

**VIATURAS MILITARES AUTÔNOMAS ELÉTRICAS: AVANÇOS, DESAFIOS E  
IMPACTOS NA MOBILIDADE FUTURA****AUTONOMOUS ELECTRIC MILITARY VEHICLES: ADVANCES, CHALLENGES, AND  
IMPACTS ON FUTURE MOBILITY****VEHÍCULOS MILITARES AUTÓNOMOS ELÉCTRICOS: AVANCES, RETOS E  
IMPACTO EN LA MOVILIDAD DEL FUTURO**

10.56238/revgeov16n4-011

**Rômulo Ferreira dos Santos**

Doutor Gestão de Projetos de Tecnologia da Informação  
Instituição: Universidade Cristã Internacional (Unichristian)  
E-mail: romulodba@gmail.com

**Claudio Gottschalg Duque**

Doutor em Ciência da Informação  
Instituição: Universidade de Brasília (UnB)  
E-mail: klaussherzog@gmail.com

**Tomás Roberto Cotta Orlandi**

Doutor em Ciência da Informação  
Instituição: Universidade de Brasília (UnB)  
E-mail: tomasroberto@gmail.com

**Simão Domingos Sebastião**

Doutor em Filosofia  
Instituição: Universidade Cristã Internacional (Unichristian)  
E-mail: simaosebastiao777@gmail.com

**RESUMO**

Veículos autônomos são aqueles que incorporam funções significativas automatizadas para a condução, permitindo a direção sem a necessidade de intervenção humana. Conforme o nível de autonomia aumenta, alguns desses veículos são projetados sem componentes tradicionais, como volante e pedal. O objetivo geral desta pesquisa é compreender a importância dos veículos autônomos elétricos para uso militar. Este trabalho de ordem metodológica bibliográfica e qualitativa ressaltou que dentre as atividades destinadas à automação, incluem-se a execução de curvas, a aplicação de freios ou aceleração, exigindo que o sistema autônomo mantenha consciência do ambiente ao redor do veículo. Para viabilizar isso, *softwares* que empregam recursos como inteligência artificial trabalham em conjunto com sensores e radares integrados à carroceria do automóvel. Por fim, o uso dessa tecnologia pode favorecer os serviços militares melhorando a segurança, o patrulhamento, através de uma energia limpa e sustentável.



**Palavras-chave:** Veículos Autônomos. Viaturas Militares. Mobilidade. Tecnologia.

#### **ABSTRACT**

Autonomous vehicles are those that incorporate significant automated driving functions, allowing them to be driven without the need for human intervention. As the level of autonomy increases, some of these vehicles are designed without traditional components such as steering wheels and pedals. The overall objective of this research is to understand the importance of electric autonomous vehicles for military use. This methodological, bibliographic, and qualitative study emphasized that among the activities intended for automation are cornering, braking, and acceleration, requiring the autonomous system to maintain awareness of the vehicle's surroundings. To make this possible, software that uses resources such as artificial intelligence works in conjunction with sensors and radars integrated into the car body. Finally, the use of this technology can benefit military services by improving security and patrolling through clean and sustainable energy.

**Keywords:** Autonomous Vehicles. Military Vehicles. Mobility. Technology.

#### **RESUMEN**

Los vehículos autónomos son aquellos que incorporan funciones automatizadas significativas para la conducción, lo que permite conducir sin necesidad de intervención humana. A medida que aumenta el nivel de autonomía, algunos de estos vehículos se diseñan sin componentes tradicionales, como el volante y los pedales. El objetivo general de esta investigación es comprender la importancia de los vehículos autónomos eléctricos para uso militar. Este trabajo de carácter metodológico bibliográfico y cualitativo destacó que entre las actividades destinadas a la automatización se incluyen la ejecución de curvas, la aplicación de frenos o la aceleración, lo que exige que el sistema autónomo mantenga la conciencia del entorno que rodea al vehículo. Para que esto sea posible, los programas informáticos que emplean recursos como la inteligencia artificial trabajan en conjunto con sensores y radares integrados en la carrocería del automóvil. Por último, el uso de esta tecnología puede favorecer los servicios militares mejorando la seguridad y la vigilancia, a través de una energía limpia y sostenible.

**Palabras clave:** Vehículos Autônomos. Vehículos Militares. Movilidad. Tecnología.



## 1 INTRODUÇÃO

Veículo autônomo, carro sem condutor ou carro robótico são termos atribuídos a um tipo de transporte, seja de passageiros ou carga, equipado com um sistema de controle computacional. Esse sistema incorpora uma série de sensores e atuadores, destinados a realizar, de maneira autônoma e segura, a navegação sobre a superfície terrestre a partir de uma missão inicial estabelecida pelo usuário (destino desejado) (GONÇALVES, 2011).

