

CARROS AUTÔNOMOS E A ADAPTAÇÃO DA INFRAESTRUTURA URBANA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

AUTONOMOUS CARS AND THE ADAPTATION OF URBAN INFRASTRUCTURE: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE

Joaquim Renato de Oliveira Nogueira*
Pedro Airtton Soares Figueiredo**
Victor Almeida Marinho Rêgo***
Zion Gabriel Santos de Lima****
Rafael Adler Madeira Honorato*****
Karine Bessa Porto Pinheiro Vasques*****

RESUMO

Objetivo: Investigar estudos sobre carros autônomos e adaptação da infraestrutura urbana dos anos 2023, 2024 e 2025.

Justificativa: Constata-se que artigos relacionados a carros autônomos e adaptação da infraestrutura urbana são recentes e existem em pouca quantidade, portanto, essa revisão colabora para estimular e expandir estudos nessa temática.

Metodologia: Foi produzida uma revisão sistemática da literatura através do banco de artigos Web of Science entre os anos de 2023 e 2025.

Resultados: Os estudos concluem que na literatura sobre carros autônomos e adaptação da infraestrutura urbana obtêm-se várias propostas de alterações no espaço urbano causados pelos carros autônomos, a exemplo de mudanças em dispositivos auxiliares, estacionamentos, estradas e ruas públicas.

Considerações finais: Conclui-se que a principal função do estudo proposto é identificar pesquisas relacionadas a carros autônomos e adaptação da infraestrutura urbana. Dessa forma, esse estudo abre leques para fomentar mais conteúdos sobre a referida temática.

Palavras-chave: Carros autônomos. Infraestrutura urbana. Revisão da literatura.

ABSTRACT

Objective: To investigate studies on autonomous cars and urban infrastructure adaptation in 2023, 2024, and 2025.

Justification: It has been found that articles related to autonomous cars and the adaptation of urban infrastructure are recent and few in number, therefore, this review contributes to stimulating and deepening studies on this topic.

Methodology: A systematic review of the literature was produced using the Web of Science article database between the years 2023 and 2025.

Results: Studies conclude that the literature on autonomous cars and urban infrastructure adaptation offers several proposals for changes in urban space caused by autonomous cars, with examples in auxiliary devices, parking lots, roads, and public streets.

Final thoughts: It can be concluded that the main function of the proposed study is to identify research related to autonomous cars and the adaptation of urban infrastructure. Thus, this study opens up avenues for promoting more content on this topic.

Keywords: Autonomous vehicles. Urban infrastructure. Literature review.

- 1 - Bacharelado em Engenharia de Mecatrônica – em andamento, Engenharia de Mecatrônica, Departamento da Indústria, Instituto Federal do Ceará (IFCE) – Campus Fortaleza, Brasil, joaquim.nogueira09@aluno.ifce.edu.br
- 2 - Bacharelado em Engenharia de Mecatrônica – em andamento, Engenharia de Mecatrônica, Departamento da Indústria, Instituto Federal do Ceará (IFCE) – Campus Fortaleza, Brasil, pedro.airton06@aluno.ifce.edu.br
- 3 - Bacharelado em Engenharia de Mecatrônica – em andamento, Engenharia de Mecatrônica, Departamento da Indústria, Instituto Federal do Ceará (IFCE) – Campus Fortaleza, Brasil, marinho.victor04@aluno.ifce.edu.br
- 4 - Bacharelado em Engenharia de Mecatrônica – em andamento, Engenharia de Mecatrônica, Departamento da Indústria, Instituto Federal do Ceará (IFCE) – Campus Fortaleza, Brasil, zion.gabriel.santos09@aluno.ifce.edu.br

- 5 - Monitor de Metodologia Científica, Engenharia de Mecatrônica, Departamento da Indústria, Instituto Federal do Ceará (IFCE) – Campus Fortaleza, Brasil, rafael.honorato61@aluno.ifce.edu.br
- 6 - Professora e Orientadora de Metodologia Científica, Engenharia de Mecatrônica, Departamento da Indústria, Instituto Federal do Ceará (IFCE) – Campus Fortaleza, Brasil, karineporto@ifce.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Em um contexto de evolução tecnológica da locomoção global, torna-se necessária uma nova perspectiva acerca da infraestrutura urbana para adaptar os carros autônomos na sociedade. Nesse contexto, Tengilimoglu, Carsten e Wadud (2024) declaram uma necessidade de melhoria na segurança física e na infraestrutura digital para garantir a integração desses veículos no espaço urbano.

