


**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA  
(CI A Cos/1934)**

**CURSO DE ARTILHARIA ANTIAÉREA PARA OFICIAIS**



**ARTIGO CIENTÍFICO - 2022**



**O USO DA SIMULAÇÃO COMO FERRAMENTA DA EDUCAÇÃO 4.0 NA  
INSTRUÇÃO E ADESTRAMENTO PARA A OPERAÇÃO DE SISTEMA DE ARMAS  
AAAe no EB**

**Rio de Janeiro  
2022**

1º Ten **NILTON ALVES FREITAS GUIMARÃES**

**O USO DA SIMULAÇÃO COMO FERRAMENTA DA EDUCAÇÃO 4.0 NA  
INSTRUÇÃO E ADESTRAMENTO PARA A OPERAÇÃO DE SISTEMA DE ARMAS  
AAAE no EB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, como requisito para a obtenção do Grau de Pós-graduação *Lato Sensu* de **Especialização em Operações Militares de Defesa Antiaérea e Defesa do Litoral**.

Orientador: Cap **DIEGO ROCHA MIRANDA**

**Rio de Janeiro  
2022**

### Catálogo na Publicação (CIP)

Guimarães, Nilton Alves Freitas

G963u        O uso da simulação como ferramenta da Educação 4.0 na instrução e adestramento para a operação de sistema de armas AAAe no EB / Nilton Alves Freitas Guimarães. -- Rio de Janeiro, 2022.  
22f.

Orientador: Diego Rocha Miranda.  
Trabalho de conclusão de curso (especialização) - Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, 2022.

1. Educação 4.0. 2. Adestramento. I. Miranda, Diego Rocha, oriente. II. Título.

1º Ten **NILTON ALVES FREITAS GUIMARÃES**

**O USO DA SIMULAÇÃO COMO FERRAMENTA DA EDUCAÇÃO 4.0 NA  
INSTRUÇÃO E ADESTRAMENTO PARA A OPERAÇÃO DE SISTEMA DE ARMAS  
AAe no EB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, como requisito para a obtenção do Grau de Pós-graduação *Lato Sensu* de **Especialização em Operações Militares de Defesa Antiaérea e Defesa do Litoral**.

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 2022.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO:

---

**DIOGO FIGUEREDO NASCIMENTO – Maj - Presidente**  
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

---

**FRIEDRICH LAWRENTZ STREHLAU CENTURION TEIXEIRA - Cap - Membro**  
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

---

**Cap DIEGO ROCHA MIRANDA - Cap - Membro**  
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

## **RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo verificar se o uso da simulação contribui sobremaneira como ferramenta da educação 4.0 na instrução e adestramento para a operação do sistema de armas de Artilharia Antiaérea (Sist A AAAe) no Exército Brasileiro (EB). É realizada uma análise de como a simulação na AAAe vem sendo utilizada no EB, por meio dos principais simuladores do sistema de armas AAAe em operação, com foco na instrução e no adestramento. Também, é apresentado um breve histórico da evolução da educação até os dias atuais. Ainda, é apresentada uma abordagem sobre a relevância da educação 4.0 na formação do militar de AAAe do século XXI visando dotá-lo de capacidades para enfrentar a ambiguidade e a incerteza da guerra moderna. Para alcançar os objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com base em um processo dedutivo.

**Palavras-chave:** Educação 4.0, instrução, adestramento, simulação, Antiaérea.

## **ABSTRACT**

The present work aims to verify if the use of simulation contributes greatly as a tool of education 4.0 in instruction and training for the operation of the Air Defense Artillery weapon system in the Brazilian Army. An analysis is carried out on how the Air Defense Artillery simulation has been used in the Brazilian Army, through the main simulators of the AAAe weapons system in operation, with a focus on instruction and training. Also, a brief history of the evolution of education to the present day is presented. Still, an approach is made about the relevance of education 4.0 in the formation of the Air Defense Artillery military of the 21st century, aiming to provide them with the capabilities to face the ambiguity and uncertainty of modern warfare. To achieve the proposed objectives, a bibliographic research was carried out based on a deductive process.

**Keywords:** Education 4.0, instruction, training, simulation, Air Defense Artillery.

## **1. INTRODUÇÃO**

Com o crescente avanço tecnológico, pode-se observar que a educação tem avançado juntamente da tecnologia. Em particular no meio militar, a modernização do Exército Brasileiro no que tange aos seus materiais de emprego militar (MEM) exigem do combatente uma preparação à altura dos conhecimentos que são necessários para operar esses materiais.

