



TENENTE-CORONEL LUCIANO
Oficial de ligação junto ao Centro de Excelência de Manobra do Exército dos Estados Unidos da América.

OS SISTEMAS ROBÓTICOS E AUTÔNOMOS NO EXÉRCITO DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

O presente artigo tem por finalidade apresentar a situação atual dos Sistemas Robóticos e Autônomos (SRA) do Exército dos Estados Unidos da América (EEUA). Nesse escopo, destina-se a exibir alguns aspectos da Estratégia adotada pelos norte-americanos para que consigam acelerar e otimizar o seu processo de modernização na tecnologia de robótica, autonomia e inteligência artificial (IA) a curto, médio e longo prazos, tendo como horizonte temporal os anos de 2030/2040. Ademais, retrata alguns exemplos práticos da integração homem-máquina no nível tático, exemplificando a organização atual e futura de suas tropas, que implica sua constituição de pessoal e material, incrementando e potencializando outras capacidades às suas forças de manobra.

O EEUA, no intuito de continuar sendo a Força Terrestre (F Ter) dominante nos campos de batalha de 2030, está transformando o modo de se organizar, de se equipar e de combater. Após duas décadas de tropas desdobradas no Iraque e Afeganistão, a Instituição está mudando seu foco organizacional para formações ainda maiores que sejam capazes de operar com as suas demais Forças Armadas, os seus aliados e parceiros em todo o mundo.

Os adversários e concorrentes próximos, aproveitando as tendências emergentes em ciência, tecnologia e no ambiente informacional, investiram em estratégias e capacidades para desafiar os Estados Unidos da América (EUA) a refazer a ordem global. Eles geralmente buscam atingir seus objetivos por meio de ações ambíguas tomadas abaixo do limiar do conflito armado. Os avanços em tecnologia de armamentos, sensores, comunicações e processamento de informações, permitem que esses adversários gerem um impasse destinado a separar a Força Conjunta no tempo e no espaço.

Para enfrentar esses desafios e cumprir as atribuições de poder terrestre em proteger a sua Nação e garantir seus interesses vitais, o Exército está adaptando doutrina, treinamento, educação, pessoal e equipamentos para combater essas ameaças futuras, estruturando-se em torno do conceito de Operações Multidomínio (*Multi-Domain Operations* - MDO). O Exército de 2030 está equipando as suas forças com recursos novos e diferentes, pois muitos sistemas atuais são projetos duradouros desenvolvidos durante a Guerra Fria, os quais atingiram o máximo de sua eficácia no emprego. Para derrotar seus adversários no campo de batalha moderno, a F Ter está desenvolvendo equipamentos mais novos e mais avançados e está incorporando tecnologias de ponta que a possibilitem obter as vitórias nos campos de batalha do futuro, tais como:

- rede de sensores não tripulados e tripulados conectados, que permitirão observar por mais tempo, em maior distância e de forma mais persistente do que os inimigos;
- viaturas de combate mais rápidas e com maior capacidade de sobrevivência, incluindo sistemas robóticos não tripulados e capazes de fornecer maior poder de fogo;
- sistemas de mísseis capazes de deslocarem-se em velocidades hipersônicas, aumentando o alcance e sendo capazes de evitar os sistemas tradicionais de defesa antiaérea; e
- equipamentos laser de alta energia e de microondas para sistemas móveis de defesa antiaérea de curto alcance.

No entanto, para que possa vencer as guerras de hoje e do futuro, dependerá cada vez mais de comandantes adaptáveis, soldados habilidosos e tropas mais bem treinadas e capacitadas em tecnologias avançadas. Os Exércitos de Campanha, os Corpos e as Divisões de Exército serão providas de pessoal, organizações e equipamentos necessários para interromper e derrotar a capacidade do adversário de atingir seus objetivos. Esses investimentos organizacionais são multiplicados pelo aproveitamento dos avanços na análise de dados voltados para a melhoria da velocidade e da precisão da tomada de decisões dos comandantes. Nesse sentido, as Divisões e os Corpos de Exército deverão ser capazes de empregar e alocar uma crescente variedade de armas letais e não letais para atingir o inimigo em múltiplos domínios.

De acordo com a Estratégia de Modernização do Exército dos EUA, as seis prioridades para a sua modernização o impulsionarão ao desenvolvimento de material, a fim de que a Força seja capaz de operar em ambiente multidomínio. Os chamados *Cross Functional Teams* (CFT)¹, ou Equipes Multifuncionais, do Comando do Exército do Futuro (*Army Futures Command - AFC*) viabilizam as prioridades de modernização. Essas equipes reúnem as principais partes interessadas - requisitos, aquisição, ciência e tecnologia, testes e logística - para trabalharem juntas em prol do desenvolvimento dos requisitos em apoio e em tempo hábil.

Antecipadamente, os protótipos, testes e pontos de contato com os soldados da força operativa ajudam a garantir que as soluções geradas estejam corretas. Os oito CFT

estão alinhados com as seis prioridades de modernização da F Ter, sendo um componente em constante modernização e ajuste à medida que a tecnologia avança e seus concorrentes se adaptam. Além disso, as tropas do Exército exigirão modernização incremental dos programas atuais para colocar em campo uma força pronta para o ambiente das operações multidomínio.

A figura abaixo ilustra os diferentes CFT em contato com as prioridades de pesquisa e modernização do Exército, no que tange à IA e à autonomia para o ano de 2030, realçando os esforços em materiais a serem desenvolvidos, como viaturas robóticas de combate, viaturas de combate opcionalmente tripuladas e futuros sistemas de armamento remotamente pilotados.

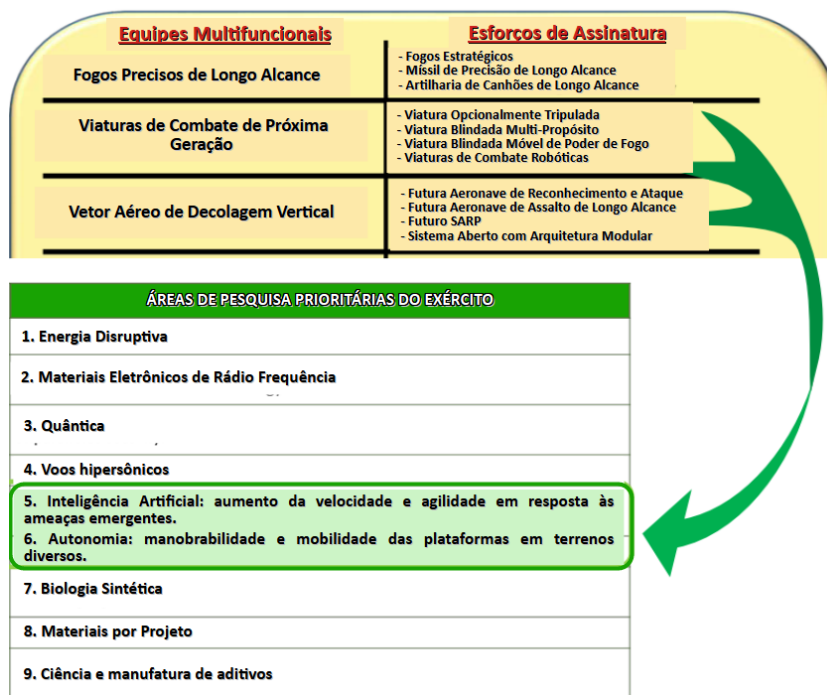


Fig 1 – Esforços de modernização do Exército dos EUA para o ano de 2030

Fonte: Adaptado de (ROBERT W. SADOWSKI, 2020).

Nesse intuito, para atender à solução dessa demanda, a Estratégia de SRA do EEUA descreve como serão integrados esses novos tipos de tecnologias às suas futuras organizações, a fim de garantir a superação contra inimigos cada vez mais capazes. Em consonância com a Estratégia Militar Nacional, a Estratégia SRA descreve como o Exército usará a integração homem-máquina para cumprir esta tarefa de aumentar as opções operativas para os comandantes da Força Conjunta.

