



EXÉRCITO BRASILEIRO
ESCOLA DE FORMAÇÃO COMPLEMENTAR DO EXÉRCITO
Curso de Gestão e Assessoramento de Estado-Maior - CGAEM



TC Eng GUSTAVO PASSOS DE LALOR IMBIRIBA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS SIMULADORES DE
TIRO NO ADESTRAMENTO DA TROPA: ESTUDO DE CASO NA ACADEMIA
MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS**

**Salvador
2020**

TC Eng GUSTAVO PASSOS DE LALOR IMBIRIBA

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS SIMULADORES DE TIRO NO ADESTRAMENTO DA TROPA: ESTUDO DE CASO NA ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Formação Complementar do Exército / Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS-MG como requisito parcial para a obtenção do Grau Especialização de Gestão em Administração Pública.

Orientador: Prof. Dr. Pedro dos Santos Portugal Júnior

**Salvador
2020**

TC Eng GUSTAVO PASSOS DE LALOR IMBIRIBA

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS SIMULADORES DE TIRO NO ADESTRAMENTO DA TROPA: ESTUDO DE CASO NA ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Formação Complementar do Exército / Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS-MG como requisito parcial para a obtenção do Grau Especialização de Gestão em Administração Pública.

Aprovado em

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Dr. Guaracy Silva - Presidente
UNIS

Prof. Dr. Pedro dos Santos Portugal Júnior – Membro 1
UNIS

Prof. Me. Alan Sales da Fonseca – Membro 2
UNIS

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS SIMULADORES DE TIRO NO ADESTRAMENTO DA TROPA: ESTUDO DE CASO NA ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS

Gustavo Passos de Lalor Imbiriba¹

RESUMO

Este trabalho analisa a viabilidade econômico-financeira da utilização de simuladores de tiro de artilharia no adestramento da tropa quanto à realização de tiros em apoio de fogos. Tal abordagem se faz necessária no momento em que o Exército Brasileiro vem implementando diversos centros de instrução ao redor do País e inserindo nestes, cada vez mais, o uso de simuladores, seja para a formação ou especialização de seus quadros, seja para o adestramento da tropa. O propósito desta pesquisa é analisar a viabilidade da aquisição de simuladores por meio de ferramentas de análise de investimentos, tomando como ponto de partida a economia por estes proporcionada. Este intento será alcançado por meio do estudo de caso do Projeto SIMAF, simulador de apoio de fogo instalado em Resende/RJ, na Academia Militar das Agulhas Negras. A pesquisa do tipo teórica, com objetivo descritivo e uma abordagem quantitativa, foi realizada através de uma pesquisa bibliográfica e documental. A análise do investimento, com base nos cálculos da TIR, do VPL e do *Payback* Descontado, demonstrou que o Projeto SIMAF – Resende se mostrou viável quanto ao aspecto econômico-financeiro. Ainda, que o investimento realizado já retornou em curto espaço de tempo, principalmente em virtude do alto custo do adestramento com munição real, mas também em virtude da capacidade do simulador e pelo grande número de exercícios realizados no mesmo, o que se traduz na elevada quantidade de tiros simulados realizados até o momento.

Palavras-chave: Simulador de apoio de fogo. Projeto SIMAF. Viabilidade econômico-financeira.

ABSTRACT

This paper analyzes the economic and financial feasibility of using artillery fire simulators to train troops for supporting fires. Such approach is necessary when the Brazilian Army has been implementing several education centers around the country and increasingly inserting them the use of simulators, either for training or specialization of its personnel and training troops. The purpose of this research is to analyze the viability of the acquisition of simulators through investment analysis tools, taking as a starting point the savings provided by them. This task shall be accomplished through the case study of the SIMAF Project, fire support simulator installed in Resende/RJ, at the Agulhas Negras Military Academy. The theoretical research, with descriptive objective and a quantitative approach, was carried out through a bibliographical and documented research. The investment analysis, based on the IRR, NPV and Discounted Payback calculations, showed that the SIMAF - Resende Project proved to be viable in terms of economic and financial viewpoint. Also, that the investment made has already a proven return in a short time, mainly due to the high cost of training with real ammunition, but also due to the capacity of the simulator and the large number of exercises performed in it, which translates into the more training and less cost in the long run.

Keywords: Fire support simulator. SIMAF Project. Economic and financial viability.

¹ Tenente-Coronel do Exército Brasileiro, bacharel em Ciências Militares pela AMAN e em Ciências Econômicas pela AEDB, especialista em Finanças e Mercado Financeiro, pós-graduando em Gestão Pública pela Unis (CGAEM). E-mail: gpimbiriba@gmail.com.

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS SIMULADORES DE TIRO NO ADESTRAMENTO DA TROPA: ESTUDO DE CASO NA ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS

1 INTRODUÇÃO

Este artigo está enquadrado na área de concentração na Administração, tendo como linha e sublinha de pesquisa a Gestão da Administração Pública, especificamente abordando análise de investimentos e viabilidade. O mesmo tem como objetivo apresentar, por meio de um estudo de caso, a viabilidade econômico-financeira da aquisição de simuladores e a economia proporcionada pela redução dos custos no adestramento da tropa na realização de tiros em apoio de fogo de artilharia diversos.

Atualmente, o combate moderno de amplo espectro, complexo e incerto acontece frente a um inimigo imprevisível e cada vez mais difícil de ser identificado, exigindo uma avaliação madura da situação e uma tomada de decisão rápida e precisa, o que só poderá ser alcançados por um treinamento eficaz e o mais próximo da realidade. Neste sentido, o treinamento militar busca trazer o maior realismo possível na reprodução de situações de combate com o intuito de não somente ensinar a técnica, mas adestrar o indivíduo a executar a tarefa imerso nas condições semelhantes àquelas encontradas em situações reais.

Tradicionalmente, a simulação de combate conta com a simulação viva, a qual emprega pessoas e equipamentos reais em exercícios realizados no terreno, normalmente em campos de instrução. Com o advento da tecnologia da informação, passou-se a utilizar computadores na simulação construtiva, em jogos de guerra, nos quais um operador controla pessoas e equipamentos virtuais. Porém, as recentes inovações nos campos da realidade virtual e da realidade aumentada permitiram o surgimento da simulação virtual, em que pessoas reais operam equipamentos e armamentos virtuais simulados em computadores, mas que também possibilitam inserir o indivíduo em ambiente virtual muito próximo da realidade.

O emprego de simulador nas diversas funções de combate o torna uma ferramenta bastante importante no adestramento de tropas, uma vez que a capacidade e flexibilidade destes permitem a instrução e o treinamento eficazes e com economia de recursos. Assim, diversos países ao redor do mundo já adotam simuladores para adestramento de suas tropas, normalmente em centros de

treinamentos especializados, como é o caso dos Estados Unidos, Israel, Espanha, Holanda, Áustria, Alemanha, Reino Unido, França, dentre muitos outros.

A simulação no Exército Brasileiro é uma realidade e se faz presente, seja pela simulação viva realizada pelo CAAEx, seja pela simulação construtiva por meio do uso do *software* Combater, seja pela simulação virtual em diversos centros de instrução da força, como por exemplo o SIMAF, o CIBId, CIAvEx ou o CAA-Sul.

