

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO

ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO

Maj Inf **RODOLFO LEONARDO BORGES CARNEIRO AMORIM**

**SIMULAÇÃO VIRTUAL: sua contribuição na geração
de capacidade para a Força Terrestre.**



Rio de Janeiro

2019

Maj Inf **RODOLFO** LEONARDO BORGES CARNEIRO AMORIM

SIMULAÇÃO VIRTUAL: sua contribuição na geração de capacidade para a Força Terrestre.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Militares do Instituto Meira Mattos da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Militares.

Orientadora: Professora Doutora Ana Luiza Bravo e Paiva

Rio de Janeiro

2019

A524s Amorim, Rodolfo Leonardo Borges Carneiro

Simulação virtual: sua contribuição na geração de capacidade para Força Terrestre. / Rodolfo Leonardo Borges Carneiro Amorim. —2019. 99 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Ana Luiza Bravo e Paiva.

Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências Militares)—Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2019.

Bibliografia: f. 83-95.

1. SIMULAÇÃO. 2. GERAÇÃO DE CAPACIDADES. 3. REDUÇÃO DE CUSTOS. I. Título.

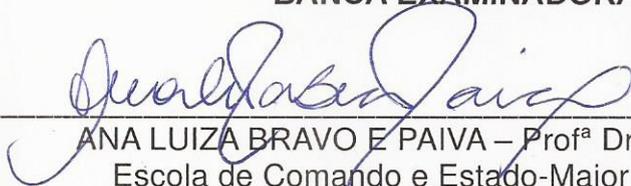
RODOLFO LEONARDO BORGES CARNEIRO AMORIM

SIMULAÇÃO VIRTUAL: SUA CONTRIBUIÇÃO NA GERAÇÃO DE CAPACIDADE PARA A FORÇA TERRESTRE.

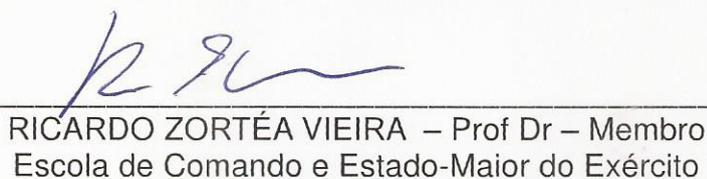
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Militares da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como, pré-requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares.

Aprovada em 22 de novembro de 2019.

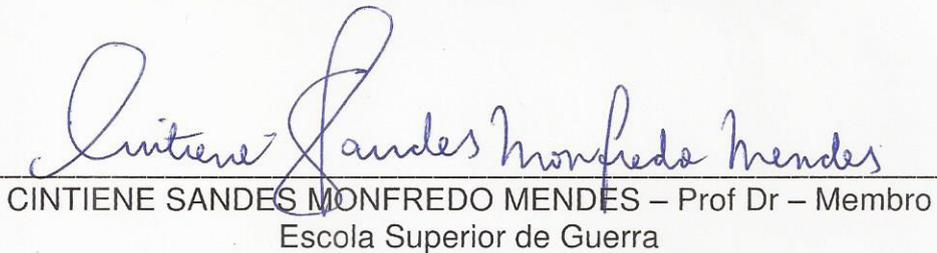
BANCA EXAMINADORA



ANA LUIZA BRAVO E PAIVA – Prof^a Dr^a – Presidente
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

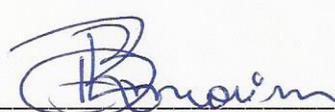


RICARDO ZORTÉA VIEIRA – Prof Dr – Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército



CINTIENE SANDES MONFREDO MENDES – Prof Dr – Membro
Escola Superior de Guerra

Ciente: _____



RODOLFO LEONARDO BORGES CARNEIRO AMORIM – Postulante
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

À minha amada esposa Dayane, pela
compreensão e apoio irrestritos, e aos
meus queridos filhos Kezia e
Miqueias, pela alegria e inspiração.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciências Militares/Instituto Meira Mattos da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, pela oportunidade e pela confiança depositada neste Oficial, fruto do acolhimento da presente pesquisa.

A Prof^a. Dr^a. Ana Luiza, pela franqueza e transparência com as quais conduziu a orientação da dissertação. Minha gratidão pela confiança depositada, por sua disponibilidade, orientação segura e auxílio oportuno, que permitiram a consecução deste trabalho.

Aos docentes e discentes do Programa *Stricto Sensu*, pela união e pelo compromisso em fazer desta jornada de estudo um meio de produção de conhecimento precioso à projeção do Brasil como nação protagonista no cenário internacional.

Aos companheiros oficiais-alunos do CCEM 2018-2019 que ombream as jornadas de estudo, pela camaradagem e convívio salutar, sem os quais não teria sido possível lograr êxito na difícil missão de conciliar o Curso de Comando e Estado Maior com o Curso de Mestrado.

RESUMO

O adestramento é uma ferramenta para manutenção dos níveis de prontidão das Forças Armadas em diversos países. As pressões políticas sobre os gastos militares, as restrições para utilização de locais para exercícios, seja pela aproximação dos centros urbanos ou por limitações ambientais, têm reduzido o tempo gasto com treinamento. Diante deste conjunto de fatores, cresceu a demanda pelo uso de simuladores de combate. No Exército Brasileiro, a aquisição destas tecnologias de simulação devem atender aos fatores determinantes para geração de capacidades, presentes no acrônimo DOAMEPI. Desta feita, este estudo tem por finalidade analisar a simulação virtual como ferramenta na geração da capacidade para a Força Terrestre, e como resultado contribuir para a redução de custos. Para tanto, utilizou-se a metodologia do estudo de caso do Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF) adquirido pelo Exército, como uma solução para a restrição de utilização de campos de tiro e também de munição real. Como estratégia para complementar a busca documental foram realizadas entrevistas com militares e organizações militares que fizeram uso do SIMAF no 1º semestre de 2019. Assim, das fontes documentais e entrevistas concluir-se que a simulação pode permitir o desenvolvimento das capacidades desejadas para a Força Terrestre e, por isso, sempre que possível deveria ser buscado o uso de simuladores na instrução militar. Ainda, em se tratando de sistemas de armas e outros equipamentos cuja operação exige elevado grau de adestramento e custos elevados para operar, as fontes de pesquisa ajudaram a responder que a simulação virtual pode impactar diretamente na redução dos custos da instrução militar.

Palavras-chave: Simulação. Geração de Capacidades. Redução de Custos.

ABSTRACT

Training is a tool for maintaining Armed Forces readiness levels in various countries. Political pressures on military spending, restrictions on the use of exercise sites, either by approaching urban centers or environmental constraints, have reduced training time. Given this set of factors, the demand for the use of combat simulators grew. In the Brazilian Army, the acquisition of these simulation technologies must meet the determining factors for capacity generation, present in the acronym DOAMEPI. This time, this study aims to analyze the virtual simulation as a tool in the generation of capacity for the ground force, and as a result contribute to the reduction of costs. To this end, the Army-acquired Fire Support Simulator (SIMAF) case study methodology was used as a solution to restrict the use of firing ranges as well as real ammunition. As a strategy to complement the documentary search, interviews were conducted with military and military organizations that made use of SIMAF in the first semester of 2019. Thus, from the documentary sources and interviews, it can be concluded that the simulation may allow the development of the desired capabilities for the ground force and therefore, whenever possible, the use of simulators in military instruction should be sought. Also, in the case of weapons systems and other equipment whose operation requires a high degree of training and high costs to operate, research sources have helped to answer that virtual simulation can directly impact the cost of military education.

Keywords: Simulation. Generation of Capacity. Cost Reduction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Calendário de Atividades SIMAF – AMAN.....	23
Figura 2 - Calendário de Atividades SIMAF – SUL.....	23
Figura 3 - Modelo de Escala <i>Likert</i>	24
Figura 4 - Conceitos do Processo de Transformação.....	27
Figura 5 - Os Três Pilares de uma Transformação Militar.....	28
Figura 6 - Modelo de adestramento com uso de simuladores.....	57
Figura 7 - Maquete do Simulador de Apoio de Fogo – SIMAF.....	57
Figura 8 - Posto de Observação do SIMAF.....	59
Figura 9 - Linha de Fogo do SIMAF.....	60
Figura 10 - O SIMAF em Números de Disparos Simulados e Valores Economizados.....	61
Figura 11 - OM e Estb Ens abrangidos pelos SIMAF-AMAN e Sul.....	64
Figura 12 - Equipe de militares brasileiros na fábrica da TECNOBIT.....	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Grau de importância do SIMAF (entre 19 e 28 anos)	70
Gráfico 2 - Grau de importância do SIMAF para o adestramento.....	70
Gráfico 3 - Grau de fidedignidade do SIMAF quanto aos materiais empregados....	71
Gráfico 4 - Grau de fidedignidade do SIMAF quanto aos trabalhos realizados.....	72
Gráfico 5 - Grau de fidedignidade do SIMAF quanto ao ambiente real.....	73
Gráfico 6 - Contribuição do SIMAF para alcançar os objetivos de adestramento....	75
Gráfico 7 - Nível de confiança para o tiro real após utilização do SIMAF	76
Gráfico 8 - Contribuição do SIMAF para o desempenho no tiro real.....	77
Gráfico 9 - Importância de retornar ao SIMAF em outra oportunidade.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Catálogo de Capacidades do Exército.....	39
Tabela 2 - Comparativo de custos para adestramento de um GAC (ET x SIMAF)..	66
Tabela 3 - Confiabilidade (Alfa de Cronbach)	69
Tabela 4 - Percentual dos entrevistados por grau hierárquico.....	69
Tabela 5 - Grau de importância do SIMAF para o adestramento.....	71
Tabela 6 - Grau de fidedignidade do SIMAF quanto aos materiais empregados....	72
Tabela 7 - Grau de fidedignidade do SIMAF quanto aos trabalhos realizados.....	73
Tabela 8 - Grau de fidedignidade do SIMAF quanto ao ambiente real	74
Tabela 9 – Contribuição do SIMAF para alcançar os objetivos de adestramento....	75
Tabela 10 - Nível de confiança para o tiro real após utilização do SIMAF.....	76
Tabela 11 - Contribuição do SIMAF para o desempenho no tiro real.....	77
Tabela 12 - Importância de retornar ao SIMAF em outra oportunidade.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMAN	Academia Militar das Agulhas Negras
AZUVER	Azul <i>versus</i> Vermelho
BIB	Batalhão de Infantaria Blindado
BID	Base Industrial de Defesa
B Log	Batalhão Logístico
CAE	Canadian Aviation Electronics
CA-Leste	Centro de Adestramento – Leste
CA – Sul	Centro de Adestramento Sul
CC	Carro de Combate
CComGEx	Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército
CConEx	Centro de Controle do Exercício
CDCiber	Centro de Defesa Cibernética do Exército
CIAvEx	Centro de Instrução de Aviação do Exército
CIBld	Centro de Instrução de Blindados
CI Eng	Centro de Instrução de Engenharia
CMT	Capacidades Militares Terrestres
CO	Capacidades Operativas
CO	Capacidades Operativas
COTER	Comando de Operações Terrestre
C & T	Ciência e Tecnologia
CTEx	Centro Tecnológico do Exército
DCT	Departamento de Ciência e Tecnologia
DECEX	Departamento de Educação e Cultura do Exército
DMA	Dotação de Munição Anual
DOAMEPI	Doutrina, Organização, Adestramento, Material, Educação, Pessoal e Infraestrutura
DoD	Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América
DSET	Dispositivo de Simulação e Engajamento Tático
Dsv	Desenvolvimento
EB	Exército Brasileiro
EBTS	Empresa Brasileira de Treinamento e Simulação

ECEMAR	Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica
ECEME	Escola de Comando e Estado-Maior do Exército
EGN	Escola de Guerra Naval
EME	Estado-Maior do Exército
END	Estratégia Nacional de Defesa
EsACosAAe	Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea
EsSLog	Escola de Sargentos de Logística
Estb Ens	Estabelecimento de Ensino
ET	Exercício no Terreno
EUA	Estados Unidos da América
FA	Força Armada
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
F Ter	Força Terrestre
GAAAe	Grupos de Artilharia Antiaérea
GAC	Grupo de Artilharia de Campanha
GMF	Grupo de Mísseis e Foguetes
IETEx	Incubadora de Empresas de Base Tecnológica do Exército
IGTAEx	Instruções Gerais de Tiro com o Armamento do Exército
JFETS	Joint Fire Effects Training Simulator
JSIMS	Joint Simulation System
JWARS	Joint Warfare System
KBM	KONSTRUKTORSKOYE BYURO MASHYNOSTROYENIYA
KMW	Krauss-Maffei Wegmann
LBDN	Livro Branco de Defesa Nacional
MD	Ministério da Defesa
Mec	Mecanizada
OEA	Organização dos Estados Americanos
OM	Organizações Militares
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PBC	Planejamento Baseado em Capacidades
PIB	Produto Interno Bruto
PIM	Programa de Instrução Militar
PND	Política Nacional de Defesa

RBS	Robotsystem
RCC	Regimentos de Carro de Combate
REMAX	Reparo para Metralhadora Automatizado X
REOP	Simulador Virtual de Reconhecimento, Escolha e Ocupação de Posição
SHEFE	Simulador de Helicóptero Esquilo/Fennec
SIGUA	Simulador do GUARANI
SIMACA	Simulador de Artilharia de Campanha
SIMAF	Simulador de Apoio de Fogo
SIMENS	Sistema de Simulação para o Ensino
SIMOC	Simulador de Operações de Guerra Cibernética
SPM	Simulador de Procedimento de Motorista
SPT	Simulador de Procedimento de Torre
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SSEB	Sistema de Simulação do Exército
STAL	Simulador de Tiro de Armas Leves
TBC	Treinamento Baseado em Computador
THT	Tracking Handling Trainer
TSB	Treinador Sintético de Blindados
TSP	Treinadores Sintéticos Portáteis
TTCP	The Technical Cooperation Program
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
VBS-3	Virtual Battlespace 3

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1. TRANSFORMAÇÃO MILITAR E AS NOVAS CAPACIDADES DE DEFESA	26
1.1 A POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA E A CAPACIDADE MILITAR BRASILEIRA.....	30
1.2 O PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DO EXÉRCITO BRASILEIRO E O PLANEJAMENTO BASEADO EM CAPACIDADES.....	34
2. A SIMULAÇÃO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM	43
2.1 A SIMULAÇÃO EMPREGADA NA INSTRUÇÃO MILITAR.....	46
2.2 O SISTEMA DE SIMULAÇÃO DO EXÉRCITO BRASILEIRO.....	51
2.3 A OBTENÇÃO DO SIMULADOR DE APOIO DE FOGO (SIMAF).....	56
3. ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DA SIMULAÇÃO VIRTUAL DE APOIO DE FOGO	62
4. CONCLUSÃO	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
Fontes Primárias.....	83
Bibliografia Secundária.....	86
ANEXO A – ENTREVISTA A	96
ANEXO B – ENTREVISTA B	98
ANEXO C – Lista de Simuladores em Uso no Exército Brasileiro	99

INTRODUÇÃO

O adestramento é uma ferramenta para manutenção dos níveis de prontidão das Forças Armadas em diversos países. As pressões políticas sobre os gastos militares e o incremento nos números de operações reais tem reduzido o tempo gasto com treinamento. Somam-se a isso as restrições para utilização de locais para exercícios, seja pela aproximação dos centros urbanos ou por limitações ambientais, fazendo, por vezes, ser necessário deslocarem-se grandes distâncias para que um treinamento completo com as unidades seja possível (YARDLEY et al., 2003).

Quando o assunto é adestramento de tropas blindadas e de apoio de fogo, o volume de viaturas demanda um grande espaço físico para a realização de manobras e exercícios de tiro real. Tal fato pode acarretar prejuízos ambientais e, eventualmente, à população no entorno dos campos de instrução; tais como o derrubamento de árvores, contaminação do solo por derramamentos de óleos e combustíveis e danos a cercas e estradas. Além disso, existe a demanda logística com o pessoal, munição e manutenção de todo o material de emprego militar. Como apontou Guimarães (2014), um exercício de cerca de 3 jornadas (dias) com uma organização de tropas blindadas pode ter um custo aproximado de R\$ 5.000.000,00.

Diante deste conjunto de fatores, cresceu a demanda pelo uso de simuladores de combate. As inovações tecnológicas nas áreas de computação e informática possibilitaram o desenvolvimento de software e equipamentos laser de simulação e treinamento, dando “uma nova dimensão à preparação e ao treinamento nas principais forças armadas do mundo”, como observa Carvalho (2011, p.2).

Banks (1998) define simulação como um processo de imitação e análise de problemas do mundo real. Assim, Kang e Roland (1998) afirmam que a simulação tem grande aplicação para solução de problemas militares, sendo utilizada como ferramenta de apoio à decisão para comandantes no planejamento de jogos de guerra e aquisição de sistemas de armas.

A simulação para aplicações militares pode ser classificada como viva, virtual e construtiva. Nas três modalidades sempre envolveram pessoas reais ou simuladas, em um cenário simulado ou gerado por computador (BRASIL, 2014c; ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2011).

Em 2008, com a publicação da Estratégia Nacional de Defesa, as forças armadas brasileiras iniciam um processo de transformação e reaparelhamento. Desta forma, como observou Da Silva et al. (2018), a obtenção de novos produtos de defesa, a exemplo do carro de combate¹ Leopard 1A5 e dos novos obuseiros² M109 A5, incentivou ainda mais o uso de simuladores, como uma forma de melhorar a qualidade do treinamento, além de racionalizar recursos e o próprio material de elevado custo de aquisição e manutenção.

Assim sendo, como observou Peres (2017), nos últimos anos, para racionalizar recursos, sem perder a capacidade de resposta, o Exército Brasileiro tem buscado ampliar o uso de simuladores. Modernos equipamentos de simulação virtual foram adquiridos, com o intuito de manutenção da eficiência com redução de custos. A aquisição destas novas tecnologias tem cooperado para a manutenção do adestramento e aprimoramento profissional do efetivo do Exército. Desta forma, contribuindo para a transformação da Força Terrestre³ e da capacidade de projetá-la para o futuro: da Era Industrial para a Era do Conhecimento.

Por transformação, o Exército entende que é necessário o desenvolvimento de novas capacidades, possibilitando melhor cumprir sua missão constitucional, e suficiente para atender os objetivos propostos pela Política Nacional de Defesa (PND) e a Estratégia Nacional de Defesa (END). Em consequência, o Comando do Exército, por intermédio do seu Estado-Maior (EME), em maio de 2010, dá início ao projeto denominado “Processo de Transformação do Exército” (LEITE, 2011).

Como analisou Covarrubias (2005), a evolução do conceito de transformação se dá no EUA, a partir de uma prática construtiva desse país de levantar lições aprendidas ao final de cada conflito. Dos ensinamentos colhidos, destaca-se a necessidade de levar o exército da sociedade industrial para a era tecnológica e da informação, pois conforme analisou o autor “hoje [...] um soldado na trincheira está tão informado da evolução política da guerra quanto à opinião pública ou seus próprios comandantes” (COVARRUBIAS, 2005, p.82). Em seguida, com o advento do atentado de 11 de setembro de 2001, o processo de transformação passa a

¹ Carro de combate é um veículo blindado, conhecido popularmente como tanque de guerra.

² Obuseiro é um armamento de artilharia semelhante a um canhão, mas difere do canhão que realiza fogo direto sobre alvo, pois dispara em trajetória parabólica para atingir alvos a longas distâncias.

³ Neste trabalho, os termos “Força Terrestre” (e sua abreviatura “F Ter”), “a Força” e “o Exército” estarão sendo usado para se referir à instituição Exército Brasileiro (e sua abreviatura “EB”).

incluir também a estratégia de antecipação⁴. Assim, conclui o autor, que a transformação militar deve estar orientada para a estratégia de antecipar-se às ameaças.

Pereira (2016) também discorre sobre esse assunto ao afirmar que, para estar apto a conduzir operações terrestres na Era do Conhecimento, é primordial ao Exército Brasileiro, em seu processo de transformação, a obtenção de capacidades que possibilitem a sua atuação em todo o espectro dos conflitos. Contudo, isso só será possível, através de uma análise prospectiva das ameaças concretas e potenciais, a fim de alcançar o efeito dissuasório desejado.

Neste contexto, o Exército Brasileiro está buscando a recuperação e obtenção de novas capacidades. Para isso, sistemas e matérias bélicos defasados tecnologicamente ou em final de ciclo de vida estão sendo substituídos, e as organizações militares da Força estão sendo mobiliadas com modernos equipamentos de alto valor agregado em tecnologia. Desta forma, contribuindo para dotar o país de uma Força Terrestre que se insere na Era do Conhecimento.

Dentre as capacidades operativas recuperadas, está o Apoio de Fogo, que demanda sustentar as operações conduzidas pela Força Terrestre com fogos adequados, precisos e oportunos, buscando a superioridade de enfrentamento frente à ameaça apresentada no campo de batalha.

Contudo, para o desenvolvimento desta capacidade, faz-se necessária a aquisição de avançados sistemas de armas que requerem técnica de tiro apurada e envolvem diversos subsistemas essenciais para que seja alcançado o apoio de fogo eficaz. Assim, é fundamental a qualificação e o adestramento eficiente dos militares com estes novos armamentos. Para tanto, demanda-se recursos, munição e campos de tiro extensos.

Nestas condições, a simulação de combate é um excelente instrumento para a manutenção dos níveis de adestramento. A utilização deste meio pode proporcionar a racionalização de recursos e atender a demanda por locais para treinamento de tiro. É nesse cenário que também se encontra a simulação virtual baseada em tecnologia aplicada em ambiente simulado. A simulação virtual é uma modalidade de exercício para o treinamento dos militares, com o seu próprio

⁴ A estratégia de antecipação se diferencia da prevenção, onde nesta há uma resposta ofensiva a uma ameaça iminente, já naquela a força armada tem a capacidade de dar pronta-resposta a ameaças que possam surgir (COVARRUBIAS, 2005).

equipamento, inserido em um cenário proposto, ou gerado por computador. A finalidade é que o militar adquira a destreza no emprego do material. Ela apresenta-se como uma ferramenta de instrução mais atrativa para o processo de ensino-aprendizagem.

Em virtude disso, em 2010, o Estado-Maior do Exército (EME) aprova a aquisição de modernos simuladores virtuais de tiro para a Artilharia de Campanha. O contrato com a empresa espanhola TECNOBIT contemplou a aquisição de dois Simuladores de Apoio de Fogo (SIMAF), instalados em Resende-RJ e Santa Maria-RS (CANES, 2014). O emprego do SIMAF não pretende substituir o tiro real, mas, considerando um cenário de possíveis restrições de campos de tiro e orçamentárias, a simulação ajudará a otimizar o uso da munição real de alto custo.

Diante desse quadro, o presente trabalho tem por finalidade analisar a simulação virtual como ferramenta na geração da capacidade operativa de apoio de fogo para a Força Terrestre, com redução de custos. Para tanto, será analisado o caso do SIMAF, simulador de apoio de fogo adquirido pelo Exército Brasileiro, como uma solução para a restrição de utilização de campos de tiro e também de munição real.

Assim, o objeto de estudo do presente trabalho é: o uso da simulação virtual como ferramenta na geração da capacidade operativa de apoio de fogo para a Força Terrestre, com redução de custos. No escopo desta pesquisa, a simulação virtual é a modalidade na qual são envolvidas pessoas reais, operando sistemas simulados, ou gerados em computador (PAGE; SMITH, 1998; YARDLEY et al. 2003).

Definido o objeto, parte-se de dois pressupostos: o primeiro diz que a simulação pode permitir o desenvolvimento das capacidades desejadas para a Força Terrestre e, por isso, sempre que possível deveria ser buscado o uso de simuladores na instrução militar. O segundo é que, em se tratando de sistemas de armas, veículos, aeronaves e outros equipamentos cuja operação exija elevado grau de adestramento e custos elevados para operar, a utilização da simulação virtual pode impactar diretamente na redução dos custos da instrução militar.

Isso porque, nos últimos anos, o Estado brasileiro tem enfrentado um quadro de constante contingenciamento de recursos. Tal fato tem impactado os investimentos na compra de equipamentos e suprimentos em geral para as forças armadas do país. No Exército, as restrições orçamentárias se refletem na aquisição

de munição, ocasionando a redução no fornecimento da Dotação de Munição Anual (DMA) e afetando o adestramento das tropas (CANES, 2014).

Neste cenário, também se insere a exploração de espaços geográficos para atender a demanda por moradia. As áreas urbanas acabaram por se aproximar cada vez mais dos campos de instrução. A esse fato somam-se também as questões ambientais, o que tem reduzido e limitado o uso de campos de tiro para utilização do armamento no treinamento do pessoal (CARVALHO, 2011).

Como observa Canes (2014), o cenário acima não é uma exclusividade nacional. Na Europa, por exemplo, o reduzido território dos países e a restrição dos gastos militares têm afetado a disponibilidade de campos de tiro e o adestramento. Isso tem fomentado o interesse pelo emprego de simuladores para manutenção do nível de prontidão operacional das tropas de apoio de fogo destes países.

Portugal, por exemplo, utiliza o simulador de apoio fogo INFRONT 3D de origem inglesa, comprado da *Canadian Aviation Electronics Ltd* (CAE). São dois simuladores instalados, um no Regimento de Artilharia nº 5 em Vendas Novas, e o outro na Brigada Mecanizada em Santa Margarida (SIMULADOR..., 2016). O simulador possibilita o adestramento de observadores avançados de artilharia e morteiro e calculadores de tiro (FERREIRA, 2000). É importante destacar a utilização do simulador antecedendo a execução de exercício com fogo real em um dos poucos campos de tiro disponíveis no país, localizado em Alcochete (EXERCÍCIO..., 2018).

Semelhantemente, na escola de artilharia do exército norte-americano em *Fort Sill*, os militares contam com o *Joint Fire Effects Training Simulator* (JFETS), cuja tradução para o português é Simulador de Treinamento de Efeitos de Fogo Conjunto (tradução nossa). O simulador é equipado com os mesmos equipamentos utilizados no campo de batalha, inseridos em um cenário que simula o ambiente de um combate no Iraque. Trata-se de uma infraestrutura de simulação virtual para preparo e adestramento continuado dos soldados de artilharia americanos (JASON, 2011).

Seguindo a mesma tendência, no Exército Brasileiro, o Programa de Instrução Militar do Comando de Operações Terrestre (PIM – COTER)⁵ prevê a realização de exercícios de simulação desenvolvidos a partir de *software*. O uso de simuladores

⁵ Sobre COTER acessar: www.coter.eb.mil.br.

tem sido incentivado como uma solução alternativa para os problemas citados: restrições orçamentárias, reduzidos campos de tiro, falta de munição e combustível. Tal fato tem se mostrado também uma excelente ferramenta para adestramento das frações, como analisou Barbosa (2018).