A partir dessa integração, os SRA permitirão às futuras forças do Exército que, operando como parte de equipes conjuntas, derrotem os inimigos, controlem o terreno, protejam as populações e consolidem os ganhos e os avanços. Esses recursos também permitirão que tais forças conduzam operações consistentes sob o conceito de operações multidomínio no ambiente em larga escala, projetando poder terrestre para os domínios marítimo, espacial e do ciberespaço, além de promover a preservação da liberdade de manobra e ação.

1. São equipes voltadas para a modernização e o aumento na eficiência de seus esforços para o desenvolvimento de produtos de defesa. Cada CFT é composto por pessoal principal e especialistas no assunto de todo o Exército, incluindo aquisição, determinação de requisitos, ciência e tecnologia, teste e avaliação, recursos, contratação, análise de custos, operações militares e logística. O objetivo é facilitar a colaboração imediata, em oposição ao processo mais tradicional, com cada entrada fornecida separadamente (EUA, 2019).

A BUSCA PELOS SISTEMAS AUTÔNOMOS E ROBÓTICOS (SRA)

A Estratégia dos SRA do Exército orienta as ações necessárias para alcançar a unidade de esforço na integração dessas capacidades terrestres e aéreas em suas Unidades. A integração eficaz do SRA melhora a competência das Forças dos EUA em manter a supremacia, tornando o inimigo incapaz de responder eficazmente.

O Exército está buscando tais capacidades com urgência porque os seus adversários estão desenvolvendo e utilizando uma ampla gama de tecnologias avançadas nessa área específica, além de eles empregarem novas táticas para interromper as operações nos pontos fortes das forças militares dos EUA e para explorar os pontos fracos previamente levantados. Os SRA são cada vez mais importantes para garantir a liberdade de manobra e o cumprimento da missão com o menor risco possível para os soldados.

A busca por SRA permite que o Exército melhore a eficácia de combate da Força futura, enfatizando a integração homem-máquina. As equipes integradas homem-máquina permitirão que as tropas aprendam, adaptem-se, lutem e vençam em situações incertas. As equipes habilitadas proporcionarão aos líderes o tempo e o espaço para tomar decisões que gerem vantagens táticas e operacionais.

O investimento de hoje nessa tecnologia garantirá que o Exército possa enfrentar três desafios:

- a. o aumento da velocidade das ações dos adversários, incluindo maiores distâncias de contato;
- b. o maior uso de sistemas autônomos e robóticos pelos adversários; e
- c. o maior congestionamento em ambientes urbanos densos, onde as comunicações serão levadas ao limite.

Para avançar no desenvolvimento de SRA e enfrentar esses desafios, os cinco objetivos dessa capacidade que orientam o desenvolvimento tecnológico para o emprego de sistemas terrestres não tripulados (*Unmanned Ground System* - UGS) e sistemas aéreos não tripulados (*Unmanned Aerial System* - UAS) podem ser discriminados conforme a seguir.

a. Aumentar a consciência situacional.

A complexidade do terreno e as contramedidas do inimigo limitam a capacidade dos soldados em observar e combater no nível batalhão e abaixo dele. Os avanços em SRA permitem a vigilância e o reconhecimento em áreas amplas

e por períodos prolongados, muitas vezes, alcançando locais onde os sistemas tripulados não conseguem, aumentando, assim, as distâncias de monitoramento, a capacidade de sobrevivência e o tempo de reação dos comandantes.

b. Diminuir as cargas de trabalho físicas e cognitivas dos combatentes. As exigências excessivas de equipamentos reduzem a resistência e o vigor. Os sistemas autônomos aliviam a carga dos equipamentos e aumentam a velocidade, a mobilidade, a resistência e a eficácia do soldado. A grande quantidade de informações sobrecarrega a capacidade dos líderes de tomar decisões. Os SRA facilitam o comando da missão ao coletar, organizar e priorizar os dados para facilitar a tomada de decisões, além de melhorar a mobilidade tática e reduzir as assinaturas cibernéticas, eletrônicas e físicas.

c. Sustentar a força com maior distribuição, rendimento e eficiência.

A distribuição logística é um recurso intensivo. Os soldados e as frações ficam vulneráveis no final das linhas de suprimento estendidas. Os sistemas aéreos e terrestres não tripulados e os recursos baseados em autonomia aprimoram a logística em todos os estágios do movimento de ressuprimento para os pontos mais avançados. Da mesma forma, esses dispositivos movem o material para os pontos de necessidades mais urgentes e oferecem opções para a distribuição logística do Exército ao combatente.

d. Facilitar o movimento e a manobra.

A manobra conjunta de armas combinadas no século XXI requer forças de combate terrestre prontas, capazes de superar os adversários física e cognitivamente em todos os domínios. Por meio de uma presença avançada confiável e de formações de batalhas resilientes, essas forças integram e sincronizam as capacidades conjuntas, interorganizacionais e multinacionais, criando janelas temporárias de superioridade em vários domínios, tomando, retendo e explorando a iniciativa para atingir os objetivos militares. Os investimentos em recursos de antiacesso e negação de área (A2AD) permitem que os futuros inimigos enfrentem as forças do Exército mais cedo e em distâncias maiores. O SRA amplia o tempo e o espaço em que tais forças podem operar e melhora a capacidade de superar obstáculos.

e. Proteger a Força.

O futuro ambiente operacional congestionado e contestado aumenta a exposição dos soldados

às situações perigosas. As tecnologias SRA aumentarão a capacidade de sobrevivência dos soldados ao proporcionar uma distância maior das formações de combate inimigas, assim como de foguetes, artilharia e morteiros, além de empregar menos militares em risco durante as operações em que sejam empregados comboios.

Em resumo, dos cinco objetivos acima listados, a prioridade no curto prazo é aumentar a consciência situacional e aliviar a carga física do soldado, aprimorando a eficácia de combate das Unidades leves. Em médio prazo, a prioridade é melhorar a sustentação e a proteção do soldado nas

operações automatizadas de comboios. A tecnologia autônoma das operações de comboios automatizados será transferida para muitas outras iniciativas futuras, como as viaturas de combate não tripuladas. No longo prazo, a prioridade é facilitar as manobras com veículos de combate não tripulados, aumentando a capacidade dos elementos de combate.

O quadro abaixo descreve os marcos temporais nos quais os sistemas robóticos e autônomos deverão atingir suas metas de desenvolvimento dentro dos cinco objetivos propostos para esta capacidade:

OBJETIVOS METAS	CURTO PRAZO 2017-2020	MÉDIO PRAZO 2021-2030	LONGO PRAZO 2031-2040
Aumentar a consciência situacional	Sistema de Armas Remotamente Pilotados para o combatente individual	Sistema de aeronaves não tripuladas	Sistemas autônomos de reconhecimento
Diminuir as cargas de trabalho físicas e cognitivas dos soldados	Reabastecimento semiautomatizado	Comboio totalmente automatizado em operações	Proteção do soldado
Sustentar a Força com maior distribuição, rendimento e eficiência	Sistema de detecção embarcado <i>Husky</i>	Viaturas de combate não tripuladas e cargas úteis avançadas	Entrega autônoma de carga por aeronave
Facilitar o movimento e a manobra	Transporte multiuso de equipamentos do Grupo de Combate	Exoesqueleto	Viaturas de combate não tripuladas aperfeiçoadas
Proteger a Força	Contra Dispositivo para Explosivo Improvisado	-	-

Tabela 1 – Marcos temporais para os sistemas robóticos e autônomos

Fonte: AUSA (2017).

O QUE É ROBÓTICA, AUTONOMIA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL?

Segundo a Estratégia dos Sistemas Robóticos e Autônomos, entende-se como robótica a ciência ou o estudo da tecnologia que é utilizada para conceber, construir e operar robôs. O *Joint Concept for Robotic and Autonomous Systems* (Conceito Conjunto para Robótica e Sistemas Autônomos, 2016) define o robô como uma máquina motorizada capaz de executar um conjunto de ações por controle humano direto, controle de computador ou uma combinação de ambos, sendo composto por um sistema de plataforma, software e por uma fonte de energia.

O termo “Sistema Robótico e Autônomo” é aceito no meio acadêmico e na comunidade de ciência e tecnologia como sendo os aspectos físicos (robóticos) e cognitivos (autônomos) de determinada plataforma. O SRA é uma

estrutura para descrever os sistemas que têm um elemento robótico, um elemento autônomo ou, mais comumente, ambos. Com o avanço da tecnologia, há mais sistemas robóticos com recursos autônomos.