Em 2016, o Simulador de Apoio de Fogo – SIMAF, instalado na Academia Militar das Agulhas Negras – AMAN, na cidade de Resende/RJ, entrou em operação, permitindo o adestramento de tropas dos Grupos de Artilharia de Campanha e dos Pelotões de Morteiro Pesados 120 mm. Em decorrência da complexidade da realização de exercícios no terreno com execução de tiro real, o SIMAF surge como uma ferramenta fundamental para o adestramento e para o desenvolvimento doutrinário quanto à Função de Combate Fogos ao viabilizar a simulação virtual de tiros de canhões obuseiros rebocados, autpropulsados e morteiro pesado.

O Simulador de Apoio de Fogo da AMAN atende a diversos Grupos de Artilharia de Campanha, mas também à instrução dos cadetes das Armas de Artilharia, de Infantaria e de Cavalaria, bem como outras Organizações Militares (OM) que solicitam tal apoio para realizarem a formação e adestramento de seus quadros.

Dito isso, é possível identificar que o grande desafio das forças armadas a nível mundial se encontra, atualmente, no dilema decorrente da necessidade de maximizar a prontidão de seus efetivos ao mesmo tempo que necessitam reduzir os custos do seu adestramento, residindo nesse ponto a importância desta pesquisa. A justificativa se concentra no momento em que o Exército Brasileiro vem implementando diversos centros de instrução ao redor do País e inserindo nestes e em seus estabelecimentos de ensino, cada vez mais, o uso de simuladores, seja para a formação ou especialização de seus quadros, seja para o adestramento da tropa.

Assim, por meio deste trabalho pretende-se responder a seguinte questão: é viável a utilização de simuladores de tiro de artilharia no adestramento da tropa sob a ótica econômico-financeira?

Para tanto, o artigo foi assim estruturado: após esta introdução, o referencial teórico apresenta a fundamentação necessária para a ambientação da simulação de combate no âmbito do Exército Brasileiro, para o entendimento a cerca do que vem a ser a simulação de combate voltada para o adestramento de tropa, do SIMAF, das atividades realizadas neste simulador, bem como uma abordagem sobre os métodos

de análise de viabilidade. O capítulo 3 apresentará a metodologia de pesquisa. No capítulo seguinte, serão analisados os dados e discutidos os resultados referentes à viabilidade econômico-financeira do SIMAF concluindo sobre sua possível viabilidade econômica. Por fim, no capítulo 5 serão realizadas as considerações finais.

A pesquisa focará exclusivamente na possível economia proporcionada pelo uso do simulador de apoio de fogo SIMAF/AMAN. Não contemplará avaliar se de fato o uso do simulador substitui na mesma medida a realização do tiro real.

2 SIMULADORES E ANÁLISE DE VIABILIDADE

Como a simulação e o emprego de simuladores no adestramento da tropa na Função de combate Fogos, bem como as ferramentas de análise de investimentos são temas bastante técnicos e ainda pouco difundidos, faz-se necessário apresentar alguns conceitos essenciais para o entendimento acerca da viabilidade econômico-financeira do SIMAF. Dessa maneira, este capítulo trará alguns termos e fundamentos que facilitarão a compreensão da análise e da discussão dos resultados.

A adoção de equipamentos e armamentos cada vez mais tecnológicos e, conseqüentemente, de elevado custo de aquisição e de manutenção é uma necessidade no combate moderno. Isso tem exigido uma capacitação técnica de alto nível dos operadores sem que haja danos ou perdas destes materiais de emprego militar decorrentes do processo de aprendizagem, o que se traduziria também em elevados custos de treinamento e manutenção. Se inserir tudo isso em um cenário de restrição orçamentária, fica nítida a importância que os simuladores passam a ter no processo de adestramento da tropa, ao permitirem alcançar os níveis técnicos de capacitação exigidos e facilitarem o processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, o Exército Brasileiro vem inserindo cada vez mais os simuladores na capacitação de seus efetivos, seja na formação ou especialização de seus quadros, seja no adestramento da tropa.

De acordo com Brasil (2015), a simulação pode ser definida como um método técnico que possibilita representar artificialmente uma atividade ou um evento real, por meio de um modelo. Auxiliada por um sistema informatizado, mecânico ou uma combinação de sistemas, reproduz as características e a evolução de um evento.

Segundo Shubick, citado por Teixeira (2003),

a simulação de um sistema ou organismo pode ser definida como a operação de um modelo ou simulador que representa o sistema ou organismo. Ele ainda afirma que o modelo é suscetível de manipulação e a operação do modelo pode ser estudada e, a partir dele, se pode inferir as propriedades que afetam ao comportamento do sistema real ou de seus subsistemas. (TEIXEIRA, 2003, p.19)

O Ministério da Defesa (2015) entende que simulação como,

técnica de treinamento militar em que se reproduz as ações a serem desenvolvidas durante o uso de equipamento específico ou durante treinamento militar, pode utilizar ou não sistemas apoiados em tecnologia da informação, para ampliar a fidelidade do treinamento, pode ser empregada para auxiliar no processo de aquisição e de desenvolvimento de Produtos de Defesa. (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2015, p. 253).

Para Brasil (2015), o termo simulação pode significar o próprio produto, no caso um simulador como uma ferramenta de simulação; a sua utilização, no sentido de realizar uma simulação ou uma tecnologia com a finalidade de proceder testes, estudos ou treinamentos. Já a simulação militar pode ser entendida como a reprodução de atividades ou operação de material de emprego militar por meio do uso de equipamentos, *softwares* e infraestruturas específicas de atividade militar.

Já a simulação de combate é definida pelo Ministério da Defesa (2015, p. 253) como sendo a “imitação ou representação de procedimentos de combate ou de operações para avaliação ou para treinamento. Utiliza recursos humanos, instalações e meios de tecnologia da informação, destinados ao desenvolvimento de sistemas de simulação de combate.”

Neste artigo, a palavra simulação será entendida como o uso de tecnologia (simulador) para reproduzir uma realidade com a finalidade de imergir o indivíduo em ambiente operacional virtual, visando sua capacitação técnico-profissional para execução de tiro de canhão artilharia e morteiro pesado.

Assim, de acordo com Brasil (2015) a simulação militar pode ser conduzida em três modalidades:

Simulação Viva: modalidade na qual são envolvidos agentes reais, operando sistemas reais, no mundo real, com apoio de sensores, dispositivos apontadores laser e outros instrumentos que permitam acompanhar as ações destes agentes e simular os efeitos dos engajamentos em que eles se envolvem.

Simulação Virtual: modalidade na qual são envolvidos agentes reais, operando sistemas simulados, em cenários gerados em computador. (...) substitui sistemas de armas, veículos, aeronaves e outros equipamentos cuja operação exige elevado grau de adestramento, ou envolve riscos e/ou custos elevados para sua operação. Sua aplicação é no desenvolvimento de técnicas e habilidades individuais que permitam explorar os limites do operador e do equipamento.

Simulação Construtiva: modalidade que envolve tropas e elementos simulados, operando sistemas simulados, controlados por agentes reais, normalmente em uma situação de comandos constituídos. É também conhecida pela designação de “jogos de guerra”. A ênfase desta modalidade é a interação entre agentes, divididos em forças oponentes, que se enfrentam sob o controle de uma direção de exercício. Seu emprego principal é no adestramento de comandantes e EM, no processo de tomada de decisão, e nas ações para o funcionamento de postos de comando e sistemas de comando e controle. (BRASIL, 2015, p. 4-2).

Teixeira (2003, p. 21) afirma que “as simulações virtuais são executadas usando campos de batalha gerados em computadores, aplicados em simuladores com aproximadamente a mesma disposição física dos sistemas de armas táticas e veículos.”

