



**CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES**

**2°SGT JOCÉLIO TOLENTINO SANTOS**

**3°SGT ICARO LUIZ DOS SANTOS DE JESUS**

**3°SG-FN-MO HÉLDER AUGUSTO OLIVEIRA GONZAGA**

**3°SG-FN-AT DOUGLAS DA COSTA SENA**

**ESTUDO SOBRE MEIOS DE SIMULAÇÃO E SEU EMPREGO DIDÁTICO  
NOS CURSOS DE MANUTENÇÃO DO CENTRO DE ARTILHARIA DE  
MÍSSEIS E FOGUETES**

**Formosa – GO**

**2022**



**CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES**

**2°SGT JOCÉLIO TOLENTINO SANTOS  
3°SGT ICARO LUIZ DOS SANTOS DE JESUS  
3°SG-FN-MO HÉLDER AUGUSTO OLIVEIRA GONZAGA  
3°SG-FN-AT DOUGLAS DA COSTA SENA**

**ESTUDO SOBRE MEIOS DE SIMULAÇÃO E SEU EMPREGO DIDÁTICO  
NOS CURSOS DE MANUTENÇÃO DO CENTRO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS  
E FOGUETES**

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para o Curso Manutenção Mecânica do Sistema de Mísseis e Foguetes para Sargentos.

**Formosa – GO  
2022**



**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
COMANDO MILITAR DO PLANALTO  
CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES  
DIVISÃO DE DOCTRINA E PESQUISA**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Autores: 2°SGT JOCÉLIO TOLENTINO SANTOS  
3°SGT ICARO LUIZ DOS SANTOS DE JESUS  
3°SG-FN-MO HÉLDER AUGUSTO OLIVEIRA GONZAGA  
3°SG-FN-AT DOUGLAS DA COSTA SENA**

**TÍTULO: ESTUDO SOBRE MEIOS DE SIMULAÇÃO E SEU EMPREGO  
DIDÁTICO NOS CURSOS DE MANUTENÇÃO DO CENTRO DE ARTILHARIA  
DE MÍSSEIS E FOGUETES**

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para o Curso Manutenção Mecânica do Sistema de Mísseis e Foguetes para Sargentos.

*APROVADO EM* \_\_\_/\_\_\_/2022

*CONCEITO:* \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

<b>Membro</b>	<b>Menção Atribuída</b>

# ESTUDO SOBRE MEIOS DE SIMULAÇÃO E SEU EMPREGO DIDÁTICO NOS CURSOS DE MANUTENÇÃO DO CENTO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

JOCÉLIO TOLENTINO SANTOS  
ICARO LUIZ DOS SANTOS DE JESUS  
HÉLDER AUGUSTO OLIVEIRA GONZAGA  
DOUGLAS DA COSTA SENA

## RESUMO

O presente projeto tem por finalidade verificar o estudo de meios didático da simulação no Curso de Manutenção Mecânica do Sistema ASTROS. Este estudo abordará os meios de simulação existentes no Exército Brasileiro como: construtiva, virtual e viva e assim como suas vantagens e desvantagens para a instituição. Diante do que será exposto, desenvolveremos as ideias sobre o ensino-aprendizagem dentro dos Cursos de Manutenção, elencando todos os meios de simulação e qual destes se enquadra melhor dentro da formação acadêmica dos militares.

**Palavras-chave:** Meios de Simulação, Manutenção Mecânica, ASTROS. Mísseis e Foguetes

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo verificar el estudio de los medios didácticos de simulación en el Curso de Mantenimiento Mecánico del Sistema ASTROS. Este estudio abordará los medios de simulación existentes en el Ejército Brasileño como: constructivo, virtual y en vivo, así como sus ventajas y desventajas para la Institución. En vista de lo que se expondrá, desarrollaremos ideas sobre la Enseñanza-Aprendizaje dentro de los Cursos de Mantenimiento, enumerando todos los medios de simulación y cuál de estos encaja mejor dentro de la formación académica de los militares.

**Palabras clave:** Medios de Simulación, Mantenimiento Mecánico, ASTROS. Misiles y Cohetes

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Texto da figura	N° Pág
Figura 01	Relação entre níveis de treinamento e modalidades de simulação, 2016	9
Figura 02	Sala de aula (Pedro Paulo Cantalice Estigarríbia)	12
Figura 03	Despositivo de treinamento de voo baseado em Realidade Virtual	13
Figura 04	Continuum Virtual	15
Figura 05	Toyota of today&tomorrow	16
Figura 06	Simulador de Aeronave Patrulha P-95BM	17
Figura 07	Simulador de Aeronave Patrulha P-95BM	17
Figura 08	Filtro de combustível	18
Figura 09	Nível de aprendizagem com a simulação	20
Figura 10	Custo benéfico da simulação militar	21