Em resposta às graves crises ambientais e energéticas, o mundo está cada vez mais centrado nos veículos elétricos (VE) e nas tecnologias emergentes relacionadas. As tecnologias sensoriais, de controle e telemática são a chave para uma direção autônoma confiável. A integração e complementaridade dos VE e da condução autônoma (VA) serão uma oportunidade importante para os futuros transportes inteligentes, ambientes operacionais inteligentes e para o uso militar.

A justificativa do tema associada à adoção de VATs para uso militar baseia-se na possibilidade de redução de acidentes e falhas humanas no momento do patrulhamento ao eliminar a condução humana. Temos por problema de pesquisa: Como os veículos autônomos terrestres podem auxiliar os militares em suas funções de patrulhamento?

A principal razão subjacente que motivou os estudos do tema é que a criação de Veículos Autônomos Terrestres (VATs) reside na capacidade de substituir a operação humana de veículos, seja de forma integral ou parcial, por um controle automatizado e seguro proporcionado por um sistema computacional. Esse sistema integra algoritmos e ferramentas de alto desempenho para sensoriamento e tomada de decisões apropriadas para um contexto específico de navegação (MARTINS, 2017).

O objetivo geral desta pesquisa é compreender a importância dos veículos autônomos elétricos para uso militar. Por objetivos específicos: conhecer o que são Veículos Autônomos Elétricos; pesquisar sobre os avanços tecnológicos recentes em sistemas autônomos e propulsão elétrica; investigar os benefícios operacionais e estratégicos das viaturas militares autônomas elétricas; entender os desafios e barreiras para a Implementação de VAEs no Contexto Militar.

A metodologia utilizada foi bibliográfica e qualitativa, em sites confiáveis de pesquisa como Scielo e google acadêmico, as palavras descritoras utilizadas foram: veículos autônomos elétricos, militares, benefícios, desafios, tecnologia, inteligência artificial, mobilidade, segurança.

O conhecimento acadêmico desejado com o artigo a ser apresentado, é compreender que os sistemas autônomos apresentarão uma precisão aprimorada em comparação com as operações manuais, uma vez que requerem menos interpretação humana e podem depender exclusivamente de sensores ou câmeras para coletar informações. Nesse cenário, as tecnologias automatizadas aprimorarão as habilidades dos militares, reduzindo a necessidade de pessoal e proporcionando maior flexibilidade operacional às organizações militares.



## 2 DESENVOLVIMENTO

Para além da introdução, o referencial teórico está dividido em 2 títulos com subtítulos que esclarecem desde o histórico e evolução dos veículos autônomos elétricos até seus benefícios e desafios, tanto para seu uso militar quanto civil, também esclarece as aplicações atuais e potenciais de viaturas militares autônomas elétricas.

### 2.1 VEÍCULOS AUTÔNOMOS ELÉTRICOS E SUA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

O conceito de veículo autônomo (VA) remonta muito antes do advento do próprio automóvel ao século XVI. Foi quando Leonardo da Vinci projetou um pequeno carrinho automotor de três rodas considerado não apenas o primeiro veículo autônomo, mas também o primeiro robô de qualquer tipo. Mais mecânico do que um veículo motorizado, incorporava uma série de molas para propulsão, um sistema de direção pré programável e um freio de estacionamento acionado remotamente por corda.

Em 2016, historiadores em Florença construíram um protótipo a partir dos esboços originais de Da Vinci. O próprio Da Vinci certamente não teria ficado surpreso ao ver que realmente funcionava como funcionou. Mas só podemos imaginar o que ele teria pensado se tivesse visto nosso AV recentemente dirigindo por Milão, onde passou parte de sua vida e carreira (COELHO, 2023).

Levaria séculos para que a tecnologia alcançasse o ponto onde Da Vinci parou. Mas quando isso aconteceu, o sonho dos veículos autônomos o acompanhou. Em 1921, o exército dos Estados Unidos exibiu um reboque de três rodas controlado por rádio denominado "*Radio Air Service*" em uma base da Força Aérea em Ohio. Em 1925, o engenheiro elétrico Francis P. Houdina controlou por rádio um automóvel grande pelas ruas de Nova Iorque. O carro bateu e o projeto falhou. Mas à medida que os automóveis proliferaram nas décadas seguintes, também cresceram os esforços para automatizar a sua operação (PISSARDINI; WEI; JÚNIOR, 2013).

