

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

Maj Inf GUSTAVO ASSIS VITÓRIO

**O adestramento do apoio de fogo orgânico dos  
Batalhões e Regimentos realizado no Sistema de  
Simulação de Apoio de Fogo do Centro de  
Adestramento-Sul e sua contribuição para a economia  
de recursos no âmbito do Exército Brasileiro**



Rio de Janeiro  
2021

Maj Inf GUSTAVO ASSIS VITÓRIO

**O adestramento do apoio de fogo orgânico dos Batalhões e Regimentos realizado no Sistema de Simulação de Apoio de Fogo do Centro de Adestramento-Sul e sua contribuição para a economia de recursos no âmbito do Exército Brasileiro**

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

Orientador: Maj Inf Cleber Modesto de Castro

Rio de Janeiro  
2021

V845a Vitória, Gustavo Assis.

O adestramento do apoio de fogo orgânico dos Batalhões e Regimentos realizado no Sistema de Simulação de Apoio de Fogo do Centro de Adestramento-Sul e sua contribuição para a economia de recursos no âmbito do Exército Brasileiro. / Gustavo Assis Vitória. – 2021.  
49 f.: il ; 30 cm.

Orientação: Cleber Modesto de Castro.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares)  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2021.  
Bibliografia: f. 46-48.

1. ADESTRAMENTO. 2. SIMULAÇÃO. 3. ECONOMIA DE RECURSOS.  
I. Título.

CDD 355.4

Maj Inf GUSTAVO ASSIS VITÓRIO

**O adestramento do apoio de fogo orgânico dos Batalhões e Regimentos realizado no Sistema de Simulação de Apoio de Fogo do Centro de Adestramento-Sul e sua contribuição para a economia de recursos no âmbito do Exército Brasileiro**

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

Aprovado em 18 de outubro de 2021.

COMISSÃO AVALIADORA

---

Cleber Modesto de Castro - Maj Inf - Presidente  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

---

Eric Monios – Ten Cel Eng - Membro  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

---

Eder Córdova da Silva - Maj Cav - Membro  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pelo dom da vida e pela minha saúde, que tem me proporcionado condições para me tornar um ser humano e um profissional melhor.

À minha esposa Priscila, pelo amor verdadeiro, companheirismo e cumplicidade ao longo de mais de vinte anos, nos momentos alegres e nos momentos de dificuldades.

Às minhas filhas Letícia e Isadora, inspiração dos meus dias e fonte perene de alegria em minha vida.

Aos meus pais, Luiz e Ana Maria, pelo amor, dedicação e carinho com que me criaram e que me prestam até os dias de hoje, e pela educação firme e sólida que me proporcionaram.

Ao meu orientador, Major De Castro, pela amizade e pelas orientações precisas e oportunas que dispensou a mim durante a execução desse trabalho.

“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia.” (Robert Collier)

## RESUMO

A presente pesquisa pretende apresentar o adestramento do apoio de fogo orgânico dos Batalhões e Regimentos realizado no Sistema de Simulação de Apoio de Fogo (SIMAF) do Centro de Adestramento-Sul (CA-Sul) e sua contribuição para a economia de recursos no âmbito do Exército Brasileiro. Em seu capítulo inicial, o trabalho aborda alguns conceitos sobre simulação e apresenta, em linhas gerais, os tipos de simulação militar empregados atualmente pelo Exército Brasileiro no treinamento de suas tropas. Em um segundo momento, o trabalho apresenta todas as instalações físicas do simulador que são envolvidas na realização de um exercício de adestramento de pelotão de morteiro pesado. Além disso, apresenta também, as possibilidades e limitações dessa ferramenta. No terceiro capítulo, a pesquisa revela a metodologia que vem sendo aplicada por ocasião da realização dos exercícios de adestramento, detalhando toda a sistemática envolvida na atividade, bem como cada fase do treinamento. No quarto capítulo, o presente trabalho apresenta os custos relacionados à construção das instalações físicas do simulador, ao desenvolvimento do sistema de simulação, ao consumo de energia elétrica, ao pagamento dos militares que trabalham no simulador, além dos valores das granadas utilizadas na simulação e levantamento da quantidade de tiros de morteiro 120mm realizados durante os três anos que foram levados em consideração para a realização da presente pesquisa: 2018, 2019 e 2020. Por fim, como conclusão da pesquisa, é apresentada a contribuição do SIMAF do CA-Sul para a economia de recursos no âmbito do Exército Brasileiro, com valores expressos em reais, fruto da realização dos exercícios de adestramento de pelotão de morteiro pesado.

Palavras-chave: Simulação; Adestramento; Economia de Recursos.

## **ABSTRACT**

This research intends to present the training of the organic fire support of Battalions and Regiments performed in the Fire Support Simulation System (SIMAF) of the South Training Center (CA-Sul) and its contribution to saving resources within the Brazilian Army. In its initial chapter, the work addresses some concepts about simulation, and it presents, in general lines, the types of military simulation currently used by the Brazilian Army in the training of its troops. In a second moment, the work presents all the physical installations of the simulator that are involved in the realization of a heavy mortar platoon training exercise. In addition, it also presents the possibilities and limitations of this tool. In the third chapter, the research reveals the methodology that has been applied during the training exercises, detailing all the systematic involved in the activity, as well as each phase of training. In the fourth chapter, the present work presents the costs related to the construction of the physical facilities of the simulator, the development of the simulation system, the consumption of electricity, to the payment of the soldiers who work in the simulator, in addition to the values of the grenades used in the simulation and survey of the number of 120mm mortar shots carried out during the three years that were taken into account for this research: 2018, 2019 and 2020. Finally, as a conclusion of the research, the contribution of the CA-Sul Fire Support Simulation System to the economy of resources within the Brazilian Army is presented, with values expressed in reais, resulting from the training exercises of heavy mortar platoons.

Keywords: Simulation; Training; Resource Savings.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Simulador virtual de procedimento de torre para blindado.....	10
FIGURA 2 – Trabalho de um Estado Maior na simulação construtiva.....	10
FIGURA 3 – Militar portando fuzil com emissor laser utilizado na simulação viva.....	11
FIGURA 4 – Correlação existente entre as instalações físicas do SIMAF e os subsistemas de artilharia.....	16
FIGURA 5 – Posto de Observação do SIMAF.....	18
FIGURA 6 – Subsistema de direção e coordenação de tiro realizando trabalhos na Central de Tiro do SIMAF.....	19
FIGURA 7 – Linha de Fogo do SIMAF com o morteiro pesado sensorizado.....	20
FIGURA 8 – Centro de Controle do Exercício do SIMAF.....	21
FIGURA 9 – Sequência de uma missão de tiro simulada.....	22
FIGURA 10 – Fases do exercício.....	28
FIGURA 11 – Etapas da fase de aplicação do exercício.....	30
FIGURA 12 - Pavilhões do SIMAF em construção.....	34
FIGURA 13 - Granada de morteiro 120mm AE PR.....	38

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1 PROBLEMA .....	13
1.2 OBJETIVOS .....	13
<b>1.2.1 Objetivo geral</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>14</b>
1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO .....	14
<b>2 O SISTEMA DE SIMULAÇÃO DE APOIO DE FOGO DO CA-SUL</b> .....	<b>15</b>
2.1 POSTO DE OBSERVAÇÃO (PO) .....	17
2.2 CENTRAL DE TIRO (C TIR) .....	18
2.3 LINHA DE FOGO (LF) .....	19
2.4 CENTRO DE CONTROLE DO EXERCÍCIO (CCONEX) .....	20
2.5 POSSIBILIDADES DO SIMAF .....	21
2.6 LIMITAÇÕES DO SIMAF .....	24
<b>3 O EXERCÍCIO DE ADESTRAMENTO DO PELOTÃO DE MORTEIRO PESADO REALIZADO NO SIMAF</b> .....	<b>26</b>
3.1 EXERCÍCIOS PARA TESTE DO SIMULADOR .....	26
3.2 SISTEMÁTICA DE REALIZAÇÃO DO EXERCÍCIO DE PEL MRT P.....	27
<b>3.2.1 Fase de Preparação</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2.2 Fase de Aplicação</b> .....	<b>28</b>
3.2.2.1 <i>Adaptação ao Sistema de Simulação</i> .....	28
3.2.2.2 <i>Treinamento por Subsistemas</i> .....	29
3.2.2.3 <i>Treinamento Conjunto</i> .....	29
<b>3.2.3 Fase de Consolidação</b> .....	<b>30</b>
<b>4 O LEVANTAMENTO DE CUSTOS DO SIMULADOR</b> .....	<b>31</b>
4.1 ASPECTOS GERAIS .....	31
4.2 CUSTOS RELACIONADOS À CONSTRUÇÃO DAS INSTALAÇÕES FÍSICAS DO SIMAF .....	33
4.3 CUSTOS RELACIONADOS AO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE SIMULAÇÃO.....	34
4.4 CUSTOS RELACIONADOS AO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO SIMAF.....	35
4.5 CUSTOS RELACIONADOS AO PAGAMENTO DO PESSOAL .....	36
4.6 VALOR DAS GRANADAS DE MORTEIRO 120MM E QUANTIDADE DE TIROS REALIZADOS .....	38
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa pretende apresentar o adestramento do apoio de fogo orgânico dos Batalhões e Regimentos realizado no Sistema de Simulação de Apoio de Fogo (SIMAF) do Centro de Adestramento-Sul (CA-Sul) e sua contribuição para a economia de recursos no âmbito do Exército Brasileiro.

Em termos conceituais, a simulação pode ser definida como um método técnico que permite a representação artificial de uma atividade ou um evento real, por meio de um modelo. Com o auxílio de um sistema informatizado, mecânico, hidráulico ou de sistemas combinados, a simulação reproduz as características e a evolução de um processo ao longo do tempo. O progresso dos métodos numéricos e o aumento extraordinário do desempenho dos computadores permitem, graças a simulações cada vez mais detalhadas, prever o comportamento de sistemas complexos, as propriedades de novos materiais e de simular fenômenos naturais como a evolução de estrelas e do clima, por exemplo. A indústria utiliza cada vez mais a simulação numérica, validada pela experimentação, para encurtar o ciclo de desenvolvimento de seus novos produtos e assim aumentar sua competitividade (BRASIL, 2014).

Partindo das definições conceituais de simulação, a simulação militar é a reprodução, conforme regras pré-determinadas, de aspectos específicos, de uma atividade militar ou da operação de material de emprego militar, empregando um conjunto de equipamentos, softwares e infraestruturas (BRASIL, 2014).

A simulação militar pode ser conduzida em três modalidades: simulação virtual, construtiva e viva.

