MINISTÉRIO DA DEFESA

EXÉRCITO BRASILEIRO

ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA

(CI A Cos/1934)

CURSO DE ARTILHARIA ANTIAÉREA PARA OFICIAIS

ARTIGO CIENTÍFICO - 2021

A UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR DE DEFESA ANTIAÉREO RBS 70 NO PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM

Rio de Janeiro

2021

1º Ten **EUGENIO FIORAVANTE CATAFESTA NETO**

A UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR DE DEFESA ANTIAÉREO RBS 70 NO PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM

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: MAJ VÍTOR MOREIRA AGUIAR GOMES

Rio de Janeiro

2021

1º Ten **EUGENIO FIORAVANTE CATAFESTA NETO**

A UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR DE DEFESA ANTIAÉREO RBS 70 NO PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM

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 2021.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO:

_____

WALFRE LUIZ JULIO SILVA – Maj - Presidente

Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

_____

VÍTOR MOREIRA AGUIAR GOMES - Maj - Membro

Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

_____

ANDRE LUIZ PEREIRA - Maj - Membro

Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

A UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR DE DEFESA ANTIAÉREO RBS-70 NO PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM

1º Ten Eugenio Fioravante Catafesta Neto[1]

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo verificar se a utilização do simulador do Míssil Telecomandado RBS-70 atende as necessidades do processo de ensino aprendizagem considerando-se os escalões de adestramento. A fim de facilitar a compreensão do estudo, são abordados com mais profundidade, a utilização da simulação no Exército Brasileiro, a organização da Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro, o sistema do Míssil RBS-70, o simulador do RBS-70 bem como ele é utilizado dentro do processo ensino aprendizagem e alguns projetos das Forças Armadas. Todos esses assuntos tem a finalidade de auxiliar a compreensão e orientar a análise dos dados e a conclusão do presente trabalho. Para alcançar os objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com base em um processo indutivo, dividindo a pesquisa em cinco capítulos destinados à exposição dos dados pesquisados acerca do Simulador do Míssil RBS-70, seguidos de uma análise dos dados obtidos e de uma conclusão sobre o tema.

Palavras-chave: Simulador, Míssil RBS-70

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo verificar si el uso del simulador de Misiles RBS-70 satisface las necesidades del proceso de enseñanza-aprendizaje considerando los niveles de formación. Con el fin de facilitar la comprensión del estudio se presentará, el uso de la simulación en el Ejército de Brasil, la organización de la Artillería Antiaérea del Ejército de Brasil, el sistema de Misiles RBS-70, el simulador RBS-70 y cómo se utiliza dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje y algunos proyectos de las Fuerzas Armadas. Todos estos asuntos están destinados a ayudar a comprender y orientar el análisis de los datos y la conclusión de este trabajo. Para lograr los objetivos propuestos, se realizó una búsqueda bibliográfica basada en un proceso inductivo, dividiendo la investigación en cinco capítulos orientados a exponer los datos investigados sobre el Simulador de Misiles RBS-70, seguido de un análisis de los datos obtenidos y una conclusión acerca del tema.

---

[1] Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), ano de 2016. Pós-graduado (*lato sensu*) em Ciências Militares com ênfase na especialização em Artilharia Antiaérea pela Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe), 2021.

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2012, foi publicado o Livro Branco de Defesa Nacional com o intuito de posicionar o Estado Brasileiro quanto as questões políticas e questões estratégias de defesa nacional frente ao cenário internacional. (SILVA ,2020)

A fim de alinhar as políticas e estratégias de defesa, o Exército Brasileiro selecionou algumas áreas importantes da defesa nacional para serem desenvolvidas, surgindo então, os Programas Estratégicos, que são projetos prioritários do Exército Brasileiro para desenvolver e modernizar a força terrestre.

Dentre os programas, surgiu o Programa Estratégico de Defesa Antiaérea que buscou modernizar e adquirir materiais a fim de atender as necessidades do Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA). Uma das aquisições do Programa Estratégico foi o Sistema de Armas Míssil de Baixa Altura Telecomandado (Sist A Msl Bx Altu Tele Cmdo) RBS-70, da empresa SAAB Dynamics AB, no ano de 2014. (BRASIL,2014) A aquisição do sistema de armas contou também com a aquisição de simuladores, a fim de capacitar e adestrar os usuários do armamento.

O plano estratégico do Exército Brasileiro 2020-2023 apresenta o seguinte Objetivo Estratégico do Exército 01(OEE): Contribuir com a Dissuasão Extraregional. Para a consecução deste objetivo foi delineada a atividade 1.1.6.5: Obter e/ou modernizar SMEM e simuladores de artilharia antiaérea (AAAe) de Baixa e Média Altura. (BRASIL,2019)

Esse objetivo de adquirir e modernizar simuladores de AAAe segue uma tendência mundial como observado por Ferreira:

> O grau de complexidade, criticidade e os elevados custos que envolvem a aquisição, operação e manutenção dos modernos sistemas de armas, a necessidade de uma formação militar com cada vez menores riscos de segurança, as sucessivas reduções orçamentais justificadas pela ausência de ameaças com impacto na diminuição da atividade de instrução e treino, o sensível problema do impacto ambiental provocado pela exercitação de forças, o cada vez mais difícil acesso a áreas de treino (devido ao crescimento das áreas urbanas e à pequena dimensão dos campos de manobras) e a natural impossibilidade de treinar determinadas ações próprias do tempo de guerra, têm sido argumentos justificativos da cada vez maior tendência (atual e futura) ao recurso intensivo de simuladores no ensino, instrução e treino, nos exércitos em geral.(FERREIRA,2000)

Essa atividade busca rearticular e reestruturar a Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro com a finalidade de ampliar a capacidade operacional de Defesa Antiaérea. (BRASIL,2019)

Em dezembro de 2020, foram aprovados os Requisitos Operacionais Conjuntos (ROC) para a aquisição de um sistema de Artilharia Antiaérea de média altura/médio alcance para as Forças Armadas. (BRASIL,2020)

Após a criação do Programa Estratégico de Defesa Antiaérea e a aquisição de novas capacidades para o Exército Brasileiro, temos um período de maturação da inserção do sistema de armas RBS 70 de cerca de sete anos.

Assim, o presente estudo visa analisar a utilização do simulador do míssil RBS-70 sobre uma ótica dos escalões de adestramento, com o intuito de verificar se o simulador é adequado ao escalão de treinamento a que se propõe, bem como apontar possíveis deficiências no processo ensino-aprendizagem buscando soluções que melhorem o processo de ensino e possibilitem melhores aquisições de simuladores de artilharia antiaérea.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

O tema central do presente trabalho é apresentar como o simulador do Sistema de Armas Míssil Telecomandado RBS-70 está inserido dentro do Sistema de Simulação do Exército Brasileiro e sua utilização como técnica de ensino a partir de uma análise das suas características e necessidades da Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro.

Quanto à natureza, o presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa do tipo aplicada, por ter por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática para utilização em outros simuladores no âmbito da Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro, utilizando-se o método indutivo, observando-se casos particulares para realização de análises e conclusões.

Trata-se de estudo bibliográfico, que para sua execução tem como método a leitura exploratória e seletiva do material pesquisado, assim como sua revisão para a realização da análise dos dados levantados e a posterior síntese, com o intuito de proporcionar uma literatura atualizada e relevante sobre o tema. Para isso, as principais fontes de pesquisa utilizadas no presente trabalho foram, em sua maioria, manuais militares, artigos sobre o tema, bem como legislações atinentes à instrução militar no âmbito do Exército Brasileiro.