Na Feira Mundial de Nova York de 1939, o *designer* industrial Norman Bel Geddes apresentou uma variedade deslumbrante de conceitos de transporte visionários. Sua exposição "Futurama" apresentava helipontos em telhados e rodovias interestaduais, bem como veículos semiautônomos para trafegá-los, usando uma combinação de controle de rádio e ímãs embutidos no pavimento (COELHO, 2023; PISSARDINI; WEI; JÚNIOR, 2013).

A General Motors patrocinou a exposição e continuou a desenvolver a ideia nas décadas seguintes com sua série de carros-conceito Firebird. Outros também experimentaram a orientação magnética, mas a atualização da infraestrutura revelou-se demasiado dispendiosa e restritiva para apresentar uma solução viável e escalável para a mobilidade autônoma (MARTINS, 2017).



Em 1977, engenheiros mecânicos da Universidade de Tsukuba, no Japão, levaram a ideia adiante com um veículo de passageiros capaz de dirigir de forma autônoma a até 32 quilômetros por hora. Um dos esforços mais significativos ocorreu sob a égide do Projeto Eureka PROMETHEUS, que reuniu um consórcio de universidades, montadoras e empresas de tecnologia no final dos anos 1980 e início dos anos 90. De acordo com Pissardini; Wei; Júnior (2013):

Em 03 de novembro de 2007 foi realizada a terceira versão da competição do DARPA iniciada nos anos 90, sob o nome de DARPA *Urban Challenge* [...] Entre 2009-2012, a Comissão Europeia financiou o projeto *Safe Road Trains for the Environment* (SARTRE), um consórcio de empresas que inclui a Volvo, para investigar tecnologias para automação de condução [...] No Brasil, até o ano de 2013, há poucos grupos de pesquisas acadêmicos, governamentais e empresariais sobre carros robóticos (PISSARDINI; WEI; JÚNIOR, 2013, p.8-11).

Em 2020, a Honda, obteve autorização para comercializar seu sedan de luxo, o *Legend*, no Japão, o qual possui um sistema de autonomia de direção. Vale ressaltar que, nesse contexto, foi necessário realizar alterações na legislação para permitir a implementação dessa tecnologia pela montadora (PISSARDINI; WEI; JÚNIOR, 2013).

Atualmente, além dos veículos da Tesla equipados com o Sistema de Direção Total um exemplo de carro autônomo é o XC90 da Volvo, que também está empenhada no desenvolvimento de caminhões autônomos, eliminando a necessidade de um humano como motorista, e temos a Mercedes-Benz que oferece um módulo de direção autônoma, entre tantas outras marcas e modelos disponíveis no mercado (COELHO, 2023).

## 2.2 DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS E FUNCIONAMENTO DOS VAES

VAEs são carros autônomos movidos a eletricidade. Ao contrário dos veículos tradicionais, os VAEs utilizam IA e IoT para detectar e analisar dados do seu entorno, possibilitando-lhes navegar e operar sem intervenção humana. De acordo com Braga (2022):

Um veículo autônomo é um veículo capaz de se movimentar sem a necessidade de um operador humano. Esse sistema é composto por vários componentes de *hardware* tais como baterias que alimentam todo o sistema, motores de acionamentos e movimentação, servos motores e detectores de obstáculos para evitar colisões e acidentes e um microcontrolador que gerencia e controla todos esses componentes (BRAGA, 2022, p. 14-15).

Existem quatro categorias de VAEs: níveis 1 ao 4. Os VAEs de nível 1 possuem alguns recursos automatizados, como frenagem automatizada ou controle de cruzeiro. Os VAEs de nível 2 possuem uma combinação de recursos automatizados e requerem intervenção humana mínima (GESEL, 2022).



Os VAEs de nível 3 são capazes de realizar a maioria das operações sem intervenção humana, mas exigem que uma pessoa assuma o controle em determinadas situações. Os VAEs de nível 4 são totalmente autônomos e não requerem qualquer intervenção humana (GESEL, 2022).

### 2.3 AVANÇOS TECNOLÓGICOS RECENTES EM SISTEMAS AUTÔNOMOS E PROPULSÃO ELÉTRICA

Segundo Groover (2018), um elemento vital da direção autônoma é o uso da Inteligência Artificial (IA), que é o ramo da ciência da computação que visa criar sistemas que possam reagir e interagir com uma variedade de situações inesperadas, da mesma forma que os humanos fariam só que mais rápido e com maior consistência. A IA está no centro dos sistemas autônomos, realizando avaliações de múltiplos fluxos de informação e, conseqüentemente, desencadeando ações apropriadas.