Como resultado, o Exército aprova a aquisição dos dois simuladores de apoio de fogo para artilharia (SIMAF) junto à empresa espanhola TECNOBIT. O SIMAF é semelhante ao Simulador de Artilharia de Campanha (SIMACA) do Exército de Terra da Espanha, amplamente utilizado para adestramento de tropas e na formação de oficiais (CANES, 2014). O SIMAF é um sistema computadorizado, com capacidade de simular os trabalhos realizados para a execução dos tiros de artilharia, em conformidade com a doutrina terrestre brasileira (RODRIGUES et al., 2017).

É neste contexto que a dissertação, que ora se delinea, lança luz sobre a problemática acima descrita, sob um enfoque qualitativo. Conforme Sampiere (2013), o método qualitativo busca examinar o ponto de vista, opiniões e experiências de um grupo de indivíduos sobre um determinado caso. Com isso, formulou-se a questão de estudo, buscando identificar se a simulação virtual pode contribuir na geração da capacidade operativa de apoio de fogo para a Força Terrestre, e como resultado contribuir para a redução de custos.

O trabalho proposto tem por objetivo, então, analisar se a simulação virtual contribui na geração da capacidade operativa de apoio de fogo e como o Exército Brasileiro pode utilizar esta ferramenta no adestramento militar, com redução de custos.

Com vistas a auxiliar na consecução do objetivo geral, foram formulados objetivos específicos. Os objetivos de pesquisa expressam a finalidade principal do estudo, entendendo o que se pretende conhecer com ele (SAMPIERE, 2013). Assim, à luz de um encadeamento lógico, para nortear as ações que foram realizadas na dimensão estrutural da pesquisa, buscou-se primeiramente, entender o planejamento baseado em capacidade do Exército Brasileiro, evidenciando a geração da capacidade operativa de apoio de fogo; em seguida, descrever a simulação como ferramenta do processo ensino-aprendizagem, destacando os atuais meios de simulação virtual em apoio de fogo adquiridos pelo Exército Brasileiro; e avaliar as contribuições da simulação virtual na geração da capacidade operacional apoio de fogo para a Força Terrestre.

No alinhamento dos objetivos citados acima, a presente pesquisa torna-se relevante à medida que as novas tecnologias presentes no mundo atual, as mudanças no ambiente operacional e as significativas alterações nas formas de emprego das forças armadas são indutores para transformação dos atuais meios militares (COVARRUBIAS, 2005). Assim, a construção de um novo instrumento de defesa terrestre tende a ser mais efetivo e compatível a esse novo cenário e a evolução da estatura político-estratégica que o Brasil crescentemente adquire.

Portanto, o tema da pesquisa justifica-se, tendo em vista os desafios enfrentados pelo Exército Brasileiro para atender as demandas relacionadas ao processo de transformação da Força Terrestre. Dentre os principais desafios, o tema da pesquisa contempla a melhoria da qualidade do adestramento, identificando contribuições no uso da simulação virtual para processo ensino-aprendizagem, com o objetivo de atender a recuperação e obtenção de novas capacidades que permitirão o cumprimento de novas missões.

Como exemplo do exposto acima, a Força Terrestre terá seu poder de fogo melhorado com a obtenção de novos equipamentos. Tal fato representa uma recuperação da capacidade de apoio de fogo da Força, a fim de contribuir para a superioridade de enfrentamento de ameaças que se apresentem no combate. O Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF) pode contribuir no desenvolvimento desta capacidade.

Do exposto, a simulação virtual poderia ser uma importante ferramenta no processo ensino-aprendizagem, pois motiva instrutores e instruendos com o uso de equipamento de alta tecnologia, fato que permite reforçar o adestramento militar através da repetição, com redução de riscos, e gerando economia de meios, principalmente, quando o resultado é o emprego mais eficiente dos materiais bélicos.

Visando alcançar os objetivos propostos, adotou-se como estratégia de pesquisa o estudo de caso do atual Sistema de Simulação de Apoio de Fogo (SIMAF), instalados na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), em Resende (RJ) e no Centro de Adestramento Sul (CA – Sul), em Santa Maria (RS), com forte composição de meios de simulação virtual, como ferramenta na geração da capacidade operacional de apoio de fogo.

O estudo de caso, como ferramenta, corrobora para a compreensão de um determinado fenômeno, o que a torna uma estratégia cada vez mais utilizada nas

pesquisas organizacionais, sociais e políticas (YIN, 2001). Também George e Bennett (2005) apresentam a possibilidade de utilizar o estudo de caso para avaliar o poder causal de uma variável independente.

Van Evera (1997) aponta cinco diferentes aplicações dos estudos de caso em pesquisa científica: testar teorias, criar teorias, identificar condições antecedentes, testar a importância dessas condições ou explicar casos de importância intrínseca. Com isso, através da metodologia do estudo de caso, buscou-se identificar os elementos que a teoria aponta como subsídios na geração de capacidade, e na redução de custo através do uso do SIMAF.

A seleção da amostra aconteceu onde se espera encontrar os casos que interessam a pesquisa (SAMPIERE, 2013). Uma amostra homogênea, possuindo um mesmo perfil de indivíduos (militares), em um mesmo ambiente (SIMAF), com o propósito de se centrar no tema a ser pesquisado e ressaltar situações, processos ou episódios em um grupo (SAMPIERE, 2013). Desse modo, quanto ao universo e a amostragem da pesquisa, salienta-se que, por se tratar de uma temática que exige alto grau de conhecimento na área, instituiu-se uma população-alvo composta por militares servindo em OM de Artilharia de Campanha (GAC) que se adestraram no SIMAF (AMAN e SUL) no 1º semestre de 2019, conforme calendário PIM – COTER 2019 (Figuras 1 e 2).

No escopo do processo de transformação, a reestruturação da Artilharia de Campanha é uma das ações do Exército, que visa contribuir para a geração de capacidade. A Artilharia de Campanha é o principal sistema de apoio de fogo da Força Terrestre, e suas unidades estão sendo mobiliadas de modernos sistemas de armas que permitem apoiar as operações militares por intermédio da adequada aplicação dos fogos (BRASIL, 2014b).

Quanto às fontes de pesquisa, neste estudo de caso, foram utilizadas fontes documentais e entrevistas para chegar à análise da questão do trabalho. Para Yin (2001), a documentação e a entrevista são algumas das fontes essenciais de coleta de evidências em um estudo de caso. Ler e obter o maior número possível de informações sobre o objeto de estudo são algumas das recomendações para quem deseja realizar uma pesquisa qualitativa. A busca documental, realizada por meio da revisão da literatura, é útil para identificar conceitos e aprofundar o conhecimento sobre determinado fenômeno. Da mesma forma, serve para estudar diferentes

métodos de coleta utilizados em outros trabalhos identificando erros e diferentes pontos de vista do problema (SAMPIERE; COLLADO; LUCIO, 2013).

Ainda, a presente pesquisa foi realizada dentro de um recorte temporal que abrangeu o estudo da simulação no Exército Brasileiro desde a década de 1990, com a disseminação dos primeiros simuladores baseados em computador, até os dias atuais (CUNHA, 2011; DA SILVA et al., 2018; SILVA, 2006;). Neste mesmo período, também foram examinadas nas biografias disponíveis, experiências de forças armadas de outros países no que diz respeito ao emprego da simulação de combate, com destaque para a simulação de apoio de fogo.

Como estratégia para complementar a busca documental, também foram realizadas entrevistas (disponíveis nos ANEXOS A e B), montadas em um modelo estruturado, na qual os entrevistados responderam a um questionário formulado por questões fechadas (SAMPIERE; COLLADO; LUCIO, 2013), o que ajudou a controlar e sistematizar os dados produzidos.

A Entrevista A (Anexo A), contendo duas questões com três itens cada, é um questionário estruturado com respostas abertas, direcionada aos oficiais de logística das organizações militares (OM) que se adestraram no SIMAF (AMAN e SUL) no 1º semestre de 2019, conforme calendário de atividades PIM – COTER 2019 (Figuras 1 e 2). Com esse questionário, pretendeu-se levantar valores em reais, do custo para OM, de um exercício de simulação realizado no simulador, e dos custos do exercício de tiro real realizado em um campo de instrução no mesmo ano. Isso, levando-se em consideração que após o adestramento com simulação no SIMAF, a OM executou um exercício no terreno⁶ com a utilização de munição real, como coroamento da instrução. A Entrevista A teve como motivação identificar dados que respondam se a simulação virtual pode impactar na redução dos custos da instrução militar.

A Entrevista B (Anexo B), contendo nove questões com cinco pontos, é um questionário estruturado com respostas fechadas, direcionadas ao efetivo de militares que se adestraram no SIMAF (AMAN e SUL) no 1º semestre de 2019, conforme calendário de atividades PIM – COTER 2019 (Figuras 1 e 2). Este efetivo corresponde a cerca de 80 militares por OM (BRASIL, 2017b). A Entrevista B teve como motivação identificar dados que respondam se a simulação virtual pode

⁶ Atividade típica de treinamento militar realizada em um campo de instrução.

contribuir na geração da capacidade operativa de apoio de fogo para a Força Terrestre.

Figura 1 – Calendário de Atividades SIMAF - AMAN

Período	G Cmndo / Unidade	C Mil A
1º a 5 ABR	21º GAC	CML
27 a 31 MAIO	20º GAC L	CMSE
9 a 13 SET <small>Atualizado em 8 Feb 19</small>	17º GAC	CMNE
15 a 19 JUL	4º GAC L	CML
22 a 26 JUL	Mrt P 11º RCMec e 13º RCMec	CMO
26 a 30 AGO	1º GAC SI	CMN
9 a 13 SET	7º GAC	CMNE
16 a 20 SET	8º GAC Pqdt	CML
30 SET a 4 OUT	12º GAC	CMSE
14 a 18 OUT	2º GAC L	CMSE
24 a 28 JUN <small>Atualizado em 15 jan 19</small>	11º GAC	CML

Fonte: BRASIL, 2019

Figura 2 – Calendário de Atividades SIMAF - SUL

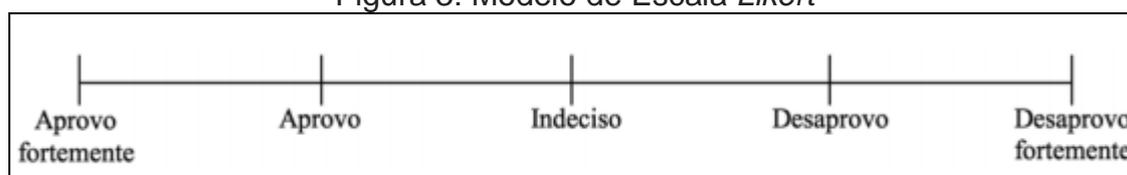
Período	G Cmndo / Unidade	C Mil A
8 a 11 ABR	Mrt P OM 3ª DE	CMS
22 a 26 ABR	Estg OA GAC	CMS
13 a 17 MAIO	22º GAC AP	CMS
27 a 31 MAIO	19º GAC e 25º GAC	CMS
10 a 13 JUN	Mrt P OM 3ª DE	CMS
24 a 28 JUN	3º e 29º GAC AP	CMS
8 a 9 JUL	Mrt P 10º RCMec	CMO
10 a 11 JUL	Mrt P 17º RCMec	CMO
29 JUL a 2 AGO	26º GAC	CMS
12 a 16 AGO	5º GAC AP	CMS
26 a 30 AGO	Exc OA	CMO/CMS
9 a 13 SET	18º GAC	CMO
23 a 24 SET	Mrt P 20º RCB	CMO
26 SET	Mrt P OM 5ª DE	CMS
7 a 11 OUT	9º GAC	CMO
21 a 25 OUT	28º GAC	CMS
4 a 8 NOV	15º GAC AP	CMS

Fonte: BRASIL, 2019

Com relação à Entrevista B, no que tange à escala de medida das respostas, foi utilizada a escala tipo *Likert* de cinco pontos. Nesta escala, os entrevistados escolhem somente uma das cinco categorias de resposta (ponto), que vai de

“aprovo fortemente” até “desaprovo fortemente”. No meio da escala, existe uma resposta (ponto) neutra, a qual deixa o entrevistado à vontade para expressar sua opinião. A escala *Likert* de cinco pontos tem se mostrado precisa e fácil de responder, pois possibilita ao entrevistado expressar sua opinião com precisão (VIEIRA; DALMORO, 2013), o que a torna mais adequada para ao seu propósito, tornando o instrumento de medida mais confiável e válida.

Figura 3: Modelo de Escala *Likert*



Fonte: Vieira; Dalmoro, 2013

Embora as entrevistas a serem aplicadas neste trabalho gerem números estatísticos, a análise dos dados será qualitativa, o que irá ajudar a avaliar o problema da pesquisa. De acordo com Sampiere (2013, p. 182), o método do estudo de caso, “ao utilizar os processos de pesquisa quantitativa, qualitativa ou mista, analisam profundamente uma unidade para responder a formulação do problema, testar hipóteses e desenvolver alguma teoria”.

Desta forma, pode-se classificar a pesquisa como sendo mista. A finalidade da pesquisa mista é combinar o ponto forte de ambos os métodos, quantitativo e qualitativo, minorando seus pontos fracos, o que contribui para dar mais rigor à pesquisa (SAMPIERE; COLLADO; LUCIO, 2013); sempre tendo “em mente a formulação original do problema de pesquisa” (SAMPIERE; COLLADO; LUCIO, 2013, p. 485), a fim de encontrar as respostas que se busca neste trabalho.

Por fim, para atingir os objetivos propostos, este trabalho foi estruturado em três capítulos. No capítulo 1 da dissertação, “Transformação Militar e as Novas Capacidades de Defesa”, tratará do planejamento baseado em capacidade do Exército Brasileiro, evidenciando a geração da capacidade operativa de apoio de fogo. Será apresentada uma breve investigação realizada na bibliografia que se refere ao fenômeno da transformação militar que ocorreu em forças armadas de diversos países, e que serviram de referências para o processo de transformação do Exército. Diante disso, trará luz a metodologia de Planejamento Baseado em Capacidade (PBC) adotada pelo EB, em seu processo de transformação, apresentado o catálogo de capacidades, com destaque para a capacidade operativa

de apoio de fogo, por estar diretamente relacionada ao objeto de estudo desta pesquisa.

O segundo capítulo, intitulado “A Simulação no Processo Ensino-Aprendizagem”, abordará a simulação como ferramenta do processo ensino-aprendizagem, destacando os atuais meios de simulação virtual em apoio de fogo adquiridos pelo Exército Brasileiro. Neste capítulo da dissertação são apresentados os conceitos, definições e fundamentos teóricos que alicerçam esta pesquisa. Buscou-se examinar a simulação como ferramenta do processo ensino-aprendizagem, e a partir daí, discutir os fatores que levaram o Exército Brasileiro à obtenção de inovações tecnológicas de simulação empregadas na instrução militar, relacionando-as com as contribuições para manutenção dos níveis de adestramento a baixo custo. Por fim, destacaram-se os atuais meios de simulação virtual em apoio de fogo adquiridos pelo Exército Brasileiro.

Finalizando, no terceiro capítulo, nomeado de “Análise das Contribuições da Simulação Virtual de Apoio de Fogo”, aplicando a estratégia do estudo de caso, serão avaliadas as contribuições da simulação na geração da capacidade operacional de apoio de fogo na Força Terrestre, com redução de custos. Para isso, serão apresentados os resultados da pesquisa bibliográfica, documental, e das entrevistas realizadas, cujos dados qualitativos e quantitativos relativos à simulação virtual de apoio de fogo apontam para sua contribuição na geração de capacidade, com redução de custo para instrução militar.

1. TRANSFORMAÇÃO MILITAR E AS NOVAS CAPACIDADES DE DEFESA

Os avanços tecnológicos têm causado grandes transformações na sociedade em todo o globo. O mesmo tem ocorrido com as forças militares, nas quais a tecnologia tem provocado impactos nos campos estratégicos e táticos, o que parece natural ao observar a evolução dos materiais bélicos, desde as primeiras armas pré-históricas até os armamentos mais avançados dos dias atuais (COVARRUBIAS, 2007).

Como observam Lopes, Fontes Filho e Rezende (2016), a modernidade trouxe consigo novos desafios às organizações, dentre eles o de se submeterem a mudanças paradigmáticas de seu tempo, que as obrigam a deixarem para trás a era industrial e se inserirem entre as organizações da era do conhecimento. Assim como mudam as sociedades, entidades e tecnologias, o caráter da guerra também está mudando (CEBROWSKI, 2004). Neste contexto, a literatura apresenta o Departamento de Defesa dos EUA (DoD), como o local onde foram dados os primeiros passos para a transformação militar, ao entender também que seria necessário passar da sociedade industrial para a era tecnológica e da informação. (COVARRUBIAS, 2005).

Ademais, com o fim da Guerra Fria e do prenúncio de um conflito global bipolar, para continuar justificando os orçamentos de Defesa, deu-se a busca por novas ameaças que possibilitassem definir um novo papel as forças armadas (SAINT-PIERRE, 2007). Os estudos das “novas ameaças” passaram a ser fundamentais para orientar as políticas e estratégias nacionais ou regionais, e para decidir sobre as capacidades militares de defesa. Neste cenário, as novas ameaças que atualmente têm demandado o emprego das forças armadas podem ser, segundo Saint-Pierre (2007), da natureza (inundações, terremotos, epidemias, etc.), ou do homem (guerras, terrorismo, ondas migratórias, crime organizada, etc).

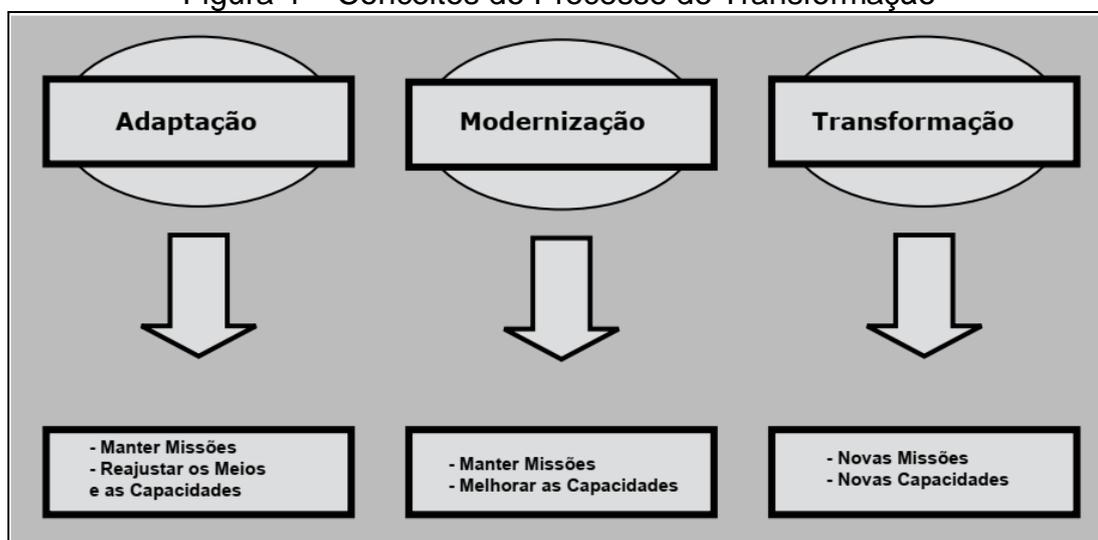
A Organização dos Estados Americanos afirma em sua Declaração sobre Segurança nas Américas (OEA, 2003) que a segurança dos países do Hemisfério é afetada por ameaças tradicionais e por novas ameaças, quais sejam estas: o terrorismo, o narcotráfico, a corrupção, tráfico de seres humanos, a pobreza extrema, os desastres naturais, ataques cibernéticos, entre outras preocupações e desafios de toda ordem.

Desse modo, a temática das novas ameaças, apresentada acima, passou a estar presente na agenda de Defesa dos países, influenciando o preparo e emprego das forças armadas e por consequência seus projetos de transformação, haja vista que, diante de tantos desafios, os novos conflitos passaram a serem travados em um ambiente de incertezas, difuso e assimétrico (MAIA NETO, 2016), onde não há mais um “inimigo” claramente definido.

Como reconheceu o Secretário de Defesa norte-americano, em junho de 2004, “Os perigos futuros serão menos prováveis das batalhas entre grandes potências e mais provavelmente dos inimigos que funcionam em pequenas células, que são fluidas e atacam sem aviso em qualquer lugar, a qualquer hora...” (tradução nossa) (CEBROWSKI, 2004, p.1). Diante de tal afirmativa, as Forças Armadas dos EUA, em um cenário de incertezas e de ameaças emergentes, estão remodelando suas forças para, o que acreditam serem, as guerras das próximas décadas (LUNDGREN, 2005).

Também como observou Covarrubias, um novo papel, frente às novas ameaças “exigem um novo modelo para as forças militares” (2005, p. 85). Quando são acrescentadas missões ou tarefas, é preciso pensar em gerar capacidades. Nessas condições, a obtenção de capacidades para cumprir novas missões, demanda a necessidade de transformar. Assim sendo, da análise do processo de transformação militar, Covarrubias (2005; 2007), apresenta três conceitos que estão ligados diretamente ao nível de geração de capacidades, que seriam: adaptação, modernização e transformação (Figura 4).

Figura 4 – Conceitos do Processo de Transformação



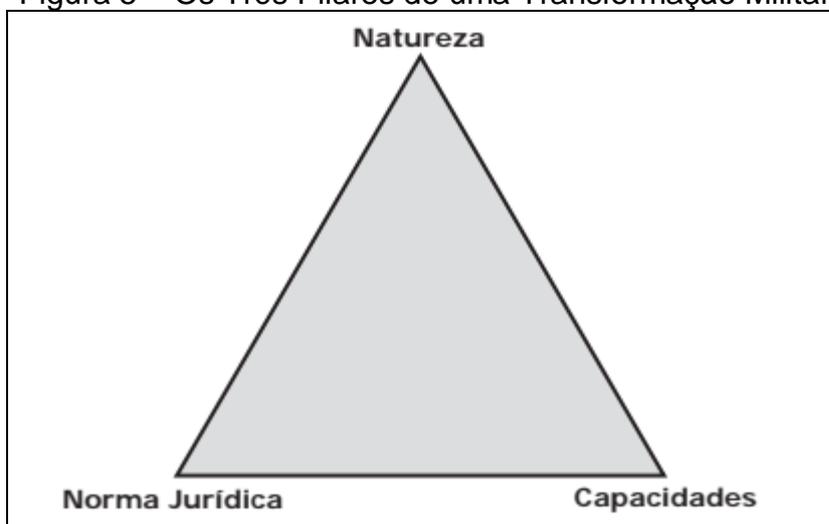
Fonte: Covarrubias, 2007

Considerando a figura acima, entende-se que transformação é gerar novas capacidades para cumprir novas missões ou novas funções em combate. A transformação é mais que uma simples modernização, mas um estágio superior de mudanças na organização, nas estruturas e na doutrina de preparo e emprego das forças armadas (GUSMÁN; MORETTO NETO; SCHMITT, 2016).

Neste sentido, Covarrubias (2007) chama a atenção que, a existência de uma força armada se apoia em três pilares ou componentes básicos: natureza, estrutura jurídica, e capacidades ou meios (Figura 5). Estes componentes atuam mutuamente, de forma que, ao modificar um deles, acarretará em mudanças nos outros. Deste modo, se a uma força militar forem atribuídas novas tarefas (mudança na natureza), será necessário definir uma nova estrutura legal, que justificará a geração de novas capacidades para cumprir uma missão diferente da exercida anteriormente.

Deste modo, entende-se que as modificações nestes três pilares nortearam o processo de transformação de uma força armada, os quais darão respaldo legal para adaptar, modernizar ou transformar (COVARRUBIAS, 2007). Da mesma maneira, a essência para a existência de uma capacidade é a missão, se não existem meios para cumpri-la, não existe tal capacidade.

Figura 5 – Os Três Pilares de uma Transformação Militar



Fonte: Covarrubias, 2007

Neste contexto de novos desafios, as missões que atualmente podem ser atribuídas à defesa nacional podem se apresentar de cinco formas diferentes. A primeira seria a missão convencional, contra ameaças tradicionais, como uma eventual agressão militar por parte de outro Estado. A segunda são as missões não convencionais, contra as chamadas novas ameaças ou ameaças não convencionais,

tais como, as migrações descontroladas, crime organizado, narcotráfico, crimes contra o meio ambiente, violações dos direitos humanos e terrorismo. A terceira é a participação de operações de manutenção da paz, o que requer uma capacidade de atuar de forma combinada e com possibilidades de interoperabilidade com forças armadas de outros países. Uma quarta atribuição seria a de participar de ações subsidiárias em proveito do desenvolvimento do próprio Estado. Por fim, a missão de Segurança Pública, quando a situação assim exigir, por esgotamento da capacidade policial (COVARRUBIAS, 2005).

Tal diversidade de missões dá a entender que elas não podem ser enfrentadas com um único instrumento, mas com as capacidades adequadas a cada situação. Nessas condições, “uma capacidade potencial somente será uma capacidade real à medida que seja capaz de cumprir uma determinada missão” (COVARRUBIAS, 2007, p. 21).

As capacidades militares de defesa são uma combinação de equipamentos, pessoal treinado e apoio que possibilitem uma força armada cumprir as missões a ela atribuídas. Segundo Brick, Sanches e Gomes (2017), a geração de capacidades assenta-se no conjunto de elementos que pode ser sintetizado no acrônimo DOTMLPIL: doutrina, organização, treinamento, material, liderança, pessoal, instalação, informação, interoperabilidade e logística. Ainda, a geração de capacidade deve considerar os cenários (atual e prospectivo) onde as ações ocorrerão e as ameaças que nestes cenários se apresentarão.

Países europeus, como Espanha, Alemanha, Inglaterra, Portugal e França, vivenciam um cenário de defesa consolidado em alianças no âmbito da União Europeia e da OTAN. Desta forma, o processo de transformação dos meios militares foi projetado para atender um amplo espectro de capacidades, em face as necessidades de defesa coletiva no continente e de projeção de força no exterior (NEUVALD, 2017). Ainda, a recente crise econômica e financeira internacional, que teve impacto significativo também na Europa, impôs a reestruturação das forças armadas dos países do continente, focando na eficiência, e redução de estruturas duplicadas de defesa (ARRUDA, 2017).

Para tanto, no contexto europeu, se deu ênfase na estruturação de exércitos flexíveis, modulares e dinâmicos, com capacidade de participar de operações multinacionais, com poder de dissuasão e pronta-resposta contra ameaças presentes no continente (ARRUDA, 2017). Isso porque, existem demandas internas

de segurança, que são comuns aos países, que implicam na atuação integrada de seus meios militares. Como por exemplo, o controle das fronteiras entre estados, frente ao crescente fluxo de imigrantes no continente e o combate aos crimes transnacionais. Também, a ameaça constante do terrorismo, que ampliou de importância a atividade de inteligência integrada, favorecendo as ações antiterror (PEREIRA, 2017).