Ainda nessas circunstâncias, durante a introdução parcial dos VA's no espaço urbano, ocorrerá a circulação mista dos carros com direção autônoma e carros dirigidos por pessoas. Sangjae et al. (2024) alegam que o fluxo misturado ocasionaria menos acidentes em vias públicas, devido ao tempo de reação menor dos veículos autônomos em contraste aos manuais.

Acerca disso, alguns estudos simularam a integração parcial e total desses veículos, concluindo que estes, andariam confortavelmente por todo o perímetro urbano, mesmo assim a introdução dos VA's deve ser feita de forma gradual e em fases. Por conseguinte, Fayyaz, Skinner, González e Nogués (2025) destacam que as ruas não cumprem apenas a função de mobilidade dos carros, mas também servem como espaços públicos de socialização das pessoas. Portanto, essa passagem deve ser levada em consideração na inclusão gradual dos carros autônomos.

Além disso, os impactos dos carros autônomos são observados na capacidade de suavização do trânsito. De acordo com Hyeokjun, Inhi, Shin e Kitae (2023) classes de direções caracterizadas por heterogeneidade afetam diretamente o fluxo de veículos. Enquanto os seres humanos tomam decisões baseadas na visão, os VA's baseam suas tomadas de decisão em sensores e comunicação, essas divergências nos processos de decisão levam à heterogeneidade.

À vista disso, convém informar que a integração dos carros autônomos na sociedade leva a grandes mudanças no espaço urbano, sejam mudanças para

segurança dos passageiros, quanto mudança na segurança dos transeuntes. Além de que, como mencionado anteriormente, podem impactar diretamente o fluxo do trânsito das cidades. Diante do que foi dito, observa-se a importância de estudos relacionados ao tema de veículos autônomos no espaço urbano, pois existem poucas e recentes pesquisas acerca desse assunto que necessita de atenção e cuidados.

Diante desse contexto, o objetivo deste artigo é identificar estudos acerca do tema carros autônomos e adaptação da infraestrutura urbana entre os anos de 2023 até 2025 e responder o seguinte questionamento: Quais impactos dos carros autônomos na infraestrutura urbana podem ser observados na literatura?

Com esse fim, este artigo está organizado da seguinte forma: A seção 2 mostra o Referencial Teórico dos carros autônomos e adaptação da infraestrutura. A seção 3 descreve a Metodologia utilizada para o estudo. A seção 4 mostra a apresentação e análise dos dados coletados. Por fim, a seção 5 exhibe as considerações finais dos resultados do estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CARROS AUTÔNOMOS

Os veículos autônomos (AV's) são veículos, carros, conduzidos sem motorista, que iniciaram seu desenvolvimentos em 2010 e, desde então, têm evoluído seu sistema de direção de acordo com a evolução tecnológica, segundo Hyeokjun Jang, Inhi Kim, Shin Hyoung Park e Kitae Jang (2023). Ademais, juntamente com a evolução da tecnologia, o intercâmbio de informações disseminou o desenvolvimento do sistema de direção dos AV's.

Sob a previsão do impacto dos AV's no tráfego urbano, considera-se a sua heterogeneidade no fluxo viário. Os veículos autônomos representam uma nova tipagem de veículos, que é diferente dos veículos dirigidos por humanos (HV's) devido a sua tomada de decisão. Porque, enquanto os HVs decidem sua movimentação baseados em suas visões, os AV's tomam as decisões por meio de sensores e sistemas computacionais.

Essa heterogeneidade de processamento de informação e de tomada de decisão impactam o fluxo de tráfego de centros urbanos, o que pode influenciar a

eficiência da rede viária. Em áreas urbanas, onde há múltiplos cruzamentos semaforizados e periódicas paradas e partidas, essas diferenças tendem a intensificar os efeitos sobre a eficiência do tráfego, reforçando a necessidade de adaptações na infraestrutura e na gestão viária.

Dessa maneira, adequações na infraestrutura física, tais quais sinalização horizontal e marcações viárias bem definidas, fazem-se essenciais para a percepção correta do ambiente pelo computador, garantindo segurança e eficiência no trânsito.

2.2 ADAPTAÇÃO DA INFRAESTRUTURA

Conhecendo as capacidades da tecnologia em destaque, para preparar políticas de adaptação adequadas e economicamente viáveis para a infraestrutura, é necessário primeiro entender qual o nível de preparo atual das ruas para os carros autônomos. Nesse sentido, Tengilimoglu, Carsten e Wadud (2024) revelam uma grande heterogeneidade no grau de prontidão das estradas e uma alta dispersão nas vias categorizadas como extremamente desafiadoras, o que gerou grandes barreiras para a conclusão de viagens por carros autônomos.