Na Artilharia Antiáerea (AAAe), em particular, os armamentos e equipamentos possuem altíssimo valor agregado e elevada tecnologia embarcada. Como exemplo, no caso do míssil (Msl) RBS 70, de nada valerá um soldado mobilizar uma Unidade de Tiro se não tiver o conhecimento para operação do mesmo. O emprego do Msl RBS 70, com a máxima letalidade possível, dependerá do conhecimento e do adestramento em alto nível que o militar operador obteve antes de ser empregado numa situação real.

Com isso, à medida que os MEM de AAAe se tornam cada vez mais complexos e tecnológicos, observa-se a imperiosa necessidade de se desenvolver ensino e adestramento que preparem o militar da melhor forma visando atingir níveis satisfatórios de preparo.

Nesse escopo, a simulação inserida na educação 4.0 tem sido uma poderosa ferramenta no preparo dos operadores, principalmente do Sistema de Armas da AAAe, trazendo consigo inúmeras vantagens.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 METODOLOGIA**

O tema central do presente trabalho é verificar a relevância da simulação inserida no escopo da educação 4.0 no que diz respeito ao adestramento e instrução do sistema de armas AAAe. Assim, o tema está delimitado em objeto de estudo ao subsistema de armas empregado pelo Brasil.

Quanto à natureza, o presente estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo aplicada, por ter por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática em estudos futuros sobre a interoperabilidade e o aprimoramento dos simuladores de AAAe, valendo-se para tal do método indutivo, o qual considera o conhecimento como baseado na experiência, observando fenômenos particulares para a realização

de análises e conclusões.

Trata-se de estudo bibliográfico que, para sua consecução, terá por método a leitura exploratória e seletiva do material de pesquisa, bem como sua revisão integrativa, contribuindo para o processo de síntese e análise dos resultados de vários estudos, de forma a consubstanciar um corpo de literatura atualizado e compreensível.

Para tanto, as principais fontes de pesquisa utilizadas no presente trabalho foram, em sua grande maioria, documentos digitais disponíveis na rede internacional, sendo de domínio público.

Foram priorizadas as obras que abordaram sobre o uso da simulação como ferramenta no adestramento e instrução dos subsistemas de armas da AAAe do EB, manuais militares nacionais e mídia aberta em geral. Deste modo, o principal instrumento de coleta de dados foi o fichamento.

O planejamento metodológico, assim, permitirá o desenvolvimento desta pesquisa científica na compreensão da relevância da simulação inserida na educação 4.0 para o adestramento e instrução do artilheiro antiaéreo do Exército Brasileiro.

## 2.2 A EDUCAÇÃO 4.0

Seguindo um processo evolutivo, para compreendermos o patamar atual da educação 4.0, faz-se necessário compreender o referido processo que possibilitou chegarmos ao nível de educação atual.

Até o século XVIII, vigorava a educação 1.0, quando o professor era o centro do processo educacional. O professor nesse caso era a única fonte de conhecimento existente e os alunos tinham para com ele um comportamento de submissão e admiração (FÜHR, 2018).

Após a chegada da Revolução Industrial, surge a educação 2.0, com o advento da produção em série e as padronizações das indústrias, a necessidade de especializações passou a exigir organizações de disciplinas e professores especializados. A escola surge como estabelecimento onde o indivíduo era preparado para exercer uma profissão.

Com a chegada da internet, no final do século XX, deu-se o surgimento da educação 3.0, utilizando tanto a educação a distância quanto a presencial na era digital, tem-se o ensino de forma híbrida.

A chegada da educação 4.0 evidenciou que o papel do professor deixou de ser central e sim o de motivador e orientador do processo ensino-aprendizagem do discente, estimulando a metodologia do *learning by doing* (aprender fazendo) (PINTO, DA CUNHA e REIS, 2021).

A educação 4.0 traz novas abordagens em ambientes ciberconectados, estimulando o desenvolvimento de competências que permitam uma interconexão entre conhecimentos e habilidades pessoais, desenvolvendo *soft skills* (habilidades emocionais), tais como a comunicação, o pensamento crítico, a capacidade de lidar com problemas complexos, a rápida tomada de decisões e empatia (PINTO, DA CUNHA e REIS, 2021).

Ao lado da educação 4.0, tem-se a indústria 4.0 que vem desenvolvendo dispositivos autônomos de maneira crescente nos últimos anos. Os dispositivos autônomos não estão presentes apenas na forma de sistemas de aeronaves como os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), mas também em situações em que o trabalho humano é excessivamente caro ou perigoso.