A simulação virtual é a modalidade na qual são envolvidas agentes reais, operando sistemas simulados, ou gerados em computador, substituindo sistemas de armas, veículos, aeronaves e outros equipamentos cuja operação exija elevado grau de adestramento, ou que envolva riscos e/ou custos elevados para operar. A principal aplicação dessa modalidade é no desenvolvimento de técnicas e habilidades individuais, que permita explorar os limites do operador e do equipamento, podendo ser integrada em um ambiente virtual comum, possibilitando o adestramento tático de determinada fração e mesmo em exercício com interoperabilidade de sistemas de simulação (BRASIL, 2014).

FIGURA 1 – Simulador virtual de procedimento de torre para blindado.



Fonte: ARRUDA, 2018.

A simulação construtiva envolve tropas e elementos simulados, operando sistemas simulados, controlados por agentes reais, normalmente numa situação de comandos constituídos, sendo também conhecida pela designação de “jogos de guerra”. A ênfase dessa modalidade é a interação entre agentes, divididos em forças oponentes que se enfrentam sob o controle de uma direção de exercício. O principal emprego desta modalidade é no adestramento de comandantes e estados-maiores, no processo de tomada de decisão, e no funcionamento de postos de comando e sistemas de comando de controle (BRASIL, 2014).

FIGURA 2 – Trabalho de um Estado Maior na simulação construtiva



Fonte: BRASIL, 2014.

Por fim, a simulação viva é a modalidade na qual são envolvidos agentes reais, operando sistemas reais (armamentos, equipamentos, viaturas e aeronaves de dotação), no mundo real, com o apoio de sensores, dispositivos apontadores “laser” e outros instrumentos que permitem acompanhar o elemento e simular os efeitos dos engajamentos. Com o emprego de equipamentos adequados é possível a integração com outros sistemas de simulação (BRASIL, 2014).

FIGURA 3 – Militar portando fuzil com emissor laser utilizado na simulação viva



Fonte: MIGUEL, 2019.

De acordo com Carvalho (2011, p. 1), a simulação de combate é uma importante ferramenta de que dispõem as principais forças armadas do mundo para a manutenção do estado de prontidão de seus efetivos. A utilização deste meio decorre da crescente necessidade de treinamento provocada por um quadro de ameaças difusas e multifacetadas, que lançam uma cortina de incertezas no campo de batalha moderno.

Segundo aquele autor, a evolução científico-tecnológica ocorrida após a 2ª Guerra Mundial acarretou o aumento do poder destrutivo e da letalidade dos armamentos, bem como da mobilidade no campo de batalha. Como consequência, as operações militares passaram a necessitar de maiores espaços para utilizar todas as possibilidades advindas do aumento da velocidade e da autonomia dos veículos disponíveis.

Ainda conforme Carvalho, O foco do adestramento para o combate sempre esteve ligado ao preparo do homem para enfrentar um ambiente operacional que se assemelhasse ao máximo ao de uma guerra. Neste contexto, verifica-se que os

campos de instrução se tornam cada vez mais exíguos e longínquos, sujeitos a injunções de entidades de preservação ambiental, normalmente contrárias a exercícios militares. As áreas disponíveis para tiro real reduzem-se e a capacidade de desdobramento de grandes unidades constituídas é limitada, não permitindo mais um adestramento pleno para enfrentar as imposições do combate moderno.

Nesse contexto, a simulação militar tem sido importante ferramenta para as Forças Armadas de todo o mundo, no sentido de manter as tropas aptas a combater em diferentes ambientes, empregando os meios disponíveis com precisão e eficiência, permitindo, ainda, o treinamento efetivo com significativa redução de riscos e custos, além do aproveitamento de reduzidos espaços físicos (CARVALHO E SILVA, 2011).

O Exército Brasileiro (EB), no contexto de seu processo de transformação, iniciado a partir de 2010, com a publicação da Portaria nº 075-EME, de 10 de junho de 2010, que aprova a diretriz para implantação do referido processo, identificou a simulação de combate como recurso fundamental no aprimoramento e no desenvolvimento de capacidades (BRASIL, 2013b), utilizando a mesma como ferramenta que auxilia no adestramento das tropas blindadas e mecanizadas do Comando Militar do Sul (CMS), bem como na manutenção de seu estado de prontidão.

Nesse sentido, a partir de 2010, o EB desenvolveu o projeto Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF) com a intenção de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem e o adestramento de seu apoio de fogo. O projeto culminou com a ativação, em 2016, de dois simuladores de apoio de fogo, um situado na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), em Resende-RJ, e outro no Centro de Adestramento-Sul (CA-Sul), em Santa Maria-RS. Uma das atribuições recebidas pelos dois simuladores é de contribuir com o aprimoramento do adestramento dos pelotões de morteiro pesado do EB (BRASIL, 2016).

Segundo Taveira (2019), o emprego da simulação proporciona uma série de benefícios, dentre os quais podem ser citados: disponibilidade, redução de riscos, eficácia no adestramento, imitação do combate, otimização do tempo, correção imediata, preservação do meio ambiente e economia de recursos, sendo esse último benefício o cerne do presente trabalho.

## 1.1 PROBLEMA

O Exército Brasileiro tem incrementado ao longo das últimas três décadas o seu sistema de simulação. Materializando o que foi dito anteriormente, a Força Terrestre ativou em 2016 o SIMAF no Centro de Adestramento-Sul, localizado na cidade de Santa Maria, vocacionado inteiramente para o adestramento do apoio de fogo de tropas blindadas e mecanizadas.

Cabe destacar que, para viabilizar a instalação desse simulador, grande quantidade de recursos foi e continua sendo investida: construção de novas instalações, adequação de instalações já existentes, compra de equipamentos e programas de simulação, transferência de militares para ocuparem cargos específicos e capacitação de pessoal são alguns aspectos que demandam grande quantidade de recursos do Governo Federal.

Como já citado anteriormente, a simulação de combate proporciona inúmeros benefícios no que diz respeito ao treinamento de tropas. Recapitulando: disponibilidade, redução de riscos, eficácia no adestramento, imitação do combate, otimização do tempo, correção imediata, preservação do meio ambiente e economia de recursos, este último benefício sendo de grande importância para os objetivos dessa pesquisa.

Diante do exposto acima, surge a seguinte problemática: Qual contribuição do SIMAF do CA-Sul, no que diz respeito à economia de recursos, proveniente do adestramento do apoio de fogo orgânico dos Batalhões de Infantaria e Regimentos de Cavalaria realizado naquele simulador?

Tal problemática cresce de importância, tendo em vista os períodos de austeridade pelos quais o Brasil atravessa constantemente, resultando em repasses de recursos ao Ministério da Defesa normalmente menores que a demanda imposta, o que, inevitavelmente, impacta o nível de adestramento do EB.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Apresentar a contribuição do Sistema de Simulação de Apoio de Fogo do CA-Sul, no que diz respeito à economia de recursos, fruto do adestramento do apoio de

fogo orgânico dos Batalhões de Infantaria e Regimentos de Cavalaria realizado naquele simulador.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Apresentar o Simulador de Apoio de Fogo do CA-Sul;

Descrever o exercício de adestramento dos pelotões de morteiro pesado realizado no SIMAF;

Apresentar a economia de recursos proporcionada pela utilização do SIMAF para adestrar o apoio de fogo dos Batalhões de Infantaria e Regimentos de Cavalaria.

### **1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO**

O Brasil passa, ano após ano, por uma série de dificuldades econômicas que provocam escassez de recursos e seguidos contingenciamentos. Tal realidade, como não poderia ser diferente, é sentida também no âmbito das Forças Armadas (FFAA), particularmente no EB.

Diante desse cenário de austeridade, os recursos disponíveis são empregados de maneira judiciosa e dentro de uma escala de prioridades, que nem sempre atende as demandas do EB relacionadas ao adestramento de seu Braço Forte.

Dessa forma, o presente trabalho apresenta sua relevância para o Exército Brasileiro, na medida em que apresenta aspectos relacionados à economia de recursos, fruto do emprego da simulação de combate no adestramento de suas tropas blindadas e mecanizadas, o que proporciona a manutenção de um estado de prontidão adequado, a despeito de um cenário econômico, por vezes, desfavorável. Além disso, a presente pesquisa possui sua relevância acadêmica, uma vez que contribui para a geração de novas informações na área estudada, revelando a necessidade de realização de outras pesquisas que abordem o tema em questão, utilizando para isso outros tipos de simulação e simuladores.



## 2 O SISTEMA DE SIMULAÇÃO DE APOIO DE FOGO DO CA-SUL

De acordo com Miguel (2019, p. 12):