Uma variedade de diferentes tipos de sensores fornece aos veículos autônomos a propriedade de “ver” o que os rodeia, o que é o fator crítico para o sucesso. Os tipos de sensores para aquisição de dados externos incluem LIDAR (*Light Detection and Ranging*), RADAR, ultrassônicos e câmeras. Além disso, sensores internos coletam dados importantes sobre fatores como aceleração, velocidade das rodas, forças centrífugas e assim por diante (GROOVER, 2018).

Os sensores LIDAR geralmente podem fornecer informações mais detalhadas, mas os sensores RADAR são significativamente mais baratos. O RADAR também é menos afetado pela chuva, neblina ou poeira, enquanto o LIDAR é melhor para detectar detalhes como a direção que os pedestres estão enfrentando. Muitos fabricantes usam uma combinação de tipos de sensores para obter a imagem mais completa. Por exemplo, os novos veículos Tesla combinam sensores RADAR com 8 câmeras e 12 sensores ultrassônicos.

Uma das nuances mais importantes e muitas vezes esquecidas é que o termo veículos elétrico na verdade abrange uma gama de sistemas de propulsão que se enquadram em três categorias principais. Cada um deles tem vantagens e desvantagens específicas. O primeiro, e mais conhecido, é o veículo totalmente elétrico. No mercado consumidor, os Teslas são exemplos de veículos totalmente elétricos. Este tipo de veículo elétrico possui bateria e motor elétrico. A bateria é carregada quando o veículo não está em uso e aciona um motor elétrico (BATISTA et al., 2020).

Além disso, a fusão de sensores é uma importante abordagem de tecnologia e embalagem que integra efetivamente sensores com processadores de Unidade de Controle Eletrônico. Essa forte integração em nível de dispositivo permite dispositivos menores e compactos, bem como melhor desempenho e confiabilidade.

O segundo tipo de veículos elétricos são híbridos paralelos como o Toyota Prius. Nos híbridos paralelos, os veículos possuem um motor de combustão interna e uma bateria que são conectadas de forma independente às rodas por meio de um mecânico. De certa forma, esses veículos são mais



confiáveis do que os veículos totalmente elétricos porque possuem motores elétricos e motores de combustão interna. Por isso, porém, também são mais complicados e não têm a eficiência de um veículo totalmente elétrico. As baterias também são geralmente muito pequenas para viagens de alimentação por longas distâncias e esses veículos podem ser melhor considerados como veículos com motor de combustão interna com a ajuda de baterias para fornecer maior eficiência (BATISTA et al., 2020).

O terceiro tipo de veículo elétrico é uma série híbrida como o Chevy Volt. Esses veículos possuem motores elétricos movidos por baterias que podem ser transportados externamente ou por um gerador movido a petróleo. Os híbridos em série têm todas as vantagens de eficiência de um sistema de transmissão totalmente elétrico, mas também podem ser abastecidos com petróleo, se necessário. E a capacidade de carregamento de baterias de combustível a bordo significa que a capacidade total de energia deste tipo de veículo é muito maior do que a de um veículo totalmente elétrico. Os veículos híbridos de série recarregam as baterias enquanto estão em movimento, em vez de exigir que o veículo fique parado por muitas horas, como acontece com os veículos totalmente elétricos (ABVE, 2016).

### **3 APLICAÇÕES ATUAIS E POTENCIAIS DE VIATURAS MILITARES AUTÔNOMAS ELÉTRICAS**

A indústria automobilística está em uma corrida para saber qual vai disponibilizar veículos completamente autônomos para os consumidores finais. Entre as grandes empresas destacam-se: Tesla, Amazon, Audi, Baidu, GM, Apple.

Após se destacar e liderar o mercado de carros elétricos nos EUA, a Tesla está agora implementando ações para avançar em direção aos veículos totalmente autônomos.

No ano de 2019, a Amazon realizou um investimento de US\$ 440 milhões na aquisição da fabricante de veículos elétricos Rivian. Desde então, a empresa delineou seus objetivos de desenvolver veículos elétricos e autônomos, com capacidade para realizar a última etapa da entrega, atendendo à demanda de transporte de produtos até os consumidores.