A autonomia é o nível de independência que os humanos concedem a um sistema para executar uma determinada tarefa em um ambiente. Ela se baseia em uma combinação de sensores e computação avançada para navegar nesse ambiente com a sofisticação de software necessária para a tomada de decisões da máquina. Os recursos aprimorados de autonomia significarão que menos soldados serão necessários para o controle do robô, pois o SRA realiza tarefas maçantes e perigosas por conta própria. Os níveis mais altos de autonomia permitirão que os SRA realizem missões de risco mais alto por mais tempo, ampliem a profundidade operacional e a

distância de engajamento, além de permitirem que os soldados se concentrem nas missões que os humanos fazem melhor.

O processo para melhorar a autonomia do SRA adota uma abordagem progressiva que começa com sistemas seguidos de controle remoto sem fio⁽²⁾, teleoperação⁽³⁾, funções semiautônomas e, por fim, sistemas totalmente autônomos. Como alguns recursos autônomos avançam e outros ficam para trás devido às restrições tecnológicas, o Exército está considerando os sistemas opcionalmente tripulados que possam usar operadores humanos para as tarefas específicas, complexas e de missão crítica. Ademais, o Exército busca manter o controle humano sobre todos os sistemas autônomos, atingindo esse objetivo ao preservar os militares “no circuito ou dentro do circuito” dos SRA atuais e futuros. Os militares no circuito permitirão que as decisões finais sejam determinadas por um operador humano sobre a continuidade de uma atividade, como por exemplo os sistemas letais.

A IA é a capacidade dos sistemas de computador de executar tarefas que normalmente exigem inteligência humana, como percepção, conversação e tomada de decisões. Os avanços na IA estão tornando possível ceder às máquinas muitas tarefas que, há muito tempo, eram consideradas impossíveis de serem realizadas por elas. A IA desempenhará um papel fundamental no desenvolvimento do SRA à medida que o raciocínio e o aprendizado nos computadores evoluem, melhorando a capacidade de operar de forma independente em tarefas como dirigir fora da estrada, analisar e gerenciar grandes quantidades de dados para simplificar a tomada de decisões humana.

Cada vez mais a IA levará em conta fatores operativos, como parâmetros de missão, regras de engajamento e análise detalhada do terreno. Com o amadurecimento da interação homem-máquina, a IA contribuirá para uma tomada de decisão mais rápida e aprimorada em cinco aspectos: identificação de alertas estratégicos; avanço de narrativas e combate à propaganda adversária; apoio à tomada de decisões em nível tático/operacional; emprego de formações “mistas” (homens e vetores robóticos/autônomos); e a condução de missões

defensivas específicas, nas quais as funções de velocidade, quantidade de informações e sincronização podem sobrecarregar a tomada de decisão dos comandantes.

A INTEGRAÇÃO HOMEM-MÁQUINA

A integração homem-máquina consiste em trazer a combinação certa de elementos robóticos para as tropas do Exército dos EUA, a fim de possibilitar que uma formação total tenha mais capacidades do que a soma dos elementos humanos e robóticos. O Exército está otimizando a forma como está incorporando novas tecnologias para produzir recursos de combate de última geração. Nesse caso, a velocidade está sendo fundamental, pois novos sistemas de máquinas e robôs são criados diariamente.

A transformação para o combate futuro exige o engajamento de todo o Exército e da Força Conjunta. Os avanços na robótica terrestre e na autonomia, bem como a fusão efetiva de sistemas robóticos em tropas, proporcionarão novos recursos para ajudar a Instituição a atingir os objetivos das operações multidomínio. A fusão da robótica em formações já está ocorrendo no terreno em vários locais de treinamento do EEUA.

Atualmente, existem sistemas robóticos com valor potencial para elementos no nível pelotão e para combatentes individuais, incluindo os sensores capazes de observar o inimigo antes que este possa atingir as forças amigas. Além disso, incluem robôs terrestres capazes de transportar cargas letais para ajudar a garantir que vidas humanas não sejam trocadas pelo primeiro contato com o inimigo. Acrescenta-se a isso, ainda, os sistemas que podem fornecer reabastecimento e transporte de feridos.

As projeções para o futuro apontam que as experiências humanas e as interações tecnológicas serão muito diferentes das que são vistas atualmente. Os desafios para a interação homem-máquina são os seguintes:

- **“ser mais rápido do que os humanos” - decisões e ações:** o aumento da sofisticação tecnológica, a expansão do escopo operacional e as janelas de tempo cada vez menores de oportunidade estão excedendo muito as capacidades humanas projetadas para o futuro; e

2. Um dispositivo portátil sem fio usado para operar áudio, vídeo e outros equipamentos eletrônicos usando transmissão de radiofrequência (RF). Ao contrário dos controles remotos infravermelhos (IR) comuns, os controles remotos de RF não precisam ser direcionados ao equipamento (PC MAG, 2023).

3. Também chamada de telerrobótica, é um termo técnico para o controle remoto de robôs. O prefixo “tele” em teleoperação significa “longa distância”, o que significa que o operador humano pode controlar as ações do robô de forma remota. Um sistema de teleoperação típico é comumente composto por cinco elementos interconectados: pelo menos um robô líder que é operado pelo humano, pelo menos um robô seguidor que executa as operações no ambiente, um espaço de trabalho remoto, um operador humano e um canal de comunicação (YANG et al., 2023).

- a constante mudança tecnológica: a diminuição drástica no tempo para novas tecnologias em campo, combinadas com o aprendizado, está gerando capacidades emergentes para os aliados e adversários.

A aplicação de uma coerente integração homem-máquina ao planejamento de forças futuras permite que o Exército combine a adaptabilidade e a intuição dos seres

humanos com a precisão e a velocidade das máquinas de última geração. Com isso, garante que os militares continuem responsáveis pela tomada de decisões críticas no campo de batalha.

Nesse sentido, possibilitando a tomada de decisões além do que o militar e/ou a autonomia podem fazer por conta própria, observamos abaixo os espaços para aplicação dessa interação:

PLANEJAMENTO DA MISSÃO	ALOCÇÃO DE RECURSOS	TOMADA DE DECISÃO/COORDENAÇÃO DA EQUIPE	AJUDA ADAPTADA AO RECONHECIMENTO DE ALVOS	COMPORTAMENTOS FÍSICOS
Metodologia para previsões de interações do militar com os sistemas autônomos com base nos fatores da decisão, otimizando o desempenho da equipe e garantindo a seleção eficaz de rotas por meio de missões mais rápidas e precisas.	Metodologia para alocar dinamicamente funções e tarefas em uma equipe de soldados e sistemas, com base no estado atual da fração, no ambiente e no tipo de missão, fornecendo uma capacidade operacional resiliente em resposta aos eventos da missão.	Metodologia que automaticamente recomenda as ações (formação/movimento) para um comandante alcançar os objetivos propostos.	Capacidade de atualizar um alvo de reconhecimento por meio de informações passivas e acionamento ativo do combatente para acompanhar o ritmo de uma ameaça em evolução.	Capacidade de atualizar comportamentos físicos baseados em mobilidade, por meio de uma combinação de informações passivas e ativas do combatente, a fim de fornecer uma capacidade operacional resiliente em ambientes adversos.

Tabela 2 – Espaços para aplicação dos sistemas robóticos e autônomos

Fonte: *US Army Combat Capabilities Development Command – Army Research Laboratory, 2023.*

A SITUAÇÃO ATUAL DA ROBÓTICA NO NÍVEL TÁTICO DO EXÉRCITO DOS EUA

A *Robotics Requirements Division* (RRD - Divisão de Requisitos de Robótica), sediada no Centro de Excelência de Manobra, *Fort Moore – Georgia*, possui a missão de permitir que o Exército forneça robótica para combater, vencer e dominar no contexto de um ambiente multidomínio em 2030. Para isso, deverá impulsionar os requisitos e as transições, a fim de fornecer uma robótica habilitada para IA que seja expedicionária, integrada, reforçada e intuitiva, permitindo a letalidade dos combatentes em qualquer ambiente, altitude e lugar.