Além disso, os autores em questão também apresentam que as estradas com baixo preparo infraestrutural obrigavam os carros autônomos a tomar rotas maiores, aumentando o impacto ambiental deles em relação aos dirigidos por humanos. Essa descoberta, juntamente com outras que serão mostradas a seguir, reforça a importância de uma infraestrutura adequada para acomodar os carros autônomos e a transição até que sejam amplamente utilizados.

Na perspectiva do espaço urbano, Fayyaz et al. (2025) afirmam que ao remover faixas laterais de estacionamento e reduzir o tamanho das faixas, um alto compartilhamento dos carros autônomos permitirá a liberação de uma porção considerável das vias. Segundo os mesmos autores, essas novas zonas vazias poderão ser ressignificadas em ambientes úteis com foco nos cidadãos e não nos carros, como maiores calçamentos, áreas verdes ou ciclovias, por exemplo.

Ainda nesse aspecto, Zhang, Rui e Qi (2025) entendem que o compartilhamento das vias por carros autônomos e não autônomos, durante uma transição gradual entre as modalidades, gerará uma demanda variável por vagas de

estacionamento, tornando a quantia atual escassa ou exagerada. Esse fator dinâmico exige a introdução de um formato de estacionamento versátil que fornece e libera espaços conforme a necessidade por meio de sensoriamento inteligente, substituindo o formato fixo.

Também ao longo dessa transição, Sarran e Hassan (2025) mostram que esse cenário com ambos os tipos de veículos, seria mais seguro ao impor, nas interseções das pistas, limites de velocidade menores para os carros autônomos. Essa ação diminuiria consideravelmente a probabilidade de conflitos não resolvidos.

Em relação à segurança e à eficiência dos carros autônomos, Bernabei e Secchi (2025) apresentam uma relevante melhora ao utilizar funções de controle de barreira (ferramentas matemáticas usadas para garantir a permanência do sistema em uma região de circunstâncias consideradas como seguras) emparelhadas com sensores na infraestrutura. Essas funções permitem a comunicação Veículo-Infraestrutura (V2I), aumentando a consciência situacional dos carros e proporcionando uma tomada de decisão embasada em mais informações.

Por fim, com a grande maioria dos carros autônomos sendo elétricos, Hong e Shi (2023) destacam a importância do planejamento de uma infraestrutura para carregar esses veículos. Os autores apresentam o posicionamento de centros de carregamento baseado nas redes viárias urbanas e em pontos de interesse como a forma mais eficaz de implementá-los na cidade.

3. METODOLOGIA

Diante do que foi apresentado, nesta revisão da literatura foram utilizados artigos da base dados do web of science entre os anos de 2023 a 2025, percorrendo sobre carros autônomos com foco na infraestrutura urbana.

Para tal foram usados filtros de pesquisas específicos para obtenção de estudos na área que a seguir será mostrado usando e adaptando o modelo sugerido por Naser e Majeed et al. (2024), que é composto por três etapas principais: Planejamento, Condução e Divulgação dos Resultados. Essas etapas são divididas em várias sub etapas, como mostra o Quadro 1.

Planejamento	Etapa 1	Seleção do tema
Condução	Etapa 2	Definição da base de dados para a pesquisa
	Etapa 3	Seleção do intervalo de tempo das pesquisas selecionadas
	Etapa 4	Escolha das palavras chaves
	Etapa 5	Definição dos critérios de pesquisa
Resultados	Etapa 6	Análise dos artigos selecionados, mostrando a evolução do tema ao longo do tempo, os países de origem dos estudos, os periódicos e instituições onde foram publicados, os principais autores, as metodologias utilizadas e os principais temas discutidos.

Quadro 1: Etapas de Pesquisa

Fonte: elaborado pelos autores a partir de Tranfield, Denyer e Smart (2025).

Conforme o modelo de pesquisa adotado, a primeira etapa consistiu na definição da temática. A escolha do tema justifica-se pelo constante avanço da tecnologia de carros autônomos, que trará mudanças significativas em relação ao cenário atual. No presente artigo, identificou-se que a infraestrutura urbana será uma das áreas mais afetadas por esse novo conceito, dada a necessidade de um ambiente que se adapte a tais tecnologias. Diante dessa preocupação, elaborou-se este estudo, configurando uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de buscar produções científicas sobre o tema entre 2023 e 2025.

A etapa 2 refere-se à escolha da base de dados. Selecionou-se a *Web of Science* devido à sua confiabilidade e relevância comprovadas, sendo utilizada em 81 países e contando com mais de 11 mil periódicos (*journals*) indexados desde 1900 (Thomson Reuters, 2018). Na etapa 3, definiu-se o intervalo temporal da busca; para este estudo, optou-se pelo período de 2023 a 2025, visto que os carros autônomos são um tema recente e impulsionado pelo grande avanço da Inteligência Artificial nesse intervalo.