A fabricante alemã Audi divulgou que, até 2023, investiu aproximadamente US\$ 16 bilhões em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia para veículos autônomos. Além disso, após estabelecer uma parceria com a Luminar, uma empresa especializada no desenvolvimento de *software* para veículos, a Audi anunciou que seus veículos autônomos já estão em fase de testes nas vias de Munique (GESEL, 2022).

A renomada empresa chinesa Baidu, conhecida por seu navegador de internet, está realizando substanciais investimentos no avanço de veículos autônomos. Desde 2017, a empresa mantém a plataforma de direção autônoma de código aberto chamada Apollo. Esta



plataforma é adotada por várias grandes montadoras em todo o mundo, incluindo Ford, Volkswagen e Honda (GESEL, 2022).

A empresa norte-americana não ficou atrás na busca por veículos autônomos e fez investimentos significativos nessa área. A General Motors adquiriu empresas de tecnologia e soluções de transporte, tais como Sidecar, Lyft e Cruise Automation.

No início de 2022, a Bloomberg divulgou que a Apple tem a intenção de lançar um veículo totalmente autônomo até 2025. De acordo com a publicação, o desenvolvimento teve início em 2014, mas o projeto tomou forma quando a tecnologia permitiu a criação de um dos chips mais avançados já produzidos pela empresa.

Segundo Bruce (2023), devido a desafios tecnológicos e jurídicos significativos, a disponibilidade de veículos totalmente autônomos para os consumidores ainda está a anos de distância. No entanto, essas questões não são um impedimento para os militares que operam veículos especializados em terrenos extremamente desafiadores. A Kodiak Robotics está introduzindo o protótipo militar autônomo da empresa, permitindo que uma Ford F-150 se desloque sem a presença de um condutor.

Nos EUA, em novembro de 2023, a Kodiak entregou sua primeira F-150 autônoma às forças armadas, servindo como plataforma de teste para futuras inovações. O Exército está avaliando essa tecnologia para missões de reconhecimento, vigilância e em ambientes de alto risco. A etapa seguinte envolve a implementação desse sistema nos veículos projetados especificamente para tais finalidades, que são utilizados pelas forças armadas (BRUCE, 2023).

### 3.1 CASOS DE USO DE VAES NO SETOR MILITAR

Os testes no mundo real do desempenho de um veículo em um ambiente *off-road* não estruturado exigem acesso a grandes faixas de teste com vastas extensões de terreno variado, correspondendo ao ambiente operacional esperado do veículo. Os testes no mundo real também requerem uma quantidade significativa de tempo para testar e retestar o sistema autônomo em cenários extremos suficientes para validar sua segurança e desempenho (MARTINS, 2017).

Foi realizada uma nova experiência autônoma na Academia Militar da Estônia, com o objetivo de modernizar as forças armadas e equipá-las com os mais recentes sistemas terrestres autônomos. O teste de dois dias contou com a participação de veículos terrestres não tripulados (UGV) de 11 desenvolvedores mundiais de nove países. Os testes tiveram como objetivo compreender a situação atual das capacidades autônomas de navegação de veículos não tripulados desenvolvidos para uso militar.

A China introduziu um novo método de vigilância na Região Autônoma Uigur de Xinjiang: 20 veículos de patrulha elétricos sem motorista. A China começou a testar o seu primeiro carro-patrulha



de alta tecnologia fabricado internamente em Karamay (em chinês, Kelemayi), uma cidade rica em petróleo na parte norte da região.

No passado, o hardware dos veículos do Exército era projetado principalmente de acordo com os padrões de segurança ISO 26262 e MIL-STD-882E. No entanto, DO-254 e DO-178C serão mais adequados para os veículos movidos por IA do futuro. A responsabilidade dos futuros veículos militares autônomos é semelhante à dos drones táticos no espaço aéreo, que estão atualmente a ser certificados pela DO-254 e DO-178C. Ao contrário dos automóveis comerciais, um veículo militar poderia ter sistemas de armas automáticas e piloto automático ativados ao mesmo tempo. Semelhante a um drone, a falha do disparo das armas e o mau funcionamento da navegação podem levar à perda de ativos e a centenas de vítimas (GESEL, 2022).

Estes veículos também dependerão fortemente de sistemas embarcados para operar de forma independente, aumentando as chances de falhas técnicas. A certificação na plataforma, ao nível do veículo autônomo, reduziria a possibilidade de tempos de inatividade devido a falhas e subsequentes custos de manutenção. Ao utilizar sistemas projetados para DO-254 e DO-178C, os desenvolvedores militares podem minimizar significativamente os riscos e garantir que o veículo possa operar de forma confiável sem intervenção, garantindo ao mesmo tempo a segurança de seus ocupantes.