A visão de futuro é habilitar uma Unidade de um Comando Componente do Exército (provavelmente o Comando do Pacífico) com capacidade robótica até o ano de 2025. Diante disso, a intenção deste Programa SRA é pensar grande, começar pequeno e avançar rapidamente, concentrando-se na criação de capacidades, e não de “kits”, utilizando-

se do que está pronto até o momento. Além disso, concentrar-se nos efeitos que as tropas podem produzir e que as atuais não possuem, buscando suprir as lacunas de capacidade das Brigadas e fazer frente às ameaças emergentes.

A concepção das manobras robotizadas no limite tático está sendo levada a cabo através de SRA terrestres e aéreas, integrados como parte de uma rede de sensores e atuadores em camadas. O soldado fornece aos Comandantes (Cia, Btl e Bda) uma capacidade de detecção e identificação com alcance potencializado no limite tático. Esse fato melhora a consciência situacional e aumenta o tempo de decisão para o emprego com precisão dos efeitos desejados pelos Comandos superiores, ajudando a moldar o campo de batalha. Como tal, as manobras com SRA permitirão ao comandante a vantagem do tempo de decisão.

A ilustração a seguir representa o combatente como o “Centro de Gravidade” no campo de batalha para manobras robotizadas:

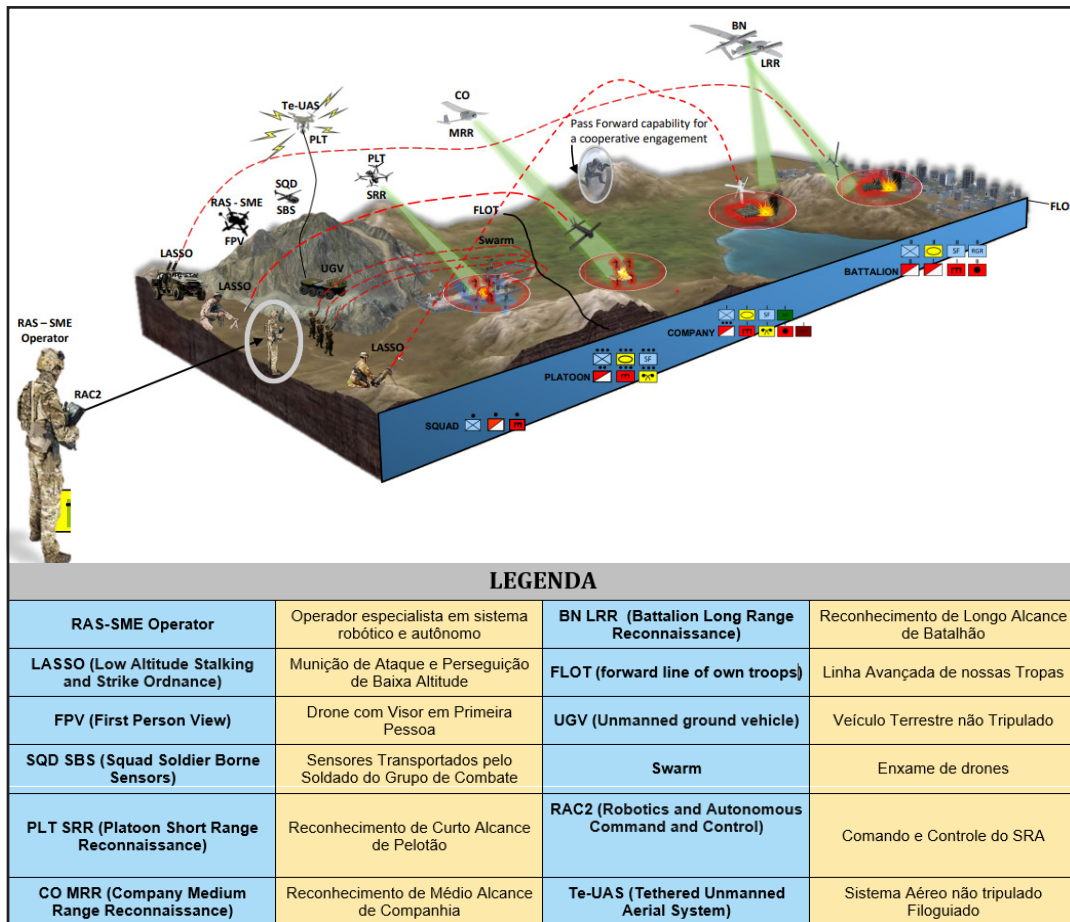


Fig 2 – Exemplificação do combatente como o indutor do emprego da robótica no campo de batalha
 Fonte: Adaptado de *Robotics Requirements Maneuver Capabilities/ Development Integration Directorate, 2023*.

A seguir, serão apresentados alguns setores da robótica em desenvolvimento na *Robotics Requirements Division*.

a. Robótica Aérea

A intenção do EEUA é desenvolver robôs aéreos autônomos que possam voar sem a necessidade de um operador humano. Esses

robôs serão equipados com sensores e algoritmos que lhes permitam navegar e executar suas tarefas sem intervenção humana. Há vários tipos de robôs aéreos autônomos, cada um com características e aplicações exclusivas. A **situação atual** da frota da Robótica Aérea está especificada conforme a figura a seguir:

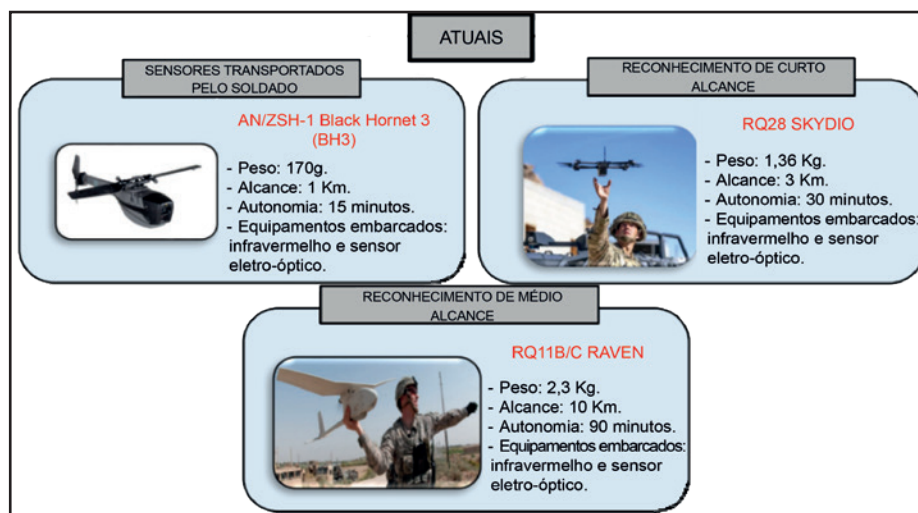


Fig 3 – Situação atual da robótica aérea

Fonte: Adaptado de *Robotics Requirements Maneuver Capabilities/ Development Integration Directorate, 2023*.