Já na quarta fase, foram estabelecidas as palavras-chave utilizadas na pesquisa: “autonomous”, “car”, “infrastructure” e “urban”. Referente à etapa 5, trataram-se os critérios de seleção e exclusão. Com o período estipulado e os

termos retirados do título, aplicaram-se operadores lógicos (booleanos) para a construção da seguinte string de busca:

("autonomous" AND "infrastructure" AND "urban" AND "car" NOT "Categories da Web of Science: *Public Environmental Occupational Health or Energy Fuels*")

Deste modo, foram selecionados 10 artigos que serviram como base para este estudo. Em seguida, tais trabalhos foram organizados em uma lista com seus respectivos títulos e endereços na Web of Science, procedendo-se à leitura técnica de cada exemplar. Na sexta e última etapa, ocorre a divulgação dos resultados. Os 10 artigos lidos integralmente serão discutidos na seção seguinte, constatando-se a evolução do tema ao longo do período selecionado, bem como a origem, os periódicos e as instituições dos estudos analisados.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Seguidamente, são apresentados os dados das pesquisas obtidas em questão dos *journals* publicados e *Journal Citation Indicator* (JCI), também será demonstrado as pesquisas em questão de país de origem e as datas de publicação.

Dos 33 artigos encontrados na pesquisa, foram selecionados 10 estudos com aspectos relevantes sobre o tema. Então, a partir disso foram encontrados 10 *journals* em que esses artigos foram publicados. Esta informação é de grande relevância para o conhecimento dos principais periódicos em que essa temática pode ser estudada. O Quadro 2 a seguir expõe os *journals* encontrados e seus respectivos *Journal Citation Indicator*.

Principais <i>Journals</i>	JCI
IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems	Dados indisponíveis para consulta
APPLIED MOBILITIES	0.51
SMART CITIES	1.57
URBAN DESIGN INTERNATIONAL	1.35
TRANSPORTATION RESEARCH RECORD	0.36

INTERNATIONAL JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING COMPUTATIONS	0.34
JOURNAL OF TRANSPORT GEOGRAPHY	1.88
TRAVEL BEHAVIOR AND SOCIETY	1.31
TRANSPORTATION RESEARCH INTERDISCIPLINARY PERSPECTIVES	0.95
BUILDINGS	0.62

Quadro 2: Principais journals da temática de carros autônomos e infraestrutura urbana.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Marina e Fernando (2020)

O Quadro 2 mostra as respectivas indicações de citação de cada journal escolhido, é importante mencionar a importância de verificar esses fatos em uma revisão sistemática da literatura para identificar os melhores artigos sobre o estudo escolhido. Portanto, os *journals* com mais impacto sobre a referida temática são os JOURNAL OF TRANSPORT GEOGRAPHY, URBAN DESIGN INTERNATIONAL, TRAVEL BEHAVIOR AND SOCIETY e SMART CITIES. Nota-se, que a revista IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems não possui dados de JCI disponíveis para consulta por se tratar de um evento. Todavia, o artigo foi selecionado pois seu conteúdo é atrelado a temática escolhida.

Além disso, tornou-se importante investigar os países onde os estudos foram produzidos. Então o Quadro 3 demonstra os respectivos países e continentes dos estudos.

Continente	País
Ásia	Coréia do Sul Japão China
Oceania	Austrália
Europa	Espanha Escócia Inglaterra
América do Norte	Estados Unidos Canadá

Quadro 3: País e continente de origem dos estudos.

Fonte: Criado pelos autores (2025).

Dessa forma, pelo Quadro 3, nota-se que há estudos sobre o tema carros autônomos e infraestrutura urbana em diversos países da Europa e Ásia. Pois, de fato, esses são os continentes com o maior desenvolvimento e difusão de carros autônomos dentre todos os continentes. Contudo, os Estados Unidos têm destaque por ser o país de origem dos carros autônomos.

O Quadro 4 mostra a respectiva quantidade de estudos acerca de cada continente.

Continente	Quantidade de estudos
Ásia	5
Europa	2
América do Norte	2
Oceania	1

Quadro 4: Quantidade de estudos por continente.

Fonte: Criado pelos autores (2025).

Diante do Quadro 4, é observado que a maior parte dos estudos concentra-se no continente asiático com cinco artigos apurados. Assim, estes fatos levam à percepção de que a grande difusão e desenvolvimento dos carros autônomos nos países asiáticos levaram a uma maior pesquisa sobre a adaptação da infraestrutura urbana, assunto discutido neste artigo.

O gráfico 1 a seguir mostra a quantidade de artigos publicados acerca de seus anos de publicação.