### 3.2 BENEFÍCIOS OPERACIONAIS E ESTRATÉGICOS DAS VIATURAS MILITARES AUTÔNOMAS ELÉTRICAS

Segundo Cantamessa (2022), as viaturas autônomas elétricas, apresentam maior eficiência de combustível. Os veículos autônomos utilizam eletricidade para alimentar os seus motores, o que é muito mais eficiente do que os veículos tradicionais movidos a gasolina. Os carros elétricos requerem menos manutenção, pois há menos peças móveis.

Os veículos elétricos não têm emissões de escape, o que significa que não contribuem para a poluição atmosférica ou para as alterações climáticas. Isso os torna a escolha ideal para motoristas ecologicamente corretos. Os carros elétricos requerem manutenção menos frequente e, muitas vezes, são mais baratos para comprar. Além disso, economiza dinheiro em custos de combustível a longo prazo (GROOVER, 2018).

Os veículos autônomos possuem uma variedade de recursos de segurança, como frenagem automática, avisos de saída de faixa e detecção de obstáculos. Isso os torna mais seguros do que os veículos tradicionais. E esses veículos podem conduzir com muito mais eficiência e mais próximos uns dos outros do que os carros manuais, o que significa que os engarrafamentos podem ser reduzidos (OCHOA, 2023).

De acordo com Santos (2017), os carros elétricos autônomos podem dirigir e estacionar sozinhos, o que significa que os motoristas podem sentar-se e relaxar em vez de se preocupar com a



direção e observar os perigos. Veículos equipados com armas não letais poderiam ser utilizados para controlar multidões ou limpar edifícios, reduzindo o risco de mortes humanas.

Veículos robóticos e drones recolheriam dados de inteligência no terreno, permitindo aos comandantes tomar decisões mais informadas sobre as suas operações em tempo real. Os sistemas autônomos oferecerão maior precisão em relação às operações manuais, uma vez que exigem menos interpretação por parte dos humanos e podem contar apenas com sensores ou câmeras para coleta de informações.

Também podemos esperar uma mudança no sentido de exércitos humanos e automatizados integrados, onde as tecnologias automatizadas melhorarão as capacidades dos soldados e exigirão menos pessoal, proporcionando mais flexibilidade operacional às organizações militares. O futuro dependerá fortemente de tecnologias automatizadas, tornando crucial que sejam concebidas de acordo com os mais elevados padrões de segurança e fiabilidade (MARTINS, 2017).

### 3.3 DESAFIOS E BARREIRAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE VAES NO CONTEXTO MILITAR

Os aspectos adversos potenciais da adoção de Veículos Autônomos Terrestres (VATs) são raramente abordados na literatura científica, apesar de parte deles ser responsável pela limitada disseminação das pesquisas relacionadas a VATs. Os principais desafios incluem a aceitação por parte do público em relação a esse tipo de veículo e a integração de veículos altamente tecnológicos com a infraestrutura de transporte. No entanto, é crucial reconhecer e abordar outros fatores para viabilizar efetivamente o desenvolvimento de VATs (CANTAMESSA, 2022).

O desafio inicial refere-se a questões de segurança e confiabilidade onde consiste em estabelecer clareza nas responsabilidades legais decorrentes das ações de um Veículo Autônomo Terrestre (VAT).

Outro desafio está relacionado às modificações na legislação de trânsito para acomodar a aceitação dos Veículos Autônomos Terrestres (VATs). No Brasil, por exemplo, a legislação de trânsito é regida pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que estabelece um conjunto de normas legais resultado de estudos técnicos e decisões políticas no âmbito do Governo Federal. Contudo, essa legislação pode sofrer alterações devido a necessidades técnicas e administrativas nos níveis estadual e municipal (SANTOS, 2017).

Isso implica que a legislação de trânsito aplicada em uma região administrativa (cidade ou estado) pode diferir da aplicada em outra região. Para a adoção dos VATs, as regras de trânsito precisarão ser transformadas em um conjunto padronizado, lógico e altamente técnico de instruções, reconhecido pelos veículos e adaptável para atender às exigências de diversas legislações de trânsito, além de uma regulamentação ética envolvendo a autonomia e uso militar (OCHOA, 2023).