Ainda, a inevitável atuação de tropas em operações de garantia da lei e da ordem e ajuda humanitária, impõe alterações nas leis nacionais que legitimem o preparo e emprego dos militares em atividades mais afetas as forças de segurança pública e defesa civil (ANDRADE, 2017). Tal fato, se reflete no adestramento do soldado, o qual deve estar preparado, motivado e tecnologicamente equipado para o seu emprego segundo exigências dos conflitos modernos - contra ameaças de caráter difuso em um cenário de incerteza do ambiente operacional (ARRUDA, 2017).

Diante do exposto, infere-se parcialmente que as constantes mudanças sociais e avanços das tecnologias, estão alterando os cenários de emprego das forças armadas. Isso implica em permanente processo de transformação, como instrumento preventivo e de pronta resposta contra eventuais ameaças que pareçam ser iminentes (COVARRUBIAS, 2005). Assim sendo, como aponta Covarrubias (2005), todo processo de transformação é precedido pela correta identificação de ameaças, e a partir daí desenvolver as capacidades necessárias para enfrenta-las. Então, o resultado da transformação militar, é uma força armada dotada de capacidades para cumprir, de forma eficiente, sua destinação de defesa da soberania nacional.

1.1 A POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA E A CAPACIDADE MILITAR BRASILEIRA

Apesar de no último ano, o Brasil ter apresentado um crescimento econômico pouco expressivo, a sua abundância de recursos como energia, alimentos e matérias-primas são fatores que contribuem para um crescimento sustentado. Entretanto, a capacidade militar brasileira para defesa de suas riquezas, mesmo na América do Sul, ainda é duvidosa. Nos anos de 2007 e 2008, esta capacidade estava em níveis muito baixo. Com um efetivo de cerca de 300.000 militares a Força Armada (FA) brasileira era praticamente estática, com dificuldades de manutenção

do material obsoleto e falta de treinamento adequado de seus quadros (BERTONHA, 2010).

Na Marinha, menos da metade dos navios e submarinos estavam operacionais; o projeto do submarino nuclear estava progredindo lentamente. No Exército, apenas 30% de seus blindados, na maioria da década de 70, estavam operacionais; sua artilharia antiaérea tinha sistema de pontaria manual, e o material de artilharia de campanha era obsoleto; o fuzil do combatente tinha cerca de 40 anos de uso; e grande parte da aviação tinha 20 anos. A Força Aérea não possuía aeronaves modernas, helicópteros de ataque ou mísseis ar-ar de médio alcance; da frota de 719 aviões militares, apenas 267 estavam operacionais, o restante estava parada nos parques de manutenção por falta de peças; seus pilotos conseguiam treinar apenas 80 horas por ano. Tudo isso se somava a baixa moral dos militares brasileiros por conta das perdas salariais e pouco prestígio (BERTONHA, 2010; OLIVEIRA, 2009).

Enquanto isso, no entorno, o Chile se destacava com as forças armadas mais modernas e bem treinadas da América do Sul. A Venezuela de Hugo Chávez adquiria armamentos, navios e aviões militares modernos e fomentava alianças estratégicas com Cuba, Equador, Bolívia e Nicarágua (OLIVEIRA, 2009). O Brasil estava prestes a perder sua posição de destaque, como principal potência militar da região (BERTONHA, 2010).

Porém, esta realidade causa reação do governo brasileiro. Recursos foram liberados para concluir projetos antigos, como o do submarino nuclear, dos mísseis de cruzeiro, do satélite geoestacionário, e o fortalecimento da indústria nacional de defesa (BERTONHA, 2010). Desde então, o orçamento militar foi aumentado em cerca de 50%, o gasto do PIB com defesa tem se mantido em uma média de 1,6% (ALMEIDA, 2015), possibilitando a aprovação de programas de equipamentos para as forças militares. Conforme analisou Amarante (2009), aos militares brasileiros não falta vontade, mas meios modernos e eficazes para atender as necessidades operacionais de defesa, e para dissuadir eventuais cobiças ao patrimônio nacional.

A Política Nacional de Defesa (PND) aponta que apesar do Brasil não ter nenhum inimigo que possa ameaça-lo, o contexto mundial de diminuição de recursos minerais, alimentos e energia, são riscos potenciais (BERTONHA, 2010). Assim, Almeida (2010) destaca que a PND preocupa-se em resgatar o conceito de defesa, ao enunciar que:

Defesa Nacional é o conjunto de medidas e ações do Estado, com ênfase na expressão militar, para a defesa do território, da soberania e dos interesses nacionais contra ameaças preponderantemente externas, potenciais ou manifestas (BRASIL, 2005, apud ALMEIDA, 2010, p. 226).

O objetivo central da PND é o de garantir, pela via militar, uma resposta à agressão externa. Para tanto, é necessário ao Brasil ter ferramentas militares para proteção dos seus interesses no território nacional ou no exterior. Contudo, em longos períodos de paz, aparenta ser desnecessária a ideia de manutenção de um aparato de defesa. A PND, juntamente com a Estratégia Nacional de Defesa (END), representa o eixo normativo e o documento maior da defesa nacional. A END é voltada para a implementação de ações para alcançar os objetivos no campo da defesa (ALMEIDA, 2010).

A END enfatiza a necessidade de uma maior integração entre civis e militares na análise e elaboração de políticas de defesa para o País. A participação civil tem evoluído desde a redemocratização em 1985 (AMORIM NETO, 2019). A criação do Ministério da Defesa, no ano de 1999, foi essencial “para a construção da ideia de uma política de defesa democrática”, e assim, romper o conceito de segurança nacional, que atribuía exclusivamente às Forças Armadas o seu papel de “tutora”, ampliando o debate a sociedade civil e a universidade, que têm papel fundamental na geração de pesquisas e de novas tecnologias (ALMEIDA, 2010).

A PND estabelece ainda que a perspectiva preventiva da Defesa Nacional consiste em uma postura estratégica baseada na existência de forças militares com credibilidade e aptas a gerar efeito dissuasório (BRASIL, 2016c). A sustentação da PND depende da sua capacidade de projeção de força fora do território nacional (dissuasão), o que se concebe “com Forças Armadas equipadas com Sistemas de Defesa que lhes proporcionem uma capacidade operacional adequada para cumprir as missões necessárias à garantia da soberania e aos interesses nacionais” (BRICK, 2009, p.117).

A END, complemento fundamental à PND, introduz o conceito de capacidades como norteador para o planejamento de longo prazo da defesa nacional. As capacidades substituem a noção de inimigo no planejamento (ALMEIDA, 2010), e as compras de equipamentos passam a ser baseadas em necessidades reais e não em oportunidades (BERTONHA, 2010). Capacidade para responder a novas demandas, como resultado do surgimento de novos autores e novos problemas: o terrorismo, o narcotráfico nas fronteiras, a descoberta de

reservas de petróleo no pré-sal, a soberania da Amazônia, entre outras demandas (BRASIL, 2016a).

Para alcançar credibilidade para agir como ator capaz de influenciar as decisões globais, o Brasil precisa adquirir instrumentos adequados de projeção de poder “por ar, água e por terra”, para ter a capacidade de participar de ações militares, com equipamentos modernos compatíveis ao utilizado pelas potências mundiais (BERTONHA, 2010).

Outro aspecto julgado importante por Souza e Cunha (2016) é que a melhoria das capacidades de defesa nacional avulta de importante não somente para superar os desafios deste século, mas também para atender as exigências da sociedade brasileira por uma maior eficiência nos gastos. A eficiência é um conceito importante nos estudos de políticas públicas, a escassez de recursos reforça a ideia do “fazer mais com menos”. (ALMEIDA, 2010). Semelhantemente, o planejamento de defesa deve considerar como imperativo as restrições orçamentárias, que impõem a eficiência na alocação de recursos (BRICK; SANCHES; GOMES, 2017). Para um país como o Brasil, com suas limitações econômicas, parece ser impossível ser forte em todos os setores, o que leva o estabelecimento de prioridades para defesa. As prioridades mais adequadas no momento são a negação do uso dos mares brasileiros por potências hostis, vigilância e controle do espaço aéreo e a criação de brigadas móveis e flexíveis para a ação imediata em todo o território nacional, com prioridade no Norte do Brasil (BERTONHA, 2010).

A aquisição e desenvolvimento de materiais bélicos inovadores, como submarinos, viaturas, e aeronaves, concorrerão para as forças armadas atingirem um novo patamar operacional e tecnológico. Da mesma forma, concede capacidade para fazer face às “novas ameaças” quando a situação exigir, de fato, o emprego do poder militar em sua plenitude, para salvaguardar o patrimônio, território, soberania e os interesses vitais do País (PAIVA, 2012).

Assim, para alcançar um nível adequado de dissuasão, a Marinha do Brasil deve possuir esquadras, compostas por submarinos convencionais e nucleares, navios aeródromos e fragatas, aptas a impedir o livre uso do mar por uma potência oponente. Serão apoiadas pela Força Aérea Brasileira, dotada de modernas aeronaves, capazes também de apoiar a mobilidade da Força Terrestre pelo transporte aeroestratégico, e contribuir para o monitoramento e controle aeroespacial, naval e terrestre. As Forças Armadas brasileiras devem ser aptas ao

lançamento de mísseis guiados e de cruzeiro, por plataformas aéreas, marítimas e terrestres, e ainda ter uma artilharia antiaérea capaz de proteger suas infraestruturas críticas. Sempre que possível Marinha, Exército e Aeronáutica devem ser capazes de constituírem forças conjuntas, com meios navais, terrestres e aéreos (PAIVA, 2012).

A Constituição atribui às Forças Armadas a destinação de defesa do patrimônio nacional, ao passo que atribui a União a competência de assegurar os meios necessários para capacitação de suas forças de defesa com efetividade e competência. Quando falham este cuidado com defesa, uma nação pode pagar caro por esta falta. Como foi o exemplo do Kuwait, cuja abundância de petróleo, despertou a cobiça no seu vizinho. A falta de uma força armada a altura das suas riquezas e capaz de defender seu território, colaborou para que em 1991 o país fosse invadido e dominado pelo Iraque, de Saddam Hussein. (AMARANTE, 2009)

Aumentar a capacidade militar do Brasil implica ter poder adequado para proteger o território e o espaço aéreo nacional contra a intimidação desigual e possuir alguma dissuasão contra os Estados mais fortes. Ainda ter capacidade de ação completa em caso de estabilização na América do Sul e alguma participação global em associação com outros estados (BERTONHA, 2010).

Em síntese, compreende-se a importância da necessidade de uma maior integração entre civis e militares na análise e elaboração de uma mentalidade nacional de defesa das nossas riquezas. Para tanto, foram fundamentais a criação do Ministério da Defesa e a publicação da Política e Estratégia Nacional de Defesa. Enfim, em face às peculiaridades das novas demandas, ressalta-se que para cumprir sua destinação constitucional, as Forças Armadas devem organizar-se em torno de capacidades militares, para alcançarem credibilidade, e aptidão dissuasória.

1.2 O PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DO EXÉRCITO BRASILEIRO E O PLANEJAMENTO BASEADO EM CAPACIDADES

Nas palavras de Johnson (2014), o confronto direto entre potências militares parece ser improvável. Acredita-se que as guerras “por procuração” serão mais comuns. O inimigo do futuro poderá não ser uma força convencional, havendo uma tendência às guerras irregulares, em áreas urbanas. Os ataques estarão direcionados a pontos sensíveis, não essencialmente militares, mas contra a

população civil, embaixadas, infraestruturas. Haverá um aumento significativo das guerras sistêmicas, envolvendo ataques ao sistema financeiro, crimes cibernéticos, operações de informação, guerra eletrônica e ataques biológicos seletivos (JOHNSON, 2014). Tudo com a finalidade de degradar a economia dos estados, e interromper serviços essenciais à população.

Combater neste novo cenário pode significar uma reavaliação do papel e das funções dos exércitos. Os estados terão que transformar suas forças militares, ampliando suas capacidades de defesa. A guerra no meio do povo demandará que as operações sejam conduzidas com ênfase na precisão. Com isso, os avanços tecnológicos possibilitaram o desenvolvimento de sistemas de defesa mais precisos, rápidos e capazes de serem conduzidos à distância (JOHNSON, 2014).

Este acelerado avanço tecnológico é capaz de levar a obsolescência precoce dos sistemas de armas e materiais de emprego militar. Ao mesmo tempo possibilita o aparecimento de inovações capazes de influenciar decisivamente no combate, aumentando o custo dos sistemas de defesa (BRICK; SANCHES; GOMES, 2017). A influência das novas tecnologias no ambiente operacional são indutores para transformação das forças militares, contudo o espaço de batalha do futuro não deixa transparecer que o poder letal de um exército deverá ser reduzido, mas que deverá ser mais seletivo e efetivo (BRASIL, 2013b).

Conforme Maia Neto (2011), aqui no Brasil, a sociedade tem exigido uma maior atuação das Forças Armadas, e em particular o Exército tem atuado em diversas áreas, em especial na garantia da ordem pública (operações de Garantia da Lei e da Ordem, eleições e grandes eventos), na proteção das fronteiras, em obras de engenharia e ações sociais (distribuição de água no semiárido nordestino, apoio ao combate a dengue e apoio a população atingida por desastres naturais). Como se observa, são tarefas e funções, que de certa forma demandam desenvolver novas capacidades para cumprir as exigências do novo século, diferentes do emprego convencional do confronto direto entre estados.

Neste cenário, como mostrou Visacro (2011), o Exército Brasileiro entendeu que seria necessário transformar, pois a adaptação e a modernização de seus meios não induziriam o desenvolvimento de novas capacidades que possibilitassem melhor cumprir sua missão constitucional, e suficiente para atender as atuais exigências da sociedade e do Estado Brasileiro. Em consequência, o Comando do Exército, por

intermédio do seu Estado-Maior (EME), em maio de 2010, dá início ao projeto denominado “Processo de Transformação do Exército” (LEITE, 2011).

Por outro lado, Silva (2013) ao analisar o Processo de Transformação do Exército, contesta que esteja havendo uma clara aquisição de novas capacidades, tampouco mudanças que caracterizassem novas missões para a Força Terrestre. Para o autor, a doutrina militar vigente indica que, as capacidades enunciadas como “novas”, o Exército já deveria possuir, e que os projetos estratégicos⁷ para alcançar a transformação desejada estão mais afetos a reaparelhamento da Força. Assim, alerta para o fato de o Exército estar vivenciando na verdade “um claro processo de modernização” (SILVA, 2013, p. 163).

Não obstante as palavras de Silva (2013), como citado anteriormente, Covarrubias (2005) salienta que a transformação é um processo permanente, cujos conceitos de adaptação, modernização e transformação (Figura 4), figuram etapas do mesmo processo dividido em curto, médio e longo prazo. De forma semelhante, a concepção para a transformação do Exército orienta ações de curto, médio e longo prazo, salientando que a evolução dos cenários de multiameaças exigirá uma reavaliação contínua de um processo de transformação em constante evolução, e reconhece que:

A evolução para a Era do Conhecimento pressupõe uma Força com novas capacidades e competências, integrada por pessoal altamente capacitado, treinado e motivado, apta a empregar armamentos e equipamentos com alta tecnologia agregada e sustentada em uma doutrina autóctone, efetiva e **em constante evolução**. (BRASIL, 2013b, p.12, grifo nosso)

Portanto, a transformação do Exército demanda uma força com flexibilidade e elasticidade para atuação em todo o território nacional, o que se faz com modernos instrumentos de comando e controle e comunicação, meios de mobilidade, apoio logístico e pessoal capacitado para atuar na defesa da Pátria, no contexto das ameaças do século XXI (AMORIM, 2014). A aquisição de alta tecnologia coopera para a eficiência e aprimoramento profissional do efetivo do Exército. Desta forma, contribuindo para a transformação da Força Terrestre, capaz de projetá-la para o futuro: da Era Industrial para a Era do Conhecimento.

Segundo Pereira (2016), para estar apto a conduzir operações terrestres na Era do Conhecimento, é primordial ao Exército a obtenção de capacidades que possibilitem a sua atuação em todo o espectro dos conflitos a fim de alcançar o

⁷ Sobre os projetos estratégicos, ver Escritório de Projetos do Exército em <http://www.epex.eb.mil.br/>.

efeito dissuasório desejado. Isso significa ser uma Força suficientemente organizada, adestrada e pronta para emprego imediato, capaz de desencorajar qualquer ameaça a soberania nacional.

Como destacou Galdino (2018), no Exército Brasileiro foram considerados aspectos relacionados aos processos de transformação dos exércitos do Chile e da Espanha, onde o enxugamento e a racionalização das estruturas operacionais e administrativas foram seguidos pela adoção de equipamentos modernos, investimentos em ciência e tecnologia, interoperabilidade e logística conjunta, tudo com a finalidade de tornar “os exércitos mais eficientes, eficazes e capazes de enfrentar as ameaças modernas” (GALDINO, 2018, p. 25).

Do mesmo modo, Maia Neto (2011) aponta que o cenário contemporâneo exige um Exército com capacidade de atuar em operações conjuntas com as demais forças (Marinha e Aeronáutica), em cooperação com agências (ONG e estatais) e combinadas com forças armadas de outros países. Ainda, o soldado do Exército da Era do Conhecimento deve estar constantemente capacitado a interagir com a mídia, a operar em um ambiente cibernético em constante evolução tecnológica, e a atuar em um ambiente multicultural das operações de paz em outros países.

Além disso, a Constituição Federal prescreve que as Forças Armadas destinam-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem. Nestas condições, a Política Nacional de Defesa e a Estratégia Nacional de Defesa, em face das peculiaridades dos conflitos modernos, estabelece que para efetivamente cumprir sua destinação constitucional, o processo de transformação do Exército Brasileiro deve organizar-se em torno de capacidades militares.

Simultaneamente, o Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN) apresenta as capacidades atinentes a cada Força Armada. Ao EB, segundo Livro Branco, cabe desenvolver nove capacidades militares terrestres, a saber: pronta resposta estratégica, superioridade no enfrentamento, apoio a órgãos governamentais, comando e controle, sustentação logística, interoperabilidade, proteção, informação, e cibernética (BRASIL, 2016b).

Desta feita, alinhado com a legislação vigente, o Exército passou a adotar a geração de forças por meio do planejamento baseado em capacidades (PBC). Com o PBC almeja-se alcançar uma configuração de força para atender a uma gama de possibilidades de atuação, em vez de focar um adversário específico. Os

procedimentos voltados ao preparo do Exército baseiam-se na aquisição de capacidades adequadas ao atendimento dos interesses e necessidades militares de defesa do País, em um horizonte temporal definido, observados cenários prospectivos e limites orçamentários e tecnológicos (informação verbal) ⁸.

Esta metodologia de planejamento baseada em capacidades ganhou importância no mundo ocidental a partir de dos anos 2000, com a difusão do *Guide to Capability-Based Planning* (FURCOLIN; BARBOSA; PEREIRA, 2013). Este documento foi desenvolvido pelo *The Technical Cooperation Program* (TTCP), grupo de cooperação em ciência e tecnologia, integrado pela Austrália, Canadá, Nova Zelândia, Reino Unido e EUA, com foco em defesa (WALKER, 2005). Tal guia estabelece os principais conceitos para o estabelecimento do PBC, visando reduzir deficiências nos processos de estruturação das forças armadas dos países do grupo (THE TECHNICAL COOPERATION PROGRAM, 2004).

No Exército Brasileiro, a incorporação desta sistemática de planejamento em sua doutrina resultou em um catálogo de capacidades (Tabela 1), materializado no manual EB20-C-07.001, que abrange um horizonte temporal de 2015 à 2035, o qual apresenta as capacidades militares terrestres (CMT), requeridas ao Exército conforme preconizado pelo Livro Branco de Defesa Nacional. Cada CMT é constituída por um grupo de capacidades operativas (CO), que têm a finalidade de manutenção de um permanente estado de prontidão para atender as demandas de segurança e defesa do País, concorrendo para a garantia da soberania nacional, dos poderes constitucionais, da lei e da ordem, salvaguardando os interesses do Brasil e cooperando para o desenvolvimento e o bem-estar social (BRASIL, 2014a).

Continuando, as capacidades operativas são as aptidões necessárias para cumprir determinada tarefa dentro de uma missão recebida, por meio de um conjunto de sete fatores reunidos no acrônimo DOAMEPI: doutrina, organização, adestramento, material, educação, pessoal e infraestrutura (BRASIL, 2013a). E como analisou Pereira (2016), só será possível atingir tal capacidade se estiverem presentes todos estes fatores de suporte ao desenvolvimento e sustentação da capacidade.

⁸ Notícia fornecida pelo Coronel do Exército Eustáquio Alves da Costa Neto, servindo no Ministério da Defesa, em palestra proferida a ECEME, no Rio de Janeiro, em fevereiro de 2019.

Tabela 1 – Catálogo de Capacidades do Exército

CAPACIDADES MILITARES TERRESTRES (CMT)	CAPACIDADES OPERATIVAS (CO)
CMT 01 – PRONTA RESPOSTA ESTRATÉGICA	CO 01 – Mobilidade Estratégica
	CO 02 – Suporte à Projeção de Força
	CO 03 – Prontidão
CMT 02 – SUPERIORIDADE NO ENFRENTAMENTO	CO 04 – Combate Individual
	CO 05 – Operações Especiais
	CO 06 – Ação Terrestre
	CO 07 – Manobra Tática
	CO 08 – Apoio de Fogo
	CO 09 – Mobilidade e Contramobilidade
CMT 03 – APOIO A ÓRGÃOS GOVERNAMENTAIS	CO 10 – Proteção Integrada
	CO 11 – Atribuições subsidiárias
	CO 12 – Emprego em apoio à política externa em tempo de paz
CMT 04 – COMANDO E CONTROLE	CO 13 – Ações sob a égide de organismos internacionais
	CO 14 – Planejamento e Coordenação
	CO 15 – Sistemas de Comunicações
	CO 16 – Consciência Situacional
	CO 17 – Gestão do Conhecimento e das Informações
	CO 18 – Digitalização do Espaço de Batalha
CMT 05 – SUSTENTAÇÃO LOGÍSTICA	CO 19 – Modelagem, Simulação e Prevenção.
	CO 20 – Apoio Logístico para Forças Desdobradas
	CO 21 – Infraestrutura da Área de Operações
	CO 22 – Gestão e Coordenação Logística
	CO 23 – Saúde nas Operações
CMT 06 – INTEROPERABILIDADE	CO 24 – Gestão de Recursos Financeiros
	CO 25 – Interoperabilidade Conjunta
	CO 26 – Interoperabilidade Combinada
CMT 07 – PROTEÇÃO	CO 27 – Interoperabilidade Interagência
	CO 28 – Proteção ao Pessoal
	CO 29 – Proteção Física
CMT 08 – SUPERIORIDADE DE INFORMAÇÕES	CO 30 – Segurança das Informações e Comunicações
	CO 31 – Guerra Eletrônica
	CO 32 – Operações de Apoio à Informação
	CO 33 – Comunicação Social
CMT 09 – CIBERNÉTICA	CO 34 – Inteligência
	CO 35 – Exploração Cibernética
	CO 36 – Proteção Cibernética
	CO 37 – Ataque Cibernético

Fonte: BRASIL, 2014a

No que diz respeito aos fatores do DOAMEPI, a **Doutrina** é o vetor norteador de todo o processo de transformação do Exército⁹, servindo de base para os demais fatores; a doutrina militar terrestre (missões, atividades e tarefas) condiciona a obtenção de capacidades. A **Organização** diz respeito às estruturas organizacionais da Força Terrestre; neste fator é verificada a necessidade de aperfeiçoamento dos métodos de gestão corrente e estratégica do Exército, que aparece entre os vetores de transformação; aqui se observa um grande desafio a qualquer processo de transformação, que diz respeito à necessidade de quebra de paradigmas solidamente arraigados na cultura da instituição. Outro fator, o **Adestramento** atua diretamente no preparo; aqui, ocupa papel de destaque o uso da simulação nas três modalidades (construtiva, viva e virtual), como importante ferramenta de treinamento para exercitar os recursos humanos da F Ter, obedecendo aos ciclos de instrução, do individual ao coletivo.

Ainda quanto aos demais fatores determinantes das capacidades, o **Material** em uso no Exército acompanhará a evolução tecnológica de emprego do poder militar, objetivando o processo de transformação através do vetor C & T e modernização do material; os produtos de defesa adquiridos serão distribuídos às organizações militares conforme doutrina de emprego vigente; aqui ainda estão incluídos os recursos necessários para sustentação do ciclo de vida do material.

O fator **Educação** abrange as atividades de formação do capital humano por meio da capacitação continuada dos militares; este fator contribui para o desenvolvimento dos atributos e valores cultuados pelos integrantes das Forças Armadas. Prosseguindo, o fator **Pessoal** compreende todas as atividades ligadas à gestão dos recursos humanos, por meio da criação e preenchimentos de cargos, movimentação de especialistas, plano de carreira, avaliação, valorização, moral e gestão de competências necessárias aos integrantes do EB. Por último, a **Infraestrutura** são as instalações físicas, equipamentos e serviços necessários ao suporte aos elementos de geração de capacidade, em atendimento a doutrina de emprego da Força Terrestre; aqui se pode estabelecer, em alguns aspectos, um *link* com o vetor da logística como elemento de apoio a transformação do Exército.

⁹ Os Vetores de Transformação do Exército propostos pelo Manual de Transformação do Exército são: doutrina, preparo e emprego, educação e cultura, gestão de recursos humanos, gestão corrente e estratégica, C & T e modernização do material, e logística (BRASIL, 2010a).

Desta feita, o PBC quando implantado tem contribuído para o melhor uso dos recursos públicos, através da formalização dos procedimentos para geração de capacidades e a relação destas com as diversas ameaças a serem enfrentadas, bem como na elaboração de projetos de obtenção de capacidades por meio da compra ou desenvolvimento de produtos de defesa (FURCOLIN; BARBOSA; PEREIRA, 2013).

Neste último caso, como uma forma de exemplificar, quando um produto de defesa é adicionado a uma unidade militar, a eficácia deste para geração de capacidade é afetado diretamente pelos fatores determinantes no DOAMEPI. Assim, conforme observação de Brick (2009), de nada adianta adquirir um sistema de armas de alto desempenho (Material); que não é mantido por uma estrutura de manutenção, assim ficando indisponível (Infraestrutura); que é mal empregado (Doutrina e Organização) ou operado por pessoal não treinado adequadamente, ou seja, não habilitado (Adestramento, Pessoal e Educação).