2.2 O USO DA SIMULAÇÃO NO EXÉRCITO BRASILEIRO

O uso da simulação no Exército Brasileiro não é algo recente, remonta ao ano de 1916 com a recomendação da inserção de jogos de guerra em Quarteis Generais por meio do Boletim de Exército nº 450. (BRASIL,2020)

O uso da simulação como técnica de ensino é uma tendência mundial e, o Exército Brasileiro, na busca da modernização do seu ensino, aprovou no ano de 2015, a Diretriz de Educação e Cultura do Exército Brasileiro 2016-2022. Essa diretriz possuiu duas finalidades: estabelecer as orientações necessárias para implementar as ações na área da educação e cultura no âmbito do processo de transformação do Exército Brasileiro e elencar as principais atribuições e responsabilidades dos diferentes órgãos comprometidos com as ações que darão efetividade à presente diretriz.

Como forma de pôr em prática as diretrizes de transformação de educação no Exército brasileiro é elencado para simulação as determinações:

> 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, como na capacitação dos docentes, a fim de aperfeiçoar-se o uso generalizado da simulação no processo ensino-aprendizagem.
> Os estabelecimentos de ensino, centros de instrução e organizações militares com encargos de ensino deverão intensificar o uso dos softwares, hardwares e simuladores não somente nas atividades vinculadas diretamente à aprendizagem de disciplinas ligadas à atividade-fim, mas também, viabilizar o emprego daquelas técnicas e equipamentos para as disciplinas tipicamente acadêmicas, tais como: História Militar, Relações Internacionais, Geografia, Geopolítica, entre outras. (BRASIL,2015)

Em 27 de Março de 2014, foi aprovada a Diretriz para o Funcionamento do Sistema de Simulação do Exército - SSEB (EB20-D-10.016). Nessa portaria o Sistema de Simulação do Exército Brasileiro é definido como 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. (BRASIL, 2014)

Como forma de sistematizar o correto uso dos simuladores no Exército Brasileiro, foi aprovado, em 2 de Outubro de 2020, o Caderno de Instrução Emprego da Simulação (EB70-CI-11.441), edição experimental. Esse caderno de instrução define a simulação militar como: a reprodução, conforme regras predeterminadas, de aspectos específicos de uma atividade militar ou da operação de material de emprego militar, utilizando um conjunto de equipamentos, *softwares* e infraestruturas inerentes à atividade militar. (BRASIL, 2020)

A partir desse conceito a simulação militar é dividida em três diferentes modalidades: simulação viva, simulação virtual e simulação construtiva.

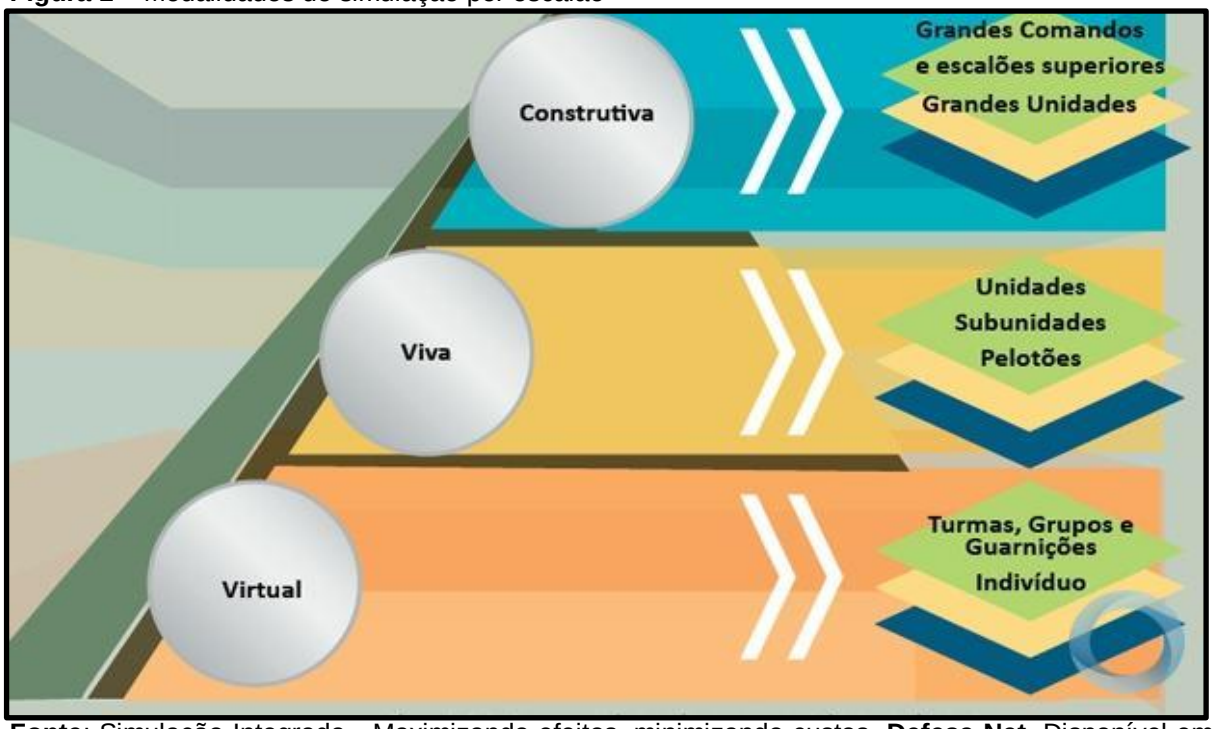
A simulação viva é a modalidade na qual são envolvidos agentes reais, operando sistemas reais no mundo real, com o apoio de sensores e outros instrumentos que permitam acompanhar as ações destes agentes e simular os efeitos dos engajamentos em que eles se envolverem. (BRASIL,2020)

A simulação virtual é a modalidade na qual são envolvidas agentes reais, operando sistemas simulados, em cenários gerados em computador. Esta modalidade substitui sistemas de armas, veículos, aeronaves e outros equipamentos cuja operação exige elevado grau de adestramento ou envolve riscos e/ou custos elevados para a operação. (BRASIL,2020)

A simulação construtiva é a 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”. (BRASIL,2020)

A partir da concepção de cada modalidade, pode-se realizar uma correspondência entre a forma a qual é realizada a simulação com o nível de treinamento.

Figura 1 – Modalidades de simulação por escalão



Fonte: Simulação Integrada - Maximizando efeitos, minimizando custos. **Defesa Net.** Disponível em: **<**https://www.defesanet.com.br/doutrina/noticia/21297/Simulacao-Integrada---Maximizando-efeitos--minimizando-custos/>