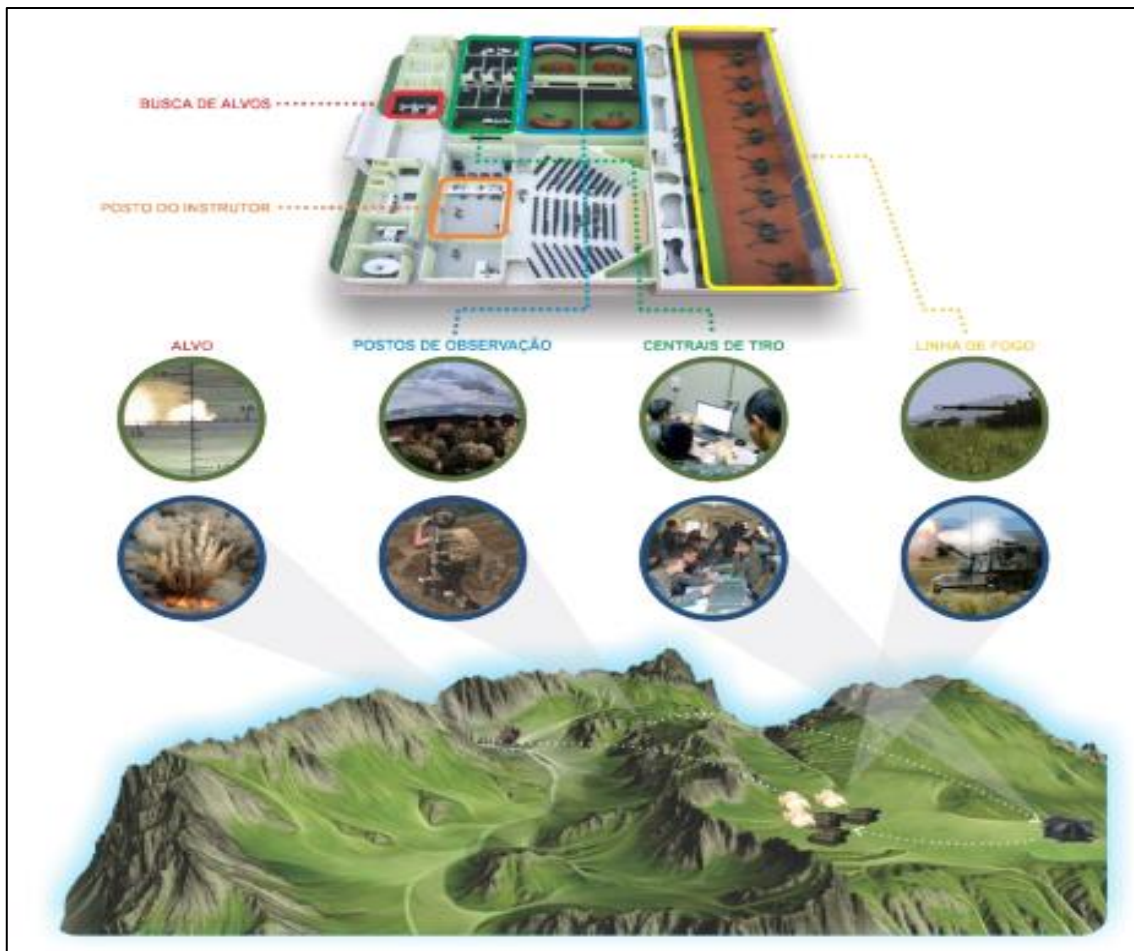
O Sistema de Simulação de Apoio de Fogo (SIMAF) foi idealizado com o objetivo de tentar superar as deficiências no ensino e no adestramento das atividades de apoio de fogo da Função de Combate Fogos, provocado pela situação de contingenciamento orçamentário que as diversas áreas do governo, entre elas a defesa, estão sendo submetidas nos últimos anos. Além desse viés, o sistema foi desenvolvido como alternativa para superar as limitações quanto ao espaço reduzido dos campos de tiro da Artilharia, cada vez mais circundados por áreas urbanizadas, e como solução às restrições impostas pelas condicionantes ambientais. Tendo como base essas premissas, em meados de 2010, o Exército Brasileiro iniciou o processo para a aquisição de dois simuladores para a Artilharia de Campanha, que seriam instalados na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), em Resende (RJ), e no então Centro de Adestramento e Avaliação Sul (CAA/Sul), atualmente denominado de Centro de Adestramento Sul (CA/Sul), em Santa Maria (RS) (BRASIL, 2010).

O SIMAF é um sistema que se enquadra na modalidade de simulação virtual, apesar de um dos subsistemas, a linha de fogo, abranger parte da modalidade de simulação viva. O desenvolvimento do SIMAF teve como base o *SIMACA (Simulador de Artilhería de Campaña)*, simulador criado pela empresa *Tecnobit* para o Exército Espanhol (MIGUEL, 2019).

Esse sistema é constituído por instalações físicas, equipamentos e *software* capaz de simular, em um ambiente virtual, fogos indiretos dos principais meios da artilharia de campanha e dos morteiros pesados do EB (Figura 04), com suas respectivas trajetórias balísticas, pontos de impacto e efeitos sobre o alvo (DUARTE, 2020).

As instalações físicas são capazes de comportar a tropa e oferecer os recursos para o treinamento simulado das turmas e seções responsáveis pelas atividades da execução e coordenação do apoio de fogo, com cada subsistema tendo seu posto ou sala correspondente, conforme podemos verificar na figura a seguir:

FIGURA 4 – Correlação existente entre as instalações físicas do SIMAF e os subsistemas de artilharia.



Fonte: MIGUEL, 2019.

O SIMAF possui as seguintes instalações voltadas a simulação militar: três postos de observação, três postos de Centrais de Tiro de Bateria, três Centros de Coordenação de Apoio de Fogo nível Unidade, uma sala de Central de Tiro de Grupo, um Centro de Coordenação de Apoio de Fogo nível Brigada, uma sala do Cento de Operações Táticas da Artilharia Divisionária, um saguão da Linha de Fogo, um posto do administrador técnico, um auditório e um Centro de Controle de Exercícios, contando ainda com um laboratório de simulação destinado a realizar atualizações e evoluções no sistema de simulação como um todo.

No SIMAF são realizados quatro tipos de exercícios, de acordo com os objetivos de adestramento específicos para cada tropa usuária, a saber: Exercício de Adestramento de Pelotão de Morteiro Pesado (Pel Mrt P), Exercício de Adestramento de Observadores dos GAC, Exercício de Adestramento de GAC e Exercício de

Planejamento e Coordenação de Fogos nível Brigada ou Superiores (DUARTE, 2020).

Serão descritas, a seguir, as características das instalações utilizadas especificamente nos exercícios de adestramento de pelotão de morteiro pesado, foco da presente pesquisa, bem como as principais potencialidades e limitações do simulador.

## 2.1 POSTO DE OBSERVAÇÃO (PO)

O SIMAF possui três postos de observação. Os PO possuem uma tela curva que cobre um campo de visão de 125°, a qual recebe a projeção combinada de três projetores de alta resolução. Possibilita uma “imersão” do militar em treinamento no cenário projetado. As imagens correspondem ao terreno no qual se desencadeiam as ações da tropa (DUARTE, 2020).

A ambientação é complementada por um sistema sonoro capaz de reproduzir o som do ambiente simulado, dos armamentos, das viaturas e do sibilar das granadas em voo e dos impactos das mesmas.

Com auxílio da projeção, os militares que desempenham as funções de observadores avançados treinam suas ações na designação de alvos e na condução de tiros.

A instalação conta com os seguintes equipamentos emulados necessários para estas atividades: bússola magnética, sistema de posicionamento global (GPS), binóculos convencionais e multifuncionais com visão noturna, telêmetro laser e plataforma goniométrica.

O PO possui também computadores com formulários para inserção dos dados observados, que correspondem aos documentos doutrinários para preenchimento em uma situação real, e rádios emulados que imitam equipamentos em uso no EB, destinados à comunicação entre as frações do pelotão.

FIGURA 5 – Posto de Observação do SIMAF



Fonte: MIGUEL, 2019.

Dessa maneira, os Postos de Observação do SIMAF permitem ao usuário uma imersão bastante próxima da realidade, proporcionada por intermédio das tecnologias existentes nessa instalação, simulando diversas situações nas quais o Observador Avançado deve conduzir seus trabalhos de pedido e correção dos tiros realizados.

## 2.2 CENTRAL DE TIRO (C TIR)

O subsistema de Direção e Coordenação de Tiro abrange uma sala para a Central de Tiro de Grupo, três salas destinadas para as Centrais de Tiro de Bateria, três salas destinadas aos Centros de Coordenação de Apoio de Fogo de nível Unidade e uma sala de Estado-Maior de nível Unidade ou Grande Unidade (MIGUEL, 2019). Cabe ressaltar que tanto a sala destinada a Central de Tiro de Grupo, como as três salas destinadas as Centrais de Tiro de Bateria podem ser utilizadas nos exercícios do pelotão de morteiro pesado.

Nas salas existem, ainda, um computador com *software* que gera todos os formulários previstos pela doutrina militar para serem confeccionados em uma central de tiro real. Por intermédio desse computador, o usuário insere os dados que ficam gravados no sistema de simulação. As instalações contam ainda com rádios emulados atrelados ao sistema, que tem por finalidade o estabelecimento das comunicações entre as frações do pelotão de morteiro.

FIGURA 6 – Subsistema de direção e coordenação de tiro realizando trabalhos na Central de Tiro do SIMAF



Fonte: MIGUEL, 2019.

Desse modo, as Centrais de Tiro do SIMAF permitem à tropa usuária a realização dos trabalhos inerentes a esse subsistema em excelentes condições, tendo em vista a disponibilidade de computadores com os formulários previstos para essa atividade, além de rádios que proporcionam a integração dos diversos subsistemas envolvidos no desencadeamento de uma missão de tiro.

### 2.3 LINHA DE FOGO (LF)

O saguão da linha de fogo dispõe de espaço físico suficiente para acomodar as quatro peças reais de morteiro 120 mm, que constituem um pelotão de morteiro pesado. Esta instalação dispõe de oito conjuntos de sensores que servem para sensorizar as peças reais. Os sensores são conectados a um computador que, por sua vez, está inserido no sistema de simulação por intermédio de uma rede sem fio.

Após o procedimento de sensorização das peças reais, todas as informações registradas na peça por sua guarnição, relacionadas à altura, direção e alcance, são enviadas e interpretadas automaticamente pelo sistema de simulação no momento da execução do tiro. O saguão oferece a possibilidade de se trabalhar *indoor* ou *outdoor*. Nesse caso, por meio de extensões para transmissão da energia elétrica que alimenta os equipamentos, cobrindo uma distância de até 100 metros da área coberta.

A execução do tiro virtual propriamente dito se dá por meio de sensores que identificam o choque do simulacro da granada no percutor do tubo do morteiro. Esta granada possui também 10 sensores que representam as cargas de projeção, sendo

a utilização dos mesmos condicionada pelo alcance que se deseja atingir em cada missão de tiro (DUARTE, 2020).

FIGURA 7 – Linha de Fogo do SIMAF com o morteiro pesado sensorizado



Fonte: DUARTE, 2020.

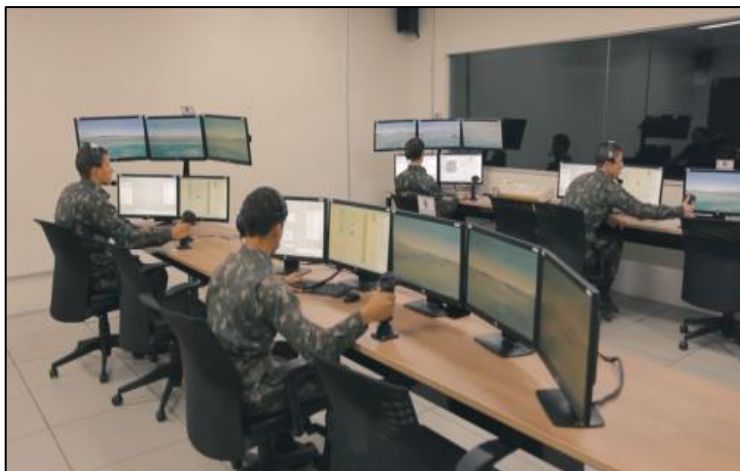
Dessa forma, a Linha de Fogo proporciona à tropa usuária o treinamento técnico-procedimental da guarnição da peça do morteiro, bem como a leitura dos dados da missão de tiro que foram inseridos na peça. Essa leitura é feita por meio de sensores instalados em diversas partes do morteiro, o que permite a comparação do trabalho realizado pela peça com os dados ideais do tiro que são fornecidos automaticamente pelo sistema de simulação. Tal comparação permite uma análise dos trabalhos da guarnição da peça, principalmente no que se refere à precisão e meticulosidade dos trabalhos.