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>08</b>
	1.1 PROBLEMA.....	10
	1.2 OBJETIVOS.....	11
	1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES.....	12
	1.3.1 ENSINO.....	12
	1.3.2 SISTEMA DE SIMULAÇÃO VIRTUAL.....	13
	1.3.2.1 TREINAMENTO BASEADO EM COMPUTADORES .....	14
	1.3.2.2 REALIDADE VIRTUAL.....	14
	1.3.2.3 REALIDADE MISTA.....	15
	1.3.2.4 MOCKUPS.....	16
	1.3.2.5 REALIDADE AUMENTADA.....	17
	1.3.3 PRÓS E CONTRAS DE SIMULADORES VIRTUAIS PARA MANUTENÇÃO DE ASTROS.....	18
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
	2.1 REVISÃO DE LITERATURA .....	22
	2.2 COLETA DE DADOS .....	23
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Exército Brasileiro, hoje, é dotado de diversas viaturas blindadas, onde a fabricação vem de diversas marcas de veículos pesados, dentre elas: Iveco, que atualmente tem o projeto da Viatura Média Sobre Roda 6x6 Guarani; Rheinmetall, que fabricou a primeira linha da família da Viatura Blindada Especial de Socorro (VBE Soc) Bergepanzer; Engesa, fabricante nacional e um dos mais antigos onde criou a Viatura Blindada de Reconhecimento (VBR) Cascavel e dentre outras marcas de viaturas pesadas blindadas.

No que diz respeito a modernização da tecnologia, sofisticação da defesa aeroterrestre, a Forças Armadas vem se antecipando. Atualmente o SISTEMA ASTROS (SIS-ASTROS), é um exemplo dessa situação, foi desenvolvido e fabricado pela AVIBRAS AEROESPACIAL, uma empresa brasileira, sediada em Jacareí-SP, com meio século de tradição no campo militar e que vem se especializando na fabricação de foguetes e mísseis para as mais variadas finalidades e aplicações nas Forças Armadas. Esse conjunto de viaturas blindadas de alta tecnologia e poder de fogo, pode ser transportado em diversos tipos de modais, podendo chegar em qualquer bioma brasileiro. Um poder de persuasão nunca visto na Força Terrestre.

Diante disto, é importante salientar o conceito de manutenção para manter esse conjunto de meios em excelentes condições de pronto emprego. A manutenção segundo Túlio Martins pode ser considerada como:

Pode ser considerada como o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção. (TÚLIO MARTINS, 2019).

Os avanços tecnológicos transformaram a realidade da manutenção, constituindo papel fundamental nas Organizações Militares. O desenvolvimento de simuladores possibilitou o aperfeiçoamento de técnicas e procedimentos, abrindo novas frentes para o adestramento nas forças armadas.

Em âmbito do Exército Brasileiro, existe a Portaria nº55 do EME de 27 de março de 2014, que aprovou a Diretriz para o Funcionamento do Sistema de Simulação do Exército, na qual estão inclusos os meios de simulação. Esse Sistema se define por:



O Sistema de Simulação do Exército Brasileiro engloba o conjunto de recursos humanos, instalações, aplicativos e equipamentos de simulação empregados no adestramento, treinamento, instrução, ensino militar e no suporte à tomada de decisão, estando dividido em programas. (EXÉRCITO, 2014).

As simulações como visto, envolvem um conjunto de elementos e possibilitam representar artificialmente uma atividade ou um evento real, no qual é imprescindível vir auxiliado por um conjunto de sistemas, dentro eles: informatizado, mecânico e hidráulico. Com o inevitável crescimento da tecnologia ao redor do mundo, os simuladores serão, cada vez mais, capazes de serem aperfeiçoados para melhor atender a sua finalidade.

Vale ressaltar, que dentre as atividades específicas definidas nesta Portaria incluem-se, três tipos de modalidades que dividem o Sistema de Simulação para o Exército, são elas: viva, construtiva e a virtual. Os tipos de modalidades de simulação são integrados aos usuários do SSEB (Sistema de Simulação do Exército Brasileiro), que tem por finalidade de difundir nos mais derivados tipos de simuladores suas doutrinas e capacitações. Para fazer com que seja realizada essa difusão de conhecimento, é essencial uma atenção à especialização dos usuários. É preferível que sejam militares já capacitados e doutrinados para dar continuidade com êxito nos diversos tipos de adestramento.