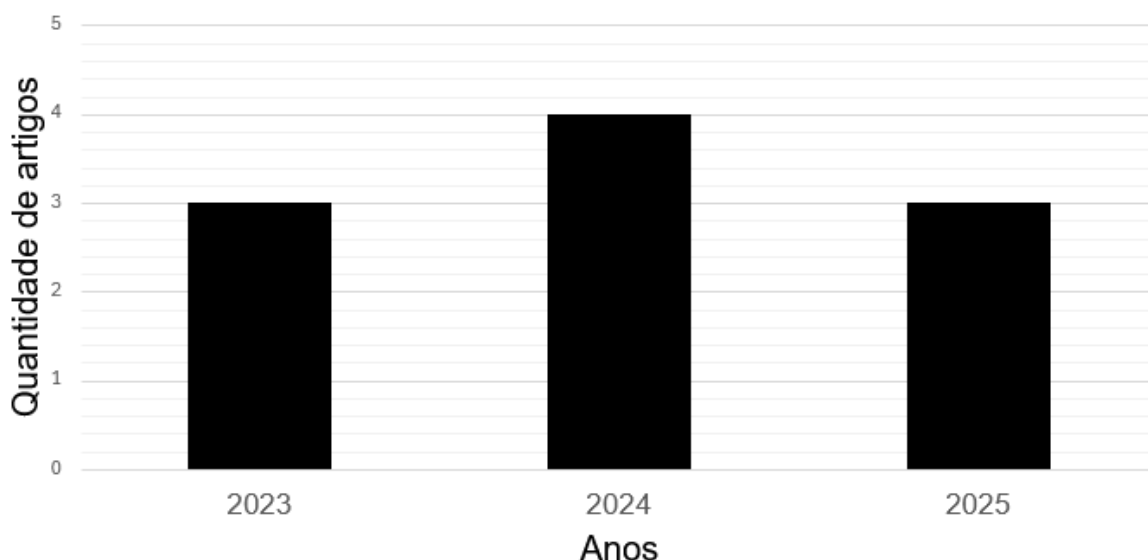


Gráfico 1: Relação entre quantidade de artigos por ano de publicação.
 Fonte: Criado pelos autores (2025).

O Gráfico 1 anterior demonstra que a quantidade de artigos foram publicados em quantidades parecidas nas amostras coletadas. Diante disso, dos 33 artigos encontrados na pesquisa da Web of Science em geral sobre esse tema mostra distribuições parecidas dentre os respectivos anos, com uma tendência de crescimento nos últimos dois anos. Sendo assim, é frisada a atualidade desse tema. Além disso, só foram encontrados artigos com boa relação ao tema entre os anos escolhidos, já que a tecnologia autônoma ainda não estava difundida o suficiente para se pensar em impactos na infraestrutura urbana. Portanto, os pesquisadores notaram há poucos anos que a adaptação urbana aos carros autônomos é um estudo que merece ser abordado.

Também é importante abordar as áreas de estudo encontradas em cada artigo, os dados coletados podem ser conferidos no Quadro 5.

Área de estudo	Quantidade
Engenharia	5
Transporte	5
Planejamento e estudo urbano	3
Ciências do transporte e tecnologia	2

Geografia	2
Arquitetura	1
Automação e controle de sistemas	1
Ciências da computação	1
Economia	1
Inteligência artificial	1
Pesquisa Operacional e Ciência da Gestão	1
Tecnologia da construção	1

Quadro 5: Quantidade de artigos em cada área de estudo.

Fonte: Criado pelos autores (2025).

No Quadro 5, observa-se as áreas de estudo dos 10 artigos selecionados. Estes dados são coletados do banco de dados *Web of Science*. A partir disso, temos as seguintes áreas de estudo: Engenharia, Transporte, Planejamento e estudo urbano, Ciências do transporte e tecnologia, Geografia, Arquitetura, Automação e controle de sistemas, Ciências da computação, Economia, Inteligência artificial, Pesquisa Operacional e Ciência da Gestão e Tecnologia da construção. Portanto, ressalta-se a conexão que essas áreas têm com o tema levando em consideração a quantidade de cada uma. Também é válido destacar que um mesmo estudo pode ter diversas áreas, este fato exalta a pluralidade dos estudos, melhorando a discussão sobre o tema.

O Quadro 6 apresenta os estudos selecionados na Web of Science com relação aos autores e ano de publicação.