#### 2.4 CENTRO DE CONTROLE DO EXERCÍCIO (CCONEX)

O centro de controle do exercício é a instalação na qual trabalha a equipe de controladores responsável pela condução do exercício de simulação. O CConEx possui quatro postos de controle com as mesmas capacidades e podem atuar de maneira integrada ou independente, de acordo com o objetivo de cada fase do treinamento.

Cada posto possui cinco telas de 21", com as seguintes finalidades: uma tela para acesso às capacidades do *software* de simulação, uma tela para visualização da carta em duas dimensões usada no exercício e três telas voltadas para a visualização do terreno virtual.

FIGURA 8 – Centro de Controle do Exercício do SIMAF



Fonte: DUARTE, 2020.

Sendo assim, cada posto do Centro de Controle do Exercício tem acesso a uma série de ferramentas que permitem a criação, o controle, a condução e a avaliação de exercícios de simulação para o treinamento do apoio de fogo orgânico dos batalhões de infantaria e regimentos de cavalaria.

## 2.5 POSSIBILIDADES DO SIMAF

Segundo Duarte (2020, p. 75):

As características do SIMAF, unindo recursos de seu *software* de simulação, instalações físicas e equipamentos, visam permitir o treinamento completo de missões de tiro para frações que realizam o apoio de fogo no EB. Para que seja possível compreender de que forma esta ferramenta pode otimizar este treinamento, é imperioso conhecer suas principais capacidades e limitações.

O SIMAF possibilita a criação de um cenário virtual, inserindo no mesmo as posições do Pel Mrt P, do Observador Avançado (OA) e dos diferentes alvos.

Para melhor compreender as possibilidades do SIMAF, faz-se necessário descrever a sequência de atividades de preparação e execução de uma missão de tiro simulada:

1. A Equipe SIMAF escolhe o cenário que será realizado o exercício e insere o Pel Mrt, bem como designa as frequências rádio que serão utilizadas;
2. No PO, os OA podem ver os alvos. A partir disso, realizam os procedimentos para sua designação, enviando as informações para a C Tir;
3. A C Tir realiza os cálculos balísticos, enviando por meio do rádio a missão de tiro para a linha de fogo (LF);
4. A LF insere os dados recebidos nos morteiros, prepara as cargas e realiza o tiro. Os sensores instalados no morteiro leem os dados com os quais o tiro foi executado e enviam ao sistema. O sistema de simulação executa a trajetória balística correspondente e gera as imagens do impacto das granadas;
5. O observador avançado verifica os impactos pela projeção virtual, realiza as correções, quando for necessário, reiniciando o ciclo da missão de tiro até o cumprimento da mesma.
6. Todas estas ações são acompanhadas pelo CConEx com dados enviados pelo sistema de simulação.

FIGURA 9 – Sequência de uma missão de tiro simulada



Fonte: DUARTE, 2020

O SIMAF permite a criação de um ambiente controlado no qual é possível realizar a interação entre as frações responsáveis pelo tiro e o acompanhamento



preciso das ações de cada uma dessas frações para o cumprimento das missões propostas.

O simulador possibilita ao controlador o acesso aos dados ideais para cada ação que deverá ser executada pelos militares em treinamento, fornecendo uma espécie de gabarito para a missão de tiro a ser realizada. Assim, é possível comparar os dados ideais fornecidos pelo sistema com os dados obtidos pela tropa usuária, verificando pontualmente possíveis erros cometidos.

Os postos de controle do CConEx permitem o acompanhamento e a avaliação das comunicações por meio do controle de toda a tramitação de mensagens via rádio entre as frações da tropa em treinamento, possibilitando também a simulação da perda das comunicações.

O sistema de simulação permite, ainda, a criação de cenários com a inserção de tropas amigas e inimigas, a configuração de alterações climáticas e seus efeitos sobre os fogos.

Duarte (2020, p. 78) descreve outras capacidades:

Dentro do cenário de simulação criado, o instrutor pode criar diferentes postos de observação e posições dos Pel Mrt P e de diferentes alvos, permitindo que haja variação na obtenção de dados pelas frações do Pel Mrt P. Por meio do CConEx, é possível que a equipe SIMAF simule os subsistemas que não estão sendo ocupados por tropa usuária, possibilitando o treinamento de uma única fração que seja foco de atividade específica. Todas as atividades desenvolvidas podem ser gravadas para futura apreciação ou mesmo para apresentação à tropa usuária de pontos específicos que devam ser retificados ou ratificados em treinamentos futuros. Esses recursos possibilitam duas formas principais de treinamento: por conjunto e por subsistemas. No treinamento conjunto todas as turmas e seções do pelotão trabalham de forma integrada e o treinamento é acompanhado por meio do CConEx. No treinamento por subsistemas, uma turma ou seção do pelotão é treinada, sendo que as ações e dados das demais turmas são gerados pelo sistema de simulação com a atuação de um instrutor no CConEx. No treinamento por subsistemas, temos, por exemplo, o adestramento do OA que ficará no PO executando as tarefas específicas enquanto no CConEx um instrutor desencadeará as ações da C Tir e LF.

Dessa maneira, os recursos existentes no SIMAF possibilitam variada gama de atividades, com identificação pontual de erros, repetições e visualização de resultados, tornando os treinamentos mais proveitosos e próximos da realidade.

## 2.6 LIMITAÇÕES DO SIMAF

O SIMAF permite de forma limitada a inserção de comportamentos a serem executados pelos alvos, como deslocamentos ou condutas sob fogo. Nesse sentido, cabe destacar que a ferramenta foi construída para simular as trajetórias balísticas dos tiros, os diferentes fatores que podem influenciá-las e os locais de impacto dos fogos e seus efeitos. Sendo assim, a simulação de elementos de manobra ocorre de forma bastante restrita, limitando-se a sua localização no terreno virtual e pequenos movimentos pré-programados, não contando com uma inteligência artificial que permita sua ação autônoma.

Segundo Duarte (2020), embora o simulador utilize meios reais, como os morteiros pesados, estes estão sensorizados, passando a estar incorporados ao sistema. Os resultados de suas ações são projetados no sistema virtual de simulação, passando a ser como *hardwares* integrantes do SIMAF com as características perfeitas do meio real, não constituindo-se, portanto, em uma simulação viva.

Outra limitação do simulador é a obrigatoriedade de utilização do mesmo cenário, constituído de uma carta em 2D e sua representação virtual, pelos 4 postos de controle. Dessa maneira, qualquer falha no sistema, não importando em qual posto foi gerada, impacta todo o treinamento que está sendo realizado.

Ainda segundo Duarte (2020, p.79), o fato do SIMAF possuir 4 postos de controle também é uma limitação: “Um maior número de postos permitiria o controle e treinamento de um maior número de frações. Não é possível, por exemplo, treinar um militar em cada um dos 3 PO e ainda uma C Tir e uma LF”.

Finalizando, o SIMAF apresenta uma relevante limitação em relação às informações fornecidas das missões de tiro realizadas. Durante uma missão de tiro, o sistema calcula automaticamente os dados corretos para cada evento que está sendo treinado e o controlador pode acompanhar comparando com os dados obtidos pelo usuário. Entretanto, caso o usuário apresente um dado diferente do sistema, esse valor não é inserido automaticamente no acompanhamento para que seja possível realizar os cálculos correspondentes a próxima fração com base nos dados que ela recebeu e não com base nos dados que deveria ter recebido. Tal ação deve ser realizada manualmente pelo controlador.

Além disso, o sistema computa o tempo total da simulação, mas não é capaz de marcar o tempo de execução de cada fração do Pel Mrt P, no caso o OA, C Tir e LF.

Como conclusão a respeito das características do SIMAF, pode-se inferir que o simulador congrega uma série de capacidades alocadas nas suas diversas instalações, ainda que apresente algumas limitações que foram citadas anteriormente. Tais capacidades permeiam os diversos subsistemas envolvidos na realização de uma missão de tiro, particularmente o subsistema observação, direção e coordenação de tiro, linha de fogo e comunicações, no caso dos exercícios de morteiro pesado, proporcionando treinamento realístico e eficiente à tropa que realiza o exercício de simulação.

### **3 O EXERCÍCIO DE ADESTRAMENTO DO PELOTÃO DE MORTEIRO PESADO REALIZADO NO SIMAF**

A ativação do SIMAF do CA-Sul ocorreu em 2016, recebendo naquele mesmo ano a missão de elaborar e conduzir exercícios de adestramento para os pelotões de morteiro pesado dos Batalhões e Regimentos do Comando Militar do Sul.

No referido ano, foram realizados uma série de exercícios que tinham como principal finalidade conhecer as capacidades do simulador e capacitar os militares diretamente envolvidos na preparação e condução dos exercícios mencionados.

Ao final de 2016, a equipe de militares do SIMAF realizou um apanhado dos principais ensinamentos colhidos e passou a desenvolver procedimentos para a aplicação de exercícios que corrigissem as oportunidades de melhoria identificadas, bem como que reforçassem as medidas que provocavam efeitos positivos no treinamento (DUARTE, 2020).

#### **3.1 EXERCÍCIOS PARA TESTE DO SIMULADOR**

Após a realização dos exercícios no ano de 2016, a equipe SIMAF reuniu uma série de informações e percepções que orientariam os trabalhos no simulador nos anos seguintes.

A primeira percepção foi a de que as capacidades do simulador estariam voltadas para o treinamento técnico e procedimental dos diversos subsistemas que constituem a função de combate fogos, em detrimento da simulação de procedimentos táticos, que podem ser simulados de forma bem limitada e sem autonomia por parte do sistema. Tal percepção permitiu o ganho de tempo na montagem de exercícios, voltados exclusivamente para o treinamento de procedimentos técnicos dos militares, aproveitando ao máximo as capacidades do SIMAF.

A segunda percepção foi a necessidade de realizar o treinamento das missões de tiro de forma individualizada em cada subsistema em uma primeira fase para, em um segundo momento, desencadear o treinamento com os subsistemas integrados. As missões de tiro previstas eram desencadeadas de acordo com a fase da manobra na qual se inseriam e não havia possibilidade de repetição, independentemente do desempenho obtido pela tropa usuária. Desse modo, quando ocorriam erros, embora

assinalados, não havia oportunidade de corrigi-los. O exercício transcorria como uma espécie de prova, uma vez que o desempenho do instruendo não mudava a forma de condução da atividade, não havia correção de erros durante a execução das missões de tiro e os resultados só eram apresentados ao final do exercício.