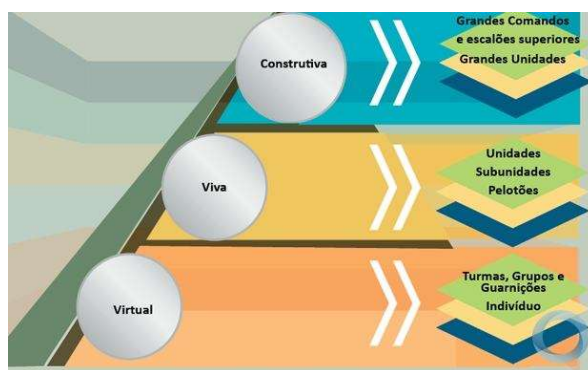


Figura - 1 Relação entre níveis de treinamento e modalidades de simulação, 2016

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

No tocante aos três tipos de modalidades de simulação, a Modalidade Viva é composta por 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 permitam acompanhar o elemento e simular os efeitos dos engajamentos.

A Modalidade Virtual consiste em agentes reais, operando sistemas simulados ou gerados em computador. Ela pode substituir sistemas de armas, veículos, aeronaves, cujo exija do operador alto grau de adestramento ou diminuição do custo e/ou riscos da operação. Essa será a base deste trabalho e será estudada mais profundamente no decorrer do conteúdo.

A Modalidade construtiva ocorre quando se simula tropas e elementos, operando simulados sistemas, sendo controlados por agentes reais, também conhecidas pelos “Jogos de Guerra”. Seu emprego principal é no adestramento de comandantes e estados-maiores, auxiliando na tomada de decisão e no funcionamento de postos de comando e sistema de comando e controle.

Desta forma, este trabalho poderá evidenciar que o alinhamento da necessidade do Exército Brasileiro em manter os seus meios terrestres em alta operabilidade e a experimentação do uso dos meios de simulação no emprego didático nos cursos de manutenção mecânica do Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, produz benefícios devido à gama de possibilidades que a simulação proporciona, assim como, a mitigação dos riscos e custos de execução das manutenções.

## **1.1 PROBLEMA**

No Exército Brasileiro, o Programa de Instrução Militar do Comando de Operações Terrestre (PIM COTER), prevê a realização de exercícios de simulação desenvolvidos a partir de software, como excelente ferramenta no adestramento de frações. No entanto, há pouco material voltado para a simulação da Manutenção Mecânica, que é considerada nesse trabalho uma ferramenta que somara para Força em economia e preparação dos recursos humanos, porém, encontra-se inóspito, até o momento, na atuação de meios de simulação como meio didático na manutenção mecânica do Sistema ASTROS.

Uma tecnologia já presente, testada em campo de batalha, o Sistema ASTROS, possui um amplo futuro nas forças armadas e necessita de atenção especial para prolongar suas atividades de combate. Para tal, é notável a

necessidade de dispender tempo e recursos para capacitação de operadores, devido ao avanço dessas tecnologias, assim com a qualificação técnica de militares para a manutenção das viaturas blindadas visando manter os meios disponíveis, principalmente devido aos altos custos envolvidos no uso dos novos meios, ferramentas ou dispositivos, e obtenção de peças sobressalentes, também se necessita do desenvolvimento de softwares simuladores de manutenções das viaturas a fim de mitigar danos materiais causados pela imperícia e amplificar a produtividade e eficiência dos meios por meio de militares preparados a executar reparos a qualquer momento.

Diante disto, será possível desenvolver uma nova ferramenta baseada em simuladores que seja capaz de auxiliar no aprimoramento técnico-profissional dos militares habilitados no SIS-ASTROS e que aumente a disponibilidade desse meio para a Força Terrestre?

## **1.2 OBJETIVO**

Este trabalho visa propor o estudo de novas ferramentas de simulação aplicáveis aos processos didáticos no curso de manutenção mecânica do SIS-ASTROS, no Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes.

Para isso, a pesquisa tomará como base a legislação vigente que trata do Funcionamento do Sistema de Simulação do Exército, os manuais técnicos da Artilharia de Mísseis e Foguetes, em especial os providos pelo fabricante, Avibras, como forma de apresentação das características do sistema, assim como estudos anteriores sobre os meios de simulação aplicados a didática na Manutenção Mecânica.

## 1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

### 1.3.1 ENSINO



Figura 02 - Sala de aula (Pedro Paulo Cantalice Estigarríbia)  
Fonte: <http://ebacervo.eb.mil.br/collections/show/1>

Todos os meios, equipamentos ou materiais que facilitam a aprendizagem através do estímulo dos sentidos são conhecidos como Meios Didáticos. Estes necessitam de uma organização que favoreça a interação entre formador e formandos e que os distinga de meros meios de transmissão de informação. Para o Ministério da Educação, a didática em uma de suas concepções é o conjunto de princípios e técnicas que se aplicam ao ensino de qualquer componente curricular, estabelecendo normas gerais para o trabalho docente, a fim de conduzir a aprendizagem. BRASIL, Ministério da Educação, 2009.