Toda essa evolução tecnológica pode trazer profundas transformações às Forças Armadas, como:

- 1) A partir das operações com grande perda de vidas, os dispositivos autônomos de combate devem substituir os soldados na linha de frente;
- 2) Difusão de sistemas autônomos de defesa em quartéis;
- 3) A logística militar deve se tornar mais fácil de operar com a internet das coisas e tecnologias de inteligência artificial;
- 4) Aumentar a tecnologia do soldado individual no campo de batalha com tecnologias vestíveis e nanotecnologia, uso organizado de mais de um veículo não tripulado ao mesmo tempo com *software swarm* (*swarming*). Estudos sobre enxameação começaram a ser desenvolvidos na área de VANT. Esta situação pode provocar a reorganização das funções de comandante de pelotão e companhia. Atualmente, carros de combate e baterias de artilharia são alvos abertos para os VANT;
- 5) Aumentar as habilidades de mobilidade dessas armas e desenvolver habilidades não tripuladas;
- 6) Espera-se que os conceitos de guerra cibernética e guerra eletrônica aumentem sua importância atual. (AYDIN e YILMAZ, 2021, tradução nossa)

Assim, à medida que a era das tecnologias autônomas vem à tona, a gestão de toda essa rede tecnológica continuará a ser realizada por especialistas militares. Apesar de toda evolução na área de inteligência artificial, os dispositivos autônomos



ainda precisam ser guiados por seres humanos. Por esse motivo, os exércitos de hoje se concentram no conceito de equipe homem-máquina (AYDIN e YLMAZ, 2021).

Ao percebermos que os impulsionadores da Indústria 4.0 estão presentes nas diversas formas de interação e materiais disponíveis para o Emprego Militar, torna-se plausível compreender a importância na adaptação das disciplinas, buscando a implementação de novas metodologias ativas para a construção do conhecimento adquirido e a adquirir (PINTO, DA CUNHA E REIS, 2021).

### 2.3 SIMULAÇÃO

O uso de simulação é uma prática e orientação antiga para o preparo do Exército Brasileiro, muito utilizado para adestramento dos comandantes em diversos escalões por meio de jogos de guerra sobre cartas militares desde 1916. Com a evolução tecnológica, ampliaram-se as capacidades de emprego dos simuladores.

O Exército Brasileiro (EB) define simulação militar como a simulação de atividades militares ou da operação de material de emprego militar, conforme regras predeterminadas (BRASIL, 2015).

Dentro desse contexto, pode-se dividir a simulação em três modalidades: viva, virtual e construtiva:

A **simulação viva** é a modalidade que emprega agentes reais operando sistemas reais, no mundo real, com apoio de sensores, dispositivos apontadores laser e outros instrumentos que permitam acompanhar as ações dos agentes e simular os efeitos de engajamento.

A **simulação virtual** é a modalidade que emprega agentes reais, operando sistemas simulados, em cenários gerados em computador. Esta modalidade substitui operações que exigem elevado grau de adestramento, ou envolve riscos e custos elevados para sua operação. Por isso seu principal uso é no desenvolvimento de técnicas e habilidades individuais que permitam explorar os limites do operador e do equipamento.

A **simulação construtiva** é a modalidade que envolve tropas e elementos simulados, operando sistemas simulados, controlados por agentes reais, geralmente na situação de comandos constituídos. Seu foco é na interação entre agentes, divididos em forças oponentes, que se enfrentam sob o controle de uma direção de exercício, adestrando comandantes e estados-maiores no processo de tomada de decisão, e nas ações para o funcionamento de postos de comando e sistemas de comando e controle (BRASIL, 2015).

Ciente da importância da simulação, o EB vem incentivando e normatizando o assunto, tanto para o treinamento individual e adestramento de tropas, quanto para

inserir a simulação no sistema de ensino da instituição.

No ano de 2014, o EB criou o Sistema de Simulação do Exército Brasileiro (SSEB), por meio da Portaria Nº 55-EME, de 27 de março de 2014, que dentre alguns objetivos, buscou emitir diretrizes para a adequação das estruturas de ensino, instrução e adestramento às novas metodologias de ensino baseadas na simulação.

Ademais, outros objetivos foram traçados visando gerenciar projetos que se destinam à obtenção, integração e acompanhamento de diversos tipos de simuladores e proporcionar economia de recursos financeiros.

O emprego de técnicas de simulação e de simuladores vem ao encontro das necessidades de racionalização de material e de pessoal e do aumento da efetividade na aprendizagem. Assim, investimentos devem ser realizados, tanto na aquisição de equipamentos, quanto na capacitação dos docentes, a fim de aperfeiçoar-se o uso generalizado da simulação no processo de ensino aprendizagem (BRASIL, 2014).