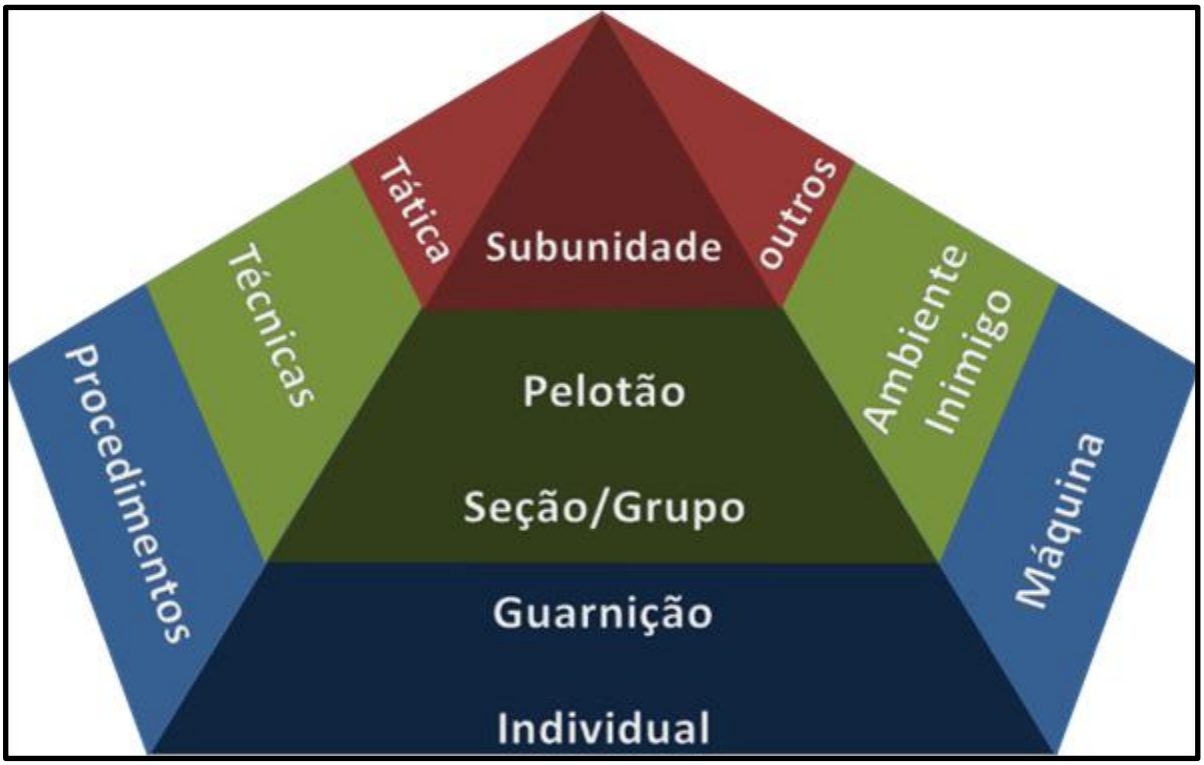
Nesse escopo de nivelamento da modalidades de emprego da simulação militar, o manual, aborda acerca do escalonamento dos níveis de treinamento através da “pirâmide do adestramento” no qual o uso da simulação se desenvolve do individual ao coletivo.

Inicialmente, o foco do treinamento na simulação é no indivíduo e na guarnição, buscando aprender o funcionamento do sistema e os procedimentos que devem ser realizados, a fim de operar corretamente o equipamento simulado. Nessa fase inicial, normalmente são utilizados simuladores virtuais.

Em um segundo momento, geralmente é utilizada a simulação viva, com o foco no treinamento técnico, buscando - se o adestramento de pequenas frações a fim de que se desenvolvam habilidades coletivas para o emprego do material militar.

Em uma fase final, o treinamento é realizado no nível tático, a fim de treinar frações a partir do nível subunidade, buscando-se integrar funções de combate bem como interagir com elementos de forças amigas nos mais diversos níveis. Nessa fase final geralmente são utilizados os simuladores construtivos.

Figura 2 – Pirâmide do adestramento



Fonte: BRASIL,2020.

Cabe destacar que as modalidades de simulação normalmente são correlacionadas aos escalões apresentados, entretanto isso não é uma

obrigatoriedade. A modalidade de simulação deve ser adequada à atividade militar que se pretende simular, a fim de que se obtenham resultados satisfatórios.

2.2.1 Possibilidades e Vantagens do Uso da Simulação

A simulação militar apresenta vantagens que a tornam extremamente compensadora como técnica de ensino, contribuindo para o processo ensino-aprendizagem e adestramento de qualquer Força Armada. Para Ferreira, a simulação apresenta as seguintes possibilidades:

> -Permitir um aumento da quantidade e qualidade do ensino, instrução e treino, sem desgastar os equipamentos reais;
> -Acesso a um leque alargado de tarefas, cenários e situações disponíveis, algumas delas em condições extremas, o que permite a gradação dos objetivos da formação;
> -Permitir guardar os resultados do desempenho para serem posteriormente revistos, de forma a identificar e quantificar erros e, assim, introduzir as necessárias correções;
> -Permitir tirar um melhor aproveitamento das ações de treino real, quer pela aprendizagem e mecanização das rotinas que permitem uma melhor concentração da atenção naquilo que é essencial, quer pela melhor capacidade de avaliação dos erros;
> -Reduzir o tempo necessário às ações de formação. Reduzir o tempo de emprego de áreas de manobras, carreiras de tiro, etc.
> -Reduzir o desgaste prematuro dos equipamentos reais, consumo de combustíveis e munições e ainda evitar encargos suplementares com manutenção;
> -Rentabilizar a formação, uma vez que permite uma elevada taxa de utilização a custo reduzido;
> -Desenvolver inicialmente maior número de capacidades nos formandos, de molde que a operação em condições reais se processe com maior eficácia;
> -Desenvolver nos quadros as capacidades de comando e controlo, dado o número de variáveis reais que os atuais sistemas integram;
> -Reduzir o número de recursos humanos responsáveis pela formação;
> -Introduzir na instrução/treino um fator adicional de motivação, por se processar num ambiente mais próximo do real;
> -Permitir colher lições quanto ao emprego de sistemas de armas, unidades e respectivos apoios e procedimentos doutrinários, que estejam em uso;
> -Contribuir para a promoção da imagem da Instituição, pelo recurso a novas tecnologias, pela economia de recursos que daí advém, pela preocupação manifestada pela segurança e pelas questões ambientais. (FERREIRA, 2000)

2.3 ESTRUTURA DO SISTEMA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA

A Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro está estruturada da seguinte forma: Subsistema de controle e alerta, Subsistema de armas, Subsistema de comunicações e Subsistema logístico. (BRASIL,2017)

Dentro do Subsistema de armas, o Exército Brasileiro conta, atualmente, com quatro sistemas de armas antiaéreas diferentes: o Canhão Automático Antiaéreo 40mm Bofors, o Míssil Igla-S, a Viatura Blindada de Combate Gepard 1A2 e o Sistema

de Armas Míssil de Baixa Altura Telecomandado (Sist A Msl Bx Altu Tele Cmdo) RBS-70. Junto a esses armamentos, o Radar de Busca Saber M-60 integra o Subsistema de Armas.

Em dezembro de 2020, foram aprovados os Requisitos Operacionais Conjuntos (ROC) para a aquisição de um sistema de Artilharia Antiaérea de média altura/médio alcance para as Forças Armadas. (BRASIL,2020) Este sistema de média altura, quando adquirido, também integrará o Subsistema de armas.