Dessa forma, as simulações virtuais compreendem sistemas individuais usados para realizar adestramentos, como por exemplo a pilotagem de uma aeronave, a operação de um carro de combate ou o tiro de artilharia. É importante salientar que a simulação não é uma finalidade em si mesma, mas um instrumento de apoio ao treinamento do indivíduo.

A capacitação técnico-profissional no Exército Brasileiro é realizada por meio de uma estrutura que possui dois eixos mestres: o Sistema de Ensino Militar, destinado a formar, aperfeiçoar, especializar e ampliar os conhecimentos profissionais dos quadros (oficiais e praças permanentes e da reserva); e o Sistema

de Instrução Militar, vocacionado para o adestramento da Força Terrestre como instrumento de combate, encarregado pela formação das praças temporárias.

Brasil (2019) define instrução militar como “a parte do preparo militar de caráter predominantemente prático, que visa à formação do líder em todos os escalões, à capacitação dos combatentes e ao adestramento das frações constituídas em todos os níveis.”

Assim, o principal objetivo da instrução militar é adestrar a tropa para cumprir missões de Defesa Externa e de Garantia da Lei e da Ordem. Ou seja, a essência do preparo da Força Terrestre é o emprego da tropa nos mais diversos cenários existentes e, para tanto, precisa ser instruída, adestrada e se manter apta em alto nível para ser empregada.

O adestramento pode ser entendido, segundo Brasil (2019), da seguinte maneira:

é a atividade final da instrução militar na tropa que objetiva a formação dos diversos agrupamentos de homens, com seus equipamentos e armamentos (frações, subunidades, unidades e grandes unidades) para a eventualidade de emprego como instrumento de combate, ao qual estão destinados por organização. (BRASIL, 2019, p. 2-12).

Ainda para Brasil (2019, p. 6-15), o “adestramento - caracterizando um fecundo esforço para a imitação do combate - é a única maneira de profissionalizar os Quadros e de manter viva a Organização Militar.”

Material de emprego militar são todos aqueles equipamentos, armamentos, instrumentos, veículos, dentre outros, orgânicos das Organizações Militares, sejam materiais essencialmente militares ou militarizados, destinados a serem empregados em atividades militares de qualquer natureza.

Portanto, de acordo com Brasil (2019) o adestramento voltado para o material é aquele que, em qualquer nível, objetiva o desempenho coletivo eficaz de uma tropa em relação ao emprego de seu material orgânico e à execução adequada de suas atividades técnicas. O desempenho coletivo está baseado, principalmente, na operação eficiente do material ou na execução da atividade técnica, qualquer que seja o terreno ou a situação do inimigo.

O ambiente de incertezas globais levam à necessidade de aquisição de materiais de emprego militar modernos e da manutenção de uma tropa pronta para

ser empregada em um cenário de restrições orçamentárias, aumenta a importância da otimização dos recursos financeiros disponíveis. Dentro do advento das finanças, a análise de investimentos desponta como uma ferramenta essencial para a tomada de decisão na alocação do recurso, inclusive no estudo de viabilidade na adoção de simuladores, tecnologia de alto valor agregado.

No escopo da análise de investimentos, alguns métodos e técnicas existentes, tais como VPL, TIR e *Payback*, permitem identificar a viabilidade de determinado investimento, com base nos recursos aplicados e nos retornos auferidos por ocasião do início da operação, podendo identificar se o investimento é compensador e em quanto tempo este retornará.

2.1 OS SIMULADORES NO EXÉRCITO BRASILEIRO

Antes de tratar sobre o Simulador de Apoio de Fogo, é importante abordar a respeito da organização e utilização dos simuladores no Exército Brasileiro.

Em 2016, o Comandante de Operações Terrestres (COTER) expediu uma diretriz para o Programa de Modernização do Sistema Operacional Militar Terrestre, o SISOMT, a qual estabelece as condições gerais para a execução deste Programa e apresenta as concepções do Sistema de Preparo da Força Terrestre – SISPREPARO, o qual propõe a estruturação de Centros de Adestramento (CA) e define as tropas a serem adestradas com apoio dos CA. (BRASIL, 2019; p. 6-42).

Segundo Brasil (2019; p. 6-42) o Centro de Adestramento (CA) é “uma organização militar peculiar, com a missão de adestrar tropas dentro da doutrina vigente, centralizando meios necessários ao preparo, contando com especialistas, estruturas, simuladores e outros meios disponíveis.”

Assim, o Exército Brasileiro deu prosseguimento à tendência que se delineava quanto à implementação de novos Centros de Adestramento, ao fortalecimento daqueles até então existentes, bem como à organização destes CA dentro de uma estrutura a nível institucional.

De acordo com o CCOMSEX (2016), o pioneirismo da simulação de combate no Exército Brasileiro ocorreu na Escola de Comando e Estado-Maior (ECEME) que, junto com o COTER, desenvolveram em meados da década de 1990 o *software* AZUVER. Este simulador foi utilizado para o adestramento dos alunos daquele Estabelecimento de Ensino que assumiam funções de Estado-Maior de Grandes Unidades e que tomavam decisões em eventos apresentados pelo simulador.

Na mesma época foi introduzido na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) o primeiro simulador virtual para realização de tiros de fuzil e pistola do Exército Brasileiro. Este simulador era utilizado para adestramento dos quadros e na instrução de tiro daqueles armamentos para os cadetes da AMAN.

A partir disso, o CCOMSEX (2016) ressalta que o COTER passou a empregar no adestramento, simuladores construtivos desenvolvidos no País. Pode-se citar o SPADA ainda na década de 1990, o Guarani entre os anos de 2000 e 2004, o simulador SISTAB entre 2005 e 2012 e o SABRE de 2005 a 2011, este último apenas para o adestramento dos batalhões de Infantaria e dos regimentos de Cavalaria.

Na atualidade, o Combater é o simulador construtivo em uso pelo COTER, desenvolvido com base no *Sword, software* francês, e que está em operação nos Centros de Adestramento e Simulação de Posto de Comando. Este simulador pode ser utilizado em exercícios de unidades de nível Unidade, Brigada e Divisão de Exército, simulando operações nos mais diversos ambientes do território brasileiro em exercícios que podem durar vários dias.

Segundo CCOMSEX (2016), o Centro de Instrução de Blindados (CBId), conta com simuladores de diversos tipos dedicados a material de emprego militar, utilizados para o treinamento de tripulantes do carro de combate Leopard, tais como os Simuladores de Procedimento de Torre, o de Procedimento de Motorista, os Treinadores Sintéticos Portáteis e os Treinadores Sintéticos de Blindados. Estes reproduzem o confinamento do interior do veículo e o ambiente virtual de enfrentamento de inimigos.

Ainda, relata que no CBId, há o simulador virtual *Steel Beats*, empregado para o adestramento tático até o nível subunidade; e na simulação viva possui o Dispositivo de Simulação para Engajamento Tático, que permite empregar os carros de combate Leopard sensorizados com elevado grau de realismo durante os exercícios no terreno. Cabe ressaltar, que a nova família de blindados Guarani já conta com diversos treinamentos computadorizados (*Computer Based Training*) que permitem o adestramento de motoristas nos diversos dispositivos da viatura. Em parceria com a Universidade Federal de Santa Maria, o CBId está desenvolvendo o Simulador Guarani.