Outro fato relevante é o orçamento para defesa, considerado como o grande desafio do EB para geração de capacidade. Neste interim, este trabalho destaca a capacidade operativa apoio de fogo (CO 08), dentre as mais afetadas pelo contingenciamento de recursos e cortes no orçamento. O apoio de fogo é uma das capacidades necessárias para que se obtenha a superioridade de enfrentamento sobre as ameaças que se apresentem no espaço de batalha contemporâneo.

A Artilharia de Campanha é o principal meio de apoio de fogo do Exército, sendo a mais vocacionada para apoiar as ações das forças amigas no teatro de operações por meio dos fogos potentes, profundos e precisos de seus canhões e obuseiros. O adestramento é um dos fatores para geração desta capacidade através do preparo adequado dos seus recursos humanos. O alto custo da munição eleva sobremaneira os gastos com a capacitação dos integrantes desta fundamental peça de apoio ao combate.

Com isso, avulta de importância a incorporação da simulação, sobretudo dos simuladores de apoio de fogo e de artilharia de campanha, como ferramenta para o adestramento. Com seu uso já consagrado nos países mais desenvolvidos, no Exército Brasileiro os simuladores vêm sendo empregado largamente nas principais escolas, centros de instrução e algumas unidades operacionais. No próximo capítulo será apresentada, com mais detalhe, a simulação como moderna ferramenta do

processo ensino-aprendizagem, e as contribuições para manutenção dos níveis de adestramento a baixo custo.

Do exposto, conclui-se parcialmente que, a complexidade dos cenários do combate moderno e as novas demandas de emprego das forças militares, induziram os países a efetuarem a transformação de suas forças armadas, sendo fundamental neste processo a aquisição de novas capacidades. Nessas condições, o foco da transformação do Exército é o planejamento baseado em capacidades para cumprir as novas exigências do Estado Brasileiro, e de forma eficiente a geração de força para se contrapor as ameaças do novo século. Para tanto, a Força Terrestre deve ser capaz de adotar uma postura de dissuasão, o que significa estar suficientemente organizada, adestrada, pronta para emprego imediato, e capaz de desencorajar qualquer tipo de agressão. Com isso, preservando a soberania nacional e garantindo a segurança da população.

2. A SIMULAÇÃO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM

O ponto de partida do arcabouço teórico deste trabalho é a Simulação. A proposição de exercícios de simulação não é uma ideia nova, desde sempre são usados para medir, observar e entender diferentes fenômenos, sem que estes precisem ocorrer (BELLEMAIN; BELLEMAIN; GITIRANA, 2006).

No dicionário Aurélio da língua portuguesa, encontramos o verbete simulação definido como a representação simplificada de fenômenos ou processos mais complexos, para experiência ou treinamento. Esta definição vai ao encontro sobre o que as literaturas pesquisadas neste trabalho demonstram quanto à aplicação da simulação para o processo ensino-aprendizagem, e, sobretudo quando se trata do treinamento de sistemas complexos, como por exemplo, aeronaves e materiais bélicos.

No ensino militar, a simulação pode ser definida como o método de representar artificialmente um evento real, através de um modelo. Com o uso de meios mecânicos, informatizados, ou ambos combinados, a simulação permite reproduzir as características e evoluções de um fenômeno ao longo do tempo (BRASIL, 2014c). Para Filho (2007), no estudo da medicina, a simulação pode ser definida como uma técnica de ensino fundamentada em princípios de ensino aplicada para reprodução de tarefas práticas que envolvam habilidades manuais ou de decisão.

Também, Banks (1998), em *Simulation Handbook*, a simulação é a imitação de um processo ou sistema do mundo real, envolvendo a geração de uma história artificial e a observação desta para extrair inferências sobre as características operacionais do sistema real que é representado. Tal fato torna a simulação uma metodologia indispensável para solução de problemas, contribuindo para a tomada de decisão de alto nível. Assim, em um sentido geral, a simulação se presta a imitar uma situação real. Aplicada ao ensino, contribui para o desenvolvimento de habilidades.

Outro conceito que importa enunciar é o de Simulador. Segundo Glossário de Modelagem e Simulação (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2011, p. 145), simulador é um “dispositivo, programa de computador ou sistema que executa a simulação”. O simulador se presta a reproduzir o funcionamento de outro dispositivo,

o qual pretende-se adquirir a prática, como por exemplo, um simulador de aeronave, simulador de blindado, entre outros.

De forma semelhante, no Exército Brasileiro, simulador é um meio auxiliar de instrução, como um dispositivo, programa ou sistema, capaz de reproduzir as características básicas de uma missão ou equipamento que pretende-se simular (BRASIL, 2014c). O objetivo do simulador é desenvolver e treinar habilidades humanas, sobretudo de decidir e manusear.

Atualmente, observa-se o uso cada vez mais frequente de simuladores em diferentes setores da sociedade. As inovações científicas tecnológicas têm possibilitado realizar simulações cada vez mais detalhadas, sendo possível prever o comportamento de complexos sistemas, materiais e até mesmo fenômenos naturais (BRASIL, 2014c).

Banks (1998) elenca inúmeras vantagens para o uso da simulação. Primeiro, permite testar projetos e levantar seus requisitos, e a partir daí, explorar suas possibilidades e restrições, ajudando a fazer escolha correta para realização de um investimento, evitando comprometer recursos em aquisições erradas. Ainda, permite comprimir e expandir o tempo, acelerando ou desacelerando um fenômeno para melhor investigá-lo, possibilitando entender o porquê dele ocorrer, e então, encontrar soluções para um determinado problema. A simulação também é proveitosa para treinamento de recursos humanos, pois, quando projetada com essa finalidade, permite aos agentes aprender com os erros e acertos do treinamento, que é menos dispendioso e prejudicial que aprender com os erros no trabalho.

Por outro lado, Banks (1998) pondera que a operação de simuladores e construção de modelos requer especial treinamento dos operadores, que pode ser demorado e caro. Também observa que, quando utilizada de forma inadequada ou inapropriada, a simulação de um determinado fenômeno pode ser dificilmente interpretada.

Contudo, Banks (1998) ressalta que a competição na indústria de computadores levou a avanços tecnológicos que permitem que as empresas desenvolvam produtos melhores continuamente. Uma indústria em particular é a de software de simulação. À medida que o computador se torna mais poderoso, mais preciso, mais rápido e mais fácil de usar, o software também melhora, mitigando possíveis desvantagens para a simulação.

Assim, empresários, gestores e órgãos públicos estão percebendo os benefícios da utilização de simuladores, incorporando-os às suas operações diárias de forma cada vez mais regular. Para a maioria das instituições, os benefícios vão além de simplesmente dar uma olhada no futuro, mas a confiança dos resultados colabora para o seu processo de decisão.

Exemplo disso, no setor automobilístico, os carros são cada vez mais elaborados a partir de simuladores, que através de protótipos. Isso explica-se porque a computação permite multiplicar as possibilidades de simulação, gerando resultados com maior rapidez e sem os gastos de experiências reais (BELLEMAIN; BELLEMAIN; GITIRANA, 2006).

No presente, a informática e a comunicação alcançaram papel fundamental no mundo contemporâneo. A sociedade em que vivemos passou da era industrial para a era da informação (ou do conhecimento). As pessoas encontram-se atraídas cada vez mais por inovações tecnológicas (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012).

Nessas condições, “a inovação e a gestão do conhecimento assumiram posição de destaque dentro das organizações, sendo vistas como estratégias para que a organização possa garantir sua efetiva participação no mercado”, como aponta Santos (2015, p.13). Diante dessa afirmativa, observa-se que a inovação precisa iniciar nos métodos de ensino, a fim de formar profissionais com as competências exigidas pelo mercado de trabalho atual.

É isso o que Macedo também descreve no trecho abaixo.

Acredita-se, portanto, que a inserção de novas tecnologias, como simulações e o uso da *internet*, contribuirão bastante para a exploração pelo aluno das inúmeras conexões entre os conhecimentos científicos básicos, os fenômenos naturais e as aplicações tecnológicas. (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012, p.567).

De fato, a aplicação da simulação no processo ensino-aprendizagem passa a ser uma necessidade. Ao analisarem o uso da simulação no ensino de engenharia, Belhot, Figueiredo e Malavé (2001) mostram que ela permite emular, em sala de aula, uma situação real, a partir de um modelo que corresponde a uma representação da realidade. Então, essa ferramenta possibilita a experimentação e a solução de problemas, ao passo que também estimula a aprendizagem.

Este estímulo pode ser explicado tendo em vista que as gerações atuais vivem em um ambiente rodeado de tecnologia. Elas passam muito tempo on-line e têm, à mão, sofisticados dispositivos. Assim, conclui Santos, (2015) que é mais

adequado inserir na prática de ensino as novas tecnologias com as quais as novas gerações estão mais familiarizadas, tornando o processo de aprendizagem mais atraente.

Medeiros Junior et al. (2006), nesse mesmo sentido, afirma que é necessária a revisão de modelos tradicionais de ensino e aprendizagem, de forma a incluir novas práticas pedagógicas que possibilitem uma maior integração entre a teoria e a prática. Apesar da dificuldade de alguns professores em acompanhar esta evolução, as modernas tecnologias têm muito a oferecer, o que, sem dúvida, tornará seu trabalho mais rápido e fácil. (BRASIL, 2002).

Para tanto, também na educação, nos últimos anos surgiram diferentes softwares de simulação para o ensino de física, matemática e de outras ciências experimentais. Essa ferramenta, com o uso de computadores, tem possibilitado recriar experiências que em sala de aula não seriam possíveis (BELLEMAIN; BELLEMAIN; GITIRANA, 2006).

Portanto, entende-se que em uma sociedade da Era da Informação, para uma melhor interação entre alunos e professores no processo ensino-aprendizagem, é necessário que a capacitação pedagógica e tecnológica dos educadores seja continuamente desenvolvida. Isso permitirá ao indivíduo não apenas acompanhar as mudanças tecnológicas, mas, sobretudo, inovar (TEIXEIRA, 2001).

Diante do exposto, depreende-se que o uso de modernas ferramentas de simulação favorece alcançar resultados imediatos de aprendizagem, no momento em que o aluno consegue simular um fenômeno e debater os resultados obtidos. Da mesma forma, o contato com estas tecnologias estimula no futuro profissional o espírito da inovação, competência exigida pelo mercado de trabalho atual.

2.1 A SIMULAÇÃO EMPREGADA NA INSTRUÇÃO MILITAR

A simulação para o combate tem por finalidade preparar o militar para atuar em um ambiente operacional, recriando uma situação o mais semelhante possível ao de uma guerra. Na instrução militar, a simulação sempre representou uma excelente forma de adestramento para as tropas. Clausewitz, no Livro Um da sua obra *Da Guerra*, apresenta em detalhes tal reflexão:

Planejar manobras que envolvam alguns elementos de fricção, que irão adestrar o discernimento, o bom senso e a coragem dos oficiais, é muito mais valioso do que as pessoas inexperientes podem pensar. É

imensamente importante que nenhum soldado, qualquer que seja o seu posto ou graduação, deva esperar pela guerra para ficar exposto àqueles aspectos do serviço ativo que o deixarão aturdido e confuso quando defrontar-se pela primeira vez com eles. Se ele já tiver se deparado com eles pelo menos uma vez antes, eles começarão a tornar-se familiares para ele (CLAUSEWITZ, 1832, p. 134-135).

No Brasil, na década de 1920, observa-se a realização de manobras de campanha na região do Rio Grande do Sul, ambiente no qual se enfatizava a simulação de uma contraofensiva diante uma invasão estrangeira (MCCANN, 2009). Desta maneira, a simulação de combate pode ser inicialmente definida como a reprodução de uma situação de conflito. De forma semelhante, Ferreira (2000) aponta que a simulação para o combate é o processo de treinamento em que se imitam sistemas de armas e seu adequado comando e controle. Com isso, inclui-se também, nesta definição, a reprodução da operação de sistemas e materiais bélicos de uso complexo.

Neste mesmo sentido, no Glossário das Forças Armadas do Ministério da Defesa, a simulação de combate é definida como a imitação de procedimentos das operações militares para avaliação e treinamento. Empregam recursos humanos, estruturas e meios de tecnologia destinados à simulação de combate. Esta ferramenta pode ser igualmente empregada no processo de aquisição e desenvolvimento de produtos de defesa (BRASIL, 2015).

Nos últimos anos, graças às inovações tecnológicas na computação e informática, a simulação de combate consegue ser empregada com elevado grau de realismo em diversas áreas do campo militar. Pode ser aplicada no treinamento de tiro de armas individuais e coletivas, pilotagem de aeronaves, sistemas complexos de armas, logística, adestramento tático de pequenas frações, operações de grandes unidades, sistemas de comando e controle, comando e estado-maior, dentre outros (FERREIRA, 2000).

Observa-se, no final da década de 1990, que o Exército de Terra da Espanha encomenda um simulador de artilharia de campanha, como uma solução para as instruções com armamento, frente as limitação de campos de tiro e escassez de munição. O projeto do simulador, desenvolvido pela empresa espanhola TECNOBIT, foi entregue em 2001, passando a ser referência para outros países, inclusive o Brasil (CANES, 2014).

Da mesma forma, pouco antes da 1^o Guerra do Golfo, 1990, os pilotos de combate dos Estados Unidos da América (EUA) já sobrevoavam o campo de batalha

do Iraque através de simuladores. Esse método foi replicado com sucesso nos Balcãs e, recentemente, no Afeganistão. O uso crescente de simuladores de treinamento pelas tropas norte americanas gerou uma enorme indústria. Consoles de jogos Microsoft Xbox e Sony Playstation 2 foram adaptados para jogos militares e distribuídos em rede, ressalta Macedonia (2002).

Assim, nos anos 2000, com a evolução dos jogos comerciais, destacados países como Reino Unido, Canadá e Nova Zelândia também encontraram nestas plataformas uma alternativa para o adestramento de suas forças armadas. A simulação baseada em jogos comerciais permite simular cenários e missões que, em seguida, serão replicados com eficiência em uma atividade real (DA SILVA, et al. 2018).

Diversos autores citam os programas *Steel Beast* e o *Virtual Battlespace* (VBS) como métodos alternativos de instrução e treinamento baseado em tecnologia de baixo custo. Esses jogos de computador foram adaptados para as forças armadas como solução para preencher lacunas críticas de treinamento e aumentar a eficácia do adestramento militar (ALEXANDER et al., 2005; DA SILVA et al., 2018; MACEDONIA, 2002; RATWANI, ORVIS e KNERR, 2010; SMELIK et al., 2010; SOARES, 2015; SOUZA, 2015a; SOUZA, 2015b; WHITNEY, TEMBY e STEPHENS, 2013).

Na literatura, a simulação para aplicações militares pode ser conduzida em três modalidades: viva, virtual e construtiva. Nos três casos, haverá a interação de pessoas reais em uma experiência simulada controlada por regras e procedimentos pré-determinados.

Assim, a modalidade de simulação viva é o treinamento militar, o qual envolve pessoas reais operando materiais de emprego militar também reais, em um terreno que se assemelhe a um teatro de operações, por exemplo, um campo de instrução. Os armamentos, viaturas e mesmo aeronaves podem ser equipados com sensores e outros dispositivos que possibilitem acompanhar o treinamento e simular os efeitos dos engajamentos. São consideradas simulações porque não são realizadas contra um inimigo real.

Como exemplo de equipamento para simulação viva, destaca-se o Dispositivo de Simulação de Engajamento Tático (DSET), utilizado pelo Exército Brasileiro, que possibilita o sensoriamento do disparo simulado de armamentos individuais e coletivos. Como explica Souza (2015a), esse equipamento proporciona grande

realismo, pois, por meio de feixes de laser, simula a balística da munição e o acerto do impacto em tempo real. Outro exemplo encontrado é o simulador *Tracking Handling Trainer* (THT) para procedimentos de tiro e aquisição de alvo para o míssil Stinger, empregado no Exército Português (FERNANDES, 2015).

Já na modalidade de simulação virtual, pessoas reais operam agora sistemas simulados ou gerados por computador (BRASIL, 2014c). Podem ser recriados armamentos, viaturas, aeronaves, cibernética, observação, entre outros sistemas e materiais cuja operação exija alto grau de adestramento, elevado risco ou custo de operação.

Dada a complexidade do sistema a ser simulado, na modalidade virtual é onde se empregam os meios de simulação com maior tecnologia embarcada. Nesta modalidade, também é possível empregar o próprio equipamento inserido em um ambiente gerado por computador. Sua principal aplicação é o desenvolvimento da destreza individual e coletiva no emprego de um determinado material de uso militar.

Na modalidade virtual a título de exemplo, existem simuladores de procedimentos de torre e cabine para adestramento da guarnição dos carros de combate. Há também simuladores de helicóptero para treinamento da tripulação: piloto, copiloto e mecânico de aeronave. Fato que merece ser destacado é que ambos os simuladores, do carro de combate e do helicóptero, permitem o adestramento a baixo custo, sem consumo de munição, combustível, sem o desgaste e gastos com a manutenção do material bélico. De acordo com Mendes (2017), o custo do uso do simulador em horas de voo equivale a um terço do valor das mesmas horas de aeronave real.

Ainda, como exemplo de simuladores virtuais para tiro de armamentos e sistemas de armas, pode-se citar, no Exército Brasileiro, o Simulador de Tiro de Armas Leves (STAL) e o Simulador de Apoio de Fogo para Artilharia (SIMAF). Este último é baseado no Simulador de Artilharia de Campanha (SIMACA) do Exército de Terra da Espanha, como cita Canes (2014).

Todavia, o emprego destes simuladores, de tiro e apoio de fogo, não substitui o tiro real, mas apresenta-se como uma solução às restrições ambientais, demográficas e orçamentárias para utilização de campos de tiro e do uso da munição real.

Enfim, chegamos à modalidade de simulação construtiva, na qual são empregadas pessoas reais, controlando tropas e elementos simulados. Mais

conhecida como “Jogo de Guerra”, pode ser desenvolvida utilizando tabuleiros, cartas topográficas e, atualmente, *software* de simulação. Sua principal aplicação é no treinamento de comandantes e estados-maiores na solução de problemas militares.

Na simulação construtiva, os indivíduos se interagem constituindo frações militares amigas e inimigas, que se enfrentam sob o controle de uma direção de exercício. Quando executado com apoio de *software* de computador, a existência de inteligência artificial¹⁰ não permite aos operadores influenciar diretamente na consequência das decisões tomadas. Os resultados dos enfrentamentos estão, assim, diretamente relacionados aos atributos e doutrina militar inseridos no programa.

São citados como exemplo de simulação construtiva no Brasil o exercício AZUVER (Azul versus Vermelho) para trabalho de estado-maior nível conjunto e o *software* COMBATER para adestramento no nível batalhão, brigadas e divisão de exército. Do mesmo modo, nos Estados Unidos da América (USA), encontram-se em utilização os programas JSIMS (*Joint Simulation System*) e JWARS (*Joint Warfare System*) para simulação construtiva de operações militares conjuntas (CUNHA, 2011). Em ambos os casos, estas ferramentas colaboram para estimular a capacidade de decisão de comandantes e estados-maiores.

Fong (2006) conclui que a experimentação do uso de simuladores na instrução militar acarreta benefícios gerados pelo baixo risco e custo de execução. Ainda em seu estudo, a facilidade e flexibilidade de criação de cenários facilita o desenvolvimento do pensamento criativo, através da execução de missões inéditas. Por outro lado, a falta de realismo para reproduzir atributos intangíveis como moral, camaradagem, medo e fadiga, é uma limitação comumente criticada nos simuladores.

Do exposto, observa-se que os avanços tecnológicos permitiram o desenvolvimento de sofisticados dispositivos de simulação. Assim sendo, conclui-se até aqui, que estes meios colaboram com o adestramento nas forças armadas ao possibilitarem emular inúmeras situações de combate, materiais de emprego militar e sistemas complexos de armas.

¹⁰ Inteligência Artificial: dispositivo tecnológico que pode simular o raciocínio humano.

2.2 O SISTEMA DE SIMULAÇÃO DO EXÉRCITO BRASILEIRO

Nos dias de hoje, em que a sociedade vê-se envolta em tecnologia por toda parte, não se pode conceber uma simulação de combate sem o emprego de equipamentos, meios de informática e infraestruturas (instalações físicas, equipamentos e serviços de manutenção) para dar suporte a um exercício de adestramento militar.

Assim também, no cenário atual brasileiro, o contingenciamento de recursos tem exigido a adequação do treinamento militar de tiro real ou outros de elevado custo, frente às limitações orçamentárias do país, sem contudo afetar a eficiência da capacitação operacional da Força Terrestre. Neste sentido, o Exército tem dado relevância para a aquisição e desenvolvimento de simuladores. As próprias diretrizes do comandante da Força caminham no sentido de priorizar os exercícios de simulação “visando à solidificação do conhecimento profissional” (BRASIL, 2017c, p. 9).

A bibliografia pesquisada aponta que, no final dos anos de 1970, a Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME) dá os primeiros passos para o desenvolvimento de um Jogo de Guerra computadorizado batizado de JG ECEME (RIBEIRO JÚNIOR, 2006). O simulador era ainda bastante limitado quanto a recursos, acessível a um número reduzido de alunos e aplicado somente com um partido jogando contra o computador que desempenhava o papel do oponente (ARAUJO, 1993). Apesar de suas limitações, Cunha (2011, p.147) destaca o pioneirismo deste programa como sendo “o primeiro sistema brasileiro de simulação construtiva totalmente baseado em computador”.

A partir de 1990, fruto de experiências trazidas do intercâmbio em escolas militares de outros países, surge o AZUVER¹¹, jogo de guerra parcialmente informatizado, para trabalhos de estado-maior no processo de tomada de decisão para operações conjuntas (BURNIER, 1994; MAKRAKIS, 1997). A partir de então, com a popularização dos meios de informática, outros simuladores construtivos foram desenvolvidos no país e empregados no adestramento (SILVA, 2006). Destacam-se o SPADA, na década de noventa; o GUARANI, utilizado entre 2000 e

¹¹ A primeira versão do AZUVER, de 1990, foi concebida pelas escolas de estado-maior do Exército (ECEME) e da Aeronáutica (ECEMAR), para trabalhos de planejamento de coordenação de apoio de fogo aéreo e manobras terrestres. Em 1997, com a entrada da escola congênere da Marinha (EGN), o exercício ganhou mais interoperabilidade (NEGRÃO, 2013).

2004; e o SISTAB e o SABRE entre 2005 e 2012. Hoje, o Exército utiliza o COMBATER, desenvolvido a partir do software francês *Sword*, e adaptado para a doutrina militar terrestre brasileira (A SITUAÇÃO..., 2016).

Também na década de 1990, na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), foi adquirido o primeiro simulador virtual para treinamento da técnica de tiro de fuzil e pistola, o FATS da empresa norte-americana MEGGITT (DA SILVA et al., 2018). Atualmente, o Exército Brasileiro utiliza o Simulador de Tiro de Armas Leves (STAL), equipamento de tecnologia 100% nacional (VILLAS BÔAS, 2016). Seu sistema possibilita o treinamento de tiro virtual de pistola e de fuzil em um cenário simulado por um atirador ou atiradores simultâneos. Em decorrência, permitindo grande fidelidade no treinamento de militares, com redução de custos e dos riscos inerentes à atividade de tiro.

Na plataforma da simulação viva, no ano de 1995, o Exército Brasileiro passou a empregar, nos seus centros de instrução, o Dispositivo de Simulação e Engajamento Tático (DSET) para o adestramento de militares integrantes das forças de ação estratégicas do Exército, o treinamento de tropas que irão compor as forças de paz das Nações Unidas e tropas blindadas (A SIMULAÇÃO..., 2013).

Prosseguindo neste caminho de inserção de tecnologia aplicada a instrução militar, em 2010, o Estado-Maior do Exército (EME) aprova a aquisição de dois modernos simuladores virtuais de tiro para a Artilharia de Campanha, junto à empresa espanhola TECNOBIT. O seu emprego não pretende substituir o tiro real de artilharia, mas, considerando um cenário de possíveis restrições de campos de tiro e orçamentárias, a simulação ajudará a otimizar o uso da munição real de alto custo.

Ainda, na modalidade virtual, onde pessoas reais empregam equipamentos simulados em cenários virtuais, é possível exemplificar a inserção de outros simuladores que acompanharam a aquisição de novos sistemas e materiais de defesa, como: o simulador do carro de combate Leopard 1A5, o simulador de treinamento para a viatura blindada sobre rodas Guarani, o simulador de helicóptero Esquilo/Fennec, e o simulador de ataques cibernéticos.

Ainda, no que diz respeito ao adestramento individual, além do Simulador de Tiro de Armas Leves (STAL), já citado anteriormente, foram adquiridos os simuladores de conduta auto para viaturas leves e pesadas para motoristas, atualmente instalado no 16º Batalhão Logístico (B Log), sediado em Brasília-DF,

bem como o manequim para treinamento de primeiros socorros distribuídos aos B Log e para escola de formação de saúde da Força (A SIMULAÇÃO..., 2013).

Diante o surgimento de tantos recursos, o Exército Brasileiro aprovou o funcionamento do Sistema de Simulação do Exército (SSEB). Este tem por finalidade definir o gerenciamento para a obtenção, a modelagem e o emprego de simuladores para treinamento militar no âmbito da Força. Estabelece que a simulação militar será conduzida nas três modalidades já mencionadas: a simulação viva, a simulação construtiva e a simulação virtual (BRASIL, 2014c).

Cabe ao Comando de Operações Terrestres (COTER) a gerência do SSEB. Por meio de exercícios no terreno e da simulação viva, virtual e construtiva, o COTER orienta e coordena o preparo do Exército Brasileiro para a participação em operações militares (BRASIL, 2018a). Para tanto, se vale do conjunto de recursos humanos, instalações e equipamentos de simulação que constituem o SSEB, e que atualmente mobíliam as principais escolas militares, centros de instrução e determinadas organizações militares do Exército.

Integra o SSEB o Sistema de Simulação para o Ensino (SIMENS) no Departamento de Educação e Cultura do Exército (DECEX). O SIMENS tem por objetivo adequar a estrutura dos estabelecimentos de ensino do EB a novas metodologias de ensino-aprendizagem com base na simulação (BRASIL, 2011).

A implantação destes sistemas, aplicados à instrução e ao ensino militar, coopera para a transformação da Força Terrestre, capaz de deslocá-la de uma realidade cultural agarrada a era industrial para a era do conhecimento. No Anexo C, são listados os principais simuladores em uso no Exército Brasileiro e outros em desenvolvidos por meio de parceria com a universidade e empresas do setor.

O Centro de Adestramento – Leste (CA-Leste) e o Centro de Adestramento – Sul (CA-Sul), respectivamente instalados nas cidades do Rio de Janeiro-RJ e Santa Maria-RS, são, atualmente, organizações militares vinculadas ao COTER, que conduzem o adestramento nas três modalidades de simulação, em prol do preparo da Força Terrestre.