Estudos escolhidos	Autores e data de publicação
<i>Analyzing the Impact of Autonomous Vehicles on Urban Traffic Flow at the Large Scale Network Using Real-World Data</i>	Hyeokjun, Inhi, Shin Hyung e Kitae (2023)
<i>Beyond the Driverless Car: A Typology of Forms and Functions for Autonomous Mobility</i>	Ryan, Jathan, Robyn, Stewart, Martin e Eduardo (2023)

<i>A citizen perspective on designing driverless streets</i>	Maryam, Nicholas, Esther e Soledad (2025)
<i>Driving Safety Evaluation of Mixed Car-Following Situations by Autonomous and Manual Vehicles at Urban Interrupted Road Facilities</i>	Sangjae, Young, Hojae, Juneyoung e Cheol (2024)
<i>The effects of infrastructure quality on the usefulness of automated vehicles: A case study for Leeds, UK</i>	Oguz, Oliver e Zia (2024)
<i>Effects of autonomous driving on residential location choice behavior: A travel-based multitasking perspective</i>	Ryusei, Makoto e Akimasa (2024)
<i>Designing for street livability in the era of driverless cars</i>	Bruce e William (2023)
<i>Residents' Acceptance of Shared Autonomous Vehicles (SAVs) and Its Impact on Community Parking Demand Under Urban Regeneration: The Case of the Qintai Community in Wuhan, China</i>	Yujie, Yuan, Rui e Jiayue (2025)
<i>A multi-objective site selection of electric vehicle charging station based on NSGA-II</i>	Zhand e Feifan (2024)
<i>Intersection Sight Distance in Mixed Automated and Conventional Vehicle Environments with Yield Control on Minor Roads</i>	Sean e Yasser (2025)

Quadro 6: Estudos escolhidos relacionados aos autores e data de publicação.

Fonte: Criado pelos autores (2025).

Nos seguintes parágrafos, será dissertado sobre cada artigo escolhido e suas contribuições sobre a temática discutida na presente pesquisa - Carros autônomos e a adaptação da infraestrutura urbana.

O estudo de Hyeokjun, Inhi, Shin Hyoung e Kitae (2023) utilizaram um simulador com diversas variáveis e condições diferentes de condução com veículos autônomos. Os autores chegaram à conclusão experimental que a adesão dos carros autônomos nas vias públicas tornaria o fluxo na cidade mais suave, além de evitar acidentes, já que os AVs conduzem com maior distância de segurança, dessa forma, podendo alterar o design dos elementos de contenção e orientação das vias públicas. Portanto, os criadores da pesquisa concluem, com destaque, que os carros autônomos são um passo importante para a alteração e otimização da rede urbana.

Ryan, Jathan, Robyn, Stewart, Martin e Eduardo (2023) partem para uma ideia urbana inédita, sendo essa adaptar os carros autônomos para circularem

alternativamente nas vias compartilhadas com pedestres, como um campus universitário. Dado isso, chegam à conclusão que o futuro dos AVs será em espaços não projetados para carros, onde os cidadãos andam, com o tecido urbano sendo adaptado para que a nova tecnologia possa auxiliar as pessoas, seja em shoppings, hospitais e até nas calçadas, levando os carros autônomos para outro patamar de utilidade.

Já a pesquisa de Maryam, Nicholas, Esther e Soledad (2025) propõe que a chegada dos carros autônomos é uma grande oportunidade para redesenhar os ambientes urbanos, partindo do ponto de vista dos cidadãos. Os autores realizaram um estudo em duas cidades diferentes, com 215 respostas apuradas. Como resultados, os moradores preferiram cerca de 50% da diminuição das faixas para os carros e diminuição dos estacionamentos, com isso e os carros autônomos, têm-se o potencial de adaptar o espaço urbano para meios mais sustentáveis, com requalificações para atender as necessidades das pessoas, como aumentar as ciclofaixas, invés de priorizar os carros.

Avaliando a segurança com apenas carros autônomos e situação mista de condução Sangjae et al. (2024) compararam as situações descritas em diferentes cruzamentos utilizando um simulador. Dessa forma, apontaram provas e dados que a adição de veículos autônomos tornariam os cruzamentos mais seguros e eficientes, tanto para os passageiros quanto para os pedestres. Em consequência disso, a presença dessa segurança levaria aos perímetros urbanos poderem ser construídos ou reconstruídos de uma maneira diferente.

No estudo do caso Leeds Oguz, Oliver e Zia (2024) tratam do impacto dos veículos autônomos na infraestrutura rodoviária e como sua adaptação poderia ajudar os veículos a percorrerem as estradas com mais eficiência. Como conclusão, seus autores consideraram a infraestrutura urbana atual pouco desenvolvida para o melhor fluxo para os AVs, principalmente em zonas rurais, onde eles seriam de grande ajuda. Portanto, para extrair o máximo dessa tecnologia, é preciso modernizar a infraestrutura já construída.