As grandes potências vêm aumentando o uso da simulação como em suas forças, assegura Brewer e Smith (2015), explicando que o emprego de modelos e simulações, de jogos de guerra, e de outros tipos de experimentação permite o Exército dos Estados Unidos da América (EUA) explorar capacidades e concepções de Força antes de investir recursos escassos.

Além disso, a interoperabilidade é um grande diferencial nos simuladores militares e, particularmente, para a AAAe tem muita utilidade, pois pode permitir a integração deles permeando os Subsistemas de Controle e Alerta, Comunicações, Armas e o Logístico, todos integrantes da estrutura da AAAe.

O HLA (*High Level Architecture*) é um padrão para a interoperabilidade de simuladores, conforme definido pela *Simulation Interoperability Standards Organization* (SISO). Basicamente, uma rede HLA, denominada federação, é composta por um nó central e entidades federadas, que são os diversos simuladores (A INTEROPERABILIDADE, 2016).

A situação ideal seria a integração entre os simuladores vivos, virtuais e construtivos em um mesmo tema tático, conforme as necessidades do Exército Brasileiro.

A linguagem HLA é um dos componentes principais do desenvolvimento que possibilita a comunicação dos dados com qualquer outro sistema de simulação da

atualidade.

Além disso, conforme destaca Gomes Junior (2019), a redução de custos através da economia de meios é uma vantagem que a simulação proporciona, além de preparar os militares em situações extremas, que normalmente não são treinadas por risco de vida.

A simulação permite ainda quantificar resultados, mitigar danos ao meio ambiente, adestrar o militar constantemente sem precisar ir ao terreno, o que implicaria muitas coordenações e restrições que envolvem inclusive a coordenação do espaço aéreo com a Força Aérea Brasileira (FAB) e ainda assim ter como avaliar o desempenho do militar podendo diagnosticar os erros procedimentais.

A opção pela aquisição de meios modernos de simulação para o adestramento da Defesa Antiaérea (DA Ae) possibilitará que o EB, com elevada margem de sucesso, cumpra as diversas missões inerentes à defesa do espaço aéreo, aumente o grau de adestramento e reduza os custos com munição e com exercícios no terreno, angariando mais eficiência e economicidade (SILVA, 2020).

Ademais, em 2017, ocorreram aperfeiçoamentos nas diretrizes de implantação Programa Estratégico do Exército Defesa Antiaérea (EB20-D-08-005), em razão de constatar-se que historicamente não há possibilidade de improvisos na mobilização de recursos humanos e materiais quando do emprego da AAAe em situação de combate.

A importância estratégica, a necessidade de adestramento constante, a complexidade de funcionamento dos subsistemas, bem como a constante evolução tecnológica e operacional dos meios envolvidos na Defesa Aeroespacial impõe preparação prévia e constante. Assim, os conflitos que exijam reação imediata deverão contar com AAAe preparada e adestrada permanentemente (SILVA, 2020).

Em contrapartida, a grande desvantagem da simulação é não conseguir exercer, na sua plenitude, a pressão emocional no mesmo nível de uma operação real, como o disparo real de um míssil por exemplo. Em caso de erro, o operador sabe que não gerará nenhum efeito colateral ou prejuízo financeiro. Importante salientar que a simulação em si não é um fim, mas sim uma ferramenta de apoio ao treinamento militar, não excluindo a prática real.

## 2.4 SIMULADORES PARA OPERAÇÃO DOS SISTEMAS DE ARMAS de AAAe

Com a modernização ainda em curso da AAAe, o EB vem evoluindo sua mentalidade de compra de Sistema de Armas (Sist A), passando a adquirir junto desses, seus simuladores, diferentemente de outrora, quando somente comprava os armamentos (GOMES JUNIOR, 2019).

Dessa forma a AAAe vem também buscando seguir as diretrizes do EB para o uso da simulação no contexto da educação 4.0.

A utilização de simuladores na capacitação e formação da AAAe ocorre desde a década de 1970. Os pioneiros foram: o SURO, do Sist A do Canhão automático 35 mm Oerlikon e CDT Superfledermaus; os ST1/ST2 do Sist A do Canhão automático 40 mm C/70 Bofors e EDT FILA; o Simulador de treinamento da VBC AAe Msl ROLAND (FIGUEIREDO, 2021).

**Figura 1 - SURO**



**Fonte:** FIGUEIREDO, 2021.

Ainda nas décadas de 1970 e 1980, foram adquiridos diversos tipos de aeromodelos destinados ao uso de alvos aéreos baseados na simulação viva.