O CA-Leste realiza a preparação de tropas, prioritariamente de infantaria, para o a atuação dentro do território nacional e em missões internacionais, no contexto de operações de paz. Já o CA-Sul tem como missão contribuir para o adestramento e capacitação de tropas, preferencialmente, blindadas e mecanizadas.

Ambos os centros primam pela imitação do combate, com ênfase na utilização de meios de simulação. Para tanto, contam com Dispositivo de Simulação e Engajamento Tático (DSET), para simulação viva; o *software Virtual Battlespace 3* (VBS-3), na modalidade de simulação virtual; e o Jogo de Guerra COMBATER de simulação construtiva.

Em Santa Maria, o CA-Sul recebe o apoio do Centro de Instrução de Blindados (CIBld), simultaneamente vinculado ao COTER e ao DECEX. Neste centro de instrução, tropas blindadas e mecanizadas do EB fazem uso de simuladores que permitem reproduzir partes do carro de combate Leopard 1A5, como por exemplo, a torre de tiro e a cabine do motorista, para adestramento da guarnição. Assim, permitindo a interação do combatente com o material, sobretudo nas fases iniciais do treinamento (SOUZA, 2015b).

Integra, também, o SSEB o Sistema de Simulação de Apoio de Fogo (SIMAF). São duas unidades instaladas, uma em Resende-RJ, na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), e outra em Santa Maria, no CA-Sul. O SIMAF é composto por armamentos, equipamentos e *softwares*, que simulam os trabalhos necessários para a execução dos tiros de artilharia e morteiro pesado, em acordo com a doutrina nacional (RODRIGUES et al., 2017).

Cooperam ainda com o SSEB, o Centro de Instrução de Aviação do Exército (CIAvEx), localizado em Taubaté-SP. O CIAvEx conta com um Centro de Simulação, onde está instalado o Simulador de Helicóptero Esquilo/Fennec (SHEFE), que propicia o adestramento adequado da tripulação da aeronave. Para Mendes (2017), que é piloto de combate do Exército e instrutor de voo do CIAvEx, o equipamento possibilita aos pilotos vivenciarem situações de estresse, condições meteorológicas diversas, emergências, processos de tomada de decisão, e outras missões, sem contudo correrem os riscos inerentes a atividade de pilotagem.

Corroboram com a simulação no EB, o Centro Tecnológico do Exército (CTEx), sediado no Rio de Janeiro. O CTEx é o órgão responsável pela pesquisa e desenvolvimento de material bélico para a Força Terrestre. Acompanhando a evolução tecnológica dos meios de simulação para adestramento e aprimoramento das habilidades militares, criou-se em 2010 o Grupo Especial de Simuladores, responsável hoje pelo desenvolvimento do Simulador de Tiro de Armas Leves (STAL) (VILLAS BÔAS, 2016). O projeto tem apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), empresa pública brasileira de fomento à ciência, tecnologia e

inovação.

Para Trajano Alencar de Araújo Costa (BRASIL, 2018b), oficial do Exército idealizador do simulador, o STAL, por ser um equipamento de propriedade nacional, possui valor de aquisição e manutenção abaixo do praticado no mercado, o que favorece seu emprego em larga escala no meio militar e civil. Nesse sentido, concorrendo para o desenvolvimento de capacidades militares demandadas pela Força Terrestre na área de ciência, tecnologia e inovação.

Contribui ainda para o SSEB o Centro de Defesa Cibernética (CDCiber), no setor que é considerado estratégico para a defesa nacional. Neste centro, foi desenvolvido um simulador de operações de guerra cibernética (SIMOC). O SIMOC permite simular diversos cenários de ataques cibernéticos contra redes de internet semelhantes à utilizada pelo Exército, a EBnet, como também cenários de catástrofes e comprometimento de infraestruturas críticas nacionais, o que possibilita o emprego dual, militar e civil do equipamento. É importante destacar que o *software* deste simulador foi desenvolvido com tecnologia nacional, por meio de parcerias certificadas pelo Ministério da Defesa (MD), com empresas consideradas estratégicas de defesa¹².

Da mesma forma, outras parcerias têm sido firmadas para o desenvolvimento de ferramentas de simulação aplicadas ao ensino e instrução militar. Podendo citar como exemplo o Simulador Virtual de Reconhecimento, Escolha e Ocupação de Posição (REOP) do Sistema ASTRO¹³, software desenvolvido em parceria no modelo Tríplice Hélice¹⁴, envolvendo o Exército Brasileiro, como incentivador da inovação, e a Universidade Federal de Santa Maria, como geradora do ensino e pesquisa desta inovação. Ainda, os simuladores de conduta de viaturas, desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Treinamento e Simulação (EBTS), empresa originária da IETEx – Incubadora de Empresas de Base Tecnológica do Exército, situada na Fortaleza de São João, Rio de Janeiro e ligada ao DCT – Departamento de Ciência e Tecnologia do EB.

O Ministério da Defesa regula que, no âmbito das Forças Armadas, o uso de simuladores deve ser ampliado e a obtenção destas ferramentas deve atender ao

¹² Empresa Estratégica de Defesa (EED), conforme Lei nº 12.598, de 21 de março de 2012, é toda pessoa jurídica credenciada pelo Ministério da Defesa mediante o atendimento cumulativo das condições estabelecidas nesta lei.

¹³ ASTRO (*Artillery Saturation Rocket System* ou Sistema de Foguetes de Artilharia para Saturação de Área) é um sistema de lançadores múltiplos de foguetes fabricado pela empresa brasileira Avibras.

¹⁴ Tríplice Hélice: conceito que relaciona universidade-indústria-governo em busca de inovação.

princípio da interoperabilidade entre as Forças (BRASIL, 2013c). O COMBATER é exemplo de software de simulação construtiva que possibilita a integração entre as forças singulares para trabalhos conjuntos de estado-maior. Nestas condições, o SSEB prima atualmente pela aquisição de simuladores que permitam a integração entre os diversos sistemas nas três modalidades, como também com sistemas de simulação das outras Forças. Nessas condições, dando uma ampla dimensão ao adestramento nos diversos níveis, táticos, operacionais e estratégicos.

Por fim, o custo de aquisição de materiais bélicos de alta tecnologia embarcada justifica o emprego de simuladores de treinamento. Para tanto, sua obtenção deve responder aos sete fatores condicionantes que formam o acrônimo DOAMEPI: doutrina, organização, adestramento, material, educação, pessoal e infraestrutura (BRASIL, 2014d). Dessa forma, o simulador deve atender a geração da capacidade operacional requerida à Força Terrestre com determinado material de emprego militar ou sistema que será representado.

Diante do exposto, infere-se parcialmente que os principais meios de simulação adquiridos pelo Exército Brasileiro nos últimos anos são importantes ferramentas para redução de custos e para a manutenção da capacitação de seus recursos humanos.

2.3 A OBTENÇÃO DO SIMULADOR DE APOIO DE FOGO (SIMAF)

Os exercícios de tiro são uma prioridade na instrução militar. Haja vista seus efeitos sobre as operações militares, torna-se fundamental que a instrução de tiro alcance a eficácia de capacitar o combatente a utilizar o armamento ou sistema de arma em uso por seu exército.

Quanto à execução do tiro de artilharia, esta é uma atividade complexa e onerosa. Depende de amplos campos de instrução, que atualmente têm seu uso limitado por conta da aproximação populacional a estes locais, e também pelas restrições ambientais impostas aos danos causados pela munição de grosso calibre. Somam-se a isso as despesas com esta munição de alto custo, com o transporte e deslocamento do pessoal e armamento, e os gastos com a logística para a realização da atividade durante o período necessário para execução do tiro.

Nestas circunstâncias, nos exércitos mais modernos do mundo, o uso de novas tecnologias, como simuladores de tiro ou de sistemas de armas, já é

considerado como uma solução às limitações mencionadas acima. Porém, a literatura deixa claro que a simulação não deve substituir os exercícios no terreno, mas complementa em boas condições a instrução, precedendo a realização do tiro real, conforme pretende demonstrar a Figura 6.

Em 2010, o Exército Brasileiro aprova a obtenção de um simulador de tiro real para artilharia (BRASIL, 2010b). O objetivo desta aquisição foi proporcionar o adestramento da tropa em melhores condições, considerando as restrições de campos de tiro e orçamentárias já abordadas neste trabalho. O projeto Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF), como foi denominado, resultou na instalação, em 2016, de dois módulos, na AMAN (Resende-RJ) e no CA-Sul (Santa Maria-RS).

Figura 6 - Modelo de adestramento com uso de simuladores



Fonte: Cap Paulo Zilberman Henriques, apud Canes, 2014

A Figura 7 a seguir traz uma visão geral da maquete do Simulador construído no CA-Sul, que é idêntico ao da AMAN.

Figura 7 - Maquete do Simulador de Apoio de Fogo – SIMAF



Fonte: Major Bertani - CA-Sul

O Departamento de Educação e Cultura do Exército, órgão integrante do SSEB, foi o gestor do projeto. Para tanto, contou com o assessoramento do Departamento de Ciência e Tecnologia para a montagem de um edital de contratação que contemplasse a aquisição de um *software* que permitisse a evolução e modernização do sistema, de forma a atender as necessidades operacionais e técnicas, atuais e futuras, da Força.

Após a realização de uma concorrência internacional, a empresa espanhola TECNOBIT foi a que apresentou a proposta que melhor atendeu aos requisitos estabelecidos. Dentre este, pode-se citar o desenvolvimento conjunto do simulador, entre o Brasil e a empresa, de forma a permitir a transferência de tecnologia para o Exército Brasileiro. Este requisito vai ao encontro do que pretende a Estratégia Nacional de Defesa (END), que é a busca de parcerias estratégicas que possibilitem o desenvolvimento da Base Industrial de Defesa (BID) nacional, com o propósito de minimizar a dependência da importação de produtos de defesa.

A TECNOBIT é uma divisão de segurança e defesa do grupo Oesia Network, empresa espanhola do setor de tecnologia e inovação. A TECNOBIT desenvolve produtos na área de aviônica, optrônica, comunicações, simulação e espacial. Atualmente, mantém parceria com empresas do setor aeronáutico como o Grupo Airbus, e participa dos programas europeus Eurofighter e A400M (GRUPO OESIA, 2019).

O SIMAF é baseado no Simulador de Artilharia de Campanha (SIMACA) do Exército de Terra da Espanha, amplamente utilizado pelas unidades de artilharia para adestramento de tropas, e na academia militar espanhola na formação de seus oficiais (CANES, 2014). Este simulador é também desenvolvido pela TECNOBIT, com sede em Madrid, Espanha.

O SIMAF é um sistema computadorizado, composto por armamentos, equipamentos e softwares, com capacidade de simular os trabalhos realizados para a execução dos tiros de artilharia e morteiro pesado, em acordo com a doutrina terrestre brasileira (RODRIGUES et al., 2017). Para tanto, é composto por instalações que cumprem atividades de busca de alvos, comando e controle, linha de fogo, observação e outras referentes ao emprego do poder de fogo.

Como observado por Henriques e Lima Junior (2011), o Simulador possibilita uma ampla utilização no ensino e instrução militares. Além dos grupos de artilharia do Exército e alunos das escolas de formação, poderão ser adestradas tropas de

infantaria e cavalaria dotadas de morteiros pesados. Suas instalações permitem também instruir observadores avançados e tropas especiais, na busca e condução de fogos sobre alvos terrestres. Há ainda a possibilidade de interfaces com atividade de estado-maior, VANT¹⁵ e radar.

Os dois módulos instalados do SIMAF são similares, quanto à estrutura de pessoal, arquitetura e equipamentos. Construídos conforme a portaria que determinou sua aquisição, os prédios possuem instalações para simulação dos trabalhos do Posto de Observação e Condução de Tiro (Figura 8); do Posto da Central de Tiro, para direção e coordenação do apoio de fogo; da Linha de Fogo (Figura 9), com os armamentos sensorizados e interligados ao simulador. Possui também instalação para controle do exercício (CConEx), onde opera o posto dos instrutores.

Figura 8 - Posto de Observação do SIMAF



Fonte: Agência Verde-Oliva

Como discorre Canes (2014, p.39) sobre o SIMAF:

A capacidade de adestrar tropas de artilharia e afins também deve-se à quantidade e excelência dos equipamentos que estarão disponíveis para o usuário, tais como: Plataforma Eletrônica de Aquisição de Alvos, Binóculos Multifunção (Binóculos Simples, Telêmetro Laser, Equipamento de Visão Noturna e Designador Laser), Sistema de Posicionamento Global (GPS), Bússola, Goniômetro-bússola (GB) eletrônico, Rádios, Terminais com formulários para os postos, além dos obuseiros e morteiros que poderão ser sensorizados, participando virtualmente dos exercícios.

¹⁵ VANT: Veículo Aéreo Não Tripulado.

Figura 9 - Linha de Fogo do SIMAF



Fonte: EXÉRCITO..., 2016

Segundo Carvalho (2011), os custos para adquirir os dispositivos de simulação e construção da infraestrutura adequada para montagem do simulador envolve uma vultosa quantidade de recursos. Soma-se a isso o custo com a especialização dos instrutores que conduzirão o adestramento com o simulador, que, a exemplo do SIMAF, envolveu viagem à fabricante do produto na Espanha. Também segundo Carvalho (2011), inexistente uma “cultura” de utilização de simuladores virtuais no adestramento em substituição do exercício no terreno (ET), o que exige uma quebra de paradigmas.

As Instruções Gerais de Tiro com o Armamento do Exército (IGTAEx) orientam o uso de simuladores antecedendo o tiro real. Considerando possíveis restrições orçamentárias, a simulação ajudaria a aperfeiçoar o uso da munição real. Contudo, essas instruções são claras ao afirmarem que tais equipamentos não devam substituir o tiro real, apresentando-se como mais uma ferramenta de instrução e adestramento.

Desta forma, as pesquisas bibliográficas e as reflexões realizadas nos mostraram que o emprego de simuladores virtuais é uma opção alternativa para o adestramento, que não desgasta o material de emprego militar e permite a repetição (quantos tiros forem necessários). Conforme analisou Guimarães (2014, p. 21), “o

retorno de investimento dar-se-á na medida em que os gastos com o adestramento nos moldes de ET sejam iguais ao custo de aquisição”.

Assim, o contrato para a aquisição das duas unidades do SIMAF, entre o Comando do Exército e a empresa TECNOBIT, custou 13,98 milhões de euros, ou cerca de R\$ 37,9 milhões de reais, ao câmbio do ano do contrato. Com a adoção do simulador, o Exército contabilizou uma economia anual de aproximadamente R\$ 40 milhões, em gastos com munição de artilharia, o que paga em um ano o investimento com o simulador (GOMIDE, 2012).

Conforme dados de 2017, obtidos junto ao SIMAF-AMAN, durante todo aquele ano de instrução, por volta de 1.250 militares foram atendidos em atividades de instrução e adestramento. Foram empregadas 433 horas de simulação, a longo de 23 semanas, durante as quais, foram efetuados cerca de 9.300 disparos simulados de artilharia, nos diversos tipos (auto-explosiva, fumígena e iluminativa) e calibres 105mm, 120mm e 155mm. Conforme Figura 10 abaixo, constata-se que a instrução realizada no SIMAF, naquele ano, possibilitou o adestramento das tropas de apoio de fogo sem que fosse necessário desembolsar a quantia aproximada de R\$ 39.000.000,00 (O SIMULADOR..., 2017).

Figura 10 - O SIMAF em Números de Disparos Simulados e Valores Economizados

TIPO	QUANTIDADE	VALOR UNITARIO*	VALOR TOTAL
105 MM AE	7418	R\$4.011,54	R\$ 29.757.603,72
120 MM AE	372	R\$ 4.707,18	R\$ 1.751.070,96
155 MM AE	1132	R\$ 5.333,63	R\$ 6.037.669,16
155 MM FUM	50	R\$ 4.005,89	R\$ 200.295,04
155 MM ILUM	49	R\$ 4.005,89	R\$ 196.288,61
*fonte: Dep Mun	AMAN	TOTAL	R\$ 38.648.013,31

Fonte: SIMAF-AMAN, 2017

Diante do exposto neste capítulo, conclui-se que a aquisição do SIMAF representa uma evolução no processo ensino-aprendizagem no Exército Brasileiro, com impacto na geração de capacidades necessárias à transformação da Força Terrestre. Seu uso visa complementar o aprendizado do sistema de apoio de fogo, superando as restrições impostas para execução do tiro real, porém sem substituí-lo.

3. ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DA SIMULAÇÃO VIRTUAL DE APOIO DE FOGO

O objeto de estudo deste trabalho é a simulação virtual. O estudo de caso como estratégia de pesquisa, irá corroborar para a compreensão do Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF), com forte componente de simulação virtual, como ferramenta que pode auxiliar a Força Terrestre na geração de capacidade, e sua utilização no adestramento militar para sistemas complexos, cuja operação exige treinamento especializado e custos elevados para operar. A utilização da simulação virtual poderá impactar diretamente na redução dos custos da instrução militar.

Com isso, formulou-se a questão de estudo, buscando identificar se a simulação virtual pode contribuir na geração da capacidade operativa de apoio de fogo para Força Terrestre, com redução de custos. Assim, a presente dissertação, sob um enfoque qualitativo, lança luz sobre o questionamento formulado, buscando compreender o ponto de vista, opiniões e experiências de um grupo de indivíduos (pesquisadores, instituições e público alvo) sobre o determinado caso (a simulação e o SIMAF).

Como apresentado no primeiro capítulo deste trabalho, capacidade é a aptidão necessária a uma força militar, para cumprir determinada tarefa dentro de uma missão a ela atribuída. Avulta de importância a presença dos sete fatores de sustentação de uma capacidade, que foram reunidos no acrônimo DOAMEPI: doutrina, organização, adestramento, material, educação, pessoal e infraestrutura.

O Adestramento é fator determinante para geração de capacidade, pois por meio dele são desenvolvidas as habilidades para o desempenho eficaz das tarefas que contribuirão com o cumprimento da missão recebida. O adestramento é o meio para manutenção dos níveis de prontidão e aumento da capacidade de pronta resposta da Força Terrestre. O Exército Brasileiro tem inserido o uso da simulação nas atividades de Adestramento, como estratégia para racionalizar recursos, sem perder a capacidade de resposta.

Para tanto, na obtenção de sistemas de simulação deverão ser observados os sete fatores determinantes para geração de capacidade. Então, conforme diretrizes do Estado-Maior do Exército (BRASIL, 2014c), os simuladores devem permitir condições de preparo dos militares, de acordo com a **Doutrina** vigente na Força Terrestre. Assim também, a destinação dos simuladores deverá atender a estrutura

organizacional (**Organização**) do Exército, sendo empregado onde proporcione melhor preparo dos recursos humanos. Neste caso, deve ser verificada a necessidade de reestruturação ou construção de **Infraestrutura** de suporte ao pleno funcionamento dos sistemas de simulação, como por exemplo, instalações físicas, serviço de manutenção e armazenamento de materiais sensíveis.

Quanto ao **Adestramento**, toda obtenção deve permitir a preparação individual e coletiva, sempre buscando o realismo necessário, a fim de condicionar às técnicas, táticas e procedimentos para operação dos materiais de emprego militar, sempre sob a ótica da imitação da situação real. Neste aspecto, a compra de **Material** ou sistema de defesa com alta tecnologia agregada, que demande preparação específica e alto custo de operação, reforça a ideia de aquisição de meios de simulação como ferramenta para adestramento em melhores condições.

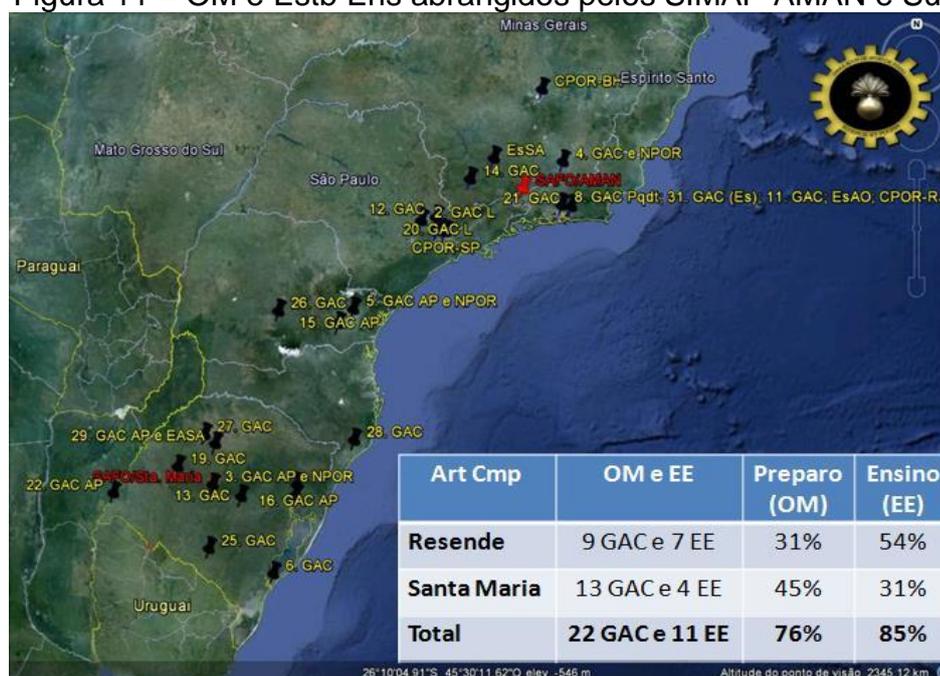
A obtenção de simuladores para o EB deve atender as atividades de **Educação**, que compreende a formação e capacitação dos seus operadores (**Pessoal**), e também o desenvolvimento e aprimoramento de competências dos integrantes da Força. Para tanto, são contempladas com meios de simulação, as escolas, centros de instrução e algumas organizações militares onde há necessidade de capacitação específica, como é o caso de OM Blindadas, de Engenharia, e de Aviação. Ainda, é possível o envio de militares a centros de simulação no exterior, para realização de cursos de atualização e gestão de simuladores, e também adestramento em produtos de defesa em que no Brasil não haja simuladores específicos, como é o exemplo da simulação para o helicóptero Pantera, a ser realizado nos EUA, pelos pilotos de combate desta aeronave¹⁶. A inserção destas tecnologias no sistema de educação do Exército fomenta um ambiente favorável à inovação, atributo requerido para ao soldado da era do conhecimento e da informação.

De forma semelhante, a aquisição do Simulador de Apoio de Fogo – SIMAF, em 2010, conforme diretriz do Estado-Maior da Força, foi orientada a seguir os requisitos técnicos e operacionais em conformidade a doutrina vigentes no Exército Brasileiro (BRASIL, 2010b). Ainda, de forma a atender a estrutura organizacional do EB, permitindo abranger o adestramento do maior número de Grupos de Artilharia

¹⁶ Atualmente, o Exército Brasileiro dispõe de simulador para o helicóptero modelo Esquilo/Fennec (SHEFE), instalado no CIAvEx, em Taubaté-SP. Ainda, na cidade do Rio de Janeiro, a empresa Helibras instalou um Centro de Treinamento e Simuladores para o helicóptero modelo H225M adquirido pelo MD para as três Forças (Marinha, Exército e Aeronáutica).

de Campanha (GAC) e estabelecimentos de ensino (Estb Ens), dois módulos do simulador foram instalados, um em Resende-RJ, na AMAN, e outro em Santa Maria-RS, no CA-Sul. Desta forma, conforme Figura 11 abaixo, os dois SIMAF atendem, pela proximidade, cerca de 76% das OM de Artilharia e por volta de 85% dos Estb Ens do Exército. Contudo, como demonstra o calendário de utilização do SIMAF¹⁷, demais grupos de artilharia em regiões mais distantes do país, também são beneficiados com os simuladores.

Figura 11 – OM e Estb Ens abrangidos pelos SIMAF-AMAN e Sul



Fonte: Rubens Pierrotti Júnior, apud Canes, 2014

De igual modo, ao longo da fase de aquisição do simulador, uma equipe de militares brasileiros, foi destacada na Espanha, junto a TECNOBIT, vencedora do processo licitatório (Figura 12). Durante três anos, estes militares e a empresa trabalharam em conjunto para o desenvolvimento do *software* do simulador com capacidade para reproduzir os materiais e sistemas de apoio de fogo empregados no Exército Brasileiro. Ao fim deste período iniciou-se a montagem e instalação dos dois simuladores contratados. A infraestrutura montada permite o adestramento nos oito subsistemas afetos ao sistema de apoio de fogo (Linha de Fogo, Observação, Busca de Alvos, Meteorologia, Topografia, Comunicações, Logística e Direção de Tiro)¹⁸.

¹⁷ Conforme Calendário de atividades do SIMAF, nas Figuras 1 e 2.

¹⁸ Conforme Maquete do Simulador de Apoio de Fogo – SIMAF, na Figura 7.

Nessas condições, constata-se com o apresentado acima, que o Simulador de Apoio de Fogo - SIMAF adquirido pelo Exército Brasileiro atende aos fatores condicionantes para obtenção de simuladores e determinantes para geração e sustentação de capacidade conforme o DOAMEPI.

Figura 12 – Equipe de militares brasileiros na fábrica da TECNOBIT



Fonte: Henriques e Lima Junior, 2011

Como estratégia para complementar a busca documental e bibliográfica sobre a transformação militar, o planejamento baseado em capacidades do Exército Brasileiro e do uso da simulação de combate, propor-se a realização de entrevistas para auxiliar na avaliação do problema de pesquisa. Foi destacada nesta pesquisa, a capacidade operativa Apoio de Fogo, capacidade esta, necessária para que se obtenha a superioridade de enfileiramento sobre as ameaças no espaço de batalha, no entanto dentre as mais afetadas pelo contingenciamento de recursos e cortes no orçamento.

Para isso, foram montadas duas entrevistas (Entrevista A e Entrevista B), na qual os participantes responderam um questionário estruturado, composto de questões fechadas, o que ajudou a controlar e sistematizar os dados produzidos. A elaboração dos questionários foi orientada pela motivação de identificar se a simulação pode permitir o desenvolvimento das capacidades desejadas para a Força Terrestre e, por isso, sempre que possível deveria ser buscado o uso de simuladores na instrução militar. Ainda, em se tratando de sistemas de armas, veículos, aeronaves e outros equipamentos cuja operação exige elevado grau de adestramento e custos elevados para operar, os questionários ajudaram a responder

se a simulação virtual pode impactar diretamente na redução dos custos da instrução militar.

Desta feita, tomando por base os resultados das entrevistas realizadas, a seguir, serão analisadas as contribuições da simulação virtual na geração de capacidade operativa apoio de fogo, e da redução de custo no adestramento.