O Comando de Aviação do Exército também possui diversos sistemas de simulação, nos quais os pilotos e mecânicos de voo são treinados, tanto no nível básico como no avançado, utilizando simuladores de helicópteros Esquilo e *Fennec*, como por exemplo o *software XPlane* e o *Spectra*.

Com a finalidade de preparar as tropas para cumprirem missões de paz, bem como para avaliar operacionalmente as frações de fuzileiros, o Centro de Avaliação e Adestramento do Exército (CAAdEx) emprega a simulação viva por meio da utilização do Dispositivo de Simulação para Engajamento Tático, em exercícios contra uma força oponente que representa o inimigo especificamente preparado para esse fim.

O Centro de Adestramento e Avaliação-Sul (CAA-Sul), apoia anualmente a realização de exercícios simulados com a integração de simuladores vivos, construtivos e virtuais pelo Comando Militar do Sul (CMS), como tem viabilizado a otimização do emprego e a manutenção dos diversos simuladores daquele Comando Militar de Área. Além disso, o CAA-Sul reúne o SIMAF/Santa Maria, o Centro de Adestramento de Simulação de Postos de Comando (CAA/PC) e diversos outros simuladores do CMS.

Além disso, no Forte Santa Bárbara, em Formosa/GO, estão localizados os sistemas de adestramento simulado do Astros 2020, sistema de Bateria de Lançamento de Foguetes de médio e longo alcance, que permite a adequada capacitação técnico-profissional para a operação deste armamento estratégico e de poder dissuasório.

Do exposto, é possível perceber que há cerca de trinta anos o Exército Brasileiro (EB) se inseriu no contexto da simulação construtiva e virtual, sem ter abandonado a simulação viva. Também, percebe-se a evolução das tecnologias adotadas, a importância que a Força Terrestre tem dado ao tema e os altos investimentos realizados na aquisição e manutenção destes materiais. Essas ações têm colocado o EB na vanguarda da aplicação de simuladores e contribuído para o aumento de sua operacionalidade.

O presente estudo pretende analisar mais detidamente o Simulador de Apoio de Fogo instalado na AMAN, que é explicado na seção seguinte.

2.1.1 O Simulador de Apoio de Fogo da AMAN

O Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF) é fruto de um projeto desenvolvido pelo Exército Brasileiro que tinha como finalidade mobilizar a Força Terrestre com dois sistemas de simulação com tecnologia de última geração e aprimorar o adestramento e o ensino militar de oficiais e praças da Função Fogo.

Segundo Mourão (2016), o SIMAF “é um conjunto de armamentos, equipamentos, *softwares*, e sistemas computadorizados capazes de simular os

trabalhos realizados pelas guarnições de militares que servem nos órgãos de apoio e fogo de OM de Artilharia, Infantaria e Cavalaria do EB.” Assim, o SIMAF compõe a vertente da Força Terrestre que tem o objetivo de aperfeiçoar a instrução, o adestramento, o ensino militar e a tomada de decisão por meio da simulação de combate.

Este projeto foi lançado em outubro 2010, no Quartel General do Exército, em Brasília/DF, e contemplou dois simuladores idênticos, porém com missões distintas, os quais foram instalados na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), em Resende/RJ, e no Centro de Adestramento de Avaliação do Sul (CAA-Sul), em Santa Maria/RS. Em 2016, estes simuladores entraram em operação, permitindo a realização de exercícios nas três modalidades de simulação militar: a simulação Viva, por meio de trabalhos de Linha de Fogo; a Construtiva, utilizando cartas topográficas em duas dimensões para planejamento de operações militares; e a Virtual, com uso de aparelhos optrônicos, conduzindo missões de tiro no Posto de Observação (PO).

As opções oferecidas pelo SIMAF são consideráveis, pois este permite realizar trabalhos de maneira integrada dos oito subsistemas de Artilharia, do nível Batalhão/Regimento até Divisão. De acordo com Brasil (1997), o Sistema de Artilharia de Campanha engloba os seguintes subsistemas: Linha de Fogo, Observação, Busca de Alvos, Topografia, Meteorologia, Comunicações, Logística e Direção e Controle.

Mourão (2016), ressalta que:

O simulador possui a capacidade de operar os diversos subsistemas da função de combate fogos em ambiente virtual. Tal característica permite que os militares apoiem, pelo fogo, as manobras militares com armamentos, equipamentos e sistemas, instalados em uma única edificação. (MOURÃO, 2016, p. 7).

A utilização do SIMAF oferece benefícios ao propiciar a otimização do uso de munição real, de combustível e de outros recursos humanos e materiais para colocar uma bateria ou seção no terreno. Possibilita a repetição dos procedimentos inúmeras vezes no ambiente virtual, a realização de tiros que seriam inviáveis no terreno por motivos de segurança, bem como, permite usar cenários e condições meteorológicas variados. Após os exercícios de simulação, é realizada uma Análise Pós-Ação (APA), ocasião na qual os procedimentos realizados por aquela tropa

poderão ser ratificados ou retificados. A partir daí, o adestramento é finalizado com a realização de exercício no terreno com a execução do tiro real.

Portanto, o Simulador de Apoio de Fogo tem a finalidade de auxiliar no adestramento e na instrução das Unidades de Artilharia de Campanha. Constitui uma ferramenta valiosa e largamente empregada pelos exércitos mais importantes do mundo no treinamento de suas tropas.

De acordo com o Termo de Recebimento e Exame de Material S/Nr, de 15 de dezembro de 2017, realizado por comissão de especialistas nomeados para este fim, o SIMAF AMAN fornecido pela empresa TECNOBIT S.L.U., sediada em Madrid/Espanha, custou R\$ 22.707. 655,80 (vinte e dois milhões, setecentos e sete mil, seiscentos e cinquenta e cinco reais e oitenta centavos). Já as instalações construídas especificamente para abrigar o referido simulador apresentaram um custo de R\$ 5.943.460,50 (cinco milhões, novecentos e quarenta e três mil, quatrocentos e sessenta reais e cinquenta centavos). Assim, para fins de análise do investimento realizado, será adotado como investimento inicial o montante de R\$ 28.651.116,30 (vinte e oito milhões, seiscentos e cinquenta e um mil, cento e dezesseis reais e trinta centavos).

2.2. A ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Este item visa apresentar os fundamentos teóricos das técnicas quantitativas de apoio à tomada de decisão de investimento. Tais técnicas são amplamente utilizadas pela iniciativa privada que as adota como principal instrumento de apoio à decisão, a fim de avaliar a existência e a dimensão do retorno financeiro antes de realizar qualquer projeto de investimento. Apesar do setor público não buscar o lucro financeiro dos investimentos que realiza, uma vez que outros aspectos são tão relevantes quanto o retorno financeiro, a adoção desse método de análise pode constituir um importante aspecto na busca pela eficiência na alocação de recursos.

A metodologia de análise de investimentos pode ser dividida em diversas fases, desde a identificação das alternativas de investimento até a realização do investimento escolhido, sendo, portanto, adotada como instrumento de apoio à tomada de decisão a respeito da realização ou não daquele investimento, mas também sobre qual melhor investimento a ser feito quando se tem duas ou mais alternativas.

Além disso, tais técnicas tomam como base o conceito do valor do dinheiro no tempo, assim como os fluxos esperados de recebimentos e pagamentos, neste caso específico de desembolsos, decorrentes dos investimentos realizados, da utilização e da manutenção do equipamento; e a economia proporcionada pela não utilização de munição real nos exercícios que seriam realizados no terreno no caso de inexistência do simulador.