Dentre as Organizações Militares destinadas ao ensino militar, podemos destacar o Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes (CI Art Msl Fgt), criada em 2017, por meio da Portaria nº 1.052, do EME, tem como missão especializar os recursos humanos no emprego e na logística do sistema de mísseis e foguetes e contribuir para a formulação da doutrina de emprego desse sistema da Artilharia do Exército Brasileiro. Possui como um de seus meios didáticos a simulação que é considerada como um método representativo de um evento real, por meio de um modelo, com o uso de meios mecânicos e informatizados, permitindo a reprodução de características e evoluções de um fenômeno facilitando a fixação do manuseio e aprendizagem. Destaca-se neste Centro o uso dos Simuladores Virtuais Táticos e o Treinamento Baseado em Computadores (TBC), que possibilitam a melhor eficiência no aprendizado na tática do emprego da

Artilharia em campanha. Esses têm elevado este Centro de Instrução à vanguarda das competências tecnológicas na busca pela excelência técnico-profissional.

No mundo atual, observa-se cada vez mais o uso frequente de simuladores. As inovações tecnológicas possibilitam simulações cada vez mais detalhadas, sendo possível prever o comportamento de complexos sistemas, materiais e fenômenos naturais, permitindo testar projetos e explorar suas possibilidades e restrições, concorrendo para a seleção da opção mais adequada para a consecução de um empreendimento e evitando comprometer recursos com aquisições erradas.

### 1.3.2 SISTEMA DE SIMULAÇÃO VIRTUAL



Figura - 03 Despositivo de treinamento de voo baseado em realidade Virtual  
Fonte: [www.FAB.mi.br/noticias/tecnologia](http://www.FAB.mi.br/noticias/tecnologia)

Dentre os sistemas de simulação já expostos nesse trabalho, o que mais se adéqua didaticamente ao Curso de Manutenção Mecânica do Sistema ASTROS é a Simulação Virtual, que se define por:

É composto por um conjunto de programas e equipamentos empregados por instrutores na execução de exercícios de adestramento em simulação virtual pelas tropas usuárias. Nessa modalidade de simulação, agentes reais operam sistemas simulados, interagindo com entidades virtuais em um ambiente sintético virtual. Permite o treinamento da operação de sistemas de armas, veículos, aeronaves e outros equipamentos, cuja operação exija elevado grau de adestramento ou que envolva riscos e/ou custos elevados para tal. (EXÉRCITO, 2020).

A Simulação Virtual tem a característica de desenvolver as habilidades e capacidades dos operadores, explorando os equipamentos virtuais. Esses equipamentos podem ser de diferentes tipos como: Treinamento baseado em computadores (TBC), Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Realidade Mista, Mockups.

### **1.3.2.1 TREINAMENTO BASEADO EM COMPUTADORES**

Segundo o engenheiro eletricitista, professor, Dr Raul Ceretta Nunes, do Departamento de Computação Aplicada do Centro de Tecnologia da UFSM e coordenador do projeto “Sistema Integrado de Simulação ASTROS”, o SIS-ASTROS, o objetivo geral do projeto é pesquisar e desenvolver novas capacidades de treinamento e adestramento para o sistema integrado de simulação empregado no Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes do Forte Santa Bárbara. Uma das idealizações desta parceria EB/UFSM foi a pesquisa, prototipação e internacionalização de software de treinamento baseado em computador (TBC), incluindo doutrinas relacionadas às munições de foguete guiado e míssil tático de cruzeiro e TBC para novas viaturas do sistema ASTROS.

### **1.3.2.2 REALIDADE VIRTUAL**

Ao se pensar em um possível simulador para auxiliar a manutenção mecânica da viatura Astros identificaremos a Realidade Virtual como a melhor opção pois, atualmente, os treinamentos militares visam o preparo de pessoal da melhor maneira possível exigindo que se aproximem ao máximo de uma situação real. Porém, questões de logística, e até de risco para os militares envolvidos, limitam-se de maneira considerável o grau de realismo dos diversos exercícios. Uma solução para os problemas citados, então, seria a utilização da Realidade Virtual.

A Realidade Virtual é um ambiente artificial criado por sistemas computacionais (programas) e apresentado ao usuário de tal maneira que ele entenda esse ambiente como real. Logo, no contexto de treinamentos, a realidade virtual seria

empregada por meio de simuladores para explorar uma variada gama de possibilidades de cenários e situações e, ao mesmo tempo, evitar os riscos, as questões logísticas.

### 1.3.2.3 REALIDADE MISTA

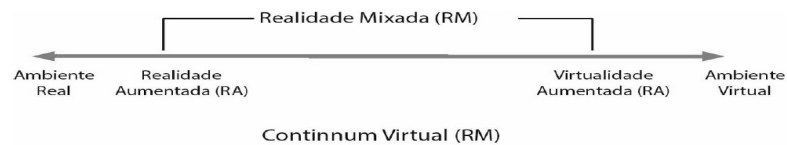


Figura - 04 Continuum Virtual - Casimiro Geovanna, Realidade Mista: Insitu x Influxu.  
Fonte: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frvir.2021.647997/full>

O termo Realidade Mista ou Realidade Misturada pode ser definido como a somatização de objetivos virtuais gerados por computadores com o ambiente físico, Paul Milgram e Fumio Kishino (1994) Definem como conceito de Realidade Mista como “qualquer lugar entre os extremos de uma contínua virtualidade”.