A Entrevista A é um questionário estruturado de questões abertas, direcionado aos oficiais de logística das organizações militares de Artilharia de Campanha do EB, que se adestraram no SIMAF no 1º semestre de 2019. Ao todo foram contatadas nove OM, das quais quatro responderam. Com esse questionário, levantaram-se os custos para a realização de um exercício no simulador e dos custos do exercício de tiro real realizado em um campo de instrução. Esta entrevista foi orientada a responder sobre a contribuição do simulador virtual de apoio de fogo, o SIMAF, para redução de custo, por meio do adestramento eficiente.

Como visto no primeiro capítulo, a Artilharia de Campanha é o principal meio de apoio de fogo do Exército, sendo a mais vocacionada para apoiar as ações das forças amigas no teatro de operações por meio dos fogos potentes, profundos e precisos de seus canhões e obuseiros. O adestramento é um dos fatores para geração da capacidade apoio de fogo, entretanto o alto custo da munição pode elevar os gastos com o preparo dos recursos humanos nesta fundamental peça de apoio ao combate.

Da análise das respostas a Entrevista A, foi obtido o seguinte quadro:

Tabela 2 – Comparativo de custo para o adestramento de um GAC (ET x SIMAF)

OM	Local de Adestramento	Consumo de combustível	Consumo de alimentação	Consumo de Munição*	
				Qtde	Valor total em R\$
1	Exercício no Terreno (ET)	R\$ 7.753,00	R\$ 6.990,00	20	R\$ 72.014,60
	SIMAF	R\$ 383,40	R\$ 1.398,00	140**	Custo zero
2	Exercício no Terreno (ET)	R\$ 2.600,00	R\$ 2.835,00	15	R\$ 60.173,10
	SIMAF	R\$ 2.600,00	R\$ 1.481,60	704**	Custo zero
3	Exercício no Terreno (ET)	R\$ 4.670,00	R\$ 1.049,65	40	R\$ 165.000,00
	SIMAF	R\$ 744,88	R\$ 559,20	800**	Custo zero
4	Exercício no Terreno (ET)	R\$ 5.451,71	R\$ 9.949,10	22	R\$ 79.216,06
	SIMAF	R\$ 1.055,46	R\$ 1.681,00	1829**	Custo zero

Fonte: o autor

* Custo médio da munição real: R\$ 3.835,00

** munições simuladas.

Do exposto, de forma geral, o custo para estas OM de realizar um exercício no terreno (ET) demanda mais recursos, em combustível e alimentação. Deduz-se que para montar uma estrutura em um campo de instrução, é preciso maior número de meios, em termos de material, viaturas, e pessoal de apoio. Infere-se ainda que após a passagem pelo simulador, a OM irá executar um exercício no terreno, como coroamento do ciclo de instrução. Neste sentido, aproveita a oportunidade para adestramento de um maior efetivo de seus integrantes, em outras atividades além do tiro real com o armamento de apoio de fogo.

Contudo, nesta entrevista, merece ser destacada, a diferença na quantidade de disparos executados em um exercício com munição real e outro com munição simulada. No Simulador de Apoio de Fogo, é possível o treinamento de situações diversas e repetidas vezes, até que o objetivo de adestramento seja alcançado pela tropa. Cabe salientar ainda, que conforme observação feita nas entrevistas por algumas OM, a munição utilizada no campo de instrução, corresponde à dotação anual recebida, que é significativamente menor que a quantidade necessária para a execução de um adestramento ideal. As instruções para o tiro com o armamento do Exército regulam que seriam necessárias cerca de 280 granadas reais para que os objetivos de adestramento com o armamento de artilharia fossem alcançados (BRASIL, 2017a).

Enfim, conforme se pode depreender da tabela acima, o uso do SIMAF precedendo o tiro real, pode contribuir com um melhor resultado do emprego da munição real por ocasião do exercício no terreno, mitigando desperdícios com correções de procedimentos já treinados anteriormente no simulador. Em todos os cenários, os valores que deixaram de ser gastos ultrapassam ao meio milhão de reais, o que representaria um alto custo para se manter uma Força em permanente estado de prontidão operacional.

Agora, em relação a outra entrevista, a Entrevista B é um questionário estruturado com respostas fechadas, contendo nove questões com cinco pontos. Para isso, foi utilizado o formato de questão tipo escala de *Likert*, onde os entrevistados puderam escolher uma das cinco respostas (pontos) quanto ao uso do simulador, que vai de “Nada importante” cujo valor é igual a 1 até “Muito Importante” com valor igual a 5. Entre as respostas, existe um ponto neutro, “Razoável” de valor 3. Neste formato, o entrevistado fica mais à vontade para expressar sua opinião.

Esta entrevista teve como público alvo o efetivo de militares das OM de Artilharia que se adestraram no SIMAF no 1º semestre de 2019¹⁹. A Entrevista B tem como motivação identificar dados que respondam se a simulação virtual pode contribuir na geração da capacidade operativa de apoio de fogo para Força Terrestre.

Para tanto, se inserindo na era da informação, se fez uso da ferramenta de *survey online*. Esta ferramenta tem se mostrado mais eficiente, rápida e fácil de ser empregada em pesquisas com questionários, e o uso da internet aumenta exponencialmente o número de indivíduos a serem alcançados, substituindo as entrevistas presenciais ou por telefone (WALTER, 2013). Para obter acesso a esta ferramenta, foi realizado o cadastro no *web site* do *Survey Monkey*. Apesar da disponibilidade de planos gratuitos, optou-se por um plano pago com mais recursos úteis a pesquisa. Todos os itens do questionário eram de respostas obrigatórias evitando que alguma pergunta deixasse de ser respondida. Outra ferramenta útil deste *survey online* foi a possibilidade de disponibilizar o questionário aos entrevistados por meio do compartilhamento de *link* utilizando o aplicativo de redes sociais *Whatsapp*.

O *Survey Monkey* possibilitou coletar e analisar os dados na forma de gráficos e ainda visualizar cada pergunta de forma individualizada, com data e hora inicial e final em que foi respondida. O *web site* também permite fazer o *download* nos formatos PDF, CSV e Excel. Este último foi utilizado para medir a confiabilidade do questionário da Entrevista B, a partir do cálculo do coeficiente alfa de Cronbach. Este coeficiente foi publicado por L. J. Cronbach, em 1951, como uma forma de medir a confiabilidade de um *survey*. O alfa (α) mede a relação média entre perguntas e respostas de questionário através do perfil de respostas dos entrevistados (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010), com a finalidade de avaliar quão coerente foram os respondentes em suas respostas, variando numa escala de 0 a 1 (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006). Quanto mais perto de 1 mais confiável será o questionário, e em geral, a literatura considera que um valor mínimo aceitável para um *survey* seria 0,7 para o coeficiente alfa de Cronbach.

Com o auxílio do *software* estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), alcançou-se um valor de 0.857, o que pode ser considerado de

¹⁹ Ver calendário de atividades do SIMAF (Figuras 1 e 2).

confiabilidade moderada a alta (Tabela 3). O programa SPSS foi utilizado e sugerido por sua simplicidade e validade para cálculo do coeficiente alfa de Cronbach, no trabalho de Maroco e Garcia-Marques (2006), mostrando-se eficiente.

Tabela 3 – Confiabilidade (Alfa de Cronbach)

Estatísticas de confiabilidade (Entrevista B)	
Alfa de Cronbach	Nr de itens
0,857	9

Fonte: o autor

Para a avaliação das respostas das entrevistas, também foram calculadas a média e o desvio-padrão²⁰ de cada uma das nove questões, que a seguir serão apresentados na forma de gráficos e tabelas.

Ao final do período de entrevista foram obtidas 81 respostas, cujo público alvo é composto por 24 oficiais, 10 subtenentes e/ou sargentos e 47 cabos e/ou soldados, sendo que estes são os principais beneficiados com o uso da simulação, pois são os militares que irão operar efetivamente os materiais sob o comando e orientação dos oficiais e sargentos, para que o efeito dos fogos sobre os alvos seja alcançado.

Tabela 4 – Percentual dos entrevistados por grau hierárquico

Grau hierárquico	Frequência	Porcentagem
Oficial	24	29,63
Praça (STen ou Sgt)	10	12,35
Praça (Cb ou Sd)	47	58,02
Total	81	100,0

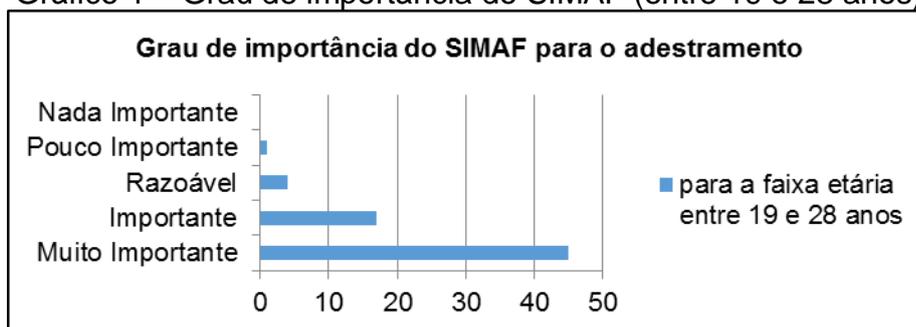
Fonte: o autor

Ainda, quanto a faixa etária, houve um percentual de 9,88% dos respondentes entre 36 e 54 anos, de 7,41% entre 29 e 35 anos e 82,72% entre 19 e 28 anos. Esta última é particularmente importante, por se tratar de uma faixa etária que corresponde o que a literatura chama de Geração Z. Essa geração é composta por pessoas nascidas a partir de 1990, que cresceram rodeadas por tecnologia e não conhecem o mundo sem o computador e sem o telefone celular (CERETTA; FROEMMING, 2011). Esta geração passa muito tempo *on-line*, conhece e se interessa por tecnologia, fazendo com que a utilização de equipamento de simulação

²⁰ A Média é uma medida de tendência central, definida como a média aritmética de uma distribuição. O Desvio Padrão é uma medida de variabilidade, que indica a média de desvio das respostas em relação à Média. Para maiores informações, ver Sampiere, Collado e Lucio, 2013 (p.307-311).

virtual torne-se o material mais atraente e adequado à sua geração. Tal fato pode ser atestado nas respostas à pergunta seguinte, “Atribua o grau de importância do Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF) para o adestramento”, onde a faixa etária de 19 e 28 anos atribui, na sua grande maioria, que o uso do SIMAF é muito importante para o adestramento (Gráfico 1).

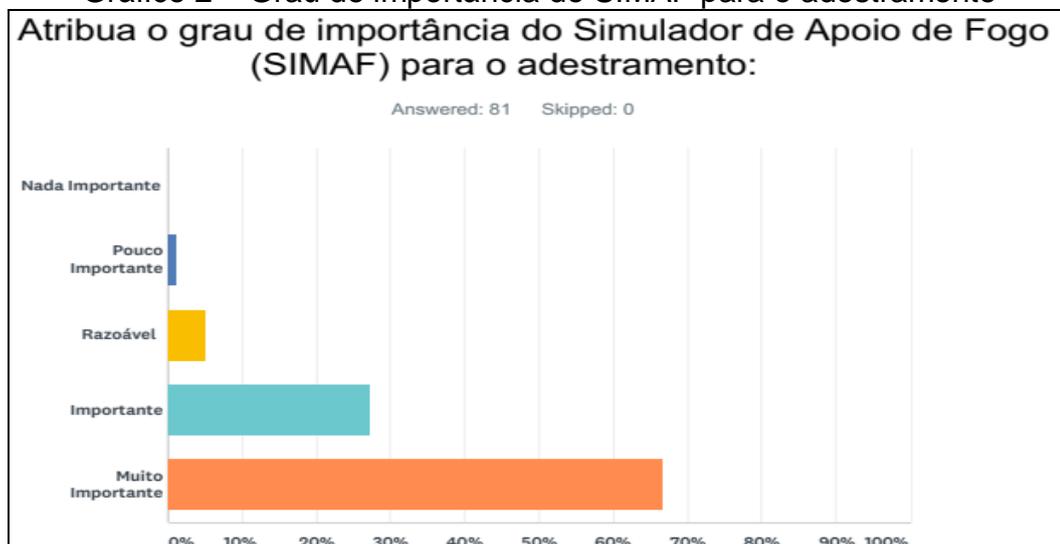
Gráfico 1 – Grau de importância do SIMAF (entre 19 e 28 anos)



Fonte: o autor

Continuando na pergunta a respeito do grau de importância do SIMAF para o adestramento, pouco mais de 90% dos entrevistados apontaram para o alto grau de importância do Simulador, dos quais 27,2% responderam ser importante e 66,7% responderam ser muito importante para o adestramento. Em média, a amostra se situa em 4,59 (importante a muito importante). Eles se desviam, em média, 0,648 unidades em relação à média. Nenhum respondente qualificou como sendo nada importante, e em que pese uma resposta ter apontado pouco importante, é possível depreender do gráfico e da tabela abaixo, que as pontuações tendem a se posicionar em valores importantes a muito importantes para o uso do SIMAF para o adestramento.

Gráfico 2 – Grau de importância do SIMAF para o adestramento



Fonte: o autor

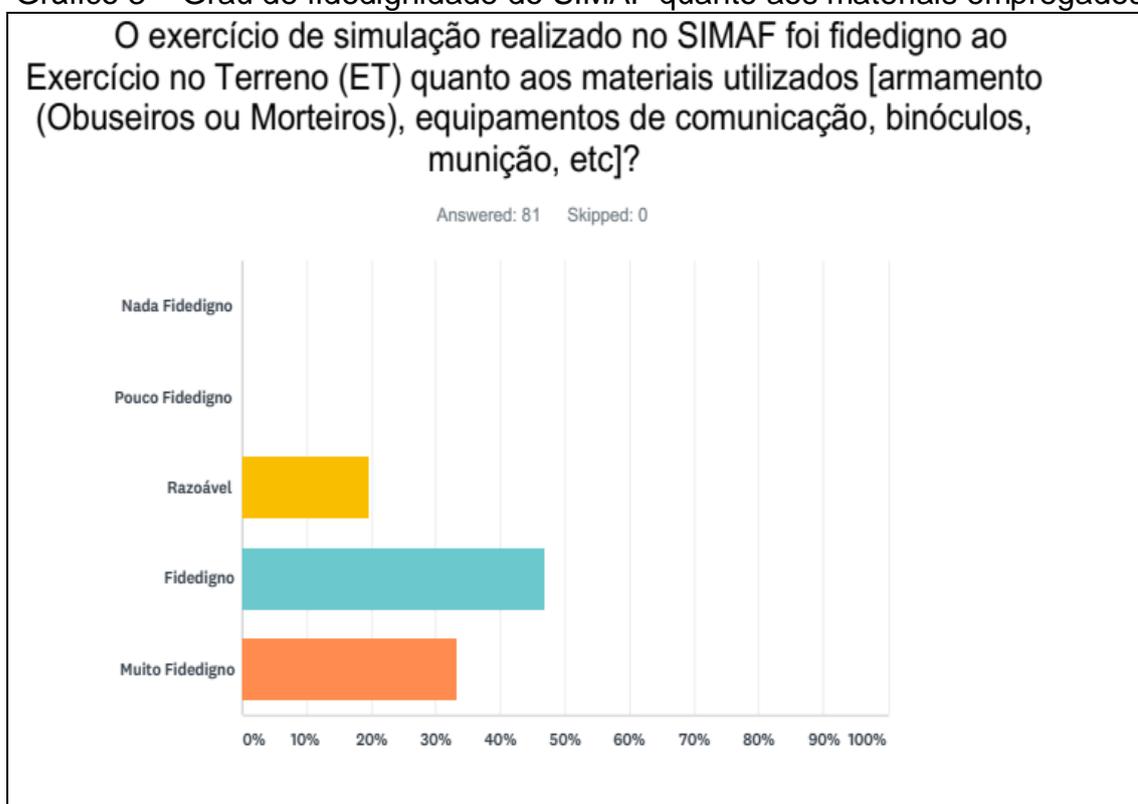
Tabela 5 - Grau de importância do SIMAF para o adestramento

Atribua o grau de importância do Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF) para o adestramento:				
	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio padrão
Nada Importante	0	0,0	4,59	0,648
Pouco Importante	1	1,2		
Razoável	4	4,9		
Importante	22	27,2		
Muito Importante	54	66,7		
Total	81	100,0		

Fonte: o autor

Na pesquisa, ao analisar a capacidade do SIMAF para reproduzir os materiais utilizados, os resultados indicam que a percepção dos militares é para um alto grau de fidedignidade, sendo que 46,9% julgam ser fidedigno e 33,3% responderam como muito fidedigno. Um percentual de 19,8% avaliou como razoável este nível de fidelidade. A média se situa em 4,14 (fidedigno), se desviando em 0,720 pontos da escala (Tabela 6).

Gráfico 3 – Grau de fidedignidade do SIMAF quanto aos materiais empregados



Fonte: o autor

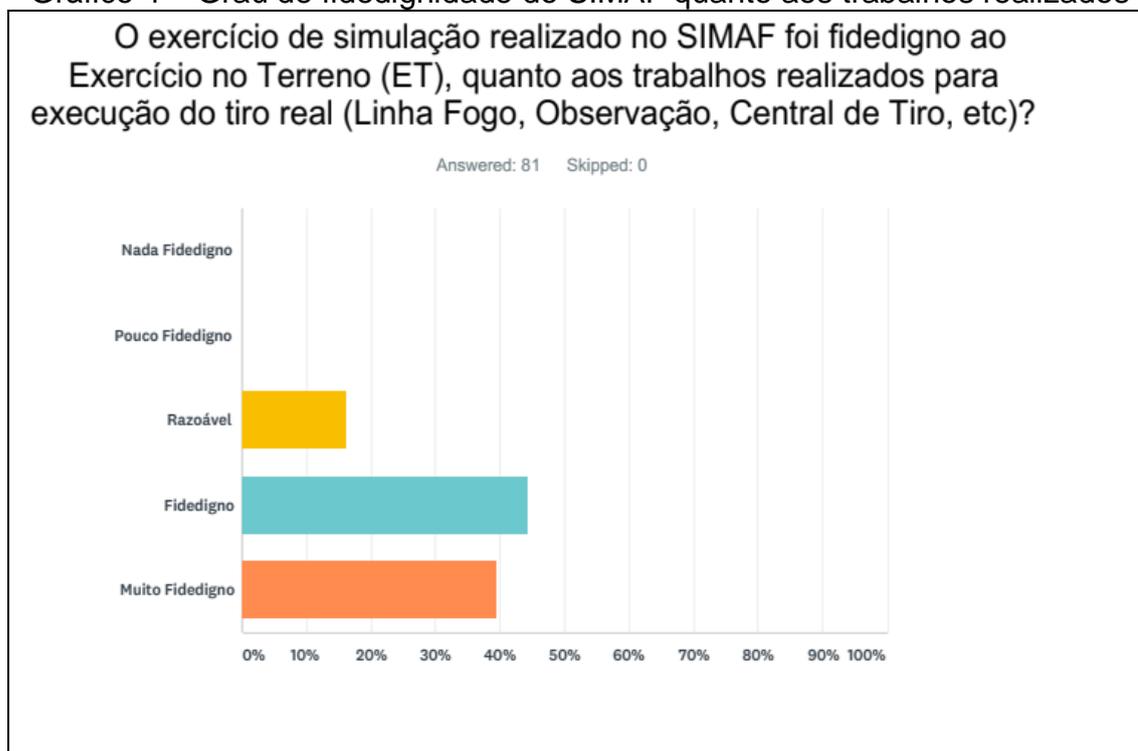
Tabela 6 – Grau de fidedignidade do SIMAF quanto aos materiais empregados

O exercício de simulação realizado no SIMAF foi fidedigno ao Exercício no Terreno (ET) quanto aos materiais utilizados [armamento (Obuseiros ou Morteiros), equipamentos de comunicação, binóculos, munição, etc]?				
	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio padrão
Nada Fidedigno	0	0,0	4,14	0,720
Pouco Fidedigno	0	0,0		
Razoável	16	19,8		
Fidedigno	38	46,9		
Muito Fidedigno	27	33,3		
Total	81	100,0		

Fonte: o autor

Ainda, no que tange a eficácia do SIMAF para reproduzir os trabalhos realizados para a execução do tiro real, observa-se também uma tendência dos respondentes em atribuir boa fidedignidade do simulador (Gráfico 4). Dentre os entrevistados, um percentual de 44,4% assinalou sendo fidedigno e 39,5% atribuíram grau de muito fidedigno. Ainda, uma parcela correspondente a 16% avaliou como razoável o grau de fidedignidade. A média das respostas foi de 4,23 pontos (fidedigno), e desvio padrão de 0,712 (Tabela 7).

Gráfico 4 – Grau de fidedignidade do SIMAF quanto aos trabalhos realizados



Fonte: o autor

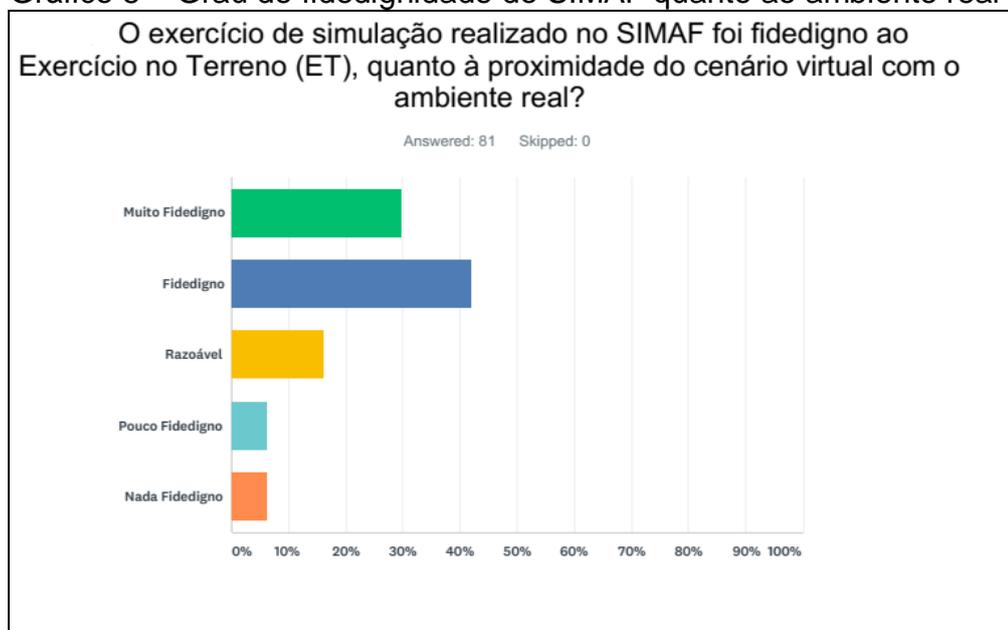
Tabela 7 – Grau de fidedignidade do SIMAF quanto aos trabalhos realizados

O exercício de simulação realizado no SIMAF foi 4 ao Exercício no Terreno (ET), quanto aos trabalhos realizados para execução do tiro real (Linha Fogo, Observação, Central de Tiro, etc)?				
	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio padrão
Nada Fidedigno	0	0,0	4,23	0,712
Pouco Fidedigno	0	0,0		
Razoável	13	16,0		
Fidedigno	36	44,4		
Muito Fidedigno	32	39,5		
Total	81	100,0		

Fonte: o autor

Também, quanto à pergunta a respeito da capacidade do Simulador de Apoio de Fogo de emular o ambiente real²¹, observa-se um valor médio de respostas de razoável para fidedigno. Como demonstrado no Gráfico 5 e na Tabela 8 abaixo, a média foi de 3,83 pontos, com 16% entendendo ser razoável o grau de fidedignidade, um percentual de 42% atribuindo grau fidedigno e 29,6% apontando como muito fidedigno. Neste quesito aparecem 10 participantes qualificando como pouco fidedigno ou nada fidedigno para a proximidade do cenário virtual com o ambiente real.

Gráfico 5 – Grau de fidedignidade do SIMAF quanto ao ambiente real



Fonte: o autor

²¹ É relevante comentar que nesta pergunta da entrevista e na pergunta seguinte, foi alterada a sequência dos itens de “nada” a “muito fidedigno/importante” para um padrão invertido de avaliação de “muito” a “nada fidedigno/importante”. O formato invertido foi inserido pelo autor com finalidade de chamar a atenção do respondente durante a entrevista, evitando que ele passe a marcar mecanicamente os pontos sem avaliar corretamente as suas respostas.

Tabela 8 – Grau de fidedignidade do SIMAF quanto ao ambiente real

O exercício de simulação realizado no SIMAF foi 4 ao Exercício no Terreno (ET), quanto à proximidade do cenário virtual com o ambiente real?				
	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio padrão
Nada Fidedigno	5	6,2	3,83	1,116
Pouco Fidedigno	5	6,2		
Razoável	13	16,0		
Fidedigno	34	42,0		
Muito Fidedigno	24	29,6		
Total	81	100,0		

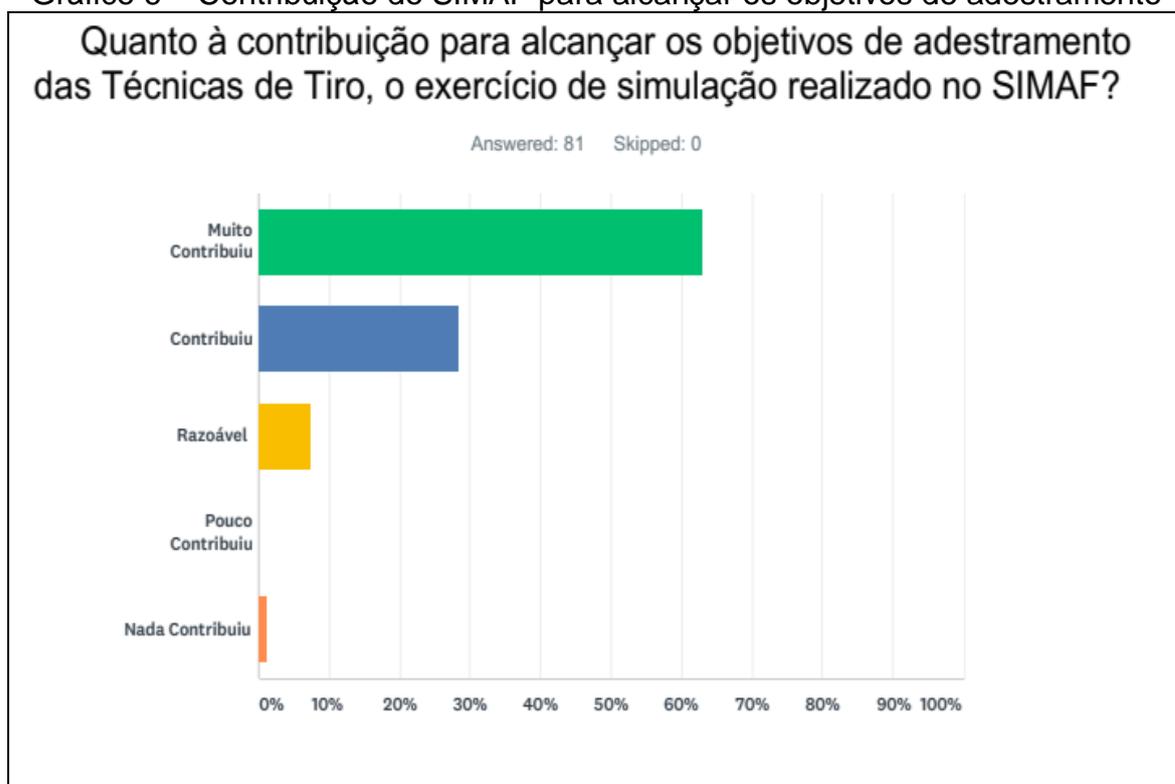
Fonte: o autor

Então, quanto à condição de reproduzir os materiais, inclusive armamento e munição, e também os trabalhos realizados para a execução do tiro real de artilharia, infere-se até aqui, que o Simulador de Apoio de Fogo tem se mostrado com alto grau de fidelidade. O que vai ao encontro da bibliografia pesquisada e dos propósitos para aquisição de um simulador, no que diz respeito à capacidade para simular materiais de emprego militar e com isso desenvolver habilidades individuais e coletivas dos seus operadores. Ao mesmo tempo, constata uma capacidade razoável do simulador em emular um cenário real onde melhor seria possível reproduzir alguns atributos inerentes às atividades militares, como medo e fadiga.