O Subsistema de controle e alerta conta, atualmente, com o Centro de Operações Antiaéreas Eletrônico de Seção (COAAe Elt Seç). Ademais, o Radar Multimissão M-200 está em desenvolvimento pelo Centro de Tecnologia do Exército(CTEx) e, dentro de um futuro próximo, integrará este Subsistema. (RADAR,2020)

2.3.1 Fundamentos de emprego das unidade de defesa antiaérea

Os fundamentos de emprego se constituem nas bases para um planejamento eficiente de uma defesa antiaérea. O manual de Defesa Antiaérea(EB-70-MC-10.231) preconiza que:

> Os fundamentos de emprego das unidades de DA Ae são: utilização do terreno, defesa em todas as direções, defesa em profundidade, apoio mútuo, combinação de armas antiaéreas, integração, engajamento antecipado, alternância de posição, mobilidade e defesa passiva. (BRASIL,2017)

Para o presente estudo, os fundamentos de defesa em profundidade, combinação de armas e engajamento antecipado se apresentam como essenciais para o entendimento da forma de emprego dos subsistemas de armas e subsistema de controle e alerta. O manual EB-70-MC-10.231 apresenta estes fundamentos da seguinte forma:

> - A defesa em profundidade consiste na forma de atuação sobre o inimigo aéreo de maneira a mantê-lo sob engajamento gradativo pelos mísseis de média altura, pelos mísseis de baixa altura e pelos canhões antiaéreos. Quando estes forem escalonados, permitirão à DA Ae várias possibilidades de engajamento da ameaça aérea pelos diversos sistemas de armas, aumentando a probabilidade de neutralizá-la.
> - No emprego da AAAe devem-se considerar as possibilidades e limitações de cada sistema de armas, adotando, sempre que possível, uma combinação de armas de modo que um sistema recubra as limitações do outro.
> - O engajamento antecipado diz respeito à ação desencadeada com o propósito de impedir ou dificultar a ação do inimigo, antes que ele empregue seu armamento contra o objetivo defendido ou que proceda ao Rec aéreo. Para isso, o sistema de controle e alerta e as U Tir devem ser desdobrados de modo a proporcionar o tempo máximo de reação ao sistema de armas. (BRASIL,2017)

2.4 O SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREO RBS 70

O RBS-70 é um míssil superfície-ar (SAM) portátil de 15Kg de peso, guiado a laser (Beam Rider), fabricado pela SAAB Bofors. Pode ser usado para a defesa de área, aeródromos, comboios ou para complementar outros sistemas. (CASTRO; LEDOUX)

O míssil RBS 70 (Robotik System 70*)*, foi adquirido por 19 países localizados em todos os cinco continentes, com mais de 1.600 sistemas RBS 70, incluindo mais de 17.000 mísseis vendidos. Capacidades únicas do sistema, confiabilidade e muito baixo custo do ciclo de vida são muito apreciados por todos os usuários em diferentes países. (DURING,2014)

A aquisição do Sistema RBS-70, produzido pela empresa sueca SAAB Dynamics AB, pelo Exército Brasileiro, aconteceu no ano de 2014, dentro do Programa Estratégico de Defesa Antiaérea, o qual buscou modernizar e adquirir materiais a fim de atender as necessidades do Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (BRASIL,2014).

2.4.1 Características do Sistema

O Sistema de Armas Míssil de Baixa Altura Telecomandado RBS-70 surge com a intenção de se contrapor às evoluções das ameaças aéreas modernas, as quais estão cada vez mais complexas e possuem diversos dispositivos que buscam anular os efeitos da artilharia antiaérea.

O míssil Mk 2, primeira versão adquirida pelo EB, possui alcance de 7 mil metros e pode atingir alvos a 4 mil metros de altitude. Sua velocidade é de Mach 2 (2.470km/h) e o guiamento é feito por feixe laser, dificultando que o míssil sofra qualquer tipo de interferência. (MORALEZ,2020) Por estar na faixa de alcance de 6 mil a 12 mil metros é classificado como um sistema de armas de curto alcance e, desta forma, integra o sistema de defesa antiaérea de baixa altura. (BRASIL, 2017)

2.4.2 Composição do sistema e Guarnição

A unidade do RBS- 70 é composta por: aparelho de pontaria, tubo de lançamento com míssil e pedestal (partes fundamentais para a realização do disparo). A unidade de tiro tem a capacidade de ser dividida em três partes as quais conferem à unidade uma grande portabilidade que facilita sua entrada em posição em locais de difícil acesso como regiões montanhosas ou áreas edificadas. Sua modularidade

conferem ao sistema a possibilidade de se entrar em posição em aproximadamente 30 segundos e realizar o recarregamento em apenas 5 segundos.

O Exército Brasileiro adota o uso da seção como unidade básica de emprego, cada seção é composta por três unidades de tiro, e estas são compostas por três militares:

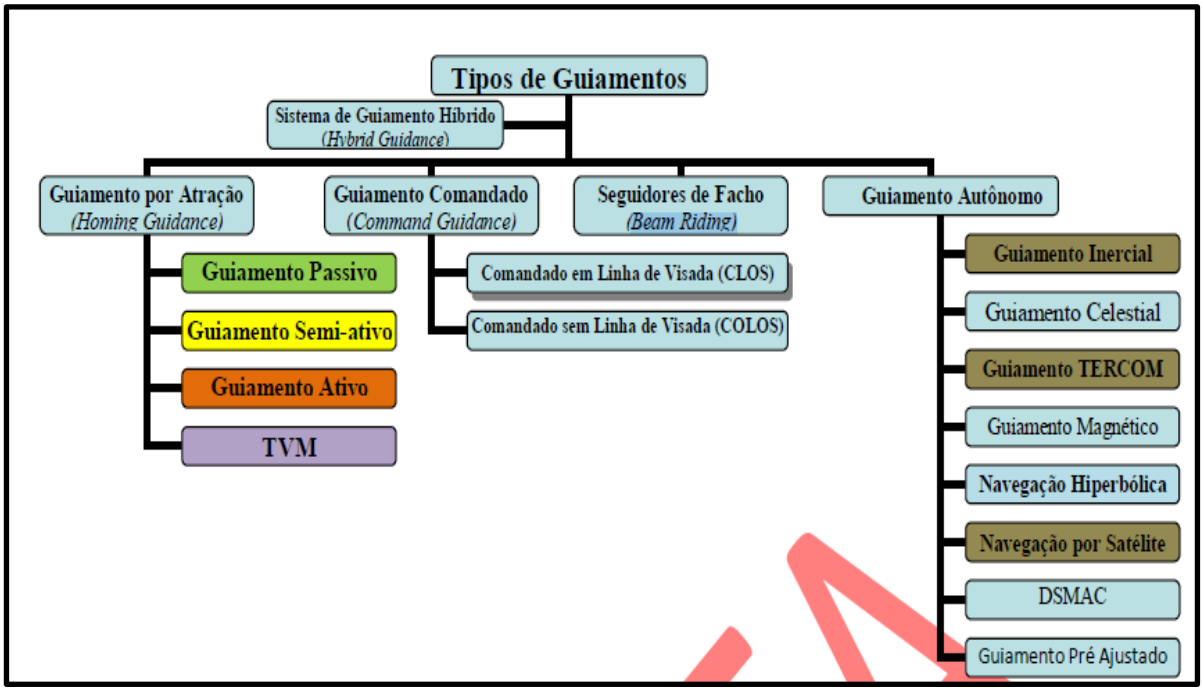
- Sgt Ch U Tir/ Rádio Operador;
- Cb Operador; e
- Sd Observador/Carregador/Motorista. (BRASIL,2015)

Além dos módulos essenciais, o sistema ainda conta com caixa de acessórios, carregador de baterias, fonte de alimentação externa, kit de camuflagem do posto de tiro e um simulador de treinamento.

2.4.3 Guiamento dos mísseis

Com a evolução constante do combate, surgem evoluções nas formas de guiamento dos mísseis e, por conseguinte, evoluções nas medidas para se contrapor a estes sistemas. O manual técnico Guerra Eletrônica de Não-Comunicações apresenta uma um organograma das formas de guiamento dos misseis:

Figura 3: Tipos de guiamentos



Fonte: BRASIL,2015

Por não ser escopo deste trabalho, não serão abordadas todas formas de guiamento dos misseis, haja vista sua grandes peculiaridades e diversidades. Serão

abordados os misseis de guiamento passivo, semiativo, ativo e seguidores de facho pois essas formas de guiamento são as mais comuns e estão diretamente relacionadas com os armamentos antiaéreos do Exército Brasileiro.