Ryusei, Makoto e Akimasa (2024) exploram a idealização da expansão da escolha residencial no espaço urbano, já que os carros autônomos permitem a realização de multitarefas durante o deslocamento, potencialmente levando a tempos de deslocamento mais longos ao trabalho, por exemplo. A partir da pesquisa, foi deduzido que a utilização dos carros autônomos influencia

modestamente na escolha de residências, principalmente por pessoas que conseguem realizar outras funções durante a viagem. Sendo assim, outros fatores devem ser levados em consideração para que essa intervenção aumente, como a acessibilidade do valor do aluguel em áreas mais afastadas.

A automação no transporte tem o potencial de alterar drasticamente as viagens e paisagens urbanas nos próximos anos (Bruce e William, 2023). Esse trabalho busca oferecer uma visão geral dos atributos de carros autônomos que podem embelezar o espaço urbano ou prejudicá-lo. Dessa forma, seus autores chegam a uma resposta de adaptação do espaço urbano com carros autônomos mais humanizada, sua função poderá ser mais enfatizada para a saúde e mobilidade humana, com limitações de velocidade nos carros autônomos para que se diminua a taxa de acidentes e reinvenções das ruas como espaços para pessoas e contato humano.

Segundo Yujie, Yuan, Rui e Jiayue (2025), nota-se que a demanda por estacionamentos está cada vez mais alta, ocasionando a escassez de vagas nos centros urbanos. Diante dessa questão, a pesquisa focou nos impactos progressivos dos carros autônomos na demanda por estacionamento no contexto de renovação urbana. Dessa forma, chegam a resolução que a utilização dos AVs podem reduzir drasticamente a utilização de veículos particulares e remodelar a estrutura de demanda por estacionamento. Ademais, os carros autônomos têm potencial de oferecer a oportunidade de realocar terrenos de estacionamentos para usos urbanos multifuncionais, diminuindo conflito por usos de espaços em centros urbanos de alta densidade.

Zhand e Feifan (2024) relembram que a implementação dos carros autônomos levam a uma grande necessidade de postos de carregamento. Isto posto, os autores utilizaram um algoritmo para mapear as principais zonas de interesse para a construção de bases de carregamento. Dessa forma, mostra-se que o espaço urbano deve ser adaptado com diferentes esquemas de cobertura para esses carros, com infraestruturas que atendam a demanda gradual de recarga, como resultado, encontraram que a maior parte dos agrupamentos de estações devem ser localizados no centro de cada agrupamento de zonas funcionais.

Dentre os 10 artigos relacionados aos carros autônomos e adaptação da infraestrutura urbana, foram identificados e organizados no Quadro 7 os resultados

de cada pesquisa, relacionados às alterações e adaptações do espaço urbano ocasionadas pela ou para a introdução dos carros autônomos.

Autores	Resultados propostos
Hyeokjun, Inhi, Shin Hyoungh e Kitae (2023)	Alteração no fluxo de trânsito nas vias urbanas e no mobiliário urbano de trânsito.
Ryan, Jathan, Robyn, Stewart, Martin e Eduardo (2023)	Mudança no tecido urbano para que carros autônomos sirvam de utilitários em espaços projetados para pedestres.
Maryam, Nicholas, Esther e Soledad (2025)	Menos priorização do espaço urbano para os carros e diminuição dos estacionamentos, espaços com foco nos cidadãos.
Sangjae, Young, Hojae, Juneyoung e Cheol (2024)	Reconstrução dos cruzamentos com foco na segurança gerada pela condução autônoma.
Oguz, Oliver e Zia (2024)	Modernização da infraestrutura das estradas, principalmente em zona rural, para melhor fluxo dos AVs.
Ryusei, Makoto e Akimasa (2024)	Adesão dos carros autônomos influencia na escolha de residências, podendo ter maior afastamento dos centros urbanos
Bruce e William (2023)	Reinvenção dos espaços urbanos e limites de velocidade para que as ruas se tornem espaços com mais foco humanitário.
Yujie, Yuan, Rui e Jiayue (2025)	Redução e remodelação da estrutura física e demanda dos estacionamentos, com a criação de espaços multifuncionais.
Zhand e Feifan (2024)	Mapeamento urbano para criação de agrupamentos de postos de carregamentos de AVs com foco nos centros das cidades para atender a demanda gradual de recarga.