Cláudio Kirmer (2004) ratifica que a Realidade Mista permite ao usuário, ver, ouvir, sentir e interagir com informações e elementos virtuais inseridos no ambiente físico, através de algum dispositivo tecnológico. Segundo ele a Realidade Mista vai além da capacidade da Realidade Virtual de concretizar o imaginário ou simular, pois a Realidade Mista incorpora elementos virtuais ao ambiente físico. Não se trata de um ambiente puramente virtual, cuja dinâmica esquece o mundo físico do usuário, mas de uma verossímil, no que o usuário não percebe a diferença entre objetos virtuais e físicos. Trata-se de uma cena só sem distinção de elementos.

### 1.3.2.4 MOCKUPS



Figura - 05 Toyota of today&tomorrow  
Fonte: [www.en.japantravel.com](http://www.en.japantravel.com)

O desenvolvimento de Mockups, apesar do elevado custo e demandar bastante tempo para sua elaboração, mostra-se extremamente apropriado para ensino, estudo e pesquisa, permitindo o entendimento geral de um sistema a partir da visualização do funcionamento de um componente.

Segundo (SCHÜTZER, 2002) o emprego de sistemas virtuais para o desenvolvimento e teste de novos produtos tem sido uma crescente, sempre objetivando a redução de custos. A Construção de protótipos físicos demanda tempo e recurso financeiros, com isso empresas atualmente estão optando por mockups digitais para etapas iniciais de desenvolvimento de seus produtos, que permite a identificação e análise de possíveis erros de projeto, algo que em sistemas físicos levariam mais tempo.

O mockup deve permitir a captação e observação dos sinais produzidos pelos sensores e mecanismos de um projeto em funcionamento, semelhante ao motor instalado nos veículos em movimento, a fim de promover o conhecimento a partir da visualização dos processos.



### 1.3.2.5 REALIDADE AUMENTADA



Figura 06 e 07 – Simuladores de Aeronave Patrulha P-95BM.  
Fonte: FAB, 2017.

A Realidade Aumentada pode ser grande aliada na indústria, proporcionando um ambiente adequado para visualização e aplicação de instruções. Modelos em 3D sobrepostos a um equipamento real, simulação de produtos e armamentos, entre outros recursos que aumentam a percepção do operador em formação ou aperfeiçoamento.

O uso da Realidade Aumentada pelas tropas terrestres pode melhorar o desempenho e a efetividade das ações de defesa. O avanço da tecnologia proporcionará segurança e agilidade no planejamento tático das operações, seja em ambiente simulado ou real, dinamizando o fluxo das informações, tornando mais precisas as ações e apoiando o processo de tomada de decisão. Esses recursos tecnológicos garantem vantagem tática e operacional sobre o oponente (CIB, 2017).

Os cenários tridimensionais desenvolvidos pela FAB possibilitam a imersão do treinamento virtual o mais próximo da realidade brasileira, associando ambiente regional, padrão de aeronaves, armamento etc. Neste cenário é possível simular a atividade operacional, emergências em voo e combate. São exemplos de situações simuladas a falha de motores em pleno voo ou em processo de decolagem, situações de incêndio na aeronave e até colisões com aves. (FAB, 2017).

### 1.3.3 PRÓS E CONTRAS DE SIMULADORES VIRTUAIS PARA MANUTENÇÃO DE ASTROS

Diante de um quadro de constante contingenciamento de recursos nas Forças Armadas, com a redução e limitação das áreas de instrução, com possíveis riscos de danos ambientais, do elevado custo dos sobressalentes de peças e meios auxiliares de instrução e manutenção do Sistema ASTROS, este trabalho apresenta um estudo que infere as vantagens de um sistema de simulação virtual, que permita a redução de custos, evitando o desgaste prematuro das peças, garantindo o melhor aproveitamento didático, o aumento da eficiência e a mitigação dos riscos dos materiais e pessoais.

Para tal, a ferramenta que melhor se adequa são os simuladores de realidade virtual, pois, além de passar informações, faz o operador “vivenciar” certas situações e absorver melhor o seu treinamento. Na área de manutenção do sistema de mísseis e foguetes, esse método de ensino pode ser visto com bons olhos. O usuário passaria por várias situações de pane apresentadas pelo software, em que por meio virtual encontraria soluções para tais sinistros, antes de ter contato com o material físico propriamente dito.