### 3.4 IMPACTOS NA MOBILIDADE CIVIL E TENDÊNCIAS FUTURAS

Os veículos militares herdam muitos dos mesmos desafios de mobilidade enfrentados pelos seus homólogos comerciais e desafios adicionais que complicam ainda mais a sua implantação (MARTINS, 2017). Por exemplo, os veículos militares devem ser capazes de navegar em terrenos variados à velocidade de combate, muitas vezes em ambientes com comunicações degradadas. Os VA militares devem operar em ambientes menos densos, mas também menos estruturados do que os ambientes enfrentados pelos VA comerciais. Os destinos e caminhos normalmente não são conhecidos, em vez disso, um veículo deve posicionar-se na rota certa para otimizar a sua capacidade de detectar um adversário e, ao mesmo tempo, minimizar a ameaça a si mesmo.

Além da mobilidade, certos programas AV militares também possuem recursos de autonomia integrados às funções de capacidade de sobrevivência, controle de fogo e comando de missão. A integração de recursos de autonomia nessas funções complica ainda mais os esforços de validação de segurança e desempenho antes dos testes operacionais e, eventualmente, da implantação.

Quando essa transferência de tecnologia militar chegar ao setor civil, enfrentará desafios, segundo Rodrigues (2017):

É indiscutível o fato que os VAs trarão muitos benefícios à sociedade em termos de mobilidade. No entanto, mesmo antes que estejam sendo produzidos em escala eles já enfrentam uma grande e sólida barreira: Os códigos de trânsito dos países ao redor do globo (RODRIGUES, 2017, p. 34).

De acordo com Rodrigues (2017), os incidentes no trânsito certamente experimentarão uma redução significativa, e é altamente provável que a gravidade dos acidentes também diminua proporcionalmente. No entanto, isso não implica na eliminação total desses eventos. Quando ocorrerem, será necessário identificar tanto o fator desencadeante quanto o responsável legal pelo acidente.

A seguir alguns pontos a considerar sobre a influência dos VAEs militares na mobilidade urbana e sustentabilidade. Vejamos as principais vantagens trazidas pelos veículos autônomos:

Visão de 360°: graças à tecnologia de alta precisão, os veículos autônomos têm a capacidade de visualizar o ambiente em um alcance de 360°, o dobro dos humanos, que têm um ângulo de visão de apenas 180° horizontalmente.

Acidentes reduzidos: em decorrência da visão de 360° e aos veículos interconectados entre si e em comunicação constante, os acidentes serão significativamente reduzidos. Embora (pelo menos inicialmente) os acidentes não sejam reduzidos a zero, serão muito menos do que os acidentes causados pela condução humana.

Maior eficiência do tráfego: embora se estime que a velocidade nas grandes cidades será menor, a eficiência do tráfego será maior (ARRAIS; TACO, 2020).



Acesso a pessoas com deficiência e pessoas com mobilidade reduzida: como o automóvel será autônomo e praticamente não exigirá interação humana para seu funcionamento, pessoas com deficiência visual ou auditiva poderão ter acesso aos mesmos, ou seja, se tornará uma tecnologia inclusiva.

Veículos sustentáveis: espera-se que esses veículos operem com base em energia limpa, de modo que as emissões de carbono e gases de efeito estufa serão praticamente zero (GROOVER, 2018).

#### **4 CONCLUSÃO**

Mas por mais avançada que esta tecnologia possa parecer, ainda está longe de ser perfeita. Isso pressupõe que haverá falhas em algum momento. Quando isso acontecer, o problema será definir a responsabilidade pelo acidente, seja do veículo, do motorista ou do fabricante do veículo. Este é um debate que ainda não foi resolvido para o lançamento de veículos autônomos em grande escala.

Quanto ao uso militar, carros de polícia sem motorista poderão em breve fazer parte do futuro da aplicação da lei. Empresa como a Ford e GM, que fabricam veículos para forças militares em todo o mundo, vem desenvolvendo protótipos para veículos militares que não necessita de operador humano.

A única forma de garantir a segurança é olhando para o futuro e compreendendo para onde vai o mundo da robótica militar, da inteligência artificial e dos sistemas autônomos e planejando ameaças potenciais. Ao abraçarmos as tecnologias disponíveis hoje e permanecermos à frente da curva em termos de desenvolvimentos futuros, podemos garantir que as nossas nações permanecem militarmente seguras contra qualquer desafio colocado pelos nossos rivais e na segurança dos civis diante dos altos índices de violência de nosso país.