Da mesma forma, a trajetória futura desse ramo da robótica, visualizando o horizonte temporal de 2030-2040, prevê que os SRA estarão em todos os escalões da força de manobra como armas autônomas letais no plano aéreo e terrestre, sendo integrados nas formações de combate. Os SARP e os enxames letais de vetores aéreos não tripulados(4) irão detectar com precisão,

além de engajar e degradar as ameaças antes do fogo direto das tropas inimigas. No viés da logística, o reabastecimento robótico reduzirá as restrições logísticas, utilizando-se de comboios não tripulados e vetores aéreos com ressuprimento direto nos locais em que houver necessidade. A figura abaixo ilustra essas capacidades para os anos de 2030 e 2040:

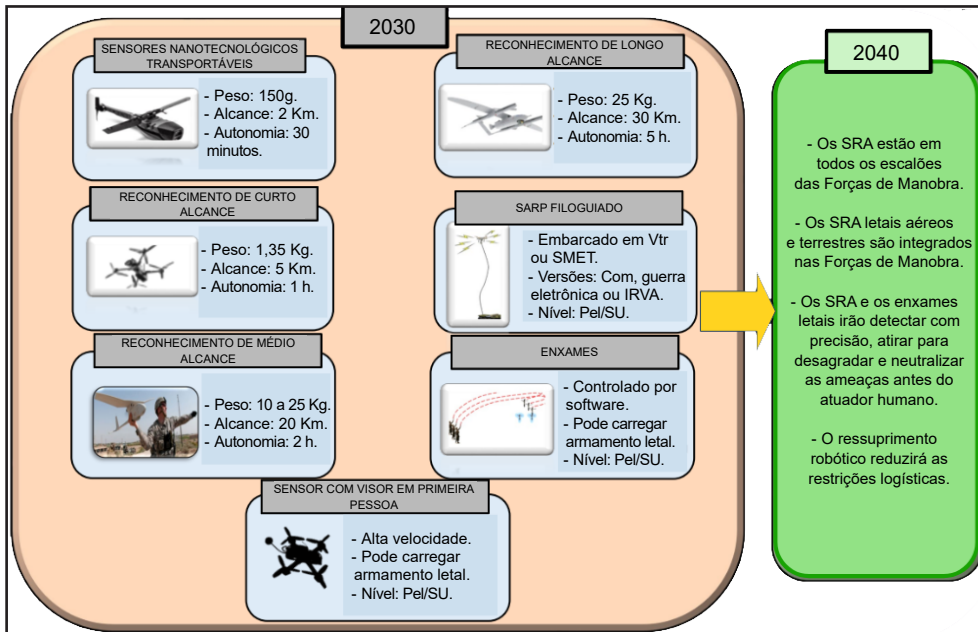


Fig 4 – Visualização da frota para o período de 2030 - 2040

Fonte: Adaptado de *Robotics Requirements Maneuver Capabilities/ Development Integration Directorate, 2023.*

b. Robótica Terrestre

A Robótica Terrestre é responsável por uma família de sistemas com características de apoio mútuo em todos os escalões, a fim de garantir a resiliência da Força de manobra.

Inicialmente, foram apresentados o Sistema Robótico Comum – Individual (*Common Robotic System - Individual - CRS-I*) e o Equipamento de Transporte Multipropósito Pequeno (*Small Multipurpose Equipment Transport - SMET*).

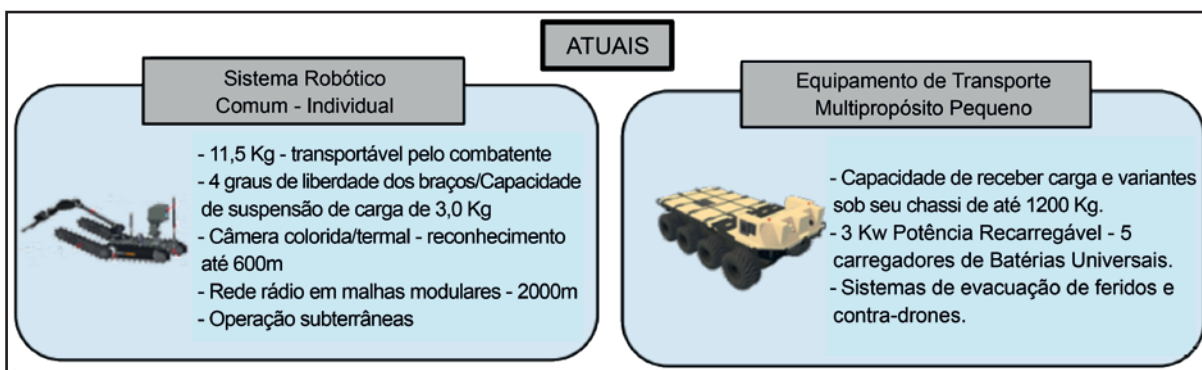


Fig 5 – Sistema Robótico Comum – Individual (CRS-I) e o Equipamento de Transporte Multipropósito Pequeno (SMET)

Fonte: Adaptado de *Robotics Requirements Maneuver Capabilities/ Development Integration Directorate, 2023.*

4. Consiste em uma plataforma robótica aérea em grupo, geralmente semelhante em forma, coordenada e cooperada para alcançar um objetivo comum. Os enxames ampliam as capacidades robóticas para além de um único vetor através de vários métodos de coordenação e cooperação entre os diferentes agentes (SPRINGER, 2020), fornecendo uma variedade de potenciais capacidades de guerra eletrônica, reconhecimento e combate (ataque direto a alvos) (LE, 2021).

O SMET está sendo projetado para apoiar as Brigadas de Infantaria do Exército (IBCT) e os Batalhões de Infantaria dos Fuzileiros Navais, podendo operar nos modos não tripulado e opcionalmente tripulado, com capacidade de transporte de até 450 Kg, autonomia de 97 Km em 72 horas e geração de 3 kW fixos e 1 kW em movimento para habilitar seus equipamentos e carregar as baterias. Conceitualmente, o SMET destina-se a transportar tropas, alimentos, água, munição, suprimentos e outras armas, como morteiros e armas anticarro. O SMET também deve ser expansível e poderá realizar operações de desobstrução de vias e invasão de propriedade por meio da adição de

módulos de missão especial. Teoricamente, o SMET também poderia ser configurado para realizar reconhecimento e servir como um sistema de armas semi ou totalmente autônomo quando armado.

Nesse escopo, o Ramo da Robótica Terrestre para o ano de 2030 idealizou os seguintes componentes: a Família de Sensores Táticos Integrados (FITS), a Unidade para Transporte de Combatentes Desembarcados (DUST), os Robôs com pernas (Q-UGV) e o Equipamento de Transporte Multipropósito Pequeno II (SMET II). As principais características realçadas nestes materiais supracitadas são as seguintes:

1) Família de Sensores Táticos Integrados (FITS)



Fig 6 – Família de Sensores Táticos Integrados (FITS)

Fonte: Adaptado de *Robotics Requirements Maneuver Capabilities/ Development Integration Directorate*, 2023.

2) Unidade para Transporte de Combatentes Desembarcados (DUST)



Fig 7 – Unidade para Transporte de Combatentes Desembarcados (DUST)

Fonte: Adaptado de *Robotics Requirements Maneuver Capabilities/ Development Integration Directorate*, 2023.

3) Robôs com pernas (Q-UGV)



Fig 8 – Robôs com pernas (Q-UGV)

Fonte: Adaptado de *Robotics Requirements Maneuver Capabilities/ Development Integration Directorate*, 2023.

4) Equipamento de Transporte Multipropósito Pequeno II (SMET II)



Fig 9 – Equipamento de Transporte Multipropósito Pequeno II (SMET II)

Fonte: Adaptado de *Robotics Requirements Maneuver Capabilities/ Development Integration Directorate*, 2023.

A visualização para o ano de 2040 prevê Robôs de Combate Consumíveis (CCR) e Robôs com Pernas Armadas (Q-UGV). Dentre as principais características e inovações, destacam-se: sistema de engajamento

autônomo ultraleve, munições lançadas pelo ombro, braço robótico para abertura de barreiras, reconhecimento de longo alcance com lançamento para efeitos letais e desobstrução de rotas e proteção.

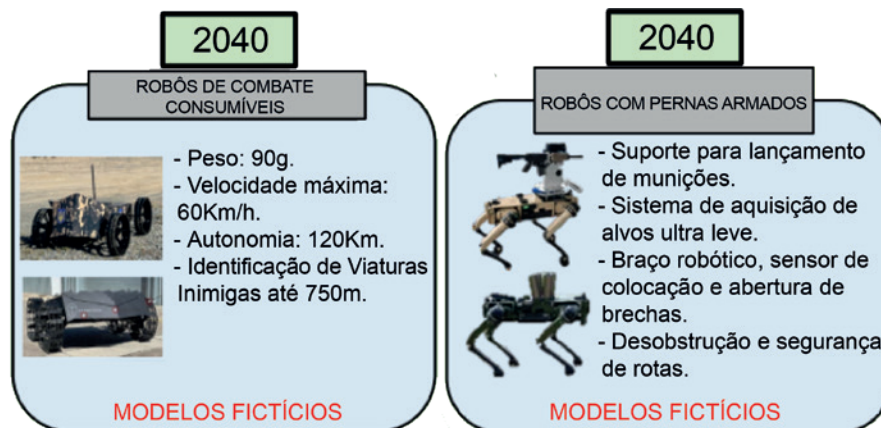


Fig 10 – Robôs de combate consumíveis(CCR) e os Robôs com pernas armadas (Q-UGV)

Fonte: Adaptado de *Robotics Requirements Maneuver Capabilities/ Development Integration Directorate*, 2023.