Neste artigo, foram utilizadas as técnicas de análise da Taxa Interna de Retorno, do Valor Presente Líquido e do *Payback* não como uma forma de apoiar a decisão de aquisição do SIMAF, mas sim de avaliar em que medida este simulador trouxe economicidade para o Exército Brasileiro e em quanto tempo o retorno do investimento terá ocorrido, subsidiando futuras decisões com relação à substituição deste equipamento quando de sua obsolescência e da implantação de outros simuladores como este em outros Centros de Adestramento.

2.2.1. Taxa interna de retorno (TIR ou IRR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é, segundo Gitman (1987, p. 446), “provavelmente a técnica mais usada para se avaliar alternativas de investimento, (...) definida como a taxa de desconto que leva o valor atual das entradas de caixa a se igualarem ao investimento inicial referente a um projeto.” Em outras palavras, a TIR representa a taxa de juros a ser descontada a cada fluxo das entradas e que iguala a valor presente destas entradas com os investimentos realizados. No caso do SIMAF, tem-se que a taxa de juros de desconto (*i*) representa a taxa interna de retorno que iguala o investimento inicial com o fluxo de caixa anual decorrente das economias proporcionadas pela adoção do simulador diminuídas de seus custos.

Dessa forma, o fluxo de caixa inicial (FC₀) é dado pelo investimento total realizado até o início da operação do SIMAF. Os demais fluxos de caixa (FC₁, FC₂ e FC₃) indicam os valores resultantes da diferença entre a economia proporcionada e a soma dos gastos com a utilização e manutenção anuais do simulador, da depreciação do equipamento e instalações e do custo de oportunidade do investimento.

Assim, tem-se que:

$$FC_0 = \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

Após o cálculo da TIR, o critério de decisão se baseia na análise: se a TIR for maior ou igual ao custo de capital, neste caso o custo de oportunidade, deve-se realizar o investimento. Do contrário, se a TIR for inferior ao custo de capital, deve-se rejeitar o projeto.

Faz-se necessário considerar que os fluxos de caixa (FC1, FC2,...) ocorrem em momentos diferentes, lembrando que a TIR leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, é possível concluir que este método expressa a rentabilidade do investimento realizado.

2.2.2. Valor presente líquido (VPL ou NPV)

Assaf Neto (2012; p. 162) considera que “o método do Valor Presente Líquido para análise dos fluxos de caixa é obtido pela diferença entre o valor presente dos benefícios previstos de caixa, e o valor presente do fluxo de caixa inicial (valor do investimento).” Em outras palavras, o VPL é a diferença entre os fluxos de caixa (FC1, FC2,...) trazidos a valor presente e o investimento realizado.

Pode-se expressar o método como se segue:

$$VPL = \left[\frac{FC1}{(1+i)^1} + \frac{FC2}{(1+i)^2} + \frac{FC3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FCn}{(1+i)^n} \right] - Fco$$

Assim como na TIR, é necessário que a taxa de desconto ou o custo de oportunidade seja definido previamente para o cálculo do VPL.

O VPL não apresenta uma taxa de rentabilidade do investimento, mas sim o resultado econômico das opções disponíveis, tal como apresentado por Assaf Neto (2012):

Na verdade, o NPV não identifica diretamente a taxa de rentabilidade (ou custo) da operação financeira; ao descontar todos os fluxos de entradas e saídas de caixa por uma taxa de desconto mínima aceitável, o NPV denota, em última análise, o resultado econômico da alternativa financeira expressa em moeda atualizada. (ASSAF NETO, 2012; p. 162).

Assim, o critério de decisão se estabelece entre aceitar ou rejeitar o projeto de investimento da seguinte maneira: se o VPL for igual ou maior que zero, o investimento pode ser aceito, se menor que zero, o mesmo deve ser rejeitado.

2.2.3. *Payback*

O *Payback*, simples ou descontado, também é uma técnica de análise de alternativas de projetos baseada no tempo de retorno do investimento realizado. Segundo Gitman (1987, p. 441), esta técnica representa “o período efetivo de *payback* é calculado definindo-se exatamente o tempo que leva para se recuperar o investimento inicial.” Normalmente, os decisores optam por escolher investimentos que apresentem o retorno mais rápido, sendo que o *payback* é utilizado como filtro e que, junto com outras técnicas de análise mais sofisticadas, nortearão a decisão.

Para Gitman (1987), o *payback* apresenta vantagens sobre técnicas como a taxa média de retorno por levar em consideração fluxos de caixa e o momento em que estes acontecem, trazendo à análise o fator tempo no valor do dinheiro. Além disso, este acaba por representar uma medida de risco, uma vez que reflete a liquidez daquele projeto e o risco de recuperação do investimento, de tal maneira que quanto maior a liquidez, menos arriscado será aquela opção.

Assim, o *payback* é calculado somando-se os fluxos de caixa no momento em que cada um destes acontecem, até que o somatório destes períodos se iguale ao valor do investimento inicial, tendo portanto o tempo total gasto para o retorno do investimento realizado. No caso do *payback* descontado, os fluxos de caixa sofrem o efeito do valor do dinheiro no tempo ao serem trazidos a valor presente a uma taxa de desconto, por isso o termo descontado, acarretando em uma vantagem sobre o *payback* simples ao proporcionar uma maior precisão no método.

O critério decisório do *payback*, seja o simples ou o descontado, se baseia no tempo de retorno do investimento realizado, ou seja, o investimento com menor *payback* deverá prevalecer sobre as demais alternativas. Além disso, deve-se considerar que o *payback* deve ocorrer antes do final da vida útil do equipamento para que seja considerado viável o investimento. Neste estudo de caso, foi utilizado o *payback* descontado, sendo o custo de oportunidade a taxa de desconto utilizada para atualizar o valor dos fluxos de caixa, e estes últimos, representados pela diferença das economias e custos anuais gerados em virtude da adoção do SIMAF.

3 MATERIAL E MÉTODO

A Academia Militar das Agulhas Negras, Organização Militar (OM) situada na cidade de Resende-RJ e que abriga o SIMAF, alvo da análise, é um Estabelecimento de Ensino Superior Militar responsável por formar os oficiais de carreira da linha bélica combatente do Exército Brasileiro. O curso de graduação da AMAN tem a duração de cinco anos e prepara os futuros líderes da Força Terrestre para cumprirem suas funções dentro de uma das sete armas, quadro ou serviço, dentro destes destaca-se a Infantaria, a Cavalaria e a Artilharia, sendo esta última arma a que mais se beneficia do uso do SIMAF. Assim, o SIMAF sediado na AMAN será o estudo de caso para a análise de viabilidade do investimento realizado na implantação do referido simulador de apoio de fogos.

A presente pesquisa é do tipo teórica com objetivo descritivo em uma abordagem quantitativa e de natureza básica. Assim, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental, baseada em dados por meio da análise documental e quantitativos.

A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida a partir de publicações em livros, revista, artigos científicos, monografias e dissertações. Esta foi realizada independentemente ou constituída por parte de uma pesquisa descritiva.

Para Cervo, Bervian e Silva (2007, p. 61), a pesquisa “constitui o procedimento básico para os estudos monográficos, pelos quais se busca o domínio do estado da arte sobre determinado tema”.