De igual modo, com relação ao questionamento sobre a percepção dos participantes quanto ao atendimento dos objetivos de adestramento²² com o uso do simulador, o Gráfico 6 e a Tabela 9 abaixo apresentam um padrão de respostas que aponta para a relevância do SIMAF para a preparação individual e coletiva dos militares no sistema de apoio de fogo. Observa-se que, um percentual de 28,4% respondeu que o simulador contribuiu e 63% avaliou que muito contribuiu para alcançar os objetivos de instrução. Apesar de uma pessoa ter respondido que nada contribuiu, a amostra de militares demonstra uma tendência para o alto grau de contribuição do SIMAF, com média de respostas de 4,52 (contribui a muito contribui) e desvio padrão de 0,743 unidades.

²² Segunda pergunta no formato invertido.

Gráfico 6 – Contribuição do SIMAF para alcançar os objetivos de adestramento



Fonte: o autor

Tabela 9 – Contribuição do SIMAF para alcançar os objetivos de adestramento

Quanto à contribuição para alcançar os objetivos de adestramento das Técnicas de Tiro, o exercício de simulação realizado no SIMAF?				
	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio padrão
Nada Contribuiu	1	1,2	4,52	0,743
Pouco Contribuiu	0	0,0		
Razoável	6	7,4		
Contribuiu	23	28,4		
Muito Contribuiu	51	63,0		
Total	81	100,0		

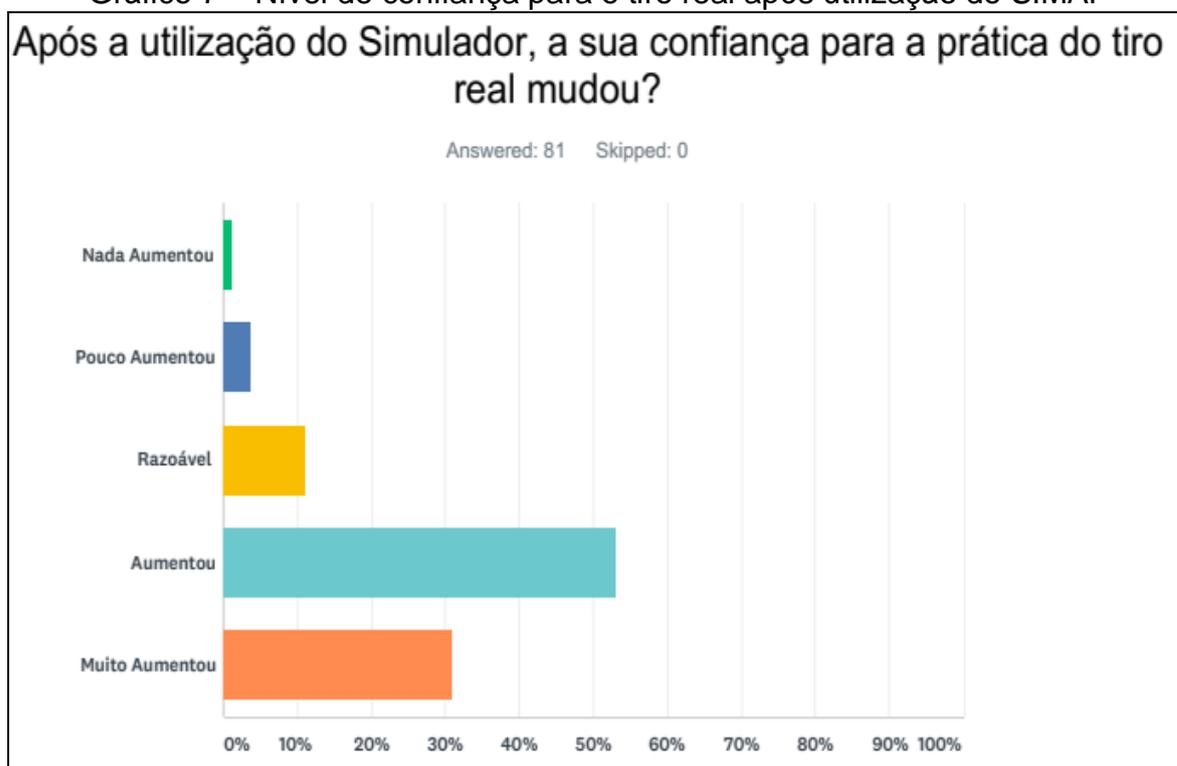
Fonte: o autor

Tal fato pode ser observado nos resultados das respostas das próximas questões. Assim, depreende-se que o alto grau de contribuição do uso da simulação virtual de apoio de fogo para o adestramento se refletiu, de uma forma geral, positivamente na confiança do militar e também para o seu desempenho por ocasião da execução do tiro real no campo de instrução.

Os gráficos e tabelas a seguir apontam para o aumento da confiança dos militares para a prática do tiro real, como também para uma muito boa contribuição do SIMAF no desempenho deles naquela atividade. Desse modo, corrobora com a literatura que afirma que a simulação não deve substituir os exercícios no terreno, mas complementa com eficiência a instrução, antecedendo a realização do tiro real.

Então, quanto a confiança para a execução do tiro real após a passagem pelo simulador observamos que:

Gráfico 7 – Nível de confiança para o tiro real após utilização do SIMAF



Fonte: o autor

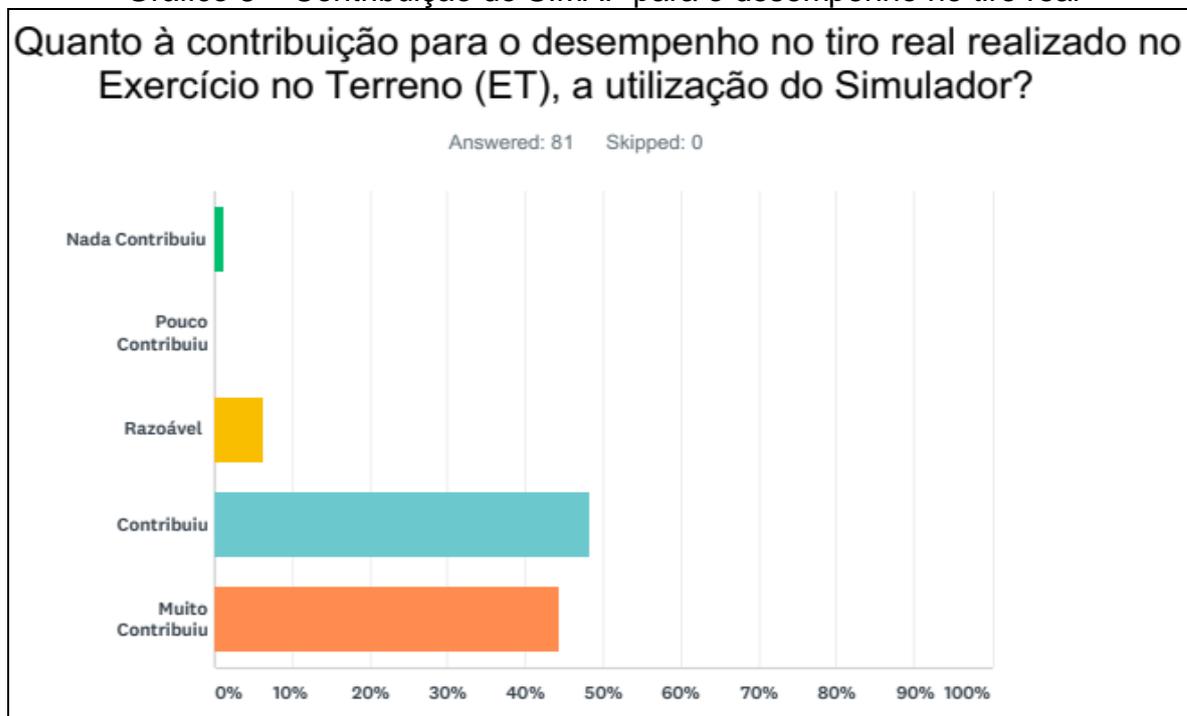
Tabela 10 – Nível de confiança para o tiro real após utilização do SIMAF

Após a utilização do Simulador, a sua confiança para a prática do tiro real mudou?				
	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio padrão
Nada Aumentou	1	1,2	4,09	0,825
Pouco Aumentou	3	3,7		
Razoável	9	11,1		
Aumentou	43	53,1		
Muito Aumentou	25	30,9		
Total	81	100,0		

Fonte: o autor

E ainda, quanto ao desempenho da amostra na execução do tiro real após a passagem pelo simulador observamos que:

Gráfico 8 – Contribuição do SIMAF para o desempenho no tiro real



Fonte: o autor

Tabela 11 – Contribuição do SIMAF para o desempenho no tiro real

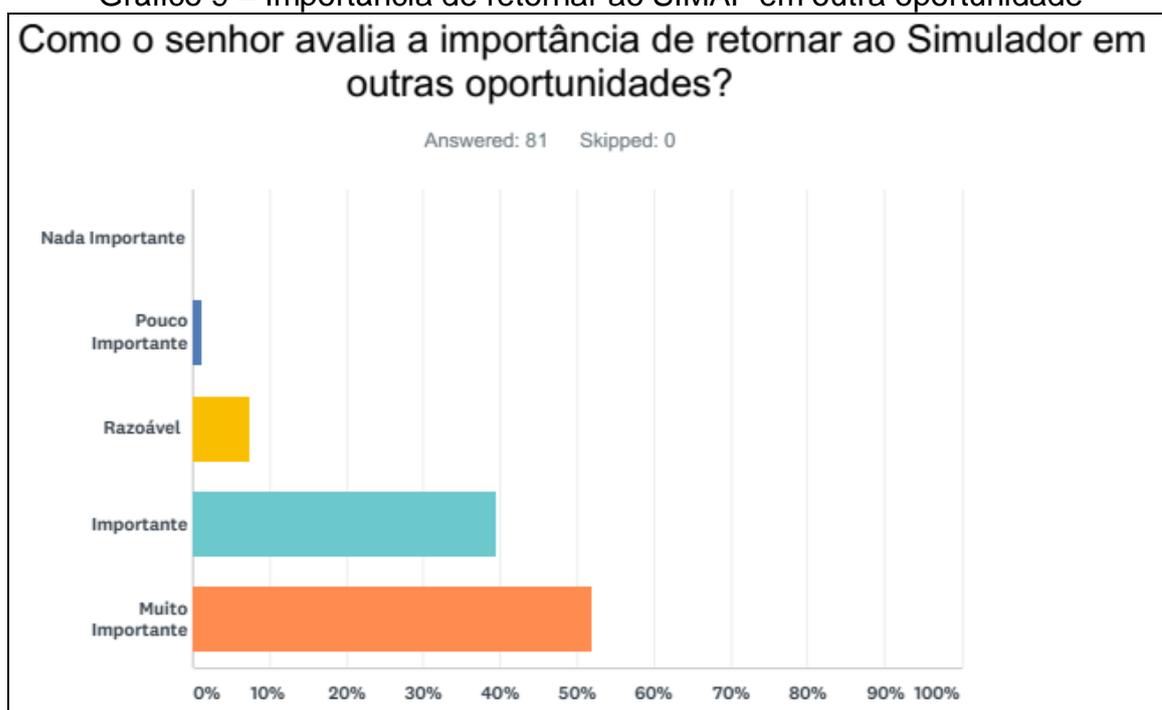
Quanto à contribuição para o desempenho no tiro real realizado no Exercício no Terreno (ET), a utilização do Simulador?				
	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio padrão
Nada Contribuiu	1	1,2	4,35	0,710
Pouco Contribuiu	0	0,0		
Razoável	5	6,2		
Contribuiu	39	48,1		
Muito Contribuiu	36	44,4		
Total	81	100,0		

Fonte: o autor

Então, ao final da entrevista, quando perguntados a respeito de retornar ao simulador de apoio de fogo em outras oportunidades, a maior parte dos entrevistados, no percentual de 51,9%, julgou ser muito importante, e 39,5% avaliou ser importante. Também, um efetivo de 6 militares, que corresponde a um percentual de 7,4%, assinalou como razoável e houve um entrevistado que marcou ser pouco importante. Nenhum participante marcou como nada importante retornar

ao simulador em outra oportunidade. Desse modo, a média estatística alta (média 4,42), com desvio padrão de 0,687 unidades, permite deduzir que o uso das tecnologias de simulação virtual tem se mostrado uma ferramenta auxiliar de instrução mais atrativa para o público alvo formado por militares que se adestram no sistema de apoio de fogo.

Gráfico 9 – Importância de retornar ao SIMAF em outra oportunidade



Fonte: o autor

Tabela 12 – Importância de retornar ao SIMAF em outra oportunidade

Como o senhor avalia a importância de retornar ao Simulador em outras oportunidades?				
	Frequência	Porcentagem	Média	Desvio padrão
Nada Importante	0	0,0	4,42	0,687
Pouco Importante	1	1,2		
Razoável	6	7,4		
Importante	32	39,5		
Muito Importante	42	51,9		
Total	81	100,0		

Fonte: o autor

Do aqui exposto, infere-se que a Força Terrestre desenvolve o seu preparo com base em capacidades, requeridas para manter-se em permanente estado de prontidão, tendo como foco principal a sua destinação constitucional. As atividades

de adestramento como fator de geração de capacidades, devem contemplar a utilização de simulação em todas as suas modalidades: virtual, construtiva e viva. O custo de sustentação de uma força permanentemente adestrada justifica o emprego de simuladores de treinamento. Contudo, a obtenção desta ferramenta deve responder aos fatores condicionantes para geração de capacidades do DOAMEPI.

Enfim, a análise das fontes de pesquisa, documentais e entrevistas, e tendo como referência o estudo de caso do Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF), corrobora com o entendimento de que a utilização de equipamento de simulação virtual reforça o adestramento militar, com reflexo na geração de capacidade. Os resultados obtidos por meio da pesquisa atestam que os simuladores possibilitam a repetição de procedimentos, com redução de custos, e gerando economia de meios, principalmente, quando o resultado é o emprego mais eficiente dos materiais bélicos. Ademais, a introdução de tecnologia na instrução militar tem se mostrado mais atraente e adequado a um Exército que julga determinante para seu processo de transformação a sua inserção na era da informação.

4. CONCLUSÃO

A simulação de combate é empregada por Forças Armadas de diversos países e apresenta-se como excelente recurso para consolidação dos padrões de desempenho de seus profissionais. Os avanços tecnológicos permitiram o desenvolvimento de simuladores virtuais com elevado grau de realismo, tornando o adestramento mais satisfatório para os militares. De forma semelhante, também no Brasil, o Exército aprovou a ampliação do uso de simuladores para melhorar o adestramento, fator de geração de força por meio do planejamento baseado em capacidade (PBC).

O propósito desta pesquisa visava responder se a simulação virtual pode contribuir na geração de capacidade da Força Terrestre, observando os fatores determinantes do DOAMEPI. E face as atuais restrições orçamentárias, o uso de simuladores proporcionaria a racionalização de recursos com a preparação dos operadores de material de elevado custo de operação e manutenção. Para tanto, optou-se pela estratégia do estudo de caso do SIMAF, simulador de apoio de fogo adquirido pelo Exército, com forte composição de meios de simulação virtual, como uma solução para reduzir as despesas com munição e proporcionando um adestramento em melhores condições.

Em síntese, os meios de simulação virtual atualmente empregado no Exército Brasileiro, evidenciam o incremento na instrução militar, o que fomenta a geração de capacidades necessárias para a transformação da Força Terrestre. Ainda, em se tratando de materiais bélicos cujo manejo exige alto grau de adestramento e valores elevados para operar, a utilização da simulação virtual impacta diretamente na redução dos custos da instrução militar. Em particular o SIMAF, o caso de estudo desta pesquisa, sua obtenção representa uma recuperação da capacidade operativa de apoio de fogo, por meio do adestramento eficiente, não obstante à restrição na dotação de munição das organizações militares de artilharia de campanha, principal meio de apoio de fogo do Exército.

Observa-se que, a complexidade dos cenários modernos e as novas demandas de emprego das forças armadas, induziram a transformações no Exército Brasileiro, sendo determinante neste processo a aquisição de novas capacidades. O resultado da transformação militar é uma Força dotada de capacidades para cumprir, de forma eficiente, sua destinação de defesa da soberania nacional. No

escopo do processo de transformação, o custo de aquisição de materiais bélicos de alta tecnologia embarcada justifica o emprego de simuladores de treinamento. Para tanto, o presente trabalho de pesquisa apontou que a obtenção dos simuladores no Exército responde aos sete fatores necessários, interligados e indissociáveis para geração de capacidade operativa que formam o acrônimo DOAMEPI: doutrina, organização, adestramento, material, educação, pessoal e infraestrutura. Em consequência, a simulação virtual atende a geração de capacidades militares requerida à Força Terrestre com a utilização de determinado sistema de defesa ou material de emprego militar que será simulado.

Verifica-se ainda, que os principais sistemas de simulação adquiridos pelo Exército Brasileiro nos últimos anos, em particular o Simulador de Apoio de Fogo, são indispensáveis instrumentos para o aperfeiçoamento do preparo de seus recursos humanos, com redução de custos. Isso porque, a aquisição de material de emprego militar moderno e sistemas complexos de armas de alta tecnologia, demandam custos elevados para capacitação e permanente adestramento de seus operadores. As inovações tecnológicas e infraestruturas construídas na área de simulação, ao possibilitarem emular inúmeros problemas militares, permitem o adestramento adequado com base na doutrina e nos materiais empregados atualmente pela F Ter, o que concorre para que a geração de força por meio do PBC ocorra em melhores condições.

No estudo de caso do SIMAF, o resultado da pesquisa documental e das entrevistas, apontam para a contribuição desta ferramenta de simulação virtual na geração da capacidade operativa apoio de fogo, o que permite a superioridade de enfrentamento no campo de batalha terrestre. De igual modo, o estudo aponta para o SIMAF como excelente instrumento para a manutenção dos níveis de adestramento, com a racionalização de recursos, visto que permite a repetição de quantos disparos simulados forem necessários para alcançar os objetivos de instrução, sem que haja despesa com munição de alto preço. O resultado final é o melhor desempenho dos militares na execução de suas funções, por ocasião de um exercício no terreno com o consumo de granadas reais.

Nessas condições, o Exército pode creditar esforços no uso disseminado de simuladores para o preparo dos seus efetivos, pois se constata que a simulação induz a perfeição no adestramento, a fim de obter eficiência e eficácia no emprego

da tropa nas suas atividades e tarefas que irão compor as capacidades de defesa requeridas para a transformação do EB.

Com base no que foi discutido, sugere-se o incentivo ao prosseguimento de estudos sobre o tema, a fim de verificar até onde compensa o custo com a obtenção de simuladores de treinamento militar, através da compra no mercado internacional ou o seu desenvolvimento em território nacional. Fica ainda como sugestão para próximas pesquisas, o controle de algumas variáveis que não foram possíveis neste trabalho, como por exemplo, o número de militares, lote e valor da munição e a quantidade de meios para realização de um mesmo exercício no simulador e depois no terreno, a fim de se obter uma amostra mais homogênea de organizações militares participantes da pesquisa. Sugere-se ainda, verificar quais seriam as restrições enfrentadas atualmente pelas Forças Armadas brasileiras para a utilização de campos de tiro e instrução, e até que ponto essas restrições de uso têm interferido na prontidão operacional e por consequência, na soberania nacional.

Por fim, ressalta-se a importância dos simuladores virtuais, pois possibilita a interação do combatente com os modernos materiais de emprego militar, principalmente no início do adestramento. Facilitam, assim, a aquisição de experiência, através do treinamento continuado, diminuindo os custos e os riscos próprios das atividades militares. Cabe destacar, ainda, que a introdução de tecnologia na capacitação de seus quadros induz uma mentalidade de constante inovação, o que atende aos propósitos da transformação da Força Terrestre, preparando o Exército Brasileiro para os desafios advindos dos conflitos no novo século.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fontes Primárias

A SIMULAÇÃO como ferramenta no adestramento da tropa. **Revista Verde Oliva**, Brasília, DF, ano XLI, n. 222, p. 9-11, dez. 2013.

A SITUAÇÃO da Simulação de Combate no Exército Brasileiro. **Revista Verde Oliva**, Brasília, DF, ano XLIII, n. 232, p. 14-16, jun. 2016.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **EB10-IG-06.001**: Instruções Gerais de Tiro com o Armamento do Exército. Brasília, DF, 2017a.

_____. Exército. Comando de Operações Terrestres. **EB70-P-11.001**: Programa Instrução Militar. 1. ed. Brasília, DF, 2017b.

_____. Exército. Comando de Operações Terrestres. **EB70-P-11.001**: Programa Instrução Militar. Brasília, DF, 2019.

_____. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Portaria nº 242, de 28 de fevereiro de 2018**. Aprova o Regulamento do Comando de Operações Terrestres (EB10-R-06.001). Brasília, DF, 2018a.

_____. Exército. Departamento de Educação e Cultura do Exército. **Portaria nº 008, de 10 de fevereiro de 2011**. Aprova a Diretriz para a Implantação do Sistema de Simulação para o Ensino do DECEX – (SIMENS). Rio de Janeiro, RJ, 2011.

_____. Exército. Estado-Maior do Exército. **EB20-C-07.001**: Catálogo de Capacidades do Exército. Brasília, DF, 2014a.

_____. Exército. Estado-Maior do Exército. **EB20-MF-10.102**: Doutrina Militar Terrestre. 1.ed. Brasília, DF, 2014b.

_____. Exército. Estado-Maior do Exército. **O Processo de Transformação do Exército**. 3. ed. Brasília, DF, 2010a.

_____. Exército. Estado-Maior do Exército. **Portaria nº 040-Reservado, de 08 de junho de 2010**. Aprova a Diretriz de Planejamento para a Aquisição de Simulador de Tiro Real para a Artilharia de Campanha. Brasília, DF, 2010b.

BRASIL. Exército. Estado-Maior do Exército. **Portaria nº 55, de 27 de março de 2014**. Aprova a Diretriz para o Funcionamento do Sistema de Simulação do Exército – SSEB (EB20-D-10.016). Brasília, DF, 2014c.

_____. Exército. Estado-Maior do Exército. **Portaria nº 197, de 26 de setembro de 2013**. Aprova as Bases para a Transformação da Doutrina Militar Terrestre. Brasília, DF, 2013a.

_____. Exército. Estado-Maior do Exército. **Portaria nº 249, de 20 de outubro de 2014**. Aprova a Diretriz para Obtenção de Simuladores para o Exército Brasileiro (EB20-D-10.021). Brasília, DF, 2014d.

_____. Exército. **Diretrizes do Comandante do Exército 2017-2018**. Brasília, DF, 2017c. Disponível em: www.eb.mil.br/documents/10138/7932041/Diretriz+do+Comandante+do+Ex%C3%A9rcito+2017-2018/374a6480-b325-62a4-2340-0bfa97c74c52. Acesso em 06 set. 2018.

_____. Exército. Gabinete do Comandante. **Portaria Nº 1253, de 05 de dezembro de 2013**. Aprova a Concepção de Transformação do Exército e dá outras providências. Brasília, DF, 2013b.

_____. Ministério da Defesa. Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas. **MD35-G-01: Glossário das Forças Armadas**. 5.ed. Brasília, DF, 2015.

_____. Ministério da Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF, 2016a.

_____. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Exército apresenta simulador de tiro com tecnologia inteiramente nacional**. Brasília, DF, 2018b. Disponível em: http://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiario-do-exercito/-/asset_publisher/MjaG93KcunQl/content/simulador-de-armas-leves/8357041> Acesso em: 28 maio 2018.

_____. Ministério da Defesa. Gabinete do Ministro. **Portaria Normativa nº 1.873, de 20 de junho de 2013**. Dispõe sobre a Integração de simuladores entre as Forças Armadas. Brasília, DF, 2013c.

_____. Ministério da Defesa. **Livro Branco de Defesa Nacional**. Brasília, DF, 2016b.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa**. Brasília, DF, 2016c.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+**. Brasília, DF, 2002.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.598, de 21 de março de 2012**. Estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa e dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa. Brasília, DF, 2012.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Department of Defense. **Modeling and simulation (M&S) Glossary**. Washington, D.C. 2011.

EXÉRCÍCIO de Fogos Reais dos Alunos de Artilharia. Lisboa, 2018. Disponível em: <<https://academiamilitar.pt/exercicio-de-fogos-reais.html>> Acesso em: 15 março 2019.

EXÉRCITO Brasileiro Inaugura Sistema de Simulação de Apoio de Fogo na AMAN. **Noticiário do Exército**, Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://www.eb.mil.br/web/midia-impressa/noticiario-do-exercito/-/asset_publisher/Iz4bX6gegOtX/content/exercito-brasileiro-inaugura-sistema-de-simulacao-de-apoio-de-fogo-na-aman>. Acesso em: 24 abr. 2019.

GRUPO OESIA. **Seguridad y Defensa: TECNOBIT**. Madrid, 2019. Disponível em: <<http://grupooesia.com/seguridad-y-defensa/>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS. **Declaração sobre Segurança nas Américas**. Washington, D.C., 2003. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/OEA-Organiza%C3%A7%C3%A3o-dos-Estados-Americanos/declaracao-sobre-seguranca-nas-americas.html>>. Acesso em: 28 ago. 19.

O SIMULADOR de Apoio de Fogo em Números: “Tudo é simulação, menos a guerra”. **Hefestus**, Resende, RJ, dez. 2017.