Segundo Duarte (2020, p. 83): “o exercício servia apenas para verificar as capacidades que o Pel Mrt P já possuía e ainda permitia que o mesmo tipo de erros fosse repetido e internalizado”.

Outra percepção foi a necessidade de coletar e comparar dados para verificar, de forma objetiva, o nível de adestramento, bem como o ganho proporcionado à tropa usuária com a utilização do simulador. Os relatórios dos exercícios realizados em 2016 apresentaram várias informações sobre a execução dos mesmos: participantes, montagem, execução, oportunidades de melhoria, problemas técnicos, dentre outros. Não existiam nesses documentos informações sobre o desempenho da tropa usuária referente à quantidade de missões realizadas, quantidade de tiros executados, tempos de execução ou qualquer outro dado concreto e objetivo de desempenho.

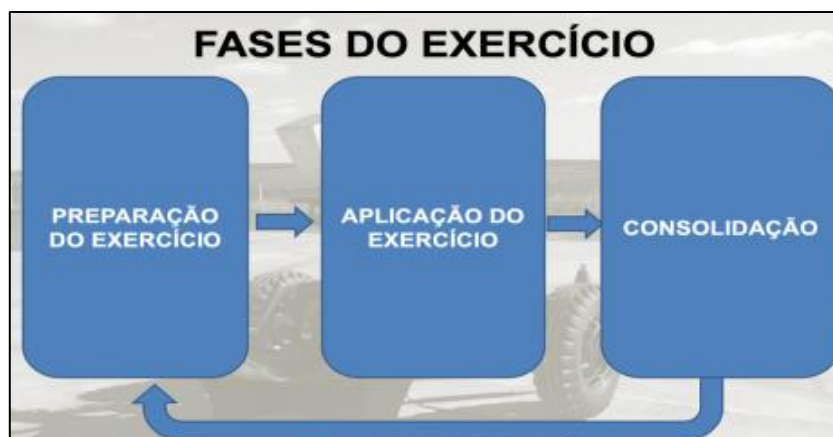
Por fim, foi observada a necessidade de padronização dos exercícios, com a finalidade de facilitar a condução dos mesmos, evitando ingerências externas, e possibilitar o estabelecimento de padrões de desempenho e parâmetros de comparação entre as diversas tropas que se adestram no simulador.

Diante das diversas percepções expostas anteriormente, verificou-se a necessidade de sistematizar as atividades de treinamento dos pelotões de morteiro, estabelecendo uma sequência de procedimentos que deveriam seguir as seguintes premissas: máximo emprego das vantagens da simulação, aproveitamento das características específicas do simulador, emprego judicioso do tempo e recursos, mensuração da evolução do desempenho e criação de uma base de dados que pudesse servir para estudos visando o contínuo aprimoramento do emprego e das capacidades do SIMAF (DUARTE, 2020).

### 3.2 SISTEMÁTICA DE REALIZAÇÃO DO EXERCÍCIO DE PEL MRT P

Fruto da realização dos exercícios para teste do simulador realizados em 2016, o exercício de adestramento do pelotão de morteiro pesado foi concebido em 2017 com três grandes fases: preparação, aplicação e consolidação.

FIGURA 10 – Fases do exercício



Fonte: DUARTE, 2020.

### 3.2.1 Fase de Preparação

Esta fase corresponde ao período anterior à chegada da tropa usuária que irá realizar o treinamento nas instalações do simulador. Tem como principais atividades o planejamento das missões de tiro que serão executadas, montagem do cenário virtual no sistema, instalação dos sensores nas peças de morteiro que serão utilizadas no exercício, escrituração de documentos e preparação prévia da tropa no que diz respeito aos diversos procedimentos para a realização do apoio de fogo ao Batalhão de Infantaria ou Regimento de Cavalaria.

### 3.2.2 Fase de Aplicação

Esta fase é destinada à aplicação efetiva do exercício de simulação com a presença da tropa usuária nas instalações do SIMAF, dividindo-se em três etapas: adaptação ao sistema de simulação, treinamento por subsistemas e treinamento conjunto.

#### 3.2.2.1 Adaptação ao Sistema de Simulação

O pelotão de morteiro é dividido dentro de seus subsistemas: direção e controle de tiro, materializado pelos militares da central de tiro do pelotão; linha de fogo, materializado pelos militares que guarnecem os morteiros; observação, materializado

pelos observadores avançados do pelotão, e comunicações, que permeia os já citados subsistemas e é materializado pelos militares que operam os meios de comunicações do pelotão. Dentro dessa fase, as atividades são voltadas a conhecer e adaptar-se aos equipamentos e sistemas do simulador, anulando possíveis dificuldades que poderiam interferir no desempenho dos militares em treinamento. Ao final desta etapa, é realizada uma missão de tiro completa com os subsistemas integrados que tem por objetivo traçar um diagnóstico sobre a condição atual de adestramento da tropa. Essa atividade é chamada de verificação inicial.

### *3.2.2.2 Treinamento por Subsistemas*

Esta etapa tem por finalidade o treinamento de cada subsistema de forma individualizada. Os militares do subsistema observação executam todas as atividades previstas para o treinamento, ao mesmo tempo que os outros subsistemas, direção e coordenação de tiro e linha de fogo, são simulados pelos controladores que estão no CConEx, de modo que toda a missão de tiro seja desencadeada. O mesmo acontece para os outros subsistemas, direção e controle de tiro e linha de fogo.

Com essa sistemática, busca-se um maior volume de execução de missões de tiro, intensificando o treinamento da fração e impedindo que possíveis erros ou dificuldades dos outros subsistemas interfiram no treinamento.

### *3.2.2.3 Treinamento Conjunto*

Após o treinamento realizado de maneira individualizada por cada subsistema, as frações do Pel Mrt P passam a realizar as missões de tiro com todos os subsistemas integrados nesta etapa do treinamento. Dessa forma, desenvolvem a capacidade de trabalho em equipe e de interação. Todas as atividades são acompanhadas pela equipe de controladores por meio das capacidades do CConEx.

Ao final desta etapa, a missão de tiro realizada por ocasião do término da etapa de adaptação ao sistema de simulação é refeita e os dados obtidos são comparados com o intuito de mensurar a evolução de desempenho da tropa usuária. Essa atividade é chamada de verificação final.

FIGURA 11 – Etapas da fase de aplicação do exercício



Fonte: DUARTE, 2020.

### 3.2.3 Fase de Consolidação

Esta fase consiste na consolidação, tabulação de todos os dados das missões de tiro realizadas durante o exercício e elaboração do relatório de desempenho da tropa usuária. A fase de consolidação destina-se também à manutenção e atualização do sistema de simulação, atividades essas realizadas pela empresa *Tecnobit*.

Como conclusão a respeito da metodologia que é adotada atualmente para a realização dos exercícios de morteiro, pode-se inferir que a mesma foi concebida após a realização de uma quantidade significativa de exercícios para teste do SIMAF, proporcionando ao usuário um treinamento progressivo, intenso, com acompanhamento de suas ações, e que aproveitasse ao máximo as capacidades do simulador e as vantagens do emprego da simulação de combate, dentre as quais a economia de recursos, que será abordada no próximo capítulo.



## 4 O LEVANTAMENTO DE CUSTOS DO SIMULADOR

### 4.1 ASPECTOS GERAIS

Conforme apontado por Miguel (2019), o Sistema de Simulação de Apoio de Fogo (SIMAF) foi idealizado tendo como um de seus objetivos, superar deficiências no ensino e no adestramento das atividades e tarefas atinentes à Função de Combate Fogos. Tais limitações são provocadas, dentre outros fatores, pela realidade financeira do país nos últimos anos, que impõe diversos contingenciamentos de recursos, impactando diretamente o Ministério da Defesa e, em última análise, o adestramento das frações de apoio de fogo orgânicas dos Batalhões e Regimentos do Exército Brasileiro, principalmente pela baixa disponibilidade de granadas para a realização de exercícios com tiro real.

Além do objetivo apresentado no parágrafo anterior, o SIMAF também foi concebido como sendo uma alternativa eficiente e segura para superar as restrições impostas pelos campos de tiro cada vez mais reduzidos e cercados, muita das vezes, por áreas urbanizadas (MIGUEL, 2019).

Dessa forma, o Exército Brasileiro iniciou, em meados de 2010, o processo para a aquisição de dois simuladores para a Artilharia de Campanha, que seriam instalados na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), em Resende, RJ, e no então Centro de Adestramento e Avaliação Sul (CAA/Sul), atualmente denominado Centro de Adestramento Sul (CA Sul), em Santa Maria, RS.

Fruto desse processo, o Departamento de Educação e Cultura do Exército (DECEX) aprovou a diretriz de implantação do projeto do Sistema de Simulação de Apoio de Fogo, por meio da Portaria Nº 187, de 28 de dezembro de 2012. Alguns aspectos da diretriz de implantação merecem ser destacados, pois estão diretamente relacionados ao problema, objetivos e justificativa da realização do presente trabalho.

O primeiro aspecto relacionado consta das justificativas do projeto, onde são levantadas informações a respeito do alto custo para a realização de tiros reais, elencando o elevado custo das munições, incluídos o transporte e o empaioamento; as despesas com deslocamentos de pessoal e do armamento, assim como os custos eventuais com combustível e manutenção dos veículos empregados, excedendo as dotações orçamentárias e, por consequência, restringindo um adequado adestramento das Organizações Militares (BRASIL, 2012).

O segundo aspecto relacionado também consta das justificativas do projeto e diz respeito aos recursos empenhados para a implantação do SIMAF, que serão amortizados ao longo do tempo pela economia de gastos com munição, dentre outros fatores (BRASIL, 2012).

O terceiro aspecto relaciona-se à aquisição dos dois simuladores, a qual foi efetivada por meio de um processo licitatório do qual resultou o Contrato 1082/2010, de 22 de outubro de 2010, firmado entre a Comissão do Exército Brasileiro em Washington – EUA (CEBW) e a empresa espanhola *Tecnobit SLU*, o qual previa a total transferência de tecnologia, a integração com outros sistemas de apoio de fogo, o uso de imagens de campos de tiro que reproduzam campos de instrução no Brasil e a propriedade comercial, industrial e intelectual do produto desenvolvido (BRASIL, 2012).

O quarto aspecto relacionado consta dos objetivos específicos do projeto e diz respeito a proporcionar economia de recursos e redução dos riscos inerentes às atividades de instrução e ensino ligadas ao preparo operacional em todos os escalões envolvidos (BRASIL, 2012).