A Realidade Virtual proporciona melhor capacitação e maior riqueza de informações transmitidas para o usuário, possibilitando alcançar melhores resultados, maior nível de segurança tanto no treinamento quanto na aplicação real. (Romeiro, 2017)

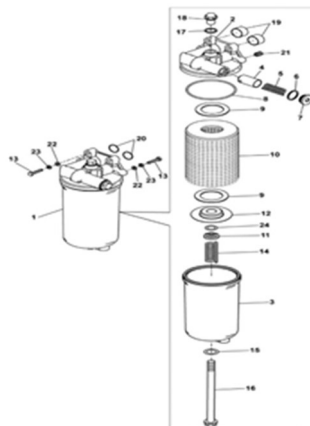


Figura 08 – Filtro de combustível

Fonte: Catálogo de peças – Chassi TATRA 6x6 para Viatura Básica (AV-VBA) página 78

Como dito antes, o Sistema ASTROS tem um custo bastante elevado e necessita, para sua correta operação, de militares capacitados a manter estes meios. Com a adoção de um simulador virtual projetado com softwares de manutenção mecânica baseados nos manuais da Avibras, que permitam ao mecânico/operador vivenciar com detalhes os procedimentos de manutenção usuais como exemplo de uma troca de um filtro de combustível, representado na figura acima, criaria uma doutrina para o procedimento, facilitaria a execução prática não deixando margem para erros de montagem e evitaria posteriores panes no sistema de alimentação melhoraria ainda a capacidade de aprendizado do operador, evitaria o desgaste da peça real e sem limitações de treinamento. A criação de um simulador virtual voltado para a manutenção mecânica do SIS-ASTROS possibilitaria benefícios para a Força como:

a. Redução de custos - Simuladores evitam a mobilização de diversos recursos para treinar (combustível, desgaste de equipamento/ferramentas, economia de tempo, mobilização de pessoal, além de com a perfeita adequação ao sistema redução da falha humana)

b. Aumenta a eficiência - A prática com exaustão permite o melhor aprendizado. Com simuladores os treinamentos podem gerar o aumento da produtividade e eficiência dos militares sem indisponibilizar as viaturas reais para a instrução permitindo manter vários núcleos de atividades simultâneas.

c. Mitigar riscos - Com simuladores é possível praticar situações e procedimentos de emergência sem colocar os operadores e o material em riscos. A simulação de panes é um excelente método de ensino pois, coloca o aluno em condição de resolver diversos problemas como se estivesse em campo. Os simuladores podem oferecer esse recurso e com a garantia de que o material não será prejudicado no percurso do ensino.

d. Maior motivação - Os militares do Exército Brasileiro são intrinsecamente motivados no entanto, um ambiente de aprendizado imersivo que exige dedicação ao treinamento capacitará esses militares a uma melhor absorção do conteúdo.

e. Logística e treinamento - Permitem criar diferentes contextos na mesma estação de simulação (condições climáticas, diferentes equipamentos e cenários).

f. Efetividade do aprendizado - A simulação virtual promove um aprendizado até 3 vezes mais efetivo que formas tradicionais de treinamento.

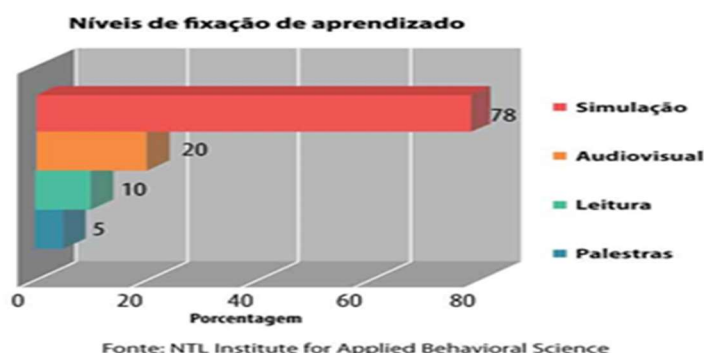


Figura 09 – Nível de aprendizagem com a simulação  
Fonte: Institute for Applied Behavioral Science

Entretanto, como já mencionado, o Exército Brasileiro segue com a redução de gastos e otimização de recursos, não sendo a aquisição de um Sistema de Simulador Virtual voltado para manutenção mecânica do Sistema ASTROS uma prioridade atual. Além disso, essa aquisição teria que vir acompanhada de algumas parcerias que busquem o intercâmbio de conhecimento, assim como já acontece entre a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e o Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes nos projetos com o Simulador Virtual Tático (SVTat) e o Treinamento Baseado em Computadores (TBC), que visa manter as atualizações de softwares e implementação de novas tecnologias. Um grande desafio que as instituições enfrentam até os dias atuais para a utilização da realidade virtual é o alto custo para aquisição de equipamentos necessários para a introdução desse método de ensino. Além de necessitar de um intercâmbio intelectual, somando conhecimento para desenvolvimento, programação e atualização dos softwares. Para se capacitar por meio da Realidade Virtual, é essencial ter itens como óculos, computadores ou celulares compatíveis. Logo, é indispensável que esses objetos estejam disponíveis para todos os participantes da instrução.