Já a pesquisa documental, se concentrou na busca e análise de dados sobre os investimentos realizados na implantação do SIMAF/AMAN, nos custos de operação e manutenção, bem como nos dados de economia gerada na substituição do tiro real pela simulação durante determinado momento do adestramento da tropa de OM diversas, principalmente dos Grupos de Artilharia de Campanha e cadetes formados pela AMAN.

De acordo com Fonseca (2002, p. 32),

a pesquisa documental trilha os mesmos caminhos da pesquisa bibliográfica, não sendo fácil por vezes distingui-las. A pesquisa bibliográfica utiliza fontes constituídas por material já elaborado, constituído principalmente por livros e artigos científicos localizados em bibliotecas. A pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios,

documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios de empresas, vídeo de programas de televisão, etc.

Além disso, este trabalho teve um objetivo descritivo, uma vez que serão analisados dados relativos ao investimento e custos, bem como da economia proporcionada, os quais permitiram verificar a viabilidade financeira da implementação do simulador de apoio de fogo estudado.

Para Cervo, Bervian e Silva (2007, p. 61), a “pesquisa descritiva ocorre quando se registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos, sem manipulá-los.”

Os dados levantados foram analisados e interpretados, buscando-se concluir a respeito da viabilidade econômico-financeira baseada em técnicas de análise de investimentos amplamente conhecidas, bem como estabelecer relações entre os resultados obtidos, a saber.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como já foi abordado no referencial teórico, a técnica de análise de projetos de investimento se constitui no uso de ferramentas econômico-financeiras, dentre as quais se destacam a TIR, o VPL e o *Payback*. Dessa maneira, no presente capítulo são realizados os cálculos referentes ao Projeto SIMAF/AMAN, bem como a análise dos resultados obtidos, o que permitirá chegar à conclusão quanto à viabilidade econômico-financeira do investimento realizado até o presente momento.

Para tanto foram levantados os custos de aquisição do SIMAF/AMAN e das instalações que o abrigam, os quais compõem o total dos investimentos realizados. Além disso, foram reunidos e consolidados os custos referentes à operação do simulador, principalmente custos de energia elétrica e manutenção, que representam saídas de recursos nos fluxos de caixa (FC) do período analisado (Apêndice A).

Por outro lado, foram levantadas as quantidades e os tipos de todos os tiros realizados nos anos de 2017, 2018 e 2019; seja no adestramento das tropas das Organizações Militares apoiadas, seja na formação dos cadetes da AMAN. Com base nesse levantamento, foram calculados os custos de aquisição da munição, supondo que estes mesmos tiros fossem realizados com munição real, o que representou a economicidade pelo uso do simulador (Apêndice B).

Além destes valores, também foram levados em consideração os custos médios anuais de energia elétrica (Apêndice C), principal custo de operação do simulador, bem como o custo de oportunidade do investimento realizado (Apêndice D).

Todos estes valores se encontram especificados de maneira consolidada no Apêndice A.

Sendo assim, pode-se calcular a Taxa Interna de Retorno da seguinte maneira:

$$FCo = \frac{FC1}{(1+i)^1} + \frac{FC2}{(1+i)^2} + \frac{FC3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FCn}{(1+i)^n}$$

$$- 28.651.116,30 = \frac{35.359.519,09}{(1+i)^1} + \frac{24.321.329,85}{(1+i)^2} + \frac{47.390.450,03}{(1+i)^3}$$

$$TIR (i) = 104,48\% \text{ a.a.}$$

No período analisado o SIMAF/AMAN apresentou uma TIR de 104,48% ao ano, a qual é bastante superior se comparada com o custo de capital ou de oportunidade médio anual de 7,80%, conforme Apêndice D. Isso significa dizer que, no período analisado, a taxa interna de retorno do investimento foi 13,4 vezes maior que o retorno oferecido pela taxa livre de risco. Em outras palavras, pode-se afirmar que, pelo lado da TIR, o emprego do simulador tem gerado resultados altamente positivos, ou seja, este tem proporcionado elevada economia de recursos.

A análise de viabilidade do projeto segue com o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), conforme abaixo:

$$VPL = \left[\frac{FC1}{(1+i)^1} + \frac{FC2}{(1+i)^2} + \frac{FC3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FCn}{(1+i)^n} \right] - FCo$$

$$VPL = \left[\frac{35.359.519,09}{(1,078)^1} + \frac{24.321.329,85}{(1,078)^2} + \frac{47.390.450,03}{(1,078)^3} \right] - 28.651.116,30$$

$$VPL = R\$ 62.908.829,33$$

Diferentemente da TIR, o VPL não apresenta uma taxa de rentabilidade do investimento, mas o resultado econômico do investimento. Com relação ao VPL

analisado, este apresentou um resultado econômico de R\$ 62.908.829,33. Por ser positivo (VPL>0), este indica que o projeto vale mais do que custa, ou seja, é lucrativo em comparação com o custo de oportunidade escolhido, significando que o investimento deve ser aceito. Portanto, o SIMAF tem apresentado resultado econômico positivo em decorrência da economia de recursos ao empregar o simulador ao invés de munição real, corroborando com o resultado da TIR.

Por fim, a análise inicial da viabilidade do projeto de investimento se encerra com o cálculo do *Payback*, definindo-se exatamente o tempo, em anos, para se recuperar o investimento inicial. Assim, o *Payback* é calculado somando-se os fluxos de caixa no momento em que cada um destes ocorre, até que o somatório destes períodos se iguale ou supere o valor do investimento inicial, encontrando-se, portanto o tempo total gasto para o retorno do investimento realizado.

Para o caso específico, dado o fluxo de caixa descontado a uma taxa de juros (i), que representa o custo de oportunidade do investimento, busca-se definir quantos anos de fluxo de caixa (FC) são necessários para retornar ou cobrir o investimento inicial (FC0). Analisando a tabela 1 (Apêndice A), percebe-se que apenas o FC1 foi suficiente para retornar o capital inicial investido (FC0).

Tabela 1 - Fluxos de Caixa do Simulador de Apoio de Fogo – SIMAF/AMAN

Ano	Fluxos de Caixa Descontado (FCD) (valores anuais em reais)	
2016	(28.651.116,30)	FC0
2017	32.801.038,12	FC1
2018	20.930.576,46	FC2
2019	37.821.588,21	FC3

Fonte: o autor

Com base na tabela 1, a qual apresenta o fluxo de caixa descontado do SIMAF/AMAN, pode-se calcular o *Payback* Descontado da seguinte forma:

$$\textit{Payback} = FC0/FC1 + FC0/FC2.... + FC0/FCn \leq 1$$

$$\textit{Payback} (\text{ano } 1) = 28.651.116,30 / 32.801.038,12 = 0,87348 \leq 1$$

Pode-se notar que o *Payback* (ano 1) foi menor que 1, isso quer dizer que este retorno (FC1) fora suficiente para cobrir o investimento inicial (FC0).

Multiplicando o *Payback* (ano 1) por 12 meses, tem-se a quantidade de meses suficientes para o retorno do investimento realizado:

$$0,87348 \times 12 = 10,48 \text{ meses}$$

Assim, com aproximadamente 10,5 meses de funcionamento do SIMAF/AMAN, a economia gerada pela substituição do exercício de adestramento no terreno com uso de munição real pelo exercício no simulador foi capaz de superar todo o investimento realizado para a aquisição, instalação e operação do equipamento. Dessa forma, o *Payback* Descontado do investimento ocorreu no primeiro ano, muito antes do tempo de vida útil de dez anos do projeto SIMAF.