2.4.3.1 Míssil de guiamento passivo

O míssil de guiamento passivo possui em sua cabeça de guiamento um dispositivo que capta a irradiação emitida por alvo. Essa irradiação captada, normalmente é infravermelho (calor) ou ondas radar.

Esse tipo de guiamento está presente no sistema Igla-S e é conhecido por “Fire and Forget” pois o atirador, após a realização do disparo, não possui mais comando sobre o míssil, este vai perseguindo a fonte de emissão da ameaça até atingir o alvo. Esse tipo de guiamento é bastante preciso, entretanto possui algumas formas de se contrapor como, por exemplo, o uso de “Flares”, que são dispositivos lançados por plataformas que geram grande fonte de calor que busca “enganar” os misseis para que a ameaça possa se evadir.

2.4.3.2 Míssil de guiamento semiativo

No míssil de guiamento semi- ativo, uma plataforma ilumina um alvo com laser ou ondas radar e o míssil possui um dispositivo que capta essas ondas após a reflexão do alvo. Esse tipo de guiamento apresenta como desvantagens a possibilidade de ser avisado da existência de uma iluminação do alvo.

2.4.3.3 Míssil de Guiamento Ativo

Na cabeça de guiamento deste tipo de míssil existem transmissores e receptores, os quais, após serem lançados, emitem radiofrequência que reflete na ameaça e retorna para o míssil e, dessa forma, é feito seu guiamento. Este tipo de guiamento pode ser enquadrado como “Fire and Forget” e apresenta como principal desvantagem a grandes susceptibilidade a guerra eletrônica como o uso de “chaffs’ por exemplo, que são dispositivos lançados pelas plataformas, que liberam uma grande quantidade de filamentos metálicos que enganam os radares dos mísseis.

2.4.3.4 Míssil seguidor de facho

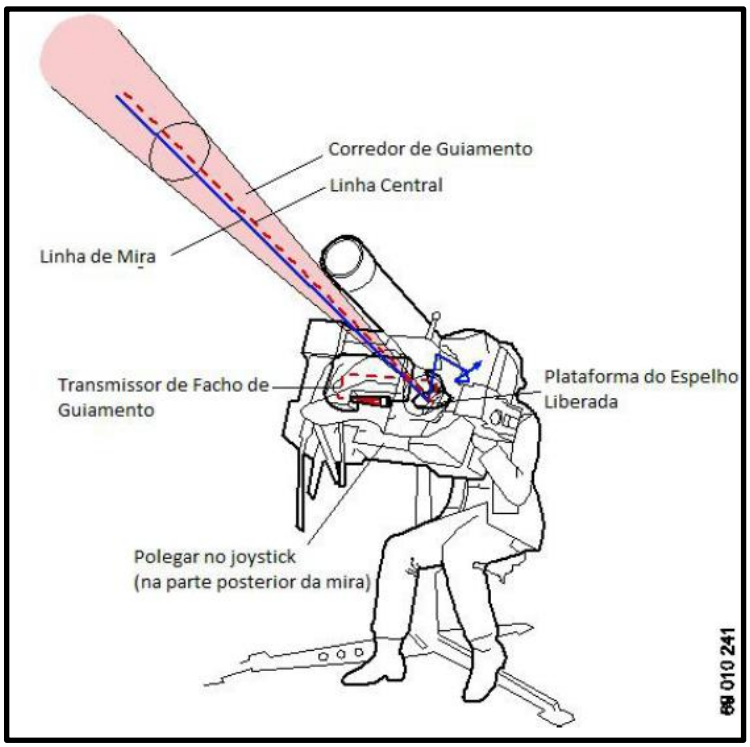
O míssil guiado por um facho possui em sua composição uma antena que capta a emissão de uma plataforma, esta emissão pode ser do tipo laser ou radar, e o míssil vai se guiando por dentro do feixe de emissão criado pela plataforma.

Esse tipo de guiamento possui como vantagem a dificuldade do inimigo de se contrapor a esta forma de guiamento tendo em vista que são pouco suscetíveis as ações de guerra-eletrônica.

Como desvantagem, esse tipo de guiamento não é do tipo “Fire and Forget”, desta forma o operador do sistema tem controle sobre o míssil e o guia através deste facho laser. Esse tipo de guiamento depende sobremaneira de um grande adestramento das guarnições, haja vista que o operador humano será responsável por conduzir o míssil até a ameaça.

Esse tipo de guiamento está presente no Sistema de Armas RBS -70 do Exército Brasileiro.

Figura 4: Guiamento por facho laser – RBS-70



Fonte: BRASIL,2015

2.4.4 Entrada em posição e funcionamento do Sistema

A entrada em posição do míssil RBS-70 se constitui em um processo relativamente simples dividido em sete fases: desembarque da viatura, acionamento do pedestal, colocação do aparelho de pontaria, preparação do aparelho de pontaria, preparação do pedestal, carregamento do míssil, montagem e operação do BORC/COND (dispositivos para operação noturna) e outras situações. Dentro de cada uma dessas fases todos membros da guarnição possuem tarefas específicas que

agilizam o acionamento do míssil de forma que esteja o quanto antes em condições de ser empregado.

Após a entrada em posição as seguintes etapas são necessárias para a utilização do armamento:

1) O operador deve realizar a localização visual do alvo;
2) Deve energizar o sistema agindo na manopla esquerda;
3) Deve-se acompanhar o alvo através do movimento grosseiro, a fim de realizar a aquisição do alvo;
4) O operador deve realizar o disparo;
5) Após o lançamento, o míssil deixa o tubo e entra no feixe de orientação;
6) O operador deve ir guiando o míssil até atingir o alvo através do movimento grosseiro e do movimento fino através do joystick.

Dessa forma, pode-se observar que o operador é um elemento essencial para o sucesso do engajamento da ameaça aérea no sistema RBS-70. O operador precisa realizar a correta aquisição da ameaça, operar o sistema, realizar o disparo e, posteriormente, realizar seu direcionamento até que atinja a ameaça. Cabe ressaltar que o míssil se auto destrói após 45s de disparo ou se ele permanecer 1,2 segundos fora do cone de guiamento laser. Além disso o atirador possui a opção de autodestruição do míssil capacidade que torna este sistema compatível com utilização em áreas urbanizadas como na segurança dos grandes eventos realizados no Brasil nos anos de 2014 e 2016. (DURING,2014). Por tudo isso, consegue-se perceber que o sistema confere uma grande segurança tanto no seu emprego quanto a interferências eletrônicas, entretanto necessita de grande adestramento de sua guarnição para entrada em posição e grande adestramento do atirador para que o engajamento seja bem realizado.

2.4.5 RBS-70 NG

Em 2018, o EB optou em adquirir um lote do RBS 70 NG, mais moderno do que a versão anterior. O sistema realiza o acompanhamento automático do alvo, resultando no aumento do alcance de utilização do míssil Mk 2 para 8 mil metros. (MORALEZ,2020) Essa nova geração apresenta um rastreador automático que auxilia o operador durante o engajamento e aumenta a probabilidade de acerto (RBS-70, s.d)

O recurso de rastreamento, baseada em análise de vídeo, aumenta o nível de precisão do Sistema, que já é alto, reduz a carga de trabalho e a pressão sobre o

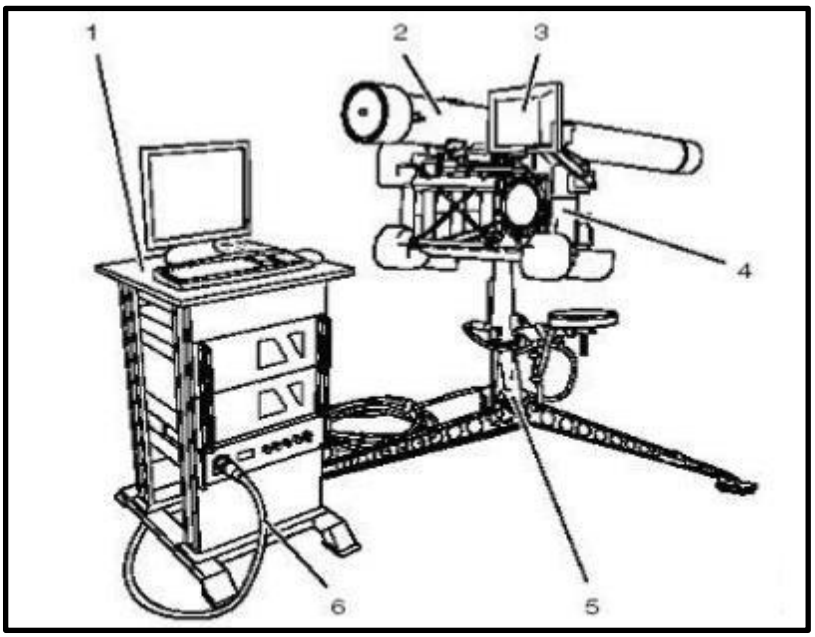
operador, que continua no controle e pode, sempre que desejar, anular o rastreador e corrigir o ponto de mira. (SAAB,2019)

A SAAB afirma ter aprimorado o guiamento no RBS 70 NG, tornando mais fácil tanto o acompanhamento manual quanto o automático tendo em vista que a pontaria do míssil melhorou com o incremento de um dispositivo de visão termal integrado de alta resolução, entre outros recursos, como um suporte visual para o atirador, que reduz o tempo de reação e agiliza o “travamento” do alvo, e a função “acompanhamento automático”, que auxilia o atirador durante o engajamento e amplia a chance de acerto.(VINHOLES,2016)

2.5 O SIMULADOR DO SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREO RBS 70

Com a finalidade de realizar o adestramento do atirador do sistema RBS-70 foi adquirido junto ao sistema de armas um simulador de tiro. O simulador é composto por dois sistemas básicos: a estação do operador e a estação do instrutor.

Figura 5: Simulador do Míssil Telecomandado RBS 70



1- Estação do Instrutor
2- Gerador da Força de Recuo
3- Tela de Pontaria Grosseira
4- Simulador do Aparelho de Pontaria
5- Simulador do Pedestal
6- Cabo Y

Fonte: BRASIL,2015

O simulador do RBS-70 pode funcionar em dois modos de operação: o modo autônomo e o modo instrutor. No modo autônomo são apresentados cenários pré-definidos nos quais o operador vai desenvolvendo suas capacidades de monitorar e engajar ameaças de forma gradual recebendo avaliações conforme executa os níveis

de treinamento. No modo instrutor os cenários de treinamento são controlados pelo instrutor a partir da sua estação.

O simulador fornece uma simulação completa e realista do engajamento do alvo a partir de modelos em terceira dimensão (terrenos, alvos). O disparo do míssil no simulador reproduz a mesma força de recuo que ocorre quando um míssil real é lançado. (SCHIAVINATO,2017)

2.5.1 Estágios de Treinamento

O simulador apresenta seis estágios de treinamento, que de forma gradual visam gerar no operador do sistema as capacidades para uma correta aquisição de variados tipos de alvos em níveis de dificuldades diferente, bem como operar de forma segura e eficiente as capacidades que o sistema RBS-70 oferece.

- Estágio 1 – Este estágio busca ambientar o atirador como operar as manoplas e joystick do sistema a fim de realizar a correta pontaria da ameaça e engajamento subsequente. Todo esse módulo é realizado de maneira gradual realizando-se tarefas de forma sequenciada. Ao final deste módulo, o operador possui as capacidades de realizar a aquisição, acompanhamento e engajamento de alvos fixos e móveis;

- Estágio 2 – Neste estágio de treinamento é aumentada a dificuldade do processo de engajamento de ameaças móveis, apresentado ao operador alvos de natureza média, difícil e muito difícil;

- Estágio 3 – Neste estágio busca-se a simulação da direção e elevação do alvo por meios sonoros sem que o operador realize disparos;

- Estágio 4 – Neste estágio busca-se a localização do alvo por meio sonoro junto ao disparo e engajamento da ameaça;

- Estágio 5 – Este estágio proporciona ao atirador a aquisição e engajamento de ameaças aéreas de forma simulada em ambiente noturno;

2.5.2 Simulacro RBS-70

Outro material existente, adquirido junto com o pacote do sistema de armas é o simulacro do RBS-70 (Mockup). Esta material tem por finalidade realizar o adestramento da entrada em posição e acionamento do sistema.

> Este material tem muito contribuído para o adestramento das organizações militares de Artilharia Antiaérea e sua doutrina, em razão de atender ao princípio da economicidade, possui a capacidade de aumento na qualificação da guarnição, facilita o processo do método de ensino por competência, desenvolve mais facilmente os atributos da guarnição do posto de tiro, possibilita uma versatilidade para o adestramento das tropas possuidoras do

> material e evita o desgaste do material real no adestramento e qualificação.(SILVA,2020)

2.5.3 A utilização do Simulador RBS-70 na formação e especialização dos militares do Exército Brasileiro

A utilização do simulador do RBS-70 é realizada no Exército Brasileiro em duas situações: na execução de cursos e estágios que ocorrem na Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe), situada no Rio de Janeiro, e nas diversas Organizações Militares de Artilharia Antiaérea na qualificação e adestramento de cabos e soldados de Artilharia como operadores desse sistema de armas.

Anualmente, a EsACosAAe ministra os seguintes cursos: Cursos de Artilharia Antiaérea para Oficiais, Curso de Artilharia Antiaérea para Sargentos, Estágio de Chefe de Peça e Unidade de Tiro de Artilharia Antiaérea para Sargentos, Estágio de Comandante de Seção de Artilharia Antiaérea para Oficiais e Estágio de Operação do Sistema de Mísseis Antiaéreos Telecomandado RBS 70 para Oficiais e Sargentos. Todos esses cursos e estágios contém módulos que especializam os militares na operação do sistema RBS 70 e utilizam o simulador como ferramenta no processo ensino-aprendizagem.

A maior utilização dos simuladores ocorre nas diversas organizações militares espalhadas no Brasil. Nelas, os oficiais e sargentos especializados no sistema ministram instruções com a finalidade de qualificar o combatente e formar o cabo e o soldado, habilitando-os a ocupar cargos previstos para uma determinada QMP peculiar de uma Qualificação Militar Geral (QMG) na U/SU. (BRASIL,2020)

O Programa-Padrão de Qualificação (PPQ) dos Cabos e Soldados de Artilharia (EB 70– PP 10.023) apresenta uma distribuição de carga horária de cerca de 168 horas para formação do operador do míssil RBS-70 das quais 80 horas são previstas para trabalho com o sistema de armas.

O PPQ se apresenta como um programa de instrução bastante completo que abarca diversos assuntos desde instruções teóricas do sistema, trabalhos dos integrantes da guarnição bem como o acionamento e operação do sistema. Dentro dessa carga horária, podemos perceber que os Objetivos Individuais de Instrução (OII) Q 414 até o Q 418 preveem a execução dos estágios de treinamento de simulação de 1 até 5. O PPQ estabelece também o padrão mínimo de desempenho de 80% de acertos para que o atirador conclua aquela tarefa.

Figura 6: Quadro de distribuição de tempo destinado à instrução peculiar por grupamento de instrução

QMG	QMP	GRUPAMENTOS DE INSTRUÇÃO	Nr	MATÉRIAS PECUL IARES	HORAS
06	02 Cmb AAe	Gu Pç - Msl	11	Escola da Peça – Mísseis	15
			13	Manutenção do Material	32
			16	Material de Artilharia – Mísseis	35
			21	Organização do Terreno e Camuflagem do Mat Art	6
			29	Trabalhos na Linha de Fogo – Ms I A A e	80
				SOMA	168
		Pes Rem - Can AAe	13	Manutenção do Material	15
			14	Material de Artilharia - AAe	32
			18	Munições de Artilharia para AAe	20
			19	Munições de Artilharia para LMF	15
			21	Organização do Terreno e Camuflagem do Mat Art	6
			27	Trabalhos na Unidade de Tiro - AAe	80
				SOMA	168
		Gu Pç - Msl RBS 70	11	Escola da Peça – Míssil Telecomandado RBS 70	15
			13	Manutenção do Material	32
			16	Material de Artilharia – Mísseis	35
			21	Organização do Terreno e Camuflagem do Mat Art	6
			29	Trabalhos na Linha de Fogo – Míssil Telecomandado RBS 70	80
				SOMA	168

Fonte: BRASIL,2020

2.6 PROJETO HÓRUS E PROJETO ASA

Em 2018, foi aprovada a Diretriz de Iniciação do Projeto de Obtenção e Integração do Subsistema de Controle e Alerta do Programa Estratégico do Exército Defesa Antiaérea (Projeto Hórus) (EB20-D-08.015). Este projeto tem por objetivo:

> Contratar o serviço de obtenção e integração do Subsistema de Controle e Alerta da Defesa Antiaérea da Força Terrestre (DA Ae F Ter), envolvendo as seguintes atividades: gerenciamento, pesquisa e desenvolvimento, fornecimento, prova de conceito, suporte logístico integrado inicial e offset. Implantar o Projeto de Obtenção e Integração do Subsistema de Controle e Alerta, integrante do Subprograma de Suporte do Programa Estratégico do Exército Defesa Antiaérea (PrgEE DA Ae) (BRASIL,2018)

No ano de 2019, foram aprovados os Requisitos Operacionais do Simulador da Defesa Antiaérea da Força Terrestre. Dentre eles, alguns se destacam para o planejamento do desdobramento do subsistema de armas:

> ROA 55) O módulo de planejamento e direção do exercício DEVE calcular continuamente os alcances do Subsistema de Armas, definidos em função das características de relevo do terreno, obstáculos e da dinâmica do alvo selecionado.
> ROA 56) O módulo de planejamento e direção do exercício DEVE apresentar o posicionamento e os respectivos alcances do Subsistema de Armas;
> ROA 57) O módulo de planejamento e direção do exercício DEVE calcular as linhas de defesa antiaérea, definidas como função das características dinâmicas do alvo e do sistema antiaéreo;
> ROA 58) O módulo de planejamento e direção do exercício DEVE apresentar as linhas de defesa antiaérea;
> ROA 62) O módulo de planejamento e direção do exercício DEVE prover ao instrutor a possibilidade de realizar o posicionamento (drag and drop e por coordenadas) dos radares, pontos sensíveis, pistas e das U Tir no terreno;

> ROA 63) A designação das missões de treinamento e o controle sobre o seu cumprimento DEVEM ser realizadas a partir do módulo de planejamento e direção do exercício; (BRASIL,2019 apud SILVA,2020)

O Ambiente de Simulação Aeroespacial (ASA) tem por objetivo criar um ambiente capaz de simular os mais diversos cenários operacionais, proporcionando informações suficientes que auxiliem na tomada de decisão. Este projeto tem por objetivo ser capaz de identificar, descrever, modelar e avaliar capacidades e missões operacionais da FAB, bem como de prever adversidades e antecipar decisões que podem afetar o cumprimento de uma missão. O ASA utiliza agentes computacionais capazes de tomar decisões próprias utilizando Inteligência Artificial (IA). A ideia é empregar o simulador no processo decisório para prever possíveis resultados de combates, auxiliando não somente na definição estratégica dos cursos de ação, como também na reavaliação de táticas e técnicas empregadas. (SANTOS,2020)

2.7 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

Pode-se analisar, inicialmente, que a necessidade do uso da simulação para os sistemas de defesa antiaérea é um fator preponderante para a aprendizagem da operação desse tipo de sistema de armas. A simulação é a técnica de ensino e adestramento que possui mais benefícios haja vista a complexidade dos sistemas de armas antiaéreos. Qualquer simulação por mais fidedigna que seja, nunca irá representar na plenitude as reais condições de combate, entretanto a simulação possui um melhor custo-benefício ao proporcionar: um ganho qualitativo e quantitativo nos engajamentos realizados, ganho de tempo, ganho econômico e ganho de segurança.

O SSEB vem se estruturando com a finalidade de proporcionar um emprego adequado das modalidades de simuladores buscando um emprego eficiente dos recursos aliado a melhores técnicas de utilização destes meios. Partindo dessa ideia, percebe-se que o simulador do míssil RBS-70 se enquadra na modalidade virtual, a qual normalmente é utilizada para o aprendizado do indivíduo ou da guarnição do Material de Emprego Militar.

Considerando-se o tipo de guiamento telecomandado deste tipo de míssil é de suma importância a utilização do simulador tendo em vista que o operador tem um papel fundamental em toda condução do tiro. O EB vem adquirindo uma nova versão do míssil que visa facilitar todo esse processo, entretanto o papel do atirador continuará sendo essencial para a correta aquisição das ameaças aéreas.

O simulador do míssil RBS 70 é constituído de um posto do atirador e possui diversos módulos de treinamento que capacitam seu operador dos níveis mais básicos aos mais difíceis, permitindo ao atirador dominar por completo os procedimentos necessários para aquisição, acompanhamento e engajamento de uma ameaça aérea. Toda essa sequência de treinamento está planejada no PPQ do Cb e Sd de Artilharia junto a diversas outras instruções teóricas e práticas que qualificam, de maneira completa, o operador desse sistema.

Além disso, o simulador é empregado em diversos cursos e estágios realizados pela EsACosAAe que capacitam os Oficiais e Sargentos a difundirem os conhecimentos técnicos do material bem como comandar as unidades de tiro e as seções de RBS-70.

Quando é feita uma análise do ponto de vista da guarnição do RBS-70, pode-se observar que o simulador não possui capacidades para a operação conjunta dos militares integrantes da unidade de tiro. Algumas capacidades necessárias para o funcionamento correto do sistema não podem ser simuladas como: remuniciamento, falhas no sistema e entrada em posição. Apesar do simulador não apresentar essas capacidades, a instrução dessas atividades pode ser realizada a partir do uso dos simulacros do míssil permitindo-se o adestramento completo da unidade de tiro.

Ao se analisar os próximos níveis da pirâmide de simulação pode-se perceber que há uma lacuna na aplicação da simulação que visa adestrar seções de artilharia antiaérea. Percebe-se a necessidade de um simulador voltado ao planejamento do desdobramento das unidade de tiro, seções, baterias e grupos bem como um simulador que integre todos os subsistemas para garantir um ciclo completo de aprendizagem e adestramento.

Já existe o projeto Hórus que tem por finalidade integrar todos os sistemas de controle e alerta da Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro e no simulador desse projeto se prevê características que contemplam o planejamento, bem como a simulação de cenários de combate.

3. CONCLUSÃO

Após a análise completa do sistema RBS-70 e de seu simulador percebe-se que ele atende as necessidades de ensino e aprendizagem ao nível de ensino que ele está enquadrado. O simulador é bastante completo e está bem inserido nos processos de ensino-aprendizagem, em especial, no PPQ dos operadores. É interessante que, para futuras aquisições de simuladores para sistemas de armas, em

especial para o sistema de média altura que deverá ser adquirido em curto prazo, seja realizado de forma bastante completa e contemple ao máximo as necessidades de ensino e adestramento. Observa-se que o guiamento do míssil é um fator fundamental que determina o nível de participação do operador na utilização do armamento e por conseguinte a necessidade de adestramento no simulador. Provavelmente o sistema de média altura contará com um guiamento mais automatizado, o que diminui a necessidade de participação humana nesse processo. Em contrapartida, os trabalhos de proteção contra guerra eletrônica provavelmente serão fundamentais para o sucesso da utilização do material. Dessa forma, conclui-se que pra qualquer sistema de armas é fundamental um estudo detalhado do simulador que pretende-se adquirir a fim de facilitar o processo ensino-aprendizagem e torna-lo o mais eficiente possível.

Percebe-se também que existe uma lacuna na parte de planejamento dos desdobramentos das unidades de tiro, seções e demais escalões de AAAe. Apesar de haver essa lacuna, já existe a iniciativa de haver uma integração de todos subsistemas, principalmente o de controle e alerta, que abarca o planejamento do desdobramento de uma defesa antiaérea. A conclusão do projeto Hórus é fundamental para elevar o nível do processo ensino-aprendizagem e adestramento da Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro.

Existe também, outra iniciativa nas Forças Armadas que é o Projeto ASA. Essa iniciativa pode ser utilizada, em um futuro próximo, para o planejamento das DA Ae. A utilização dessa ferramenta de apoio a decisão colocaria o Brasil em um seleto grupo de países que possui tecnologia de inteligência artificial para emprego de suas DA Ae.

4. REFERÊNCIAS

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

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. EME. Portaria nº 55, de 27 de março de 2014. **Aprova a diretriz para o funcionamento do Sistema de Simulação do Exército – SSEB (EB20-D-10.016).** Boletim do Exército nº 14, Brasília, DF, 04 abr. 2014.

_____. Comando de Operações Terrestres. **EB 70-CI-11.411: Caderno de Instrução de Emprego da Simulação.** Brasília: 2020.

_____. Estado-Maior do Exército. Portaria nº 341, de 17 de dezembro de 2015 – Republicação. **Aprova Diretriz de Educação e Cultura do Exército Brasileiro 2016-2022 (EB-20-D-01.031).** Boletim do Exército nº 6, Brasília, DF 12 fev 2016.

_____. Ministério da Defesa. MD33-M-02: **Manual de abreviaturas, Siglas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas**. 3. ed. Brasília, 2008.

_____. PORTARIA nº 4181/GM-MD, de 11 de Dez 2020. **Aprova os Requisitos Operacionais Conjuntos (ROC) para o Sistema de Artilharia de média altura/médio alcance das Forças Armadas – ROC n° 54/2020.** 2020.

_____. PORTARIA Nº 038-EME, DE 8 DE MARÇO DE 2018. **Aprova a Diretriz de Iniciação do Projeto de Obtenção e Integração do Subsistema de Controle e Alerta do Programa Estratégico do Exército Defesa Antiaérea (EB20-D-08.015)**. 2018.

_____. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.231 Manual de Campanha - Defesa Antiaérea 1ª edição.** 2017.

_____. PORTARIA Nº 200-EME, DE 3 DE SETEMBRO DE 2014. **Adota o Sistema de Armas Míssil de Baixa Altura Telecomandado (Sist A Msl Bx Altu Tele Cmdo) RBS-70, da empresa SAAB Dynamics AB.** 2014.

_____. Ministério da Defesa. **EB60-MT-23.454: Manual Técnico - Guerra Eletrônica de Não-Comunicações**. 1. ed. Brasília, 2015.

_____. Ministério da Defesa. **EB60-MT-23.460 Manual Técnico – Operação do Sistema de Mísseis RBS-70** 1ª Edição 2015.

_____. Centro de operações terrestres. **Programa-Padrão de Instrução de Qualificação do Cabo e Soldado de Artilharia** 1ª Edição 2020

_____. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. EME. **EB 10-P-01.007: Plano Estratégico do Exército**. ed. Brasília-DF, 2019.

CASTRO, Fábio; LEDOUX, Pedro, RBS-70 – **Sistema de Armas**. Disponível em:

http://sistemasdearmas.com.br/mis/rbs70.html Acesso em: 28 jul 2021.

DÜRING, Nelson. **EB – Adquire o míssil SAAB RBS 70 MkII**. Brasília, 2014. Disponível em http://www.defesanet.com.br/terrestre/noticia/14410/EB-%E2%80%93-Adquire-o-- missil-SAAB--RBS-70-MkII/. Acesso em: 27 junho 2021.

FERREIRA**,** Rui Manuel Da Silva; **A SIMULAÇÃO COMO PARTE DO TREINO OPERACIONAL.** Monografia Apresentada À Secção De Ensino De Táctica Do Curso De Estado Maior 1998-2000. Instituto De Altos Estudos Militares. Lisboa, 2000.

MORALEZ, João Paulo. **Você conhece o RBS-70 NG?** 17 de Março de 2020**.** Disponível em https://tecnodefesa.com.br/voce-conhece-o-rbs-70-ng/ Acesso em: 10 jul 2021.

RADAR Saber M-200. **Centro Tecnológico do Exército**. 24 de Julho de 2020 Disponível em: <http://www.ctex.eb.mil.br/projetos-em-andamento/82-radar-saber-m200#vis%C3%A3o-geral> Acesso em: 08 ago. 21.

RBS-70 NG. **Saab** Disponível em: https://www.saab.com/products/rbs-70-ng Acesso em 29 jun 2021

SAAB apresenta o sistema RBS 70 NG na LAAD 2019. **Defesa Net.** 03 Abr 2019 Disponível em: https://www.defesanet.com.br/laad2019/noticia/32497/SAAB-apresenta-o-sistema-RBS-70-NG-na-LAAD-2019/ Acesso em: 20 Jun 2021

SANTOS, Larissa DCTA desenvolve protótipo de ambiente de simulação de cenários operacionais **Fab** 30 Set 2020 Disponível em: https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36311/SISTEMA%20COMPUTACIONAL%20-%20DCTA%20desenvolve%20prot%C3%B3tipo%20de%20ambiente%20de%20simula%C3%A7%C3%A3o%20de%20cen%C3%A1rios%20operacionais

SCHIAVINATO, Luiz Fernando. **O Emprego do simulador do sistema de defesa antiaéreo RBS 70 na manutenção do desempenho dos seus atiradores.** Trabalho Acadêmico de pós-graduação universitária lato sensu, apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro, 2017

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

SIMULAÇÃO Integrada - Maximizando efeitos, minimizando custos. **Defesa Net.** Disponível em: **<**https://www.defesanet.com.br/doutrina/noticia/21297/Simulacao-Integrada---Maximizando-efeitos--minimizando-custos/> Acesso em: 26 jun. 21.

VINHOLES, Thiago SAAB vai apresentar nova geração de mísseis em Brasília. **Airway** 20 Set 2016 Disponível em: https://www.airway.com.br/saab-vai-apresentar-nova-geracao-de-misseis-em-brasilia/ Acesso em 12 Ago 21