Acompanhando o desenvolvimento dos meios voltados para a Defesa Antiaérea (DA Ae), em 2008 foi adquirido o Emulador do Radar SABER M60 e Centro de Operações Antiaéreas (COAAe).

De forma a aprimorar a capacitação dos alunos do Curso de Alvo Aéreo, passou-se a utilizar no ano de 2010 o Simulador de Voo Virtual para Alvo Aéreo Real *Flight Simulator*, baseado na simulação virtual.

Em 2010, passou-se a utilizar o Simulador de Tiro Reduzido do Posto de Tiro do Msl AAe Portátil (Ptt) IGLA-S e o Simulador de Sala do Posto de Tiro do Msl AAe Ptt IGLA-S.

No ano de 2014, foi adquirido o Simulador do Posto de Tiro do Sistema Msl Telecomandado (Tcmdo) RBS-70 e o Simulador da Torre da Viatura Blindada de Combate (VBC) AAe GEPARD 1A2, tendo este a sua instalação concluída em 2016.

Após uma breve abordagem cronológica dos simuladores recebidos pelo Sist AAe, serão citados os principais simuladores utilizados na atualidade pela AAe do EB.

#### 2.4.1 Simulador do Robotik System 70 Mark II (RBS 70 MK II)

Por ser um Msl telecomandado e seguidor de um fecho laser orientado manualmente pelo atirador, a operação do sistema RBS 70 MK II exige treinamento constante, para que o atirador consiga abater as modernas ameaças aéreas.

**Figura 2** – Simulador do RBS 70 MK II



Fonte: FIGUEIREDO, 2021.

O simulador do sistema RBS 70 fornece uma simulação completa e realista do engajamento do alvo a partir de modelos em terceira dimensão, baseada na simulação construtiva. O disparo do Msl no simulador reproduz a mesma força de recuo que ocorre quando um míssil real é lançado. O simulador foi criado para permitir a aquisição e manutenção das habilidades técnicas para aquisição de alvos, disparo e acompanhamento de alvos.

A partir da estação de controle do simulador, o avaliador pode selecionar os cenários de treinamento e analisar o padrão de sucesso do operador bem como visualizar os erros calculados pelo simulador.

Sendo assim, os objetivos do treinamento no simulador são os seguintes: adquirir e disparar o Msl em alvos de dificuldade média, difícil, e muito difícil; mostrar um tempo de reação (disparo) menor ou igual a seis segundos contra alvos que são indicados por radar de busca; mostrar um tempo de reação médio menor ou igual a 4 segundos quando o próprio operador detecta o alvo (com o operador disparando o Msl dentro de 1 segundo após o sinal de “fogo permitido”); cobrir um setor de tiro de 180 graus, independentemente do sentido de aproximação do alvo; e atingir um grau menor ou igual a 1,0 na maioria dos cenários, inclusive no módulo noturno (SCHIAVINATO, 2017).

O simulador gera relatórios que podem ser salvos e comparados após cada teste, facilitando a obtenção e medição dos índices de desempenho desejados. Possui ainda a capacidade de imitar o solavanco do armamento e o obscurecimento da luneta de pontaria quando do disparo simulado do Msl.

Segundo Schiavinato (2017), necessita-se de treinamentos periódicos com intervalos menores que dois meses no simulador virtual do RBS 70 para se manter a condição de prontidão dos atiradores deste sistema.

Abrangendo dois modos de operação, autônomo (*stand-alone mode*) e operador (*distributed mode*), o simulador apresenta grande versatilidade.

No modo autônomo, o operador poderá melhorar seu adestramento, desenvolvendo sua capacidade de monitorar, interceptar e destruir uma ameaça aérea. Além disso, neste modo são apresentados cenários pré-definidos, nos quais o operador pode treinar sozinho e receber uma avaliação após cada cenário simulado (BRASIL, 2016).

No modo operador, o instrutor operando sua estação, controla o cenário de treinamento. A estação do instrutor está sincronizada com o simulador propriamente dito (estação do operador) (BRASIL, 2016).

Outra grande possibilidade que o simulador oferece é a visualização da tela de eventos e gráficos. Os gráficos de desvio da pontaria e a tabela de eventos mostram informações sobre os procedimentos do operador desde a aquisição do alvo até o momento em que o Msl atinge o mesmo. Os recursos supracitados possibilitam ao atirador verificar a visualização dos seus erros e, em seguida, corrigi-

los pontualmente.