O quinto aspecto também consta dos objetivos específicos do projeto, que visa reduzir as despesas com munição, combustível e manutenção de viaturas no adestramento da tropa, utilizando a simulação como complemento de instrução para a realização do tiro real (BRASIL, 2012).

É importante ressaltar a última informação do parágrafo anterior, uma vez que a simulação de combate, particularmente a simulação empregada no SIMAF, não busca substituir os exercícios de tiro real, e sim proporcionar melhores condições aos participantes para executarem os mesmos com maior eficiência e segurança, o que acaba, em certa medida, também contribuindo para a economia de recursos.

Por fim, como último aspecto, a diretriz de implantação destaca a prioridade do projeto, estando o mesmo no rol dos projetos do DECEX e, por suas características inovadoras e valor total de recursos investidos, R\$ 54.315.880,00 (cinquenta e quatro milhões, trezentos e quinze mil e oitocentos e oitenta reais - valores do contrato em euros convertidos em reais a uma taxa de 1€ = R\$ 2,50), é acompanhado pelo Escritório de Projetos do Exército (EPEX) (BRASIL, 2012).

Com o intuito de atingir o objetivo proposto para esse capítulo, ou seja, apresentar a economia de recursos proporcionada pelo SIMAF, serão consideradas algumas variáveis possíveis de serem dimensionadas durante a realização da

presente pesquisa: custos relacionados à construção das instalações físicas do SIMAF; custos relacionados ao desenvolvimento do sistema de simulação, sob responsabilidade da empresa espanhola *Tecnobit* (criação do *software* de simulação e aquisição de *hardwares*); custos relacionados ao consumo de energia elétrica do SIMAF; custos relacionados ao pagamento do pessoal envolvido na realização dos exercícios de simulação; valores das granadas de morteiro 120mm e quantidade de tiros realizados nos exercícios de 2018, 2019 e 2020, conforme metodologia já apresentada anteriormente.

#### 4.2 CUSTOS RELACIONADOS À CONSTRUÇÃO DAS INSTALAÇÕES FÍSICAS DO SIMAF

Para a construção das instalações do SIMAF, a Comissão Regional de Obras/3, sediada em Porto Alegre, RS, elaborou em 01 de novembro de 2011 o orçamento descritivo para a aquisição de todos os materiais necessários à obra, à contratação de mão de obra, além do valor relacionado a benefícios e despesas indiretas (BDI). Após o levantamento de todas as informações, chegou-se ao valor de R\$ 5.829.806,03 (cinco milhões, oitocentos e vinte e nove mil, oitocentos e seis reais e três centavos).

Após o devido processo licitatório e a determinação da empresa vencedora, foi assinado o Contrato Nº 004/2013 com a empresa KUPSKI CONSTRUTORA LTDA, no valor de **R\$ 6.064.478,46** (seis milhões, sessenta e quatro mil, quatrocentos e setenta e oito reais e quarenta e seis centavos), conforme consta no Sistema Unificado do Processo de Obras (OPUS) do Exército Brasileiro.

O obra contemplou a construção do pavilhão central do simulador, que abriga todas as salas e equipamentos necessários ao funcionamento do mesmo, além de pavilhões auxiliares dedicados ao laboratório de simulação, alojamento de tropas usuárias e banheiros.

FIGURA 12 – Pavilhões do SIMAF em construção



Fonte: [www.defesanet.com.br](http://www.defesanet.com.br)

#### 4.3 CUSTOS RELACIONADOS AO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE SIMULAÇÃO

Para o desenvolvimento do sistema de simulação utilizado pelo SIMAF, de acordo com o previsto na cláusula de número sete, Valor do Contrato, do contrato 1082/2010, de 22 de outubro de 2010, o preço total pago à empresa *Tecnobit* para o desenvolvimento dos dois sistemas de simulação, um para cada simulador, foi de € 13.980.000,00 (treze milhões, novecentos e oitenta mil euros).

O desenvolvimento do projeto foi dividido em quatro fases, de acordo com o previsto pela cláusula 14 do contrato. O pagamento do valor total do mesmo foi dividido em quatro parcelas. Cada parcela foi paga somente após o certificado de confirmação da finalização de cada uma das fases previstas. A tabela abaixo apresenta as porcentagens pagas por cada uma das quatro fases e a conversão do valor em reais considerando a taxa de conversão do euro para o real na respectiva data de encerramento de cada fase (MIGUEL, 2019).

TABELA 1 – Custos para o desenvolvimento do sistema de simulação

Fase	%	Data de Encerramento	Taxa de Câmbio	Despesa	
				Euros	Reais
1.0	15	22 out 2010	2,3667	2,097,000.00	4.962.969,9
2.1	35	01 dez 2011	2,4162	4,893,000.00	11.822.466,60
2.2	40	01 abr 2015	3,3969	5,592,000.00	18.995.464,80
3.0	10	19 fev 2016	4,4939	1,398,000.00	6.282.472,20
<b>Total:</b>				<b>13,980,000.00</b>	<b>42.063.373,50</b>

Fonte: MIGUEL, 2019.

Do valor total gasto para o desenvolvimento do sistema de simulação, pode-se considerar que a metade desse valor, tendo em vista a igualdade de características presente nos dois simuladores, ou seja, € 6.990.000,00 (seis milhões, novecentos e noventa mil euros), foram gastos para desenvolver o sistema de simulação utilizado no SIMAF do CA Sul. O valor citado acima, convertido em reais, conforme data de pagamento de cada parcela, corresponde a **R\$ 21.031.686,75** (vinte e um milhões, trinta e um mil, seiscentos e oitenta e seis reais e setenta e cinco centavos) (MIGUEL, 2019, grifo do autor).

#### 4.4 CUSTOS RELACIONADOS AO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO SIMAF

Com o objetivo de apresentar a economia de recursos proporcionada pela utilização do SIMAF durante os exercícios de adestramento dos Pel Mrt P dos Batalhões e Regimentos do Comando Militar do Sul e da 4ª Brigada de Cavalaria Mecanizada, faz-se necessário o levantamento de despesas relacionadas ao consumo de energia elétrica dos equipamentos do simulador para a realização de um exercício padrão.

Tendo em vista a ausência de medidor de energia elétrica destinado exclusivamente ao simulador, será utilizada uma planilha (Apêndice A) elaborada pelo SIMAF de Resende-RJ capaz de estimar o consumo diário em quilowatts dos equipamentos presentes em cada uma das instalações do simulador. A utilização da respectiva planilha é possível, tendo em vista a semelhança das estruturas e equipamentos existentes nos dois simuladores, em Santa Maria-RS e Resende-RJ.

A planilha considera que na estrutura do prédio existem instalações e equipamentos voltados para uso administrativo e instalações e equipamentos voltados para uso do simulador. Em dias de exercício de adestramento, além do consumo nas instalações de uso administrativo, a planilha leva em consideração o

consumo de energia dos equipamentos envolvidos na atividade, no período compreendido entre 6h30min e 19h.

O cálculo leva em consideração um tempo médio de uso para todos os equipamentos em todas as instalações durante um intervalo de tempo definido. Fora do horário de expediente, para as instalações de uso administrativo, em que o fornecimento de energia elétrica não é interrompido por chave-geral, também é considerado o consumo dos equipamentos em modo *stand by* (MIGUEL, 2019).

Para a estimativa final de consumo anual foi considerada apenas a quantidade de dias com adestramento do Pel Mrt P, segundo o calendário de exercícios do simulador para os anos de 2018, 2019 e 2020, conforme consta da tabela abaixo.

TABELA 2 – Custo estimado relacionado ao consumo de energia elétrica

QUANTIDADE DE DIAS COM ADESTRAMENTO DE PEL MRT P		2018	2019	2020
		20	16	19
CONSUMO DIÁRIO (KWH)	FORA DO HORÁRIO DE PICO	1.708,194	1.708,194	1.708,194
	NO HORÁRIO DE PICO	126,891	126,891	126,891
PREÇO DO KWH (R\$)	FORA DO HORÁRIO DE PICO	0,363	0,459	0,473
	NO HORÁRIO DE PICO	0,809	1,024	1,055
CUSTO DIÁRIO (R\$)	FORA DO HORÁRIO DE PICO	620,07	784,06	807,98
	NO HORÁRIO DE PICO	102,65	129,94	133,87
TOTAL DIÁRIO (R\$)		722,72	914,00	941,85
<b>TOTAL / ANO (R\$)</b>		<b>14.454,40</b>	<b>14.624,00</b>	<b>17.895,15</b>

Fonte: [www.rge-rs.com.br](http://www.rge-rs.com.br); [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

Diante das informações expostas na tabela 2, conclui-se que o gasto estimado relacionado ao consumo de energia elétrica para a realização dos adestramentos de Pel Mrt P nos anos de 2018, 2019 e 2020 totalizam a monta de **R\$ 46.973,55** (quarenta e seis mil, novecentos e setenta e três reais e cinquenta e cinco centavos).

#### 4.5 CUSTOS RELACIONADOS AO PAGAMENTO DO PESSOAL

Com o intuito de apresentar a economia de recursos proporcionada pela utilização do SIMAF durante os exercícios de adestramento dos Pel Mrt P dos Batalhões e Regimentos do Comando Militar do Sul e da 4ª Brigada de Cavalaria Mecanizada, faz-se necessário o levantamento de despesas realizadas com o pagamento do pessoal necessário para a realização de um exercício padrão.

De acordo com os relatórios dos exercícios realizados em 2018, 2019 e 2020, bem como a metodologia empregada para a condução dos mesmos, pode-se inferir

que o efetivo necessário para a execução de um exercício padrão de Pel Mrt P é organizado conforme tabela a seguir.

TABELA 3 – Efetivo necessário para a condução de um exercício de Pel Mrt P

<b>FUNÇÃO</b>	<b>EFETIVO EMPREGADO</b>
Direção Geral do Exercício	01 Major (QEMA)
Coordenação do Exercício	01 Capitão (EsAO)
Controladores (CConEx)	03 1º Ten (especializado) e 03 Sd
Controladores (PO)	02 1º Ten
Controladores (C Tir)	01 1º Ten e 01 2º Sgt (especializado)
Controladores (LF)	01 1º Ten, 01 3º Sgt, 01 Cb e 01 Sd
Administrador do Sistema	01 1º Ten
Encarregado de Material	01 Subtenente (CAS)
Auxiliares	01 Cb e 02 Sd

Fonte: O Autor

O próximo passo é o levantamento dos valores, em reais, referentes ao salário bruto anual recebido por cada militar relacionado na tabela acima. Para fins de cálculos do salário bruto, foram considerados apenas o soldo e os respectivos adicionais de habilitação e militar para os anos de 2018 e 2019, aos quais cada militar faz jus. Para fins de cálculo do salário bruto no ano de 2020 foram considerados o soldo, os adicionais citados anteriormente e o adicional de disponibilidade militar. Não foram considerados nos cálculos a receita referente ao adicional de férias nem ao décimo-terceiro salário. Também não foram consideradas as despesas relativas ao pagamento do Fundo de Saúde do Exército (FuSEx), da pensão militar e do imposto de renda. A tabela a seguir apresenta os respectivos valores pagos, por posto e graduação, nos anos de 2018, 2019 e 2020.