No entanto, com a crescente complexidade destes sistemas, garantir a sua fiabilidade e segurança tornou-se um desafio crítico. É aqui que entram em jogo as normas de segurança como a DO-254, fornecendo um conjunto de diretrizes e processos para garantir a operação segura de veículos militares autônomos.

Por fim, o veículo autônomo utiliza inteligência artificial (IA) para se colocar nas melhores posições e esconderijos para capturar infratores das leis de trânsito, incluindo pessoas que aceleram e aqueles que ultrapassam os sinais vermelhos, e os que praticam crimes. Diferentes países estão na corrida para desenvolver um carro autônomo para operações militares, certamente essa tecnologia beneficiará a população civil.



**REFERÊNCIAS**

ABVE. Associação Brasileira de Veículos Elétricos. Relatório 2016. Disponível em: <http://www.abve.org.br/portfolio/relatorio-2016/>. Acesso em: 16 de dez. 2023.

ARRAIS, Carolina de Sousa Martins; TACO, Pastor Willy Gonzales. Estimativa das emissões de gases de efeito estufa no campus da universidade de Brasília em cenários futuros com veículos autônomos. 2020. Disponível em: [https://www.anpet.org.br/anais34/documentos/2020/Aspectos%20Econ%C3%B4micos%20Sociais%20Pol%C3%ADticos%20e%20Ambientais%20do%20Transporte/Transporte%20e%20Meio%20Ambiente/5\\_478\\_AC.pdf](https://www.anpet.org.br/anais34/documentos/2020/Aspectos%20Econ%C3%B4micos%20Sociais%20Pol%C3%ADticos%20e%20Ambientais%20do%20Transporte/Transporte%20e%20Meio%20Ambiente/5_478_AC.pdf). Acesso em: 16 de dez. 2023.

BATISTA, Danilo da Silva.; MORAES, Vinícius César Lourenço; FAESARELLA, Annete Silva; SABLÓN, Vicente Idalberto Becerra. Veículos elétricos e híbridos: Estudo da eficiência energética-perspectiva no cenário nacional. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 10, Vol. 10, pp. 91-120. Outubro de 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenhariaeletrica/veiculos-eletricos>. Acesso em: 17 de dez. 2023.

BRAGA, Pedro Jorge Oliveira. Automação de movimentos veiculares. 2022. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/5159>. Acesso em: 19 de dez. 2023

BRUCE, Chris. Ford F-150 é usada para teste de veículo autônomo do Exército nos EUA. Disponível em: <https://motor1.uol.com.br/news/700243/ford-fl150-teste-autonomo-exercito/>. Acesso em: 19 de dez. 2023.

CANTAMESSA, Claudio. Os desafios de implementação dos veículos autônomos no cenário brasileiro. 2022. Disponível em: <https://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/2980>. Acesso em: 20 de dez. 2023.

COELHO, Alexsandro Ferreira. SAVIPS-uma infraestrutura veicular autônoma em pequena escala para Platoon. 2023. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

GESEL. Grupo de estudo setor elétrico. 2022. Disponível em: [https://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/01\\_IFE%20ME%2096.html](https://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/01_IFE%20ME%2096.html). Acesso em: 20 de dez. 2023.

GONÇALVES, L. F. S. Desenvolvimento de Navegação Autônoma por GNSS. 2011. 192f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2011.

GROOVER, M. P. Automação de Sistemas de Produção e Integrados por Computador Fabricação. Pearson. 5ª Edição. 2018.

MARTINS, Vinícius Manuel. Carro autônomo. Anais da Mostra de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cidadania (MEPEC), v. 2, p. 36-36, 2017.

OCHOA, Davide José Azevedo. Veículos autônomos: desafios para as entidades fiscalizadoras de trânsito. 2023. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream>. Acesso em: 19 de dezembro de 2023.



PISSARDINI, Rodrigo de Sousa; WEI, Daniel Chin Min; JÚNIOR, Edvaldo Simões da Fonseca. Veículos autônomos: conceitos, histórico e estado-da-arte. 2013. Disponível em: [http://www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/publicacao/2013/157\\_AC.pdf](http://www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/publicacao/2013/157_AC.pdf). Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

RODRIGUES, Leonardo Cavalheiro. Fundamentos, tecnologias e aplicações de veículos autônomos. 2017. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16201>. Acesso em: 16 de dezembro de 2023.

SANTOS, Lucas César Breder dos. Implantação de veículos autônomos no contexto brasileiro: avaliação dos fatores que influenciam no interesse de uso com equações estruturais. 2017. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/20480>. Acesso em: 20 de dezembro de 2023.