Desta forma, a justificativa deste trabalho visa o estudo da aplicação de meios de simulação, na área de cursos de Manutenção Mecânica do Sistema de Mísseis e Foguetes, oferecidos pelo Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes (CI Art Msl Fgt), proporcionando o aprendizado por ensaio e erro com a experimentação e a solução de problemas, estimulando o aluno e garantindo a segurança física de pessoal e material.

Podemos identificar na Figura - 10 que existem vários fatores que indicam que um estudo embrionário pode contribuir para o Exército Brasileiro, são eles: a economia de material auxiliar de instrução e diminuição do desgaste das viaturas usadas durante o curso, entre outros.

<b>Simulação Militar</b>	
<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Economia de recursos financeiros em relação aos adestramentos reais	Alto custo e tempo prolongado para a formação de operadores para os simuladores
Possibilidade de explorar os requisitos, capacidades e limitações de materiais bélicos antes da aquisição	
Não interferência na rotina da população do entorno dos campos de instrução	
Exploração de situações específicas do combate, por meio do gerenciamento do tempo, podendo atrasá-lo ou adiantá-lo	
Economia de tempo com grandes deslocamentos	Obsolescência dos sistemas, em razão do acelerado desenvolvimento científico-tecnológico atual
Preservação do meio ambiente	
Minimização das restrições quanto à disponibilidade de campos de instrução	
Reprodução das condições reais de emprego dos sistemas de armas	
Possibilidade de ensaio e erro contínuo, até a obtenção de um nível de adestramento satisfatório	
Redução do risco nas atividades militares	Limitação para reproduzir atributos intangíveis como moral, camaradagem, medo e fadiga
Baixo custo a partir do curto prazo, gerando economia de munição e combustível, além de redução do desgaste do material e seus custos com manutenção	
Criação de cenários inéditos, que permitem explorar o pensamento criativo	
Emulação de inúmeras situações de combate, materiais de emprego militar e sistemas complexos de armas	
Aplicação dual	

Figura 10 - custo benéfico da simulação militar  
 Fonte: [www.armyupress.army.mil/journals/Edição-Brasileira](http://www.armyupress.army.mil/journals/Edição-Brasileira)

## **2 METODOLOGIA**

Para obter a resposta do quesito supracitado, empregamos a legislação, ou seja, manuais técnicos e portarias do Exército Brasileiro, que se relacionam com o tema. Assim como, conceitos já estabelecidos na educação e na manutenção mecânica.

Cumprе salientar que o procedimento empregado é o qualitativo, que não buscar uma solução prática, física ou concreta; mas sim, uma proposta incipiente, embrionária para uma futura aquisição. Dessa forma, realizamos estudos em manuais institucionais, bem como “IN LOCO” no TBC – Treinamento Baseado em Computadores no Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes (CI Art Msl Fgt), a fim de reforçar a necessidade da Instituição de criar um meio de simulação virtual voltado para manutenção mecânica do sistema Astros.

Outrossim, foi utilizado o método dedutivo, isto é, parte-se de princípios reconhecidos como verdadeiros, chamados de premissa maior, e estabelece relações com uma segunda proposição, chamada de premissa menor. Desta forma, a partir do raciocínio lógico, chega-se à verdade daquilo que se é proposto, a conclusão. Logo, é um método de raciocínio muito utilizado nas pesquisas científicas e em diversas áreas, acadêmicas.

Em suma, conclui-se que será apresentado um modelo de simulador virtual que ao ser estudado mais profundamente, poderá ser o início de um futuro projeto de extrema importância para a Força Terrestre.

### **2.1 REVISÃO DE LITERATURA**

Para execução deste trabalho interdisciplinar, foi utilizada, inicialmente como base a Portaria nº 55 do EME de 27 de março de 2014, Cadernos de Instruções relacionados ao tema, consulta com os militares responsáveis pela Divisão de Simulação do Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes (CI Art Msl Fgt) e a breve experiência desses autores. Ainda assim, foi realizado um breve

contato com o Simulador Virtual Tático e seu manual de utilização, bem como o Treinamento Baseado em Computadores (TBC) ambos do Centro de Instrução.

Sabe-se que ainda existem diversos meios de simulação com a finalidade de manutenção mecânica que não foram explorados pela instituição, logo, a ideia deste trabalho é abordar de forma objetiva alguns destes meios de modo com que o tema fique mais claro.

De acordo com as pesquisas realizadas por estes autores, houve diversas discussões com objetivos semelhantes relacionadas ao tema. Essas discussões foram de grande valia para a continuidade do trabalho.