VIATURAS DE COMBATE ROBÓTICAS – *Robotic Combat Vehicle (RCV)*

Os RCV pertencem ao Programa Viaturas de Combate de Próxima Geração (*Next Generation Combat Vehicle – NGCV*), que, em síntese, aumentam o poder de fogo, a velocidade e a capacidade de sobrevivência das forças terrestres, permitindo-lhes manobrar para posições vantajosas no campo de batalha, por meio de veículos robóticos (NORMAN, 2021). A condução do presente programa está sob encargo da Equipe Multifuncional do Programa de Viaturas de Combate de Próxima Geração - *Next Generation Combat Vehicle Cross Functional Team* (5) - sediada em Detroit-Michigan.

Os RCV atuarão como “exploradores” e “escoltas” para os demais elementos de sua formação de combate, precedendo-os em batalha para prevenir emboscadas e proteger os seus flancos. O RCV será controlado por operadores através de uma tecnologia de navegação terrestre melhorada e IA, permitindo que um único militar controle vários RCV ou

que este possa ser empregado de uma forma mais independente.

O RCV será operado a distância, proporcionando uma letalidade decisiva e ampliação da consciência situacional num combate futuro em ambiente operacional multidomínio. Conforme inicialmente previsto, o Exército tem a intenção de desenvolver três variantes de RCV: Leve, Médio e Pesado (*Congressional Research Services/IF11876, 2023*).

a. Características e versões

O RCV Leve (RCV-L) não possui mais de 10 toneladas, com dimensões (comprimento, largura e altura) não superiores a 5,7 x 2,25 x 2,4 metros. Em termos de transportabilidade, um único RCV-L seria transportado por uma aeronave de asa rotativa. Teria, também, uma letalidade limitada a bordo, como sistemas de autodefesa, mísseis guiados anticarro ou canhões sem recuo. O RCV-L é considerado um sistema de armas dispensável, o que significa que a sua destruição em combate é esperada e aceitável.



Fig 11 – Exemplo de um protótipo do RCV-M

Fonte: *Congressional Research Services/IF11876, 2023*.

O RCV-Médio (RCV-M) deverá pesar entre 10 e 20 toneladas, com dimensões (comprimento, largura, altura) não superiores a 5,85 x 2,7 x 2,4 metros. Em termos de transportabilidade, um único RCV-M deverá ser transportado por um avião de transporte

C-130, devendo ter uma letalidade acrescida a bordo para enfrentar ameaças de blindados ligeiros e médios. O RCV-M é considerado “durável” pelo Exército, o que significa que o Exército deseja que seja mais resistente do que o RCV-L.



Fig 12 – Exemplo de um protótipo do RCV-M

Fonte: *Congressional Research Services/IF11876, 2023*.

5. É uma equipe multifuncional de militares e civis que foi criada como parte da estratégia de modernização do EEUA. A equipe trabalha para desenvolver viaturas blindadas mais rápidas, com maior capacidade de sobrevivência e maior potência de fogo no campo de batalha, além de fornecer sistemas que podem mapear terrenos hostis e empregar a inteligência artificial para o engajamento de alvos de forma autônoma (EUA, 2018).

O RCV Pesado (RCV-H) deve pesar entre 20 e 30 toneladas, com dimensões (comprimento, largura, altura) não superiores a 8,9 x 3,65 x 3,6 metros. Em termos de transportabilidade, dois RCV-H seriam transportados por um avião de

transporte C-17 e devendo ter a bordo sistemas de armas de fogo direto capazes de enfrentar todos os veículos blindados inimigos conhecidos. O RCV-H é considerado um sistema de armas que deve ser tão resistente quanto um sistema tripulado.



Fig 13 – Exemplo de um protótipo do RCV-M
Fonte: (JONES, 2023).

A APLICABILIDADE DOS SISTEMAS ROBÓTICOS E AUTÔNOMOS NAS FORÇAS DE MANOBRA

A intenção deste novo esforço é implementar as capacidades “baseadas na formação de combate”, não apenas em comprar e testar novos equipamentos, mas tornando as Companhias de Infantaria e as Companhias Blindadas mais letais e com maior capacidade de sobrevivência no campo de batalha.

Os “produtos” incluem plataformas iniciais, cargas úteis e “comportamentos autônomos”.

Existem protótipos de sistemas adicionais que criam uma arquitetura para formações integradas homem-máquina, com redes e atuadores resilientes em plataformas, além de capacidade de carga e comportamentos melhorados.

O estado final desejado é aumentar a letalidade e a capacidade de sobrevivência das Brigadas Blindadas, reduzindo simultaneamente o risco aos combatentes e às viaturas tripuladas que efetuam as manobras. O quadro abaixo ilustra o incremento dessas duas capacidades nos diferentes tipos de operações:

TIPO DE OPERAÇÃO	LETALIDADE	SOBREVIVÊNCIA
DEFENSIVA	- Diminuição do tempo para engajamento e aceleração da produção de efeitos letais.	- Aumento da distância entre o combatente e os sistemas de armas inimigos.
RECONHECIMENTO	- As redes de sensores permitem a compreensão em tempo real em múltiplos domínios e otimizam a produção de efeitos letais.	- As cargas úteis de guerra eletrônica e contra-SARP obrigam o inimigo a desmascarar os seus meios de fogos ou de alto valor.
SEGURANÇA	- Aplicação de efeitos letais antes da provável linha de contato prevista e da sua transição para o início da manobra.	- Estabelecimento do contato inicial com meios robóticos, a fim de proporcionar tempo adicional e espaço de reação para o comandante.

Tabela 3 – Especificação das capacidades de letalidade e sobrevivência por tipo de operação

Fonte: Adaptada de *Robotics Requirements Maneuver Capabilities/ Development Integration Directorate*, 2023.

Assim sendo, as capacidades incrementadas nas Brigadas Blindadas são as seguintes:

	TIPO	EFEITOS
Capacidade 1	Integração Homem-Máquina	Comportamento autônomo e com modularidade
Capacidade 2	Letalidade em rede	Entrega acelerada de efeitos letais
Capacidade 3	Proteção	Rede resiliente, automatizada e com redução de assinatura
Capacidade 4	Rede alargada de sensores e dissimulação	Reconhecimento multidomínio
Capacidade 5	Cauda logística minimizada	Melhor confiabilidade e manutenção previsível

Tabela 4 – Capacidades incrementadas nas Brigadas Blindadas

Fonte: Adaptada de *Robotics Requirements Maneuver Capabilities/ Development Integration Directorate*, 2023.

No intuito de acelerar o processo de inserção das Forças no modelo do projeto Convergência do Exército dos EUA, o exemplo apresentado refere-se ao **Pelotão de Sistemas Robóticos e Autônomos da Brigada de Infantaria** (*Infantry Brigade Combat Team-IBCT*) para o ano de 2025. Para isso, destacam-se as seguintes características desse tipo de tropa:

- elemento orgânico dos Batalhões de Infantaria Leves;
- organizado, treinado e equipado com uma vasta gama de tecnologia;
- auxílio no planejamento, emprego e sincronização de efeitos; e
- capacitado por seus grupos de combate, pelotões e companhias para o combate aproximado.

As principais capacidades agregadas nestas tropas de infantaria com a inserção dos meios robóticos terrestres e aéreos são as seguintes:

a. Robôs Terrestres

1) Comando e controle e consciência situacional aprimorados:

- comunicações táticas de longo alcance;
- detecção e seleção de alvos para além da linha de visada do combatente, quando o robô estará atuando sem o contato visual de seu

operador através de sistemas comunicações estratégicos; e

- detecção na linha de visada antes da manobra humana.

2) Letalidade (precisão e supressão):

- fogo direto: antipessoal e anticarro; e
- engajamento além da linha de visada, com capacidade antiblindagem, contra estruturas reforçadas e alvos de alto valor.

