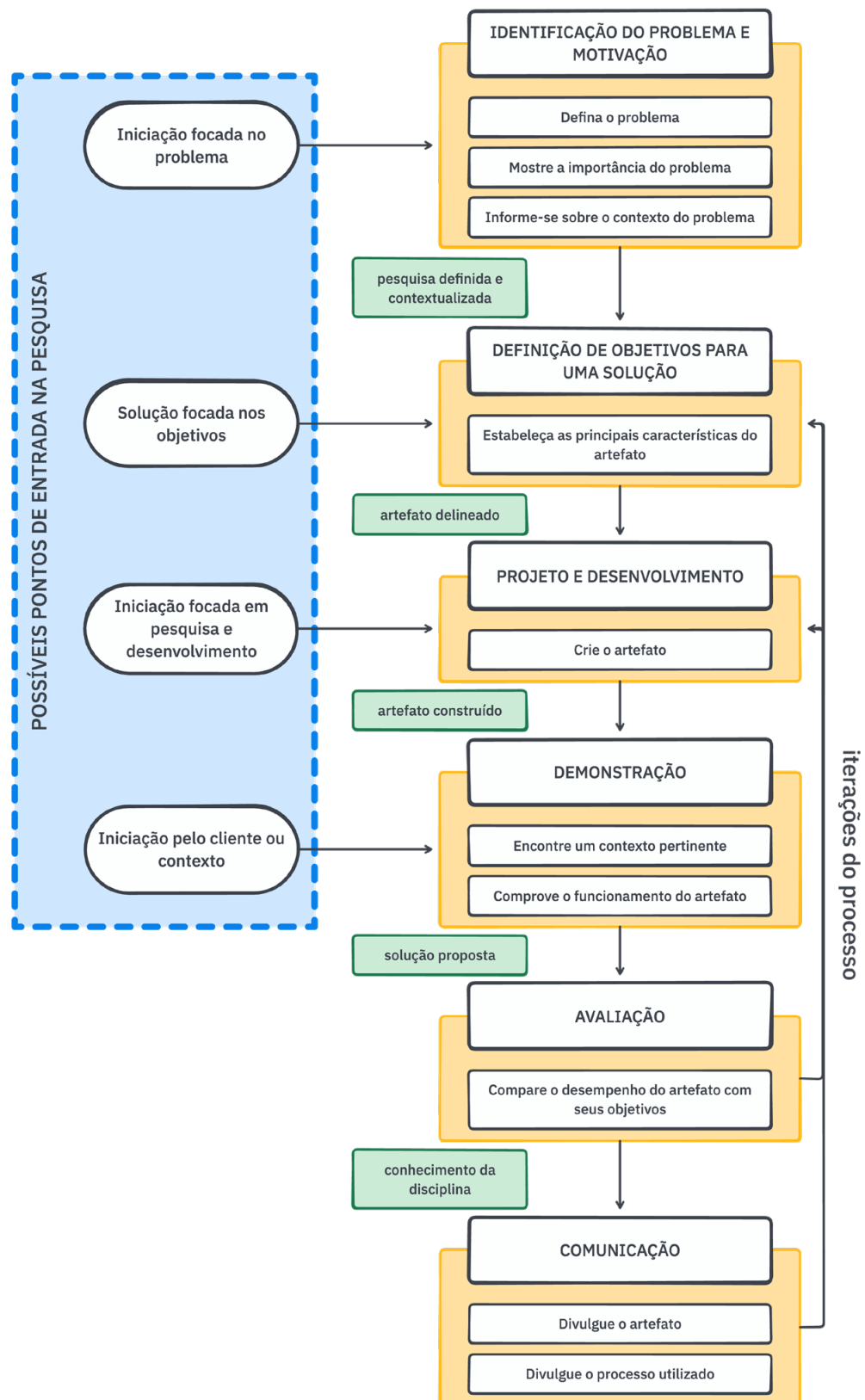


Figura 2. Processo Peffers para condução de DSR.

Fonte: Adaptado de Peffers *et al.* (2007).

IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E MOTIVAÇÃO

Peffer *et al.* (2007) recomendam que a primeira etapa da DSR seja dedicada à definição do problema específico de pesquisa e justificativa do valor de uma solução. É possível, ainda, seguir a recomendação de Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015) e preceder os esforços de solução por esforços de conscientização do problema. A primeira etapa, portanto, fica subdividida em três subetapas:

Definição do problema

Toda investigação científica deve se iniciar pela descoberta e colocação precisa do problema de pesquisa (Marconi; Lakatos, 2017), que pode ser definido como a situação indesejada, o hiato entre o estado atual e o estado almejado pelo pesquisador (Hevner *et al.*, 2004; Johannesson; Perjons, 2014). O autor deve, portanto, formular uma sentença (afirmativa ou negativa) que destaque a oportunidade de melhoria descoberta a partir da análise do ambiente.

Após a clara definição do problema, é possível, a partir dele, elaborar a questão de pesquisa. Tal questão, por sua vez, simplifica a compreensão e o exame do problema, ao mesmo tempo em que orienta os esforços para encontrar uma solução eficaz (Sordi, 2013). O autor pode, ainda, conforme a conveniência, elaborar uma questão de pesquisa principal, complementada por uma ou mais questões de pesquisa secundárias, que analisarão processos de suporte ao desenvolvimento do artefato desejado.

As questões de pesquisa na DSR gozam de características próprias, como o foco nos diversos ciclos e o caráter prático. Thuan, Drechsler e Antunes (2019) sugerem a relação de alguns formatos típicos de questões, a qual, ainda que não obrigatória nem exaustiva, auxilia o pesquisador na redação de perguntas apropriadas ao tipo de artefato que se estuda. A lista de questões de pesquisa típicas encontra-se registrada no Quadro 2, devendo os termos entre colchetes serem substituídos pelo caso particular estudado.

TIPO DE ARTEFATO	QUESTÕES DE PESQUISA TÍPICAS
Construtos	Quais propriedades essenciais caracterizam o [construto]? Qual conhecimento prévio sobre o [construto] está disponível? Como o [construto] pode ser representado? Como o [construto] pode ser operacionalizado? Como o [construto] pode ser utilizado? Qual conhecimento novo é disponibilizado pelo [construto]?
Modelos	Quais objetivos definem o [modelo]? Qual conhecimento prévio sobre o [modelo] está disponível? Quais são os componentes essenciais do [modelo]? Como o [modelo] pode ser representado? Como o [modelo] pode ser avaliado? Qual conhecimento novo é disponibilizado pelo [modelo]?
Métodos	Quais são os objetivos essenciais para o projeto do [método]? Quais propriedades essenciais caracterizam o [método]? Qual conhecimento prévio sobre o [método] está disponível? Como o [método] pode ser elaborado para atender o conjunto de objetivos? Como o [método] pode ser implementado? Como o [método] pode ser avaliado? Como o [método] pode ser utilizado? Qual conhecimento novo é disponibilizado pelo [método]?
Instanciações	Quais são os objetivos essenciais para o projeto da [instanciação]? Quais propriedades essenciais caracterizam a [instanciação]? Quais componentes essenciais constituem a [instanciação]? Como a estrutura [de dados, funcional, comportamental...] da [instanciação] pode ser representada? Como pode ser implementada uma [instanciação] que operacionalize o conjunto de [objetivos, propriedades, componentes]? Qual conhecimento prévio sobre a [instanciação] está disponível? Como a [instanciação] pode ser avaliada? Como a [instanciação] pode ser utilizada? Qual conhecimento novo é disponibilizado pela [instanciação]?

Quadro 2. Questões de pesquisa típicas na DSR, conforme o tipo de artefato.

Fonte: Thuan, Drechsler e Antunes (2019).

Com base no problema e nas questões de pesquisa, é possível enunciar os objetivos da pesquisa, que explicitam a finalidade concreta do trabalho do pesquisador – o “para quê?” do seu esforço (Sordi, 2013). Assim como ocorre com as questões, o objetivo de pesquisa geral, pode ser decomposto em metas parciais da pesquisa, ou objetivos específicos.

Para melhor ilustrar o exposto, a sequência de elementos constitutivos da subetapa de definição de pesquisa (o problema, as questões e os objetivos) encontra-se representada, junto com suas descrições, na Figura 3.

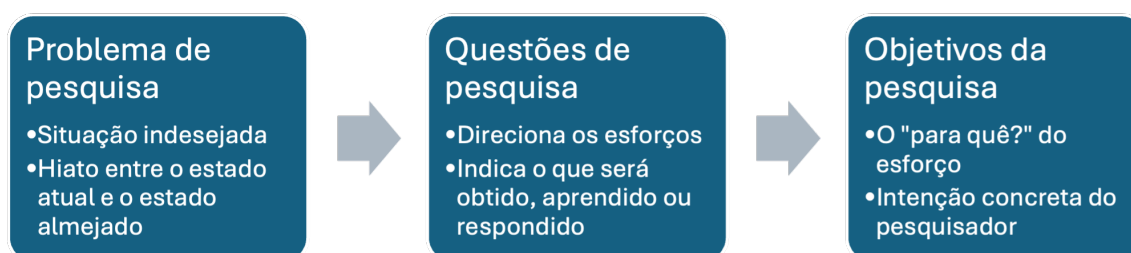


Figura 3. Sequência de elementos constitutivos da subetapa de definição do problema.

Justificativa

Uma das principais características da DSR é ser destinada a contribuir para o conhecimento científico mediante a resolução de problemas julgados importantes e não solucionados até o momento (Hevner *et al.*, 2004; Alturki; Gable; Bandara, 2011). Johannesson e Perjons (2014) sugerem que os problemas a serem tratados pela DSR devem cumprir três exigências:

- a) Significância prática – devem ser vistos como importantes para as partes interessadas, que devem ansiar pela solução;
- b) Interesse geral – não devem se mostrar relevantes apenas a um público local ou restrito; e
- c) Desafio – a solução não deve estar prontamente disponível.

Tais exigências são verificadas, via de regra, pela justificativa da pesquisa. É esta seção que contém o 'por quê?' do trabalho. Peffers *et al.* (2007) esclarecem que justificar o valor de uma solução motiva o pesquisador e o público interessado na busca e aceitação da solução, bem como auxilia o entendimento do raciocínio empregado pelo pesquisador no entendimento do problema.

Retornando à análise da Figura 1, nota-se que a justificativa é uma das mais evidentes aplicações do ciclo da relevância na DSR. Com isso, o ambiente, com suas pessoas, organizações e tecnologias, se torna a principal fonte de informações para a justificativa. Esta pode se fundamentar, então, em elementos como a experiência empírica do pesquisador ou de trabalhadores da área, em legislações, relatórios ou marcos regulatórios da instituição, ou em boas práticas profissionais adotadas no meio de aplicação do artefato.

Conscientização do problema

Nesta subetapa, o pesquisador busca a maior quantidade de informações possível a respeito das facetas, causas e contexto das questões estudadas (Dresch; Lacerda; Antunes Jr., 2015). É vital, portanto, um estudo da base teórica que rege o campo do conhecimento no qual o artefato se insere e uma investigação profunda do estado da arte daquele cenário. Com isso, obtém-se o conhecimento aplicável que caracteriza a entrada no ciclo do rigor representado na Figura 1.

A conscientização do problema pode envolver abordagens tão diversas quanto estudos de caso, entrevistas, experimentos, *surveys* (Alturki; Gable; Bandara, 2011), pensamento sistêmico e teoria das restrições (Dresch; Lacerda; Antunes Jr., 2015). Uma revisão de literatura bem executada, porém, é praticamente obrigatória para identificar com robustez científica os fundamentos e as metodologias disponíveis para construir e avaliar o artefato.

Foge do escopo deste capítulo uma análise estruturada dos fundamentos de revisões de literatura. Destaca-se, contudo, que o pesquisador deve, com esse procedimento, obter informações sobre a existência de problemas semelhantes ao enfrentado, sobre artefatos já desenvolvidos para resolução desses problemas, suas principais funcionalidades, estruturas e desempenhos, além de obter uma visão geral das melhores práticas de construção, de validação e de uso de soluções similares já existentes na base de conhecimento.

DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS PARA UMA SOLUÇÃO

A segunda etapa do processo Peffers é dedicada a estabelecer as características que o artefato de interesse deve apresentar para ser uma solução satisfatória ao fim a que se destina, seja por intermédio de objetivos quantitativos, como métricas que o comparem a soluções semelhantes, seja por objetivos qualitativos, como a capacidade de dar suporte inédito a alguma faceta das questões (Peffers *et al.*, 2007).

Se, na etapa anterior, o pesquisador trouxe à luz a necessidade enfrentada e identificou o que é viável para solucioná-la, agora ele deve elencar seus objetivos, que podem ser (Johannesson; Perjons, 2014):

- a) Objetivos funcionais – referentes ao resultado ou comportamento do artefato, o que ele deve fazer;
- b) Objetivos estruturais – referentes à composição ou apresentação do artefato, a como ele deve ser; e

c) Objetivos ambientais – referentes às qualidades do artefato, como usabilidade, manutenibilidade ou eficiência, dentre outros.

No elenco de objetivos, é importante que o autor formule cada sentença de forma precisa e que justifique por que cada requisito é necessário. Isso facilitará a verificação da conformidade do artefato na etapa de avaliação e impedirá que se exijam características que não contribuem diretamente para a solução do problema.

PROJETO E DESENVOLVIMENTO

A etapa de projeto e desenvolvimento do artefato é fundamental para o sucesso da pesquisa, sendo considerada o coração da DSR (Peffer *et al.*, 2007). Aqui, o pesquisador já tem posse de um delineamento geral do artefato e de seus objetivos, devendo retornar ao processo uma solução construída, em tese capaz de atender à demanda apresentada no problema de pesquisa (Johannesson; Perjons, 2014).

Apesar de sua importância, a terceira etapa do processo Peffer é carente de diretrizes metodológicas claras na literatura, inexistindo um passo a passo universalmente aceito para a criação propriamente dita do artefato. Sempre que possível, o pesquisador deve, a partir do levantado na subetapa de Conscientização do problema, identificar e reaproveitar, com as devidas adaptações, as técnicas de desenvolvimento mais objetivas já empregadas para construção de artefatos semelhantes ao pretendido.

A objetividade absoluta, plenamente repetível e reproduzível, porém, é utópica. Nas palavras de Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015, p. 102), “o processo de proposição de artefatos é essencialmente criativo” e Hevner *et al.* (2004) afirmam que a DSR é criticamente dependente de habilidades humanas cognitivas, com destaque para a criatividade, para produção de soluções efetivas. Contudo, mesmo considerando sua relevância, a criatividade é um processo cognitivo ainda mal compreendido, dificilmente ensinável (Vaishnavi; Kuechler, 2015) e, como consequência, frequentemente acusado de introduzir não repetibilidades na pesquisa científica. Torna-se obrigatório, portanto, que ela seja incorporada aos procedimentos de forma que alie rigor e utilidade, dando suporte ao caráter inovador das soluções, mas sem lhes retirar a validade e a confiabilidade (Baskerville *et al.*, 2019).

Nesse esforço, convém observar a classificação de métodos formais de geração de ideias proposto por Shah, Kulkarni e Vargas-Hernandez (2000),

representada na Figura 4. Os autores executaram uma apreciação qualitativa e quantitativa de diversas técnicas criativas, classificando-as em diversas categorias, conforme suas características. Recomenda-se aos pesquisadores que, antes de iniciar o projeto e desenvolvimento do artefato, consultem as fontes indicadas por Shah, Kulkarni e Vargas-Hernandez (2000) para conhecer os diferentes métodos, sem que isso lhes impeça de utilizar técnicas não listadas ou de criar seus próprios procedimentos.

Qualquer que seja a técnica utilizada no projeto e desenvolvimento, devem ser aplicadas as seis diretrizes elicitadas por Johannesson e Perjons (2014):

- a) Descreva claramente cada componente do artefato – cada elemento do artefato deve ser apresentado de forma detalhada, expondo sua estrutura, funções e relação com o ambiente;
- b) Justifique cada componente do artefato – cada elemento do artefato deve ter seu propósito esclarecido, preferencialmente relacionando-o aos objetivos do artefato;
- c) Descreva o uso do artefato – as instruções de utilização do artefato devem ser registradas de forma clara, incluindo orientações sobre o uso prático no contexto para o qual foi criado;
- d) Esclareça a originalidade – o caráter inovador do artefato deve ser destacado, apontando em que aspectos ele se diferencia de soluções já existentes;
- e) Especifique as fontes utilizadas no projeto do artefato – referências bibliográficas, pessoas e grupos que contribuíram para a concepção ou que inspiraram o artefato devem ser expressamente registradas; e
- f) Descreva como o artefato foi projetado e construído – a forma como foi implantada a técnica utilizada deve ser minuciosamente documentada, incluindo as etapas realizadas, como os envolvidos participaram, e de que maneira foram analisadas soluções já existentes e estudos anteriores.

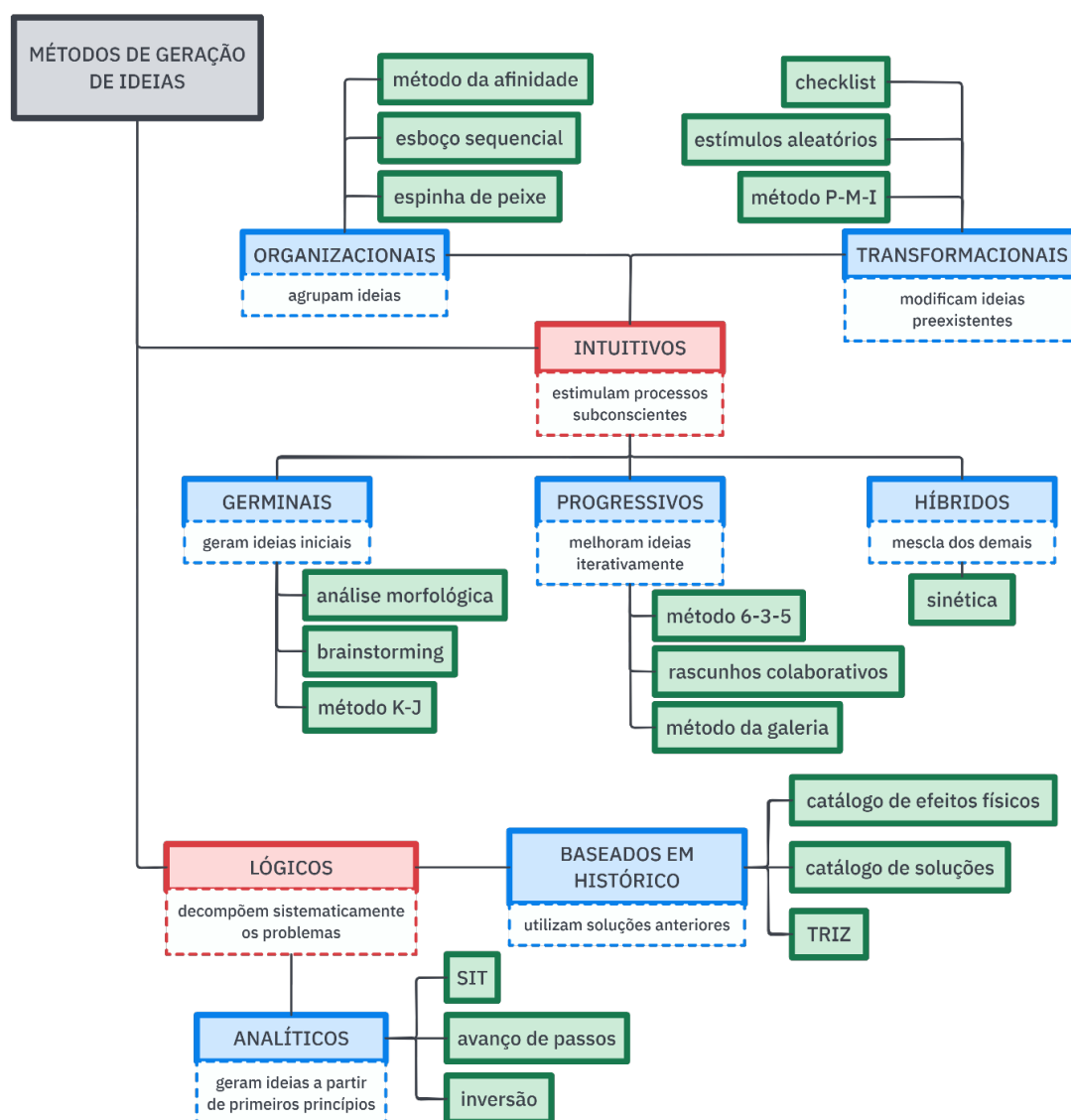


Figura 4. Classificação de métodos para geração de ideias.

Fonte: Adaptado de Shah, Kulkarni e Vargas-Hernandez (2000).

DEMONSTRAÇÃO

Esta é a etapa de descrição mais sucinta por Peffers *et al.* (2007), consistindo, basicamente, em provar que o artefato funciona, mediante seu uso na solução de um caso particular do problema.

Pode-se dizer que é uma espécie de teste-piloto, já sobre um artefato completo e com conhecimento prático de seu funcionamento, mas ainda antes do esforço de avaliação. A fim de evitar um possível desempenho desastroso na fase seguinte, com participação de membros externos à pesquisa e procedimentos mais rígidos, executa-se um experimento em escala menor, que pode revelar

questões de viabilidade do processo, de estimativa de recursos, de dificuldades gerenciais ou impropriedades científico-tecnológicas (Thabane *et al.*, 2010).

AVALIAÇÃO

Esta é uma etapa crítica da DSR, na qual se observa e se mede quão bem o artefato desenvolvido apoia a solução do problema, mediante a comparação dos objetivos do artefato com a eficácia e eficiência demonstradas (Peppers *et al.*, 2007). De fato, a DSR não se preocupa apenas com o desenvolvimento do artefato, mas também com o fornecimento de evidências de que ele soluciona o problema real, sendo a avaliação crucial para melhor execução desta atividade (Tremblay; Hevner; Berndt, 2010).

Há mais de 400 métodos de avaliação de artefatos encontrados na literatura, classificáveis em termos de técnica, forma, participantes secundários, nível e relatividade (Prat; Comyn-Wattiau; Akoka, 2015), conforme representado na Figura 5. Esta é uma classificação bastante complexa¹, útil sobretudo em casos específicos. Para uma abordagem mais generalista, é suficiente a divisão entre avaliações artificiais e avaliações naturalistas (Alturki; Gable; Bandara, 2011), assim explicitada:

- a) Avaliações artificiais – são realizadas sobre o artefato em ambiente controlado, usualmente de forma não realista. Prefere-se o uso de métricas objetivas, com resultados diretamente quantificáveis. Ex.: Propôs-se uma nova composição para a Brigada de Cavalaria Mecanizada e avalia-se sua eficácia em combate, confrontando-a com a organização anterior em um cenário de simulação construtiva; e
- b) Avaliações naturalistas – são realizadas sobre o artefato no ambiente real em que será utilizado, de forma empírica, com auxílio de participantes secundários representativos dos usuários pretendidos. Há menor controle do pesquisador sobre o processo. As métricas tendem a ser subjetivas, baseadas em percepções e opiniões, numa abordagem qualitativa. Ex.: Desenvolveu-se um agente de inteligência artificial para atuar como tutor em educação à distância e avalia-se sua qualidade entrevistando militares que o utilizaram em um curso *online*.

A fim de se evitar vieses típicos de visões unívocas sobre o objeto, é conveniente que o artefato construído seja avaliado tanto de forma artificial

¹ Para detalhamento do significado de cada um dos critérios, consulte o Apêndice B de Barbosa (2024).

quanto de forma naturalista. Com isso, as abordagens se complementam, uma compensando as falhas da outra. Considerando que as avaliações artificiais permitem testar o artefato de forma ainda moderada em termos de riscos e custos (por conta do âmbito laboratorial e da possibilidade de participação exclusiva do pesquisador como avaliador), elas devem preceder as avaliações naturalistas, usualmente mais complexas e custosas (Alturki; Gable; Bandara, 2011).

As avaliações podem gerar uma quantidade considerável de dados. Crus, tais dados são praticamente inúteis, carecendo de processamento e interpretação para que se possa concluir a respeito do desempenho do artefato. Dados quantitativos (numéricos) devem passar por um processo de análise estatística, seja descritiva (medidas de tendência central e de dispersão), seja inferencial (testes de hipóteses, estabelecimento de correlações entre variáveis e outros). Dados qualitativos (baseados em textos e imagens), por sua vez, têm suas próprias metodologias de processamento, como a análise de conteúdo, a teoria fundamentada e análise do discurso (Johannesson; Perjons, 2014).

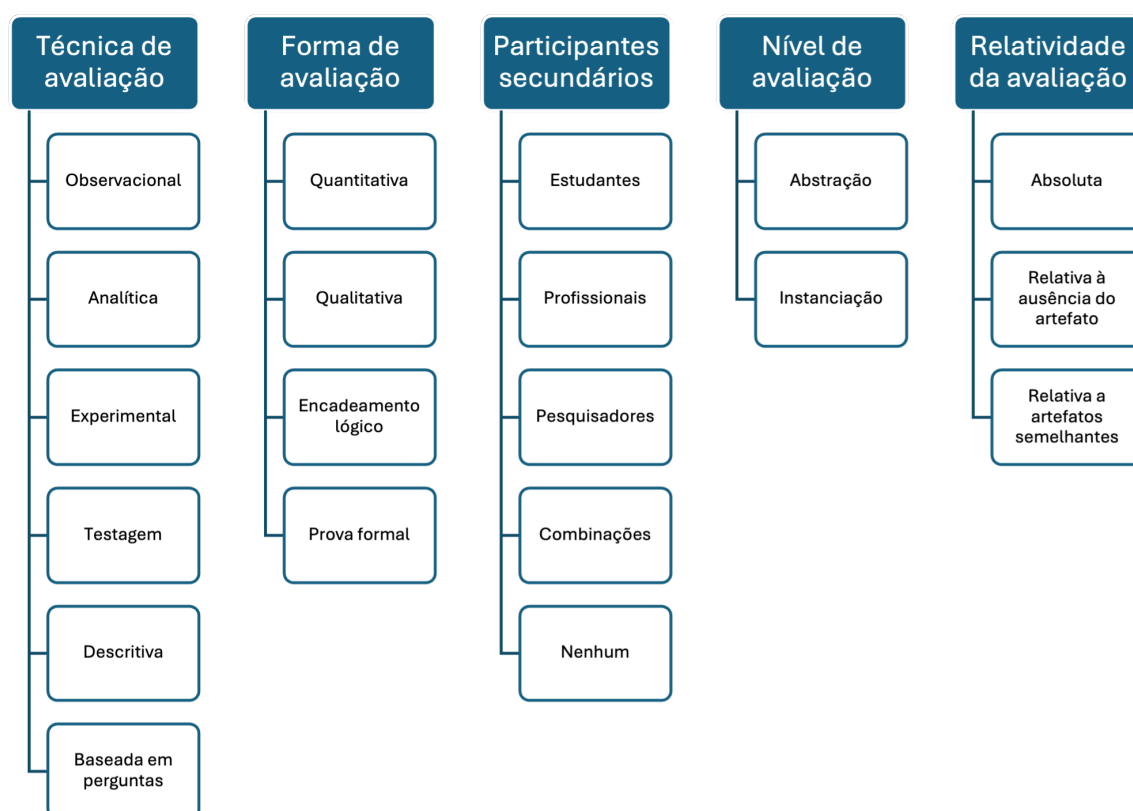


Figura 5. Taxonomia dos métodos de avaliação de artefato na DSR.

Fonte: Adaptado de Prat, Comyn-Wattiau e Akoka (2015).

O insucesso do artefato nas avaliações pode demonstrar a necessidade de refinamento e provocar o retorno à fase de definição dos objetivos ou de projeto e desenvolvimento, de forma iterativa. Destaca-se, porém, que a DSR é uma disciplina que se ocupa da prescrição de soluções satisfatórias, suficientemente apropriadas ao contexto do problema, viáveis e não necessariamente correspondentes a soluções otimizadas (Hevner *et al.*, 2004; Dresch; Lacerda; Antunes Jr., 2015). Por assim ser, os defeitos e qualidades do artefato imperfeito devem ser analisados criticamente, podendo-se mesmo prescrever seu uso com ressalvas ou recomendar melhorias para futuras versões.

COMUNICAÇÃO

Na última etapa do processo Peffers, o problema, sua importância, o artefato, sua utilidade e inovação, o protocolo do projeto e sua efetividade são comunicados a outros pesquisadores, profissionais da área e demais audiências de interesse (Peffers, 2007), retroalimentando a base de conhecimento, no ciclo do rigor. É conveniente registrar as principais lições aprendidas pelo pesquisador, que levaram aos fatos de sucesso e pontos fracos do trabalho. Dresch (2013) prevê duas classes dessas lições, ou heurísticas², especialmente importantes na DSR, as de construção e as contingenciais:

- a) Heurísticas de construção – relacionadas aos mecanismos internos do artefato desenvolvido e sua organização, advindas principalmente do vivenciado no projeto e desenvolvimento; e
- b) Heurísticas contingenciais – relacionadas ao contexto em que o artefato é utilizado, suas exigências e limites, advindas principalmente do vivenciado na avaliação.

Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015) recomendam a generalização do artefato para uma classe de problemas. Ou seja, que o autor, durante a comunicação, sugira a ampliação do alcance dos resultados obtidos, de modo que o artefato não sirva apenas para o caso específico estudado, mas possa ser aplicado (ou adaptado) a situações semelhantes. Assim, se o pesquisador desenvolveu um modelo de avaliação da prontidão de Pelotões de Infantaria, ele já deveria indicar quais adaptações poderiam ser feitas ao modelo para que ele

² Heurísticas são as técnicas, intuições e boas práticas que, ainda que não tenham completa validação científica e possam falhar em diversos momentos, usualmente proveem auxílio empírico e guiam o processo de solução de um problema (Koen, 2003).

se tornasse aplicável a escalões de outros níveis, em outras armas, quadros ou serviços. Ou, se o obtido foi um software assistente de decisão para logística de munição sob restrições de transporte, como ele poderia ser expandido para gerenciar cadeias de suprimentos críticos em operações expedicionárias.

Dentre os principais meios para divulgação do artefato, e da pesquisa como um todo, podem ser citados:

- a) Monografia, tese ou dissertação;
- b) Artigos científicos em periódicos;
- c) Apresentações em congressos, simpósios e conferências;
- d) Livros e capítulos de livros;
- e) Matérias em revistas profissionais;
- f) Pedidos de patente ou demais formas de proteção da propriedade intelectual;
- g) Palestras e aulas; e
- h) Submissão aos escalões superiores da organização, para possível adoção institucional da solução.

De acordo com o que se depreende da análise da Figura 2, não há obrigatoriedade de se seguir toda a sequência de atividades desde a identificação do problema e motivação. No processo Peffers, há mais de um ponto de entrada possível na pesquisa, conforme mostram os destaques no fundo azul. O padrão é a abordagem focada em um problema a ser resolvido, mas pode-se também idealizar uma situação na qual o problema já foi identificado ou que a motivação pertence a uma entidade externa e o foco da pesquisa passa a ser o provimento de uma solução que cumpra certos objetivos a serem definidos. Da mesma forma, pode ser que já haja uma ideia embrionária de artefato ou de adaptação de artefato proveniente de outro contexto: neste caso, tem-se uma iniciação focada em projeto e desenvolvimento. Por fim, uma DSR que se inicia na atividade de demonstração é aquela baseada na observação de uma solução prática que já funciona, sendo iniciada pelo cliente ou pelo contexto.

EXEMPLO PRÁTICO DE APLICAÇÃO DA *DESIGN SCIENCE RESEARCH*

Para ilustrar como a DSR pode ser empregada como método de pesquisa em um trabalho acadêmico, tomar-se-á como exemplo prático de aplicação a tese:

Estruturação de linguagem natural para documentação de requisitos de sistemas e materiais de emprego militar no idioma português³, elaborada pelo autor dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Defesa do Instituto Militar de Engenharia (Barbosa, 2024). Sem pretender estabelecer paradigma, serão extraídos alguns excertos de seu texto (coluna da esquerda) e tecidos comentários a respeito (coluna da direita), mostrando como o pesquisador particularizou as etapas do processo Peffers em seu caso particular de estudo.

ESTRUTURAÇÃO DE LINGUAGEM NATURAL PARA DOCUMENTAÇÃO DE REQUISITOS DE SISTEMAS E MATERIAIS DE EMPREGO MILITAR NO IDIOMA PORTUGUÊS

[elementos pré-textuais]

1 INTRODUÇÃO

[...] A importância dos requisitos para a correta obtenção de um sistema é inquestionável [...] Dentre as diversas formas de documentar os requisitos, a mais empregada [...] é a linguagem natural [...] em sua modalidade escrita. Em contrapartida, requisitos descritos em texto corrente são frequentemente ambíguos, incompletos e inconsistentes [...].

Como forma de mitigar os riscos inerentes à utilização de linguagem natural, as melhores práticas de Engenharia de Requisitos indicam sua estruturação [...] Há, na comunidade anglófona, quantidade considerável de estruturas de linguagem natural para documentação de requisitos [...] Para o idioma português, contudo, tais ferramentas são praticamente inexistentes [...].

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

[...] o problema de pesquisa ora enfrentado, esclarecido a partir da observação da realidade vivenciada pelo autor:

[...]

O Exército Brasileiro (EB) não possui uma estruturação de linguagem natural formalizada para documentação dos requisitos de sistemas e materiais de emprego militar.

Logo ao início do trabalho, antes mesmo de declarar formalmente o problema, o autor apresenta, de forma geral, a situação indesejada e já começa a justificar o valor de uma solução

Aqui a tese entra, de fato, na primeira etapa do processo Peffers, em especial na subetapa de definição do problema. Este é colocado em destaque, com uma sentença negativa que evidencia uma oportunidade de melhoria

³ Para melhor contextualização, uma estruturação de linguagem natural para documentação de requisitos (também denominada boilerplate) consiste em uma paleta de matrizes textuais, uma espécie de conjunto de carimbos, com textos pré-formatados e lacunas para especificação de casos concretos, apropriada para o registro de sentenças de requisitos na engenharia. Sua utilização é considerada uma boa prática dentro da Engenharia de Requisitos (Dick; Llorens, 2012).

1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

Optou-se por elaborar uma questão principal, complementada por duas questões secundárias. A questão principal é dirigida às características internas, à estrutura da solução; ao passo que as questões secundárias investigam processos de suporte à pesquisa. As três questões encontram-se entre as elencadas como típicas entre as colocadas para artefatos do tipo instanciamento, conforme o Quadro 2

[...] Para a pesquisa em tela, idealizou-se a seguinte questão principal:

[...]

Quais componentes definem uma solução satisfatória para estruturação de linguagem natural para documentação de requisitos de Sistemas de Materiais de Emprego Militar (SMEM) de interesse do EB?

Enxertam-se, assim, duas questões secundárias à questão principal, a primeira voltada a um aspecto operacional, a segunda a um aspecto avaliativo:

[...]

**Como pode ser construída uma estruturação de linguagem natural para documentação de requisitos?
Como pode ser avaliada uma estruturação de linguagem natural para documentação de requisitos?**

O autor declarou os objetivos a partir do problema e das questões de pesquisa. O objetivo geral coloca como meta final do trabalho o desenvolvimento de um artefato, ao passo que os objetivos específicos constituem metas parciais da pesquisa.

1.3 QUESTÕES DE PESQUISA

[...] sugere-se o seguinte objetivo geral para o trabalho

[...]

Desenvolver uma estruturação de linguagem natural para documentação de requisitos de SMEM, adequada aos interesses do EB.

Tais são [...] os objetivos específicos propostos

**Construir uma estruturação de linguagem natural para documentação de requisitos de SMEM no idioma português.
Avaliar a estruturação de linguagem natural [construída]**

[...]

Uma representação esquemática da relação entre os elementos de definição da pesquisa (problema, questões e objetivos) pode ser vista na Figura 1. Nota-se que o objetivo geral é consequência direta da questão principal e esta, por sua vez, do problema de pesquisa. As questões secundárias derivam da questão principal. Já os objetivos específicos podem ser interpretados tanto

como divisões do objetivo geral, quanto como desdobramentos das questões secundárias.

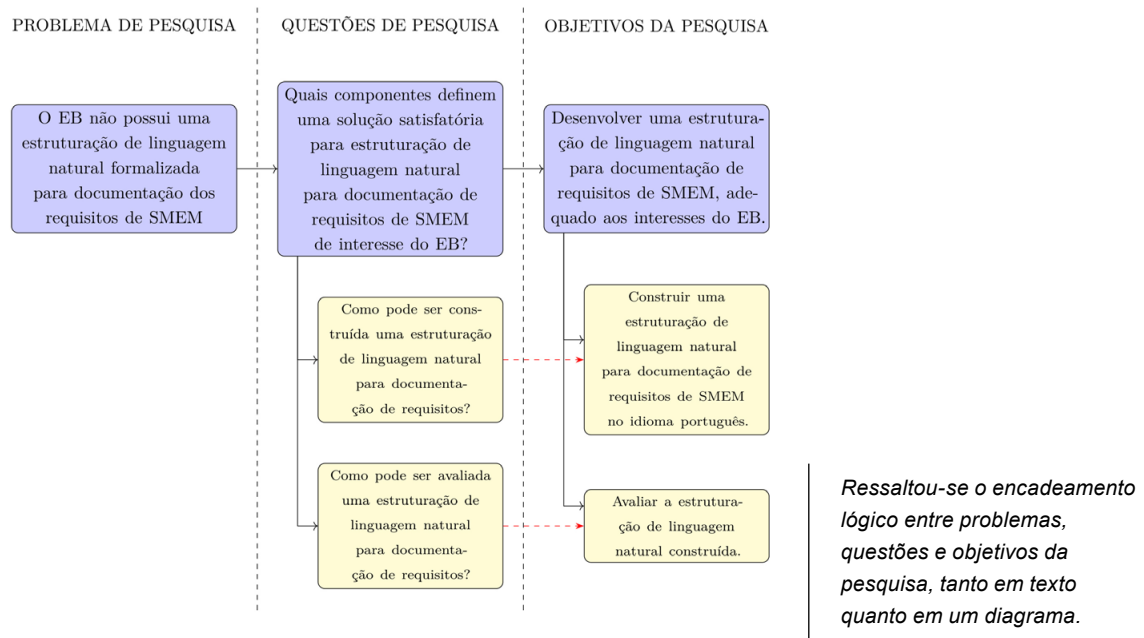


Figura 1. Representação esquemática dos elementos de definição da pesquisa.