TABELA 4 – Custos para o pagamento de pessoal nos anos de 2018, 2019 e 2020

<b>P/G</b>	<b>SALÁRIO BRUTO ANUAL (em reais)</b>				
	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>EFETIVO</b>	<b>TOTAL</b>
Major	194.779,20	206.236,80	240.831,36	01	641.847,36
Capitão	145.129,68	155.660,40	172.651,50	01	473.441,58
1º Ten	126.295,20	133.569,00	146.925,90	08	3.254.320,80
Subtenente	93.856,32	100.678,08	126.958,02	01	321.492,42
2º Sgt	70.408,80	75.556,80	83.284,20	01	229.249,80
3º Sgt	55.050,24	58.752,00	61.506,00	01	175.308,24
Cb	36.735,00	39.405,00	41.296,44	02	234.872,88
Sd	20.041,68	21.153,60	27.534,00	06	412.375,68
				<b>VALOR TOTAL</b>	<b>5.742.908,76</b>

Fonte: O Autor

#### 4.6 VALOR DAS GRANADAS DE MORTEIRO 120MM E QUANTIDADE DE TIROS REALIZADOS

Com o intuito de apresentar a economia de recursos proporcionada pela utilização do SIMAF durante os exercícios de adestramento dos Pel Mrt P dos Batalhões e Regimentos do Comando Militar do Sul e da 4ª Brigada de Cavalaria Mecanizada, faz-se necessário a pesquisa de valores referentes ao preço unitário da granada de morteiro 120mm alto-explosiva pré-raiada (Gr AE 120mm PR) nos anos de 2018, 2019 e 2020, que é a granada utilizada nas missões de tiro realizadas durante os exercícios conduzidos no simulador. Como referência, foram utilizados os valores encontrados no Sistema de Controle Físico (SISCOFIS), ferramenta que realiza o controle físico e o gerenciamento de todos os materiais existentes nos quartéis do EB.

FIGURA 13 – Granada de Morteiro 120mm AE PR



Fonte: [www.imbel.gov.br](http://www.imbel.gov.br)

TABELA 5 – Valor unitário da Gr AE 120mm PR em 2018, 2019 e 2020

<b>ANO</b>	<b>VALOR (em reais)</b>
2018	4.707,18
2019	4.707,18
2020	4.253,09

Fonte: SISCOFIS



Em relação ao valor da granada, para o ano de 2020, foi adotado um valor médio, tendo em vista a existência de dois valores divergentes no SISCOFIS.

Outra informação essencial que se faz necessária para apresentar a economia de recursos proporcionada pelo simulador diz respeito à quantidade de tiros que foram realizados nos diversos exercícios conduzidos durante os anos de 2018, 2019 e 2020. Para obter essa quantidade, foram analisados todos os relatórios dos exercícios feitos nos anos já citados, chegando aos números apresentados na tabela a seguir.

TABELA 6 – Quantidade de tiros realizados em 2018, 2019 e 2020

<b>ANO</b>	<b>QUANTIDADE DE EXERCÍCIOS REALIZADOS</b>	<b>QUANTIDADE DE TIROS REALIZADOS (AE PR)</b>
2018	5	4.830
2019	7	6.211
2020	6	6.651
<b>TOTAL</b>	18	17.692

Fonte: Relatórios do SIMAF

Com base nas informações apresentadas nas tabelas 5 e 6, pode-se chegar ao valor, em reais, que representa a quantidade de recursos financeiros que o Exército Brasileiro economizou nos anos de 2018, 2019 e 2020, caso fosse adquirir a mesma quantidade de granadas reais AE 120mm PR. A tabela abaixo apresenta o valor economizado.

TABELA 7 – Valor economizado em 2018, 2019 e 2020

<b>ANO</b>	<b>VALOR UNITÁRIO DA GRANADA AE PR(em reais)</b>	<b>QUANTIDADE DE TIROS REALIZADOS (AE PR)</b>	<b>VALOR ECONOMIZADO (em reais)</b>
2018	4.707,18	4.830	22.735.679,40
2019	4.707,18	6.211	29.236.294,98
2020	4.253,09	6.651	28.287.301,59
	<b>TOTAL</b>	17.692	<b>80.259.275,97</b>

Fonte: O Autor

## 5 CONCLUSÃO

Conforme já apresentado na parte introdutória, a presente pesquisa teve como objetivo geral apresentar a contribuição do Sistema de Simulação de Apoio de Fogo do CA-Sul, no que diz respeito à economia de recursos, fruto do adestramento do apoio de fogo orgânico dos Batalhões de Infantaria e Regimentos de Cavalaria realizado naquele simulador.

Com o intuito de atingir o objetivo geral proposto, e ainda, responder a problemática da pesquisa, foram visualizados objetivos específicos que nortearam a elaboração do trabalho. O primeiro deles foi o de apresentar o Simulador de Apoio de Fogo do CA-Sul, objetivo esse que permitiu expor todas as instalações físicas do SIMAF e que são utilizadas durante a realização de um exercício de adestramento de pelotão de morteiro pesado. Além disso, o objetivo citado anteriormente possibilitou mostrar as possibilidades do sistema, bem como suas limitações.

O segundo objetivo específico diz respeito à descrição do exercício de adestramento dos pelotões de morteiro pesado realizado no SIMAF. Esse objetivo permitiu a abordagem da metodologia empregada por ocasião da realização dos exercícios de simulação, detalhando as fases da atividade: fase de preparação, fase de aplicação e fase de consolidação.

O terceiro objetivo buscou levantar custos relacionados à operação do simulador, particularmente no que tange aos custos relacionados à realização de um exercício de adestramento de pelotão de morteiro pesado. Conforme apresentado no capítulo anterior, os custos relacionados à construção das instalações físicas do simulador somaram a quantia de **R\$ 6.064.478,46** (seis milhões, sessenta e quatro mil, quatrocentos e setenta e oito reais e quarenta e seis centavos). Os custos relacionados ao desenvolvimento do sistema de simulação totalizaram a monta de **R\$ 21.031.686,75** (vinte e um milhões, trinta e um mil, seiscentos e oitenta e seis reais e setenta e cinco centavos). Os custos relacionados ao consumo de energia elétrica, durante os anos de 2018, 2019 e 2020, para a realização dos exercícios de adestramento somaram o total de **R\$ 46.973,55** (quarenta e seis mil, novecentos e setenta e três reais e cinquenta e cinco centavos). Os custos referentes ao pagamento de pessoal, durante os anos de 2018, 2019 e 2020, totalizaram a quantia de **R\$ 5.742.908,76** (cinco milhões, setecentos e quarenta e dois mil, novecentos e oito reais e setenta e seis centavos).

O último valor levantado na pesquisa está relacionado ao valor das granadas utilizadas durante os exercícios de simulação realizados em 2018, 2019 e 2020, multiplicado pela quantidade total de tiros realizados nos três anos citados. Após os cálculos necessários, chegou-se ao valor total de **R\$ 80.259.275,97** (oitenta milhões, duzentos e cinquenta e nove mil, duzentos e setenta e cinco reais e noventa e sete centavos). Ressalta-se que esse valor representa o total de recursos que o Exército Brasileiro gastaria, caso fosse realizar, de maneira real, a mesma quantidade de tiros simulados desencadeados no SIMAF.

Diante de todos os valores apresentados, quando levamos em consideração o valor economizado pelo EB, tendo em vista a realização dos tiros simulados, e deduzimos desse valor, todos os custos citados anteriormente, chegamos a uma economia de recursos no valor de **R\$ 47.373.228,45** (quarenta e sete milhões, trezentos e setenta e três mil, duzentos e vinte e oito reais e quarenta e cinco centavos). Cabe salientar que o valor economizado, ora apresentado, diz respeito apenas aos exercícios de pelotão de morteiro pesado, não sendo levado em consideração os exercícios de adestramento dos Grupos de Artilharia de Campanha realizados no mesmo período, 2018, 2019 e 2020. Obviamente, caso esses exercícios tivessem sido levados em consideração, a contribuição do SIMAF para a economia de recursos no âmbito do EB teria sido consideravelmente maior. Quando se leva em consideração o valor total dos custos do simulador durante os três anos considerados, **R\$ 32.886.047,52** (trinta e dois milhões, oitocentos e oitenta e seis mil, quarenta e sete reais e cinquenta e dois centavos), pode-se afirmar que a economia de recursos proporcionada no mesmo período já cobriu todos os gastos de aquisição e operação do SIMAF, excedendo os mesmos em **R\$ 14.487.180,93** (quatorze milhões, quatrocentos e oitenta e sete mil, cento e oitenta reais e noventa e três centavos).

Um aspecto importante que merece ser comentado, diz respeito à economia de recursos proporcionada, de maneira indireta, pelo melhor rendimento dos exercícios de tiro real, realizados após o treinamento no simulador. A pesquisa não teve como objetivo mensurar essa variável, entretanto o ganho proporcionado na execução de tiros reais tem sido observado pelas tropas usuárias do simulador. Na medida em que são realizadas menos correções de tiro pelo observador avançado, menos tiros são disparados para o cumprimento de determinada missão de tiro, proporcionando também economia de recursos à instituição. Além disso, proporciona

economia de tempo na execução do apoio de fogo, menos desgaste do material e incremento na segurança da atividade.

Algumas dificuldades foram encontradas por ocasião da realização da presente pesquisa. A primeira delas foi a quantidade pequena de fontes de consulta que correlacionam a utilização da simulação virtual com o aspecto da economia de recursos gerada. Existem diversos trabalhos acadêmicos no âmbito do EB que abordam a utilização da simulação de combate no adestramento de suas tropas. Entretanto, os estudos que abordam a economia de recursos proporcionada por essa ferramenta ainda são escassos.

Outra dificuldade encontrada diz respeito a escassez de trabalhos que falam especificamente sobre o simulador de apoio de fogo, tanto o de Santa Maria-RS como o de Resende-RJ, tendo em vista os mesmos ainda serem uma ferramenta recente para o treinamento de tropas, cuja ativação deu-se no ano de 2016.