Por fim, junto da aquisição dos Msl reais ocorreu a aquisição dos *mockups* ou simulacros do Msl, que oferecem o adestramento da guarnição na entrada e saída de posição da Unidade de Tiro (U Tir), proporcionando o adestramento do emprego tático das U Tir, evitando o desgaste do material real durante alguns adestramentos e instruções ou até mesmo em exposições.

#### 2.4.2 Simulador do Msl AAe Ptt 9K338 IGLA-S

A família IGLA foi testada e teve sua eficiência comprovada em conflitos como o ocorrido entre Equador e Peru (Guerra do Cenepa), Guerra do Iraque, Guerra Civil de Ruanda, da Síria e da Líbia, além da Guerra da Bósnia (MARTINS, 2017).

O míssil é seguidor de calor do tipo “atire e esqueça”, possuindo dois modos de disparo, um automático no qual assim que a cabeça de guiamento apreende o alvo ocorre o disparo e um manual no qual o míssil somente será lançado após a ação do operador.

Diferentemente do Msl RBS 70, no qual devido ao guiamento laser o atirador pode alterar a rota do míssil mesmo após o disparo do mesmo, no caso do IGLA, o míssil é mais suscetível a interferências hostis ou naturais. Como por exemplo, na presença de *flare* (contramedida utilizada por aeronaves, diante de armamentos com guiagem infravermelha) ou de outra fonte qualquer de calor que não seja o alvo desejado.

Em que pese o míssil IGLA possuir o sistema “atire e esqueça”, faz-se necessário um adestramento eficaz do atirador do míssil para que o mesmo consiga identificar muito bem o seu alvo e analise o melhor momento para o disparo, minimizando a possibilidade de erro.

O simulador existente na EsACosAAe possui a capacidade de adestramento de um atirador, que pode tanto utilizar um óculos de realidade virtual ou realizar a visualização sem o óculos, a olho nu, diretamente sobre a projeção em tela.

**Figura 3 – Simulador do Msl IGLA**



**Fonte:** o autor.

O avaliador do simulador consegue selecionar diversos cenários com aeronaves em rotas de aproximação ou afastamento, condições de luminosidade do cenário, utilização ou não de *flare* pelas aeronaves, contabilizar tempo de disparo e erros procedimentais do instruendo, capacidade de escolher aeronaves dentre helicópteros e aviões conhecidos, como: F-4C, F-16, F-111A e A-10A.

De um modo geral, as principais funcionalidades do sistema do IGLA podem ser praticadas, desde a instalação da fonte de alimentação do míssil até o disparo. O simulacro do míssil utilizado no simulador possui as mesmas dimensões e peso do míssil real. Cabe destacar que o simulador não reproduz o recuo do míssil sofrido pelo atirador em um engajamento real.

No entanto, o adestramento sob simulação de interferência de infravermelho é bastante pesado e o simulador não permite avaliar o desempenho de atiradores, tornando necessária a realização dos disparos reais. Apesar disso, são necessárias mais de 20 horas de treinamento nos simuladores. (SCHWANTZ, 2011)

#### 2.4.3 Simulador do Sistema de Armas da VBC AAe GEPARD 1A2

No ano de 2014, foi adquirido o simulador da Torre da VBC AAe GEPARD 1A2 pela EsACosAAe, tendo como finalidade a formação da tripulação para utilização do sistema de armas e de seus subsistemas. Essas duas principais tarefas se relacionam tanto na formação individual como na formação coletiva. Os cenários podem ser montados com até 06 (seis) VBC AAe GEPARD 1A2 combatendo até 30



trajetórias de alvos (aviões, helicópteros e carros de combate) (BAPTISTA, 2020).

**Figura 4** – Simulador da Torre AAe da VBC GEPARD 1A2



Fonte: FIGUEIREDO, 2021.

Antes da chegada do simulador, os cursos e estágios ministrados na EsACosAAe utilizavam as próprias viaturas do GEPARD durante as instruções. Tal prática prejudicava a qualidade da instrução haja vista que a demonstração realizada pelo instrutor/monitor dentro da torre do blindado era de difícil visualização para a turma como um todo, pois na torre do veículo só havia lugar para dois militares.

Dessa forma, Gomes Junior (2019) afirma que a instrução tinha que ser, no máximo, com dois instruídos na torre e com o instrutor passando o conteúdo sem estar completamente no interior da torre ou com um instruído somente e um instrutor na torre.

Quanto às lacunas relatadas no item anterior, pode-se afirmar que foram resolvidas com a chegada do simulador a Escola, pois com uma equipe composta de um instrutor e um monitor, é possível ministrar uma instrução para até doze militares devido as seis cabines que reproduzem, cada uma, a torre do GEPARD.