3) Proteção e resistência:

- detecção eletromagnética e contradrone: detectar, identificar e rastrear;
- defesa cinética e não-cinética contradrone;

- módulo de obscurecimento de vigilância, utilizando-se de sistemas passivos e menos detectáveis pelo inimigo;

- fonte de energia consumível e exportável;
- transporte logístico e reabastecimento; e
- evacuação de feridos.

b. Robôs aéreos

Detecção eletro-óptica e infravermelho para aumentar a consciência situacional e a letalidade;

- detecção eletromagnética: detectar e identificar; e

- comunicações táticas de longo alcance ar-terra e ar-ar.

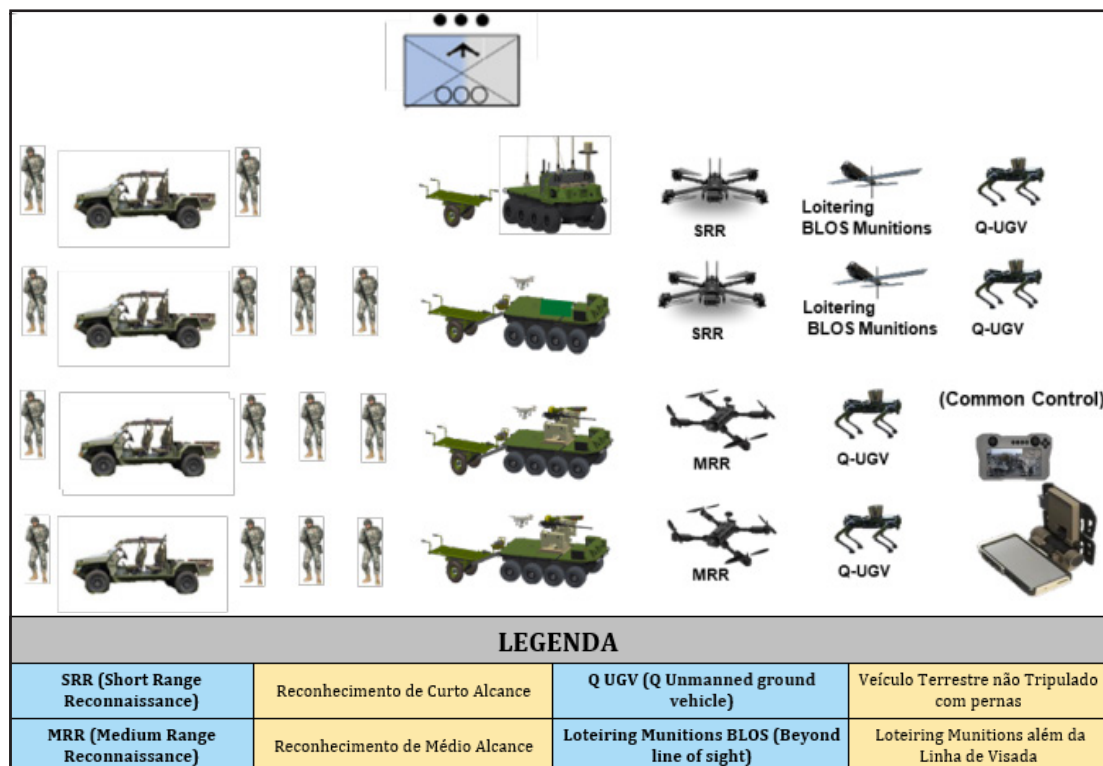


Fig 14 – Organização e composição do Pelotão de Sistemas Robóticos e Autônomos da Brigada de Infantaria
 Fonte: Adaptado de *Robotics Requirements Maneuver Capabilities/ Development Integration Directorate (2023)*.

A figura abaixo ilustra o emprego do Pelotão de Sistemas Robóticos e Autônomos da Brigada de Infantaria, desdobrando-se nas operações defensivas, marcha para o combate e ataque.

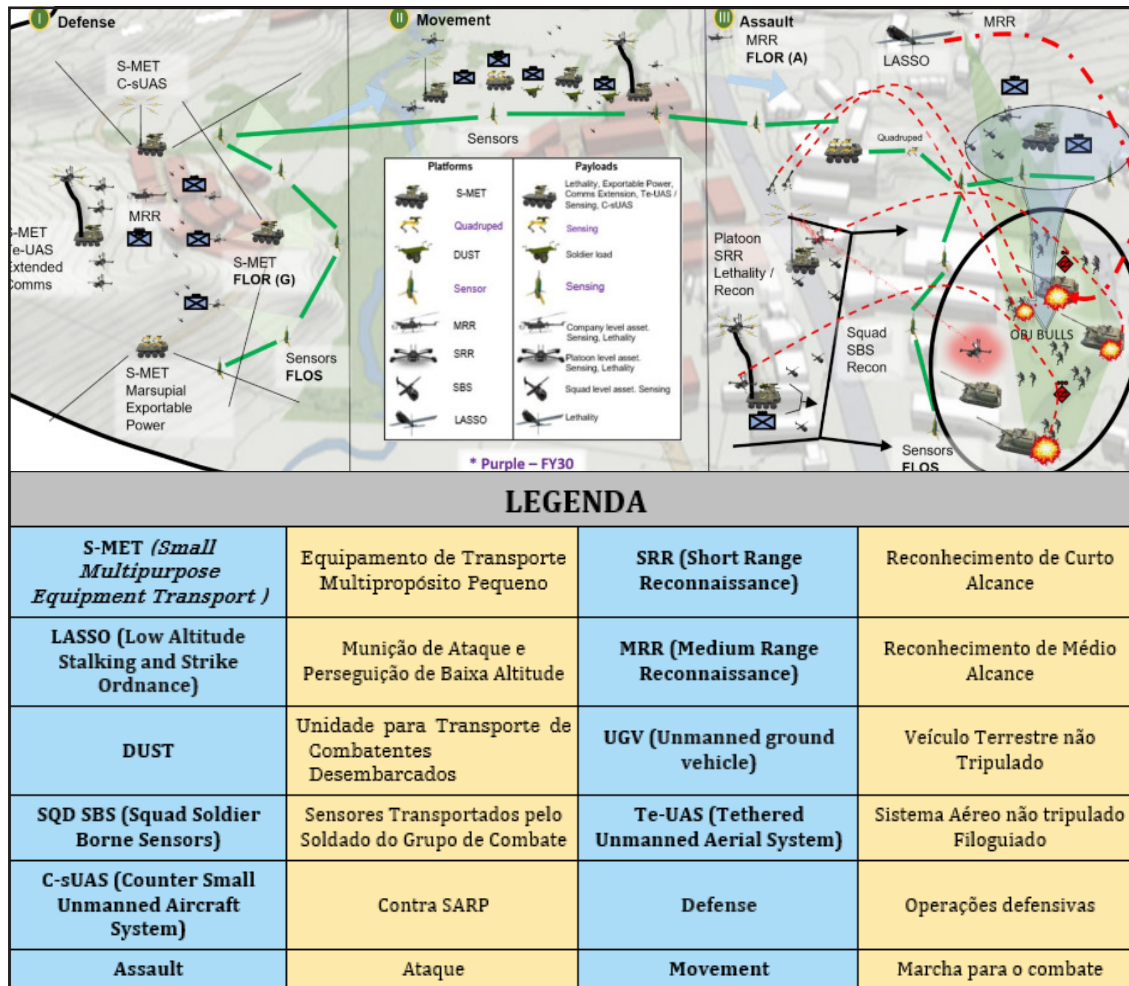


Fig 15 – Emprego do Pelotão de Sistemas Robóticos e Autônômos da Brigada de Infantaria

Fonte: Adaptado de *Robotics Requirements Maneuver Capabilities/ Development Integration Directorate (2023)*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, os SRA fornecerão capacidades a curto, médio e longo prazos, que possibilitarão ao Exército americano sua inserção mais qualificada na condução de operações multidomínio perante seus adversários potenciais. A estratégia de SRA é um chamado para dedicar tempo, talento e recursos para posicionar o Exército rumo à vitória em conflitos futuros. Por outro lado, ao buscar essas tecnologias, os americanos enfrentam três desafios no futuro ambiente operacional: a velocidade acelerada de ação no campo de batalha, o maior uso de SRA pelos adversários e a complexidade ampliada dos ambientes contestados.