## **2.2 COLETA DE DADOS**

A coleta de dados foi realizada após uma leitura nos materiais encontrados de modo que fosse encaixado dentro deste trabalho e do contexto do tema relacionado ao estudo de simulação e seu emprego didático no curso de manutenção mecânica do Centro de Instrução de Mísseis e Foguetes.

Logo após, houve um estudo detalhado, com leituras seletivas das partes essenciais à identificação de uma ferramenta destinada ao melhoramento do método didático da manutenção mecânica do sistema Astros no Centro de Instrução de Mísseis e Foguetes.

Por fim, foram realizados os registros das informações específicas que interessam ao trabalho, tal como as ideias-chave de cada referência pesquisada, bem como seus autores e ano.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O ensino é todo meio que facilite o aprendizado seja por andragogia ou pedagogia. Com isso, um meio de simulação é uma opção para potencializar um conhecimento técnico e prático como método artificial. Dessa forma, um meio de simulação para a doutrina militar divide-se em construtiva, viva e virtual. Esta consiste em agentes reais operando sistemas simulados; essa é composta de

agentes reais operando equipamentos no teatro e por fim aquela simula o emprego de tropas em sistemas sendo operado por agentes típicos de “Jogos de Guerra”.

Por seu turno, pode-se perceber que para a finalidade da manutenção o método melhor estudado é a virtual, que há subdivisões como: Treinamento Baseado em Computadores (TBC); Realidade Virtual: Realidade Aumentada: Realidade Mista e Mockups. Por tanto, infere-se que todas as subdivisões dependendo da área da manutenção adequa perfeitamente, por exemplo, a simulação virtual-mockups é uma excelente ferramenta para observar o funcionamento da caixa de marcha.

Logo, diante de tantas opções de meios de simulação o que mais se encaixa na manutenção é a virtual, porque há como vantagem a prática reiterada sem desgastar o recurso humano, bem como o instrumento e como desvantagem o elevado custo de aquisição, porém, como o tempo obtém-se o retorno do investimento pois, o trato como equipamento aperfeiçoa o operador e não estressa a máquina.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Portanto fica evidenciado nesse trabalho que existem ferramentas capazes de potencializar o aprendizado do funcionamento mecânico da viatura ASTROS e que podem ser aplicados ao Curso de Manutenção Mecânica do Sistema de Mísseis e Foguetes no Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes.

Para tal, verificou-se como melhor instrumento o Simulador Virtual e seus seguimentos. Vale ressaltar ainda, com a Realidade Virtual observou-se que o ganho poderá ser de até três vezes mais na efetividade no aprendizado. Esse meio é ainda indicado para aprender processos, desenvolver a perícia, e praticar comportamento de respostas a situações crítica garantindo a Força Terrestre, quando colocado em prática, maiores benefícios com o pessoal e o material.

A prática na manutenção em um cenário similar ao real oferecerá a experiência previa necessária para uma rotina profissional nos batalhões, com maior produtividade. Com simuladores virtuais, a fixação de aprendizado é superior a



outras metodologias de ensino, se tornando um produto importante para aquisição do Centro de instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, que é referência como centro de instrução e vanguardista nas operações com simuladores de artilharia.

## 5 REFERÊNCIAS

1. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria da Educação básica. Diretoria de Políticas de Formação, Materiais Didáticos e de Tecnologia para a Educação Básica. *Curso Tecno de Formação para os Funcionários de Educação*, Universidade de Brasília (UNB), Brasília – 2009.
2. KNOPP DE CARVALHO, VAGNER. A utilização de dispositivos de simulação na redução de custos e no incremento da capacitação operacional das Unidades Blindadas do Exército Brasileiro. 2009. ECEME, RIO DE JANEIRO, 2009.
3. BORGES CARNEIRO AMORIM, RODOLFO LEONARDO E PAIVA DOS SANTOS, ANDERSON WALLACE. As Inovações tecnológicas de simulação aplicada no processo Ensino-Aprendizagem. Army University Press. Janeiro 2022.
4. DE ALMEIDA ALVES, LEONARDO CELSO. O uso do Treinamento Baseado no Computador e o Simulador no Exército Brasileiro – vantagens. 2015. ECEME, RIO DE JANEIRO, 2015.
5. ROMEIRO, VICTOR. Revista Marítima Brasileira. v.1, n.1, 1851, Rio de Janeiro: Ministério da Marinha, 2017 adaptado.
6. MARTINI, Kelly. Projeto do CT desenvolve pesquisa que promove o treinamento militar baseado em simulador que gera tecnologia nacional na área de simuladores de sistemas integrados em realidade virtual. Fatec, Santa Maria-RS, 19 de agosto de 2020. Acesso em 08/11/2022. Disponível em <https://www.fatecsm.org.br/projeto-do-ct-desenvolve-pesquisa-que-promove-o-treinamento-militar-baseado-em-simulador-que-gera-tecnologia-nacional-na-area-de-simuladores-de-sistemas-integrados-em-realidade-virtual/>.