SIMULAÇÃO. In: FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Minidicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. Curitiba: Positivo, 2007. p. 740.

SIMULADOR de Tiro INFRONT 3D. **Revista de Artilharia**, 2016. Disponível em: <<http://www.revista-artilharia.pt/noticiasDet.asp?idNoticia=216>> Acesso em: 15 mar. 2019.

THE TECHNICAL COOPERATION PROGRAM. **Guide to Capability-Based Planning**, 2004. Alexandria, VA, 2004.

Bibliografia Secundária

ALEXANDER, A. L. et al. From gaming to training: A review of studies on fidelity, immersion, presence, and buy-in and their effects on transfer in pc-based simulations and games. **DARWARS Training Impact Group**, v. 5, p. 1-14, nov. 2005.

ALMEIDA, C. L. W. **Orçamento da Defesa no Brasil: evolução e perspectivas**. 2015. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia). Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2015.

_____. Política de defesa no Brasil: considerações do ponto de vista das políticas públicas. **Opinião Pública**, v. 16, n. 1, p. 220-250, jun. 2010.

AMARANTE, J. C. A. Recursos para a Defesa do Patrimônio Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Estratégicos**, v. 1, n. 1, p. 119-149, jan/jun. 2009.

AMORIM, C. Defesa Nacional e Pensamento Estratégico Brasileiro. In. ALMEIDA, P.; ACIOLY, L. (Org.). **Estratégias de Defesa Nacional: desafios para o Brasil no novo milênio**, Rio de Janeiro, Ipea, 2014, p. 22-40.

AMORIM NETO, O. The Impact of Civilians on Defense Policy in New Democracies: The Case of Brazil. **Latin American Politics and Society**, p. 1-28, maio. 2019.

ANDRADE, H. F. O Processo de Transformação do Exército Britânico. **PADECEME**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 18, p.63-76, 2017.

ARAÚJO, M. L. A. **O Jogo da Guerra e sua aplicação Escolar e Operacional**. 1993. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 1993.

ARRUDA, A. S. B. O Processo de Transformação das Forças Armadas Espanholas. **PADECEME**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 18, p.36-47, 2017.

BANKS, J. Principles of Simulation. In: BANKS, J. (Editor). **Handbook of simulation principles, methodology, advances, applications and practice**. Atlanta: Engineering & Management Press, 1998. p 3-30.

BARBOSA, G. C. N. Fernandes. O Emprego da Simulação Virtual para o Adestramento da Bateria Antiaérea Gepard: uma avaliação sobre a adequabilidade da utilização da simulação virtual tipo game semi-imersivo multijogador. **Revista Giro no Horizonte**. Rio de Janeiro: Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, p. 143-159, 2018. Disponível em: <<http://girodohorizonte.esao.eb.mil.br/revistas/2018-1/12%20Caio.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

BELLEMAIN, F; BELLEMAIN, P.M.B; GITIRANA, V. **Simulação no ensino da matemática: um exemplo com cabri-géomètre para abordar os conceitos de área e perímetro**. III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. Águas de Lindóia, SP: III SIPEM, 2006.

BELHOT R. V.; FIGUEIREDO, R. S.; MALAVÉ, C. O. O uso da simulação no ensino de engenharia. **Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**, Porto Alegre, RS, 2001.

BERTONHA, J. F. Brasil: uma potência militar emergente? O problema do uso da força nas Relações Internacionais do Brasil no século 21. **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 53, n. 2, p. 107-124, 2010.

BRICK, E. S. O Ministério da Defesa e o Processo de Aparelhamento de Sistemas Técnicos de Defesa. **Revista Brasileira de Estudos Estratégicos**, v. 1, n. 1, p. 101-118, 2009.

BRICK, E. S.; SANCHES, E. S.; GOMES, M. G. F. M. Avaliação de Capacidades Operacionais de Combate: conceituação, taxonomia e práxis. **Revista Brasileira de Estudos Estratégicos**, v. 9, n. 17, p. 11-43, jan/jun. 2017.

BURNIER, J. P. S. **Jogo de Guerra AZUVER: proposta de evolução**. 1994. 19 f. Ensaio (Curso de Política, Estratégia e Alta Administração do Exército) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 1994.

CANES, R. X. **As possibilidades de emprego do Simulador de Apoio de Fogo – SAFO**. 2014. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2014.

CARVALHO, V. K. A utilização de dispositivos de simulação na redução de custos e no incremento da capacitação das Unidades Blindadas. **Coleção Meira Mattos: Revista das Ciências Militares**, n. 23, nov. 2011. Disponível em: <<http://www.ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/article/view/18>>. Acesso em: 25 maio 2018.

CEBROWSKI, A. K. Transformation and the Changing Character of War? **Transformation Trends**, v. 17, 2004. Disponível em: <<https://www.hsdl.org/?abstract&did=448180>> Acesso em: 30 ago. 2019.

CERETTA, S. B.; FROEMMING, L. M. Geração Z: compreendendo os hábitos de consumo da geração emergente. **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Administração da Universidade Potiguar – RAUnP**, v. 3, n. 2, p. 15-24, dez. 2011.

CLAUSEWITZ, Carl Von. **Da Guerra**. 1832. Disponível em: <<https://www.egn.mar.mil.br/arquivos/cepe/DAGUERRA.pdf>> Acesso em: 22 ago. 2018.

COVARRUBIAS, J. G. A transformação da Defesa nos EUA e sua aplicação na América Latina. **Military Review**, Kansas, vol. 85, n. 3, p. 80-86, maio/jun. 2005.

_____. Os Três Pilares de uma Transformação Militar. **Military Review**, Kansas, v. 87, n. 6, p. 16-24, nov/dez. 2007.

CUNHA, A. L. N. **O Emprego do Sistema de Simulação Construtivo como Ferramenta de Apoio à Decisão: uma proposta ao Exército Brasileiro**. 2011. 305f. Tese (Doutorado em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2011.

DALMORO, M.; VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de escalas Tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados? **Revista Gestão Organizacional**, v. 6, Edição Especial, p. 161-174, 2013. Disponível em: <<https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rgo/article/view/1386/>>. Acesso em: 19 maio 2019.

DA SILVA, M. B. M. et al. Emprego dos Meios de Simulação no Adestramento das Tropas Blindadas e Mecanizadas. **O Adjunto: Revista Pedagógica da Escola de Aperfeiçoamento de Sargentos das Armas**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 117-129, fev. 2018. ISSN 2318-1478. Disponível em: <<http://www.ebrevistas.eb.mil.br/index.php/adj/article/view/2093>>. Acesso em: 06 mar. 2019.

FERNANDES, F. C. A. **Os Jogos de Guerra na Academia Militar**. 2015. 80f. Trabalho de Investigação Aplicada - Academia Militar, Lisboa, 2015.

FERREIRA, R. **A simulação como parte do treino operacional**. 2000. Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/12298/1/MAJ%20Silva%20Ferreira.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

FILHO, P. A.; SCARPELINI, S. Simulação: definição. **Medicina (Ribeirão Preto. Online)**, v. 40, n. 2, p. 162-166, abr/jun. 2007. Disponível em: <http://revista.fmrp.usp.br/2007/vol40n2/2_simulacao_definicao.pdf> Acesso em: 08 abr. 2019.

FONG, G. Adapting COTS games for military experimentation. **Simulation & Gaming**, v. 37, n. 4, p. 452-465, dez. 2006.

FURCOLIN, F.; BARBOSA, F. S.; PEREIRA, B. R. Planejamento Baseado em Capacidades Operacionais: da defesa à segurança pública. **Revista Brasileira de Segurança Pública**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 182-199, ago/set. 2013.

HENRIQUES, P. Z.; LIMA JUNIOR, C. A. R. O Simulador de Apoio de Fogo. **Revista Sangue Novo**, Resende, RJ, n. 20, p. 26-29, jan/jun. 2011.

HORA, H. R. M.; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, v. 11, n. 2, p. 85-103, jun. 2010. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/viewFile/9321/8252>>. Acesso em: 20 maio 2019.

GALDINO, J. F. Reflexos da Era do Conhecimento e da 4ª Revolução Industrial na Defesa. **Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação**, v. 8, n. 2, p. 24-34, out. 2018.

GEORGE, A. L. BENNETT, A. **Case studies and theory development in the social sciences**. MIT Press, 2005.

GOMIDE, R. **Simulador 'Safo' permite tiro virtual e economia real da Artilharia do Exército**. Defesanet, Brasília, DF, 2012. Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/terrestre/noticia/9020/Simulador-%E2%80%98Safo%E2%80%99-permite-tiro-virtual-e-economia-real-da-Artilharia-do-Exercito/>>. Acesso em: 26 abr. 2019.

GUIMARÃES, H. F. R. F. Uso de Simuladores para o Adestramento de uma Guarnição de Carro de Combate: aumentando a eficiência e baixando custos. **Revista Giro do Horizonte**, Rio de Janeiro, v. 1, 2014. Disponível em: <<http://girodohorizonte.esao.eb.mil.br/anteriores4.html>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

GUSMÁN, J. J. C.; MORETTO NETO, L.; SHMITT, V. G. H. Una Discusión de Transformación: perspectivas para la transformación militar desde la cultura organizacional. In. MOTTA, P. R.; SCHMITT, V. G. H.; VASCONCELLOS, C. A. R. (Org.). **Desafios Gerenciais em Defesa**. Rio de Janeiro: FGV, 2016, p.207-226.

JASON, S. **Simulator gives field artillery hands on experience**. Fort Sill, Okla, 2011. Disponível em: <https://www.army.mil/article/63231/simulator_gives_field_artillery_hands_on_experience> Acesso em: 14 ago. 2018.

JOHNSON, R. A. Prevendo a Guerra do Futuro. Tradução de Douglas Bassoli. **Doutrina Militar Terrestre em Revista**, v. 2, n. 6, p. 68-82, jul/dez. 2014.

KANG, K.; ROLAND, R. J. Military Simulation. In: BANKS, J. (Editor). **Handbook of simulation principles, methodology, advances, applications and practice**. Atlanta: Engineering & Management Press, 1998. p 645-658.

LEITE, M. D. A. **Planejamento estratégico das Forças Armadas baseado em capacidades**: reflexos para o Exército Brasileiro. 2011. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <<http://200.20.16.3/guardiao/control.php?modulo=cadastro&tela=legislacao&acao=detalhar&menu=0&rodape=0&ld=10586&readonly=true>>. Acesso em: 22 maio 2018.

LOPES, E. G.; FONTES FILHO, J. R.; REZENDE, J. F. C. Conexão entre Estratégia e Conhecimento na Criação de Valor Adicional para *Stakeholders* Expressivos . In. MOTTA, P. R.; SCHMITT, V. G. H.; VASCONCELLOS, C. A. R. (Org.). **Desafios Gerenciais em Defesa**. Rio de Janeiro: FGV, 2016, p.127-151.

LUNDGREN, K. S. **Army Transformation**: the unhinging of title 10 logistics support. Carlisle: United States Army War College, 2005.

MACÊDO, J. A. de; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. de. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, p. 562-613, ago. 2012. ISSN 2175-7941. Disponível em:

<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p562>>. Acesso em: 30 jul. 2018.

MACEDONIA, M. Games soldiers play. **IEEE Spectrum**, v. 39, n. 3, p. 32-37, mar. 2002.

MAIA NETO, J. As Novas Demandas de Segurança e Defesa Nacional e seus Impactos na Transformação das Forças Armadas Brasileiras. In. MOTTA, P. R.; SCHMITT, V. G. H.; VASCONCELLOS, C. A. R. (Org.). **Desafios Gerenciais em Defesa**. Rio de Janeiro: FGV, 2016, p.41-62.

_____. O Processo de Transformação do Exército Brasileiro: um estudo sobre os reflexos da era do conhecimento. **Coleção Meira Mattos**: Revista das ciências militares, n. 24, 2011.

MAKRAKIS, H. **Simuladores e Jogos de Guerra**. 1997. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Altos Estudos Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 1997.

MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Laboratório de psicologia**, p. 65-90, 2006. Disponível em:<<http://publicacoes.ispa.pt/index.php/lp/article/viewFile/763/706>>. Acesso em: 20 maio 2019.

MCCANN, F. D. **Soldados da Pátria: história do Exército brasileiro (1889-1937)**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2009.

MEDEIROS JUNIOR, J. V.; ANEZ, M. E. M.; FERNANDES, A. C.; ALEIXO, F. A. **Software de Simulação Empresarial: Ferramenta de Apoio ao Ensino da Administração**. XXIV Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, Gramado, RS, 2006. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/DCT920.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 18.

MENDES, R. S. Videogame ou Simulador. **Dédalo**: Revista de Segurança de Voo da Aviação do Exército, n. 20, p.6-7, out. 2017.

NEGRÃO, T. L. C. A. O ensino de operações conjuntas nas escolas de altos estudos das forças armadas. **Coleção Meira Mattos**: Revista das Ciências Militares, v. 7, n. 28, p. 47-54, 2013.

NEUVALD, M. A. B. O Processo de Reestruturação do Exército Alemão. **PADECEME**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 18, p.12-21, 2017.

OLIVEIRA, E. R. A estratégia nacional de defesa e a reorganização e transformação das Forças Armadas. **Interesse Nacional**, p. 71-83, abr/jun. 2009.

PAGE, Ernest H.; SMITH, Roger. Introduction to military training simulation: a guide for discrete event simulationists. In: **1998 Winter Simulation Conference. Proceedings (Cat. No. 98CH36274)**. IEEE, 1998. p. 53-60.

PAIVA, L. E. R. O Presente e o Futuro da Dissuasão Brasileira. In FILHO, E. B. S.; MORAES, R.F. **Defesa Nacional para o Século XXI: Política Internacional, Estratégia e Tecnologia Militar**. Rio de Janeiro: IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), 2012.

PEREIRA, A. D. R. C. **Sistemática do Planejamento Estratégico Militar Baseado em Capacidades**: uma necessidade para o Ministério da Defesa. 2016. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia). Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2016.

PEREIRA, R. A. A “Defesa 2020” e o Processo de Transformação do Exército Português. **PADECEME**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 18, p.77-92, 2017.

PERES, S. S. L. Uma Visão do Futuro da Simulação no Treinamento Militar Brasileiro: “Simulação como Serviço”. **Revista Doutrina Militar Terrestre**, v. 5, n. 11, p. 14-19, maio/ago. 2017.

RATWANI, K. L.; ORVIS, K. L.; KNERR, B. **An evaluation of game-based training effectiveness: Context matters**. ARMY RESEARCH INST FOR THE BEHAVIORAL AND SOCIAL SCIENCES ORLANDO FL, 2010.

RIBEIRO JÚNIOR, J. G. **A Integração do Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre com o Sistema de Jogos de Guerra**. 2006. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2006.

RODRIGUES, M. S. et al. 1º Exercício de Simulação Virtual do Simulador de Apoio de Fogo – Sul. **Revista Doutrina Militar Terrestre**, Brasília, DF, v. 5, n. 10, p. 6-13, abr. 2017.

SAINT-PIERRE, H. L. As “Novas Ameaças” às Democracias Latinoamericanas: uma abordagem teórico conceitual. **Segurança e defesa nacional: da competição à cooperação regional**. São Paulo: Fundação Memorial da América Latina, 2007, p. 59-82.

SAMPIERE, R.H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de Pesquisa**. Tradução Daisy Vaz de Moraes. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, W. **Uso de simuladores como ferramenta no ensino-aprendizagem de redes de computadores**. 2015. 37 f. Projeto de Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento) – Universidade Fundação Mineira de Educação e Cultura, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <<http://fumec.br/revistas/sigc/article/view/4611>>. Acesso em: 30 jul. 18.

SILVA, F. A. V. **O Processo de Transformação do Exército: extensão, fontes e fatores intervenientes**. 2013. 194 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2013.

SILVA, J. R. T. **O Poder Relativo de Combate como Ferramenta nos Exercícios de Simulação de Combate: uma proposta**. 2006. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2006.

SMELIK, R. M. et al. Declarative terrain modeling for military training games. **International journal of computer games technology**, v. 2010, p. 2, 2010.

SOARES, E. S. O Emprego dos Simuladores Virtuais Táticos no Adestramento de Forças Tarefas Blindadas. **Ação de Choque**, Santa Maria, RS: Centro de Instrução de Blindados General Walter Pires, n.13, p. 28-40, dez. 2015.

SOUZA, A. F. A Arquitetura da Simulação no CIBLD. **Ação de Choque**, Santa Maria, RS: Centro de Instrução de Blindados General Walter Pires, n.13, p. 07-23, dez. 2015a.

_____. O Emprego da Simulação Virtual no Treinamento Militar: A Experiência do Centro de Instrução de Blindados. **Ação de Choque**, Santa Maria, RS: Centro de Instrução de Blindados General Walter Pires, n.13, p. 40-49, dez. 2015b.

SOUZA, F. S. R. N.; CUNHA, A. S. M. O Planejamento Estratégico como Condicionante do Processo de Elaboração Orçamentária no Setor Público: o caso das organizações da Marinha do Brasil. In. MOTTA, P. R.; SCHMITT, V. G. H.;

VASCONCELLOS, C. A. R. (Org.). **Desafios Gerenciais em Defesa**. Rio de Janeiro: FGV, 2016, p.103-125.

TEIXEIRA, J. F. **Uma proposta de software educacional simulador para ensino de sistemas operacionais**. 2001. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/79766>>. Acesso em: 30 jul. 18.

VAN EVERA, S. What are case studies? How should they be performed. In:_____. **Guide to Methods for Students of Political Science**. Cornell University Press, 1997. p. 49-88.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

VILLAS BÔAS, E D C. **O Papel da Ciência e Tecnologia no Processo de Transformação do Exército Brasileiro**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP, 2016. Disponível em <<http://www.iea.usp.br/publicacoes/textos/o-papel-da-ciencia-e-tecnologia-no-processo-de-transformacao-do-exercito-brasileiro/view>>. Acesso em: 28 maio 2018.

VISACRO, A. O Desafio da Transformação. **Military Review**, Kansas, v. 66, n. 2, p. 46-55, mar/abr. 2011.

YARDLEY, R. J. et al. **Use of simulation for training in the US Navy surface force**. RAND CORP. Santa Mônica, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Tradução Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

WALKER, S. K. **Capabilities-Based Planning: how it is intended to work and challenges to its successful implementation**. Carlisle: United States Army War College, 2005.

WALTER, O. M. F. C. Análise de ferramentas gratuitas para condução de survey online. **Produto & Produção**, v. 14, n. 2, p. 44-58, jun. 2013.

WHITNEY, S. J.; TEMBY, P.; STEPHENS, A. **Evaluating the Effectiveness of Game-Based Training: A Controlled Study with Dismounted Infantry Teams.** Defence Science and Technology Organisation. Salisbury, 2013.

ANEXO A – ENTREVISTA A

Pesquisa SIMULAÇÃO VIRTUAL: sua contribuição na geração de capacidade para a Força Terrestre

FORMULÁRIO DE ENTREVISTA DIRECIONADA AOS OFICIAIS DE LOGÍSTICA DAS ORGANIZAÇÕES MILITARES (OM) QUE SE ADESTRARAM NO SIMAF EM 2019

1. Caro entrevistado, responda às perguntas abaixo em relação custo médio para adestramento da sua Organização Militar (OM) em um **Exercício no Terreno (ET)**. **Suas informações são fundamentais** para a pesquisa. **Não é necessário se identificar.**

a. Consumo de combustível

1) Km rodados da OM até o Campo de Instrução: _____

2) Quantidade de viaturas utilizada (Tipo Vtr/Tipo de Combustível/Quantidade em Litros):

Qtde Vtr	Tipo de Vtr	Tipo de Combustível	Quantidade de Litros Utilizados

3) Custo Total do consumo de combustível em Real: _____

b. Consumo de alimentação

1) Quantidade de pessoal alimentado pela OM: _____

2) Custo total do consumo de alimentos em Real: _____

c. Consumo de munição/tiro real:

Tipo de Granada	Quantidade Consumida	Valor Unitário em R\$	Valor Total Consumido em R\$

- Custo Total da munição consumida em Real: _____

2. Agora, solicito responder às perguntas abaixo em relação custo médio para adestramento da sua Organização Militar (OM) **no Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF)**. **Sua opinião é fundamental** para a análise da influência do uso dos simuladores na geração de capacidade para a Força Terrestre. **Não é necessário se identificar.**

a. Consumo de combustível

1) Km rodados da OM sede até o SIMAF: _____

2) Quantidade de viaturas utilizada (Tipo Vtr/Tipo de Combustível/Quantidade em Litros):

Qtde Vtr	Tipo de Vtr	Tipo de Combustível	Quantidade de Litros Utilizados

3) Custo Total do consumo de combustível em Real: _____

b. Consumo de alimentação

1) Quantidade de pessoal alimentado pela OM: _____

2) Custo total do consumo de alimentos em Real: _____

c. Quantidade de disparos simulados realizados (Tipo/Quantidade):

Tipo de Granada	Quantidade	Valor Unitário em R\$ deste tipo de granada, caso fosse munição real	Valor Total em R\$ deste tipo de granada, caso fosse munição real

- Custo Total das granadas em Real, caso fossem munições reais: _____

ANEXO B – ENTREVISTA B

Pesquisa SIMULAÇÃO VIRTUAL: sua contribuição na geração de capacidade para a Força Terrestre

FORMULÁRIO DE ENTREVISTA DIRECIONADO AO EFETIVO DE MILITARES QUE SE ADESTRARAM NO SIMAF EM 2019

Caro entrevistado, responda às perguntas abaixo em relação à influência do **Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF)** no processo de geração da capacidade operativa de apoio de fogo para sua Organização Militar (OM). **Sua opinião é fundamental** para a análise da influência do uso dos simuladores na geração de capacidade para a Força Terrestre.

Qual o grau hierárquico do senhor?

Oficial **Praça (STen/Sgt)** **Praça (Cb/Sd)**

Qual a faixa etária do senhor?

Entre 36 e 54 anos **Entre 29 e 35 anos** **Entre 18 e 28 anos**

1. Atribua o grau de importância do Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF) para o adestramento:

Nada **Pouco** **Razoável** **Importante** **Muito Importante**

2. O exercício de simulação realizado no SIMAF foi fidedigno ao Exercício no Terreno (ET) quanto aos materiais utilizados [armamento (Obuseiros ou Morteiros), equipamentos de comunicação, binóculos, munição, etc]?

Nada **Pouco** **Razoável** **Fidedigno** **Muito Fidedigno**

3. O exercício de simulação realizado no SIMAF foi fidedigno ao Exercício no Terreno (ET), quanto aos trabalhos realizados para execução do tiro real pelo Pel Mrt P (Linha Fogo, Observação, Central de Tiro, etc)?

Nada **Pouco** **Razoável** **Fidedigno** **Muito Fidedigno**

4. O exercício de simulação realizado no SIMAF foi fidedigno ao Exercício no Terreno (ET), quanto à proximidade do cenário virtual com o ambiente real?

Nada **Pouco** **Razoável** **Fidedigno** **Muito Fidedigno**

5. Quanto à contribuição para alcançar os objetivos de adestramento das Técnicas de Tiro, o exercício de simulação realizado no SIMAF?

Nada **Pouco** **Razoável** **Contribuiu** **Muito Contribuiu**

6. Após a utilização do Simulador, a sua confiança para a prática do tiro real mudou?

Nada **Pouco** **Razoável** **Aumentou** **Muito Aumentou**

7. Quanto à contribuição para o desempenho no tiro real realizado no Exercício no Terreno (ET), a utilização do Simulador?

Nada **Pouco** **Razoável** **Contribuiu** **Muito Contribuiu**

8. Quanto à importância para o adestramento, o senhor entende o Simulador como?

Nada **Pouco** **Razoável** **Importante** **Muito Importante**

9. Como o senhor avalia a importância de retornar ao Simulador em outras oportunidades?

Nada **Pouco** **Razoável** **Importante** **Muito Importante**

ANEXO C – Lista de Simuladores em Uso no Exército Brasileiro

Modalidade	Simulador	Desenvolvedor	Utilização	Local de Emprego	Situação
VIVA	DSET	Saab	Tropas em geral	CIBId CA-Leste CA-Sul RCC	Em Uso
	Míssel IGLA (9F663)	KBM	Guarnição do Míssel IGLA	EsACosAA e GAA Ae	Em Uso
	SPT	KMW	Guarnição do CC Leopard 1A5	CIBId AMAN RCC	Em Uso
	Procedimentos médicos	SimPad	Militares de Saúde	EsSLog	Em Uso
CONSTRUTIVA	COMBATER	RustCon	Comandantes e Estados-Maiores	COTER	Em Uso
VIRTUAL	STAL	SPECTRA e CTE _x	Tiro de Fuzil e Pistola	20º BIB	Em Uso
	VBS 3	Bohemia Interactive	Tropas Blindadas e Mecanizadas	CIBId RCC AMAN	Em Uso
	Steel Beast	e-SIM Games	Tropas Blindadas	CIBId RCC	Em Uso
	SIMAF	TECNOBIT	Tropas de Artilharia	AMAN CA - SUL	Em Uso
	TSB	KMW	Guarnição do CC Leopard 1A5	CIBId	Em Uso

Modalidade	Simulador	Desenvolvedor	Utilização	Local de Emprego	Situação
VIRTUAL	SPM	KMW	Guarnição do CC Leopard 1A5	CIBld RCC	Em Uso
	TSP			CIBld RCC	Em Uso
	TBC	eFly e DCT	Motoristas e Mecânico Viaturas da Família GUARANI	CIBld	Em Uso
	REMAX	ARES e CTEEx	Viaturas da Família GUARANI	CIBld e OM Mec	Em Dsv
	SIGUA	UFSM e CIBld	Guarnição da Viatura GUARANI	CIBld	Em Dsv
	SHEFE	Spectra e CTEEx	Tripulação de Helicóptero	CIAvEx	Em Uso
	SIMOC	TI Decatron	Proteção, exploração e ataque em campo cibernético	CComGEx	Em Uso
	Conduta Auto para Viaturas Leves e Pesadas	-	Motoristas	16º BLog	Em Uso
	Sistema ASTRO	AVIBRAS	Guarnição da Plataforma ASTROS	6º GMF	Em Dsv
	RBS 70	Saab	Guarnição do RBS 70	EsACosAA GAAEe	Em Uso

Continuação do ANEXO C – Lista de Simuladores em Uso no Exército Brasileiro

Modalidade	Simulador	Desenvolvedor	Utilização	Local de Emprego	Situação
VIRTUAL	Míssel IGLA (9F874)	GosCSI	Guarnição do Míssel IGLA	EsACosAA	Em Uso
	Míssil Superfície- Superfície 1.2 Anticarro	SIATT e CTEEx	Guarnição do Míssil	-	Em Dsv
	Motoniveladora por imersão	Oniria	Operador de Motoniveladora	CI Eng	Em Uso

Fonte: o autor