Como última dificuldade encontrada, cita-se o levantamento dos custos relacionados ao consumo de energia elétrica. Tal levantamento tornou-se trabalhoso, uma vez que o SIMAF do CA-Sul não possui um relógio de medição de consumo de energia elétrica dedicado apenas aos pavilhões do simulador. Diante dessa realidade, fez-se necessário a utilização de uma estimativa de consumo levantada no SIMAF de Resende-RJ (Apêndice A) para a realização dos cálculos, utilização essa que só foi possível pela semelhança existente entre os dois simuladores, que são idênticos.

Por fim, abordando a problemática que motivou o presente trabalho: “Qual a contribuição do SIMAF do CA-Sul, no que diz respeito à economia de recursos, proveniente do adestramento do apoio de fogo orgânico dos Batalhões de Infantaria e Regimentos de Cavalaria realizado naquele simulador?” Pode-se inferir que o SIMAF contribui significativamente para a economia de recursos no âmbito do Exército Brasileiro, mitigando possíveis reflexos negativos no adestramento do apoio de fogo orgânico dos Batalhões e Regimentos, fruto de períodos de austeridade pelos quais o Brasil atravessa frequentemente.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Felipe Soares. **Possibilidades e resultados a serem atingidos em pro do adestramento, no ca-sul, no médio e longo prazo.** Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2019.

ARRUDA, Luiz Alexandre Kohl de. **O emprego da simulação no exército brasileiro: uso da avaliação do adestramento no âmbito das forças de emprego estratégico.** Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Comando e Estado Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2018.

BRASIL. Exército. Centro de Adestramento – Sul. **Relatório do exercício de adestramento do 1º Regimento de Carros de Combate.** Santa Maria, 2018.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento da 3ª Divisão de Exército.** Santa Maria, 2018.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento da 4ª Brigada de Cavalaria Mecanizada.** Santa Maria, 2018.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento da 5ª Divisão de Exército.** Santa Maria, 2018.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento da 6ª Brigada de Infantaria Blindada.** Santa Maria, 2018.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento do 1º Regimento de Carros de Combate.** Santa Maria, 2019.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento do 2º Regimento de Cavalaria Mecanizada.** Santa Maria, 2019.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento da 3ª Brigada de Cavalaria Mecanizada.** Santa Maria, 2019.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento da 4ª Brigada de Cavalaria Mecanizada.** Santa Maria, 2019.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento do 8º Regimento de Cavalaria Mecanizada.** Santa Maria, 2019.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento do 20º Batalhão de Infantaria Blindado.** Santa Maria, 2019.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento do 20º Regimento de Cavalaria Blindado.** Santa Maria, 2019.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento da 5ª Brigada de Cavalaria Blindada.** Santa Maria, 2020.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento da 15ª Brigada de Infantaria Mecanizada.** Santa Maria, 2020.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento do 7º Batalhão de Infantaria Blindado.** Santa Maria, 2020.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento da 6ª Divisão de Exército.** Santa Maria, 2020.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento da 1ª e 2ª Brigada de Cavalaria Mecanizada.** Santa Maria, 2020.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Relatório do exercício de adestramento da 4ª Brigada de Cavalaria Mecanizada.** Santa Maria, 2020.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Centro de Comunicação Social do Exército. **Revista Verde Oliva: Simulador de Apoio de Fogo – Projeto SIMAF.** Brasília, DF, junho, 2016.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Comando de Operações Terrestres. **EB70-CI-11.405: Caderno de Instrução de emprego da simulação.** 1 ed. Brasília, DF, 2015a.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **EB70-CI-11.410: Cadernos de Instrução de exercícios de Simulação Construtiva.** 1 ed. Brasília, DF, 2017.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Departamento de Educação e Cultura do Exército. **Portaria Nº 56 - DECEX, de 26 de abril de 2016. Diretriz de Gestão do Sistema de Simulação para o Ensino do DECEX - SIMENS. EB60-D-05.001.** 1 ed. Brasília, DF, 2015b.

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

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Portaria nº 75 – EME, de 10 de junho de 2010. Aprova a Diretriz para Implantação do Processo de Transformação do Exército Brasileiro.** Brasília, DF, 2010.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Portaria Nº 249 – EME, de 20 de outubro de 2014. Diretriz para Obtenção de Simuladores para o Exército Brasileiro. EB20-D-10.021.** 1 ed. Brasília, DF, 2014b.

BUZINELLI, Rafael Victoria. ANELLI, José Rodolfo Barbosa. SOSTER, Eduardo. **A SIMULAÇÃO VIRTUAL COMO FORMA DE MANTER O ADESTRAMENTO INDIVIDUAL DO MILITAR: PROPOSTA DE ÍNDICE A SER RENOVADO PERIODICAMENTE.** 27f. Artigo científico.

CANES, Rafael Xavier. **As possibilidades de emprego do Simulador de Apoio de Fogo - SAFO.** 2014, 63f. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2014.

CENTRO DE INSTRUÇÃO DE BLINDADOS (Brasil). **Caderno de instrução experimental: Simulação Virtual**. Santa Maria, 2012.

COMANDO MILITAR DO SUL. **Comando Militar do Sul Elite do combate convencional**, 2007. Página inicial. Disponível em < <http://www.https://www.cms.eb.mil.br>>. Acesso em: 08 janeiro 2021.

DE CARVALHO, Vagner Knopp; SILVA, Abner de Oliveira e. **A utilização de dispositivos de simulação na redução de custos e no incremento da capacitação operacional das unidades blindadas do exército brasileiro**, 2011. Disponível em < <http://www.ebrevistas.eb.mil.br>>. Acesso em: 08 janeiro 2021.

DIVISÃO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO - CA-SUL. **Centro de Adestramento – Sul**, 2016-2019. Página inicial. Disponível em < <http://www.https://www.casul.eb.mil.br/index.php>>. Acesso em: 08 janeiro 2021.

DUARTE, Dartanhan do Nascimento. **O Sistema de Simulação de Apoio de Fogo, do Centro de Adestramento e Avaliação -Sul no Adestramento do Pelotões de Morteiro Pesado**. Resumo Expandido apresentado no III Seminário Brasileiro de Estudos Estratégicos Internacionais. Porto Alegre, RS, 2016.

DUARTE, Dartanhan do Nascimento. **Proposta de metodologia de emprego do sistema de simulação de apoio de fogo no adestramento dos pelotões de morteiro pesado**. 2020. 252 f. Dissertação de mestrado - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2020.

MIGUEL, Daniel Fonseca Mendes. **O emprego do Sistema de Simulação de Apoio de Fogo como ferramenta de ensino e adestramento no Exército Brasileiro**. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Formação Complementar do Exército/ Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2019.

PEREIRA JUNIOR, Sérgio Manoel Martins. **Simulação de Combate: O Emprego de Dispositivos de Simulação no Centro de Instrução de Blindados e nas Organizações Militares Blindadas e Mecanizadas**. 1999, 111f. Dissertação de Mestrado (Mestre em Aplicações Militares) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 1999.

SOUZA, Alessandro Fagundes de. **A Simulação de Combate no Adestramento do Exército Brasileiro**. Disponível em < <http://www.defesanet.com.br>> 2013. Acesso em: 15 setembro 2016.

SOUZA, Alessandro Fagundes de. **O Emprego da Simulação Virtual no Treinamento Militar: A Experiência do Centro de Instrução de Blindados**. Centro de Instrução de Blindados, Santa Maria, 2015.

TAVEIRA, Márcio Guedes. **O emprego da simulação de combate no adestramento de tropas blindadas e mecanizadas**. Disponível em < [http://www.nee.cms.eb.mil.br/attachments/article/124/CA-Sul\\_UFRGS\\_19.pdf](http://www.nee.cms.eb.mil.br/attachments/article/124/CA-Sul_UFRGS_19.pdf)> 2019. Acesso em: 08 janeiro 2021.

## APÊNDICE A

CONSUMO DE ENERGIA																
#	INSTALAÇÃO	ESTADO (CHAVE-GERAL)	INTERVALOS DE TEMPO DE USO										TEMPO DE USO (FHP)	TEMPO DE USO (HP)	CONSUMO (kWh) (FHP)	CONSUMO (kWh) (HP)
			INTERVALO 1		INTERVALO 2		INTERVALO 3		INTERVALO 4		INTERVALO 5					
			INÍCIO	TÉRMINO	INÍCIO	TÉRMINO	INÍCIO	TÉRMINO	INÍCIO	TÉRMINO	INÍCIO	TÉRMINO				
1	Administração	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	50,706	0,521
2	Administrador	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	97,051	8,325
3	Antessala da Administração	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	33,434	0,002
4	Antessala da Sala dos Instrutores	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	28,583	0,000
5	Artilharia Divisionária	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	40,388	3,512
6	Auditório	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	122,611	1,606
7	C Tir Bia 1	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	15,134	1,316
8	C Tir Bia 2	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	15,134	1,316
9	C Tir Bia 3	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	15,134	1,316
10	C Tir Gp	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	38,847	3,378
11	CCAF / U1	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	16,468	1,432
12	CCAF / U2	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	16,468	1,432
13	CCAF / U3	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	16,468	1,432
14	Comandante	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	18,456	0,011
15	Corredor dos Postos de Observação	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	10,080	1,440
16	Corredor Entrada-Linha de Fogo	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	10,080	1,440
17	Corredor Leste	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	5,040	0,720
18	Corredor Oeste	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	5,040	0,720
19	EM Bda & GAC	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	38,893	3,382
20	Escada	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	0,525	0,075
21	Hall da Escada	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	6,932	0,990
22	Hall de Entrada	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	6,720	0,960
23	Linha de Fogo	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	90,403	9,805
24	Palamenta	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	0,480	0,000
25	PO 1	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	99,079	8,616
26	PO 2	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	99,079	8,616
27	PO 3	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	99,079	8,616
28	PO 4	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	1,530	0,000
29	Posto do Instrutor	LIGADO	6:30:00	19:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	11:30:00	1:00:00	75,196	6,539
30	Recepção	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	23,878	0,422
31	Sala de Computadores	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	400,233	35,794
32	Sala de Eletricidade	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	91,429	13,050
33	Sala de Limpeza	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	0,600	0,000
34	Sala de Reunião	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	1,550	0,000
35	Sala dos Instrutores	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	69,666	0,108
36	WC Feminino	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	2,175	0,000
37	WC Instrutores/Monitores	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	7,675	0,000
38	WC Masculino	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	2,175	0,000
39	WC Recepção	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	0,100	0,000
40	WC Solidades	LIGADO	0:00:00	23:59:59	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:59:59	3:00:00	35,775	0,000
														TOTAL:	1708,294	126,891