A importância de um planejamento alinhado com os documentos de mais alto nível

serve para descrever as atividades essenciais necessárias à promoção da unidade de esforços e à identificação das oportunidades, no intuito de acelerar as capacidades robóticas terrestres e aéreas em um ambiente com recursos limitados. Existe a plena consciência de que os SRA evoluirão com o tempo, entretanto, continuarão focados no seu objetivo fundamental de superar os inimigos e buscar novas tecnologias para proteger os combatentes.

A integração desses sistemas ao Exército não está sendo fácil. As capacidades como veículos terrestres autônomos de médio e grande porte levarão tempo para serem integradas devido aos grandes desafios tecnológicos e ambientais envolvidos. Ao passo que os vetores robóticos podem realizar algumas das tarefas mais

perigosas e rotineiras, como reabastecimento, monitoramento e vigilância, permitindo que os soldados realizem as tarefas que exigem mais raciocínio.

A integração homem-máquina mostra-se como fundamental para sustentar a futura Força Conjunta, a qual estará operando também em um ambiente logístico contestado e disputado. A inserção da robótica com formações tripuladas já é uma realidade, sendo interativa entre os conhecimentos doutrinários e de treinamento, informando o que os robôs precisam fazer e as percepções dos experimentos de como a doutrina e a instrução precisam ser adaptadas. Desta

forma, haverá a retroalimentação deste processo, onde o soldado não será obsoleto, pelo contrário, tornar-se-á o centro de gravidade indutor da robótica nos campos de batalha.

Por fim, à medida que as forças terrestres manobrem para obterem posições de vantagem relativa no contexto das operações multidomínio em ambiente de larga escala, face às ameaças em constante mudança e da imprevisibilidade do atual ambiente operacional, os SRA serão um componente vital para garantir a superioridade e a liberdade de manobra, remodelando a forma de como os Exércitos combaterão no futuro.

REFERÊNCIAS

- ESTADOS UNIDOS. Chefia do Estado-Maior Conjunto. **Joint Concept for Robotic and Autonomous Systems (JCRAS)**. Joint Chiefs of Staff, 2016.
- ESTADOS UNIDOS. Chefia do Estado-Maior Conjunto. **National Military Strategy**. Chief Of Joint Staff, 2022.
- ESTADOS UNIDOS. Departamento do Exército. **Army 2030**. US Army, 2022.
- ESTADOS UNIDOS. Departamento do Exército. **Army Modernization Strategy**. US Army, 2019.
- ESTADOS UNIDOS. Departamento do Exército. **Maneuver Capabilities Development Integration Directorate**. Maneuver Center Of Excellence (org.). Robotics Requirements Maneuver Capabilities. Fort Moore - GA - EUA, 2023. 20 slides, color.
- ESTADOS UNIDOS. Departamento do Exército. **The U.S. Army Robotic and Autonomous Systems Strategy**. US Army, 2017.
- ESTADOS UNIDOS. Departamento do Exército. **Marathe, Amar R. US Army Combat Capabilities Development Command – Army Research Laboratory**. US Army, 2023. 18 slides, color.
- ESTADOS UNIDOS. **Departamento do Exército**. Disponível em: <api.army.mil/e2/c/images/2022/10/07/da4a0101/original.jpg>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- ESTADOS UNIDOS. Departamento do Exército. **Fort Moore Public Affairs**. Maneuver Center Of Excellence. Fort Moore hosts Human Machine Integration Summit. 2023. Disponível em: https://www.army.mil/article/271730/fort_moore_hosts_human_machine_integration_summit#:~:text=Human%20Machine%20Integration%20is%20optimizing%20how%20the%20Army,new%20machine%20and%20robot%20systems%20are%20created%20daily. Acesso em: 09 maio 2024.
- ESTADOS UNIDOS. Departamento do Exército. **Fogg, Maj. Gen. Rodney D. From the Big Five to Cross Functional Teams: Integrating Sustainment into Modernization**. 2019. Disponível em: https://www.army.mil/article/211236/preparing_for_future_battlefields_the_next_generation_combat_vehicle. Acesso em: 29 maio 2024.
- INTEGRATING Army Robotics and Autonomous Systems to Fight and Win. **Association Of The United States Army (AUSA), 2017**. Disponível em: <https://www.ausa.org/sites/default/files/publications/SL-17-2-Integrating-Army-Robotics-and-Autonomous-Systems-to-Fight-and-Win.pdf>. Acesso em: 22 maio 2023.
- JONES, Colton. Oshkosh Defense announces Robotic Combat Vehicle submission. Defense blog, 2023. Disponível em: <https://defence-blog.com/oshkosh-defense-announces-robotic-combat-vehicle-submission/>. Acesso em: 22 maio 2023.
- LE, Andy. Swarm: UAS swarming technology and ‘future ready’ for the 20th Regiment. **The cove, 2021**. Disponível em: <https://cove.army.gov.au/article/swarm-uas-swarming-technology-and-future-ready-20th-regiment>. Acesso em: 29 maio 2024.
- LEIGH, N. General Dynamics Land Systems Finally Secures SMET Unmanned Ground Vehicle Contract. **Overtdefense, 2020**. Disponível em: <https://www.overtdefense.com/2020/07/20/general-dynamics-land-systems-finally-secures-smet-unmanned-ground-vehicle-contract/>. Acesso em: 10 maio 2024.
- LOIANNO, G.; WEINSTEIN, A.; KUMAR, V. Unmanned Aerial Vehicles Swarms. **Berlim: Springer, 2020**. Disponível em: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-642-41610-1_75-1. Acesso em: 29 maio 2024.
- NORMAN, Geoffrey. Next Generation Combat Vehicle – Army Futures Command. US Army. Apresentação de PowerPoint. **Armored Vehicles Conference USA**. 21 jun. 2023. Acesso em: 24 jul. 2023.
- PURTIMAN, Bob. **Preparing for future battlefields: The Next Generation Combat Vehicle**. US Army,

2018. Disponível em: https://www.army.mil/article/211236/preparing_for_future_battlefields_the_next_generation_combat_vehicle. Acesso em: 29 maio 2024.

RF remote control. **PCMag**, 2023. Disponível em: <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/rf-remote-control>. Acesso em: 20 maio 2024.

SADOWSKI, Robert W. **Creating the Pathways that Enable the Promise of RAS**. U.S. Army Combat Capabilities Development Command, Aberdeen Proving Ground, 2020. 45 slides, color.

THE Army's Robotic Combat Vehicle (RCV) Program. **Congressional Research Services, EUA, 2023**. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11876/9>. Acesso em: 23 abr. 2023.

U.S. Ground Forces Robotics and Autonomous Systems (RAS) and Artificial Intelligence (AI): Considerations for Congress. **Congressional Research Services, EUA, 2018**. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45392>. Acesso em: 08 maio 2024.

YANG, Chenguang et al. **Human-In-the-loop Learning and Control for Robot Teleoperation**. Amsterdam: Elsevier Inc. All, 2023. 252 p.

SOBRE O AUTOR

O Tenente Coronel de Cavalaria **LUCIANO SANDRI DE VASCONCELOS** é o Oficial de Ligação junto ao Centro de Excelência de Manobra dos EUA, *Fort Moore - Georgia*. Foi declarado aspirante a oficial em 2002 pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN). Possui os cursos de aperfeiçoamento de Oficiais de Cavalaria (EsAO), Comando e Estado Maior na ECEME, estágios técnicos de blindados, tático de força tarefa blindada, tático de pelotão de exploradores e operações aeromóveis. Fez o curso *Básico de Plana Mayor*, na *Escuela de Las Armas*, na República da Argentina. Foi instrutor do Centro de Instrução de Blindados, Curso de Cavalaria da AMAN, comandou o 6º Esquadrão de Cavalaria Mecanizado, Oficial de Operações e Chefe do Estado Maior da 1ª Brigada de Cavalaria Mecanizada. (sandri.luciano@eb.mil.br/luciano.s.sandridevasconcelos.fm@army.mil).