Quadro 7: Adaptações propostas pelos autores das pesquisas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A partir do Quadro 7, aponta-se as principais adaptações que os carros autônomos podem ocasionar na estrutura urbana identificadas pelos autores na ampliação da utilização dos carros autônomos. Dessa forma, o Quadro 7 efetiva a proposta desse estudo, que é identificar estudos na temática dos carros autônomos e adaptação da infraestrutura urbana entre os anos de 2023 e 2025 e verificar quais impactos no espaço urbano os carros autônomos podem provocar são identificados na literatura. Logo, essas são as orientações observadas no que tange aos carros autônomos na adaptação da infraestrutura urbana.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que o objetivo foi alcançado - Investigar estudos sobre carros autônomos e adaptação da infraestrutura urbana dos anos 2023 a 2025. A partir da revisão sistemática da literatura, verificou-se que a introdução de veículos autônomos (VAs) tende a impactar mudanças significativas no ambiente viário urbano, exigindo adequações na infraestrutura das cidades.

Os estudos apontam que as principais adequações se tratam de mudanças acerca de: fluxo de tráfego, configuração de vias e cruzamentos, redução e flexibilização de áreas de estacionamento, ampliação de espaços destinados a pedestres e ciclistas e implementação de sistemas inteligentes de comunicação entre o veículo e a infraestrutura e a adoção de pontos de recarga elétrica. Portanto, nota-se que os VAs não impactam somente a mobilidade urbana, mas também a sua organização espacial e a forma como o espaço público é utilizado.

Por fim, observa-se que os estudos acerca da infraestrutura urbana e carros autônomos ainda são recentes e escassos, o que fortifica a relevância da necessidade da continuidade da investigação deste tema em artigos futuros. Dessa forma, quanto às recomendações para o aprofundamento deste artigo, sugere-se a investigação da aplicação de veículos autônomos na infraestrutura de diferentes realidades sociais urbanas, bem como os seus impactos sociais e econômicos decorrentes da adoção intensiva de VAs.

6. REFERÊNCIAS

APPLEYARD, B.; RIGGS, W. Designing for street livability in the era of driverless cars. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, [S. l.], v. 21, p. 100868, set. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100868>. Acesso em: 12 nov. 2025.

FAYYAZ, M. et al. A citizen perspective on designing driverless streets. **Urban Design International**, [S. l.], 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1057/s41289-025-00297-0>. Acesso em: 25 nov. 2025.

HONG, Z.; SHI, F. A multi-objective site selection of electric vehicle charging station based on NSGA-II. **International Journal of Industrial Engineering Computations**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 293-306, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2023.9.003>. Acesso em: 24 dez. 2025.

JANG, H. et al. Analyzing the Impact of Autonomous Vehicles on Urban Traffic Flow at the Large Scale Network Using Real-World Data. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS (ITSC), 26., 2023, Bilbao. **Proceedings** [...]. [S. l.]: IEEE, 2023. p. 5530-5535. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ITSC57777.2023.10421991>. Acesso em: 25 nov. 2025.

JONES, R. et al. Beyond the Driverless Car: A Typology of Forms and Functions for Autonomous Mobility. **Applied Mobilities**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 26-46, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23800127.2021.1992841>. Acesso em: 25 nov. 2025.

KAKUJO, R.; CHIKARAISHI, M.; FUJIWARA, A. Effects of autonomous driving on residential location choice behavior: A travel-based multitasking perspective. **Travel Behaviour and Society**, [S. l.], v. 36, p. 100790, jul. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2024.100790>. Acesso em: 25 nov. 2025.

LEE, S. et al. Driving Safety Evaluation of Mixed Car-Following Situations by Autonomous and Manual Vehicles at Urban Interrupted Road Facilities. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, Washington, v. 2678, n. 8, p. 772-784, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/03611981231222237>. Acesso em: 25 nov. 2025.

SARRAN, S.; HASSAN, Y. Intersection Sight Distance in Mixed Automated and Conventional Vehicle Environments with Yield Control on Minor Roads. **Smart Cities**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 73, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/smartcities8030073>. Acesso em: 24 dez. 2025.

TEIXEIRA DE SOUZA, M.; ALMADA SANTOS, F. C. Operational Skills and Industry 4.0: Systematic Literature Review. **Future Studies Research Journal: Trends and Strategies**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 264-288, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2020.v12i2.499>. Acesso em: 25 set. 2025.

TENGILIMOGLU, O.; CARSTEN, O.; WADUD, Z. The effects of infrastructure quality on the usefulness of automated vehicles: A case study for Leeds, UK. **Journal of Transport Geography**, [S. l.], v. 121, p. 104042, out. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2024.104042>. Acesso em: 25 nov. 2025.

ZHANG, Y. et al. Residents' Acceptance of Shared Autonomous Vehicles (SAVs) and Its Impact on Community Parking Demand Under Urban Regeneration: The Case of the Qintai Community in Wuhan, China. **Buildings**, [S. l.], v. 15, p. 4064, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/buildings15224064>. Acesso em: 18 dez. 2025.