Outra capacidade obtida com o simulador do GEPARD foi a possibilidade de integração com outras Seções de Ensino da EsACosAAe, como a Seção de Subsistema de Controle e Alerta, devido a possibilidade de reprodução dos efeitos da Guerra Eletrônica (GE) visualização na tela do radar.

Dessa forma, pode-se destacar algumas das vantagens da utilização do Simulador do GEPARD no processo de ensino aprendizagem na EsACosAAe:

- 1) Possibilidade de criar situações para os instruídos que não poderiam ser aplicadas na instrução diretamente na VBC AAe GEPARD 1A2, seja por

- limitações do equipamento, para evitar desgaste de peças da Vtr ou até mesmo por questões de segurança;
- 2) A viabilidade de, com uma equipe reduzida (um ou dois militares), ser possível ministrar instruções ensinando procedimentos da VBC AAe GEPARD 1A2, ao mesmo tempo, para até doze militares, sem perder em qualidade;
- 3) Ser possível criar inúmeros cenários e situações distintas para obter o máximo de desempenho do instruendo nos procedimentos aplicáveis a VBC AAe GEPARD 1A2;
- 4) Que outros conteúdos lecionados na EsACosAAe, até mesmos outros cursos do EB, podem se beneficiar pontualmente através do Simulador Sist A GEPARD 1A2. (GOMES JUNIOR, 2019)

Sendo assim, a simulação virtual empregada no processo de ensino aprendizagem do Sist A GEPARD 1A2 tem elevado o nível da instrução e do adestramento dos militares visando melhor prepará-los para as diversas exigências do combate moderno que requer recursos humanos cada vez mais capacitados e especializados operando sistemas de elevado nível tecnológico.

## 2.5 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

O adestramento e a preparação do militar inserido na AAe deve se utilizar da educação 4.0 no incentivo da busca do instruendo pelo conhecimento, pela curiosidade, pelo desenvolvimento de pensamento crítico e rápida tomada de decisão e, por fim, pelo uso da simulação como poderosa ferramenta nos modernos processos de ensino aprendizagem.

Com isso, o artilheiro antiaéreo, independentemente de seu posto ou graduação, deve estar constantemente atualizado com relação tanto às modernas ameaças aéreas quanto aos modernos meios de DA Ae. Esse militar necessita de uma formação especializada na aplicação e resolução de problemas e que não se concentre somente em uma aprendizagem mecânica, de memorização e orientada em palestras.

Os meios AAe são de alto valor agregado e na guerra moderna a AAe tem sido um dos alvos prioritários do inimigo, que busca obter a superioridade aérea.

Com isso, a simulação tem sido uma excelente ferramenta na preparação dos artilheiros antiaéreos, tendo ainda a possibilidade de realizar exercícios simulados que em uma situação real ofereceria altíssimo risco de vida.

Uma análise dos últimos conflitos, como a Guerra recente entre Rússia e Ucrânia, permite afirmar que não há possibilidade de improvisos ou mobilização de

recursos humanos e de materiais, quando do emprego da Artilharia Antiaérea (AAe) em situação real, em função da importância estratégica, da necessidade de adestramento constante, e, particularmente, do emprego de sistemas com complexa tecnologia agregada, em constante evolução tecnológica e operacional dos meios envolvidos.

Com relação ao Sistema de Armas, no qual um míssil pode chegar a casa dos milhões de reais e devido as dificuldades de coordenação do espaço aéreo para a realização de exercícios de AAe. É indubitável que a simulação deve continuar sendo aprimorada e incentivada no âmbito da AAe do EB atendendo às diretrizes do SSEB e do PEE DA Ae.

Em que pese os recursos de simulação da AAe atualmente estejam concentrados na EsACosAAe e em algumas OM, pode-se afirmar que tanto os instruídos dos diversos cursos ministrados na escola quanto os militares nos corpos de tropa, principalmente os operadores dos Sist A AAe, adquirem ganhos substanciais ao realizarem exercícios que incluem a simulação, como atesta Schiavinato (2017) em relação ao RBS 70.

Assim, as ações que exijam reação imediata da Força, como descreve a Concepção de Transformação do Exército, deverão contar com uma AAe preparada e adestrada.

### **3. CONCLUSÃO**

Diante da elevada importância que a simulação possui nos maiores exércitos do mundo e em particular no Exército Brasileiro, em relação à AAe, conclui-se que o uso desse recurso aparenta ser indissociável nos adestramentos e instruções conduzidas no EB.