Portanto, após o cálculo e análise da TIR, do VPL e do *Payback* Descontado referente ao SIMAF/AMAN, percebe-se nitidamente a viabilidade econômico-financeira do projeto sob a ótica da análise de investimentos. De maneira que, em curto espaço de tempo, apenas um ano, o emprego do simulador se mostrou eficiente em proporcionar o adestramento da tropa com economia de recursos, permitindo assim a otimização dos meios e o uso racional dos recursos.

Por fim, é possível concluir sobre a viabilidade do investimento que, devido à demanda das OM do corpo de tropa, principalmente dos Grupos de Artilharia de Campanha, e de estabelecimentos de ensino para adestramento de seus efetivos, assim como a elevada disponibilidade do equipamento, o SIMAF/AMAN tem apresentado uma excelente relação de custo *versus* benefício ao Exército brasileiro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tiro de artilharia com munição real é uma atividade complexa e onerosa em decorrência das crescentes questões ambientais, da expansão populacional nas grandes cidades sobre os campos de instrução e de tiro, da elevada quantidade de meios logísticos e de segurança, do alto custo da munição e dos armamentos. Soma-se a isso, o elevado custo de transporte e armazenamento da munição, das despesas com deslocamento de pessoal, de combustível e de manutenção de todos os meios empregados em um exercício de adestramento real. Tudo isso, acarreta

em elevados custos que, no momento atual, excedem as dotações orçamentárias para este fim e limitam o adestramento das Organizações Militares de Artilharia.

Com base nesse cenário, a utilização de sistemas de simulação modernos para o tiro real dos diferentes armamentos de dotação da Artilharia de Campanha aparece como solução econômica viável ao reduzir consideravelmente os gastos com o adestramento da tropa, mas também com a formação de oficiais e sargentos nos estabelecimentos de ensino.

Assim, a adoção do Simulador de Apoio de Fogo – SIMAF, como meio auxiliar moderno e de alto nível tecnológico, desenvolvido especificamente para atender a doutrina brasileira de emprego, tem proporcionado significativa melhoria na qualidade de ensino e instrução, inserindo o Exército Brasileiro na tendência da simulação já consagrada nos mais modernos exércitos do mundo.

Neste momento é oportuno retomar a questão de pesquisa quanto a viabilidade da utilização de simuladores de tiro de artilharia no adestramento da tropa sob a ótica econômico-financeira.

Como ficou evidenciado no capítulo anterior, o investimento realizado na aquisição e implementação do SIMAF/AMAN apresentou até o momento uma TIR de 104,48% ao ano, representando uma alta rentabilidade do investimento; um VPL de R\$ 62.908.829,33, que indica a geração de valor do projeto; e um *Payback* descontado de 10,5 meses, significando que o investimento realizado já retornou em curto espaço de tempo.

Portando, pode-se concluir que em menos de um ano de utilização do SIMAF/AMAN este investimento se mostrou viável sob a ótica econômico-financeira, com grande geração de valor e alta rentabilidade.

Além disso, pode-se considerar estratégica a instalação do SIMAF em Resende, uma vez que, pela localização, este pode atender facilmente às demandas de adestramento de um grande número de OM situadas nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo, em especial os Grupos de Artilharia de Campanha e Estabelecimentos de Ensino como AMAN, EsAO e EsA. O elevado nível de utilização do simulador foi fundamental para a viabilidade econômico-financeira e o rápido retorno do investimento realizando, permitindo que houvesse uma relação de custo-benefício bastante favorável no período analisado.

A presente pesquisa não buscou avaliar se de fato o uso do simulador substitui na mesma medida a realização do tiro real quanto a outros aspectos que não somente o econômico-financeiro. Isso representa uma limitação deste estudo e uma sugestão para pesquisas futuras, visando complementar o estudo de

viabilidade do uso de simuladores de tiro de apoio de fogo em espectro mais amplo. Dessa forma, os decisores terão subsídios ainda maiores quanto à ampliação do uso da tecnologia para o adestramento da tropa.

REFERÊNCIAS

ASSAF NETO, Alexandre. **Matemática financeira e suas aplicações**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO>. Acesso em: 17 nov 19.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. COTER. **EB70-CI11.405: Caderno de instrução de emprego da simulação**. 1. ed. Brasília, DF, 2015.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **C 21-30: Abreviaturas, símbolos e convenções cartográficas**. 2. ed. Brasília, DF, 1992.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **C 6-1: Emprego da Artilharia de Campanha**. 3. ed. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. COTER. **SIMEB: Sistema de Instrução Militar do Exército Brasileiro**. 1. ed. Brasília, DF, 2019.

CCOMSEX (CENTRO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DO EXÉRCITO). Situação da simulação de combate no Exército Brasileiro. **Revista Verde-Oliva**, Brasília/DF, a. 43, n. 232, p. 14-16, junho 2016.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto da. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GITMAN, Lawrence J.. **Princípios de administração financeira**. 3. ed. São Paulo: Harbra, 1987

MINISTÉRIO DA DEFESA. Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas. **MD 35-G-01: Glossário das Forças Armadas**. 5. ed. Brasília, DF, 2015.

MOURÃO, Antônio Hamilton Martins. Verde-Oliva Entrevista: O gerente do projeto SIMAF. **Revista Verde-Oliva**, Brasília, DF, a. 43, n. 232, p. 6-8, junho 2016.

SIMAF. **HEFESTO: Informativo das Atividades da Seção de Simulação da AMAN**. Resende/RJ, 2º semestre 2017 e 2º semestre 2018.

TEIXEIRA, Alexandre Gueiros. **Centro de simulação de Artilharia de Campanha: tecnologia em apoio à formação e ao adestramento do artilheiro**. 2003. 159 f. Dissertação (Mestrado em Operações Militares) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO), Rio de Janeiro, 2003.

VERDE-OLIVA Entrevista: O gerente do projeto SIMAF. **Revista Verde-Oliva**, Brasília/DF, a. 43, n. 232, p. 6-8, junho 2016.

APÊNDICE A – Cálculo dos Fluxos de Caixa

Simulador de Apoio de Fogo – SIMAF/AMAN (valores anuais, R\$)					
Ano	Investimento Inicial ¹	Economicidade ²	Custos EE ³	Custo Oportunidade (i)*	
				SELIC (%)	R\$
2016	(28.651.116,30)	---	---	---	---
2017	31.498.844,20	38.648.013,31	440.766,32	9,939326	(2.847.727,90)
2018	33.515.577,95	26.791.832,52	453.768,92	6,402564	(2.016.733,75)
2019	35.313.388,26	49.659.045,60	470.785,26	5,364104	(1.797.810,31)
Média				7,80/ano	

Fluxos de Caixa do Simulador de Apoio de Fogo – SIMAF/AMAN (valores anuais, R\$)					
Ano	Investimentos	Economicidade	Custos Totais	Fluxos de Caixa (FC)	
2016	(28.651.116,30)	---	---	(28.651.116,30)	FCo
2017	0,00	38.648.013,31	(3.288.494,22)	35.359.519,09	FC1
2018	0,00	26.791.832,52	(2.470.502,67)	24.321.329,85	FC2
2019	0,00	49.659.045,60	(2.268.595,57)	47.390.450,03	FC3
Totais	(28.651.116,30)	115.098.891,43	(8.027.592,46)	78.420.182,67	

Fluxos de Caixa Descontado do Simulador – SIMAF/AMAN (valores anuais, R\$)					
Ano	Investimentos	Fluxos de Caixa (FC)	Taxa de Desconto (média anual 7,8%)	Fluxos de Caixa Descontado (FCD)	
2016	(28.651.116,30)	(28.651.116,30)	---	(28.651.116,30)	FCo
2017	0,00	35.359.519,09	1,078	32.801.038,12	FC1
2018	0,00	24.321.329,85	1,162	20.930.576,46	FC2
2019	0,00	47.390.450,03	1,253	37.821.588,21	FC3
Totais	(28.651.116,30)	78.420.182,67		62.902.086,49	

Legenda:

1 - Investimentos totais realizados com aquisição do simulador, equipamentos e instalações. Para os anos de 2017, 2018e 2019, atualização do investimento inicial para fins de cálculo do custo de oportunidade. Fontes: TREM s/nº, 15 de setembro de 2017 e Set. Fin./AMAN.