1.4 JUSTIFICATIVA

[...] a justificativa do presente trabalho se alicerça em uma estrutura que parte do geral para o particular, abrangendo a Defesa Nacional, a opção política e estratégica por sistemas tecnológicos, a Engenharia de Sistemas, a documentação de requisitos e a necessidade de estruturação da linguagem natural [...].

1.4.1 A Defesa Nacional

A soberania do Estado é o primeiro dos fundamentos elencados no artigo 1º da Constituição [...].

A pesquisa relatada, portanto, [...] justifica sua pertinência aos maiores interesses do País.

[...]

1.4.2 Estruturação de linguagem natural para documentação de requisitos

O único instrumento normativo em vigor [...] são as Normas para Elaboração dos Requisitos Técnicos Básicos, de 1991 [...] ao

O texto estrutura a justificativa da pesquisa em uma sequência que parte da Defesa Nacional e chega ao detalhe técnico do artefato específico. Em cada nível, procura-se mostrar a importância prática da solução, comprovar que ela não está prontamente disponível, e que seu desenvolvimento é desafiador. É interessante notar que a justificativa é baseada em documentos oficiais, uma tecnologia típica do ambiente ao qual se dirige o artefato (no caso, o EB).

A seção normalmente denominada Metodologia optou aqui por apresentar, de forma sucinta, a DSR, declarando-a como a abordagem utilizada para consecução dos objetivos.

sugerir a prescrição de uma estruturação de linguagem natural para documentação de requisitos de SMEM no idioma português, a tese apresentada converge ao aperfeiçoamento do processo de gestão de requisitos no EB [...].

1.5 ESTRUTURA METODOLÓGICA

[...] Para a obra aqui relatada, seguiu-se a abordagem conhecida como *Design Science Research* (DSR).

1.5.1 A Design Science Research

[...] a DSR é a abordagem que fundamenta e operacionaliza [...].

No presente trabalho, o artefato almejado é a estruturação de linguagem natural para documentação de requisitos de SMEM no idioma português. A DSR foi a abordagem escolhida por cumprir, simultaneamente, três exigências consideradas fundamentais [...]:

- 1 - Capacidade de responder ao problema de pesquisa formulado [...].
- 2 - Reconhecimento pela comunidade científica [...].
- 3 - Estruturação que evidencia de forma clara os procedimentos de pesquisa [...].

1.5.2 O processo Peffers

Propôs-se para a presente pesquisa seguimento à estrutura DSR formalizada por Peffers [...]. A ordem sequencial de atividades que forma o núcleo principal do processo Peffers acabou por determinar [...] o fluxo das etapas [...] e a própria distribuição dos capítulos e seções desta tese, sendo detalhadas a seguir:

1.5.2.1 Identificação do problema e motivação [...]

[...]

Notar que o autor declarou, de forma expressa, qual é o artefato que será desenvolvido, o que auxilia a compreensão de como a DSR foi empregada.

Há aqui uma justificativa da escolha da DSR como abordagem de pesquisa, o que robustece o trabalho, mas não é obrigatório.

Há uma exposição resumida do processo Peffers e de suas etapas, para que o leitor possa compreender a sequência de atividades.

1.5.2.2 Comunicação [...]

1.5.3 Estrutura de capítulos da tese

[...] a estrutura de capítulos da tese guarda correspondência sequencial com as diversas etapas da condução da DSR [...].

Processo Peffers	Tese
Identificação do problema e motivação	Capítulo 1 – Introdução
	Capítulo 2 – Fundamentação teórica
	Capítulo 3 – Revisão da literatura
Definição de objetivos	Capítulo 4 – Construção do artefato
Projeto e desenvolvimento	
Demonstração	
Avaliação	Capítulo 5 – Avaliação
Comunicação	Capítulo 6 – Conclusão

Quadro 1. Correspondência entre as etapas do Processo Peffers e os capítulos da tese.

[...]

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentadas as teorias e conceitos que agiram como referência para a consecução da pesquisa realizada [...].

2.1 SISTEMAS

Um sistema é uma combinação de elementos que [...].

2.2 REQUISITOS

Requisitos são declarações que [...].

2.2.3.1

2.2.3.2 Estruturação de linguagem natural

Uma linguagem natural estruturada pode ser definida como [...].

3 REVISÃO DE LITERATURA

A fim de descrever o estado da arte da estruturação de linguagem natural para documentação de requisitos [...],

Nota-se que o autor, ao descrever a estrutura física do trabalho escrito, a relaciona às etapas do processo Peffers, confirmando a adesão à metodologia.

A subetapa de conscientização do problema se inicia com uma fundamentação teórica, em que o pesquisador introduz os termos e princípios que servem de base para compreensão e resolução do problema de pesquisa, demonstrando atendimento ao ciclo do rigor.

A conscientização do problema prossegue com uma revisão de literatura. O autor esclarece que utilizou, dentro desse gênero de pesquisa, uma revisão integrativa de literatura.

Aqui o autor declara quais são seus principais interesses na base de conhecimento. Há questões relacionadas à disponibilidade de artefatos pregressos, suas principais funcionalidades e técnicas de desenvolvimento. Note que, apesar de também serem denominadas questões de pesquisa, estas se referem exclusivamente à revisão de literatura.

A sequência de procedimentos da revisão de literatura possibilitou a resposta às suas questões, permitindo obtenção de uma visão ampla do contexto no qual o artefato se insere, do que é viável, e das principais técnicas empregadas por outros pesquisadores na solução de problemas semelhantes.

identificando as publicações ora acessíveis aos profissionais interessados, a natureza e principais características dos boilerplates já desenvolvidos, as práticas comuns e as principais lacunas metodológicas ou de conhecimento nesta área, o autor efetuou uma revisão integrativa de literatura (*integrative literature review* – ILR) [...].

3.1 QUESTÕES DE PESQUISA

[...] foram propostas as seguintes questões de pesquisa [...]:

Q1: Quantos conjuntos de *boilerplates* foram publicados?

[...]

Q5: Quais defeitos em requisitos podem ser mitigados pelo uso de boilerplates?

[...]

Q7: Como os conjuntos de *boilerplates* são construídos?

Q8: Como os conjuntos de *boilerplates* são avaliados?

3.2 [...]COLETA E FILTRAGEM DE TRABALHOS

[...] Concluindo esta etapa inicial, pode-se responder à primeira questão de pesquisa da ILR (Q1): foram encontradas publicações relativas a 54 conjuntos de *boilerplates*.

3.3 ANÁLISE

[...]

Com vistas a [...] responder a Q5 [...] a não ambiguidade é o atributo mais comumente citado, sendo-o feita por 39 trabalhos, seguida pela completude e pela consistência.

[...]

Objetivando responder a Q7 [...] os sete documentos que registraram seus métodos neste aspecto foram examinados.

[...]

Para responder a Q8 [...] cada avaliação sistematicamente reportada nos trabalhos selecionados foi classificada pelo pesquisador [...].

4 CONSTRUÇÃO DO ARTEFATO

[...]

4.1 ELENCO DE OBJETIVOS DO ARTEFATO

[...]

Este é o elenco definido para os objetivos do conjunto de *boilerplates* [...]:

OA1: O artefato deverá ser expresso no idioma português.

[...]

OA4: O artefato deverá reduzir a ambiguidade textual dos requisitos por ele documentados.

[...]

OA10: O artefato deverá ser de fácil aplicação por usuários treinados.

OA11: O artefato deverá ser compatível com as práticas de documentação de requisitos atualmente em uso no EB.

Os OA1 a OA3 [se justificam] pela necessidade de aplicação no EB. Este emprega o português como língua oficial [...].

Os OA4 a OA7 referem-se à primeira metade do rol de atributos de qualidade mais citados pelos autores como de interesse no desenvolvimento de *boilerplates*, conforme observado na análise de ILR [...].

[...]

Os OA9 a OA11 têm relação com o Modelo de Aceitação de Tecnologia [...].

[...]

Os OA9 a OA11 têm relação com o Modelo de Aceitação de Tecnologia [...].

O texto dá início à segunda etapa do processo Peffers, definindo um conjunto de objetivos para o artefato que será construído. O rol abrange objetivos funcionais, estruturais e ambientais, conforme às definições da Seção 3.2.

Cada objetivo do artefato tem sua existência justificada. Esta se baseia, principalmente, na observação do ambiente (pessoas, organizações e tecnologias do EB, no caso em tela); entretanto, é interessante perceber que algumas diretrizes advêm do constatado na ILR, em termos de funcionalidades comuns e viabilidade.

4.1.1 Classificação do artefato

[...]

O artefato prescrito como resultado da presente aplicação da DSR pode ser considerado uma instanciação. Ele parte de modelos linguísticos e os operacionaliza no ambiente [...], consistindo numa implementação particular e prática.

[...]

Classificar o artefato logo após a declaração de seus objetivos é comum na DSR, conforme afirmam Johannesson e Perjons (2014).

4.2 PROJETO E DESENVOLVIMENTO

O projeto e desenvolvimento [...] retorna à pesquisa uma solução desenvolvida [...].

4.2.1 Exploração por codificação verbal

[...] A fim de apoiar-se em experiências anteriores presentes na literatura, fez-se uso da análise apresentada na [ILR]. Observou-se que o documento [A.32] é único entre seus pares [...] usando etapas pouco dependentes da ação subjetiva humana.

Aqui se registra a etapa de projeto e desenvolvimento do artefato. O autor relata como a revisão de literatura o auxiliou na descoberta de uma técnica de construção que prima pela objetividade.

Há a narração detalhada de como a tentativa inicial de projeto do artefato foi frustrada. O registro serve como heurística de construção, alertando futuros pesquisadores sobre eventuais dificuldades.

Tal documento evidenciou-se, portanto, como bom candidato à exploração.

[...]

A tentativa de adaptação do método de [A.32] para o idioma português envolveu o processamento de um conjunto de 117 sentenças [...].

A continuidade do processo, entretanto, restou prejudicada quando houve necessidade de individualizar os sentidos semânticos dos verbos, dadas algumas limitações do VerbNet.BR com relação ao VerbNet [...].

Tal limitação [...] motivou o abandono da empreitada [...].

O pesquisador expõe por que escolheu a técnica de catálogo de soluções (presente na Figura 4) para construção do artefato e como a revisão de literatura serviu para levantamento de ideias.

4.2.2 Criação por catálogo de soluções

[...]

4.2.2.1 Catálogo de soluções

[...] a lista de trabalhos selecionados na ILR [...] pode ser interpretada como uma espécie de catálogo de soluções [...]. A lista conta [...] com a vantagem de ter sido montada a partir de procedimentos plenos de rigor científico [...].

Dadas tais condições, optou-se por desenvolver o artefato pelo método lógico, baseado em histórico, do catálogo de soluções, tendo a lista apresentada [na ILR] como repositório.

[...]

4.2.2.3 Descritores

A tese registra com detalhes as características, a razão de ser, a fonte original e a inovação trazida por cada componente do artefato, conforme as orientações citadas na Seção 3.3.

[...] para cada elemento do artefato deve redigir-se um descritor, um conjunto de dados que evidencie o uso, a utilidade e a origem do componente.

[...]

[exemplo de descritor presente em apêndice do trabalho, colocado aqui por clareza]

2.2.1 Obrigatoriedade	
Descrição	Indicador de atitude positiva do requisito.
Uso	Use este bloco para estabelecer a obrigatoriedade da atividade para atendimento ao requisito. Utilize o verbo dever como expressão-chave, conjugado na 3ª pessoa do indicativo, singular ou plural, conforme o agente. Ex.: A pistola deve possuir o guarda-mato.
Justificativa	O bloco permite identificar de forma explícita e uniforme a modalidade obrigatória do requisito, contribuindo para a não-ambiguidade e correção do requisito.
Fonte original	[A.25]
Inovação	Restrição de opções e adaptação às particularidades do idioma português.

Quadro 2. Exemplo de quadro de apresentação de descritor.

4.2.2.5 Resultado

[...]
Os trabalhos constantes [da ILR] foram examinados a fim de se encontrar uma representação satisfatória [...].
[...]
A estrutura da frase de ação, por sua vez, adveio majoritariamente das ideias de [A.40], cabendo as alternativas [...].
[...]
Algumas opções de blocos durante o desenvolvimento traduzem o cuidado [...] à luz das regras INCOSE para redação de requisitos [...]:

1 - Uso da voz ativa. [...] o bloco 2.0 – Núcleo leva ao uso da voz ativa na sentença do requisito [...].

[...]

12. Classificação das sentenças. [...] cada um dos blocos contidos em 1.1 - Estrutura condicional e 3.1 - Estrutura complementar é introduzido por uma expressão-chave diferente [...].
[...]

Há uma descrição pormenorizada de como a técnica do Catálogo de soluções foi empregada para construção do artefato e de como o pesquisador se preocupou com o atendimento às diretrizes do projeto

Inicia-se aqui o relato da execução da quarta etapa do processo Peffers: a demonstração do artefato. O pesquisador encontra um contexto apropriado (um caso concreto, mas simples e de tamanho reduzido) para aplicar o artefato e detalha como este foi utilizado.

O relato prossegue com o autor comprovando o funcionamento do artefato, e perfazendo uma série de considerações sobre o comportamento observado, caracterizando, ainda que de forma ampla, algumas de suas capacidades e limitações.

O registro da etapa de avaliação (quinta etapa do processo Peffers) começa com o autor ressaltando que utilizará duas formas de avaliação: uma artificial, outra naturalista.

4.3 DEMONSTRAÇÃO

[...]a demonstração da estruturação de linguagem natural desenvolvida deu-se pela aplicação, pelo próprio pesquisador, do conjunto de *boilerplates* sobre as sentenças dos Requisitos Operacionais (RO) reais e em vigor de um SMEM.

[...]

Do documento original foram extraídas manualmente as 38 sentenças [...]. A partir daí, o autor as reescreveu em conformidade às regras do artefato desenvolvido [...]. O resultado encontra-se disposto no Quadro 4[...] como conclusões obteníveis de uma demonstração na DSR, podemos dar atenção a alguns pontos especiais relativos a processos, recursos, gestão e tecnologias envolvidas nesta etapa:

1 - Possibilidade de aplicação do artefato. Foi possível reescrever absolutamente todas as sentenças originais [...].

[...]

4 - Tempo necessário. [...] julga-se que um usuário iniciante possa analisar e reescrever cada sentença, na média, em 4 minutos.

[...]

10 - Introdução de informações. [...] em alguns casos [...] a reescrita só foi possível com a introdução de informações previamente faltantes [...].

[...]

5 AVALIAÇÃO

Na etapa seguinte [...] a pesquisa se concentrou em observar e mensurar o comportamento da estruturação de linguagem natural desenvolvida como possível resposta ao problema de pesquisa.

[...] foi adotada a dicotomia artificiais vs naturalista, implementadas em subetapas sequenciais.

5.1 AVALIAÇÃO ARTIFICIAL

[...] esta foi posta em prática pelo uso de modelagem e simulação[...].

[...] o uso do artefato construído pôde ser descrito tomando-se um grupo de RO e RTLI [...] extraindo suas sentenças individuais. As sentenças tiveram sua qualidade mensurada conforme métricas pertencentes ao modelo [...] tanto em suas versões originais, quanto em versões reescritas [...]. Os resultados destas medições foram comparados [...]. O processo de avaliação artificial encontra-se representado diagramaticamente na Figura [...].

A tese detalha meticolosamente os procedimentos que constituem a avaliação artificial, tanto de forma escrita, quanto de forma pictórica (figura suprimida por brevidade).

[...]

A razoabilidade do método [...] pode ser verificada comparando-o com outros métodos [...] [encontrados na] revisão de literatura.

O pesquisador compara o método de avaliação artificial proposto com outras técnicas encontradas na base de conhecimento, descobertas na conscientização do problema.

[...] pode-se concluir que a avaliação artificial prevista nesta pesquisa, ainda que inédita em suas particularidades, coaduna com a de trabalhos congêneres.

5.1.1 Modelo matemático-linguístico

[...] será explicitado um modelo representativo da linguagem escrita, proposto sob a intenção de estudar quantitativamente o fenômeno da complexidade sintática.

[...]

Dependendo da complexidade da pesquisa, pode ser necessária a obtenção de artefatos auxiliares. No exemplo estudado, o autor precisou desenvolver um modelo matemático-linguístico para avaliar artificialmente o artefato.

5.1.2 Execução

[...]

5.1.2.1 Seleção de requisitos e extração de sentenças

[...] foram selecionados os requisitos originais[...].

Destes requisitos originais foram identificadas as sentenças originais [...] um total de 262 sentenças [...].

5.1.2.2 Reescrita das sentenças originais

[...] a sentenças reescritas foram obtidas a partir da aplicação das regras [...] se traduziram em 434 novas sentenças [...].

Aqui se descreve com detalhes o processo de obtenção de dados quantitativos, a partir da execução da avaliação artificial.

5.1.2.3

5.1.2.4 Aplicação do modelo matemático-linguístico

[...] O autor desenvolveu algoritmos para cálculo do comprimento médio de dependências (CMD), complexidade interveniente média (CIM) e distância hierárquica média (DHM) [métricas pertinentes ao modelo] [...] foram implementados em funções e *scripts* MATLAB [...].

5.1.2.5 Resultados e comparações

Como a execução da avaliação artificial gerou uma grande quantidade de dados numéricos, estes precisaram passar por tratamentos estatísticos, de forma a permitir conclusões fundamentadas.

[...]a reescrita das sentenças reduziu os valores médios das três métricas estudadas [...] é necessário que tais diminuições sejam estatisticamente significativas [...] a natureza das distribuições dos valores [...] foi determinada por um teste de normalidade, a existência de diferenças entre os grupos foi verificada por um teste de hipóteses e a magnitude e a direção das diferenças [...] foram determinadas por cálculos de tamanho do efeito.

[...]

Estatisticamente, restou comprovado que a aplicação do artefato construído provoca redução nos valores de CMD, CIM e DHM em sentenças de requisitos de SMEM em geral.

[...]

5.1.3 Conclusão parcial

Aqui a eficácia e a eficiência do artefato foram comparadas com seus objetivos, atestando a qualidade da construção.

[...] pode-se observar que a aplicação [do artefato] foi capaz de reduzir a complexidade textual [...], cumprindo o objetivo OA6. [...] indiretamente se verifica o atendimento ao objetivo OA4.

[...] é expresso no idioma português (OA1) [...] facilita a identificação estrutural de suas partes (OA8).

[...] foi capaz de demonstrar cumprimento a ao menos seis dos objetivos do artefato [...]

De forma similar ao que foi feito na avaliação artificial, o autor também detalha os procedimentos da avaliação naturalista e a compara com outras avaliações descobertas na revisão de literatura.

5.2 AVALIAÇÃO NATURALISTA

[...] propôs-se complementar a avaliação artificial com uma avaliação naturalista [...] pela seguinte sequência de atividades:

1 - Seleção de participantes [...]

2 - Instrução dos participantes [...]

3 - Execução de tarefa [...]

4 - Resposta a questionário [...]

5 - Análise das respostas [...]

[...]

[...] a razoabilidade do procedimento planejado [...] também pode ser verificada pela forma como esta se relaciona a outras avaliações de conjuntos [...].

5.2.1 Questionário

O questionário respondido [...] é composto por três partes. As duas primeiras baseiam-se em escalas tipo-Likert [...] Para a 3ª parte do questionário, estimula-se o registro livre da opinião do participante em relação a características mais gerais do artefato, mediante as seguintes questões [...].

Se, para a avaliação artificial, foi necessário desenvolver um modelo matemático, aqui foi necessário elaborar um questionário.

5.2.2 Execução

[...] Foram convidados 13 militares [...] A instrução dos participantes ocorreu na manhã do dia 3 de setembro [...] A execução da tarefa e a resposta ao questionário foram assíncronas [...] foram convidados a executar a tarefa de reescrever as 12 sentenças de requisitos [...] o formulário eletrônico remeteu os participantes às três seções que correspondem às três partes do questionário [...]

A execução da avaliação naturalista é narrada com detalhes, destacando a participação de usuários típicos do artefato.

5.2.2.1 Resultados

[...] contou com 12 respostas [...] Estas encontram-se registradas [...] no arquivo [...] disponibilizado em: <<https://github.com/>[...]>.

A tese passa a tratar os dados provenientes da avaliação naturalista. Ressalta-se o registro e disponibilização das respostas, para possibilitar a reprodutibilidade da pesquisa.

5.2.2.1.1 Questões fechadas

[...] correspondem às duas primeiras partes do questionário [...] distribuição de frequências e o cálculo de medianas são estatísticas comuns para análise [...].

[...] Outra métrica de interesse é o índice de concordância interavaliadores [...].

[...] Os valores de OA indicam que o desempenho do conjunto de *boilerplates* analisado se mostrou adequado em todos os objetivos avaliados, à exceção do OA10, para o qual o resultado foi inconclusivo.

[...]

No caso das questões fechadas, foi possível quantificar e tratar estatisticamente alguns resultados.

5.2.2.1.2 Questões abertas

[...] Tais perguntas compuseram a 3ª parte do questionário. [...] Segue a síntese [...]:

[...]

i) Q 3.4 – Percepções gerais[...]

- O artefato diminui a probabilidade de ocorrências de defeitos [...].

- O artefato facilita a verificação e o reuso de requisitos [...].

[...]

No caso das questões abertas, as respostas discursivas dos participantes foram sintetizadas de forma genérica.

5.2.2.2 Conclusão parcial

Também na avaliação naturalista, o observado foi comparado com os objetivos do artefato.

[...] pode-se notar que avaliadores independentes, profissionais experimentados [...] consideraram que [...] é expresso no idioma português (OA1) [...] compatível com as práticas atuais [...] (OA11).

O autor une os resultados das avaliações artificial e naturalista para obter uma visão geral do atendimento aos objetivos do artefato.

5.3 [...]CONCLUSÃO DA AVALIAÇÃO

[...] a união das conclusões parciais de ambas as etapas avaliativas resulta na obtenção de evidências objetivas de atingimento a todos os objetivos do artefato, do OA1 ao OA11, à exceção do OA10 [...].

Destaca-se uma ressalva quanto à falta de evidências de atendimento a um dos objetivos do artefato. Esta imperfeição, porém, foi alvo de análise, e concluiu-se que a solução é satisfatória ao fim a que se destina.

[O OA10] não foi alvo de exame na avaliação artificial e teve resultado inconclusivo na contraparte naturalista. Em análise crítica, porém, nota-se que a eventual necessidade de esforço para aprendizado da técnica prescrita [assunto do objetivo OA10] não foi capaz de desmotivar o público interessado em sua adoção, posto o resultado positivo encontrado para a intenção de uso.

Na conclusão, o pesquisador relata a execução da última etapa do processo Peffers: a de comunicação. A retroalimentação da base de conhecimentos, no caso, se deu pela própria tese, pela publicação de resultados em meios acadêmicos e pela disponibilização de dados.

Conclui-se que a estruturação de linguagem natural construída cumpre satisfatoriamente com as exigências dos objetivos do artefato [...].

6 CONCLUSÃO

[...]

6.1 COMUNICAÇÃO

[...] A redação da tese buscou [...] registrar de forma pormenorizada e completa a execução do processo [...].

[...] foram publicados dois *papers* ligados a etapas desenvolvidas ao longo do trabalho [...].

[...] Os dados obtidos na execução das avaliações [...] encontram-se disponibilizados para *download* na plataforma [...].

[...] a disseminação de informações [...] também ocorreu mediante a participação do autor como instrutor em disciplinas [...]

O autor perfaz uma análise crítica, elencando os pontos fracos do trabalho. Com isso, dota o leitor de lições aprendidas, úteis em trabalhos futuros.

6.2 LIMITAÇÕES

[...] a liberdade investigativa da ILR [...] obrigou a adoção de ferramentas *ad hoc* para coleta e seção de trabalhos. Com isso [...] dificilmente a pesquisa é exaustiva [...].

[...] a técnica de construção do artefato [...] não elimina completamente a subjetividade inata à criatividade [...].

[...] As sentenças originais [...] não exaurem todas as classes de material [...].

6.3 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

[...] a generalização da solução pode ocorrer por intermédio de sua adaptação a outros domínios além do militar [...] ela possui potencial para ser aplicada em contextos mais amplos, como no mercado aeroespacial, indústrias de alta tecnologia, sistemas de sistemas e saúde [...].

Aqui se faz a generalização do artefato para uma classe de problemas, para que ele possa ser empregado em situações semelhantes.

6.4 CONCLUSÃO FINAL

[...] Seguindo os objetivos específicos da pesquisa, construiu-se e avaliou-se uma estruturação de linguagem natural [...] o objetivo geral de desenvolver um artefato desta natureza, adequado aos interesses do EB, foi cumprido.

[...] As questões secundárias de pesquisa tratam da construção e avaliação [...] foi escolhido o método de construção por catálogo de soluções e, para a avaliação, duas abordagens complementares [...].

[a pesquisa fornece] à instituição uma alternativa satisfatória de estruturação de linguagem natural para documentação de SMEM [...].

[elementos pós-textuais]

Por fim, o texto retorna à definição do problema, mostrando como os objetivos foram atingidos, as questões respondidas e o problema solucionado (ou, ao menos, prescrita uma solução satisfatória).

CONCLUSÃO

De todo o exposto, conclui-se que a DSR se consolida como um método científico indispensável à produção de conhecimento prescritivo, orientado à solução de problemas relevantes, especialmente em ambientes que demandam inovação técnica, rigor metodológico e aplicabilidade prática. Ao integrar teoria e prática por meio do desenvolvimento e validação de artefatos de todos os tipos, a DSR possibilita que o pesquisador atue não apenas como observador, mas também como agente de transformação do ambiente estudado, concebendo soluções inovadoras e testáveis. Sua estrutura sistemática, aliada à flexibilidade criativa, assegura a confiabilidade dos resultados e favorece a retroalimentação da base de conhecimento, fortalecendo a capacidade de pesquisa e desenvolvimento no ambiente acadêmico.

SOBRE O AUTOR

Leonardo de Mello Barbosa, Doutor em Engenharia de Defesa.

Chefe da Seção de Armamento e Munição, Centro Tecnológico do Exército (CTEx), Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: mellobarbosa.leonardo@eb.mil.br

COMO CITAR ESTE CAPÍTULO

BARBOSA, L. de M. Design Science Research (DSR). *In*: NEVES, E. B.; POCHMANN, P. G. C.; SCHMIDT, R. P. B. (org.). **Abordagens Metodológicas em Ciências Militares**. Rio de Janeiro: Traço Leal Comunicação, 2026. p. 85-119.

REFERÊNCIAS

ALTURKI, A.; GABLE, G. G.; BANDARA, W. A Design Science Research roadmap. *In*: JAIN, H.; SINHA, A. P.; VITHARANA, P. (ed.). **Service-Oriented Perspectives in Design Science Research – 6th International Conference**. DESRIST 2011. Milwaukee: Springer, 2011. p. 107–123.

BARBOSA, L. M. **Estruturação de linguagem natural para documentação de requisitos de sistemas e materiais de emprego militar no idioma português**. Tese (Doutorado em Engenharia de Defesa) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <<https://github.com/lmellobarbosa/reqSMEM>>.

BASKERVILLE, R.; KAUL, M.; STOREY, V. C. Establishing reliability in Design Science Research. *In*: **38th International Conference on Information Systems (ICIS 2017). Transforming Society with Digital Innovation**. Seul: Association for Information Systems (AIS), 2017. p. 1688–1705.

BASKERVILLE, R. *et al.* Inducing creativity in design science research. *In*: TULU, B.; DJAMASBI, S.; LEROY, G. (ed.). **Extending the Boundaries of Design Science Theory and Practice**. DESRIST 2019. Cham: Springer, 2019. p. 3–17.

BAYAZIT, N. Investigating design: A review of forty years of design research. **Design Issues**, v. 20, n. 1, p. 16–29, 2004.

COLLATTO, D. C. *et al.* Is Action Design Research indeed necessary? Analysis and synergies between Action Research and Design Science Research. **Systemic Practice and Action Research**, v. 31, n. 3, p. 239–267, 2018.

DICK, J.; LLORENS, J. Using statement-level templates to improve the quality of requirements. *In: 24th International Conference on Software and Systems Engineering and their Applications*. Paris: ICSSEA, 2012.

DORO, M. J. Ciência e justificação. **II Seminário sobre Universidade e Formação Científica**. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

DRESCH, A. **Design Science e Design Science Research como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2013.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JR., J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

FULLER, B. A comprehensive anticipatory design science. **RAIC Journal**, v. 34, n. 9, 1957.

HEVNER, A. R. *et al.* Design science in information systems research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75, 2004.

JOHANNESSON, P.; PERJONS, E. **An Introduction to Design Science**. 1ª ed. Kista: Springer, 2014.

KOEN, B. V. **Discussion of the method: conducting the engineer's approach to problem solving**. 1ª ed. Nova York: Oxford University Press, 2003.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

NAGLE, T. *et al.* The research method we need or deserve? a literature review of the Design Science Research landscape. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 50, n. 1, p. 358–395, 2022.

PACHO, T. O. Epistemological Analysis of the Tripartite Account of Knowledge as Justified True Belief. **Journal of Education & Social Policy**, v. 12, p. 124–128, 2025.

PEFFERS, K. *et al.* A Design Science Research methodology for information systems research. **Journal of Management Information Systems**, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007.

PRAT, N.; COMYN-WATTIAU, I.; AKOKA, J. A taxonomy of evaluation methods for information systems artifacts. **Journal of Management Information Systems**, Informa UK Limited, v. 32, n. 3, p. 229–267, 2015.

THABANE, L. *et al.* A tutorial on pilot studies: the what, why and how. **BMC Medical Research Methodology**, v. 10, n. 1, p. 1, 2010.

THUAN, N. H.; DRECHSLER, A.; ANTUNES, P. Construction of Design Science Research

questions. **Communications of the Association for Information Systems**, p. 332–363, 2019.

TREMBLAY, M. C.; HEVNER, A. R.; BERNDT, D. J. Focus groups for artifact refinement and evaluation in design research. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 26, 2010.

SHAH, J. J.; KULKARNI, S. V.; VARGAS-HERNANDEZ, N. Evaluation of idea generation methods for conceptual design: Effectiveness metrics and design of experiments. **Journal of Mechanical Design**, v. 122, n. 4, p. 377–384, 2000.

SORDI, J. O. **Elaboração de pesquisa científica: seleção, leitura e redação.** 1^a ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

VAISHNAVI, V. K.; KUECHLER, W. **Design Science Research Methods and Patterns.** 2^a ed. Boca Raton: CRC Press, 2015.

VENABLE, J. R. A framework for Design Science Research activities. *In*: KHOSROW-POUR, M. (ed.). **Emerging Trends and Challenges in Information Technology Management: Proceedings of the 2006 Information Resource Management Association Conference.** Washington, DC: Idea Group Publishing, 2006.

CAPÍTULO 6

DESIGN SCIENCE FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE (DS-AI)

Daisy Cristine Albuquerque da Silva

Eduardo Borba Neves

INTRODUÇÃO

A proposta deste capítulo é detalhar uma abordagem específica do método *Design Science Research* (DSR) aplicável a desenvolvimento de modelos de Inteligência Artificial (IA). O framework *Design Science for Artificial Intelligence* (DS-AI) é uma abordagem estruturada para a condução de pesquisas científicas ou desenvolvimento de modelos que envolvem ferramentas de *Machine Learning* (ML) ou *Large Language Model* (LLM). Para compreender melhor este framework vamos revisar alguns conceitos que fazem parte da sua base: a *Design Science Research* (DSR).

DESIGN SCIENCE RESEARCH (DSR) E DESIGN SCIENCE FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE (DS-AI)

Diferente das ciências tradicionais, que buscam observar e explicar o mundo como ele é (Ciência Natural), a *Design Science Research* foca em como o mundo poderia ser. Ela é a ciência do artificial. Seu objetivo central é a criação de artefatos, que podem ser algoritmos, modelos de *machine learning*, *softwares* ou metodologias, para resolver problemas práticos e complexos.

Na área de IA, a DSR é a metodologia ideal porque ela não se contenta apenas em treinar um modelo; ela exige que esse modelo seja útil, inovador e rigorosamente validado dentro de um contexto real. Para que a criação de um artefato de IA não seja baseada em tentativa e erro, utilizamos o modelo de Peffers *et al.* (2007), conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1. O roteiro de Peffers com 6 etapas para desenvolvimento de pesquisas com Inteligência Artificial.

Conforme ilustrado na Figura 1, o roteiro proposto por Peffers *et al.* (2007), Ele fornece um passo a passo lógico, dividido em seis etapas:

- 1 - Identificação do Problema: É a definição clara do gargalo (ex: a dificuldade em analisar grandes volumes de dados logísticos).
- 2 - Objetivos da Solução: O que esperamos da IA? (ex: reduzir o erro humano em X%).
- 3 - Design e Desenvolvimento: É a fase de mão na massa, onde selecionamos arquiteturas (*Transformers*, ML) e treinamos o modelo.

- 4 - Demonstração: Uma prova de conceito que mostra o modelo funcionando em um cenário específico.
- 5 - Avaliação: A fase crítica onde medimos a performance e a utilidade do modelo.
- 6 - Comunicação: A entrega do conhecimento para a academia e para a instituição.

Enquanto Peffers nos dá o mapa, Alan Hevner (2004) nos dá o equilíbrio. Ele propõe que uma pesquisa de qualidade deve orbitar entre três ciclos simultâneos:

1 - Ciclo de Relevância (*Relevance Cycle*)

Este ciclo conecta a pesquisa ao mundo real. Ele garante que a pesquisa em IA desenvolvida realmente resolva um problema de pessoas ou de instituições. Se a pesquisa não nasce de uma necessidade real, ela perde sua relevância social.

2 - Ciclo de Rigor (*Rigor Cycle*)

Este ciclo conecta a pesquisa ao conhecimento científico. Ele garante que você está usando as melhores técnicas de *machine learning*, as leis vigentes (como a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)) e as teorias mais modernas. É o que separa uma ferramenta comum de uma pesquisa de mestrado/doutorado.

3 - Ciclo de Design (*Design Cycle*)

É o ciclo interno, o coração da pesquisa. É aqui que o pesquisador alterna entre construir o modelo e testá-lo imediatamente, em um processo iterativo de melhoria contínua até chegar ao artefato ideal.

Assim, o *framework* DS-AI une essas duas visões tradicionais e adiciona mais uma camada para a tecnologia atual: o Gerenciamento de Riscos e Governança. Ao aplicar a DS-AI, o pesquisador não apenas desenvolve/manipula uma tecnologia de ponta, mas assegura que ela seja ética, segura contra ataques cibernéticos, explicável e em conformidade com a legislação brasileira. É, portanto, uma metodologia completa para transformar a Inteligência Artificial em uma ferramenta de Estado, segura e eficiente.

ESTRUTURA METODOLÓGICA PARA PESQUISAS EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

A crescente presença da Inteligência Artificial nos diversos setores da sociedade gerou uma demanda, sem precedentes, por pesquisas científicas que explorem suas capacidades. No entanto, a complexidade técnica de modelos como *machine learning*, *deep learning* e *transformers*, aliada aos desafios éticos e legais, cria uma lacuna para o pesquisador: a ausência de um roteiro que equilibre o rigor acadêmico com a eficácia técnica.

O *Framework DS-AI* (*Design Science for Artificial Intelligence*) surge como resposta a essa necessidade, oferecendo uma estrutura metodológica que guia o passo a passo da construção de artefatos de IA, garantindo que o desenvolvimento tecnológico não ocorra de forma isolada, mas integrado a um contexto de utilidade e segurança.

AS FASES DO FRAMEWORK DS-AI

O framework organiza-se de forma cíclica e iterativa, garantindo que cada fase retroalimente a anterior. A Figura 2 ilustra o *Framework DS-AI*.



Figura 2. Framework de Design Science for Artificial Intelligence (DS-AI).

Fase de Relevância (Contextualização)

Inspirada no Ciclo de Relevância de Hevner, esta fase identifica o problema no mundo real. O pesquisador deve delimitar claramente a lacuna operacional ou administrativa. É o momento de responder: 'Qual problema de negócio ou de Estado a IA resolverá?' Esta fase define os requisitos que o artefato deve atender para ser considerado útil.

Fase de Rigor (Base Científica e Legal)

Esta fase estabelece as fundações teóricas e normativas. No campo da IA, o rigor envolve: estado da arte, mapeamento de arquiteturas e algoritmos existentes; e base legal, análise de conformidade prévia, especialmente no que tange à LGPD, garantindo que a coleta de dados seja legítima desde o início.

Fase de Design (Desenvolvimento Técnico)

Aqui ocorre a construção do artefato (modelo de IA). Esta fase engloba o ciclo de vida do dado: pré-processamento, limpeza, normalização e anonimização; e treinamento, seleção de modelos (ex: *fine-tuning de transformers*) e experimentação controlada.

Fase de Análise e Gerenciamento de Riscos

Diferencial central deste framework, esta fase avalia as vulnerabilidades da IA em quatro eixos: dados e privacidade, riscos de vazamento ou reidentificação; performance e confiabilidade, monitoramento de alucinações e erros de predição; segurança cibernética, proteção contra manipulações adversárias; ética e governança, garantia de que o modelo seja explicável e não discriminatório.

Fase de Avaliação (Rigor de Resultados)

Fase dedicada à aferição científica do artefato. Não se limita a métricas técnicas como Acurácia ou F1-Score; inclui a avaliação de utilidade (o modelo realmente resolve o problema da fase I?) e a explicabilidade (conseguimos entender a lógica da decisão?).

Fase de Comunicação

O encerramento do ciclo foca na transparência. O pesquisador deve comunicar os resultados através de publicações acadêmicas e documentação técnica, como *model cards* (que descrevem as limitações da IA) e relatórios de impacto algorítmico, facilitando a adoção institucional da solução desenvolvida.

O objetivo primordial do DS-AI é fornecer um guia prático e normativo para pesquisadores que buscam desenvolver soluções baseadas em IA, com validade científica. A adoção do guia DS-AI em programas de pesquisa científica justifica-se pela necessidade de alinhar a produção acadêmica às exigências de transparência e prestação de contas (*accountability*) da tecnologia moderna. Ao utilizar uma base fundamentada na Design Science Research (DSR), o pesquisador demonstra que sua inovação possui um propósito social claro (relevância) e está ancorada nas melhores práticas globais (*rigor*), o que é fundamental para a aceitação de teses e dissertações em conselhos de ética e bancas examinadoras de alto nível.

FASE I – RELEVÂNCIA (CONTEXTUALIZAÇÃO)

A primeira etapa do *framework* DS-AI é a Fase da Relevância. Como o próprio nome sugere, seu propósito é garantir que a pesquisa não seja um exercício puramente teórico ou técnico, mas que esteja ancorada em uma necessidade concreta do mundo real. Na Design Science Research (DSR), a relevância é o que diferencia uma inovação útil de uma curiosidade acadêmica.

O objetivo central desta fase é realizar o enquadramento do problema. Antes de se discutir qual algoritmo utilizar ou como treinar o modelo, o pesquisador deve mergulhar no ambiente onde a solução será aplicada.

Os objetivos específicos incluem:

- Identificar a Lacuna (*Gap*): Detectar uma ineficiência, um custo elevado, um erro recorrente ou um processo que não pode mais ser realizado por humanos devido ao volume de dados.
- Definir os Requisitos do Usuário: Compreender o que os *stakeholders* (gestores, oficiais, cidadãos) esperam da solução.
- Estabelecer Critérios de Sucesso: Definir, antes do desenvolvimento, o que será considerado um modelo bem-sucedido (ex: reduzir o tempo de triagem em 50%).

Para ilustrar como a Fase de Relevância orienta a pesquisa, vejamos dois cenários distintos:

Exemplo A: Logística Militar

- Contexto: Um determinado Exército gerencia milhares de ativos (viaturas, armamentos, fardamento). Atualmente, a previsão de manutenção é feita por planilhas manuais baseadas em tempo de uso, gerando desperdício de peças ou quebras imprevistas.
- Problema Relevante: Ineficiência na manutenção preditiva de ativos críticos.
- Necessidade de IA: Um modelo de Machine Learning que analise o histórico de falhas e sensores para prever quebras antes que ocorram.
- Valor Gerado: Economia de recursos públicos e aumento da prontidão operacional.

Exemplo B: Políticas Públicas

- Contexto: Um determinado Tribunal recebe milhares de petições diariamente sobre um mesmo tema (ex: pedidos de medicamentos). Juízes levam semanas para agrupar casos similares.
- Problema Relevante: Morosidade na classificação de demandas repetitivas.
- Necessidade de IA: Uso de processamento de linguagem natural (NLP) com *Transformers* para agrupar processos idênticos automaticamente.
- Valor Gerado: Aceleração da prestação jurisdicional e equidade nas decisões.

Recursos metodológicos utilizados nesta fase

Para documentar esta fase em sua pesquisa, o pesquisador deve realizar as seguintes ações:

- 1 - Entrevistas ou Observação: Conversar com os operadores do processo atual.
- 2 - Análise Documental: Ler manuais, portarias ou regulamentos que regem a atividade.

3 - Mapeamento do Processo Atual: Desenhar como o problema é resolvido hoje (o *As-Is*) para identificar onde a IA entrará como diferencial (o *To-Be*).

Em resumo, esta fase fornece ao pesquisador a missão da sua pesquisa. Sem uma Fase de Relevância bem executada, corre-se o risco de construir uma ferramenta tecnicamente perfeita, mas que ninguém usará por não resolver o problema certo.

FASE II – RIGOR (BASE CIENTÍFICA E LEGAL)

Se a Fase de Relevância nos diz o que resolver, a Fase do Rigor define sob quais fundamentos iremos construir a solução. No *framework* DS-AI, o rigor não se limita à revisão bibliográfica tradicional; ele é expandido para incluir a segurança jurídica, essencial em pesquisas que utilizam dados e algoritmos de decisão.

O objetivo desta fase é ancorar a pesquisa na base de conhecimento existente, garantindo que o artefato de IA seja desenvolvido com excelência técnica e conformidade normativa. Os pilares desta fase são:

- Fundamentação Teórica: Identificar as teorias e modelos que explicam o problema.
- Estado da Arte: Mapear as tecnologias de IA mais avançadas e eficazes para o problema em questão.
- Conformidade Normativa: Estabelecer as balizas legais que limitam e orientam o desenvolvimento (Ex: LGPD, Marco Legal da IA).

Rigor Técnico

Em *machine learning*, o rigor técnico exige que o pesquisador não apenas use um modelo, mas compreenda sua mecânica. Isso envolve a seleção de baselines, identificar métodos simples (como uma regressão logística) para comparar com a IA complexa. se o modelo simples resolver, o rigor científico exige honestidade intelectual sobre a necessidade da IA; e métricas de referência: pesquisar na literatura quais métricas (*F1-score*, área sob a curva característica de operação do receptor (AUC-ROC), ou o erro quadrático médio (MSE)) são padrão para o tipo de problema escolhido.

Rigor Legal: IA em Conformidade (*Compliance*)

Um diferencial do *framework* DS-AI é tratar a legislação não como um obstáculo, mas como parte do rigor científico. Para uma pesquisa científica aplicada, a base legal é o que garante que o artefato poderá ser implementado.

O pesquisador deve fundamentar o tratamento de dados no Art. 7º, inciso IV da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), que permite o tratamento para fins de pesquisa por órgãos de pesquisa, garantindo, sempre que possível, a anonimização.

O Projeto de Lei 2338/2023 (Marco Legal da IA), mesmo sendo uma legislação em consolidação, recomenda que o pesquisador deve utilizar seus princípios (transparência, não discriminação e supervisão humana) como base de rigor para o design do modelo .

Exemplo A: IA para Análise de Contratos

- Rigor Técnico: O pesquisador estuda a arquitetura Transformer (ex: BERT-PT) por ser o estado da arte para processamento de linguagem natural em português.
- Rigor Legal: Baseia-se nas normas de licitações e contratos e nas diretrizes de sigilo de informações, definindo o que pode ou não ser processado pela IA.

Exemplo B: Modelo Preditivo de Saúde

- Rigor Técnico: uso de redes neurais recorrentes (RNN) para análise de séries temporais de dados de saúde.
- Rigor Legal: Aplicação rigorosa da LGPD sobre dados sensíveis (saúde), prevendo técnicas de criptografia e acesso restrito.

O Framework DS-AI sustenta que uma IA rigorosa é aquela que funciona de acordo com os melhores padrões da computação, respeita o ordenamento jurídico vigente, e protege o indivíduo e a instituição contra decisões arbitrárias. Sem a observância do Ciclo de Rigor, a pesquisa corre o risco de ser tecnicamente obsoleta ou juridicamente nula.

FASE III – DESIGN (DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO)

A Fase de Design é o coração técnico do *framework* DS-AI. É o momento em que as necessidades identificadas na relevância e os fundamentos estabelecidos no rigor convergem para a criação do artefato: o modelo de Inteligência Artificial. Nesta fase, adotamos uma abordagem baseada no ciclo de vida do *machine learning*, garantindo que o desenvolvimento seja rastreável e científico.

O objetivo principal desta fase é transformar dados brutos e teorias em um modelo funcional. Não se trata apenas de treinar um algoritmo, mas de desenhar um sistema que seja robusto, eficiente e adequado ao hardware e ao contexto operacional disponível (especialmente importante em ambientes militares ou governamentais).

Para garantir o rigor da *Design Science*, o desenvolvimento técnico é dividido em quatro etapas fundamentais, que devem ser descritas detalhadamente no capítulo de métodos da pesquisa:

Preparação e Governança de Dados (*Data Engineering*)

O modelo é tão bom quanto os dados que o alimentam. Para tanto, realizamos as seguintes ações: coleta de dados, Identificação das fontes de dados (bases de dados, diários oficiais, etc.); limpeza e tratamento dos dados, remoção de ruídos, tratamento de valores ausentes e normalização; e anonimização dos registros, aplicação prática dos requisitos legais da Fase II, removendo identificadores pessoais para garantir a privacidade.

Escolha da Arquitetura (*Model Selection*)

Aqui, o pesquisador decide qual ferramenta é mais adequada baseando-se na complexidade vs. Necessidade, isto é, se o problema é simples, usa-se machine learning clássico (*Random Forest*, *Support Vector Machine* (SVM)). Se envolve linguagem complexa, opta-se por Transformers (*Bidirectional Encoder Representations from Transformers* (BERT), Generative Pre-trained Transformer (GPT), *Large Language Model Meta AI* (Llama)).

Dado a grande variedade e disponibilidades de modelos já desenvolvidos, é comum utilizar modelos pré-treinados de *machine learning* ou LLM e realizar o *fine-tuning* (ajuste fino) para o domínio específico (ex: linguagem militar brasileira).

Treinamento e Experimentação

Esta é a fase experimental propriamente dita. Neste tópico devem ser detalhados a estrutura de *hardware*, *software* utilizados no treinamento / desenvolvimento do modelo. Além disso, deve-se detalhar as escolhas dos hiperparâmetros de treinamento (taxa de aprendizado, número de épocas, tamanho do lote, etc...). O pesquisador registra esses dados para cada versão do modelo. É essencial anotar o que funcionou e o que falhou para garantir a reprodutibilidade científica. Nesta etapa também é importante o registro das métricas alcançadas no treinamento do modelo (F1-score, AUC-ROC, MSE), de acordo com as melhores práticas observadas na literatura para o tipo de problema estudado.

Prova de Conceito (PoC) e Demonstração

O modelo treinado é colocado à prova em um cenário controlado que simula a realidade. Conforme Peffers *et al.* (2007), esta etapa mostra que o artefato é capaz de resolver instâncias do problema real identificado no início da pesquisa.

Diferente de um processo linear, o Design na DS-AI é cíclico. Ao avaliar os resultados preliminares, o pesquisador frequentemente precisa retornar à etapa de preparação de dados para corrigir vieses ou ajustar a arquitetura do modelo.

Exemplo simplificado de design para um modelo classificador de documentos.

1 - Preparação e Governança de Dados (Data Engineering)

Coleta e Limpeza: Extração de 10.000 documentos administrativos (PDF/DOCX) de repositórios oficiais. Realizada a remoção de ruídos (*stop-words*, caracteres especiais) e normalização de texto para minúsculas. Anonimização: Implementação de uma camada de NER (*Named Entity Recognition*) para identificar e mascarar automaticamente nomes próprios e CPFs, garantindo conformidade com a LGPD e os requisitos de privacidade da Fase II. Divisão do Dataset: Os dados foram segmentados em 80% para treino, 10% para validação e 10% para teste final, garantindo a lisura do processo experimental.

2 - Escolha da Arquitetura (Model Selection)

Modelo Base: Utilização do BERTimbau (Base), um modelo Transformer pré-treinado em português, devido à sua superioridade no processamento

de linguagem natural e compreensão de contexto semântico em documentos técnicos. Ajuste Fino (Fine-tuning): Adição de uma camada densa de classificação (Softmax) no topo da arquitetura original para mapear os embeddings para as categorias específicas do domínio militar brasileiro.

3 - Treinamento e Experimentação

Infraestrutura: O treinamento foi realizado em um servidor com GPU NVIDIA A100 (40GB), utilizando o *framework PyTorch* e a biblioteca *Hugging Face*. Hiperparâmetros Registrados: Taxa de Aprendizado (Learning Rate): 2×10^{-5} , Tamanho do Lote (*Batch Size*): 32, Épocas: 4 (com técnica de *Early Stopping* para evitar *overfitting*). Métricas de Desempenho: O modelo será avaliado pelo F1-Score e pela AUC-ROC.

4 - Prova de Conceito (PoC) e Demonstração

Cenário de Teste: Simulação em ambiente de intranet controlado. O modelo processou um lote de 500 novos documentos inéditos. Resultado: Organização automática em pastas virtuais com 95% de precisão. O tempo de resposta foi inferior a 200ms por documento, validando a eficiência técnica necessária para o contexto operacional militar identificado na fase de Relevância.

FASE IV – ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCOS

No *framework* DS-AI, a análise de risco deixa de ser um tópico periférico para se tornar o pilar de sustentação da segurança jurídica e operacional do artefato. Em ambientes complexos, onde a precisão e a responsabilidade são mandatórias, desenvolver uma pesquisa na área de IA sem um mapeamento rigoroso de suas vulnerabilidades é um risco estratégico.

O objetivo desta fase é antecipar cenários de falha, danos ou violações de direitos antes da implementação, onde o modelo de *machine learning* pode falhar, causar danos ou violar direitos. Ao contrário da engenharia de software tradicional, o comportamento da IA é probabilístico, o que exige uma abordagem proativa para garantir que o modelo seja não apenas eficiente, mas seguro e ético. Em vez de focar apenas no que o modelo acerta, focamos no que ele pode errar e como mitigar essas falhas antes da implementação.

PRINCIPAIS RISCOS A SEREM GERENCIADOS

Privacidade (Conformidade com a LGPD): A base de toda IA são os dados. Contudo, o uso de informações institucionais exige rigorosa conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados.

Vazamento de Informação: Existe o risco de modelos de linguagem (*Transformers*) decorarem sequências de dados sensíveis ou classificados durante o treinamento e acabarem expondo-os em suas respostas (*data leakage*).

Qualidade e Viés: Se os dados históricos contiverem preconceitos ou desequilíbrios, a IA irá automatizar e perpetuar esses erros, tratando o viés como uma regra estatística válida.

Alucinação Algorítmica: Em sistemas baseados em *Transformers*, o modelo pode gerar informações factualmente falsas com uma aparência de verdade absoluta. Isso é especialmente crítico em contextos onde a desinformação pode levar a decisões operacionais equivocadas.

Degradação do Modelo: Conhecido como *Model Drift*, é o risco de a IA perder precisão ao longo do tempo conforme o contexto operacional muda (ex: novas normas ou mudanças na doutrina), tornando o modelo obsoleto.

Ataques Adversários: Refere-se ao risco de manipulação maliciosa da entrada de dados para enganar a IA. Um atacante pode alterar sutilmente uma única palavra em um documento ou um pixel em uma imagem para forçar uma classificação errada pelo modelo, sem que um humano perceba a alteração.

Opacidade (Caixa-Preta): O risco de não conseguirmos explicar tecnicamente o porquê de uma decisão tomada pela IA. Essa falta de rastreabilidade fere o princípio da transparência administrativa, fundamental para a prestação de contas no serviço público.

The National Institute of Standards and Technology (NIST) - AI Risk Management Framework (AI RMF 1.0)

O NIST *AI Risk Management Framework* (AI RMF 1.0), publicado pelo National Institute of Standards and Technology dos EUA é, em 2026, o padrão ouro global para a governança de Inteligência Artificial. Ele foi desenhado para ser adaptável, o que o torna alinhado ao *framework* DS-AI.

Para a Matriz de Risco DS-AI, fundamentamos nossa análise nos quatro pilares (funções) do NIST: Governar, Mapear, Medir e Gerenciar. Para o pesquisador que utiliza este guia, a aplicação segue as funções do NIST de forma cíclica. O NIST propõe que a gestão de riscos em IA não é apenas evitar erros, mas garantir

que o sistema seja confiável. Um sistema confiável, segundo o NIST e adotado pela DS-AI, deve ser:

- 1 - Válido e Confiável: Faz o que se propõe a fazer consistentemente.
- 2 - Seguro: Protegido contra ataques e danos.
- 3 - Resiliente: Capaz de suportar mudanças no ambiente.
- 4 - Transparente e Explicável: Permite entender sua lógica.
- 5 - Privado: Respeita as leis de proteção de dados (LGPD).
- 6 - Justo: Gerencia ativamente o viés nocivo.

A Tabela 1 apresenta a Matriz de Risco do *framework* DS-AI. Esta matriz utiliza a função Mapear do NIST para identificar os riscos e a função Gerenciar para definir as respostas.

Tabela 1. Matriz de Gestão de Riscos Operacionais e Éticos baseada no *National Institute of Standards and Technology - AI Risk Management Framework 1.0*

Atributo NIST	Evento de Risco	Impacto	Probabilidade	Criticidade (PxI)	Medida de Mitigação (Função Gerenciar)
Privacidade	Vazamento de Informação: Risco de o modelo expor dados sensíveis ou classificados decorados no treino.	Crítico	Baixa	Média	Implementação de técnicas de anonimização (Masking) e filtros de saída para bloquear dados sensíveis.
Justiça	Qualidade e Viés: Perpetuação de preconceitos históricos contidos nos dados de treinamento.	Alto	Média	Alta	Auditoria estatística do dataset e balanceamento manual de classes para garantir equidade nas decisões.
Confiabilidade	Alucinação Algorítmica: Geração de fatos falsos com aparência de verdade (ex: citar portarias inexistentes).	Crítico	Alta	Alta	Uso de arquitetura RAG (âncora em manuais oficiais) e validação humana obrigatória (Human-in-the-loop).

(continua)

(conclusão)

Tabela 1. Matriz de Gestão de Riscos Operacionais e Éticos baseada no *National Institute of Standards and Technology - AI Risk Management Framework 1.0*

Atributo NIST	Evento de Risco	Impacto	Probabilidade	Criticidade (Pxl)	Medida de Mitigação (Função Gerenciar)
Resiliência	Degradação do Modelo: Perda de precisão conforme o contexto operacional ou doutrinário muda (Data Drift).	Médio	Média	Média	Estabelecimento de monitoramento de performance e plano de retreinamento periódico do modelo.
Segurança	Ataques Adversários: Manipulação maliciosa de entradas para forçar erros de classificação propositais na IA.	Alto	Baixa	Média	Realização de testes de estresse (Red Teaming) e sanitização rigorosa de todos os inputs do sistema.
Transparência	Opacidade (Caixa-Preta): Impossibilidade de explicar juridicamente o porquê de uma decisão tomada pela IA.	Alto	Alta	Alta	Utilização de modelos interpretáveis ou ferramentas de explicabilidade (SHAP/LIME) para auditar decisões.

Exemplo

Para que você possa visualizar a aplicação prática do *framework* DS-AI fundamentado no NIST AI RMF, a Tabela 2 apresenta um exemplo de Matriz de Risco estruturada para um cenário de pesquisa em ambiente complexo. Esta matriz quantifica a probabilidade e o impacto por meio de uma escala tipo Likert e utiliza a lógica de impacto x probabilidade para definir a prioridade de ação.

Tabela 2. Exemplo de matriz de Gestão de Riscos Operacionais e Éticos baseada no Baseada no *National Institute of Standards and Technology - AI Risk Management Framework 1.0*

ID	Categoria NIST	Evento de Risco	Probabilidade (1-5)	Impacto (1-5)	Criticidade (Pxl)	Ação de Mitigação (Função Gerenciar)
R1	Privacidade	Reidentificação de dados sensíveis de militares em modelos de linguagem.	2	5	10 (Média)	Aplicação de anonimização por NER (Named Entity Recognition) e máscaras de dados.
R2	Confiabilidade	Alucinação do modelo ao citar regulamentos ou portarias inexistentes.	4	4	16 (Alta)	Uso de arquitetura RAG (âncora em manuais oficiais) e conferência humana obrigatória.
R3	Justiça	Viés algorítmico que prejudica promoções de determinadas Armas/Quadros.	3	5	15 (Alta)	Auditoria estatística do dataset e balanceamento sintético de classes.
R4	Segurança	Ataque de Injeção de Prompt para forçar a IA a revelar dados sigilosos.	2	4	8 (Média)	Filtros de entrada (Input Sanitization) e monitoramento de anomalias em tempo real.
R5	Transparência	Opacidade (Caixa-Preta) em decisões administrativas complexas.	4	4	16 (Alta)	Utilização de ferramentas de explicabilidade (SHAP/LIME) para justificar cada predição.
R6	Resiliência	Perda de precisão (Data Drift) devido a mudanças na doutrina militar anual.	3	3	9 (Média)	Estabelecimento de protocolo de retreinamento semestral do modelo.

A utilização das funções Mapear e Gerenciar do NIST AI RMF na estruturação da Matriz de Risco DS-AI garante que o artefato desenvolvido não seja apenas tecnicamente funcional, mas institucionalmente seguro.

A função Mapear é o alicerce. Ela serve para entender as interdependências entre o sistema de IA, seus usuários e as leis. Na tabela, foi utilizado o Mapear para:

- Identificar Riscos (R1 a R6): olhando para o modelo (ex: um *Transformer* para análise de processos) e perguntando: ‘Onde ele pode falhar juridicamente ou operacionalmente?’.
- Análise de Impacto: No NIST, mapear significa entender quem é afetado. Se a IA errar uma promoção (R3), o impacto é o moral da tropa e a segurança jurídica.
- Classificação de Criticidade: Ao atribuir notas de 1 a 5 para Probabilidade e Impacto, você está realizando o mapeamento de prioridades.
- Uma vez que o risco foi mapeado, ele não pode ficar sem resposta. A função Gerenciar é onde o pesquisador atua como um engenheiro de segurança. Ela foca em:
 - Tratamento do Risco: Para cada ID (R1 a R6) da tabela, está definido uma ação. Se o risco mapeado foi a Alucinação (R2), a ação de gerenciamento foi o RAG (âncora em manuais).
 - Alocação de Recursos: Momento em que se decide onde gastar mais energia. Riscos com criticidade alta (zona vermelha da matriz) recebem as medidas de gerenciamento mais robustas (ex: supervisão humana obrigatória).
 - Mitigação Prática: É a implementação das travas de segurança descritas na última coluna da tabela.

Ao unir essas duas funções, é possível provar que a pesquisa possui Governança. Isso significa que a IA não é uma Caixa-Preta: ao mapear suas entranhas, saberá onde estão as fraquezas. Houve responsabilidade (*Accountability*) ao assumir o controle das falhas possíveis, oferecerá soluções (Gerenciamento) em vez de ignorar os erros. E há segurança jurídica, pois a tecnologia está subordinada à norma e ao controle do pesquisador.

Em resumo, para documentar esta fase, o pesquisador deve elaborar uma matriz que classifique os riscos por impacto e probabilidade. Ao finalizar esta etapa, o pesquisador entrega um Relatório de Impacto Algorítmico. Isso garante que a autoridade que irá decidir sobre o emprego da IA tenha plena consciência das limitações da ferramenta, atendendo aos princípios de responsabilidade e supervisão humana exigidos pelo Marco Legal da IA.

FASE V – AVALIAÇÃO (FUNÇÃO MEDIR - *MEASURE*)

A Fase de Avaliação é o momento da verdade no *framework* DS-AI. Após projetar e mitigar os riscos do artefato, o pesquisador deve provar, por meio de evidências empíricas, que a solução desenvolvida é eficaz, segura e superior aos métodos anteriores. No contexto do NIST AI RMF, esta fase corresponde à função Medir (*Measure*).

O objetivo principal é validar o artefato sob duas perspectivas: a técnica (ele funciona com precisão?) e a sociotécnica (ele é útil e ético dentro da organização?). Conforme a DSR (Peffers *et al.*, 2007), o pesquisador pode utilizar diferentes métodos para avaliar seu artefato: Experimento Controlado, Estudo de Caso, Avaliação por Especialistas (Painel de Peritos), entre outros. Para o pesquisador, medir significa coletar dados que respondam às seguintes perguntas:

- 1 - O modelo atingiu os objetivos estabelecidos na Fase de Relevância?
- 2 - As medidas de mitigação de risco (Fase VI) foram eficazes?
- 3 - O modelo é explicável o suficiente para ser auditado por uma autoridade humana?

Segundo o NIST, a medição deve ser quantitativa e qualitativa. Na DS-AI, estruturamos esta fase em três pilares de métricas:

Métricas de Desempenho Técnico (Eficácia)

- São as métricas clássicas de *machine learning* que comprovam o rigor matemático:
- Acurácia e F1-Score: Para modelos de classificação.
- Erro Quadrático Médio (MSE): Para modelos de predição/regressão.
- Perplexidade e *Bilingual Evaluation Understudy* (BLEU): Para modelos de linguagem (*Transformers*).

Métricas de Confiança e Segurança (Rigor de Risco)

Aqui medimos se o gerenciamento de riscos funcionou:

- Taxa de Alucinação: Testar o modelo com perguntas armadilha para ver se ele inventa informações.

- **Análise de Viés (*Fairness Metrics*):** Verificar se o erro do modelo é distribuído de forma igualitária entre diferentes grupos.
- **Robustez Adversária:** Testar como o modelo se comporta diante de entradas ruidosas ou manipuladas.

Métricas de Utilidade e Explicabilidade (Valor Operacional)

- **Redução de Carga de Trabalho:** Comparar o tempo gasto na tarefa com e sem o auxílio da IA.
- **Índice de Explicabilidade (XAI, *Explainable AI*):** Utilizar métodos como SHAP (*Shapley Additive Explanations*) para visualizar quais variáveis foram determinantes para a decisão da IA.

Exemplo

Suponha que seu artefato seja um classificador de pareceres jurídicos. A avaliação seria documentada assim:

- **Medição Técnica:** O modelo atingiu um F1-Score de 0,92, superando o baseline de palavras-chave (0,75).
- **Medição de Risco:** Após a implementação do *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) (na Fase de Risco), a taxa de citações de leis inexistentes caiu de 15% para 0,5%.
- **Medição de Utilidade:** Em um teste com 10 oficiais, a triagem de 100 processos passou de 5 horas para 15 minutos, com supervisão humana final.

Nesta etapa o pesquisador não apenas diz que o modelo é bom, mas prova sua validade por meio da função medir. Isso encerra o ciclo de rigor científico e prepara o terreno para a última fase do *framework*.

FASE VI – COMUNICAÇÃO

A Fase de Comunicação encerra o ciclo do *framework* DS-AI. Na DS-AI, o conhecimento só é plenamente realizado quando é compartilhado de forma que outros possam aprender, replicar ou implementar a solução. Para a pesquisa, esta fase é o momento de transformar o artefato técnico em um legado institucional. Essa etapa comporia principalmente os capítulos de Resultados, Discussão e

Conclusão de um trabalho acadêmico. Pode-se também fazer a comunicação do seu modelo por meio de Artigo Científico.

O objetivo central não é apenas escrever a tese, mas traduzir a complexidade da IA para diferentes públicos:

Para a Academia: Demonstrar a contribuição teórica e a inovação algorítmica.

Para a Instituição: Entregar um manual de emprego, diretrizes de governança e a prova de valor operacional.

Para a Sociedade: Garantir a transparência e a prestação de contas (*accountability*) sobre o uso de algoritmos públicos.

No *framework* DS-AI, a comunicação deve ir além do texto acadêmico, utilizando ferramentas padrão da indústria de IA para garantir a transparência, como por exemplo:

1. Model Cards (Cartões de Modelo)

Inspirado no trabalho de Mitchell *et al.* (2019), o *Model Card* é um documento de uma página que resume as informações essenciais do modelo:

Uso pretendido: Para que o modelo foi feito (e para o que não deve ser usado).

Fatores de treinamento: Quais dados foram usados e como foram anonimizados.

Limitações: Onde o modelo pode falhar (baseado na Matriz de Risco da Fase IV).

Métricas de Avaliação: Resultados finais de acurácia e ética (da Fase V).

2. Relatório de Impacto Algorítmico

Fundamental para a conformidade com o Marco Legal da IA (PL 2338/2023). Este relatório descreve as medidas de mitigação de risco e os procedimentos de supervisão humana adotados, servindo como uma salvaguarda jurídica para a autoridade que decidirá pela implementação do sistema.

3. Publicação do Código-Fonte e do *Dataset*

A ciência exige que outros possam chegar aos mesmos resultados. Pode-se realizar a disponibilização do Código-Fonte e do Dataset (conforme a técnica de *Datasheets for Datasets*) em repositórios controlados (como um *Git* institucional).

CONCLUSÃO

O *framework* DS-AI consolida-se como uma resposta necessária à complexidade inerente ao desenvolvimento de Inteligência Artificial em contextos de alta responsabilidade. Ao integrar os ciclos de Relevância, Rigor e Design aos modernos preceitos de Governança e Gerenciamento de Riscos fundamentados em padrões globais como o NIST AI RMF 1.0. A metodologia assegura que o artefato gerado não seja apenas uma inovação técnica isolada. Pelo contrário, o processo garante que o modelo de IA nasça de uma necessidade real, sustente-se sobre bases jurídicas e científicas sólidas e opere dentro de limites éticos e operacionais rigorosamente mapeados.

Ademais, a transição de uma abordagem puramente experimental para uma estrutura metodológica formal permite que o pesquisador supere o paradigma da “caixa-preta”. Através das fases de Análise de Riscos e Avaliação (medir), o *framework* fornece as ferramentas para que a precisão técnica caminhe lado a lado com a explicabilidade e a segurança cibernética. Isso é particularmente crítico em instituições de Estado, como as Forças Armadas ou o Judiciário, onde a confiabilidade das decisões automatizadas e a proteção de dados sensíveis são requisitos mandatórios para a legitimidade do uso da tecnologia.

Por fim, a fase de Comunicação encerra o ciclo transformando o esforço técnico em patrimônio intelectual e institucional. A utilização de instrumentos como *Model Cards* e Relatórios de Impacto Algorítmico não apenas atende às futuras exigências do Marco Legal da IA no Brasil, mas também eleva o padrão de transparência e reprodutibilidade da pesquisa acadêmica. Assim, o DS-AI estabelece um roteiro seguro para que pesquisadores possam navegar nas fronteiras da Inteligência Artificial, entregando soluções que são, simultaneamente, cientificamente rigorosas e institucionalmente transformadoras.

SOBRE OS AUTORES

Daisy Cristine Albuquerque da Silva, Mestre em Sistemas e Computação.
Professora do Curso de Mestrado Profissional em Ciências Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército (EsAO), Rio de Janeiro, Brasil.
E-mail: profadaisyalbuquerque@gmail.com

Eduardo Borba Neves, Doutor em Engenharia Biomédica.
Coordenador do Curso de Mestrado Profissional em Ciências Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército (EsAO), Rio de Janeiro, Brasil.
E-mail: neveseb@gmail.com

COMO CITAR ESTE CAPÍTULO

SILVA, D. C. A. da; NEVES, E. B. Design Science for Artificial Intelligence (DS-AI). *In*: NEVES, E. B.; POCHMANN, P. G. C.; SCHMIDT, R. P. B. (org.). **Abordagens Metodológicas em Ciências Militares**. Rio de Janeiro: Traço Leal Comunicação, 2026. p. 121-143.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília, DF: Presidência da República, 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm.

BRASIL. Congresso Nacional. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 2338, de 2023**. Dispõe sobre o uso da Inteligência Artificial no Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 2023. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/157233>.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Portaria – CEx nº 1.704, de 23 de março de 2022**. Aprova as Diretrizes Estratégicas para o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército. Brasília, DF: Secretaria-Geral do Exército, 2022.

HEVNER, A. R. *et al.* Design science in information systems research. **MIS Quarterly**, p. 75-105, 2004.

MITCHELL, M. *et al.* **Model Cards for Model Reporting**. In: ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAT), 2019, Atlanta. Proceedings... New York: ACM, 2019. p. 220-229. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3287560.3287596>.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST). **AI Risk Management Framework (AI RMF 1.0)**. Gaithersburg: NIST, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1>.

PEFFERS, K. *et al.* A design science research methodology for information systems research. **Journal of Management Information Systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

CAPÍTULO 7

MÉTODOS EM ESTUDOS QUANTITATIVOS

Eduardo Borba Neves

INTRODUÇÃO

Estudos quantitativos referem-se à abordagem metodológica que busca mensurar fenômenos por meio de dados numéricos e estatísticos, com o objetivo de quantificar padrões, testar hipóteses e estabelecer relações entre variáveis (Creswell, 2010; Sampieri *et al.*, 2013). Essa abordagem prioriza a objetividade, replicabilidade e generalização dos resultados, utilizando instrumentos padronizados e análises estatísticas rigorosas (Gil, 2008; Günther, 2006).

A aplicação de métodos quantitativos nas ciências militares é crucial para diversas áreas operacionais, fundamentando-se frequentemente na pesquisa operacional. No planejamento estratégico, modelos matemáticos permitem simulações de cenários, avaliação de recursos e definição de contingências (Washburn; Kress, 2009). Na logística, abordagens baseadas em algoritmos, como otimização de rotas ou previsão de demanda, aumentam a eficiência na mobilização de suprimentos (Hillier; Lieberman, 2013). Já no campo da saúde militar, estudos epidemiológicos quantificam riscos, prevalências e determinam intervenções preventivas eficazes em contextos como surtos ou condições ocupacionais (Neves, 2008).

ESTRUTURA GERAL DO CAPÍTULO DE METODOLOGIA DE UM ESTUDO QUANTITATIVO

A estrutura metodológica constitui o eixo central de sustentação de um estudo quantitativo, conferindo-lhe rigor científico, consistência lógica e transparência nos procedimentos. Este tópico tem como propósito explicitar, de forma detalhada e sistemática, as etapas que compõem a descrição dos métodos utilizados em uma pesquisa, permitindo a replicabilidade do estudo e a validação dos resultados obtidos. Serão apresentados os fundamentos teóricos que orientam a escolha do método quantitativo, o delineamento adotado, a caracterização da amostra,

os instrumentos de coleta de dados, bem como os procedimentos estatísticos aplicados à análise das informações, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1. Estrutura geral do delineamento metodológico de estudos quantitativos.

Ao descrever minuciosamente os elementos apresentados na Figura 1, busca-se assegurar a reprodutibilidade do estudo. Assim, este capítulo não apenas expõe o caminho metodológico percorrido, mas também sustenta a credibilidade científica da investigação e sua contribuição para o avanço do conhecimento na área de estudo abordada.

TIPO E DELINEAMENTO DA PESQUISA

Dada a grande variedade de classificações e subclassificações presentes na literatura, neste capítulo, optamos por dividir os estudos quantitativos em dois tipos: **estudos observacionais** (nos quais o pesquisador não intervém diretamente) e **estudos experimentais** (caracterizados pela manipulação intencional de uma variável).

Aprofundar-se no tipo e delineamento da pesquisa é essencial para a condução de estudos quantitativos rigorosos e coerentes. O domínio desse conteúdo permite ao pesquisador compreender as potencialidades e limitações de cada delineamento quantitativo e avaliar de que forma cada um influencia a coleta, o tratamento e a interpretação dos dados numéricos. Esse conhecimento é indispensável para selecionar o delineamento que melhor se ajusta ao objetivo

geral da pesquisa, assegurando a validade interna e externa dos resultados. Além disso, o aprofundamento nessa temática contribui para o desenvolvimento de uma postura crítica e analítica diante da literatura científica, fortalecendo a capacidade do pesquisador de planejar e executar investigações quantitativas com precisão metodológica e credibilidade científica.

No próprio estudo sobre o tipo e delineamento da pesquisa, serão também discutidos outros subtópicos metodológicos diretamente relacionados a essa escolha, como a definição da população e da amostra, os critérios de seleção dos participantes, os instrumentos de mensuração, as variáveis de interesse e os procedimentos de coleta e análise dos dados. Assim, compreender o delineamento não apenas orienta a escolha da estrutura geral da investigação, mas também serve como eixo integrador de todas as etapas metodológicas, garantindo coerência, consistência e qualidade científica ao estudo quantitativo.

ESTUDOS OBSERVACIONAIS

Os estudos observacionais consistem em investigações nas quais o pesquisador não intervém diretamente sobre as variáveis de interesse, limitando-se a observar e registrar os fenômenos em condições naturais (Mineo, 2005; Zangirolami-Raimundo *et al.*, 2018). Esses estudos são úteis para investigar associações em situações em que a manipulação seria impraticável ou antiética, ou quando o efeito/condição já ocorreu e não pode ser aleatorizado (Mineo, 2005; Lima-Costa; Barreto, 2003).

Em contextos militares, os estudos observacionais são relevantes, por exemplo, para a análise de desempenho de tropas, comportamentos em campo e padrões de consumo de recursos em operações logísticas, possibilitando identificar associações entre fatores e desfechos sem alterar as condições reais. Os estudos observacionais englobam os seguintes delineamentos: **coorte**, **caso-controle** e **transversal** (Lima-Costa; Barreto, 2003; Zangirolami-Raimundo *et al.*, 2018).

Estudo de coorte

O estudo de coorte consiste em acompanhar, ao longo do tempo, grupos de indivíduos expostos e não expostos a determinado fator, observando-se a ocorrência subsequente de desfechos. Esse delineamento permite estimar incidência, riscos relativos e a relação temporal entre exposição e efeito, sendo adequado para investigar causas e prognósticos de doenças. (Lima-Costa; Barreto, 2003).

Estudo de caso-controle

O estudo de caso-controle parte da identificação de indivíduos que já apresentam determinado desfecho (casos) e os compara com indivíduos que não apresentam esse desfecho (controles), buscando diferenças em exposições pregressas. É especialmente útil para investigar doenças raras ou de longa latência, embora esteja mais sujeito a vieses de memória e seleção. (Mineo *et al.*, 2005).

Estudo transversal

O delineamento transversal observa simultaneamente a exposição e o desfecho em uma população em um único momento no tempo. Ele pode ser classificado de acordo com a abordagem estatística em: transversal descritivo (quando apresenta medidas de estatística descritiva) ou transversal analítico (quando apresenta testes estatísticos inferenciais). É útil para estimar prevalências e explorar associações, embora não permita estabelecer a direção causal entre as variáveis observadas. (Zangirolami-Raimundo; Echeimberg; Leone, 2018).

Características e exemplos de estudos observacionais

O Quadro 1 apresenta uma sistematização dos principais delineamentos de estudos observacionais aplicados às Ciências Militares. Destacam-se seus objetivos principais, vantagens e limitações, permitindo uma visão comparativa sobre as potencialidades e restrições de cada abordagem no contexto da pesquisa militar, em que frequentemente o controle direto sobre as variáveis é limitado e a observação sistemática torna-se essencial.

Delineamento do estudo	Objetivo principal	Vantagens	Limitações
Coorte	Acompanhar grupos expostos e não expostos para verificar a incidência de desfechos ao longo do tempo.	Permite estimar incidência, risco relativo e estabelecer relação temporal entre exposição e efeito.	Geralmente caro, demorado e sujeito a perdas de seguimento.
Caso-controle	Comparar exposição prévia entre indivíduos com desfecho (casos) e sem desfecho (controles).	Útil para doenças raras ou de longa latência, menor custo e tempo em relação ao coorte.	Maior suscetibilidade a vieses (memória, seleção), não estima incidência.
Transversal	Observar simultaneamente exposição e desfecho em uma população, em um único momento.	Rápido, de baixo custo e útil para estimar prevalências.	Não estabelece relação temporal ou causal entre variáveis.

Quadro 1. Características dos delineamentos dos estudos observacionais.

A Figura 2 apresenta uma ilustração do delineamento de estudos observacionais com dois grupos.

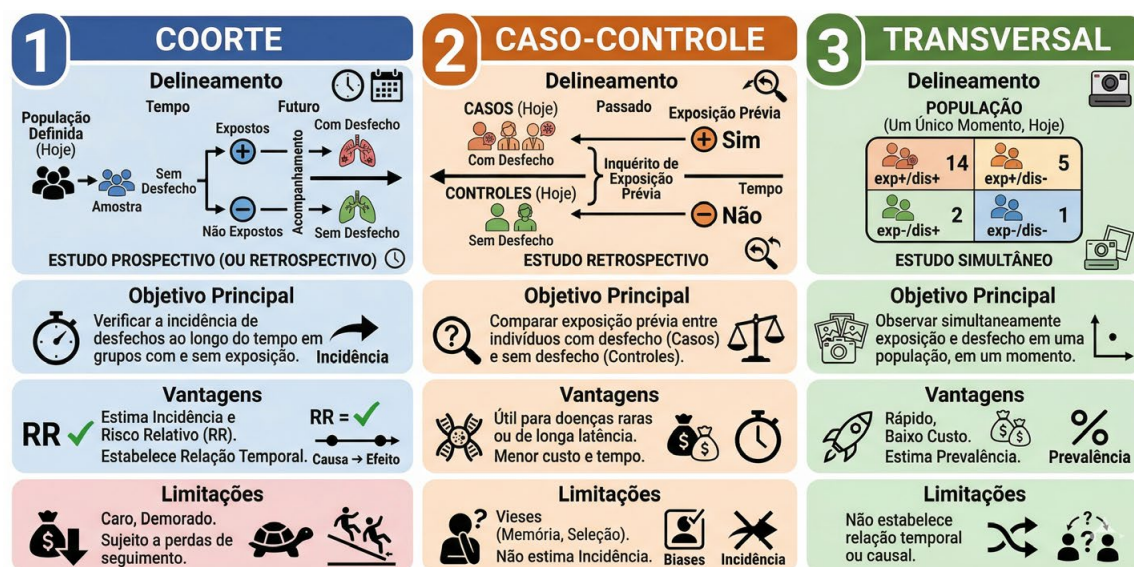


Figura 2. Delineamento de estudos observacionais com dois grupos.

Já o Quadro 2 complementa a análise ao detalhar a metodologia empregada e as medidas estatísticas utilizadas em cada delineamento de estudo, favorecendo a compreensão da robustez dos estudos observacionais e da adequação das técnicas estatísticas aplicadas à investigação de fenômenos, comportamentos e processos operacionais nas Forças Armadas.

Delineamento do estudo	Objetivo principal	Metodologia	Medidas estatísticas utilizadas
Coorte prospectiva (Leardmann, 2009)	Verificar se saúde funcional inicial prediz desenvolvimento de transtorno de estresse pós-traumático (TEPT) após combate	Militares avaliados em 2001–2003 (baseline) e 2004–2006 (follow-up); diagnóstico / sintomas de transtorno de estresse pós-traumático (TEPT) via checklist PCL-C (<i>Post-traumatic Stress Disorder Checklist - Civilian Version</i>) ou relato médico.	Análises descritivas; comparação de escores físicos/mentais entre com e sem transtorno de estresse pós-traumático (TEPT). Regressões logísticas multivariadas para estimar associações entre saúde inicial e TEPT.
Caso-controle retrospectivo (Heupa <i>et al.</i> , 2011)	Comparar audição (audiometria, emissões otoacústicas) entre militares expostos a ruído de impacto (tiro) e não expostos.	Caso-controle retrospectivo, com 115 militares (65 expostos, 50 não expostos); aplicação de questionário, audiometria tonal limiar, emissões otoacústicas; e medição de níveis de ruído.	Teste t de <i>Student</i> para comparação das respostas do questionário e da audiometria.
Transversal descritivo (Pinto <i>et al.</i> , 2018)	Avaliar a prevalência de distúrbios do sono em policiais militares de elite	Estudo transversal com avaliação de 22 policiais militares; coleta de dados únicos e descrição de prevalência.	Prevalências (%); análise descritiva (frequências)
Transversal analítico (Neves, 2008)	Determinar a associação entre índice de massa corporal (IMC), relação cintura / quadril (RCQ) e circunferência de cintura (CC) e a prevalência de hipertensão arterial em militares do Exército Brasileiro.	Estudo analítico transversal envolvendo 426 militares do sexo masculino; coleta de índice de massa corporal (IMC), relação cintura/quadril (RCQ) e circunferência de cintura (CC), e pressão arterial (PA).	Percentuais de obesidade e excesso de gordura; Prevalência de Hipertensão Arterial Sistêmica (5,63%); <i>Odds Ratio</i> das variáveis antropométricas para a hipertensão.

Quadro 2. Exemplos de estudos observacionais.

ESTUDOS EXPERIMENTAIS

Conforme estabelecido classicamente por Campbell e Stanley (1963), os estudos experimentais diferenciam-se pela manipulação direta da intervenção, permitindo inferências causais robustas. Na área da saúde, o ensaio clínico randomizado (ECR) consolida-se como o padrão-ouro (Fletcher *et al.*, 2014; Smith; Morrow; Ross, 2015) justamente por empregar a randomização e o cegamento. Essas técnicas asseguram, respectivamente, o controle de fatores de confusão e a redução de vieses de aferição em um delineamento longitudinal e prospectivo (Hulley *et al.*, 2015).

Estudos experimentais podem ser aplicados a todas as áreas do conhecimento, entretanto, neste capítulo vamos abordar com mais profundidade aqueles que têm o ser humano ou sua condição clínica como objeto de estudo. Cabe informar que o Capítulo 8 desta obra aborda outros tipos de estudos experimentais: estudos experimentais de campo e estudos experimentais de laboratório por meio de simulação.

Características e exemplos de estudos experimentais

O Quadro 3 apresenta uma sistematização dos principais tipos de estudos experimentais segundo Hennekens e Buring (1987) e Gordis (2009), destacando suas finalidades e características metodológicas e permitindo uma visão sobre as potencialidades e restrições de cada tipo de estudo experimental.

Delineamento do estudo	Objetivo principal	Vantagens	Limitações
Ensaio clínico randomizado	Avaliar a eficácia terapêutica de uma intervenção em indivíduos geralmente enfermos, por meio da atribuição aleatória aos grupos experimental e controle (foco no tratamento).	Controle rigoroso das variáveis; alta validade interna; permite estabelecer relações causais com maior confiança.	Pode apresentar baixa validade externa, pois as condições são altamente controladas; exige recursos, tempo e infraestrutura significativos; pode haver questões éticas em intervenções militares.
Ensaio de campo	Testar a eficácia profilática (preventiva) de intervenções em indivíduos saudáveis em ambientes militares reais, mantendo a manipulação experimental (foco na prevenção).	Elevada validade ecológica, permitindo observar o efeito da intervenção em contextos autênticos; facilita a aplicabilidade prática dos resultados.	Menor controle sobre variáveis externas; viés ambiental e logístico; dificuldade em manter a randomização total dos grupos.
Ensaio comunitário	Avaliar o impacto de intervenções coletivas (como campanhas de saúde, programas de prevenção ou protocolos operacionais) em grupos ou unidades militares inteiras.	Permite medir efeitos populacionais e impactos sobre a saúde coletiva; útil em políticas de prevenção e promoção da saúde militar.	Complexidade na implementação e controle; maior custo e tempo de execução; pode ser difícil isolar os efeitos da intervenção de outros fatores externos.

Quadro 3. Características dos delineamentos dos estudos experimentais.

Fonte: Adaptado de Hennekens e Buring (1987) e Gordis (2009).

Além dos tipos citados no Quadro 3, ainda existe um tipo de estudo experimental chamado **ensaio clínico cruzado (cross-over)**, que é um

delineamento no qual cada participante recebe, em momentos sucessivos, duas ou mais intervenções diferentes, atuando como seu próprio controle. Diferente de um ensaio de grupos paralelos, onde um indivíduo recebe apenas o tratamento ou o placebo, no *cross-over*, o participante inicia com uma intervenção, passa por um período de pausa, denominado *washout*, essencial para eliminar os efeitos residuais do primeiro tratamento e, em seguida, troca para a intervenção alternativa. Essa estrutura é altamente eficiente para reduzir a variabilidade biológica, pois as comparações são feitas dentro do mesmo indivíduo, exigindo, consequentemente, um tamanho de amostra menor para atingir poder estatístico, sendo ideal para o estudo de condições crônicas e estáveis.

A Figura 3 apresenta uma ilustração do delineamento de estudos experimentais com dois grupos.



Figura 3. Delineamento de estudos experimentais com dois grupos.

POPULAÇÃO E AMOSTRA

CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO-ALVO E CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

A delimitação precisa da população-alvo constitui etapa fundamental para assegurar a validade externa e a possibilidade de generalização dos resultados obtidos na investigação. Nesse sentido, torna-se imprescindível especificar, de forma pormenorizada, as características demográficas, geográficas, temporais e

contextuais que definem o universo ao qual se destinam as inferências do estudo. A população deve ser descrita considerando-se seus atributos essenciais, incluindo, quando aplicável, aspectos como faixa etária, gênero, condições socioeconômicas, localização geográfica, período de referência e demais variáveis pertinentes ao objeto de investigação.

A definição rigorosa dos critérios de inclusão e exclusão representa elemento central para a delimitação da amostra e para a minimização de vieses de seleção. Os **critérios de inclusão** devem estabelecer, de maneira objetiva e mensurável, quais características qualificam os indivíduos ou unidades amostrais para participação no estudo. Paralelamente, os **critérios de exclusão** devem especificar as condições que inviabilizam a participação, seja por questões metodológicas, éticas ou práticas, assegurando a homogeneidade necessária à análise dos dados e à comparabilidade dos grupos, quando pertinente.

A explicitação desses critérios deve ser acompanhada de justificativas teóricas e metodológicas que fundamentem as escolhas realizadas, demonstrando sua adequação aos objetivos propostos e às hipóteses de pesquisa formuladas.

PROCESSO DE AMOSTRAGEM

O delineamento do processo amostral requer a especificação detalhada do método de seleção empregado, classificando-o quanto à sua natureza probabilística ou não-probabilística. Nos casos em que se adota **amostragem probabilística**, deve-se explicitar a técnica específica utilizada (amostragem aleatória simples, estratificada, por conglomerados, sistemática ou multifásica), descrevendo os procedimentos operacionais que garantiram a equiprobabilidade de seleção das unidades amostrais ou os mecanismos de ponderação aplicados. Este tipo de amostragem possibilita a generalização estatística dos resultados para a população de origem, conferindo maior robustez às inferências realizadas.

Quando a seleção ocorre mediante **amostragem não-probabilística**, é necessário identificar a modalidade empregada (conveniência, intencional, por quotas, bola de neve ou outra), reconhecendo explicitamente suas limitações no que concerne à generalização dos achados. Nessas circunstâncias, torna-se ainda mais relevante discutir as implicações metodológicas dessa escolha e as estratégias adotadas para mitigar possíveis vieses.

O cálculo do tamanho amostral, quando aplicável, deve ser apresentado de forma transparente e fundamentada, explicitando os parâmetros estatísticos considerados: nível de confiança desejado (geralmente 95%), margem de erro

admitida, estimativa da variabilidade do fenômeno estudado (desvio-padrão, proporção esperada ou tamanho de efeito), poder estatístico pretendido (tipicamente 80% ou superior) e, quando pertinente, a taxa de não-resposta ou perdas previstas.

As fórmulas estatísticas empregadas devem ser especificadas, acompanhadas das respectivas referências bibliográficas que sustentam sua aplicação. Nos estudos comparativos, analíticos ou experimentais, a justificativa do dimensionamento amostral deve contemplar ainda a magnitude mínima do efeito que se pretende detectar, assegurando que a amostra possua poder estatístico adequado para identificar diferenças ou associações clinicamente ou teoricamente relevantes.

Nos casos em que o tamanho amostral foi definido por critérios pragmáticos ou por conveniência, essa condição deve ser explicitamente reconhecida, discutindo-se suas implicações para a interpretação dos resultados e para o alcance das conclusões do estudo.

ASPECTOS ÉTICOS

Em conformidade com a Resolução nº 466/2012 e a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que regulamentam as diretrizes e normas para pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, todas as pesquisas que envolvem seres humanos, de forma direta ou indireta, devem ter seus projetos submetidos à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) devidamente registrado na Plataforma Brasil antes do início da coleta de dados.

A submissão ao CEP constitui etapa imprescindível e obrigatória para a condução ética da investigação, tendo como objetivo avaliar os riscos e benefícios da pesquisa, bem como verificar a adequação dos procedimentos metodológicos aos preceitos éticos estabelecidos. Somente após a emissão do parecer consubstanciado favorável por parte do CEP é que as atividades de campo serão iniciadas, garantindo assim a conformidade com os princípios da bioética: autonomia, beneficência, não maleficência e justiça.

O consentimento livre e esclarecido dos participantes deve ser obtido mediante a apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), redigido em linguagem clara e acessível, no qual serão explicitados os objetivos da pesquisa, os procedimentos metodológicos, os possíveis riscos e benefícios, a garantia de voluntariedade da participação e o direito de desistência a qualquer momento sem qualquer tipo de prejuízo. Cada participante deve receber uma

via assinada do TCLE, assegurando-lhe o tempo necessário para leitura, esclarecimento de dúvidas e reflexão antes da decisão de participar.

VARIÁVEIS

Esta seção destina-se à apresentação sistemática e pormenorizada das variáveis que compõem o modelo analítico da pesquisa, estabelecendo sua natureza, categorização e forma de mensuração. A adequada especificação das variáveis constitui elemento fundamental para a compreensão da estrutura metodológica do estudo e para a posterior interpretação dos resultados obtidos.

Neste momento, podem ser identificadas e classificadas as variáveis segundo sua função no modelo investigativo. Por exemplo, as variáveis dependentes correspondem aos fenômenos que se pretende explicar ou prever, representando os efeitos ou resultados de interesse da pesquisa. Já as variáveis independentes, por sua vez, configuram-se como os fatores explicativos ou preditores, cujas variações se espera que influenciem as variáveis dependentes. Adicionalmente, identificam-se as variáveis de controle, que, embora não constituam o foco central da investigação, são incorporadas ao modelo para isolar efeitos espúrios e assegurar maior robustez às inferências estabelecidas.

INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A seção de instrumentos de coleta de dados constitui um componente metodológico essencial da pesquisa científica, destinando-se a detalhar de forma pormenorizada os mecanismos e ferramentas empregados para a obtenção sistemática de informações empíricas. Esta seção deve fornecer ao leitor subsídios suficientes para compreender, avaliar e, eventualmente, replicar os procedimentos de coleta adotados no estudo.

Antes da definição dos instrumentos de coleta de dados, recomenda-se enfaticamente que o pesquisador realize uma revisão sistemática da literatura científica para identificar quais instrumentos são mais frequentemente utilizados e validados para mensurar as variáveis de interesse do estudo. Esta etapa prévia é fundamental para garantir a qualidade metodológica da pesquisa, uma vez que instrumentos consolidados e amplamente reportados na literatura apresentam propriedades psicométricas já estabelecidas, facilitam a comparabilidade dos resultados entre diferentes estudos e conferem maior credibilidade às conclusões da investigação.

A busca deve contemplar bases de dados relevantes da área (Web of Science, Scopus, PubMed, PsycINFO, SciELO, entre outras), utilizando descritores

específicos relacionados às variáveis de estudo combinados com termos como 'instrumento', 'escala', 'questionário', 'medida' ou 'assessment'. Recomenda-se priorizar instrumentos que apresentem evidências robustas de validade e confiabilidade, e que possuam versões validadas para o idioma dos respondentes.

Nesta seção, o pesquisador deve identificar e caracterizar minuciosamente cada instrumento selecionado para utilização na investigação. Para cada ferramenta adotada, é imprescindível apresentar sua denominação completa, os autores responsáveis por seu desenvolvimento original e a referência bibliográfica da publicação fonte. Deve-se explicitar a natureza do instrumento (questionário estruturado, escala psicométrica, inventário, teste padronizado, formulário eletrônico etc.) e descrever sua estrutura organizacional, incluindo o número total de itens, a divisão em dimensões, subescalas ou blocos temáticos, os tipos de questões e as escalas de resposta adotadas (Likert, diferencial semântico, escalas visuais analógicas, dicotômicas, entre outras).

Quando houver múltiplos instrumentos disponíveis na literatura para mensurar a mesma variável, é pertinente explicitar os critérios comparativos que orientaram a seleção do instrumento específico adotado, tais como amplitude da cobertura conceitual, número de itens, tempo de aplicação, facilidade de interpretação dos escores ou disponibilidade de normas e pontos de corte.

Caso os instrumentos originais tenham sido desenvolvidos em outro idioma ou contexto cultural, é imprescindível descrever os procedimentos de adaptação transcultural e validação para a população-alvo do estudo. Deve-se indicar se foi utilizada uma versão já adaptada e validada por outros pesquisadores, citando as referências apropriadas, ou se foi necessário conduzir um processo de tradução e adaptação específico para o estudo. Neste último caso, o pesquisador deve detalhar os procedimentos adotados, tais como tradução inicial por tradutores independentes, síntese das traduções, retrotradução (back-translation), avaliação por comitê de especialistas, e pré-teste com amostra da população-alvo.

Mesmo quando são utilizados instrumentos previamente validados para o contexto do estudo, é recomendável que o pesquisador verifique suas propriedades psicométricas na amostra específica da investigação. Assim, deve-se reportar os índices de confiabilidade obtidos no presente estudo (como o Alfa de Cronbach recalculado), permitindo avaliar se o instrumento mantém suas características adequadas na amostra em questão. Discrepâncias significativas em relação aos valores reportados na literatura devem ser discutidas.

PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os procedimentos de coleta de dados constituem um elemento metodológico fundamental para assegurar a validade, confiabilidade e replicabilidade de uma investigação científica. Esta seção deve descrever, de forma pormenorizada e sistemática, todos os aspectos operacionais envolvidos na obtenção dos dados, permitindo que outros pesquisadores possam compreender, avaliar e, eventualmente, reproduzir o estudo. Devem ser apresentados, por exemplo:

- a) Como a coleta foi realizada – especifique os métodos, técnicas e instrumentos utilizados para a obtenção dos dados. Descreva o protocolo de coleta passo a passo, incluindo a sequência de procedimentos, o tempo de duração de cada etapa, as condições ambientais controladas e quaisquer equipamentos ou materiais empregados. É fundamental explicitar se foram utilizados questionários, entrevistas estruturadas ou semiestruturadas, observações diretas, experimentos laboratoriais, análises documentais ou outras estratégias metodológicas, detalhando suas características específicas;
- b) Onde a coleta ocorreu – identifique e caracterize o(s) local(is) onde os dados foram coletados, incluindo informações sobre o contexto físico, institucional e geográfico. Para pesquisas em campo, descreva as características do ambiente natural ou social. Para estudos em laboratório, especifique as condições controladas. Em pesquisas online ou à distância, informe as plataformas ou meios utilizados. A descrição do cenário é crucial para compreender possíveis variáveis contextuais que podem influenciar os resultados;
- c) Quando a coleta foi executada – delimite o período temporal da coleta de dados, especificando datas de início e término, frequência das coletas (se houve múltiplas sessões), horários específicos (quando relevante) e duração total do processo. Para estudos longitudinais, detalhe os intervalos entre as coletas. Informe também sobre sazonalidades ou eventos contextuais que possam ter influenciado a coleta;
- d) Por quem a coleta foi conduzida – identifique os responsáveis pela coleta de dados, suas qualificações, formação e experiência relevante para a tarefa. Quando aplicável, descreva o treinamento ou capacitação que os coletadores receberam para padronizar procedimentos. Em caso de

equipes, especifique a composição, a divisão de tarefas e os mecanismos de coordenação adotados; e

e) Medidas de padronização e controle de qualidade – explicita os cuidados metodológicos implementados para garantir a consistência, uniformidade e qualidade dos dados coletados. Isso inclui protocolos de padronização seguidos, estratégias de calibração de instrumentos, procedimentos de verificação da compreensão dos participantes, mecanismos de controle de vieses do pesquisador, testes-piloto realizados, critérios de inclusão e exclusão de dados e procedimentos para lidar com dados ausentes ou inconsistentes.

ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados constitui uma etapa fundamental do processo investigativo, na qual se aplicam métodos estatísticos apropriados para examinar, interpretar e extrair informações significativas dos dados coletados. Esta seção deve apresentar, de forma sistemática e detalhada, os procedimentos analíticos empregados para responder aos objetivos e hipóteses da pesquisa.

Inicialmente, devem ser especificadas as **técnicas estatísticas** utilizadas na investigação. No âmbito da análise descritiva, é necessário explicitar quais medidas de tendência central (média, mediana, moda), de dispersão (desvio-padrão, variância, amplitude) e de distribuição (assimetria, curtose) foram calculadas para caracterizar o conjunto de dados. Quando aplicável, deve-se descrever a construção de tabelas de frequência, gráficos exploratórios e outras ferramentas de visualização de dados que auxiliaram na compreensão preliminar dos padrões observados.

Quanto aos **testes de hipóteses**, é imprescindível identificar quais procedimentos inferenciais foram adotados, justificando sua adequação aos pressupostos teóricos e às características dos dados. Devem ser mencionados, conforme pertinente ao estudo: testes paramétricos (teste t de *Student*, ANOVA, ANCOVA) ou não paramétricos (teste de Mann-Whitney, Kruskal-Wallis, Qui-quadrado), especificando os níveis de significância estabelecidos (comumente $\alpha = 0,05$ ou $\alpha = 0,01$) e a verificação dos pressupostos de normalidade, homocedasticidade e independência das observações.

No que concerne às **análises multivariadas**, quando empregadas, deve-se detalhar o tipo de modelagem estatística utilizada, tal como regressão linear múltipla, regressão logística, análise fatorial, análise de componentes principais,

modelagem de equações estruturais, análise de agrupamentos (*cluster*), análise discriminante, ou outros métodos avançados pertinentes aos objetivos da pesquisa. Para cada técnica, é fundamental explicitar as variáveis dependentes e independentes, os métodos de seleção de variáveis (*stepwise, forward, backward*), os coeficientes estimados e as medidas de ajuste do modelo (R^2 , R^2 ajustado, AIC, BIC, estatísticas de adequação).

Os **critérios para escolha das técnicas estatísticas** devem ser fundamentados com base na natureza das variáveis (categóricas, ordinais, contínuas), no tipo de distribuição dos dados, no tamanho amostral, nos objetivos específicos de cada análise e na adequação aos pressupostos teóricos e metodológicos do estudo. Esta justificativa demonstra o rigor metodológico e a coerência entre as questões de pesquisa e os procedimentos analíticos adotados.

O **tratamento de dados ausentes** (*missing data*) requer descrição minuciosa, incluindo a identificação do padrão de ausência (completamente aleatório, aleatório ou não aleatório), a proporção de dados faltantes por variável e os métodos empregados para lidar com essa problemática. Devem ser especificadas as técnicas utilizadas, tais como exclusão *listwise* ou *pairwise*, imputação pela média, mediana ou moda, imputação múltipla, ou algoritmos avançados como *Multivariate Imputation by Chained Equations* (MICE) ou métodos baseados em máxima verossimilhança.

Quanto aos **outliers**, é necessário descrever os critérios adotados para sua identificação (método do intervalo interquartil, escore Z, gráficos boxplot, análise de resíduos), a decisão sobre sua manutenção, transformação ou exclusão e a justificativa para o procedimento adotado, considerando-se o potencial impacto desses valores extremos sobre os resultados das análises e a validade das inferências estatísticas.

Por fim, devem ser especificados os **softwares estatísticos** utilizados para o processamento e análise dos dados, incluindo suas respectivas versões. Entre os programas comumente empregados em pesquisas científicas, destacam-se: SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), R (com seus diversos pacotes especializados), Python (com bibliotecas como Pandas, NumPy, SciPy, Statsmodels, Scikit-learn), SAS (*Statistical Analysis System*), Stata, AMOS (*Analysis of Moment Structures*), Mplus, JASP, Jamovi ou outras plataformas específicas conforme a área de conhecimento. A menção aos **softwares** utilizados contribui para a transparência e replicabilidade da pesquisa, aspectos essenciais para a validação científica do estudo.

APROFUNDANDO A ANÁLISE ESTATÍSTICA, MEDIDAS E TESTES MAIS FREQUENTES

O conhecimento e a aplicação correta de medidas e testes estatísticos são cruciais para gerar evidências confiáveis que suportem decisões no âmbito militar, desde prevenção de doenças até otimização de treinamento físico e segurança operacional. A escolha do teste depende da natureza das variáveis e do desenho do estudo. A seguir, detalhamos as medidas e testes estatísticos mais comuns utilizados em estudos quantitativos.

ESTATÍSTICA DESCRITIVA

A estatística descritiva é a primeira etapa da análise de dados em qualquer estudo quantitativo. Seu objetivo é resumir, organizar e apresentar os dados coletados de forma compreensível, permitindo que os pesquisadores identifiquem padrões, tendências e possíveis anomalias antes de realizar análises inferenciais mais complexas.

Para o contexto militar, esses dados podem incluir incidência de lesões em campo, prevalência de transtornos psicológicos pós-missão, padrões de desempenho físico ou frequência de acidentes com equipamentos militares. Podemos citar como medidas clássicas da estatística descritiva:

- a) Frequências e proporções – contagem do número de vezes que determinado evento ou característica ocorre, muitas vezes expressa em percentuais;
- b) Medidas de tendência central – medidas que indicam o ponto central de um conjunto de dados (média, moda e mediana). São fundamentais para compreender padrões médios de desempenho, saúde ou risco entre militares; e
- c) Medidas de dispersão – indicam o quanto os dados se espalham em torno da tendência central, ajudando a identificar variabilidade e risco (amplitude, desvio-padrão, variância, quartis e percentis). São essenciais em contextos militares, onde alta variabilidade pode refletir falhas de treinamento ou vulnerabilidades operacionais.

A apresentação de uma ou mais medidas de estatística descritiva é praticamente obrigatória no capítulo de resultados dos estudos quantitativos, bem como a citação dessa abordagem no subitem 'Análise de dados' ou "Análise

estatística' do capítulo de metodologia do trabalho científico. As medidas de estatística descritiva são facilmente calculadas usando qualquer *software* tipo planilhas (Excel, Google Planilhas etc.).

ESTATÍSTICA INFERENCIAL

A estatística inferencial constitui uma etapa fundamental na análise de dados em estudos quantitativos, permitindo que pesquisadores extrapolem informações de uma amostra para uma população maior, com base em probabilidades e modelos matemáticos. Diferentemente da estatística descritiva, que se limita a resumir e organizar os dados coletados, a estatística inferencial possibilita a tomada de decisões e generalizações fundamentadas sobre fenômenos observados, estimando parâmetros populacionais e avaliando hipóteses.

É importante salientar que, embora a estatística inferencial forneça mecanismos robustos para generalização, sua aplicação exige cuidado com viés de amostragem, tamanho da amostra e suposições dos modelos estatísticos. Técnicas adequadas de planejamento amostral, análise multivariada e controle de variáveis de confusão são essenciais para garantir inferências confiáveis em qualquer estudo quantitativo. A estatística inferencial é a ferramenta que amplia a capacidade do pesquisador quantitativo de extrair conclusões fundamentadas e tomar decisões baseadas em dados, sendo indispensável para a produção de conhecimento rigoroso em pesquisas militares e em contextos aplicados de diversas áreas.

A transição da coleta de dados para a análise estatística representa um momento crítico na pesquisa quantitativa: é o ponto em que os números deixam de ser meros registros brutos e começam a contar a história do fenômeno estudado. No entanto, a vastidão do arsenal estatístico pode ser intimidante, levando o pesquisador a questionar qual ferramenta é a mais adequada para validar suas hipóteses. Este capítulo não busca exaurir todas as possibilidades matemáticas, mas sim oferecer um guia prático sobre os testes inferenciais mais recorrentes na literatura científica. Ao compreendermos a distinção das medidas epidemiológicas e a aplicação correta de testes paramétricos e não paramétricos, garantimos que as conclusões do estudo não sejam apenas frutos do acaso, mas sim evidências robustas e reproduzíveis.

MEDIDAS DE PREVALÊNCIA E INCIDÊNCIA

A mensuração de frequências epidemiológicas, como prevalência e incidência, é essencial para entender a magnitude e a dinâmica de agravos em populações militares expostas a condições intensas durante treinamentos e missões.

A prevalência representa a proporção de indivíduos que apresentam uma condição ou característica em um determinado momento. Essa medida permite avaliar a carga de doenças ou agravos em um grupo e orientar estratégias de atenção à saúde. Em ambiente militar, a análise da prevalência é particularmente útil para estimar a magnitude de agravos físicos e mentais entre tropas.

Já a incidência corresponde ao número de casos novos de uma condição que surgem em uma população, durante determinado período. Essa medida permite identificar o risco de adoecimento e avaliar a efetividade de medidas preventivas. Em contexto militar, a incidência de lesões e agravos pode ser usada para planejar políticas de treinamento e assistência médica.

Um exemplo é o estudo de Neves (2008), que avaliou a prevalência de sobrepeso e obesidade entre militares do Exército Brasileiro e investigou sua associação com hipertensão arterial. Esse tipo de medida auxilia na identificação da carga de doenças e na formulação de estratégias de vigilância e prevenção.

RAZÃO DE CHANCES (*ODDS RATIO*) E RISCO RELATIVO

A análise de medidas de associação, como razão de chances (*odds ratio* – OR) e risco relativo (RR), é fundamental para compreender a relação entre exposições e desfechos em populações militares, permitindo identificar fatores de risco e de proteção relacionados ao desempenho, à saúde e à segurança em operações.

O OR expressa a probabilidade de ocorrência de um evento em um grupo em comparação com outro. Essa medida é amplamente utilizada em estudos caso-controle, nos quais se busca identificar exposições associadas a determinado desfecho. Em ambiente militar, por exemplo, o OR pode ser aplicado para avaliar a associação entre o uso de equipamentos de proteção e a ocorrência de lesões em treinamentos de combate.

O RR, por sua vez, indica quantas vezes um evento é mais provável em um grupo exposto em relação a um grupo não exposto, sendo uma medida típica de estudos de coorte. Essa abordagem é útil em contextos militares para avaliar o impacto de fatores como privação de sono, estresse ou carga física sobre a incidência de doenças musculoesqueléticas.

No estudo de Neves (2008), por exemplo, militares com relação cintura-quadril elevada apresentaram um OR de 4,45 para hipertensão, demonstrando a força de associação entre um indicador antropométrico e um desfecho clínico relevante.

QUI-QUADRADO (χ^2)

O teste qui-quadrado (χ^2) é utilizado para investigar associações entre variáveis categóricas. Trata-se de um teste não paramétrico amplamente empregado na epidemiologia por sua simplicidade e aplicabilidade em grandes amostras. Em estudos militares, ele pode ser aplicado para analisar relações como tipo de função e presença de sintomas de estresse.

No trabalho de Belo *et al.* (2016), os autores utilizaram o teste do qui-quadrado para comparar a frequência de cardiopatia congênita entre o grupo de crianças ‘com síndrome de Down’ e o grupo ‘não sindrômico’, demonstrando a aplicação prática dessa ferramenta estatística para estudar a associação entre cardiopatia congênita e a Síndrome de Down. Embora o exemplo acima não tenha sido desenvolvido com uma população militar, ele pode ajudar a exemplificar a aplicação deste teste.

TESTES DE NORMALIDADE DOS DADOS

A avaliação da normalidade dos dados constitui um pré-requisito fundamental na análise estatística, funcionando como um divisor de águas na escolha do método analítico adequado. A grande maioria dos testes estatísticos clássicos, chamados de paramétricos (como o teste t de *Student* e a ANOVA), assume que os dados seguem uma distribuição gaussiana, a famosa curva em forma de sino, conforme Figura 4.

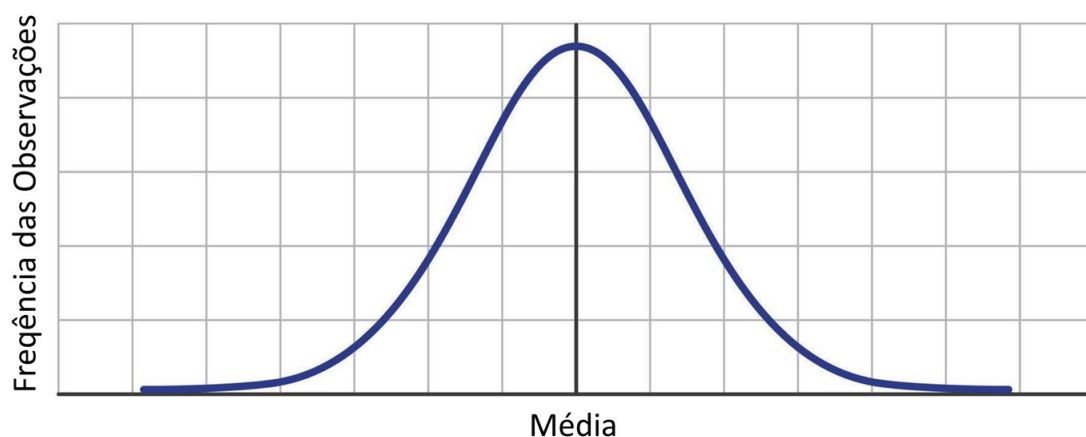


Figura 4. Curva normal.

Se essa premissa for violada e o pesquisador insistir em usar testes paramétricos, os resultados podem ser enviesados, levando a falsas conclusões. Portanto, aplicar testes de normalidade não é apenas uma formalidade, mas uma etapa de validação essencial para decidir se os dados permitem o uso de estatística paramétrica ou se exigem a aplicação de métodos não paramétricos.

Entre as ferramentas mais robustas para essa verificação destaca-se o **teste de Shapiro-Wilk**. Reconhecido por seu alto poder estatístico, ele é frequentemente considerado o padrão-ouro para amostras de tamanho pequeno a médio (geralmente com tamanho amostral $n < 30$ ou $n < 50$, dependendo do autor). Para entender o funcionamento do teste de Shapiro-Wilk, imagine que ele organiza seus dados em uma fila crescente (*ranking*), mas preserva os valores originais de cada número. O teste então realiza uma comparação direta: ele verifica se o espaçamento entre os seus dados reais corresponde ao espaçamento que existiria matematicamente em uma curva normal perfeita.

Por outro lado, o **teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S)** é mais indicado para grandes amostras, onde o teste de Shapiro-Wilk pode se tornar excessivamente sensível a desvios irrelevantes. O teste de K-S trabalha comparando a distribuição acumulada dos dados observados com uma distribuição normal teórica.

Independentemente do teste escolhido, a interpretação do resultado segue uma lógica que muitas vezes confunde iniciantes: a hipótese nula (H_0) desses testes afirma que os dados são normais. Logo, se o valor de p for maior que 0,05 ($p > 0,05$), aceita-se a normalidade e segue-se com testes paramétricos; se o p for menor que 0,05, rejeita-se a normalidade, indicando a necessidade de estatística não paramétrica.

TESTE T DE STUDENT, ANOVA E CORRESPONDENTES NÃO PARAMÉTRICOS

Os testes t de *Student* e ANOVA (análise de variância) são usados para comparar médias de variáveis contínuas entre grupos. O teste t de *Student* avalia se há diferença estatisticamente significativa na média de uma variável entre dois grupos. No contexto militar, pode ser utilizado para comparar o tempo médio de reação entre soldados que dormem mais de seis horas e os que dormem menos.

A ANOVA, por outro lado, permite comparar as médias entre três ou mais grupos. Essa ferramenta é útil, por exemplo, para analisar diferenças nos níveis de aptidão física entre militares de diferentes faixas etárias ou unidades operacionais. Ambos os testes assumem que os dados seguem uma distribuição normal e possuem variâncias homogêneas, conforme Figura 5. No caso dos testes de

normalidade indicarem uma distribuição não normal, deve-se optar pelos testes não paramétricos apresentados na Figura 6.

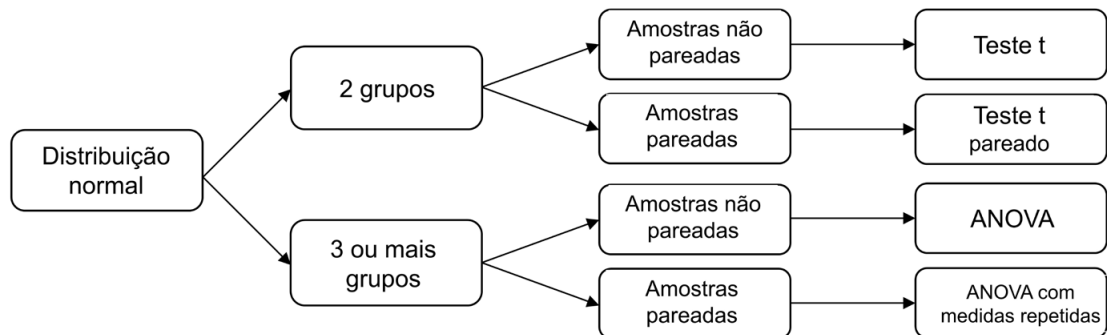


Figura 5. Diagrama de escolha de teste de comparação de médias quando os dados apresentam distribuição normal.

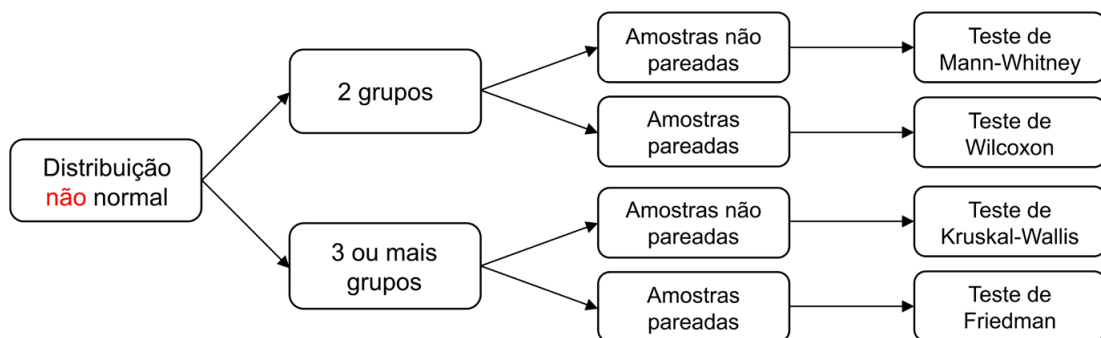


Figura 6. Diagrama de escolha de teste de comparação de médias quando os dados não apresentam distribuição normal.

Um exemplo prático é o estudo de De Oliveira *et al.* (2021), que avaliou cadetes do Exército Brasileiro antes e depois de seis meses de treinamento físico, empregando o teste t de *Student* para identificar diferenças em aptidão física e variáveis antropométricas. Esse tipo de análise é crucial para compreender mudanças decorrentes de intervenções de treinamento físico militar. Outro exemplo foi observado no estudo de da Rosa *et al.* (2021), no qual os autores utilizaram o teste t de *Student* para amostras independentes para comparar as características (idade, peso, bioquímica) do grupo com Síndrome Metabólica (MetS) vs. o grupo sem Síndrome Metabólica, com o objetivo de verificar se havia diferenças significativas em alguma dessas características.

CORRELAÇÃO DE PEARSON E SPEARMAN

As medidas de correlação avaliam a relação entre duas variáveis. A correlação de *Pearson* mede a intensidade e a direção da relação linear entre variáveis contínuas. Já a correlação de *Spearman* avalia relações monotônicas, sendo mais adequada quando os dados não seguem uma distribuição normal ou quando as variáveis são ordinais.

Em pesquisas militares, a correlação de *Pearson* pode ser usada para investigar a relação entre tempo de serviço e capacidade cardiorrespiratória, enquanto a de *Spearman* é útil para relacionar níveis de estresse e desempenho em testes psicomotores, quando os dados apresentam distribuição assimétrica. No estudo de da Rosa *et al.* (2021), foram analisadas correlações entre tecido adiposo visceral e marcadores metabólicos, evidenciando a utilidade dessas técnicas para compreender relações fisiológicas importantes para a saúde militar.

REGRESSÃO LINEAR

A regressão linear (simples e múltipla) permite analisar a relação entre uma variável dependente contínua e uma ou mais variáveis independentes. Essa técnica possibilita controlar fatores de confusão e identificar os determinantes mais relevantes de um fenômeno. No contexto militar, pode ser aplicada para prever o desempenho físico a partir de variáveis como idade, tempo de serviço e frequência de treinamento. A regressão linear múltipla, em especial, é valiosa para ajustar modelos complexos e orientar decisões de saúde ocupacional e treinamento.

Dados de estudos como o de De Oliveira *et al.* (2021) mostram que informações antropométricas e fisiológicas de militares podem ser usadas para modelar preditores de desempenho, reforçando a utilidade dessa técnica na formulação de programas de treinamento e na vigilância de saúde.

REGRESSÃO LOGÍSTICA

A regressão logística (simples e múltipla) é empregada quando o desfecho é binário, como presença ou ausência de um agravo. No entanto, quando a variável dependente apresenta mais de duas categorias, utilizam-se extensões desse modelo: a regressão logística multinomial é aplicada para desfechos nominais sem ordem intrínseca (como diferentes tipos de diagnósticos), enquanto a regressão logística ordinal é indicada para desfechos com categorias hierarquizadas (como níveis de gravidade de uma doença: leve, moderado ou grave). Essa técnica estima *odds ratio* ajustados, permitindo avaliar a influência simultânea de múltiplos fatores

sobre a probabilidade de ocorrência de um evento. Em populações militares, a regressão logística é amplamente utilizada para identificar fatores associados ao risco de lesões, absenteísmo ou transtornos mentais relacionados ao serviço, controlando variáveis como idade, função e histórico de treinamento.

Fortes *et al.* (2019) utilizaram a regressão logística múltipla (RLM) para identificar quais variáveis estavam associadas à presença da Síndrome Metabólica. O modelo estatístico permitiu calcular *odds ratio*. Os autores ajustaram os dados por idade e sexo (modelo 1 e modelo 2) para verificar se fatores como idade acima de 35 anos aumentavam significativamente a chance de desenvolver a síndrome, independentemente de outras variáveis.

RESUMO DAS MEDIDAS E TESTES ESTATÍSTICOS

Nos estudos quantitativos, seja em Ciências Militares ou em outros contextos aplicados, os pesquisadores frequentemente trabalham com amostras devido a restrições de tempo, custo ou viabilidade. Nesse cenário, a estatística inferencial fornece ferramentas para estimativas pontuais e intervalares, testes de hipóteses, modelagem estatística e regressão, entre outras. O Quadro 4 apresenta as medidas e testes estatísticos mais frequentes em estudos quantitativos e exemplos de aplicações no meio militar.

Medida/teste	Finalidade	Tipo de variável	Exemplo
Medidas descritivas	Descrever valores centrais e dispersão	Contínua	Variação da frequência cardíaca durante exercícios de resistência (média, mediana, desvio padrão)
Frequência (prevalência/incidência)	Descrever proporção de indivíduos com condição ou evento	Categórica (sim/não)	Prevalência de transtorno de estresse pós-traumático (TEPT) em soldados após missão de combate; incidência de lesões musculoesqueléticas em recrutas durante 6 meses de treinamento
Razão de chances (<i>odds ratio</i> – OR)	Comparar chances de ocorrência de um evento entre dois grupos	Binária (evento sim/não)	Chances de infecção respiratória entre soldados que dormem <6 h vs. ≥ 6 h
Risco relativo (RR)	Comparar risco de evento em grupo exposto vs. não exposto	Binária	Risco de fadiga crônica em militares submetidos a > 12 h de treinamento/dia
Qui-quadrado (χ^2)	Testar associação entre variáveis categóricas	Categórica	Associação entre tipo de arma utilizada (rifle, pistola, metralhadora) e ocorrência de acidentes leves
Teste t de <i>Student</i>	Comparar médias entre 2 grupos	Contínua	Comparar tempo médio de corrida de 2 km entre recrutas que receberam suplemento nutricional e placebo
ANOVA	Comparar médias entre 3 ou mais grupos	Contínua	Comparar pressão arterial média entre soldados de 3 batalhões com treinamentos diferentes
Correlação de Pearson	Avaliar intensidade e direção de relação linear entre 2 variáveis contínuas	Contínua	Relação entre horas de sono e desempenho em teste de tiro
Correlação de Spearman	Avaliar relação monotônica entre variáveis (não requer normalidade)	Contínua ou ordinal	Associação entre classificação de aptidão física e número de horas de treino semanal
Regressão linear (simples e múltipla)	Predizer variável contínua com base em uma ou mais variáveis independentes	Contínua (dependente)	Predizer tempo de corrida de 5 km a partir de idade, índice de massa corporal (IMC) e carga de treinamento
Regressão logística (simples e múltipla)	Predizer desfecho binário com ajuste de múltiplos fatores	Binária (dependente)	Investigar fatores de risco para lesões de tornozelo em exercícios de campo

Quadro 4. Medidas e testes estatísticos mais frequentes em estudos quantitativos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, a estrutura apresentada como roteiro para o capítulo de metodologia deve ser compreendida como uma diretriz propositiva e não como um modelo rígido, visto que tópicos específicos podem ser acrescentados ou omitidos conforme as particularidades do objeto de estudo e a natureza dos objetivos formulados. No entanto, independentemente da configuração adotada, o pesquisador deve ter como princípio fundamental que o detalhamento exaustivo e a transparência na descrição dos métodos são os elementos que efetivamente asseguram a reprodutibilidade, a confiabilidade e o rigor científico da investigação. É essa precisão na exposição do caminho percorrido, desde a seleção da amostra até a escolha dos testes estatísticos, que sustenta a credibilidade dos resultados e das conclusões obtidas com a pesquisa.

SOBRE O AUTOR

Eduardo Borba Neves, Doutor em Engenharia Biomédica.

Coordenador do Curso de Mestrado Profissional em Ciências Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército (EsAO), Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: neveseb@gmail.com

COMO CITAR ESTE CAPÍTULO

NEVES, E. B. Métodos em Estudos Quantitativos. *In*: NEVES, E. B.; POCHMANN, P. G. C.; SCHMIDT, R. P. B. (org.). **Abordagens Metodológicas em Ciências Militares**. Rio de Janeiro: Traço Leal Comunicação, 2026. p. 145-171.

REFERÊNCIAS

BELO, W. A.; OSELAME, G. B.; NEVES, E. B. Perfil clínico-hospitalar de crianças com cardiopatia congênita. **Cadernos de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 216-220, 2016.

CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J. C. **Experimental and quasi-experimental designs for research**. Chicago: Rand McNally, 1963.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DA ROSA, S. E. *et al.* Cut-off points of visceral adipose tissue associated with metabolic syndrome in military men. **Healthcare**, Basel, v. 9, n. 7, p. 886, 2021.

DE OLIVEIRA, R. M. *et al.* Effect of 6 months of physical training on the physical fitness of young Brazilian Army cadets. **Healthcare**, Basel, v. 9, n. 11, p. 1439, 2021.

FLETCHER, R. H.; FLETCHER, S. W.; FLETCHER, G. S. **Epidemiologia clínica: elementos essenciais**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

FORTES, M. S. R. *et al.* Epidemiological study of metabolic syndrome in Brazilian soldiers. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, São Paulo, v. 63, n. 4, p. 345-350, 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GORDIS, L. **Epidemiology**. 4. ed. Philadelphia: Saunders/Elsevier, 2009.

GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.

HENNEKENS, C. H.; BURING, J. E. Analysis of epidemiologic studies: evaluating the role of confounding. **Epidemiology in medicine**, v. 287, p. 323, 1987.

HEUPA, A. B.; GONÇALVES, C. G. de O.; COIFMAN, H. Efeitos do ruído de impacto na audição de militares. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, São Paulo, v. 77, n. 6, p. 747-753, 2011.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

HULLEY, S. B. *et al.* **Delineando a pesquisa clínica**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

LEARDMANN, C. A. *et al.* Baseline self reported functional health and vulnerability to post-traumatic stress disorder after combat deployment: prospective US military cohort study. **BMJ**, London, v. 338, b1273, 2009.

LIMA-COSTA, M. F.; BARRETO, S.M. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 12, n. 4, p. 189-201, 2003.

MINEO, J. R. *et al.* **Pesquisa na área biomédica**: do planejamento à publicação. Uberlândia: EDUFU, 2005.

NEVES, E. B. Prevalência de sobrepeso e obesidade em militares do Exército Brasileiro: associação com a hipertensão arterial. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, p. 1661–1668, 2008.

PINTO, J. N. *et al.* Avaliação do sono em um grupo de policiais militares de elite. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 153–161, 2018.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SMITH, P. G.; MORROW, R. H.; ROSS, D. A. Trial Design. *In*: SMITH, Peter G.; MORROW, Richard H.; ROSS, David A. **Field Trials of Health Interventions: A Toolbox**. 3. ed. Oxford: Oxford University Press, 2015.

WASHBURN, A.; KRESS, M. **Combat modeling**. New York: Springer, 2009.

ZANGIROLAMI-RAIMUNDO, J.; ECHEIMBERG, J. O.; LEONE, C. Tópicos de metodologia de pesquisa: Estudos de corte transversal. **Journal of Human Growth and Development**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 356-360, 2018.

CAPÍTULO 8

PESQUISA EXPERIMENTAL

Raquel Petry Brondani Schmidt

INTRODUÇÃO

A experimentação é reconhecida como método de pesquisa de ampla aplicabilidade e tradição no processo científico, sendo destacada como o delineamento de maior prestígio para a investigação (Gramacho, 2023; Gil, 2025; Silva, J. G. C., 2025). As pesquisas experimentais ocupam posição relevante na ciência contemporânea por oferecerem condições adequadas para a identificação de relações de causa e efeito, o que reforça sua importância na análise das interações entre variáveis (Gramacho, 2023).

Os experimentos representam um dos melhores exemplos de pesquisa científica por exigir a determinação clara do objeto de estudo, a seleção das variáveis que podem influenciá-lo e a definição dos mecanismos de controle e de observação dos efeitos produzidos. Nesse tipo de delineamento, o pesquisador atua como agente ativo, manipulando diretamente as variáveis independentes para observar os efeitos resultantes sobre a variável dependente (Gil, 2025).

O ambiente da pesquisa experimental não se restringe necessariamente a salas fechadas, tais como laboratórios convencionais. A experimentação pode ser conduzida também em espaços ao ar livre, sejam eles ambientes artificiais ou reais. A característica essencial desses locais é a viabilidade de restringir determinadas manipulações de acordo com as exigências da ciência em questão (Marconi; Lakatos, 2022). Nesses espaços, o cientista realiza observações e medições rigorosas que permitem alcançar resultados tanto previstos quanto inesperados (Marconi; Lakatos, 2021).

A pesquisa experimental ainda pode ser descrita como uma investigação empírica cujo objetivo principal é o teste de hipóteses que envolvem relações de causa e efeito, exigindo a presença de um grupo de controle além do grupo experimental, a seleção da amostra por técnica probabilística e a manipulação

das variáveis independentes com a finalidade de controlar ao máximo os fatores pertinentes (Marconi; Lakatos, 2021).

As hipóteses de pesquisa são proposições iniciais acerca dos resultados. Elas são testadas com auxílio de ferramentas estatísticas e, então, aceitas ou refutadas (Honório; Normando, 2023). Dessa maneira, por meio da experimentação, pode-se determinar quais variáveis independentes são responsáveis por mudanças na variável de resposta, além de desenvolver um modelo que relacione tais variáveis, utilizando-o para o aprimoramento de processos ou sistemas e como subsídio à tomada de decisão (Montgomery, 2017).

A experimentação, enquanto processo sistemático do método científico, é composta por etapas que iniciam com a identificação do problema de pesquisa e a formulação das hipóteses, seguidas pela revisão das informações disponíveis, a construção do plano de pesquisa, a coleta de dados, a análise e a interpretação dos resultados, a formulação das conclusões e a disseminação dos resultados. O planejamento prévio das ações e procedimentos é necessário para reduzir a ocorrência de imprevistos que possam comprometer o experimento, especialmente aqueles relacionados a fontes externas de variação que interfiram nos resultados. Recomenda-se ainda o tratamento estatístico adequado à análise dos dados e às inferências pretendidas (Silva, J. G. C., 2025).

A contribuição das pesquisas experimentais para a compreensão de um determinado fenômeno depende da coerência lógica entre a validade interna e a validade externa. A validade interna foca no rigor do nexo causal, quando se assegura que os efeitos observados na variável dependente 'y' são decorrentes exclusivamente da manipulação da variável independente 'x'. Por outro lado, a validade externa diz respeito à possibilidade de generalização das conclusões da pesquisa, de forma que os resultados da amostra experimentada sejam válidos para toda a população da qual essa amostra foi extraída (Gramacho, 2023).

PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

A investigação científica exige a formalização antecipada e sistemática de um plano de ação, o qual deve ser entendido como uma prescrição rigorosa dos procedimentos necessários à sua execução. O planejamento experimental deve estar em consonância com os objetivos da pesquisa formulados a partir do problema de pesquisa e das hipóteses, contemplando basicamente os aspectos elencados na Figura 1 (Silva, J. G. C., 2025). O adequado planejamento do experimento revela-se fundamental, uma vez que os resultados e as conclusões

que derivam de um estudo dependem, de forma considerável, da maneira como os dados foram coletados (Montgomery, 2017).



Figura 1. Planejamento experimental.

Fonte: Adaptado de J. G. C. Silva (2025).

O delineamento da pesquisa deve ser pensado de forma a assegurar a viabilidade, a confiabilidade e o realismo do estudo. Nesse contexto, a delimitação da amostra constitui uma das etapas, *a priori*, mais relevantes da pesquisa científica, de maneira que possam ser formuladas conclusões confiáveis acerca da população com base nos resultados obtidos para a amostra (Bastos; Honório; Normando, 2023).

Para que a amostra seja representativa, faz-se essencial o estabelecimento do controle quanto à qualidade e à quantidade. O controle de qualidade diz respeito à correta caracterização dos indivíduos/elementos a serem incluídos na amostra. Por sua vez, o controle de quantidade refere-se à determinação do número de unidades amostrais a serem selecionadas para as análises subsequentes. Amostras demasiadamente grandes podem favorecer a ocorrência do erro tipo I, também chamado de falso positivo. Já amostras subdimensionadas contribuem para a incidência do erro tipo II, ou falso negativo, situação em que diferenças

estatisticamente significativas podem não ser identificadas mesmo quando, de fato, existem (Bastos; Honório; Normando, 2023).

Além do aspecto do planejamento, a experimentação contempla também a dimensão da análise estatística dos dados. Ambos se encontram fortemente associados, uma vez que o método de análise depende do delineamento previamente adotado. No que tange à análise estatística, esta possibilita ao pesquisador estimar eventuais erros de uma conclusão ou atribuir um nível de confiança às suas afirmações (Montgomery, 2017).

Algumas vezes, a importância do planejamento experimental é subestimada, conferindo-se tempo e atenção insuficientes a essa etapa preliminar. Essa lacuna metodológica é a origem de diversos experimentos que não produzem resultados úteis ou na perda de dados potenciais que estavam ao alcance do pesquisador, mas não foram coletados e convertidos em conhecimento científico utilizando-se os mesmos recursos (Silva, J. G. C., 2025).

Os diferentes desenhos experimentais demandam distintas estratégias para o agrupamento das unidades amostrais. Quando se pretende avaliar o efeito de um determinado tratamento, intervenção ou procedimento, trabalha-se com dois grupos: o grupo experimental e o grupo de controle. Ao grupo experimental é aplicada a condição experimental em estudo, enquanto o grupo de controle abarca os elementos que não recebem o tratamento, intervenção ou procedimento, servindo como referência para as comparações (Gramacho, 2023).

Para fins de elucidação dos aspectos abordados, os diversos elementos que podem ser considerados de forma criteriosa, a fim de assegurar a consistência metodológica no planejamento experimental, estão elencados a seguir. No entanto, cabe ressaltar que a presente relação não tem por objetivo esgotar os tópicos passíveis de abordagem, mas sim oferecer *insights* relevantes que podem ser ajustados conforme as especificidades de cada pesquisa.

- a) Caracterização da amostra (qualitativa e quantitativamente);
- b) Disponibilidade de meios, materiais, equipamentos, *softwares*, locais e terrenos;
- c) Demanda de tempo para a coleta dos dados;
- d) Orçamento/custo;
- e) Disponibilidade de apoio externo (pessoas, equipamentos, espaço etc.);
- f) Necessidade de conhecimento ou treinamento prévio (normas, manuais, legislações etc.);

- g) Autorização para condução da experimentação; e
- h) Análises estatísticas pretendidas (estatística descritiva: medida de tendência central e medida de dispersão; estatística inferencial: comparação de grupos, correlação, regressão etc.).

Os recursos, sejam eles temporais, materiais ou financeiros, são finitos e, portanto, deve-se buscar minimizar a ocorrência de erros operacionais na coleta dos dados. Por isso, antes da coleta definitiva dos dados, é comum a condução de pré-testes e estudos piloto. Dessa feita, a condução de estudos preliminares nas pesquisas experimentais auxilia o pesquisador a antever os tratamentos que serão empregados e as técnicas de mensuração de respostas a serem aplicadas (Gramacho, 2023).

Por fim, cabe destacar que os estudos experimentais podem ser desenvolvidos em campo, isto é, em seu ambiente natural de ocorrência, ou em laboratório, onde o ambiente é rigorosamente controlado (Marconi; Lakatos, 2021; Gramacho, 2023). No âmbito das Ciências Militares, conforme o Glossário das Forças Armadas (MD35-G-01), a experimentação é compreendida como o processo de avaliação de novas capacidades que estão sendo analisadas pela Força, utilizando-se da simulação de combate ou do emprego de tropa para verificar a exequibilidade e a eficácia dos novos conceitos, concepções e táticas relacionadas a essas capacidades (Brasil, 2015).

PESQUISA EXPERIMENTAL DE CAMPO

A pesquisa de campo é definida como um procedimento que envolve o levantamento de dados diretamente no local em que os fenômenos ocorrem, permitindo ao pesquisador observar os fatos em seu ambiente natural. Nesse sentido, esse tipo de investigação consiste na observação de fatos e fenômenos tal como se manifestam espontaneamente, seguida da coleta de dados a eles relacionados e do registro das variáveis consideradas relevantes para análise (Marconi; Lakatos, 2021, 2022).

Entre as vantagens da realização da pesquisa de campo tem-se o acúmulo de informações sobre determinado fenômeno, que pode inclusive servir a outros pesquisadores com objetivos distintos, bem como a facilidade de obtenção de amostras de indivíduos pertencentes a uma população ou classe de fenômenos (Marconi; Lakatos, 2021, 2022). Além disso, destaca-se a validade externa, ou seja, a capacidade de mensuração mais precisa das relações de causa e efeito

quando da observação do fenômeno em condições naturais e não em ambiente controlado (Gramacho, 2023).

Quanto às desvantagens, salienta-se o pequeno grau de controle sobre a situação de coleta com a eventual influência de fatores desconhecidos e a possibilidade do comportamento verbal apresentar pouca confiabilidade, visto que participantes podem falsear suas respostas (Marconi; Lakatos, 2021, 2022). Ainda, durante um experimento de campo, é mais difícil manter o controle acerca da designação aleatória dos participantes. O pesquisador deve, pois, atentar para não incorrer em descumprimento e ameaçar a validade interna, o que ocorre quando elementos designados para um grupo tratado acabam não recebendo, de fato, o tratamento ou, ainda, quando elementos do grupo de controle recebem tratamento indevido (Gramacho, 2023).

APLICAÇÕES MILITARES DA PESQUISA EXPERIMENTAL DE CAMPO

No âmbito das Ciências Militares, Calixto (2024) avaliou o impacto da atuação da *Jungle Warfare Mobile Training Team* (JWMTT) na capacidade das tropas treinadas em operar na selva na República Democrática do Congo (RDC) ao longo do ano de 2021. A JWMTT é uma iniciativa da Organização das Nações Unidas (ONU) que consiste em uma equipe composta exclusivamente por militares brasileiros especializados em operações na selva, capaz de conduzir treinamentos para as tropas da *Mission de l'Organisation des Nations Unies pour la stabilisation en République démocratique du Congo* (MONUSCO).

Na experimentação conduzida, Calixto (2024) avaliou o efeito do treinamento de militares do Malawi, Tanzânia e Quênia em relação a: orientação na selva; reação ao contato na selva; procedimento diante de um artefato explosivo improvisado (*improvised explosive device* – IED) na selva; condução de apoio aéreo aproximado (*emergency close air support* – ECAS) na selva; planejamento e execução de operações e patrulhas no ambiente de selva; e capacidade de operar na selva.

Calixto (2024) concluiu que o treinamento pela JWMTT repercutiu de forma satisfatória nos indicadores de confiança e desempenho das tropas. Especialmente nas variáveis reação ao contato na selva, planejamento e execução de operações e patrulhas no ambiente de selva e capacidade de operar na selva, foram identificadas diferenças estatisticamente significativas ao serem comparados os resultados antes e após o treinamento, ressaltando a percepção internacional quanto à *expertise* brasileira no que diz respeito às operações na selva.

Castro, Pochmann e Neves (2025) identificaram uma lacuna de pesquisa decorrente do emprego de métodos empíricos para a estimativa de consumo em operações logísticas na 12ª Região Militar. Por isso, os autores investigaram o uso de *machine learning* em benefício do transporte logístico fluvial na Amazônia Ocidental com o intuito de aumentar a eficiência na etapa de planejamento.

Os dados da pesquisa foram coletados a partir de relatórios de viagens logísticas realizadas entre 2015 e 2023 por embarcações do Centro de Embarcações do Comando Militar da Amazônia (CECMA). Para a predição do consumo de combustível por meio da técnica de regressão linear múltipla, inicialmente, Castro, Pochmann e Neves (2025) consideraram as variáveis independentes de potência do motor da embarcação, quantidade de dias de navegação, distância percorrida, velocidade e carga transportada, sendo posteriormente excluídas aquelas que não se revelaram significativas na análise estatística. O modelo foi constituído com 80% dos dados amostrais e testado com os 20% restantes e, na sequência, os autores validaram o modelo por meio de um *backtest*.

Castro, Pochmann e Neves (2025) concluíram que a potência do motor, a quantidade de dias de navegação e a distância percorrida explicaram, de modo estatisticamente significativo, o consumo de combustível na regressão linear múltipla. A realização do *backtest* mostrou que quanto maior o tamanho da amostra, maior a precisão do modelo desenvolvido. Assim sendo, a implementação de um sistema com mecanismos de retroalimentação e de uma base de dados mais robusta tende a aumentar o poder preditivo e a precisão das estimativas do consumo de combustível. De acordo com os autores, isso resultaria em aumento da eficiência no planejamento logístico e na redução de custos relacionados ao manejo de combustível após as operações.

Em sua pesquisa, Lopes (2025) analisou o emprego de sensores remotos orbitais e geotecnologias na avaliação da trafegabilidade do terreno no contexto do reconhecimento de engenharia, com vistas ao aprimoramento do processo decisório militar e à redução da subjetividade inerente aos métodos tradicionais previstos na doutrina vigente.

Lopes (2025) conduziu uma experimentação no Campo de Instrução de Gericinó (CIG), na cidade do Rio de Janeiro – RJ, contemplando a coleta de informações de terreno, tais como relevo, vegetação, hidrografia, características do solo, obras de arte e ação humana. Foram utilizados, para isso, o método tradicional previsto na doutrina brasileira vigente e dados oriundos de sensoriamento remoto aliado ao uso de geotecnologias. O levantamento de dados hiperespectrais

baseou-se nas séries temporais mais recentes das missões Sentinel e Landsat e a coleta do modelo digital de elevação utilizou a coleção *Advanced Land Observing Satellite – Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar* (ALOS-PALSAR). Na sequência, no *software Quantum Geographic Information System* (QGIS), os dados foram vetorizados para as análises pretendidas.

A experimentação de Lopes (2025) evidenciou que o emprego de sensoriamento remoto e de geotecnologias resulta em dados do terreno mais precisos, rápidos e seguros quando comparado às metodologias tradicionais em reconhecimentos. Segundo o autor, isso decorre da velocidade de obtenção e extração de dados de grandes áreas proporcionada pelo sensoriamento remoto e do tratamento de forma lógico-matemática por índices de ferramentas estatísticas.

No estudo de Oliveira (2025), foram analisadas as lições aprendidas no conflito russo-ucraniano, no período de 2022 a 2025, pertinentes à atualização das Táticas, Técnicas e Procedimentos (TTP) da Doutrina Militar Terrestre (DMT), com ênfase na progressão no interior de localidade no emprego de Batalhões de Infantaria. As lições aprendidas foram examinadas considerando-se aspectos inerentes à dimensão humana, em conformidade ao Direito Internacional dos Conflitos Armados (DICA) e ao Direito Internacional Humanitário (DIH).

Na experimentação, Oliveira (2025) utilizou-se da simulação viva para testar as TTP vigentes na doutrina brasileira e compará-las às TTP propostas pelo autor com base nas lições aprendidas no contexto do combate urbano. Para isso, utilizou-se o dispositivo de simulação de engajamento tático (DSET) por meio de sensores e emissores laser, empregando o efetivo do 57º Batalhão de Infantaria Motorizado (Escola) (57º BI Mtz (Es)), no Rio de Janeiro – RJ. Foram, então, constituídos grupos de combate que realizaram passagens nas variações do dispositivo da pista de combate em localidade (PCL). Por sua vez, os dados da simulação viva foram registrados em fichas de observação por militares habilitados do Centro de Adestramento Leste (CA-Leste), permitindo a mensuração de indicadores como tempo de missão, consumo de munição, degradação operacional e efeitos colaterais a civis.

Os achados da pesquisa revelaram diferenças estatisticamente significativas apenas em relação à variável tempo de missão, indicando que o emprego das TTP vigentes esteve associado a um menor tempo de execução quando comparado às TTP propostas. Nas demais variáveis, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas que permitam afirmar que as TTP propostas tenham promovido aumento ou redução na eficácia operacional em relação às

TTP vigentes. Apesar das análises inferenciais, Oliveira (2025) observou ganhos qualitativos quando do emprego das TTP propostas no que diz respeito à execução, aderência doutrinária e integração sistemática dos fatores humanos. Tal aprimoramento foi evidenciado pelo cumprimento adequado de um maior número de tarefas críticas, bem como pelo incremento da disciplina procedimental durante a progressão no interior de localidade.

Em sua dissertação de mestrado, R. B. Silva (2025) avaliou o uso de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (SARP) categoria zero no apoio logístico de suprimento classe VIII (saúde) na fase de ataque coordenado conduzido por um Batalhão de Infantaria de Selva em uma operação ofensiva. A pesquisa investiga o potencial desses sistemas como alternativas tecnológicas para mitigar limitações quanto ao ambiente operacional, às restrições de mobilidade e às exigências do apoio de saúde em combate, com especial pretensão de constituir um modelo matemático para prever o consumo de bateria do SARP como forma de auxílio ao planejamento logístico.

Segundo R. B. Silva (2025), foram realizados voos experimentais com o SARP, modelo DJI Mavic Pro, e variadas a distância percorrida, a carga transportada, as condições meteorológicas e as características dos locais de decolagem e de soltura, simulando operações logísticas em ambiente operacional de selva. Quanto ao suprimento classe VIII a ser transportado, foram estabelecidos pesos de 100, 200 e 350 g para os testes. Os voos foram conduzidos no Centro de Instrução Coronel Brasil Arruda (CICBA), em Campina Grande do Sul – PR; no CIG, no Rio de Janeiro – RJ; e no Parque Regional de Manutenção da 5ª Região Militar (Pq R Mnt/5), em Curitiba – PR, por apresentarem extensas porções de floresta compatíveis às análises da pesquisa. Cada missão experimental contemplou o percurso de ida e de volta, com monitoramento sistemático do controle da bateria, simulando um cenário realista de suprimento médico.

Os resultados obtidos por R. B. Silva (2025) confirmaram a viabilidade operacional do SARP para transporte de suprimentos classe VIII em ambiente de selva sob as condições de teste avaliadas. No campo analítico, foram elaborados modelos preditivos de consumo de bateria com base nos dados coletados e no efeito conjunto dos preditores. Todas as regressões lineares múltiplas evidenciaram a distância total da missão como principal variável determinante para o consumo de bateria, com recomendação de missões curtas e repetitivas para garantia de margem energética para os percursos de ida e de volta.

A partir desses exemplos percebe-se que, nas Ciências Militares, a pesquisa experimental de campo apresenta ampla aplicabilidade (Calixto, 2024; Castro; Pochmann; Neves, 2025; Lopes, 2025; Oliveira, 2025; Silva, R. B., 2025). Nesse sentido, reforça-se o potencial da experimentação como abordagem metodológica versátil e relevante para o avanço do conhecimento e o aprimoramento das práticas no contexto militar.

PESQUISA EXPERIMENTAL DE LABORATÓRIO

A pesquisa experimental de laboratório é caracterizada como um procedimento de investigação de elevada complexidade, mas que assegura resultados dotados exatidão. Este método baseia-se na descrição e análise de fenômenos sob condições rigorosamente controladas, o que demanda o uso de instrumental técnico preciso e ambientes físicos adequados (Marconi; Lakatos, 2021, 2022). Para que uma investigação seja tecnicamente definida como um experimento laboratorial, é necessária a observância de três aspectos fundamentais: a designação aleatória dos participantes a diferentes condições, a implementação de um tratamento específico e a mensuração sistemática da influência dessa intervenção (Gramacho, 2023).

A principal vantagem da realização de experimentos de laboratório reside justamente na possibilidade de exercer controle sobre a designação aleatória dos participantes e a administração dos tratamentos. Em contextos naturais, a manutenção desse rigor é dificultada pela ocorrência de fenômenos que resultam de uma multiplicidade de fatores simultâneos, ao passo que o laboratório permite isolar o efeito que se pretende especificamente estudar. Dessa forma, o ambiente controlado oferece as condições ideais para investigar, com precisão, as diferentes etapas do processo causal (Gramacho, 2023).

Além do rigor metodológico, o contexto laboratorial permite o estudo de comportamentos ou eventos que poderiam colocar em risco a integridade dos participantes caso fossem realizados em ambientes não controlados. Por fim, observa-se uma relevante vantagem de ordem prática e financeira, visto que os experimentos laboratoriais são, com frequência, executados de forma mais rápida e com menor custo operacional em comparação a outros métodos de investigação (Gramacho, 2023).

SIMULAÇÃO CONSTRUTIVA

No contexto das Ciências Militares, recentemente, é crescente a condução de diversas pesquisas laboratoriais com auxílio de ferramentas computacionais de simulação para experimentação de diferentes linhas de ação. No glossário MD35-G-01, a simulação de combate é definida por:

Imitação ou representação de procedimentos de combate ou de operações para avaliação ou para treinamento. Utiliza recursos humanos, instalações e meios de tecnologia da informação, destinados ao desenvolvimento de sistemas de simulação de combate (Brasil, 2015, p. 253/288).

De acordo com o Caderno de Instrução – Emprego da Simulação (EB70-CI-11.441), a simulação pode ser empregada em três modalidades nas operações militares: viva, virtual e construtiva. Na simulação viva, agentes reais operam sistemas reais (armamentos, equipamentos, viaturas e aeronaves de dotação) no mundo real, com auxílio de sensores, dispositivos apontadores *laser* e demais instrumentos para acompanhar as ações dos agentes e simular os efeitos dos engajamentos em que eles se envolverem (Brasil, 2020).

A simulação virtual consiste na modalidade em que são envolvidos agentes reais que operam sistemas simulados em cenários gerados no computador. Desta feita, substitui a demanda por sistemas de armas, veículos, aeronaves e outros equipamentos cuja operação requer elevado grau de adestramento ou permeia riscos e/ou custos elevados para operação (Brasil, 2020).

Por sua vez, a simulação construtiva é a modalidade conhecida como jogos de guerra que envolve tropas e elementos simulados, operando sistemas simulados, controlados por agentes reais, em situação de comandos constituídos. Nesta modalidade, há interação entre agentes, divididos em forças oponentes que se enfrentam sob o controle de uma direção de exercício (Brasil, 2020).

Como aspectos positivos, o emprego da simulação construtiva no *software* COMBATER permite aos usuários o treinamento das funções de combate, a análise de linhas de ação e o suporte à tomada de decisão, nos mais diversos cenários. O sistema permite a visualização das tropas desdobradas em terreno virtual semelhante ao real e a execução das ordens emitidas. Fatores humanos como fadiga, moral e adestramento da tropa também podem ser considerados na experimentação. Por meio de inteligência artificial nativa do *software*, o sistema trabalha com unidades inimigas realistas e autônomas capazes de cumprir missões militares de forma fidedigna (Almeida *et al.*, 2023).

No que tange às limitações inerentes ao ambiente de simulação, pode-se mencionar algumas lacunas nos bancos de dados dos equipamentos e a acurácia das especificações técnicas. Apesar dos dados fornecidos em manuais, alguns parâmetros requerem ensaios de campo para a completa documentação, visando maior fidelidade do modelo e convergência dos resultados reais com os simulados (Falcão *et al.*, 2025).

APLICAÇÕES MILITARES DA PESQUISA EXPERIMENTAL DE LABORATÓRIO

Em laboratório, Almeida *et al.* (2023) utilizaram a simulação construtiva por meio do *software* COMBATER como ferramenta de suporte à tomada de decisão no nível tático. A ferramenta computacional foi aplicada no contexto do processo de ensino-aprendizagem de capitães-alunos da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) do Exército Brasileiro (EB), possibilitando a combinação de armas, a comparação de linhas de ação, bem como a integração entre as funções de combate, suas particularidades e dinâmicas operacionais.

Almeida *et al.* (2023) conduziram um estudo de caso no qual foram simuladas e comparadas duas linhas de ação, uma com apoio de fogo de artilharia e outra sem. A operação ofensiva tinha a missão de atacar e manter posições dominadas pelo inimigo na região de Americana – SP em direção a Limeira – SP. A diretriz do comandante era de máxima preservação do poder de combate das tropas amigas, em especial das tropas blindadas, e conquistar o objetivo o mais brevemente possível. Foram monitorados vinte e quatro indicadores quantitativos, incluindo baixas de pessoal, consumo de suprimentos (combustível, rações e água) e degradação das forças oponentes.

A partir dos dados obtidos e com auxílio de análise estatística para comparação das linhas de ação, Almeida *et al.* (2023) concluíram que a linha de ação com apoio de fogo de artilharia foi a melhor solução, destacando-se por preservação das tropas blindadas, menos baixas amigas, menor consumo de munição e menor tempo para conquista do objetivo. O *software* COMBATER ofereceu um ambiente de alta fidedignidade para a experimentação de cenários táticos e com economia de recursos quando comparado a exercícios reais. Dessa forma, a simulação construtiva constitui ferramenta pedagógica de grande valia para o aprimoramento da capacidade de planejamento dos oficiais e auxílio na tomada de decisão no nível tático.

Falcão *et al.* (2025) abordaram a modernização das Forças-Tarefa Blindadas (FT Bld) por intermédio da substituição da Viatura de Transporte de Pessoal M113

BR pela Viatura Blindada de Combate de Fuzileiros (VBC Fuz). Em seu artigo, os autores analisaram o desempenho e os impactos operacionais oriundos do emprego da nova viatura, modernizando os Regimentos de Carros de Combate nas forças-tarefa de infantaria e cavalaria blindadas.

Para isso, Falcão *et al.* (2025) valeram-se de uma experimentação com o *software* COMBATER onde foi simulada uma operação ofensiva de aproveitamento do êxito. Foram comparadas duas configurações de uma força-tarefa frente ao mesmo inimigo, uma com a viatura M113 BR e outra com a VBC Fuz, dotados de metralhadora .50 e canhão de 30 mm, respectivamente. O cenário em que a experimentação foi conduzida foi a região de Formigueiro – RS e São Sepé – RS, caracterizada por terreno ondulado sem impeditivos naturais expressivos que favorecem a mobilidade de forças blindadas e mecanizadas. Como indicadores, os autores elencaram tempo para a conquista do objetivo, baixas de pessoal e de meios materiais.

O estudo concluiu que a VBC Fuz garantiu a conquista do objetivo mais rapidamente quando comparada à viatura M113 BR. Além disso, a VBC Fuz apresentou maior potencial de preservação de poder de combate de pessoal e de material, devido à maior capacidade de proteção oferecida no combate. Falcão *et al.* (2025) salientam que a implantação da VBC Fuz pelo EB consiste em um importante avanço para o enfrentamento de potenciais ameaças futuras. A nova viatura exige atualizações da doutrina e das TTP para as forças-tarefa de infantaria e cavalaria blindadas, incorporando novas capacidades e melhorando a eficiência operacional.

Silva, Pochmann e Neves (2025) investigaram a importância do emprego da Companhia Anticarro Mecanizada durante um ataque coordenado em apoio a uma Brigada de Infantaria Mecanizada. Os autores buscaram avaliar o impacto dessa unidade na neutralização de blindados inimigos, utilizando-se da simulação construtiva como ferramenta para a quantificação de indicadores de diferentes linhas de ação.

A simulação foi realizada no *software* COMBATER opondo uma Brigada de Infantaria Mecanizada a um Regimento de Cavalaria Mecanizado. Neste contexto, foram comparadas duas linhas de ação, uma delas com a Brigada apoiada pela Companhia Anticarro Mecanizada e, na outra, a Brigada operando sem o apoio da Companhia. Silva, Pochmann e Neves (2025) contextualizaram a operação na região de Xanxerê – SC, caracterizada por solo firme e vegetação rasteira, porém, em algumas regiões, com restrição de movimento de tropas devido à inclinação do

terreno. Foram, então, selecionados seis indicadores vocacionados à mensuração das baixas de veículos blindados do inimigo.

Silva, Pochmann e Neves (2025) verificaram diferenças estatisticamente significativas entre as duas linhas de ação experimentadas, sendo que a utilização de Companhia Anticarro Mecanizada aumentou a taxa de destruição de blindados inimigos. Os resultados da simulação indicaram que a adição desta subunidade é capaz de aumentar o poder de combate e a proteção das tropas, contribuindo de forma efetiva para o sucesso das operações táticas conduzidas pela Brigada de Infantaria Mecanizada.

Souza e Burity (2025) analisaram a viabilidade do uso de SARP em comparação às aeronaves de asa rotativa para fins de transporte de suprimentos em ambiente operacional de montanha frente à ameaça antiaérea. A complexidade do relevo montanhoso impõe restrições logísticas associadas ao rigor climático e à necessidade de manutenção do sigilo nas operações, o que torna o ressuprimento convencional por helicópteros uma tarefa de alto risco.

Na experimentação conduzida por meio da simulação construtiva no *software* COMBATER, Souza e Burity (2025) compararam o ressuprimento logístico de um Pelotão de Reconhecimento com demanda diária de 57 kg de suprimento classe I (ração R2). Foram avaliadas três opções de aeronaves para o suprimento aéreo (aeronave Fennec, SARP TRV-150 e SARP DJI Flycart30), sendo o transporte de carga dos SARP por meio de enxame de drones, além de três possíveis itinerários, buscando evitar a identificação pela artilharia antiaérea inimiga. O cenário foi modelado em terreno montanhoso na região de Teresópolis – RJ e Petrópolis – RJ. Nesse contexto, foram avaliados tempo de ressuprimento, percentual de baixas e de sucesso na entrega.

Souza e Burity (2025) verificaram que, embora com menor tempo de ressuprimento, a aeronave Fennec foi abatida na totalidade das simulações. Os SARP apresentaram-se como alternativas mais seguras e eficientes para o cumprimento da missão, haja vista a menor altitude, as menores dimensões e o maior sigilo nas operações, apesar do maior tempo demandado para o ressuprimento. Comparativamente, o SARP DJI Flycart30 destacou-se pelas maiores taxas de entrega dentre as alternativas experimentadas.

De forma análoga à experimentação de campo, a experimentação de laboratório permite a investigação científica nas mais diversas temáticas da Ciências Militares (Almeida *et al.*, 2023; Falcão *et al.*, 2025; Silva; Pochmann; Neves, 2025; Souza; Burity, 2025). A experimentação de laboratório, nesse caso,

é conduzida por meio da simulação de combate e, diferentemente dos exercícios no terreno, o ambiente virtual permite o controle rigoroso de fatores externos, assegurando que as variáveis sejam mensuradas com elevada precisão.

Além disso, a simulação confere repetibilidade ao experimento, permitindo a testagem de hipóteses estatísticas, o que, em cenário real de larga escala, seria logística e economicamente inviável de ser avaliado. Assim sendo, a simulação não é apenas uma ferramenta de adestramento, mas um multiplicador de conhecimento, capaz de subsidiar decisões táticas baseadas em evidências científicas.

COMPARAÇÃO ENTRE PESQUISA EXPERIMENTAL DE CAMPO E DE LABORATÓRIO

A compreensão das diferentes formas de experimentação constitui elemento fundamental para a adequada delimitação metodológica das pesquisas científicas. Nesse contexto, enquanto a experimentação de campo privilegia a observação dos fenômenos em seu contexto natural, a experimentação de laboratório caracteriza-se pelo controle rigoroso das condições experimentais, visando maior precisão analítica. Assim, com o objetivo de evidenciar as principais características, aproximações e distinções entre essas abordagens, apresenta-se o Quadro 1 com o comparativo entre os aspectos metodológicos centrais.

Aspecto	Pesquisa experimental de campo	Pesquisa experimental de laboratório
Ambiente	Natural	Controlado
Finalidade científica	Compreender fenômenos reais em seu local de ocorrência	Investigar relações causais sob condições rigorosamente controladas
Grau de controle	Baixo controle, vulnerável a fatores desconhecidos	Alto controle, permite o isolamento de variáveis
Segurança	Necessária a exposição ao contexto real	Manutenção da integridade dos participantes
Vantagem	Acúmulo de informações e acesso a amostras naturais	Exatidão dos resultados e isolamento de fatores causais
Desvantagem	Interferência de fatores externos inerentes ao contexto real	Ambiente artificial que simula o ambiente real

Quadro 1. Comparativo entre pesquisa experimental de campo e de laboratório.

EXPERIMENTAÇÃO DOUTRINÁRIA NO EXÉRCITO BRASILEIRO

No âmbito do EB, o ciclo de produção doutrinária é descrito nas Instruções Gerais para o Sistema de Doutrina Militar Terrestre (EB10-IG-01.005) (Brasil, 2022). A produção doutrinária compreende um ciclo que é composto por fases sequenciais: planejamento da produção doutrinária, formulação do produto doutrinário, difusão do produto doutrinário e acompanhamento doutrinário. As etapas são sequenciais, permitindo que os produtos de cada etapa sejam processados na etapa subsequente, realimentando, continuamente, o ciclo conforme evidenciado na Figura 2.

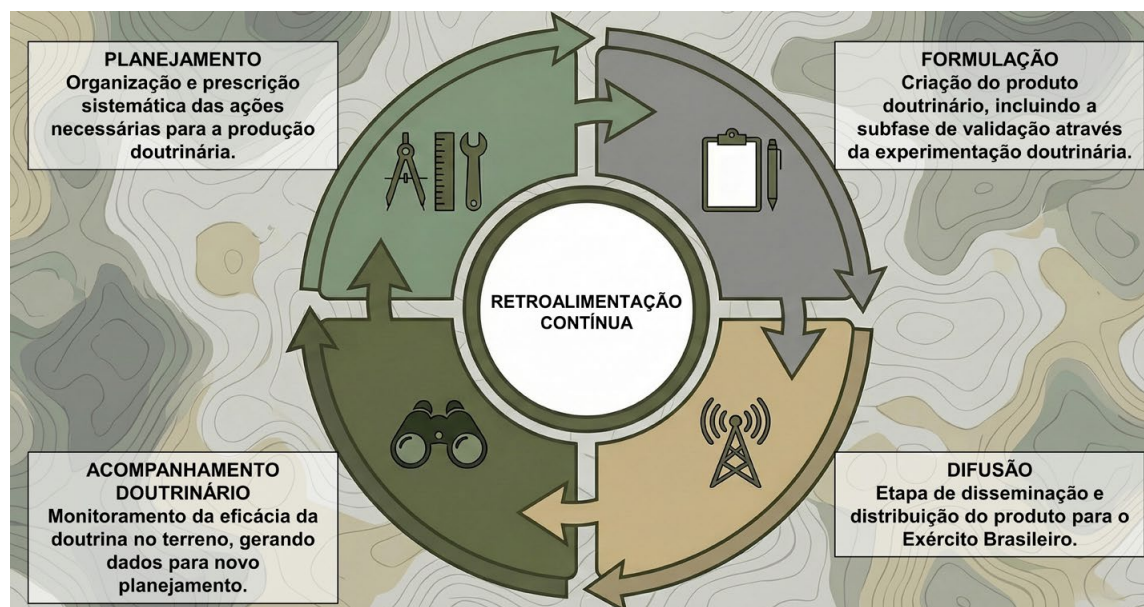


Figura 2. Fases do ciclo de produção doutrinária.

Fonte: Adaptado de Brasil (2022).

No ciclo de produção doutrinária, a experimentação doutrinária localiza-se na fase de formulação, mais especificamente em uma subfase denominada validação. Conceitualmente, a experimentação doutrinária tem a finalidade de validar, na prática, a exequibilidade e a eficácia de estruturas, conceitos, táticas, técnicas e procedimentos de publicações e documentos incorporados à doutrina (Brasil, 2022). Por sua vez, a sistemática para a realização de experimentações doutrinárias no EB está definida nas Instruções Reguladoras da Sistemática de Experimentação Doutrinária (EB70-IR-10.002) (Brasil, 2025).

A experimentação doutrinária pode ser conduzida em ambiente real, seja em exercício no terreno ou simulado, em condições que reproduzam, tanto quanto possível, as situações de combate, com o intuito de validar, na prática, concepções e conceitos doutrinários. As simulações virtual e construtiva podem ser empregadas quando a experimentação no sistema real não for viável devido aos riscos envolvidos, ao elevado custo do experimento real ou à dificuldade de reprodução física da atividade nas condições ideais (Brasil, 2025).

Para a validação do produto doutrinário, quando aplicável, deve-se considerar grupos controle para comparação de unidades que empregam a doutrina vigente e aquelas que experimentam a nova proposta por meio de protocolos padronizados para medição do desempenho; testes de falsificação para identificação de vulnerabilidades e limitações antes da adoção definitiva da proposta; e reprodutibilidade em múltiplos cenários mediante a experimentação em diferentes ambientes, tais como selva, cerrado, cenário urbano etc., e sob diversas condições climáticas (Brasil, 2025).

Por exemplo, no âmbito de processos de planejamento de Estado-Maior, um grupo controle pode ser constituído por um Estado-Maior que emprega a doutrina vigente, enquanto outro adota o novo processo de planejamento, possibilitando a comparação do tempo de resposta, do grau de clareza das decisões e dos efeitos produzidos na execução das operações. Para novos armamentos, a experimentação pode ser conduzida com um grupo de militares utilizando a versão anterior do sistema de armas e outro operando o modelo proposto, permitindo a mensuração de variáveis como a precisão, a cadência de tiro, a mobilidade e o impacto logístico (Shoji, 2025).

A título de elucidação, pode-se mencionar ainda a incorporação de frações ou pelotões dotados de novas capacidades. Nesse contexto, a experimentação pode ser realizada por meio de exercícios com e sem a presença da nova fração mediante análise se a sua inserção modifica a dinâmica tática, o tempo de execução da missão e a taxa de sucesso operacional. Por fim, na avaliação de novas unidades ou subunidades especializadas, é possível comparar um batalhão estruturado segundo a nova proposta com outro que mantenha a organização convencional, examinando se a mudança resulta em ganhos efetivos na flexibilidade operacional e na letalidade das forças (Shoji, 2025).

BOAS PRÁTICAS NA REDAÇÃO DO CAPÍTULO DE METODOLOGIA EM PESQUISA EXPERIMENTAL

A redação do capítulo de Metodologia constitui o alicerce da credibilidade de qualquer trabalho científico experimental. Sua função primordial é garantir a reprodutibilidade do estudo, permitindo que pares científicos possam replicar os experimentos e corroborar os resultados obtidos. Portanto, a escrita deve ser pautada pela impessoalidade, objetividade e precisão, utilizando-se predominantemente da voz passiva e do tempo verbal pretérito, uma vez que se relatam procedimentos já executados.

Para desenhos experimentais complexos, recomenda-se a inserção de um fluxograma ou diagrama esquemático, facilitando a visualização global das sucessivas etapas, já no início do capítulo. Tais esquemas devem abarcar todo o percurso metodológico da amostra e/ou do objeto de estudo, desde as etapas de obtenção, recrutamento, confecção, moldagem e/ou modelamento até as fases finais de coleta e de análise dos dados, seguindo a ordem cronológica dos processos.

O pesquisador deve caracterizar a população que compreende a totalidade dos elementos que compartilham as características, atributos ou propriedades de interesse, delineando o escopo teórico para o qual as conclusões pretendem ser estendidas. No entanto, devido às restrições temporais, econômicas e logísticas para analisar a população em sua totalidade, em pesquisas experimentais, trabalha-se com um subconjunto finito delimitado e representativo do universo denominado amostra.

Por isso, o pesquisador necessita caracterizar a amostra por intermédio da definição de critérios de inclusão e exclusão rigorosamente definidos. Assim sendo, deve-se definir o tamanho amostral (n) assegurando-se que a seleção das unidades amostrais siga métodos probabilísticos e reflita a variabilidade intrínseca da população para a inferência estatística.

A delimitação precisa do cenário e do recorte temporal constitui um pilar fundamental na pesquisa experimental, pois contextualiza a integridade dos dados coletados frente às variáveis. Ao detalhar se o estudo foi conduzido em um ambiente de laboratório, sob rigorosas condições controladas, ou em campo, exposto a dinâmicas externas, o pesquisador fornece informações essenciais para a interpretação dos fenômenos e o controle de vieses. Simultaneamente, a definição clara do período de realização é indispensável, uma vez que fatores

cronológicos ou sazonais podem influenciar diretamente os resultados. Assim, a situação no espaço e no tempo consiste em uma condição obrigatória para garantir a transparência e a validade científica do experimento.

Quanto à coleta de dados, se for o caso, a descrição dos procedimentos metodológicos deve pautar-se na explicitação rigorosa das normas técnicas, manuais e protocolos padronizados adotados, referenciando-se as respectivas fontes originais consultadas. Caso haja necessidade de adaptações nas rotinas já consolidadas, estas devem ser detalhadas e justificadas com o intuito de preservar a integridade do delineamento experimental. Para alterações de caráter pontual, sugere-se o uso da expressão 'adaptado de' juntamente ao detalhamento das modificações, sejam elas de tempo, temperatura, dosagem etc. Quando da realização de procedimentos ou rotinas demasiadamente extensos, recomenda-se que o passo a passo seja remetido aos apêndices para não comprometer a fluidez da leitura.

De forma concomitante, visando assegurar a precisão e a uniformização na aquisição de dados, torna-se imperativo caracterizar integralmente os insumos e os equipamentos empregados, bem como os *softwares* utilizados. Para isso, deve-se discriminar, de forma pormenorizada, os instrumentos, abrangendo fabricante, modelo, ano, versão, série e/ou outros atributos técnicos indispensáveis à replicabilidade experimental.

Recomenda-se, ainda, a inclusão de uma breve descrição acerca de eventuais ensaios preliminares ou estudos piloto que tenham sido realizados previamente à coleta definitiva dos dados. A condução de estudos prévios demonstra rigoroso planejamento e auxilia na justificativa da definição das variáveis que interferem no processo, além de permitir o mapeamento de tendências de comportamento. Tal prática denota maturidade científica, comprovando que o instrumento de coleta foi validado quanto à sua capacidade de captar as tendências e fenômenos investigados. Assim, evita-se o dispêndio de recursos em uma abordagem não validada quando empregada diretamente na coleta de dados definitiva.

No que tange à análise dos dados, deve-se explicitar o tratamento estatístico aplicado aos dados e os *softwares* utilizados, juntamente à versão empregada. Primeiramente, por meio da estatística descritiva, deve-se resumir e apresentar os resultados por meio de medidas de tendência central (média ou mediana) e medidas de dispersão (desvio padrão ou intervalo interquartil), selecionadas em função de critérios de normalidade da distribuição dos dados. Por sua vez, na

estatística inferencial, recomenda-se a explanação dos testes estatísticos adotados e a justificativa para sua escolha em função do desenho experimental da pesquisa.

Nesse contexto, é imperativo definir o nível de significância (α) adotado. Usualmente, o parâmetro é fixado em 5%, sendo o p-valor $< 0,05$ o critério de decisão utilizado para a rejeição da hipótese nula. Por intermédio dos resultados obtidos e validados por esse critério, o autor pode inferir características, comportamentos e/ou propriedades à população ao analisar apenas a amostra representativa do todo.

A integridade da pesquisa experimental fundamenta-se na ética e na transparência do relato científico, transcendendo a mera descrição de êxitos para refletir a fidelidade absoluta aos dados. É imperativo que o pesquisador apresente a totalidade dos resultados obtidos, incluindo os desfechos negativos, nulos ou contraditórios, sem qualquer seleção tendenciosa de achados que apenas corroborem as hipóteses iniciais.

O rigor metodológico exige também a clara explicitação das limitações intrínsecas ao estudo. O reconhecimento dessas restrições de natureza amostral, temporal, financeira ou instrumental atesta a transparência, o discernimento crítico e a responsabilidade do autor frente ao trabalho. Ao delimitar as fronteiras de validade dos resultados, evita-se a generalização indevida das conclusões e se oferecem subsídios valiosos para que trabalhos futuros possam preencher as lacunas identificadas, garantindo, assim, a evolução contínua do conhecimento científico. Normalmente, as limitações do trabalho são apresentadas ao término da discussão dos resultados.

Com o propósito de conferir sistematicidade e rigor científico à condução da experimentação, foi elaborada uma estrutura analítica que contempla as principais fases do processo experimental, desde o planejamento até a validação dos resultados, no Quadro 2, para dois exemplos de pesquisa experimental. O exemplo da pesquisa experimental de campo é relativo à utilização de SARP por uma determinada fração e, por sua vez, a pesquisa experimental de laboratório (simulação) diz respeito ao emprego (sim ou não) de arma anticarro por uma Companhia de Infantaria Mecanizada (Cia Inf Mec) em um contexto operacional qualquer.

(continua)

Tema de pesquisa	Emprego de SARP em fração	Cia Inf Mec com vs. sem arma anticarro
O que? (descrição de equipamentos, materiais, meios)	SARP - Tipo? - Categoria? - Modelo? - Alcance? - Capacidade de carga? - Velocidade?	Arma anticarro - Tipo? - Modelo? - Alcance?
Como? (execução)	- Ataque? - Reconhecimento? - Suprimento? - Altitude? - Rota? - Tempo de voo?	- Operação ofensiva? - Operação defensiva? - Aquisição do alvo? - Preparação? - Posicionamento? - Observação? - Engajamento?
Onde? (ambiente operacional, local, cenário)	- Caracterização geográfica? - Ambiente operacional (urbano, campo de instrução, selva, montanha, caatinga)? - Condições meteorológicas (temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade do vento, direção do vento, período diurno/noturno)?	- Qual <i>software</i> para simulação (COMBATER, VBS)? - Caracterização do cenário de simulação? - Ambiente operacional (urbano, campo de instrução, selva, montanha, caatinga)? - Condições meteorológicas (temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade do vento, direção do vento, período diurno/noturno)?
Quando? (período, duração da experimentação)	- Data (dia/mês/ano)? - Duração (dias, meses)?	- Data (dia/mês/ano)? - Duração (dias, meses)?
Quanto? (amostragem, quantidade de repetições)	- Quantos voos?	- Quantas simulações?
Quem? (operação)	- Quem operou o SARP? - Nível de treinamento e qualificação do operador?	- Quem operou o simulador? - Nível de treinamento e qualificação do operador?
Output? (forma de medição e indicadores)	- Ficha de observação? - Imagem? - Filmagem? - Observadores qualificados? - Eficiência de ataque? - Tempo de detecção? - Eficiência logística? - Precisão?	- Relatório do simulador? - Observadores qualificados? - Eficiência da operação (baixas, consumo de munição, consumo combustível amigo/inimigo)? - Número de engajamentos? - Precisão?

Quadro 2. Exemplos de caracterização de procedimentos experimentais.

(conclusão)

Tema de pesquisa	Emprego de SARP em fração	Cia Inf Mec com vs. sem arma anticarro
Análise dos dados?	- Estatística descritiva (medidas de tendência central e medidas de dispersão)? - Estatística inferencial (teste de hipótese de comparação de grupos, correlação, regressão linear múltipla)?	- Estatística descritiva (medidas de tendência central e medidas de dispersão)? - Estatística inferencial (teste de hipótese de comparação de grupos, correlação, regressão linear)?
Aspectos éticos?	- Pesquisa com seres humanos? - Necessidade de aprovação em Comitê de Ética e Pesquisa (CEP)?	- Pesquisa com <i>software</i>?
Limitações?*	- Autonomia? - Interferências climáticas? - Restrições para segurança de voo? - Equipamento experimentado similar ao objeto da pesquisa?	- Fidedignidade? - Realismo? - Restrições do simulador? - Equipamento experimentado similar ao objeto da pesquisa?

* Sugere-se que as limitações da pesquisa sejam apresentadas ao final da discussão dos resultados.

Quadro 2. Exemplos de caracterização de procedimentos experimentais.

Ressalta-se que os aspectos metodológicos apresentados no Quadro 2 não esgotam a totalidade dos elementos passíveis de descrição em uma pesquisa dessa natureza, constituindo apenas um conjunto exemplificativo de dimensões consideradas relevantes para a adequada caracterização dos procedimentos experimentais. A seleção dos itens buscou evidenciar detalhes, características e propriedades necessários à compreensão do delineamento da investigação, sem, contudo, limitar a inclusão de outros fatores que se mostrem pertinentes às especificidades do estudo e ao contexto operacional analisado. Assim, tais aspectos devem ser compreendidos como referências orientadoras, passíveis de adaptação e ampliação nas diversas temáticas das Ciências Militares.

CONCLUSÃO

A pesquisa experimental consolida-se como um dos instrumentos de coleta de dados de maior prestígio e tradição no processo científico, destacando-se pela capacidade de identificar relações de causa e efeito por meio do controle de variáveis independentes e da observação de seus efeitos nas variáveis dependentes. Ao longo deste capítulo, evidenciou-se que o sucesso de um experimento não reside apenas na sua execução, mas na formalização antecipada de um planejamento rigoroso. O equilíbrio entre a validade interna, que assegura o rigor do nexo causal,

e a validade externa, voltada à generalização dos resultados para a população, emerge como importante critério para a robustez da investigação.

A distinção entre as modalidades de experimentação de campo e de laboratório revelou-se fundamental para a escolha do método adequado aos objetivos da pesquisa. Enquanto a experimentação de campo privilegia a observação de fenômenos em seu contexto natural e espontâneo, enfrentando desafios como o menor controle sobre fatores externos e a maior dificuldade na designação aleatória, a experimentação de laboratório oferece um ambiente rigorosamente controlado, garantindo maior exatidão, isolamento de fatores causais e segurança para os participantes. No âmbito das Ciências Militares, destaca-se a simulação construtiva, que permite a exploração de cenários táticos complexos e o treinamento de funções de combate com segurança, repetibilidade e economia de recursos.

A aplicação prática desses conceitos de pesquisa experimental foi elucidada por estudos diversos em diferentes áreas temáticas. Tais exemplos reforçam que a experimentação é uma ferramenta indispensável para o aprimoramento das práticas e o suporte à tomada de decisão. No EB, a experimentação doutrinária localiza-se na fase de formulação do ciclo de produção doutrinária, servindo como uma etapa essencial de validação para verificar a exequibilidade e a eficácia de novos conceitos, táticas e procedimentos antes de sua incorporação definitiva.

Por fim, a credibilidade de um estudo experimental sustenta-se na transparência e na reprodutibilidade da sua metodologia. A descrição pormenorizada da amostra, dos instrumentos de coleta de dados e dos protocolos analíticos adotados permite que pares científicos repliquem o estudo e corroborem os resultados. Além do rigor técnico, o pesquisador deve pautar-se pela ética e pela responsabilidade, relatando fielmente todos os desfechos, inclusive os negativos, e reconhecendo as limitações intrínsecas ao estudo para evitar generalizações indevidas e fomentar a evolução contínua do conhecimento. Assim, nas Ciências Militares, a pesquisa experimental reafirma-se como uma abordagem imprescindível para transformar dados empíricos em conhecimentos operacionais sólidos e consolidados.

SOBRE A AUTORA

Raquel Petry Brondani Schmidt, Doutora em Engenharia Civil.

Docente do Magistério Superior da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Brasil. Atualmente, em Exercício Provisório na Seção de Pós-Graduação (SPG) da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) do Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: raquelbrondani@gmail.com

COMO CITAR ESTE CAPÍTULO

SCHMIDT, R. P. B. Pesquisa Experimental. *In*: NEVES, E. B.; POCHAMNN, P. G. C.; SCHMIDT, R. P. B. (org.). **Abordagens metodológicas em Ciências Militares**. Rio de Janeiro: Traço Leal Comunicação, 2026, p. 173-198.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. M. *et al.* The use of constructive simulation based on COMBATER software to enhance the learning of Brazilian army officers at the tactical level. *In*: 2023 15th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON), 2023, São Bernardo do Campo. **Anais [...]**. São Bernardo do Campo: INDUSCON, 2023. p. 1374-1379.

BASTOS, R. T. R. M.; HONÓRIO, H. M.; NORMANDO, D. Cálculo amostral. *In*: NORMANDO, D.; HONÓRIO, H. M. **Bioestatística quase sem fórmulas**. Maringá: The Life Press, 2023. p. 443-479.

BRASIL. Ministério da Defesa. Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas. **MD35-G-01: Glossário das Forças Armadas**. 5. ed. Brasília, DF, 2015.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Comando de Operações Terrestres. **EB70-CI-11.441: Caderno de Instrução – Emprego da Simulação. Ed. experimental**. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Comando de Operações Terrestres. **EB10-IG-01.005: Instruções gerais para o Sistema de Doutrina Militar Terrestre (SIDOMT)**. 6. ed. Brasília, DF, 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Comando de Operações Terrestres. **EB70-IR-10.002: Instruções reguladoras da Sistemática de Experimentação Doutrinária**. 2. ed. Brasília, DF, 2025.

CALIXTO, G. P. **A participação brasileira no processo de pacificação do Congo: um estudo sobre a equipe móvel de treinamento em operações na selva no ano de 2021**. 2024. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2024.

CASTRO, B. A.; POCHMANN, P. G. C.; NEVES, E. B. Machine learning applied to optimize fuel consumption in amazonian waterways military logistics. *In*: 15th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications (SIMULTECH), 2025, Bilbao. **Anais [...]**. Bilbao: SIMULTECH, 2025. p. 226-233.

FALCÃO, J. P. *et al.* Implementation of armored personnel carriers in the employment of the armored task force as a strategy for achieving superiority in unit-level engagements within the Brazilian Army. *In*: 2025 16th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON), 2025, São Sebastião. **Anais [...]**. São Sebastião: INDUSCON, 2025. p. 2177-2182.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Barueri: Atlas, 2025. 186 p.

GRAMACHO, W. G. **Introdução à metodologia experimental**. São Paulo: Blucher, 2023. 216 p.

HONÓRIO, H. M.; NORMANDO, D. Inferência estatística e teste de hipóteses: o valor de p versus intervalos de confiança. *In*: NORMANDO, D.; HONÓRIO, H. M. **Bioestatística quase sem fórmulas**. Maringá: The Life Press, 2023. p. 133-145.

LOPES, M. F. **O emprego de sensoriamento remoto para levantamento de dados de trafegabilidade do terreno em reconhecimentos de engenharia**. 2025. 234 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2025.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021. 318 p.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2022. 354 p.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. 9. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2017. 734 p.

OLIVEIRA, D. **Análise histórica do conflito russo-ucraniano (2022/2025): o emprego das tropas de infantaria no combate urbano e o impacto da dimensão humana**. 2025. 400 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2025.

SHOJI, A. Uma metodologia para experimentação doutrinária. **Revista Doutrina Militar Terrestre**. Brasília, v. 13, n. 41, p. 35-43, 2025.

SILVA, J. G. C. **Experimental research: an introduction**. Orlando: João Gilberto Corrêa da Silva, 2025. 311 p.

SILVA, R. B. **O emprego de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (SARP) categoria zero nos processos especiais de suprimento classe VIII (saúde)**. 2025. 183 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2025.

SILVA, J. P. M. V.; POCHMANN, P. G. C.; NEVES, E. B. Maximizing tactical success: The impact of the mechanized anti-tank company in a coordinated attack assessed through constructive simulation. *In*: 15th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications (SIMULTECH), 2025, Bilbao. **Anais [...]**. Bilbao: SIMULTECH, 2025. p. 234-241.

SOUZA, E. R.; BURITY, E. A. Sistemas de aeronaves remotamente pilotadas para transportar suprimentos nas operações em montanha: possibilidades do futuro testadas em simulação construtiva. **Revista Agulhas Negras**. Resende, v. 9, n. 14, p. 147-166, 2025.

CAPÍTULO 9

PESQUISA COM SIMULAÇÃO CONSTRUTIVA

Pablo Gustavo Cogo Pochmann

INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a simulação construtiva como uma ferramenta metodológica robusta e versátil para a pesquisa científica. Destaca-se a crescente importância desta abordagem em um cenário de investigações cada vez mais complexas e multidisciplinares, onde a capacidade de modelar, experimentar e analisar sistemas dinâmicos de forma controlada e com otimização de recursos é fundamental. Serão explorados os fundamentos teóricos da simulação construtiva, diferenciando-a de outras modalidades de simulação e ressaltando suas vantagens intrínsecas, como a análise de cenários complexos, a experimentação com redução de custos e riscos, a repetibilidade para análise estatística e o forte subsídio à tomada de decisão. O capítulo também aborda as limitações e os desafios inerentes ao seu uso. Um guia prático detalha o processo de aplicação da simulação construtiva em um projeto de pesquisa, desde a definição do problema e desenvolvimento do modelo conceitual, passando pela implementação computacional, delineamento e execução dos experimentos, até a análise, interpretação e validação dos resultados. Adicionalmente, são discutidos cuidados cruciais a serem observados para garantir a qualidade e a fidedignidade dos estudos que empregam esta técnica. Para ilustrar a aplicação prática, um exemplo comentado demonstra como a simulação construtiva pode ser utilizada para comparar estratégias e gerar *insights* científicos valiosos. Ao final, espera-se que o leitor compreenda o potencial da simulação construtiva para enriquecer o arsenal metodológico do pesquisador, permitindo a investigação de questões complexas e o avanço do conhecimento em diversas áreas do saber.

TEORIA DA SIMULAÇÃO CONSTRUTIVA

A capacidade de prever, analisar e compreender sistemas complexos é reconhecida como uma pedra angular do avanço científico e tecnológico

contemporâneo (Winsberg, 2010). Em diversos cenários, a experimentação direta no ambiente real revela-se impraticável, excessivamente custosa, perigosa ou, em certas instâncias, tecnicamente impossível (Banks *et al.*, 2010; Tolk, 2012). É nesse panorama que a simulação se consolida como uma ferramenta científica indispensável, oferecendo um meio rigoroso para replicar e investigar o comportamento de sistemas sob diversas condições, operando de forma controlada e com eficiência temporal superior aos métodos empíricos tradicionais (Zeigler; Muzy; Kofman, 2019; Law, 2015).

No âmbito da ciência e da engenharia militar, a simulação transcende a mera reprodução de fenômenos, constituindo-se como um laboratório virtual voltado ao suporte à decisão e à análise de eficácia no combate (Sokolowski; Banks, 2009). Inserida no contexto da Revolução 4.0, essa tecnologia utiliza modelos matemáticos e computacionais para representar interações fundamentais, permitindo a visualização do curso das batalhas com grande economia de meios (Almeida *et al.*, 2023). Através desses ambientes virtuais realistas, é possível fundamentar requisitos operacionais e testar doutrinas antes da sua aplicação real (Morgero, 2016).

Nesse contexto, os pesquisadores podem empregar a simulação para:

- a) Testar hipóteses – avaliar a validade de teorias e conjecturas, como o impacto da integração de unidades de defesa antiaérea ou anticarro na sobrevivência e eficiência das tropas (Hoika; Korecki, 2025; Da Silva; Pochmann; Neves, 2025);
- b) Prever comportamentos futuros – estimar como um sistema evoluirá ao longo do tempo ou em resposta a intervenções, possibilitando a predição de resultados de combate e o comportamento estratégico dos participantes (Founta, 2025; Law, 2015);
- c) Otimizar projetos e processos – refinar o design de novos produtos e táticas, como o planejamento de eixos de manobra coordenados em terrenos difíceis ou a implementação de novas plataformas blindadas (Nohel *et al.*, 2021; Banks *et al.*, 2010);
- d) Analisar cenários ‘e se?’ (*what-if analysis*) – explorar o impacto de diferentes composições de tropas e decisões táticas sem riscos reais, permitindo a comparação estatística entre diferentes linhas de ação (Falcão *et al.*, 2025; Tolk, 2012);
- e) Realizar treinamento e educação – proporcionar ambientes seguros e controlados para o adestramento de oficiais, permitindo o aprendizado

através da revisão pós-ação e o aprimoramento do pensamento crítico em situações de alto risco (Havlík *et al.*, 2022; Roleneć; Vlkovsky; Sedlacek, 2023; Almeida *et al.*, 2023); e

f) Compreender a dinâmica de sistemas complexos – desvendar relações de causa e efeito e identificar pontos críticos em cenários onde a intuição humana é limitada por múltiplas variáveis interdependentes e não lineares (Zeigler; Muzy; Kofman, 2019; Tolk, 2012).

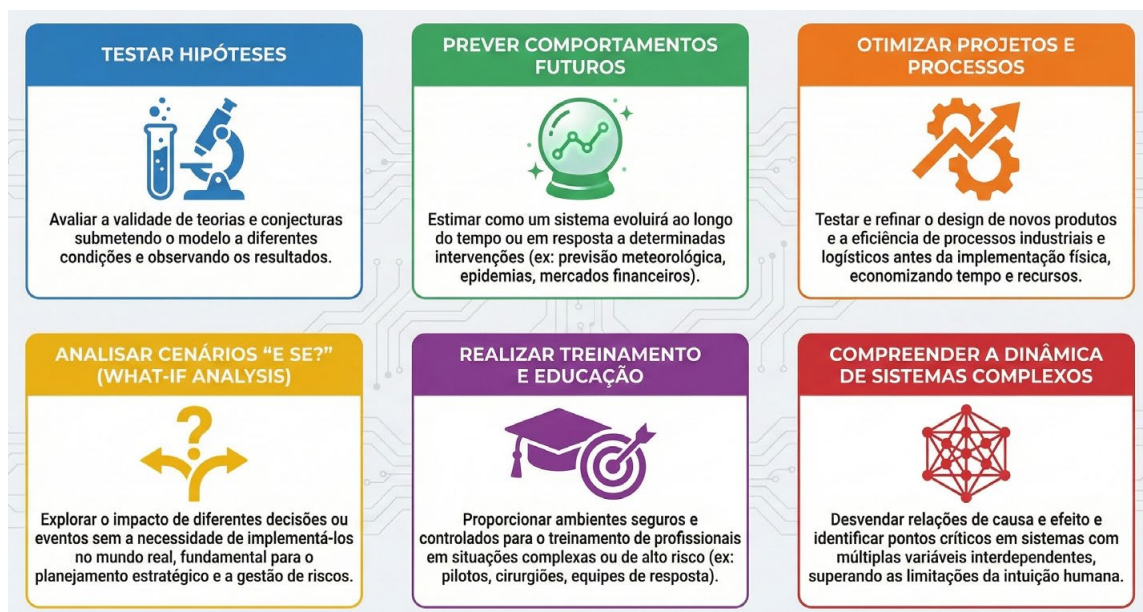


Figura 1. Possibilidades de uso da simulação por pesquisadores.

Embora a simulação computacional moderna seja um fenômeno relativamente recente, a ideia de modelar e simular sistemas é antiga (Schmidt, 2017). Jogos de guerra, como o Xadrez e o Go, podem ser vistos como formas rudimentares de simulação estratégica (Tolk, 2019). No início do século XX, simulações físicas em menor escala, como túneis de vento para estudos aerodinâmicos, já eram empregadas (Law, 2015).

A verdadeira revolução na simulação começou com o advento dos computadores digitais em meados do século XX (Schmidt, 2017; Zeigler; Muzy; Kofman, 2019). Um dos marcos iniciais foi o desenvolvimento do método de Monte Carlo (Law, 2015) durante o Projeto Manhattan, utilizado para simular o comportamento de nêutrons. Nas décadas seguintes, o aumento exponencial da capacidade de processamento computacional (Tolk, 2019), aliado ao desenvolvimento de algoritmos mais sofisticados e linguagens de programação

específicas para simulação, permitiu a criação de modelos cada vez mais complexos e realistas.

Nos anos 1950 e 1960, surgiram as primeiras linguagens de simulação de eventos discretos, como GPSS (General Purpose Simulation System) e SIMSCRIPT (Law, 2015), impulsionando aplicações em logística, manufatura e pesquisa operacional (Zeigler; Muzy; Kofman, 2019). A simulação de sistemas contínuos também avançou, com aplicações em engenharia de controle e dinâmica de sistemas (Law, 2015; Zeigler; Muzy; Kofman, 2019). A popularização dos computadores pessoais e das interfaces gráficas nas décadas de 1980 e 1990 tornou as ferramentas de simulação mais acessíveis a um público mais amplo de pesquisadores e profissionais.

A simulação assume um protagonismo ainda maior na era da Indústria 4.0 e da transformação digital. A Quarta Revolução Industrial, como destacado por Schwab (2016), é caracterizada pela fusão de tecnologias digitais, físicas e biológicas, com foco na automação, inteligência artificial (IA), Internet das Coisas (*internet of things* – IoT), computação em nuvem e análise de grandes volumes de dados (Da Silva; Pochmann; Neves, 2025; Almeida *et al.*, 2023).

Neste novo paradigma, a simulação não é apenas uma ferramenta de análise, mas um componente integral do ciclo de vida de produtos, processos e sistemas. Conceitos como gêmeos digitais (*digital twins*), que são réplicas virtuais detalhadas de objetos ou processos físicos que são atualizadas em tempo real com dados do mundo real, exemplificam essa integração, conectando-se à evolução dos modernos sistemas ciberfísicos (Zeigler; Muzy; Kofman, 2019) e ao uso de maquetes digitais preditivas (Neyland, 1997). Os gêmeos digitais permitem monitoramento, diagnóstico, prognóstico e otimização contínuos, impulsionando a eficiência e a inovação.

A transformação digital na pesquisa também é profundamente impactada. A disponibilidade massiva de dados, o poder de processamento em nuvem e os avanços em IA permitem a criação de modelos de simulação de fidelidade e escopo sem precedentes, contrapondo a modelagem de dados à modelagem de simulação (Zeigler; Muzy; Kofman, 2019). Pesquisadores podem agora simular sistemas socioeconômicos complexos, ecossistemas inteiros (Schmidt, 2017; Zeigler; Muzy; Kofman, 2019) ou o comportamento de materiais em nanoescala com um nível de detalhe antes inimaginável. A simulação se torna, portanto, uma peça-chave para acelerar descobertas, validar inovações e traduzir dados brutos

em conhecimento acionável, capacitando a comunidade científica a enfrentar desafios globais cada vez mais intrincados.

DEFINIÇÃO DE SIMULAÇÃO CONSTRUTIVA

A simulação construtiva é compreendida como uma modalidade de simulação em que pessoas reais interagem com sistemas simulados, ou sistemas simulados interagem entre si, para gerar resultados que emergem da dinâmica dessas interações (Law, 2015; Tolk, 2019). Diferente de modelos estáticos ou eventos pré-determinados, na simulação construtiva, o desfecho não é escrito previamente; ele é a consequência lógica e probabilística das decisões tomadas pelos agentes, sejam eles humanos ou computacionais, frente às restrições impostas pelos modelos matemáticos de ambiente e sistemas de armas (Almeida *et al.*, 2023).

Neste contexto, o termo construtiva refere-se ao fato de que o cenário e os resultados são construídos pelo sistema a partir da execução de regras de engajamento e algoritmos de movimentação e combate (Neyland, 1997). O pesquisador ou o comandante não controla o resultado, mas sim as condições iniciais e as ordens emitidas às unidades simuladas (Schmidt, 2017; Almeida *et al.*, 2023).

DIFERENCIAÇÃO ENTRE SIMULAÇÕES

Para uma compreensão precisa, é essencial situar a simulação construtiva dentro da taxonomia LVC (*live, virtual e constructive* – viva, virtual e construtiva), amplamente adotada em contextos militares e científicos (Almeida *et al.*, 2023; Rolenic; Vlkovsky; Sedlacek, 2021).

- a) Simulação viva (*live simulation*) – envolve pessoas reais operando equipamentos reais em um ambiente real (Law, 2015; Tolk, 2019). O aspecto simulado reside nos efeitos, como o uso de dispositivos de engajamento tático a laser (DSET) para simular disparos e danos sem o uso de munição real (Schmidt, 2017);
- b) Simulação virtual (*virtual simulation*) – caracteriza-se pelo conceito de *human-in-the-loop* (humano no ciclo, tradução nossa; é um modelo interativo que exige a participação humana), onde pessoas reais operam equipamentos simulados, como simuladores de voo ou de tiro, em um ambiente sintético (Law, 2015; Tolk, 2019). A ênfase está na percepção sensorial e nas habilidades motoras do operador dentro do ambiente

virtual, explorando os limites do operador e do equipamento (Schmidt, 2017; Almeida *et al.*, 2023); e

c) Simulação construtiva (*constructive simulation*) – diferencia-se das anteriores por lidar com entidades e unidades agregadas e simuladas que são operadas por agentes (Law, 2015; Tolk, 2019). Aqui, o foco não está na habilidade individual de operar um equipamento, mas na capacidade de comando, controle e análise de processos de tomada de decisão (Neyland, 1997; Schmidt, 2017). É o nível onde se situam os chamados jogos de guerra voltados para o treinamento de Estados-Maiores (Schmidt, 2017; Almeida *et al.*, 2023).



Figura 2. Tipos de simulação.

Fonte: Adaptado de Law (2015).

MODELOS COMPORTAMENTAIS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A evolução da simulação construtiva está intrinsecamente ligada ao avanço da IA e dos modelos comportamentais. Segundo Almeida *et al.* (2023), a eficácia de uma simulação como ferramenta metodológica depende da fidedignidade com que as unidades simuladas respondem ao ambiente e às ameaças.

Nesse campo, destaca-se a transição das forças semiautomatizadas para modelos de IA direta (*direct artificial intelligence – direct AI*). Como discutido por Falcão *et al.* (2025), a IA direta permite que os agentes computacionais tomem decisões autônomas baseadas em doutrina e lógica tática, reduzindo a necessidade de microgerenciamento humano. Isso é fundamental para a pesquisa científica, pois permite ao pesquisador focar na variável independente (a estratégia ou o novo armamento) enquanto a IA garante que as forças amigas e inimigas reajam

de forma coerente e realista, conferindo maior validade interna aos experimentos realizados em sistemas como o *software* COMBATER.

VANTAGENS DA SIMULAÇÃO CONSTRUTIVA NA PESQUISA CIENTÍFICA

A adoção da simulação construtiva como ferramenta metodológica oferece ao pesquisador uma série de benefícios que superam as limitações das observações empíricas tradicionais ou dos modelos puramente teóricos. As principais vantagens são apresentadas na Figura 3.



Figura 3. Os seis pilares da simulação científica.

ANÁLISE DE CENÁRIOS COMPLEXOS

Diferente de modelos lineares, a simulação construtiva permite investigar sistemas com múltiplas variáveis interdependentes e interações dinâmicas. Ela é capaz de capturar fenômenos emergentes: resultados que surgem da interação de componentes individuais e que não poderiam ser previstos apenas analisando as partes isoladamente (Zeigler; Muzy; Kofman, 2019). Como enfatizam os autores, em um sistema adaptativo complexo, o comportamento emergente do todo não é dedutível das características de seus agentes individuais. Isso é essencial para entender a complexidade do ambiente operacional moderno, uma vez que a maioria dos sistemas estocásticos do mundo real não pode ser avaliada com

precisão por modelos puramente matemáticos e analíticos, tornando a simulação, frequentemente, a única forma de investigação possível (Law, 2015).

EXPERIMENTAÇÃO CONTROLADA

A simulação atua como um laboratório virtual onde o pesquisador possui controle total sobre o ambiente. É possível isolar variáveis, manipular condições iniciais e comparar diferentes alternativas (como políticas logísticas, estratégias táticas ou configurações de sistemas) sob as mesmas circunstâncias exatas, permitindo manter “um controle muito melhor sobre as condições experimentais do que seria geralmente possível experimentando com o próprio sistema” (Law, 2015, p. 70). Esse controle é o que permite estabelecer relações sólidas de causa e efeito, garantindo “a flexibilidade de tentar novos conceitos operacionais em um espaço de batalha controlável, mas de jogo completamente livre” (Neyland, 1997, p. 63).

REDUÇÃO DE CUSTOS E RISCOS

Uma das vantagens mais pragmáticas da simulação construtiva é a capacidade de explorar cenários que seriam logística ou financeiramente inviáveis no mundo real (Rolenec; Vlkovsky; Sedlacek, 2023). Almeida *et al.* (2023, p. 5) destacam que a experimentação virtual elimina a necessidade de movimentação de tropas e o consumo de recursos reais, visto que uma simples manobra “envolveria mais de 1500 homens, com consumo de combustível e desgaste de material”. Além disso, permite a exploração de cenários perigosos ou destrutivos sem colocar em risco vidas humanas ou equipamentos caros, permitindo que a pesquisa de cenários críticos ocorra de modo rápido, barato e “acima de tudo, com segurança *in silico*” (Rolenec; Vlkovsky; Sedlacek, 2023, p. 6).

REPETIBILIDADE E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para que uma pesquisa tenha validade científica, seus resultados devem ser consistentes. A simulação construtiva permite a execução de múltiplas rodadas (n) do mesmo experimento em um curto espaço de tempo, gerando diversas réplicas independentes (Law, 2015). Essa característica, ressaltada em diversos estudos da área, permite o acúmulo de uma massa de dados robusta e automatizada, possibilitando a aplicação de testes estatísticos de significância (Rolenec; Vlkovsky; Sedlacek, 2023). Em simulações táticas recentes, por exemplo, extraem-se dados precisos e avaliam-se o p -valor (p -value) ou o tamanho do efeito (*effect size*) pela estatística d de Cohen para quantificar a incerteza e substantiar os

resultados observados (Da Silva; Pochmann; Neves, 2025; Roleneć; Vlkovsky; Sedlacek, 2023).

APOIO À TOMADA DE DECISÃO

Ao fornecer *insights* baseados em dados (quantitativos e qualitativos), a simulação transforma suposições em evidências. Ela permite que gestores e comandantes visualizem as prováveis consequências de suas decisões antes de implementá-las, pois “as informações geradas auxiliam nas tomadas de decisão necessárias no momento presente, e contribuem para uma melhor compreensão do sistema estudado” (Schmidt, 2017, p. 10). Logo, serve como uma ferramenta de mitigação de riscos e otimização de resultados em ambientes de alta incerteza, aprimorando o pensamento crítico e fomentando ações mais precisas (Almeida *et al.*, 2023).

DESENVOLVIMENTO E REFINAMENTO DE TEORIAS E DOUTRINAS

A simulação funciona como um banco de provas para o conhecimento e a avaliação de conceitos operacionais. De acordo com os trabalhos de Da Silva, Pochmann e Neves (2025) e Falcão *et al.* (2025), o ambiente construtivo é o local ideal para testar e validar novos conceitos doutrinários ou modelos teóricos. A literatura comprova que “a simulação prova ser uma ferramenta eficaz para testar novas tecnologias, treinar pessoal militar e desenvolver doutrinas e táticas que atendam aos desafios da guerra moderna” (Da Silva; Pochmann; Neves, 2025, p. 7). Se uma nova tática ou teoria não sobrevive ao rigor de um modelo simulado fidedigno, ela dificilmente terá sucesso no ambiente real, permitindo que o refinamento ocorra de forma iterativa e científica para que, numa missão real, os alunos ou comandantes a executem com perfeição (Almeida *et al.*, 2023).

LIMITAÇÕES E DESAFIOS

Embora a simulação construtiva seja uma ferramenta poderosa, sua aplicação na pesquisa científica não está isenta de desafios e limitações. O pesquisador deve estar ciente de que a simulação é uma representação simplificada da realidade e, como tal, possui fronteiras que devem ser respeitadas para garantir a integridade das conclusões.

A QUESTÃO DA VALIDADE DO MODELO

A limitação fundamental de qualquer simulação reside na sua validade, que é “o processo de determinar se um modelo de simulação é uma representação

precisa do sistema” (Law, 2015, p. 247). A qualidade e a utilidade dos resultados dependem intrinsecamente dessa precisão, sendo que a validação é frequentemente alcançada pela calibração e pela comparação iterativa entre o comportamento do modelo e o sistema real (Banks *et al.*, 2010). Se as premissas matemáticas ou lógicas do modelo estiverem incorretas ou excessivamente simplificadas, os resultados gerados serão distorcidos. Como afirma o famoso aforismo estatístico de George Box, “todos os modelos estão errados, mas alguns são úteis” (Box, 1979, p. 202); o desafio do pesquisador é garantir que o erro do modelo não invalide a resposta à sua pergunta de pesquisa, compreendendo que é impossível espelhar absolutamente todos os detalhes do mundo real na simulação (Law, 2015).

DEPENDÊNCIA DE DADOS DE ENTRADA (GIGO)

A simulação é regida pelo princípio *Garbage In, Garbage Out* (entra lixo, sai lixo, tradução nossa - GIGO) – se os dados de entrada forem de baixa qualidade, os resultados também o serão. Existe uma necessidade crítica de dados precisos para calibrar o modelo, como tabelas de probabilidade de acerto, velocidades de deslocamento em diferentes terrenos, consumos logísticos, entre outros. Banks *et al.* (2010, p. 287) alertam de forma incisiva para esse risco: “mesmo quando a estrutura do modelo é válida, se os dados de entrada forem coletados de forma imprecisa, analisados inadequadamente ou não forem representativos do ambiente, os dados de saída da simulação serão enganosos”. A falta de dados reais fidedignos para alimentar o sistema pode forçar o pesquisador a utilizar estimativas, o que aumenta a incerteza dos resultados e pode ser “possivelmente prejudicial ou custoso quando utilizado para a formulação de políticas ou tomada de decisão” (Banks *et al.*, 2010, p. 287).

COMPLEXIDADE E CURVA DE APRENDIZADO

O desenvolvimento de modelos detalhados e a configuração de cenários complexos em sistemas como o COMBATER exigem tempo considerável e *expertise* técnica específica (Schmidt, 2017). A modelagem transcende a mera inserção de ícones em uma interface; trata-se da tradução de conceitos doutrinários e requisitos operacionais em parâmetros computacionais executáveis (Morgero, 2016; Tolk, 2016). Essa complexidade pode se tornar um gargalo, demandando que o pesquisador dedique uma parcela significativa do cronograma à fase de preparação e testes de calibração antes da execução definitiva (Sokolowski; Banks, 2009; Law, 2015).

DESAFIOS NA INTERPRETAÇÃO E GENERALIZAÇÃO

A abstração inerente à simulação exige cautela na generalização dos achados para o mundo real, uma vez que o ambiente virtual reflete tendências sob condições específicas (Winsberg, 2010). O pesquisador deve evitar o erro de transpor literalmente as métricas da simulação para a realidade sem considerar as variáveis imponderáveis do campo de batalha, como o atrito de Clausewitz, que nem sempre é capturado integralmente pelos algoritmos atuais (Tolk, 2012; Morgero, 2016). Assim, a simulação deve ser interpretada como um suporte à decisão e não como uma verdade absoluta (Sokolowski; Banks, 2009; Havlík *et al.*, 2022).

NECESSIDADE DE RECURSOS COMPUTACIONAIS

Simulações que envolvem alta granularidade (muitas entidades) ou que exigem milhares de iterações para garantir significância estatística podem demandar elevada capacidade computacional (Zeigler; Muzy; Kofman, 2019). Além das restrições de *hardware*, o acesso a licenças de *softwares* proprietários e o tempo de processamento das rodadas podem limitar a escala do experimento (Law, 2015). Tais limitações são particularmente críticas em pesquisas com prazos rígidos, onde a infraestrutura tecnológica impacta diretamente a viabilidade da tese (Falcão *et al.*, 2025; Nohel *et al.*, 2021).

SOFTWARES E PLATAFORMAS COMUNS

A escolha da plataforma de simulação é um passo crítico no delineamento da pesquisa. Diferentes *softwares* oferecem diferentes níveis de abstração, fidelidade e facilidade de coleta de dados (Banks *et al.*, 2010; Law, 2015). Embora o ambiente militar utilize ferramentas específicas e de alta complexidade, existem alternativas acadêmicas e comerciais que permitem a aplicação dos mesmos princípios metodológicos em diversas áreas do saber.

EXEMPLOS DE SOFTWARES E APLICAÇÕES

- a) MASA SWORD/COMBATER – no contexto do Exército Brasileiro, o *software* COMBATER é a principal ferramenta de simulação construtiva (Almeida *et al.*, 2023; Falcão *et al.*, 2025). Ele permite a simulação de operações militares em nível tático e operacional, com foco no processo de tomada de decisão (Almeida *et al.*, 2023) e na análise de eficácia de

sistemas de armas (Havlík *et al.*, 2022; Roleneć; Vlkovsky; Sedlacek, 2023). Para o pesquisador militar, sua grande vantagem é a fidedignidade doutrinária e a capacidade de gerar logs detalhados de combate, que podem ser exportados para *softwares* estatísticos como o Jamovi (Da Silva; Pochmann; Neves, 2025);

b) AnyLogic – é uma das plataformas comerciais mais versáteis, utilizada tanto na indústria quanto na academia. Sua principal característica é a capacidade multimétodo, permitindo combinar simulação de eventos discretos, dinâmica de sistemas e modelagem baseada em agentes em um único modelo. É ideal para pesquisas em logística, saúde pública e gestão de cadeias de suprimentos (Law, 2015);

c) NetLogo – amplamente utilizado no meio acadêmico, o NetLogo é um ambiente de modelagem programável de código aberto, excelente para simular fenômenos sociais e naturais. Ele foca na interação de milhares de agentes operando de forma independente, sendo uma ferramenta poderosa para testar teorias sociológicas, biológicas ou comportamentais de forma rápida e acessível (Law, 2015); e

d) VBS (*Virtual Battlespace*): Embora muitas vezes classificado como simulação virtual, o VBS possui módulos que permitem a execução de simulações construtivas em larga escala, servindo de ponte para experimentos que exigem maior detalhamento visual e geográfico (Almeida *et al.*, 2023).

CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS EM UMA PLATAFORMA PARA PESQUISA

Para que uma plataforma seja considerada adequada ao rigor da pesquisa científica, ela deve possuir certas características que facilitem a aplicação do método experimental:

a) Capacidade de customização – o *software* deve permitir que o pesquisador crie seus próprios artefatos (novas regras, novos equipamentos ou novas doutrinas), o que é fundamental para pesquisas baseadas em *Design Science Research* (DSR). Bancos de dados que reúnem características comportamentais e físicas devem poder ser customizados pelo usuário para refletir restrições e realidades locais (Almeida *et al.*, 2023; Falcão *et al.*, 2025);

- b) Extração e ferramentas de análise – a plataforma deve facilitar a exportação de dados brutos para formatos processáveis (CSV, Excel, SQL). Uma plataforma fechada, que não permite auditar como os resultados foram gerados, compromete a transparência científica, sendo vital o suporte a ferramentas analíticas e de exportação estatística (Banks *et al.*, 2010; Havlík *et al.*, 2022).
- c) Interface gráfica e visualização – uma interface intuitiva reduz a curva de aprendizado e permite que o pesquisador foque no problema de pesquisa e não na complexidade da ferramenta. Além disso, a visualização em tempo real ajuda na validação conceitual do modelo (Law, 2015).
- d) Integração de IA – como discutido anteriormente, a capacidade de integrar modelos de IA direta ou *scripts* de comportamento autônomo é essencial para reduzir o viés do operador e garantir que as entidades simuladas ajam de forma coerente e repetível durante as rodadas experimentais, resolvendo problemas por meio de bancos de dados doutrinários sem microgerenciamento constante (Almeida *et al.*, 2023; Falcão *et al.*, 2025).
- e) Controle de estocasticidade – a plataforma deve permitir que o pesquisador controle a semente de aleatoriedade, possibilitando que um experimento seja exatamente replicado por outros cientistas, um pilar fundamental da validade externa e basilar como, por exemplo, no esquema de números aleatórios do método de Monte Carlo (Law, 2015).

PASSO A PASSO PARA EMPREGAR A SIMULAÇÃO CONSTRUTIVA EM UMA PESQUISA

A transição do campo teórico para a aplicação prática da simulação construtiva exige que o pesquisador adote uma postura sistemática, evitando que a ferramenta tecnológica se sobreponha ao rigor do método científico. Para balizar esse percurso metodológico e transformar o ambiente sintético em um laboratório verdadeiramente controlado e auditável, este trabalho propõe um fluxo de nove passos. Essa estrutura consiste em uma adaptação integradora que une a lógica do planejamento operacional ao rigor da engenharia de modelagem, fundamentando-se na fusão de quatro bases essenciais: os sete passos do Processo de Tomada de Decisão Militar (*Military Decision-Making Process*), delineados por Roleneck; Vlkovsky e Sedlacek (2023); as diretrizes do Processo de Planejamento e Condução

das Operações Terrestres (PPCOT), estabelecidas no Manual de Campanha do Exército Brasileiro (Brasil, 2020); os dez passos para a condução de um estudo de simulação sólido, propostos por Law (2015); e as fases de um projeto de simulação descritas por Banks *et al.* (2010). Ao amalgamar o planejamento militar doutrinário com os preceitos acadêmicos de verificação e validação de sistemas, o pesquisador assegura que todas as etapas do experimento, desde a concepção tática do cenário até a análise estatística dos dados, possuam estrita validade operacional e credibilidade científica.

DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E OBJETIVOS

O percurso inicia-se obrigatoriamente fora do ambiente computacional, com a delimitação precisa do problema de pesquisa. À luz do PPCOT, esta fase equivale à análise da missão e ao esforço do comandante e seu Estado-Maior para compreender a situação e o problema militar (Brasil, 2020). O pesquisador deve formular uma questão central que a simulação seja capaz de responder. Segundo os passos clássicos da simulação, a formulação do problema e o estabelecimento de objetivos claros indicam exatamente as questões a serem respondidas e balizam se a simulação é, de fato, a ferramenta apropriada (Banks *et al.*, 2010; Law, 2015). É nesta etapa que se define o estado final desejado (EFD) da pesquisa (Brasil, 2020), estabelecendo metas específicas e mensuráveis que definirão quais dados quantitativos ou qualitativos serão posteriormente coletados e avaliados.

REVISÃO DA LITERATURA E DESENVOLVIMENTO DO MODELO CONCEITUAL

Após a definição do problema, o pesquisador fundamenta-se na literatura e em dados doutrinários ou históricos para desenvolver o modelo conceitual. No contexto militar, esta etapa alinha-se ao Componente Conceitual do Planejamento e ao desenvolvimento da Abordagem Operativa, onde se visualiza genericamente como os meios interagem para alcançar o EFD (Brasil, 2020). Na engenharia de simulação, esta é a fase crítica de abstração, em que se decide o escopo e o nível de detalhe do modelo, definindo quais elementos do sistema real são essenciais à pesquisa e quais podem ser simplificados (Law, 2015; Tolk, 2012). Identificam-se as entidades operacionais, seus atributos físicos, regras de engajamento e os indicadores de sucesso. Esses indicadores, que, no meio corporativo, são chamados de KPIs, correspondem doutrinariamente à formulação de medidas de

eficácia (M Efi) e medidas de desempenho (M Dsp), essenciais para a posterior avaliação contínua do experimento (Brasil, 2020).

ESCOLHA DA PLATAFORMA E COLETA DE DADOS

A transição para a implementação técnica exige a seleção criteriosa da plataforma (Law, 2015), a qual deve ser compatível com a complexidade do modelo conceitual desenhado. No contexto de Forças Terrestres, *softwares* como o COMBATER destacam-se pela aderência estrita à doutrina nacional (Almeida *et al.*, 2023; Falcão *et al.*, 2025), embora ferramentas acadêmicas e comerciais, como AnyLogic ou NetLogo, possam ser preferíveis para estudos específicos de logística ou comportamento de agentes (Law, 2015). Definida a plataforma, inicia-se a coleta de dados de entrada. Banks *et al.* (2010) alertam que a coleta deve envolver obrigatoriamente especialistas e usuários finais para garantir a validação de face dos dados, mitigando o risco GIGO e evitando que o simulador gere resultados matematicamente corretos, porém desconectados da realidade tática.

IMPLEMENTAÇÃO E VERIFICAÇÃO DO MODELO COMPUTACIONAL

A implementação consiste na tradução do modelo conceitual para o ambiente digital, frequentemente chamado de modelo operacional ou executável, onde os comportamentos dos agentes, as restrições logísticas e as características do terreno são programados ou configurados na plataforma escolhida (Banks *et al.*, 2010). Concluída a montagem do cenário, o pesquisador deve realizar a verificação do modelo computacional. De acordo com Tolk (2019) e Banks *et al.* (2010), a verificação é o processo de assegurar que a implementação do modelo representa com precisão a descrição conceitual e suas especificações, focando na acurácia transformacional e respondendo à pergunta fundamental: 'Construímos o modelo corretamente?'. Na prática, trata-se de um rigoroso processo de depuração (*debugging*) que visa assegurar que o *software* está executando as ordens e lógicas matemáticas exatamente conforme o planejado, garantindo que não existem erros internos que possam contaminar a coleta de dados subsequente (Law, 2015).

DELINEAMENTO DOS EXPERIMENTOS

O delineamento experimental (*experimental design*) constitui o coração científico da pesquisa, pois é a etapa onde se definem as alternativas, os cenários ou os Cursos de Ação (CoA) que serão submetidos ao teste comparativo (Banks

et al., 2010). Inspirando-se em metodologias de experimentação, o pesquisador manipula os fatores (variáveis independentes) em diferentes configurações para observar suas consequências nas medidas de desempenho ou variáveis de resposta do sistema, ou seja, nas variáveis dependentes (Law, 2015). Devido à natureza estocástica da simulação construtiva, onde eventos aleatórios ditados por distribuições de probabilidade influenciam o desfecho de uma rodada isolada, uma única execução não produz a resposta definitiva, mas apenas uma estimativa que contém erro aleatório inerente (Banks *et al.*, 2010; Law, 2015). Por isso, torna-se obrigatória a determinação de um número adequado de replicações independentes para cada cenário, o que é alcançado utilizando diferentes “sementes” de números aleatórios a cada nova rodada (Banks *et al.*, 2010; Law, 2015). Esse volume de rodadas garante que os resultados possuam significância estatística, permitindo que as conclusões sejam baseadas em tendências robustas e não em casos fortuitos, anomalias ou falhas de inferência estatística (Law, 2015).

EXECUÇÃO E COLETA DE RESULTADOS

Com o experimento delineado, as simulações entram na fase de rodadas de produção (*production runs*), sendo executadas de forma sistemática para estimar as medidas de desempenho relativas a cada alternativa do sistema simulado (Banks *et al.*, 2010). Durante as rodadas, o pesquisador assume o papel de observador, garantindo que o sistema opere estritamente sob as condições experimentais pré-estabelecidas sem interferências externas que possam introduzir vieses (Law, 2015). A coleta de dados deve ser automatizada e abrangente, registrando todos os indicadores de desempenho definidos na fase conceitual, tirando proveito da capacidade nativa dos pacotes de simulação de coletar essas saídas estatísticas automaticamente (Banks *et al.*, 2010). A organização desses dados brutos de saída em arquivos estruturados e sua respectiva exportação para planilhas ou *softwares* analíticos externos facilitará a transição para a etapa de análise estatística, permitindo a rastreabilidade de cada evento ocorrido no ambiente virtual (Banks *et al.*, 2010).

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A fase de análise consiste em examinar os dados de saída gerados durante as rodadas de produção (*production runs*) do experimento para estimar as medidas de desempenho e avaliar o mérito relativo de cada alternativa simulada (Banks *et al.*, 2010; Law, 2015). Uma vez que os dados brutos são extraídos do simulador, o pesquisador deve aplicar testes estatísticos rigorosos para validar as diferenças

observadas entre os CoA. Em simulações táticas e operacionais recentes, os dados extraídos de plataformas como o COMBATER são frequentemente exportados para *softwares* estatísticos, permitindo a aplicação de testes consolidados, como o Teste T de Student, a avaliação do p-valor e o cálculo da estatística d de Cohen para quantificar o tamanho do efeito (Da Silva; Pochmann; Neves, 2025; Rolene; Vlkovsky; Sedlacek, 2023). Essa abordagem afasta a análise do mero empirismo visual e garante que as interpretações operacionais sejam fundamentadas em evidências matemáticas e probabilísticas.

VALIDAÇÃO DO MODELO E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A validação é o processo de determinar o grau em que o modelo é uma representação precisa do sistema real, estritamente sob a perspectiva dos objetivos do estudo (Sokolowski; Banks, 2009). Enquanto a verificação (passo 2.4) avalia se o modelo foi construído corretamente no *software*, a validação responde se o modelo construído é, de fato, a abstração correta da realidade operacional (Banks *et al.*, 2010; Tolk, 2019). Devido à complexidade dos imponderáveis do combate, é comum recorrer à validação de face (*face validity*), na qual especialistas e militares experientes na doutrina avaliam a razoabilidade dos resultados gerados pelo simulador (Law, 2015; Banks *et al.*, 2010). Adicionalmente, a análise de sensibilidade é empregada para verificar como as saídas do modelo reagem a variações nos dados de entrada (Law, 2015), permitindo ao pesquisador identificar quais fatores táticos e restrições logísticas exercem maior influência decisiva no cumprimento da missão.

DOCUMENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO

O último passo do percurso metodológico exige documentar o sistema e relatar os resultados para fomentar a confiança e subsidiar efetivamente o processo decisório (Banks *et al.*, 2010; Law, 2015). A documentação detalhada garante o registro das premissas, das restrições (variáveis de controle) e dos parâmetros utilizados, permitindo que o modelo seja auditado, replicado ou reaproveitado em estudos futuros (Law, 2015). A comunicação dos achados deve traduzir a complexidade estatística e computacional em conhecimento tático acionável. Nesse sentido, o uso das ferramentas de animação e dos relatórios nativos dos simuladores (como o MASA SWORD/COMBATER) é vital para demonstrar a dinâmica do cenário aos comandantes e avaliadores de forma visual (Havlík *et al.*, 2022; Law, 2015), promovendo a credibilidade dos resultados e embasando o refinamento doutrinário e operacional (Almeida *et al.*, 2023).

O ciclo completo pode ser visualizado na Figura 4.

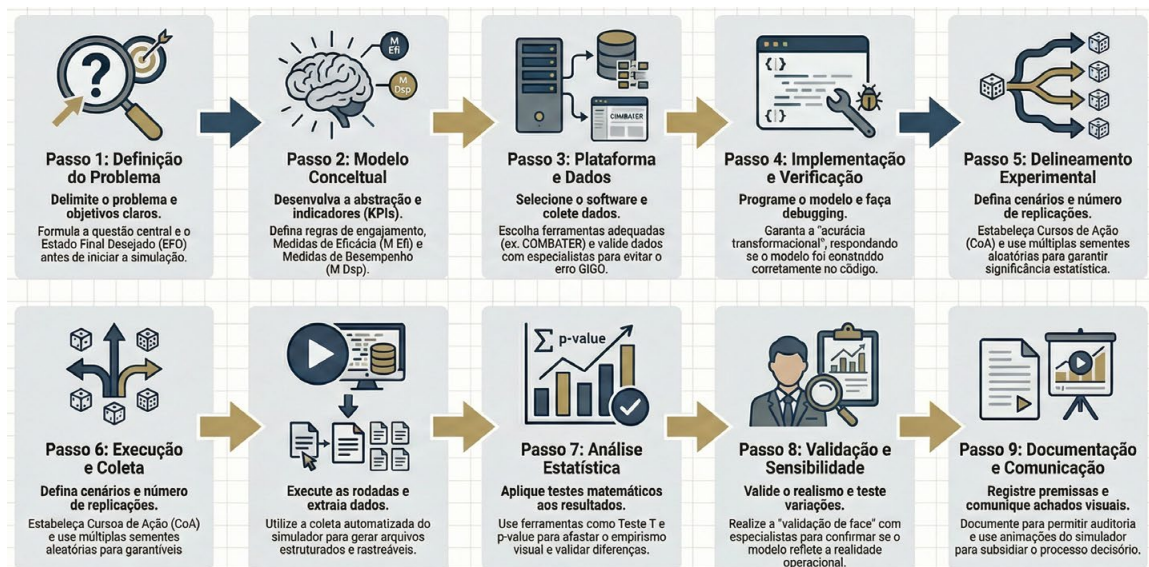


Figura 4. Guia em 9 Passos da Simulação Construtiva na Pesquisa Científica.

CUIDADOS AO UTILIZAR SIMULAÇÃO CONSTRUTIVA

Embora a simulação construtiva ofereça um vasto leque de oportunidades para a experimentação científica, seu emprego exige um olhar crítico e vigilante sobre os processos de modelagem e análise de dados. Esta seção dedica-se a explorar os cuidados essenciais que o pesquisador deve adotar para garantir a integridade de seus achados, abordando desde a fidedignidade dos dados de entrada até os limites técnicos e conceituais da generalização dos resultados obtidos em ambiente virtual. Ao compreender os riscos de distorção e os vieses inerentes ao cenário, o investigador torna-se capaz de blindar sua pesquisa contra conclusões fragilizadas, assegurando que o simulador atue como uma ferramenta de descoberta científica rigorosa e não como um gerador de resultados desconexos da realidade operacional.

O EQUILÍBRIO ENTRE SIMPLIFICAÇÃO E COMPLEXIDADE

Um dos dilemas fundamentais na modelagem para simulação reside em encontrar o ponto ideal de abstração, que na teoria de sistemas é definida como o processo de simplificação válida para reduzir a complexidade de forma útil ao experimento (Zeigler; Muzy; Kofman, 2019). O pesquisador deve evitar a supersimplificação, que ocorre quando o modelo falha em capturar as dinâmicas

essenciais do sistema real. Por outro lado, a busca por uma fidelidade absoluta e a tentativa de estabelecer uma correspondência biunívoca (um para um) com o mundo real pode levar à complexidade excessiva (Banks *et al.*, 2010; Law, 2015). Modelos demasiadamente detalhados frequentemente tornam-se intratáveis, exigindo tempo de processamento e recursos de desenvolvimento proibitivos, o que obscurece fatores importantes e dificulta os processos de validação (Law, 2015). O rigor científico exige, ecoando a máxima de Einstein (1934, p. 165) amplamente citada na engenharia de simulação, que o modelo seja “tão simples (...) quanto possível, sem ter que renunciar à representação adequada.”, garantindo que a estrutura construída seja compreensível e funcional (Law, 2015). Assim, a literatura preconiza que é preferível iniciar com um modelo simples, em um nível moderado, e aumentar a complexidade estritamente conforme a necessidade de responder à questão de pesquisa proposta (Banks *et al.*, 2010; Law, 2015).

A QUALIDADE DOS DADOS E O PRINCÍPIO GIGO

A validade de qualquer simulação está indissociavelmente ligada ao princípio basilar conhecido na ciência da computação como GIGO (Banks *et al.*, 2010). Em termos práticos, isso significa que a confiabilidade dos resultados de saída é um reflexo direto da qualidade dos dados de entrada e das premissas adotadas. Se as tabelas de probabilidade, os parâmetros de desempenho de sistemas de armas ou as taxas de consumo logístico forem baseados em estimativas frágeis, desatualizadas ou imprecisas, a simulação produzirá resultados matematicamente precisos, porém factualmente errôneos e perigosos (Banks *et al.*, 2010). A calibração cuidadosa com dados fidedignos é, portanto, um pré-requisito indispensável para qualquer estudo sério, uma vez que a precisão analítica do modelo é guiada e altamente dependente dos dados empíricos coletados (Sokolowski; Banks, 2009).

A IMPERATIVIDADE DA VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO

Frequentemente negligenciados ou realizados de forma superficial na fase final do cronograma devido a pressões de prazo e orçamento (Sokolowski; Banks, 2009), os processos de Verificação e Validação (V&V) são os pilares que sustentam a confiança e a credibilidade acadêmica e operacional nos resultados (Law, 2015). A literatura consagra que a verificação responde à pergunta ‘construímos o modelo corretamente?’, assegurando que o modelo computacional implementa as especificações conceituais com precisão e está livre de erros lógicos ou de programação (Sokolowski; Banks, 2009; Tolk, 2019). A validação, por sua vez, responde à pergunta ‘construímos o modelo correto?’ (Tolk, 2016). Ela confirma

se o modelo é uma representação acurada da realidade, estritamente sob a perspectiva dos fins e objetivos propostos para aquele estudo específico (Banks *et al.*, 2010; Tolk, 2019). Sem um ciclo rigoroso de V&V, o emprego de um modelo inválido pode levar a consequências graves, fazendo com que as conclusões extraídas careçam de base científica e jamais devam ser utilizadas para o avanço doutrinário ou como subsídio para a tomada de decisão no mundo real (Banks *et al.*, 2010; Sokolowski; Banks, 2009).

LIMITES DE INTERPRETAÇÃO E GENERALIZAÇÃO

O pesquisador deve exercer cautela extrema ao interpretar e generalizar os resultados obtidos em ambiente virtual. É fundamental reconhecer que os modelos são abstrações e simplificações propositais da realidade, moldadas por restrições cognitivas e computacionais (Tolk, 2019). Consequentemente, um modelo que é válido para um propósito específico pode não ser válido para outro (Law, 2015). Observa-se que muitas simulações operam sob premissas simplificadoras, pois há uma elevada dificuldade em estabelecer parâmetros exatos para as múltiplas variáveis que interferem no combate real, como condições meteorológicas adversas, a ação da mídia ou a presença maciça de população civil no campo de batalha (Morgero, 2016). Embora estudos como o de Roleneck, Vlkovsky e Sedlacek (2023) demonstrem a eficácia da simulação para a verificação rápida de cenários, ignorar as simplificações inerentes ao propor generalizações para contextos reais complexos pode levar a diagnósticos perigosamente incompletos. Toda conclusão deve, obrigatoriamente, vir acompanhada da declaração explícita das premissas e das fronteiras de validade do estudo (Law, 2015).

O VIÉS DO MODELADOR E A SUBJETIVIDADE TÉCNICA

Embora a simulação computacional pareça um processo puramente objetivo e matemático, ela é fortemente influenciada pelas escolhas e pelo conhecimento prévio do pesquisador. A literatura adverte que a construção de modelos é uma arte, de modo que se dois indivíduos competentes construírem modelos do mesmo sistema, eles terão semelhanças, mas dificilmente serão idênticos (Banks *et al.*, 2010). O viés do modelador manifesta-se na seleção de quais variáveis incluir ou omitir e na interpretação subjetiva das doutrinas militares. Para mitigar esse risco de distorção, é recomendável o uso de múltiplos especialistas no assunto nas fases de modelagem e validação de face, garantindo que as premissas adotadas sejam razoáveis (Law, 2015; Sokolowski; Banks, 2009). A documentação clara

das decisões técnicas tomadas permite que a comunidade acadêmica audite as escolhas e identifique possíveis inclinações nos modelos construídos.

CUSTOS E TEMPORALIDADE DO DESENVOLVIMENTO

Apesar de a simulação construtiva ser frequentemente citada como uma forma de reduzir custos e desgastes de material a longo prazo, o seu desenvolvimento inicial é intensivo em recursos e tempo. A construção de um modelo robusto, a parametrização do ambiente e a realização de testes demandam um treinamento especial e uma *expertise* técnica que podem não estar disponíveis de imediato (Banks *et al.*, 2010; Sokolowski; Banks, 2009). A engenharia de simulação reconhece que os modelos são frequentemente caros e demorados para serem desenvolvidos (Law, 2015). O pesquisador deve prever esses investimentos no cronograma de sua pesquisa, evitando o erro comum de subestimar o esforço necessário para criar ou calibrar uma ferramenta que seja, de fato, cientificamente útil.

REPRODUTIBILIDADE E TRANSPARÊNCIA

Por fim, o valor científico de uma pesquisa com simulação repousa na sua reprodutibilidade e transparência. Infelizmente, a prática demonstra que a documentação formal é frequentemente negligenciada na modelagem (Law, 2015). O rigor exige uma documentação exaustiva de todos os aspectos do programa, das premissas e dos protocolos experimentais, permitindo a criação de uma trilha de auditoria (Neyland, 1997). Além disso, para garantir a replicabilidade estatística, é imperativo documentar os dados utilizados em cada rodada (Law, 2015). Somente através dessa descrição detalhada é que outros pesquisadores poderão entender, auditar e, idealmente, replicar ou reutilizar o estudo em projetos futuros, permitindo que o conhecimento gerado seja verificado e expandido pela comunidade científica militar (Banks *et al.*, 2010).

O Quadro 1 sintetiza os erros mais frequentes observados na prática da simulação.

Fase do processo	Erro comum	Consequência para a pesquisa	Como evitar/sugestão
Concepção e modelagem	Tentar replicar cada detalhe da realidade (ex.: clima, moral, logística e balística) sem necessidade.	Torna o modelo impossível de validar e dificulta o isolamento da causa e efeito (variável independente).	Aplicar o princípio da parcimônia (Navalha de Ockham): o modelo deve ser tão simples quanto possível, desde que responda à pergunta de pesquisa.
Execução dos experimentos	Realizar apenas uma ou duas simulações e tratar o resultado como verdade absoluta.	Ignora a natureza estocástica (aleatória) dos combates simulados, capturando apenas um <i>outlier</i> (ponto fora da curva).	Realizar um cálculo de tamanho de amostra e executar múltiplas rodadas (n) para garantir significância estatística.
Verificação e validação (V&V)	Pular a validação por especialistas: assumir que, se o <i>software</i> rodou sem erros, o modelo é fidedigno.	O modelo pode estar logicamente correto (verificado), mas não representar a doutrina militar real (não validado).	Submeter o modelo conceitual e os resultados parciais ao julgamento de peritos (<i>subject matter experts</i>).
Delineamento experimental	Interferência do operador durante a rodada: mudar as ordens das tropas simuladas no meio de uma rodada para corrigir um erro.	Introduz o viés do pesquisador, invalidando o controle experimental.	Definir ordens estritas antes do início da rodada e, se possível, utilizar scripts automatizados.
Análise de resultados	Confundir simulação com previsão: afirmar que 'o evento X acontecerá' em vez de 'sob as condições Y, a probabilidade de X é maior'.	Gera uma falsa sensação de certeza, ignorando a natureza probabilística da guerra.	Utilizar termos como 'tendências', 'sensibilidades' e fornecer intervalos de confiança nos dados estatísticos.

Quadro 1. Erros comuns na pesquisa com simulação construtiva.

EXEMPLO COMENTADO: ANÁLISE COMPARATIVA DE LINHAS DE AÇÃO USANDO SIMULAÇÃO CONSTRUTIVA

Esta seção apresentará um estudo de caso de Da Silva, Pochmann e Neves (2025), ilustrando a aplicação do passo a passo. Recomenda-se ao leitor não focar na formatação, visto que o foco será em como a simulação foi usada para gerar conhecimento científico.

3 METODOLOGIA

3.1 Modelagem de Simulação

A experimentação utilizada neste trabalho é a Simulação Construtiva, empregando o sistema COMBATER, um *software* de simulação desenvolvido especificamente para o Exército Brasileiro com base no *software* francês *Sword*, pela empresa *RustCon*. O COMBATER pode ser utilizado em exercícios nos níveis Unidade, Brigada e Divisão. Ele permite a simulação de operações de combate em diversos ambientes operacionais em todo o território nacional, de acordo com a doutrina militar do Exército Brasileiro (Brasil, 2018).

A simulação a seguir foi planejada e conduzida por estes autores, aplicando o Exame de Situação do Comandante Tático no contexto de uma operação ofensiva, utilizando protocolos e metodologias como os empregados por Almeida *et al.* em um artigo publicado em 2023, que já foi devidamente publicado, aprovado e reconhecido internacionalmente.

No nível tático, o Exército Brasileiro emprega o *software* COMBATER (versão 6.19 do *software* francês *Sword*) em exercícios de adestramento categorizados como “Jogos de Guerra”; o *software* utiliza um processo de simulação automático, ou seja, toma suas decisões táticas de acordo com os extensos bancos de dados e programação à sua disposição. Nessas simulações de operações e combate, as funções de combate de Comando e Controle, Movimento e Manobra, Inteligência, Fogos, Logística e Proteção são integradas e adestradas utilizando este aparato tecnológico. A Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME) e a Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO), por exemplo, conduzem jogos de guerra anuais como a Operação ÔNIX, na qual são realizadas simulações de operações ofensivas e defensivas envolvendo divisões e brigadas de exército (Almeida *et al.*, 2023).

Com base na experiência de Tolk (2012), a simulação foi fundamentada na visão operacional (o que precisa ser modelado: elementos críticos do combate, com base em unidades anticarro em um ataque coordenado), na visão conceitual (como modelar o combate: uso do *software* mencionado, comparando resultados entre dois beligerantes antagonistas, utilizando ou não tropas dedicadas ao combate anticarro); e na visão técnica (como conduzir a simulação: teatro de operações, ambiente e cenário de combate, coleta e análise dos resultados e dados, e validação estratégica).

DICA METODOLÓGICA

- JUSTIFICATIVA DA

PLATAFORMA: Em

pesquisas com simulação, a escolha do software deve ser fundamentada. O sistema COMBATER (baseado no MASA SWORD) é a ferramenta adequada neste caso por aderir à doutrina militar do Exército Brasileiro e focar no processo de tomada de decisão do nível tático (Almeida et al., 2023).

Não esquecer de explicitar qual a versão do software empregado.

Problema de Pesquisa e

Objetivos do Exemplo

Ex: “Avaliar a eficácia de duas estratégias alternativas (A e B) para a alocação de recursos em um sistema de resposta a emergências, considerando o tempo de resposta e o número de atendimentos bem-sucedidos.” (Adaptável a partir da lógica de comparação de CoAs dos artigos militares).

DICA METODOLÓGICA -

NÍVEIS DE ABSTRAÇÃO: A

modelagem é um processo de simplificação proposital da realidade. Definir as três visões (operacional, conceitual e técnica) demonstra que o pesquisador delimitou corretamente o escopo do problema, traduzindo as ações de combate para a linguagem do simulador de forma metódica (Tolk, 2012).

3.1.1 Ataque Coordenado

No desenvolvimento deste trabalho, foi simulado um ataque coordenado entre a Força Azul e a Força Vermelha, com o objetivo de atacar para conquistar e manter posições ocupadas pela Força Vermelha, que havia estabelecido posições defensivas no estado de Santa Catarina (carta topográfica vetorizada XANXERÊ-SE). A Diretriz de Planejamento do Comandante da Brigada de Infantaria Mecanizada AZUL é infligir o máximo de baixas às unidades blindadas do inimigo, ao mesmo tempo em que conquista o objetivo. Ao final do ataque, a Brigada de Infantaria Mecanizada AZUL deve ser capaz de manter o terreno para apoiar o avanço das tropas amigas e receber missões táticas subsequentes.

*Desenvolvimento do Modelo
Conceitual e Implementação.*

3.1.2 Teatro de Operações

A área onde a simulação ocorre apresenta solo firme e vegetação rasteira, criando amplos campos de tiro e observação, juntamente com plantações de pequeno porte que não constituem obstáculos para as tropas envolvidas. A maioria das estradas é pavimentada e está em boas condições de tráfego. As pontes são de classe elevada, compatíveis com todas as viaturas blindadas e outros veículos envolvidos na operação. Os cursos d'água e pequenos reservatórios na região não representam obstáculos para as tropas. No entanto, existem certas áreas onde o terreno tem uma inclinação superior a 60%, o que restringe o movimento a pé da tropa e impede a manobra de viaturas blindadas e outras viaturas envolvidas na operação.

3.1.3 Composição dos Meios

As tropas Azul e Vermelha empregadas na simulação construtiva, por possuírem a mesma natureza, foram organizadas conforme o quadro 1, a seguir:

**DICA METODOLÓGICA
- DADOS DE ENTRADA
(GIGO):** É vital detalhar minuciosamente as condições de contorno do terreno e as tabelas de forças. A confiabilidade da simulação depende do princípio GIGO (Garbage In, Garbage Out). Se os dados inseridos (parâmetros de entrada) forem ruins, incompletos ou irrealistas, o simulador gerará resultados matematicamente corretos, porém factualmente falsos e inúteis para a pesquisa (Banks et al., 2010).

FORÇA AZUL	FORÇA VERMELHA
Uma Brigada de Infantaria Mecanizada, composta por três Batalhões de Infantaria Mecanizados.	Um Regimento de Cavalaria Mecanizado, composto por três Esquadrões de Cavalaria Mecanizados.
Um Grupo de Artilharia de Campanha Mecanizado (155 mm autopropulsado).	
Um Batalhão de Engenharia de Combate Mecanizado.	
Um Batalhão Logístico Mecanizado.	
Um Esquadrão de Cavalaria Mecanizado.	Um Esquadrão de Comando e Apoio Mecanizado.
Uma Companhia de Comunicações Mecanizada.	
Uma Bateria de Artilharia Antiaérea Mecanizada.	
Uma Companhia Anticarro Mecanizada (presente em apenas uma das simulações).	

Descrição sumária dos agentes, seus comportamentos, o ambiente e as regras

Quadro 1. Composição dos Meios das Forças Azul e Vermelha.

3.1.4 Linhas de Ação (LA)

Foram estabelecidas duas Linhas de Ação, inseridas no mesmo contexto operacional da simulação construtiva. Elas se distinguem porque somente na primeira simulação a Companhia Anticarro Mecanizada foi empregada, conforme mostrado nas Figuras 3 e 4.

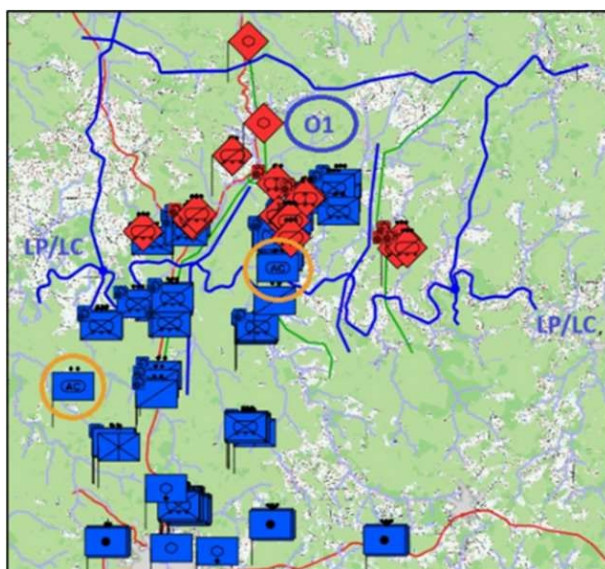
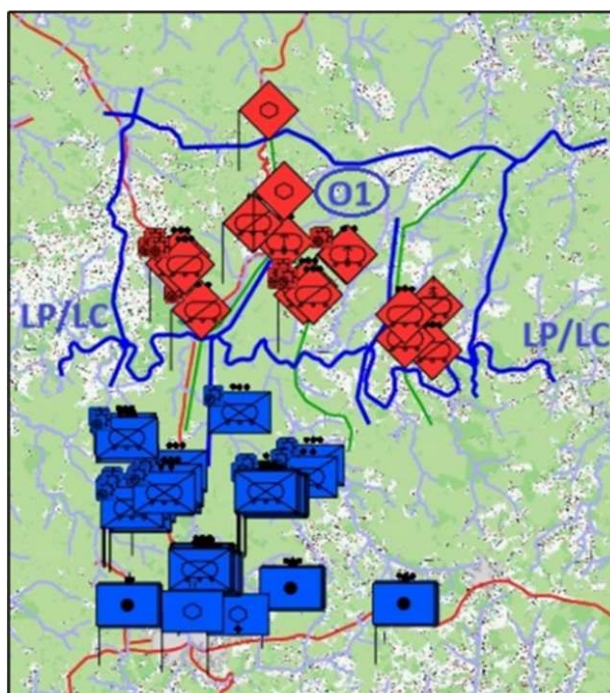


Figura 3. Modelagem da simulação para a Linha de Ação N° 1.



Software utilizado (descrever um pouco mais o software utilizado, sua origem e justificativa de escolha).

Figura 4. Modelagem da simulação para a Linha de Ação Nº 2.

3.2 O Software COMBATER2

A plataforma SWORD é um sistema de simulação construtiva desenvolvido pela empresa francesa MASA Group. O SWORD tem a capacidade de realizar simulação construtiva até o nível Brigada, podendo ser excepcionalmente utilizado no nível Divisão de Exército. Este sistema permite o adestramento de duas formas: uma voltada para o auto-adestramento, o adestramento de Postos de Comando e exercícios cooperativos; e outra destinada à visualização de operações terrestres, à apresentação de análises de Linhas de Ação e ao apoio à tomada de decisão (Cunha, 2011).

Em 2013, o Comando de Operações Terrestres adquiriu o SWORD e, após uma significativa customização com elementos do Exército Brasileiro, como tropas, táticas e equipamentos, passou a ser chamado de COMBATER, sendo este o seu grande diferencial em relação a outros sistemas não customizados. Todas as tabelas e parâmetros de probabilidade de acerto e dano utilizados são nativos deste banco de dados customizado e validado pelo Exército Brasileiro. Nesse contexto, o *software* francês passou a ser utilizado no adestramento das Brigadas de emprego estratégico e, mais recentemente, pelas Forças de Prontidão do Exército Brasileiro (Menegaz, 2020).

Ademais, segundo Cunha (2011), utilizando como exemplo o sistema francês MASA SWORD, as possibilidades da Simulação

Construtiva no adestramento de estados-maiores são inúmeras. Ela proporciona o adestramento individual, exercícios cooperativos e o adestramento para o exame de situação do comandante tático, permitindo a interação entre o comandante e seu estado-maior. Além disso, inclui modelos para desastres, incêndios, inundações e contaminação química, biológica e nuclear.

Indicadores: Tempo médio de resposta, percentual de vítimas atendidas dentro de um tempo X.

3.3 Indicadores Utilizados para Examinar as Linhas de Ação

Para analisar e comparar as diferentes linhas de ação, foram selecionados seis indicadores que representam a componente “baixas de viaturas blindadas inimigas”, de acordo com a Diretriz de Planejamento do Comandante da Brigada de Infantaria Mecanizada Azul, cujo objetivo era maximizar as baixas nas tropas blindadas inimigas. A seleção desses indicadores se justifica por sua relevância tática e impacto direto no sucesso da missão.

O foco nas baixas de blindados é crucial pois, em um cenário de combate mecanizado, a neutralização das viaturas blindadas inimigas não apenas reduz a capacidade ofensiva do adversário, mas também assegura maior mobilidade e segurança para as tropas próprias. As viaturas blindadas inimigas representam uma das maiores ameaças às forças de combate mecanizadas, tanto por seu poder de fogo quanto por sua resiliência no campo de batalha (Brasil, 2021).

Além disso, a defesa anticarro desempenha um papel central na doutrina militar de operações ofensivas, conforme delineado no Manual de Campanha da Brigada de Infantaria Mecanizada (2021), que enfatiza a importância de cobrir as prováveis vias de acesso das viaturas blindadas inimigas. Portanto, a capacidade de uma Companhia Anticarro Mecanizada de infligir baixas substanciais às viaturas blindadas inimigas é crucial para o sucesso da missão, contribuindo diretamente para a neutralização dessas ameaças e para a proteção das tropas envolvidas (Brasil, 2021).

Dessa forma, os seis indicadores foram cuidadosamente selecionados com base em sua relevância para a missão geral da Brigada de Infantaria Mecanizada e para a eficácia tática da companhia anticarro. Eles representam a capacidade da companhia de potencializar o poder de combate e a proteção da brigada, permitindo uma ação mais eficaz e segura contra as forças blindadas inimigas, que, se não neutralizadas, poderiam comprometer o sucesso da operação ofensiva e das fases subsequentes da missão.

DICA METODOLÓGICA -

ANÁLISE DE DADOS: *Nunca tire conclusões baseando-se apenas no empirismo visual (olhar a tela da animação do simulador). A extração dos dados brutos e a aplicação de testes de hipótese e de rigor estatístico (como Teste T, p-value e d de Cohen) garantem que a superioridade de um cenário sobre o outro é matematicamente significativa e não fruto do acaso (Da Silva; Pochmann; Neves, 2025; Rolenc; Vlkovsky; Sedlacek, 2023).*

3.4 Análise dos Dados

A fim de verificar os ganhos resultantes do emprego da Companhia Anticarro Mecanizada, os dados das simulações no Sistema COMBATER foram comparados e discutidos. Os dados brutos foram normalizado e convertidos em percentuais para facilitar o entendimento, com base nos valores máximos de cada indicador.

Para avaliar com precisão as diferenças entre as linhas de ação, foi verificado o valor-p (*p-value*) e avaliado o tamanho do efeito (*effect size*) por meio da estatística d de Cohen. Todos os testes foram realizados no *software* Jamovi, e o nível de significância foi estabelecido em 95% ($\alpha = 0,05$)

4.2 Análise dos Resultados da Simulação

Após a execução de 50 rodadas de simulação para cada Linha de Ação (LA), os dados brutos foram submetidos a testes de hipóteses para verificar se as diferenças observadas entre os cenários possuíam relevância estatística. O foco da análise recaiu sobre o indicador “Baixas de Viaturas Blindadas Inimigas”, variável central para a Diretriz de Planejamento do Comandante da Brigada Azul.

Os resultados demonstram que a Linha de Ação Nº 1 (com o emprego da Companhia Anticarro) apresentou um desempenho superior em todos os indicadores de destruição de meios blindados. No indicador principal de “Carros de Combate Inimigos Neutralizados”, a LA 1 obteve uma média de destruição 28% superior à LA 2. A aplicação do Teste t de Student confirmou a significância desta diferença ($p < 0,01$), indicando que a probabilidade de tal resultado ter ocorrido ao acaso é inferior a 1%. Complementarmente, o cálculo do tamanho do efeito por meio do d de Cohen resultou em 1,15, o que, na escala de referência, é considerado um efeito “muito grande”. Isso sugere que a presença da Companhia Anticarro não apenas causa uma diferença estatística, mas exerce um impacto tático profundo e prático no desfecho do combate.

A interpretação qualitativa dos logs de simulação revelou que a superioridade da LA 1 deveu-se à capacidade da Companhia Anticarro em estabelecer zonas de destruição em profundidade,

engajando as viaturas blindadas inimigas antes que estas pudessem entrar no alcance de tiro efetivo dos fuzileiros mecanizados da Brigada Azul. Esse distanciamento aumentou a sobrevivência das tropas próprias e desarticulou o ímpeto ofensivo da Força Vermelha, confirmando a tese de que a especialização anticarro potencializa a proteção da força em operações ofensivas.

4.2.1 Validação, Verificação e Limitações do Exemplo

Para garantir que os resultados gerados no COMBATER possuam fidedignidade, o modelo foi submetido a um processo de validação de face, no qual instrutores e especialistas em tática da EsAO revisaram as ordens emitidas e os comportamentos das unidades simuladas. A convergência entre os resultados da simulação e a experiência profissional dos especialistas reforçou a validade conceitual do experimento. Antes da validação de face, o modelo passou por uma etapa de verificação (depuração) para assegurar que não havia erros de configuração de parâmetros ou obstáculos invisíveis no terreno importado (XANXERÊ-SE), garantindo que o software executasse as regras logicamente

Contudo, é fundamental reconhecer as limitações inerentes a este estudo de caso. A simulação foi conduzida sob condições climáticas ideais e em um terreno com visibilidade desimpedida, o que pode ter inflado a eficácia dos sistemas de armas anticarro. Além disso, o software utiliza modelos probabilísticos para o cálculo de danos que, embora baseados em tabelas técnicas, simplificam a complexidade do “atrito” no campo de batalha real. Portanto, as conclusões aqui apresentadas devem ser interpretadas como tendências doutrinárias e não como previsões determinísticas para qualquer cenário real de combate.

4.2.2 Contribuições da Simulação para a Pesquisa no Exemplo

O uso da simulação construtiva neste exemplo permitiu a realização de uma pesquisa experimental que seria inviável no mundo real devido aos custos proibitivos e aos riscos de segurança. O ambiente virtual forneceu um laboratório controlado onde foi possível isolar a variável “Companhia Anticarro” e repetir o experimento dezenas de vezes sob condições idênticas, utilizando diferentes sementes de números aleatórios para cada repetição a fim de garantir a independência estatística das amostras, isolando a estocasticidade inerente ao COMBATER, algo impossível em um exercício de campanha tradicional.

DICA METODOLÓGICA

- CICLO V&V: Separe

claramente os dois conceitos. A ‘Verificação’ garante que o modelo foi construído corretamente no software, sem erros (bugs) lógicos ou obstáculos irreais importados no mapa. A ‘Validação’ responde se o modelo construído representa a realidade militar de forma razoável para os fins propostos, sendo vital o emprego de Especialistas no Assunto (Subject Matter Experts) para atestar as ações e mitigar o viés do pesquisador (Sokolowski; Banks, 2009; Banks et al., 2010).

DICA METODOLÓGICA

- ESTOCASTICIDADE:

O combate possui muitos eventos probabilísticos (taxas de acerto, falhas, atrito). Por isso, rodar o simulador apenas uma vez fornecerá uma amostra sem validade. É obrigatório planejar um número adequado de “replicações independentes”, utilizando diferentes sementes para alimentar o gerador de números pseudoaleatórios em cada rodada, garantindo amostras estatisticamente válidas para a análise (Law, 2015; Banks et al., 2010)

**DICA METODOLÓGICA -
OBJETIVO DA PESQUISA
COM SIMULAÇÃO: O**

propósito final de utilizar o simulador como “laboratório controlado” não é prever o futuro determinístico do combate em qualquer cenário real, mas sim extrair evidências baseadas em tendências robustas. A simulação permite visualizar o fenômeno, testar as variáveis operacionais e subsidiar o processo de tomada de decisão ou revisões de manuais com segurança matemática (Havlík et al., 2022; Law, 2015

As principais contribuições geradas por este método incluem a geração de insights quantitativos sobre a economia de forças e a otimização do poder de combate. A simulação permitiu visualizar graficamente o “ponto de culminação” do ataque inimigo em função do desgaste causado pelos meios anticarro, fornecendo dados robustos que podem embasar futuras revisões de manuais de campanha e apoiar o processo de tomada de decisão dos comandantes em níveis táticos e operacionais. Em última análise, a simulação transformou uma intuição doutrinária em uma evidência científica quantificável.

CONCLUSÃO

A simulação construtiva consolida-se como uma ferramenta metodológica indispensável para a pesquisa científica contemporânea, transcendendo o adestramento tático tradicional para se afirmar como um laboratório virtual rigoroso. Ao longo deste capítulo, ficou evidente que a utilização de sistemas como o COMBATER e o MASA SWORD permite o teste de hipóteses e a validação de conceitos operacionais sob condições que seriam impossíveis de replicar no mundo real. Esta abordagem não é apenas uma tendência nacional, mas uma prática consolidada em centros de excelência internacionais.

Estudos desenvolvidos na Tchécua, nomeadamente na Universidade de Defesa em Brno, exemplificam o rigor científico que a simulação pode conferir às ciências militares. Autores como Rolenic, Vlkovsky e Sedlacek (2023) demonstraram a eficácia do MASA SWORD na verificação de cenários de suporte de engenharia, enquanto as investigações de Hoika e Korecki (2025) sobre a integração da defesa antiaérea evidenciaram como a simulação permite quantificar o aumento da sobrevivência das tropas através de métricas estatísticas robustas. Complementarmente, os trabalhos de Havlík *et al.* (2022) reforçam o papel destas plataformas como ambientes complexos para a produção de conhecimento auditável, validando modelos matemáticos que seriam de difícil verificação em exercícios de campo.

A robustez deste método reside no compromisso do investigador com a transparência e a precisão. O sucesso da aplicação desta ferramenta depende

do equilíbrio constante entre a simplificação necessária para a modelagem e a fidedignidade requerida para a validade dos resultados. Como observado, o emprego da simulação exige uma mentalidade científica que prioriza a verificação sistemática e a validação por especialistas, garantindo que as tendências observadas no ambiente sintético possuam uma correspondência útil com a realidade. Ao observar os cuidados contra vieses e erros comuns de amostragem, o investigador transforma dados brutos de combate em evidências científicas sólidas.

Em última análise, a simulação construtiva não substitui o julgamento crítico, mas potencia-o por meio de *insights* quantificáveis. Ela permite que a tomada de decisão e o refinamento da doutrina sejam embasados em análises exaustivas de cenários e probabilidades, em vez de dependerem exclusivamente da intuição ou de precedentes históricos isolados. Este capítulo oferece, assim, a base para que novos investigadores explorem o ambiente simulado como um catalisador para a inovação e para a excelência na produção de conhecimento em Defesa.

SOBRE O AUTOR

Pablo Gustavo Cogo Pochmann, Mestre em Engenharia de Defesa (IME). Mestre em Ciências Militares (EsAO).

Chefe da Seção de Pós-Graduação (SPG) da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) do Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: pochmann.pablo@eb.mil.br

COMO CITAR ESTE CAPÍTULO

POCHMANN, P. G. C. Pesquisa com Simulação Construtiva. *In*: NEVES, E. B.; POCHMANN, P. G. C.; SCHMIDT, R. P. B. (org.). **Abordagens metodológicas em Ciências Militares**. Rio de Janeiro: Traço Leal Comunicação, 2026. p. 199-232.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. M. *et al.* **The use of constructive simulation based on COMBATER software to enhance the learning of Brazilian army officers at the tactical level**. *In*: 2023 15th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON). IEEE, 2023.

BANKS, J. *et al.* **Discrete-Event System Simulation**. 5. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2010.

BOX, G. E. P. **Robustness in the strategy of scientific model building.** *In:* LAUNER, R. L.; WILKINSON, G. N. (eds.). *Robustness in Statistics*. New York: Academic Press, 1979. p. 201-236.

DA SILVA, J. P. M. V.; POCHMANN, P. G. C.; NEVES, E. B. **Maximizing Tactical Success: The Impact of the Mechanized Anti-Tank Company in a Coordinated Attack Assessed Through Constructive Simulation.** *In:* *Proceedings of the 15th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications (SIMULTECH 2025)*.

EINSTEIN, Albert. *On the Method of Theoretical Physics.* **Philosophy of Science**, Chicago, v. 1, n. 2, p. 163-169, 1934.

FALCÃO, J. P. *et al.* **Implementation of Armored Personnel Carriers in the Employment of the Armored Task Force as a Strategy for Achieving Superiority in Unit-Level Engagements within the Brazilian Army.** *In:* 2025 16th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON). IEEE, 2025.

FOUNTA, K. **Modeling and Simulating of Combat: An Empirical Application.** *In:* *Proceedings of the 15th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications (SIMULTECH 2025)*.

HAVLÍK, T. *et al.* **Wargaming Simulator MASA SWORD for Training and Education of Czech Army Officers.** *In:* *Proceedings of the 16th European Conference on Games Based Learning (ECGBL)*. 2022.

HOIKA, T.; KORECKI, Z. **The Effect of Air Defence Support on the Offensive Operation of the Battalion Task Force.** *In:* 2025 International Conference on Military Technologies (ICMT). IEEE, 2025.

LAW, A. M. **Simulation Modeling and Analysis.** 5. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2015.

MORGERO, C. A. de F. **Sistema de Simulação Militar de Operações Conjuntas para o nível Operacional:** uma proposta de Requisitos Operacionais Conjuntos.

2016. Tese (Doutorado em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2016.

NEYLAND, D. L. **Virtual combat**: a guide to distributed interactive simulation. Mechanicsburg: Stackpole Books, 1997.

NOHEL, J. *et al.* **Possibilities of Modelling the Coordinated Maneuver of Units in Difficult Terrain Conditions**. *In*: 2021 Communication and Information Technologies (KIT). IEEE, 2021.

ROLENEC, O.; VLKOVSKY, M.; SEDLACEK, M. **The Use of Constructive Simulation in the Educational Process of Military Engineers**. *In*: 2023 27th International Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC). IEEE, 2023.

SCHMIDT, R. **Possibilidades e limitações da simulação para o ensino tático de artilharia de campanha**. 2017. Trabalho Acadêmico (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2017.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SOKOLOWSKI, J. A.; BANKS, C. M. (ed.). **Principles of Modeling and Simulation: A Multidisciplinary Approach**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2009.

TOLK, A. **Engineering Principles of Combat Modeling and Distributed Simulation**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2012.

TOLK, A. **Tutorial on the engineering principles of combat modeling and distributed simulation**. *In*: ROEDER, T. M. K. *et al.* (Ed.). Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference. Piscataway, NJ: IEEE Press, 2016. p. 255-269. DOI: 10.1109/WSC.2016.7822094.

TOLK, A. **Tutorial on the engineering principles of combat modeling and distributed simulation**. *In*: MUSTAFEE, N. *et al.* (Ed.). Proceedings of the 2019 Winter Simulation Conference, 2019.

WINSBERG, Eric. **Science in the Age of Computer Simulation**. Chicago: University of Chicago Press, 2010.

ZEIGLER, B. P.; MUZY, A.; KOFMAN, E. **Theory of Modeling and Simulation: Discrete Event and Iterative System Computational Foundations**. 3. ed. London: Academic Press, 2019.

CAPÍTULO 10

INTEGRAÇÃO METODOLÓGICA NA PRÁTICA DA PESQUISA MILITAR

*Eduardo Borba Neves
Pablo Gustavo Cogo Pochmann
Raquel Petry Brondani Schmidt*

INTRODUÇÃO

Ao percorrermos as diversas ferramentas de investigação apresentadas nesta obra, torna-se claro que a complexidade inerente às Ciências Militares raramente pode ser abarcada por uma única abordagem metodológica. Nesse sentido, a adoção de estratégias metodológicas complementares faz-se não apenas recomendável, mas essencial para uma compreensão mais abrangente e rigorosa dos fenômenos investigados.

A realidade dos conflitos, a gestão da defesa e a dinâmica militar não são fenômenos isolados; eles entrelaçam dimensões tecnológicas, humanas, históricas e estratégicas (Soeters; Shields; Rietjens, 2014). Portanto, a conclusão central que se extrai deste compêndio não é apenas a necessidade de rigor na aplicação de um método específico, mas a habilidade do pesquisador em orquestrar múltiplas abordagens dentro de um mesmo projeto para solucionar problemas complexos.

TRIANGULAÇÃO DE MÉTODOS

A separação didática dos métodos apresentados nos capítulos anteriores não deve sugerir fronteiras intransponíveis na prática investigativa. Pelo contrário, a pesquisa de alto nível frequentemente exige o cruzamento de dados e técnicas, a chamada triangulação, para mitigar vieses e fortalecer a validade dos resultados (Creswell; Creswell, 2017).

Além disso, a revisão sistemática da literatura, frequentemente vista apenas como um capítulo teórico, é em si um método de pesquisa rigoroso que

pode incluir metanálises. Esta técnica estatística combina resultados de múltiplos estudos primários por meio de uma abordagem quantitativa, oferecendo um nível de evidência superior para a tomada de decisão. Assim, um projeto de pesquisa pode começar com uma revisão sistemática, com ou sem metanálise, para estabelecer a melhor evidência disponível e terminar com um estudo de caso qualitativo para verificar a aplicabilidade dessa evidência em uma Organização Militar (OM) específica.

Um exemplo paradigmático dessa integração é a *Design Science Research* (DSR). Embora seja um método voltado para a prescrição de soluções e criação de artefatos, sua execução bem-sucedida atua como um arcabouço integrador de outras metodologias. Um pesquisador que utiliza a DSR inicia seu trabalho obrigatoriamente pela conscientização do problema, etapa que frequentemente demanda uma revisão sistemática da literatura para mapear o estado da arte e identificar lacunas existentes. A ausência de uma revisão rigorosa pode conduzir à redundância na produção do conhecimento ou à adoção de premissas obsoletas.

Avançando no ciclo da DSR, a fase de avaliação do artefato construído, seja um novo *software* para logística ou um protocolo de treinamento, exemplifica a fusão entre as abordagens quantitativa e qualitativa. Como observado nos estudos de caso apresentados, é comum que a validação de uma solução exija tanto avaliações simuladas passíveis de geração de dados numéricos para análise estatística, quanto avaliações em campo com indivíduos reais.

A dicotomia entre números e significados é, na prática da pesquisa militar, uma falsa questão. Estudos robustos frequentemente se beneficiam da complementaridade entre a análise estatística e a análise de conteúdo ou de discurso (Soeters; Shields; Rietjens, 2014).

Ao imaginar uma pesquisa sobre a eficácia de um novo regulamento disciplinar, a abordagem puramente quantitativa experimental poderia mensurar a incidência de transgressões antes e depois da sua implementação, utilizando testes de hipóteses, como o Teste t, para verificar se houve mudança estatisticamente significativa nos indicadores de comportamento da tropa. No entanto, esses números não explicariam o porquê da mudança ou como ela foi recebida.

Nesse contexto, a inserção de uma abordagem qualitativa se torna recomendável. A realização de entrevistas ou de grupos focais investigados por meio da análise de conteúdo ou de discurso permite ao pesquisador o acesso às raízes subliminares da mensagem, compreendendo a moral, os valores e as percepções que os gráficos não revelam.

Da mesma forma, a pesquisa experimental de campo, ao testar novas táticas ou equipamentos, gera dados brutos que ganham profundidade quando contextualizados pela percepção subjetiva dos combatentes que participaram do experimento, coletada através de métodos da história oral ou de relatos de experiência.

A integração metodológica também se manifesta no diálogo com o tempo. A história, renovada pela Nova História Militar, demonstra que documentos escritos e estatísticas oficiais do passado não são verdades absolutas, mas discursos a serem analisados. Ao investigar um evento histórico, o pesquisador contemporâneo utiliza técnicas qualitativas de análise documental para ler as entrelinhas dos relatórios oficiais, ao mesmo tempo em que pode empregar métodos quantitativos para avaliar, por exemplo, séries de dados logísticos ou de recrutamento da época.

O pesquisador nas Ciências Militares deve encarar os métodos não como trilhos rígidos, mas como instrumentais flexíveis. A escolha não deve ser baseada na preferência pessoal do autor, mas na natureza do problema a ser resolvido (Toroi, 2024; Neves; Domingues, 2007).

Se o problema exige a criação de algo novo, a DSR oferece a estrutura, apoiada pelas revisões sistemáticas para a fundamentação. Se o problema exige testar a eficácia de uma doutrina, o método experimental fornece a causalidade, validada pela estatística. Se o problema reside na cultura organizacional ou na memória institucional, a história oral e a análise de discurso oferecem a chave hermenêutica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em última análise, a excelência na produção do conhecimento militar reside na capacidade de transitar entre esses domínios. A pesquisa que integra o rigor da análise estatística com a profundidade da compreensão humana e a precisão da solução prática é a que melhor serve ao objetivo final das Ciências Militares: assegurar a preservação das Forças Armadas, aumentando suas capacidades e produzindo resultados que contribuam efetivamente para a Defesa Nacional.

SOBRE OS AUTORES

Eduardo Borba Neves, Doutor em Engenharia Biomédica.

Coordenador do Curso de Mestrado Profissional em Ciências Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército (EsAO), Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: neveseb@gmail.com

Pablo Gustavo Cogo Pochmann, Mestre em Engenharia de Defesa (IME).
Mestre em Ciências Militares (EsAO).

Chefe da Seção de Pós-Graduação (SPG) da Escola de Aperfeiçoamento de
Oficiais (EsAO) do Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: pochmann.pablo@eb.mil.br

Raquel Petry Brondani Schmidt, Doutora em Engenharia Civil.

Docente do Magistério Superior da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),
Santa Maria, Brasil. Atualmente, em Exercício Provisório na Seção de Pós-
Graduação (SPG) da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) do Exército
Brasileiro, Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: raquelbrondani@gmail.com

COMO CITAR ESTE CAPÍTULO

NEVES, E. B.; POCHMANN, P. G. C.; SCHMIDT, R. P. B. Integração Metodológica
na Prática da Pesquisa Militar. *In*: NEVES, E. B.; POCHMANN, P. G. C.; SCHMIDT,
R. P. B. (org.). **Abordagens Metodológicas em Ciências Militares**. Rio de
Janeiro: Traço Leal Comunicação, 2026. p. 233-236.

REFERÊNCIAS

SOETERS, J.; SHIELDS, P. M.; RIETJENS, S. J. H. (Ed.). **Routledge handbook
of research methods in military studies**. London: Routledge, 2014.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Research design: Qualitative, quantitative,
and mixed methods approaches**. Sage publications, 2017.

TOROI, G. Methodological Approaches in Military Science Research. **Bulletin of
“ Carol I” National Defence University (EN)**, v. 13, n. 03, p. 89-104, 2024.

NEVES, E. B.; DOMINGUES, C. A. **Manual de metodologia da pesquisa
científica**. Rio de Janeiro: EB/CEP, 2007. p. 204.

“É necessário promover um salto da era industrial para a do conhecimento, vislumbrando horizontes temporais distantes. (...) O racionalismo e o método são necessários para quem rotineiramente enfrenta situações de crise e rapidamente deve interpretá-las, entendê-las e, em meio ao caos, vislumbrar as linhas de ação possíveis para a melhor solução. (...) Em meio às incertezas sobre o estabelecimento de objetivos e a definição de metodologias, o apoio especializado é essencial para ações que exigem elevada expertise.”

— **General Eduardo Villas Bôas**,
em *General Villas Bôas: conversa com o comandante*.

ISBN: 978-65-988267-3-4