Portanto, deve-se buscar intensificar a cooperação entre militares, pesquisadores e a indústria buscando uma sinergia entre a tecnologia e as necessidades da AAe.

Outro ponto importante é o acompanhamento da evolução e avanços tecnológicos de outros países. É fundamental a participação em grupos de trabalho internacionais com vista à absorção de conhecimentos que possam ter reflexos positivos na realidade da AAe do Exército Brasileiro, bem como a participação de militares em intercâmbios internacionais que executem adestramentos com outros

sistemas de simulação que podem trazer ganhos substanciais ao desenvolvimento dos sistemas de simulação da AAAe do EB.

Ainda, deve-se buscar a interoperabilidade não somente entre os simuladores do Subsistema de Armas, mas também entre os demais subsistemas como o de Controle e Alerta e o de Comunicações.

A interoperabilidade na AAAe é fundamental tanto no cumprimento de missões reais quanto na utilização de simuladores. O padrão de linguagem HLA já citado neste artigo é uma possibilidade que pode ser implementada.

Por fim, estudos poderão ser realizados a fim de possibilitar a integração entre os simuladores vivos, virtuais e construtivos em um mesmo tema tático, com o incremento de simuladores de guerra eletrônica e cibernética, conforme as necessidades do Exército Brasileiro.

## REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15287**: informação e documentação: projeto de pesquisa: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. Resende: Acadêmica, 2008.

A INTEROPERABILIDADE – visão de futuro do simulador de apoio de fogo. **Verde-Oliva**, Brasília, ano XLIII, n. 232, jun 2016. Disponível em: <<https://pt.calameo.com/exercito-brasileiro/books/001238206283bc6144e05>>. Acesso em: 02 jun 22. p. 42-4.

AYDIN, Onuralp; YILMAZ, Bülent. **Professional Military Education 4.0 at the Turkish Military Academy**: Norwich University, 2021.

BAPTISTA, Bruno dos Santos. **A simulação de combate no ensino**: Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, 2020.

BRASIL. Comando de Operações Terrestres. EB70-CI-11.405: **Caderno de Instrução de Emprego da Simulação**. Brasília, 2015.

\_\_\_\_\_. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea. **Estágio de Operação e Emprego do Sistema de Mísseis AAe Telecomandado RBS 70**. Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_. Estado-Maior do Exército. Portaria nº 42-EME, de 11 de março de 2014. **Aprova a Diretriz para Implantação do Projeto Estratégico do Exército Defesa Antiaérea**. Brasília, 2014.

\_\_\_\_\_. Estado-Maior do Exército. **EB20-D-10.016: Diretriz para o funcionamento do sistema de simulação do Exército Brasileiro - SSEB**. Brasília, 2014a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.231: Defesa Antiaérea**. 1. ed. Brasília, 2017.

BREWER E SMITH. Revista Military Review, Janeiro - Fevereiro de 2015. **Experimentação do Exército dos EUA**, 2015.

FIGUEIREDO, Jorge Nelson Ferreira. **A simulação na Artilharia Antiaérea**: Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, 2021.

FÜHR, Regina Candida. **Educação 4.0 e seus impactos no século XXI?**: Flórida Cristian University (FCU), 2018.

GOMES JUNIOR, Luiz Ernesto Velasco. **A utilização do simulador da VBC AAe GEPARD 1A2 na formação dos operadores desse sistema de armas**: Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, 2019.

MARTINS, Fabrício Penaqui. **Emprego do míssil IGLA-S na Defesa Antiaérea da Região Amazônica**: Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, 2017.

PENCHEV, Georgi Borisov. **The use of constructive and virtual simulation technologies for skills training in military education**: Military University of Land Forces, 2020.

PINTO, Carlos Alberto Schettini; DA CUNHA, Diego de Oliveira; REIS, Augusto da Cunha. **Educação 4.0 no ensino militar: utopia ou necessidade?**: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2021.

SCHIAVINATO, Luiz Fernando. **O Emprego do simulador do Sistema de Defesa Antiaéreo RBS 70 na manutenção do desempenho dos seus atiradores**: Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, 2017.

SCHWANTZ, Igor Kurz. **Estudo comparativo entre os mísseis antiaéreos portáteis IGLA e RBS-70 – Influências na Defesa Antiaérea de uma Bateria de Artilharia Antiaérea orgânica de brigada**: Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, 2011.

SILVA, Flávio de Paiva. **O emprego da simulação de combate no apoio à doutrina da Artilharia Antiaérea após a implantação do Programa Estratégico do Exército de Defesa Antiaérea**: Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, 2020.