2 - Economia decorrente do uso do simulador em substituição da munição real. Fonte: SIMAF/AMAN

3 - Custos em virtude do consumo de energia elétrica. Fonte: SIMAF/AMAN.

* Custo de oportunidade para fins de cálculo com base na SELIC anual. Fonte: BCB em: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO>

APÊNDICE B – Cálculo da Economia de Munição Gerada Pelo Uso do SIMAF

Economia de Munição em 2017			
Tipo Munição	Quantidade	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)
105 mm AE	7.418	4.011,54	29.757.603,72
120 mm AE	372	4.707,18	1.751.070,96
155 mm AE	1132	5.333,63	6.037.669,16
155 mm Fumígena	50	4.005,89	200.295,04
155 mm Iluminativa	49	4.005,89	196.288,61
			38.648.013,31

Fonte: HEFESTO 2º semestre 2017

Economia de Munição em 2018			
Tipo Munição	Quantidade	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)
105mm AE	4.878	3.600,73	17.564.360,94
105mm Iluminativa	341	2.913,58	993.530,78
105mm Fumígena	220	2.913,58	640.987,60
120mm AE	545	3.799,00	2.070.455,00
155mm AE	1267	4.000,00	5.068.000,00
155mm Iluminativa	156	2.913,45	454.498,20
			26.791.832,52

Fonte: HEFESTO 2º semestre 2018

Economia de Munição em 2019			
Tipo Munição	Quantidade	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)
105mm AE	7.590	4.011,54	30.447.588,60
105mm Iluminativa	308	2.913,58	897.382,64
105mm Fumígena	38	4.011,54	152.438,52
120mm AE	863	4.707,18	4.062.296,34
155mm AE	2.299	5.333,03	12.260.636,00
155mm Iluminativa	81	4.005,89	324.477,09
155mm Fumígena	378	4.005,89	1.514.226,42
			49.659.045,60

Fonte: HEFESTO 2º semestre 2019

APÊNDICE C – Cálculo do Custo Médio Anual de Energia Elétrica

Custo de Energia Elétrica – SIMAF/AMAN (valores médios anuais, R\$)			
Tipo de Uso	Nº Meses	Custo/Mês	Total
Administrativo ¹	7	20.452,26	143.165,82
Em Instrução ²	5	54.303,39	271.516,95
			414.682,77

Fonte: SIMAF/AMAN

Atualização do Custo de Energia Elétrica – SIMAF/AMAN (valores anuais)			
Ano	Valor	IPCA % ³	Total
2016	---	6,29	414.682,77
2017	414.682,77	2,95	440.766,32
2018	440.766,32	3,75	453.768,92
2019	453.768,92	---	470.785,26

Fonte: SIMAF/AMAN

Custos Totais do Simulador de Apoio de Fogo – SIMAF/AMAN (valores anuais)			
Ano	Custo Energia Elétrica	Custo de Oportunidade	Custos Totais
2017	440.766,32	2.847.727,90	3.288.494,22
2018	453.768,92	2.016.733,75	2.470.502,67
2019	470.785,26	1.797.810,31	2.268.595,57

Fonte: SIMAF/AMAN

Legenda:

1- O cálculo considera que, em dia de uso administrativo, o SIMAF funciona das 9:30h e às 17h. Fora desse horário, em que a chave-geral permanece ligada o tempo todo, foi considerado o consumo dos equipamentos em modo *stand by*.

Fonte: SIMAF/AMAN

2- Para os dias de uso em instrução, o cálculo considera que o simulador funciona das 6:30h às 19h, com utilização plena de todos os equipamentos em todas as instalações durante o intervalo de tempo definido. Fonte: SIMAF/AMAN

3- Valor percentual anual do IPCA. Fonte: IBGE em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas>

APÊNDICE D – Cálculo dos Custos de Oportunidade

1. Cálculo de correção do valor investido pela SELIC no ano de 2017

Resultado da Correção pela Selic	
<small>*A data informada não é dia útil, a data utilizada para este cálculo refere-se ao primeiro dia útil subsequente</small>	
Dados básicos da correção pela Selic	
Dados informados	
Data inicial	02/01/2017*
Data final	02/01/2018*
Valor nominal	R\$ 28.651.116,30 (REAL)
Dados calculados	
Índice de correção no período	1,09939326
Valor percentual correspondente	9,939326 %
Valor corrigido na data final	R\$ 31.498.844,20 (REAL)
Fazer nova pesquisa	Imprimir

Fonte: Banco Central do Brasil em: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO>

2. Cálculo de correção do valor investido pela SELIC no ano de 2018

Resultado da Correção pela Selic	
<small>*A data informada não é dia útil, a data utilizada para este cálculo refere-se ao primeiro dia útil subsequente</small>	
Dados básicos da correção pela Selic	
Dados informados	
Data inicial	02/01/2018*
Data final	31/12/2018
Valor nominal	R\$ 31.498.844,20 (REAL)
Dados calculados	
Índice de correção no período	1,06402564
Valor percentual correspondente	6,402564 %
Valor corrigido na data final	R\$ 33.515.577,95 (REAL)
Fazer nova pesquisa	Imprimir

Fonte: Banco Central do Brasil em: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO>

3. Cálculo de correção do valor investido pela SELIC no ano de 2019

Resultado da Correção pela Selic	
<small>*A data informada não é dia útil, a data utilizada para este cálculo refere-se ao primeiro dia útil subsequente</small>	
Dados básicos da correção pela Selic	
Dados informados	
Data inicial	02/01/2019*
Data final	18/11/2019*
Valor nominal	R\$ 33.515.577,95 (REAL)
Dados calculados	
Índice de correção no período	1,05364104
Valor percentual correspondente	5,364104 %
Valor corrigido na data final	R\$ 35.313.388,26 (REAL)
Fazer nova pesquisa	Imprimir

Fonte: Banco Central do Brasil em: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO>

4. Cálculo de correção do valor investido pela SELIC no período de 2017 à 2019

Resultado da Correção pela Selic	
<small>*A data informada não é dia útil, a data utilizada para este cálculo refere-se ao primeiro dia útil subsequente</small>	
Dados básicos da correção pela Selic	
Dados informados	
Data inicial	02/01/2017*
Data final	25/11/2019*
Valor nominal	R\$ 100,00 (REAL)
Dados calculados	
Índice de correção no período	1,23400513
Valor percentual correspondente	23,400513 %
Valor corrigido na data final	R\$ 123,40 (REAL)
<input type="button" value="Fazer nova pesquisa"/> <input type="button" value="Imprimir"/>	

Fonte: Banco Central do Brasil em: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO>