



A Simulação do Apoio de Fogo no Exército Brasileiro e seus ensinamentos – uma experiência útil para a Artilharia Antiaérea

Ten Cel Jefferson Jéus Cavalcanti SILVA MENDES¹

Resumo

O propósito principal do artigo é apresentar a simulação no Exército Brasileiro (EB), seu histórico, seus sistemas, seus tipos e seu impacto no ensino, no preparo e no emprego da Força Terrestre (F Ter). O artigo foca, em especial, no treinamento do Apoio de Fogo (Ap F) terrestre e nos impactos advindos da utilização do Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF), levantando aspectos e argumentos que apontam para a eficiência e a eficácia da utilização dessa ferramenta na preparação dos recursos humanos

envolvidos na atividade de Apoio de Fogo, além de ressaltar os resultados positivos, conclusões e aprendizados obtidos pelo uso da simulação nessa atividade que possam ser úteis para a evolução do treinamento de pessoal, sejam alunos de escolas ou integrantes dos quadros que ocupam cargos em Organizações Militares (OM) de Artilharia Antiaérea (AAAe) do EB.

Palavras-chave: Simulação; Exército; Apoio de Fogo; Ensino; Artilharia Antiaérea.

1. Introdução

As características das ameaças do conflito armado moderno enfrentam constante mutação, o que gera uma grande complexidade para as atividades de ensino, preparo e emprego das Forças Armadas (FFAA) ao redor do planeta. Para fazer frente às exigências em termos de treinamento militar nesse contexto, o EB busca, constantemente, a evolução de sua doutrina e de suas estruturas de ensino, preparo e emprego.

Por conseguinte, as atividades de simulação têm alcançado uma proeminência muito destacada e sua implantação se apresenta como um grande desafio.

A *Diretriz do Comandante do EB 2011-2014* (BRASIL, 2011a) preconiza que a Força Terrestre invista em simuladores de tiro, entendendo-os como meios seguros, flexíveis e de baixo custo para a elevação da capacidade técnica e tática dos efetivos. Corroborando esse preceito, a

¹ Curso de Formação de Oficiais de Artilharia – AMAN, 2000; Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea – EsACosAAe, 2004; Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais de Artilharia – EsAO, 2007; Curso de Oficial de Ligação Antiaérea – COMDABRA, 2009; Instrutor do Curso de Artilharia – EsAO, 2010/11; Comandante da 5ª Bateria de Artilharia Antiaérea Leve – Amv, 2014/2015; Curso de Comando e Estado-Maior do Exército – ECEME, 2016/2017; Instrutor-Chefe da Seção de Simulação – AMAN, 2018.



Diretriz do Comandante do EB 2019 coloca como uma de suas premissas o seguinte:

Os nossos recursos humanos devem ser capazes de enfrentar os desafios da Guerra Atual e do Futuro, para a qual muitas tecnologias ainda estão em processo de concepção, demandando do militar do século XXI alto grau de flexibilidade e capacidade de autoaperfeiçoamento. Contudo, a capacitação técnica do militar jamais deve prescindir do culto aos valores e às tradições que possibilitaram a construção de um Exército vitorioso e respeitado. Os herdeiros de Caxias devem abraçar a modernidade sem descuidar-se dos aspectos que consubstanciam a ética militar. (BRASIL, 2019).

As orientações do Comandante do EB ressaltam a importância de cada vez mais se buscar possuir e utilizar a simulação no preparo e no ensino da Força Terrestre. Portanto, reafirmando essa concepção, este artigo visa apresentar a simulação no Exército Brasileiro, fomentar a discussão sobre o assunto e servir como base para futuros estudos.

2. A simulação no Exército Brasileiro

Segundo a *Diretriz para o Funcionamento do Sistema de Simulação do EB* (BRASIL, 2014a), esse sistema “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”.

Nessa mesma *Diretriz*, encontramos, também, os significados básicos de simulação, que podem designar: o próprio produto ou simulador (ferramenta), a utilização do simulador (atividade), a elaboração do simulador (método

para implementar um modelo dinâmico) ou uma tecnologia (utilizável com fins de teste, estudo ou treinamento). Somente o contexto de emprego do termo simulação permite distinguir entre as diferentes significações.

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

Quando aplicada na área militar, a simulação é a reprodução, conforme regras pré-determinadas, de aspectos específicos de uma atividade militar ou da operação de material de emprego militar, com a utilização de um conjunto de equipamentos, *softwares* e infraestruturas.

Ainda de acordo com essa *Diretriz* (BRASIL, 2014a), o Sistema de Simulação no EB tem por finalidade prover os meios para:

- o treinamento baseado em tecnologias aplicadas em ambientes simulados, proporcionando aos militares, do modo mais realista possível, a preparação individual e coletiva para o desempenho de suas atividades;



- a tomada de decisão dos escalões operacionais e organizacionais.

Também é premissa do Sistema de Simulação empregar essas tecnologias no Sistema de Instrução Militar e no Sistema de Ensino.

2.1. Histórico

As atividades de preparação para o tiro com armas portáteis e de porte que compõem as Instruções Preparatórias para o Tiro (IPT) e os treinamentos sem munição, conhecidos como “tiros em seco”, bem como os treinamentos sem munição real na Artilharia de Campanha, conhecidos como “lote click”, são utilizadas há décadas no EB para preparar e instruir seus quadros.

Artifícios como caixões de areia, que são uma representação aproximada e em escala do terreno onde se realizará uma ação militar, e os chamados terrenos reduzidos, utilizados na Artilharia de Campanha para ensino e treinamento de observadores na condução do tiro, são exemplos de atividades que compõem os primórdios da utilização da simulação no Exército, muitas vezes para superar limitações de caráter material e de segurança.

A utilização da simulação de maneira mais sistemática em atividades do EB remonta ao início dos anos 1990, quando a Escola de Comando e Estado Maior do Exército (ECEME) começou a empregar a simulação no Exercício AZUVER junto com as suas escolas congêneres da Marinha do Brasil (MB) e da Força Aérea Brasileira (FAB).

No começo da década de 2000, o EB passou a investir em *softwares* próprios para os jogos de guerra, como o GUARINI. Naturalmente, após o advento dos primeiros *softwares*, ocorreram inúmeras evoluções tecnológicas que deram origem a novos *softwares*, como

o SISTAB e o SABRE, entre outros, que, por sua vez, demandaram o aperfeiçoamento da infraestrutura física.

Já no início da década de 2010, o EB começou a normatizar a atividade de simulação, gerando nova legislação e evoluindo em todas as áreas da simulação militar com a implantação de novos *softwares* e equipamentos. Também promoveu a modernização de protocolos e procedimentos de emprego da simulação militar.

Figura 1: Histórico da simulação no Exército Brasileiro.



Fonte: Acervo COTER.

Nesse caminho, em que o EB venceu toda sorte de barreiras, foram desenvolvidas atividades de simulação para instrução com blindados, aviação, tiro, salto de paraquedas, Operações Especiais e Apoio de Fogo, bem como exercícios de Posto de Comando (PC).

2.2. Tipos de Simulação

No Exército Brasileiro, a *Diretriz para o Funcionamento do Sistema de Simulação* (BRASIL, 2014a) classifica a simulação em três modalidades: viva, virtual e construtiva.

A *Simulação Viva* é aquela na qual são envolvidos agentes reais, operando sistemas reais (armamentos, equipamentos, viaturas e aeronaves de dotação), no mundo real, com o apoio de sensores, dispositivos apontadores



Quadro 1: Tipos de Simulação.

	VIVA	VIRTUAL	CONSTRUTIVA
Pessoa	Real	Real	Simulado
Tempo	Real	Real	Real/ Simulado
Ambiente / EQPTP	Real	Simulado	Simulado
Interação das Armas	Simulado	Simulado	Simulado

Fonte: Defesamet (2019).

laser e outros instrumentos que permitem acompanhar o elemento e simular os efeitos dos engajamentos.

Figura 2: Simulação Viva – linha de fogo.



Fonte: Arquivo pessoal.

A *Simulação Virtual* é aquela na qual estão envolvidos agentes reais operando sistemas simulados ou gerados em computador, sendo que, nesse caso, substituem-se sistemas de armas, veículos, aeronaves e outros equipamentos cuja operação exija alto grau de adestramento ou envolva riscos e/ou custos elevados para operar. Sua grande possibilidade de ganho e aplicação é no desenvolvimento de técnicas e habilidades individuais que permitam explorar os limites do operador e do equipamento.

A *Simulação Construtiva* é aquela que envolve tropas e elementos simulados operando sistemas também simulados que são controlados por agentes reais, normalmente numa situação de comandos constituídos. Essa modalidade ficou

Figura 3: Simulação Virtual – observação do Tiro de Artilharia.



Fonte: Arquivo pessoal.

conhecida pela designação de “Jogos de Guerra”. A ênfase dessa simulação é na interação entre agentes, divididos em forças oponentes que se enfrentam sob o controle de uma direção de exercício. Seu emprego principal é no adestramento de comandantes e estados-maiores para o Processo de Tomada de Decisão e para o funcionamento de Postos de Comando e Sistemas de Comando e Controle.

Figura 4: Simulação Construtiva na Central de Tiro e Planejamento de Fogos.



Fonte: Arquivo pessoal.

2.3. O emprego da simulação no Exército Brasileiro

O Exército Brasileiro utiliza a simulação como recurso em atividades de cunho tanto pedagógico quanto operacional. Dessa forma, simuladores



diversos são utilizados em escolas de formação e nas demais atividades relacionadas ao ensino profissional como ferramentas de aprendizagem, sendo também empregados em atividades operacionais, notadamente em ações do preparo da Força Terrestre Brasileira.

O Ensino Profissional no Exército é realizado por meio de dois sistemas distintos, porém, integrados: o Sistema de Ensino Militar e o Sistema de Instrução Militar do Exército Brasileiro (SIMEB).

O Sistema de Ensino Militar é voltado, em sua maior dimensão, para formar, aperfeiçoar, especializar e ampliar os conhecimentos profissionais dos militares de carreira. Paralelamente, forma os oficiais da reserva das Armas, do Serviço de Intendência e do Quadro de Material Bélico. Esse sistema possui uma estrutura técnica especializada na atividade de ensino e é coordenado pelo Departamento de Educação e Cultura do Exército (DECEX).

Já o SIMEB é voltado para o adestramento da Força Terrestre como instrumento de combate, para a formação das praças temporárias e para adaptação de técnicos civis à vida militar. Esse sistema é coordenado pelo Comando de Operações Terrestres (COTER).

2.3.1. A simulação na Instrução Militar e no preparo do Exército Brasileiro

Segundo Peres (2017), anualmente o EB incorpora os soldados no serviço militar obrigatório e se dedica a formá-los para serem excelentes reservistas. Algumas unidades de pronto-emprego, que são formadas, em sua maioria, por militares profissionais, empenham-se no adestramento durante o ano de instrução. Nesse contexto e com o objetivo de melhor preparar os recursos humanos da Força, os simuladores podem ser empregados no adestramento, atendendo a todos os níveis de capacitação.

O emprego dos simuladores pode colaborar tanto na formação e na qualificação individual, ao aportar ferramentas para melhorar o preparo do militar, quanto na formação, na qualificação e no adestramento de frações e guarnições, ao utilizar técnicas, táticas e procedimentos para o trabalho em grupo de maneira sinérgica em busca de um objetivo coletivo.

A simulação militar é um excelente instrumento para a manutenção dos níveis de adestramento das Forças Armadas em diversos países. A utilização desse meio proporciona a racionalização de recursos e a redução dos riscos inerentes às atividades militares. Nesse cenário é que também se encontra a simulação virtual baseada em tecnologia aplicada em ambiente simulado. (AMORIM, 2018).

As atividades de simulação, coordenadas pelo COTER, destinam-se a prover os meios para o treinamento baseado em tecnologias aplicadas em ambientes simulados, proporcionando aos militares o treinamento individual e coletivo de suas tarefas o mais próximo possível da realidade e com a abstração julgada necessária, bem como a tomada de decisão dos escalões operacionais considerados.

2.3.2. A simulação no Ensino do Exército Brasileiro

A inovação na área de Educação e Cultura será atendida em pontos-chave e eixos constitutivos do processo ensino-aprendizagem, entre os quais podem ser destacados: a flexibilização e o dinamismo curricular; a introdução de novas práticas metodológicas; a exploração das potencialidades da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC); a revisão dos conceitos sobre



avaliação do aprendizado; a reavaliação do papel do docente, bem como a sua adequada atualização profissional e a revisão da infraestrutura de apoio ao ensino. (BRASIL, 2016b).

A atividade de simulação no ensino do EB tem como principal marco regulatório a Portaria nº 008 do Departamento de Educação e Cultura do Exército, de 10 de fevereiro de 2011, que aprovou a *Diretriz para a Implantação do Sistema de Simulação para o Ensino do DECEX (SIMENS)*.

O simulador pode prover o realismo técnico, ergonômico e funcional, mas jamais substituirá o papel do docente na concepção e na condução do treinamento dentro de um cenário realista e compatível com os objetivos propostos. Reforça-se que aquele que utiliza esta ferramenta deve conhecer as possibilidades e limitações dos sistemas de simulação e *softwares* empregados. Não é desejável o emprego desses meios por neófitos. (BRASIL, 2016b).

Segundo a *Diretriz de Educação e Cultura do EB 2016-2022* (BRASIL, 2015), 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 racionalizar o uso generalizado da simulação no processo ensino-aprendizagem.

No âmbito do SIMENS, a simulação deve ser entendida como um instrumento para a condução de atividades do processo ensino-aprendizagem visando atingir um determinado objetivo pedagógico, sendo que jamais deverá ser considerada como objetivo ou solução em si mesma. Os docentes e discentes devem alinhar todos os seus esforços para atender aos objetivos das atividades escolares, utilizando a simulação como elemento facilitador de todo o processo.

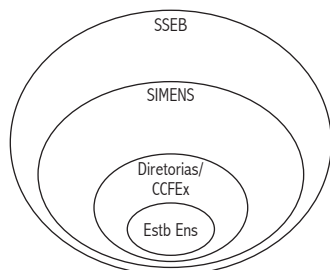
3. O Apoio de Fogo

Segundo o *Glossário das Forças Armadas* (BRASIL, 2007), o Apoio de Fogo é o ato ou o efeito de fogo sobre determinados alvos ou objetivos realizado por elemento, unidade ou força para apoiar ou proteger outros elementos, unidades ou forças.

No caso da Força Terrestre, o Apoio de Fogo Terrestre é prestado pelas armas coletivas orgânicas das unidades e subunidades de Infantaria e Cavalaria, que utilizam metralhadoras, canhões e morteiros. Entretanto, o meio de Apoio de Fogo Terrestre mais nobre é a Artilharia de Campanha, dotada de morteiros pesados, obuseiros, mísseis e foguetes, os quais realizam o apoio por intermédio do fogo indireto, ou seja, sem visada direta sobre o alvo.

O Apoio de Fogo Indireto, realizado por morteiros pesados e obuseiros, é uma atividade complexa que é executada de forma sistêmica.

Figura 5: SIMENS.



Legenda:

- SSEB: Sistema de Simulação do Exército Brasileiro
- SIMENS: Sistema de Simulação para o Ensino do DECEX.

Fonte: Brasil (2016b).



De maneira geral e simplificada, existe um subsistema de busca de alvos, com sua consequente observação; um subsistema de direção de tiro, que calcula os elementos de tiro; e um subsistema de armas, ou linha de fogo, que realiza o disparo. Outros subsistemas, como topografia, logística e comunicações, são necessários para proporcionar condições de execução para a tarefa de Apoio de Fogo.

Todas as tarefas envolvidas na execução do Apoio de Fogo exigem instrução e adestramento individual e coletivo de diversas qualificações, as quais demandam contínuo treinamento. Nesse contexto, a atividade de simulação é uma ferramenta-chave para facilitar o ensino, a instrução e o adestramento de alunos de escolas de formação e de unidades e subunidades do corpo de tropa.

4. O Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF)

O Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF) foi idealizado para aprimorar o adestramento dos Grupos de Artilharia de Campanha (GAC) e os Pelotões de Morteiro Pesado (Pel Mrt P) orgânicos dos Batalhões de Infantaria e Regimentos de Cavalaria, bem como o processo ensino-aprendizagem do Apoio de Fogo nas diversas Escolas de Formação, Aperfeiçoamento e Especialização/Extensão do EB. Assim, caso o simulador fosse empregado com eficiência e eficácia, contribuiria para a superação dos óbices quanto à manutenção do elevado nível de adestramento da tropa e para o aumento na qualidade do processo ensino-aprendizagem.

Tal concepção visava mitigar uma série de limitações que a atividade de Apoio de

Fogo enfrentava, tais como: o envelhecimento e a obsolescência dos meios auxiliares de instrução e ensino, a recorrente limitação na disponibilidade de munição para execução de tiro real e a diminuição nas áreas de tiro real em função de crescentes limitações ambientais e de segurança.

A Solução encontrada pelo Exército para preencher as demandas operacionais sofridas pelo Sistema Operacional Apoio de Fogo foi a aquisição de um simulador capaz de treinar e adestrar a Artilharia de Campanha, elemento-chave deste sistema. (HENRIQUES e LIMA JUNIOR, 2011).

4.1. Histórico do SIMAF

O Projeto SIMAF teve início em 22 de outubro de 2010 com a assinatura do Termo de Abertura do primeiro módulo do Sistema no Quartel-General do Exército, onde foi lançado formalmente. O evento contou com a presença do Comandante da Força, dos Oficiais-Generais do Alto Comando, de autoridades diplomáticas e de empresários espanhóis. Em novembro do mesmo ano, uma equipe do EB se deslocou para Madri, na Espanha, para, juntamente com a empresa espanhola TECNOBIT, vencedora da concorrência internacional, detalharem os requisitos do simulador.

Durante todo o ano de 2011, foi desenvolvido o protótipo do Simulador de Apoio de Fogo, apresentado nas instalações espanholas em dezembro daquele ano. No mesmo ano, foram inauguradas as instalações do simulador em Resende. Na sequência, de 2012 a 2014, a TECNOBIT e o EB trabalharam no desenvolvimento do programa de simulação, que teve como ponto de partida o SIMACA,



simulador criado pela empresa para ser utilizado pelo Exército Espanhol.

Figura 6: Visão esquemática do SIMAF.



Fonte: Brasil (2016a).

Diferentemente do SIMACA, o simulador brasileiro foi desenvolvido com técnicas mais modernas em diversos parâmetros, tais como codificação, equipamentos visuais, arquitetura, sensores de peça, optrônicos, rádios, entre outros, o que proporcionou a evolução para outros sistemas ou novas doutrinas, além de uma melhor qualidade de vídeo, conferindo maior realismo à simulação.

Assim, em 2015, todos os equipamentos de simulação foram instalados e integrados ao prédio do SIMAF/AMAN, permitindo que, após anos de intenso trabalho de desenvolvimento, o EB iniciasse a operação do simulador.

Após a instalação dos equipamentos e a realização dos testes iniciais, o SIMAF Resende foi inaugurado em 19 de fevereiro de 2016, que foi um ano de testes com o emprego inicial do simulador em instruções ministradas aos cadetes dos Cursos de Artilharia, Infantaria e Cavalaria da AMAN, bem como em apoio a cursos diversos que possuíam observação e condução do Tiro de Artilharia em seu currículo. Em junho do mesmo ano, entrou em operação o Simulador de Santa Maria (RS).

4.2. A Utilização do SIMAF

O SIMAF possibilita o trabalho, de maneira integrada, dos oito subsistemas de Artilharia: Observação, Linha de Fogo, Topografia, Direção/Coordenação de Tiro, Busca de Alvos, Logística, Comunicações e Meteorologia, sendo desenvolvido desde o nível Batalhão/Regimento até Divisão de Exército. Visa otimizar o uso de munição real, já que, primeiramente, o militar repete os procedimentos no ambiente virtual várias vezes e, somente após isso, finaliza seu aprendizado/adestramento com o tiro real. Além disso, pode trabalhar várias missões de tiro inviáveis em exercícios no terreno por motivo de segurança: tiro próximo de tropa amiga ou em ambiente urbano. (BRASIL, 2016a).

O SIMAF Resende se encontra instalado na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), na cidade de Resende/RJ, e tem sua utilização prioritária para fins de ensino regulada pelo Departamento de Educação e Cultura do Exército (DECEX) por intermédio da própria Seção de Simulação da AMAN, que enquadra o simulador e atende em prioridade as atividades do Corpo de Cadetes da Academia. As instalações de Resende também atendem aos GAC e a Pel Mrt P de diversas Organizações Militares (OM) do EB, prioritariamente as do Comando Militar do Leste (CML) e do Comando Militar do Sudeste (CMSE), sendo que essa atividade de preparo é coordenada pela Chefia do Preparo do Comando de Operações Terrestres (COTER).

O adestramento, de acordo com o Sistema de Instrução Militar do Exército Brasileiro (SIMEB), é, em linhas gerais, o conjunto de atividades que capacitam uma unidade a participar de Operações Militares. A doutrina, conforme o



Sistema de Doutrina Militar Terrestre (SIDOMT) é o conjunto de princípios, de conceitos, de normas e de procedimentos que visam estabelecer ideias e orientar ações estruturadas em experiências. (DEFESANET, 2016).

O SIMAF Sul se encontra instalado no Centro de Adestramento Sul (CA-S), OM que o enquadra. Por sua vez, atende, prioritariamente, às atividades de preparo dos GAC e Pel Mrt P do Comando Militar do Sul (CMS) e do Comando Militar do Oeste (CMO). Atende, também, às atividades de ensino das Escolas do Exército geograficamente próximas a Santa Maria.

A utilização de ambos os SIMAF fica, então, condicionada a um emprego dual, apoiando as atividades de ensino e de preparo. Assim sendo, o SIMAF Resende coordena sua utilização pelos cadetes com o Corpo de Cadetes da AMAN, sendo os períodos disponíveis oferecidos às OM pela Chefia do Preparo do COTER. Outros estabelecimentos de ensino coordenam o uso do simulador diretamente com a AMAN e com o COTER. Portanto, são criados dois calendários complementares, sendo um da Seção de Simulação da AMAN para fins de ensino e outro do COTER, que é anualmente divulgado por intermédio do Programa de Instrução Militar (PIM). O SIMAF Sul, por sua vez, tem sua utilização coordenada pelo COTER e, da mesma forma que a unidade de Resende, tem seu calendário divulgado no PIM.

Após a divulgação dos calendários de utilização dos SIMAF, as OM e os estabelecimentos de ensino contemplados, via cadeia de comando, necessitam planejar a execução da instrução ou do exercício de adestramento para que sejam previstos os créditos e os insumos necessários para transporte/deslocamento de pessoal e material, alojamento e alimentação.

É importante salientar que todo o processo ocorre em A-1 (ou seja, no ano anterior à ida ao SIMAF) e os usuários devem considerar as implicações das distâncias que separam as OM dos SIMAF, a possibilidade de conduzir grandes efetivos para a atividade e a viabilidade de levar o material requerido. Essas condicionantes e os procedimentos previstos em cadernos de instrução previamente montados determinarão como será conduzida a simulação e quais objetivos serão alcançados, sendo possível, inclusive, não se utilizar todos os subsistemas do SIMAF.

Figura 7: A concepção da utilização das modalidades de simulação no SIMAF.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.3. As capacidades de utilização do SIMAF

O Simulador de Apoio de Fogo possui diversas capacidades, entre as quais podemos destacar a facilidade para adestrar a Função de Combate Fogos para Artilharia, Infantaria e Cavalaria, em todos os seus subsistemas, bem como para adestrar a Condução do Tiro de Artilharia por observador de qualquer arma sem os custos da munição real.

Em função disso, pode-se auferir como benefício a otimização do uso da munição real por meio do treinamento em ambiente simulado anterior ao tiro real, reduzindo os efeitos danosos ao meio ambiente e realizando o procedimento



em elevadas condições de segurança. Tal virtude se potencializa na possibilidade de conduzir o tiro real em espaços humanizados sem danos colaterais, o que só é possível, em treinamento, com o auxílio da simulação.

O simulador se mostra um meio de aprendizagem eficiente (teoria-simulação-prática) que promove o aprimoramento do processo ensino-aprendizagem com baixo custo, sendo atrativo ao usuário, moderno, eficaz e capaz de gerar um *feedback* preciso e rápido, inclusive com avaliação.

Vale salientar que o simulador pode ser empregado de modo modular, não sendo necessária a utilização de todos os subsistemas, o que propicia flexibilidade nos gastos de tempo e empenho de pessoal.

Com o ambiente virtual a cargo da Equipe de Instrução, é possível agravar ou atenuar o grau de dificuldade dos exercícios simulados por meio do controle de variáveis (como meteorologia, terreno, inimigo, VO e temperatura da pólvora) e realizar exercícios com variados cenários, como Resende, Santa Maria, Formosa, Salvador, Gericinó, Angra dos Reis e Barão de São Borja.

As características do simulador crescem em importância quando verificamos o perfil dos militares que já o utilizaram como ferramenta de treinamento. O público-alvo do simulador se insere em gerações que vivem conectadas na rede mundial de computadores e são afetadas por um mundo cada vez mais virtualizado e de utilização de equipamentos eletrônicos de uso intuitivo.

Uma vez que grande parte do público-alvo do simulador pertence às gerações X e Y, bem como posteriores, infere-se que esses usuários têm o hábito de buscar informação na internet, estão acostumados a fazer diversas atividades

simultaneamente, conhecem e se interessam por tecnologia, compartilham informação, passam muito tempo *on-line* nos jogos em rede e nas mídias sociais e se tornam autodidatas em assuntos que lhes interessam.

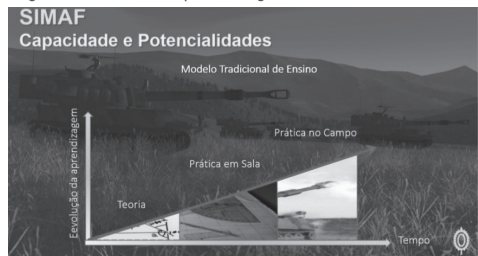
Figura 8: Tendências pedagógicas modernas.



Fonte: Brasil (2016a).

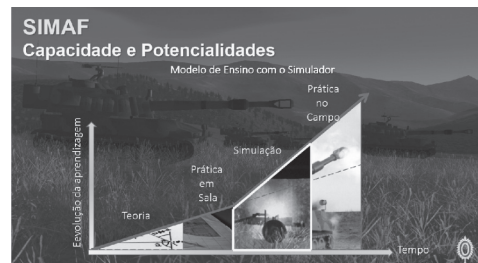
Em virtude do exposto, pode-se concluir que o SIMAF se apresenta como uma ferramenta poderosa para incrementar os processos de ensino e preparo do EB, ocasionando uma

Figura 9: Curva de aprendizagem do ensino tradicional.



Fonte: Brasil (2016a).

Figura 10: Curva de aprendizagem do ensino com o simulador.



Fonte: Brasil (2016a).



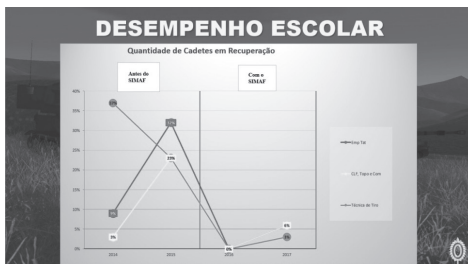
mudança na curva de aprendizado, conforme mostram as figuras 9 e 10.

4.4. Benefícios da Simulação do Apoio de Fogo

O emprego sistemático do SIMAF, iniciado em 2017, gerou impactos positivos nos militares que o utilizaram. Pesquisas de satisfação realizadas com os militares das OM que passaram pelo SIMAF nos anos de 2017 e 2018 revelaram quase que uma unanimidade ao afirmar que a utilização do simulador facilitou o aprendizado e aumentou a confiança dos militares para a realização do tiro real. Em 2017, por exemplo, ao final do exercício realizado pelo 21º GAC, sediado em Niterói (RJ), o resultado de uma pesquisa mostrou que, do público-alvo de 72 militares, todos afirmaram ter havido aumento da aprendizagem e da confiança.

Outro benefício foi a melhora no desempenho dos cadetes do Curso de Artilharia nas avaliações das disciplinas profissionais que envolvem as técnicas e táticas da Artilharia de Campanha. Embora os dados não sejam conclusivos e a pesquisa não seja precisa, principalmente pela falta de uma série histórica, verificou-se uma tendência de evolução nos graus dos cadetes, diminuindo drasticamente a quantidade de militares que necessitavam realizar exame final para a aprovação.

Figura 11: Tendência de melhora no desempenho escolar com o uso do simulador.



Fonte: Brasil (2016a).

Também é mencionada a possibilidade de treinamento no simulador de toda a técnica prevista para a execução e a condução do Tiro de Artilharia, sem a limitação da segurança e da quantidade de munição. Técnicas que nunca seriam realizadas por falta de campo de instrução e de munição podem ser realizadas inúmeras vezes, gerando *feedback* para os militares. Um exemplo clássico é o da Observação Aérea do Tiro de Artilharia: todos os instruídos podem realizar a técnica, independentemente da quantidade de horas de voo previstas e da munição disponível.

Outra possibilidade que o simulador apresenta é o treinamento/ensaio preliminar ao tiro real, no qual as ações previstas para a atividade de tiro real podem ser previamente repassadas no SIMAF. Esse ensaio pode, inclusive, ocorrer no terreno e nas condições previstas, caso exista o terreno digitalizado no simulador.

É extremamente relevante a economia gerada com a utilização do simulador. Devido à conformação do equipamento, é possível realizar grande parte do trabalho de ensino e adestramento no SIMAF. Então, pode-se reduzir a quantidade de jornadas no terreno, diminuindo, assim, o uso de material de intendência e o gasto com deslocamentos, combustíveis e refeições frias e quentes, entre outros. Embora nada substitua o exercício real no terreno, fica patente a otimização do uso de munição. Com o treinamento bem realizado no simulador, ao se efetivar o tiro real, o resultado será muito mais profícuo, reduzindo o desperdício de munição a quantidades desprezíveis. Para que sejam alcançados os objetivos propostos, é possível repetir o disparo simulado inúmeras vezes, o que gera resultado sem onerar os cofres públicos.



Figura 12: Exemplo de economia gerada em munição pelo simulador (ano 2017).

Sistema de Simulação de Apoio do Fogo
Atividades Desenvolvidas
33 Exercícios em 2017

MUNICÃO		CUSTO	
TIPO	DISPAROS	UNIDADE	SUBTOTAL
105mm AE	7.418	R\$ 4.011,54	R\$ 29.757.603,72
105mm Ilum	242	R\$ 2.913,58	R\$ 705.086,36
105mm Eum	38	R\$ 4.011,54	R\$ 152.438,52
120mm AE	372	R\$ 4.707,18	R\$ 1.751.070,56
155mm AE	1.132	R\$ 5.333,03	R\$ 6.037.669,16
155mm Eum	50	R\$ 4.005,86	R\$ 200.294,50
155mm Ilum	60	R\$ 4.005,89	R\$ 240.353,40
TOTAL:		9.301	R\$ 38.800.451,83

Fonte: Brasil (2016a).

4.5. Conclusões sobre a utilização do SIMAF

O SIMAF é uma ferramenta cara, constituída por equipamentos de tecnologia de ponta que precisam de manutenção muito específica e de alto custo, e ainda exige pessoal altamente capacitado para sua operação. Ademais, o simulador ocupa todo um prédio para abrigar seus diversos subsistemas e sua condição estática obriga o deslocamento da grande maioria de unidades militares e escolas para Resende ou Santa Maria, cidades onde estão instalados os SIMAF no Brasil.

A utilização do simulador deve estar coordenada e prevista nos calendários escolares e de adestramento, bem como o deslocamento de militares e os gastos previstos com antecedência de um ano (A-1). Dependendo do caso, muitas vezes torna-se inviável conduzir uma quantidade significativa de militares para a atividade no simulador.

O tempo reservado para o uso escolar do simulador e para a atividade de adestramento deve estar previsto em Plano Geral de Ensino das respectivas escolas e nos Programas de

Instrução das OM que utilizam o simulador, sob pena de se subempregar o equipamento e prejudicar o tempo destinado a outras atividades.

Os usuários não podem utilizar o simulador como um videogame buscando vencer em um jogo. É necessário que o encarem como uma ferramenta empregada para replicar todos os procedimentos esperados para a sua função e, assim, aproveitem cada minuto de simulação oferecida.

O SIMAF, por ser modular e flexível, permite que os subsistemas trabalhem de forma autônoma, sem afetar um ao outro. As atividades podem ser conduzidas individualmente nos diversos subsistemas, como Posto de Observação e Linha de Fogo, sem que eles estejam integrados. Dessa forma, só se efetiva a integração de todos os subsistemas, atrelando-os ao simulador, quando os instruendos já estiverem em condição de operar, tendo em vista o nivelamento de procedimentos e o conhecimento adquirido.

Embora o foco principal do SIMAF seja a simulação técnica dos subsistemas mais relevantes, que é alcançada por meio da simulação viva e virtual, o simulador permite a utilização de algumas ferramentas com caráter de simulação construtiva. Dessa forma, é possível envolver todos os subsistemas da Artilharia de Campanha e buscar um ensino mais detalhista e completo ou um adestramento mais realista.

A simulação complementa e potencializa o processo de ensino-aprendizagem, sendo uma ferramenta extremamente útil, mas que não substitui todas as outras técnicas de ensino ou a atividade real de treinamento. Nada substitui a interação com o terreno e o tiro real.



5. A Simulação na Artilharia Antiaérea

A Artilharia Antiaérea, componente terrestre da defesa aeroespacial ativada, realiza a defesa antiaérea de forças, instalações ou áreas. A Artilharia Antiaérea participa da Função de Combate Proteção ao preservar a F Ter, quer seja o homem, as organizações ou as estruturas estratégicas. (BRASIL, 2014c).

Da mesma forma que a Artilharia de Campanha, a Artilharia Antiaérea (AAAe) funciona de forma sistêmica através da integração de diversos subsistemas que, trabalhando de maneira sinérgica e integrada, proporcionam o cumprimento das missões. A estrutura sistêmica da AAAe é composta por quatro subsistemas: Controle e Alerta, Armas, Apoio Logístico e Comunicações (BRASIL, 2017).

No Exército Brasileiro, a Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe) é o estabelecimento de ensino responsável por: ministrar cursos de especialização de oficiais e sargentos em Artilharia Antiaérea, Defesa da Costa e Defesa do Litoral; realizar estágios peculiares à AAAe e ao Apoio de Fogo na Defesa do Litoral e na Defesa da Costa; contribuir para o aperfeiçoamento e o desenvolvimento da doutrina do emprego da AAAe e da Defesa do Litoral e da Costa. O processo de ensino e instrução da AAAe se insere em um contexto pedagógico atual, cheio de desafios inerentes a técnicas de ensino modernas e metodologias ativas de aprendizado, incluindo o desafio de interagir com os militares de gerações mais novas.

Ainda como a Artilharia de Campanha, a AAAe possui limitações quanto à execução de suas atividades de instrução, treinamento e adestramento, especialmente no que diz respeito

à realização de atividades com o emprego de aeronaves e munição reais. As atividades de adestramento demandam gastos com transporte, munições reais de alto valor, coordenação da segurança da área de exercício e do espaço aéreo. Outras atividades, como exercícios de dupla ação com aeronaves reais, por exemplo, demandam, também, a disponibilidade de horas de voo de dispendiosas aeronaves militares.

Portanto, a simulação de combate surge, também para a AAAe, como uma solução viável e acessível para manter e elevar os padrões de ensino, treinamento e adestramento, gerando economia e mantendo elevados os níveis de segurança.

Os simuladores são excelentes ferramentas para a instrução individual, a capacitação de equipes e de comandantes. Todavia, são poucas as unidades que os possuem, utilizando-os com grande eficiência. A aquisição de tais ferramentas exige um investimento inicial, normalmente elevado, tendo em vista o custo de manutenção e evolução tecnológica do equipamento. A extensão do nosso país é um fator que complica a instalação centralizada de simuladores; porém, a universalização do uso é uma necessidade para que as unidades possam empregar eficientemente esses sistemas de apoio durante o preparo. (PERES, 2017).

De certa maneira, a simulação já é um conceito implicitamente utilizado pela AAAe. Os exercícios de acompanhamento de aeronaves, além de diversos meios auxiliares de instrução utilizados com os canhões e mísseis antiaéreos, podem ser encarados como um tipo arcaico de simulação viva, assim como os treinamentos de identificação de aeronaves para operadores de postos de vigilância e os treinamentos de operadores de rádios. Ressalta-se que, no



treinamento de operadores de alvos aéreos, é utilizado um simulador de operação, quer seja na realização do curso, quer seja nos treinamentos das seções de alvo aéreo das OM. Também nos primeiros *softwares* de simulação construtiva, mesmo que de forma simplória, figurava a AAAe.

Tratando-se especificamente de simuladores dedicados e desenvolvidos para o treinamento da AAAe e desconsiderando os atuais canhões antiaéreos Oerlikon 35 mm e Bofors L70 de 40 mm (uma vez que esses sistemas de armas estão em seu final de vida útil no Exército Brasileiro), hoje a AAAe brasileira possui à sua disposição simuladores de operação dos postos de tiro dos mísseis Iglá-S e RBS 70, além de simuladores da operação da torre do canhão antiaéreo autopropulsado Gepard 1A2.

Verifica-se que a simulação disponível para a AAAe se concentra no subsistema de armas, notadamente os operadores dos mísseis e canhões. Não existe, à semelhança do SIMAF, um simulador sistêmico que reproduza todo o trabalho realizado por uma defesa antiaérea, nem, tampouco, simuladores específicos para os operadores dos outros subsistemas,

Figura 13: Simuladores dos mísseis Iglá-S e RBS 70.



Fonte: Acervo EsACosAAe.

particularmente o de controle e alerta. Não existe, portanto, um centro especial que aplique, permanentemente, atividades de simulação para a Artilharia Antiaérea, estando essas ações diluídas na EsACosAAe e nas OM que foram contempladas com simuladores.

No tocante ao planejamento pormenorizado do trabalho de comando para OM de AAAe, também não existe um simulador que proporcione a oportunidade de fazer todo o planejamento na modalidade de Simulação Construtiva, à exceção do *software* COMBATER. Esse programa, que é a plataforma adotada pelo EB para a realização dos jogos de guerra, apresenta a AAAe em sua funcionalidade.

5.1. As possibilidades de Simulação para a Artilharia Antiaérea

Nos últimos anos, com o advento das recentes incorporações de novos sistemas de Armas, Vigilância, Controle e Alerta, novas capacidades em simulação vêm sendo agregadas à Artilharia Antiaérea.

Considerando os subsistemas de Controle e Alerta, Armas, Apoio Logístico e Comunicações, que compõem a AAAe, verifica-se a necessidade de treinamento específico em cada um deles e de treinamento sistêmico na integração do sistema. Dessa maneira, é licito afirmar que a Simulação de Combate é uma ferramenta capaz de aportar inúmeras vantagens ao ensino e ao treinamento.

Em relação ao treinamento do trabalho de Comando e Planejamento, existem soluções como “caixões de areia” virtuais e “mesas táticas”, onde podem ser avaliadas as análises de informação de combate e o desdobramento das frações.



No Subsistema de Controle e Alerta, infere-se que as modalidades de Simulação Virtual e Construtiva seriam capazes de agregar muitas capacidades e melhorias ao treinamento. *Softwares* com versões dotadas de inteligência artificial poderiam gerar ação conjunta com os operadores do Centro de Operações Antiaéreas (COAAe) e com os operadores de radar. Tal capacidade seria semelhante às funções de treinamento e “demo” que muitos radares possuem como forma de treinar seus operadores.

O Subsistema de Comunicações pode ser treinado por meio de redes-rádio simuladas de treinamento utilizando os artifícios de simulação disponíveis nos próprios equipamentos, ou pode ser integrado à simulação dos outros subsistemas.

O Subsistema de Apoio Logístico pode ser treinado por intermédio dos *softwares* construtivos, juntamente com o controle das operações militares. Hoje, o EB adota o *software* COMBATER como Plataforma de Simulação Construtiva, o qual possui elementos de AAAe em sua biblioteca digital.

6. Experiências da Simulação de Apoio de Fogo úteis para a Artilharia Antiaérea

Uma experiência proveitosa da Simulação de Apoio de Fogo foi a utilização de um simulador que contempla praticamente todas as atividades sistêmicas do Apoio de Fogo. Dessa forma, é possível não só instruir, mas também adestrar. Em virtude disso, seria interessante a AAAe buscar uma solução de simulação sistêmica que ofereça tal vantagem, assim como o SIMAF faz. Contudo, tendo em vista fatores como custo, complexidade e limitação geográfica, impostos pela solução que

o Apoio de Fogo encontrou, não necessariamente a solução da AAAe precisaria contemplar a construção de um prédio e a instalação de todos os subsistemas em um só local. Hoje, com o advento da evolução das redes, é possível integrar simuladores para que componham um sistema mais abrangente.

Tal solução sistêmica para a AAAe poderia ser instalada na EsACosAAe. Um Centro de Simulação Avançada na Escola atenderia a todos os cursos ministrados no estabelecimento de ensino, facilitaria a manutenção e poderia ser utilizado para o desenvolvimento de doutrina. Também estaria à disposição do 1º GAAAe, da 21ª Bia AAAe Pqdt e do Batalhão de Controle Aerotático e Defesa Antiaérea do Corpo de Fuzileiros Navais. Guardadas as devidas proporções, outras OM poderiam se deslocar ao Rio de Janeiro para utilização do simulador, a exemplo do que ocorre com os SIMAF.

Outra experiência válida é a confecção de cadernos-padrão para aplicação de exercícios em simulador, como nos programas-padrão da Chefia do Preparo do COTER. Dessa forma, a instrução, o adestramento e a avaliação dos usuários dos simuladores seriam padronizados.

Mais uma experiência é a utilização do SIMAF para o treinamento do planejamento de fogos, com adaptações para a Artilharia Antiaérea: como a AAAe reage a incursões, poderia simular ataques ao desdobramento da Defesa Antiaérea. Nesse caso, depois de todo o planejamento feito, a execução ocorre de maneira simulada e os militares envolvidos na simulação podem assistir ao resultado em tempo real. Esse procedimento poderia ser inspiração para a utilização de realidade aumentada, ou até mesmo do *software* COMBATER, para proporcionar *feedback* do



planejamento realizado por alunos e/ou OM em adestramento.

Um aprendizado importante que se tem colhido na operação do SIMAF diz respeito à utilização do simulador por OM muito distantes. Hoje se pensa em evitar deslocamentos demasiadamente longos para os SIMAF. Como atenuante da dificuldade em atender a todas as OM com o SIMAF, cogita-se a distribuição de outros simuladores e/ou *softwares* para essas OM. O mesmo procedimento seria adotado nos casos de OM de AAAe situadas em locais muito distantes dos SIMAF. Assim, cada OM teria uma estrutura mínima de simulação em suas dependências que se integrariam por meio de uma rede de computadores remotos.

7. Conclusão

Pode-se concluir que a simulação é uma ferramenta impactante que chegou para ficar no que tange a treinamento, ensino e adestramento militar. As mais variadas áreas de emprego das Forças Armadas podem extrair vantagens do uso de tecnologias de simulação, seja ela viva, virtual ou construtiva.

Atualmente, o Apoio de Fogo possui um simulador específico para o seu uso, em especial pela Artilharia de Campanha, o que gera uma melhoria substancial na curva de aprendizado, no aumento da segurança, na proteção ao meio ambiente e na economia de meios.

A Artilharia Antiaérea pode se inspirar nas lições aprendidas na operação dos SIMAF instalados em Resende e em Santa Maria e buscar o desenvolvimento de soluções de simulação de combate que atendam a sua estrutura sistêmica e atenuem suas limitações físicas, financeiras e de segurança.

A centralização dos meios mais nobres e a instalação de um Centro de Simulação de Artilharia Antiaérea na EsACosAAe, no Rio de Janeiro, seria uma solução interessante, pois tal centro atenderia a todos os cursos e estágios daquele estabelecimento de ensino e, de maneira dual, também às OM localizadas no Rio de Janeiro e nas proximidades.

As OM mais afastadas da cidade do Rio de Janeiro poderiam receber soluções de simulação em rede e simuladores ou *softwares* específicos, que seriam medidas paliativas no caso de incapacidade de deslocamento para o Rio de Janeiro. Porém, em caso de inviabilidade técnica, essas OM teriam, realmente, que se deslocar para o Rio de Janeiro.

O aprimoramento da utilização da simulação é premente, sendo aconselhável a busca de soluções de simulação virtual com o uso de realidade aumentada e a ampliação do emprego da realidade construtiva para treinamento das atividades de planejamento e condução das operações.

Todos os subsistemas da AAAe são passíveis de se utilizar da simulação; não obstante, os procedimentos devem ser consubstanciados em cadernos de instrução de modo a sistematizar e padronizar as atividades de adestramento e preparo.

Por fim, verifica-se que a AAAe não pode prescindir de buscar avanços constantes e determinados no campo da simulação de combate. As vantagens educacionais, operacionais, financeiras, ambientais e de segurança oferecidas são extremamente vantajosas. Sabendo que os exércitos treinam aquilo que aprenderam em seus sistemas de ensino e que combatem como treinaram, fica patente a importância do aprofundamento no assunto.



Referências

- AMORIM, R. L. B. C. **Simulação Virtual: uma proposta de programa de adestramento para os Batalhões de Infantaria Mecanizados, com emprego de simuladores de apoio de fogo.** 10º Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos de Defesa (ENABED). São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.enabed2018.abe-def.org/resources/anais/8/1535570003_ARQUIVO_SIMULACAOVIRTUAL,RodolfoAmorim,ENABED2018.pdf>. Acesso em: 01 out. 2020.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas. **Glossário das Forças Armadas.** Brasília-DF, 2007.
- _____. _____. Exército Brasileiro. **Diretriz Geral do Comandante do Exército para o período de 2011 a 2014.** Brasília-DF, 2011a.
- _____. _____. _____. **Diretriz do Comandante do Exército Brasileiro 2019.** Brasília-DF, 2019.
- _____. _____. _____. Centro de Comunicação Social do Exército. Projeto Simulador de Apoio de Fogo – SIMAF. **Revista Verde Oliva**, n. 232. Brasília-DF, 2016a.
- _____. _____. _____. Comando de Operações Terrestres. **Manual de Campanha EB70-MC-10.231 – Defesa Antiaérea.** 1. ed. Brasília-DF, 2017.
- _____. _____. _____. _____. **COMBATER – Sistema de Simulação de Combate da Força Terrestre.** Disponível em: <<http://www.coter.eb.mil.br/index.php/combater>>. Acesso em: 01 out. 2020.
- _____. _____. _____. Departamento de Educação e Cultura do Exército. **Diretriz de Gestão do Sistema de Simulação para o Ensino do DECEX – SIMENS (EB60-D-05.001).** 1. ed. Rio de Janeiro, 2016b.
- _____. _____. _____. _____. **Diretriz para a Implantação do Sistema de Simulação para o Ensino do DECEX (SIMENS).** Rio de Janeiro, 2011b.
- _____. _____. _____. Estado-Maior do Exército. **Diretriz para o Funcionamento do Sistema de Simulação do Exército Brasileiro – SSEB (EB20-D-10.016).** Brasília-DF, 2014a.
- _____. _____. _____. _____. **Diretriz para Obtenção de Simuladores para o Exército Brasileiro (EB20-D-10.021).** Brasília-DF, 2014b.
- _____. _____. _____. _____. **Manual de Fundamentos EB20-MF-10.102 – Doutrina Militar Terrestre.** 1. ed. Brasília-DF, 2014c.
- _____. _____. _____. _____. **Diretriz de Educação e Cultura do Exército Brasileiro 2016-2022 (EB20-D-01.031).** Brasília-DF, 2015.
- DEFESANET. **O simulador como Ferramenta para o Adestramento e como Teste da Doutrina.** Publicado em 21 set. 2016. Disponível em: <<https://www.defesanet.com.br/doutrina/noticia/23585/O-Simulador-como-Ferramenta-para-o-Adestramento-e-como-Teste-da-Doutrina/>>. Acesso em: 01 out. 2020.
- _____. **Simulação Tática, Ferramenta para o Adestramento.** Publicado em 13 maio 2019. Disponível em: <<https://www.defesanet.com.br/doutrina/noticia/32866/Simulacao-Tatica--Ferramenta-para-o-Adestramento/>>. Acesso em: 8 out. 2020.
- EB EM REVISTA. **Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais – Exercício de Simulação Construtiva.** [s.d.] Disponível em: <https://resiscomsex.eb.mil.br/web/resiscomsex/cml/-/asset_publisher/XH4lrTsY8wOS/content/escola-de-aperfeiçoamento-de-oficiais-exercicio-de-simulacao-construtiva>. Acesso em: 8 out. 2020.
- HENRIQUES, P. Z.; LIMA JUNIOR, C. A. R. O Simulador de Apoio de Fogo. **Revista Sangue Novo**, 2011.
- PERES, S. S. L. Uma visão do futuro da simulação no treinamento militar brasileiro: “simulação como serviço”. **Doutrina Militar Terrestre em Revista**, v. 5, n. 11. Brasília-DF, 2017.
- SCOOPNEST. **Treinamento de simulação viva é promovido pelo CAAdEx. #Rio2016.** Disponível em: <<https://www.scoopnest.com/pt/s/caadex>>. Acesso em: 8 out. 2020.
- WINDOWSTEAM. Geek Blog. **Força Aérea Australiana está testando o Microsoft HoloLens.** 16 jan. 2017. Disponível em: <<https://windowsteam.com.br/forca-aerea-australiana-esta-testando-o-microsoft-hololens/>>. Acesso em: 01 out. 2020.