



IMPACTO DA INTRODUÇÃO DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS NO USO DO SOLO: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Victor Hugo Moreira Ferreira ¹
Kamila de Fátima Machado Paiva ¹
Luisa Muglia Souza ¹
José Alberto Barroso Castañon ¹

Universidade Federal de Juiz de Fora ¹

RESUMO: A introdução dos veículos autônomos nas cidades permitirá que os automóveis se locomovam sem a necessidade de um ser humano comandar suas ações. A partir disso, espera-se que essa mudança da frota modifique a interação dos veículos com os usuários, pedestres e ambientes urbanos. Portanto, o objetivo deste artigo foi avaliar a relação do uso do solo a partir da introdução dos VAs, investigar essas transformações decorrentes e auxiliar no planejamento dessas áreas, de maneira a mitigar os efeitos negativos e fomentar os positivos. Para a realização do estudo, foram utilizadas técnicas de Revisão Sistemática de Literatura. Consequentemente, dentre os resultados obtidos, destaca-se a necessidade de integrar a tomada de decisões entre os órgãos da administração pública, sejam elas por intervenções diretas na infraestrutura ou por vias regulatórias e fiscais. Com isso, espera-se que os resultados possam servir de auxílio na tomada de decisões acerca do tema.

Palavras-chave: Veículos autônomos. Planejamento urbano. Uso do solo.

ABSTRACT: The introduction of autonomous vehicles in cities will allow cars to move around without the need for a human being to control their actions. From this, it is expected that this change in the fleet will modify the interaction of vehicles with users, pedestrians and urban environments. Therefore, the objective of this article was to evaluate the relationship between land use following the introduction of VAs, investigate these resulting transformations and assist in the planning of these areas, in order to mitigate the negative effects and encourage the positive ones. To carry out the study, Systematic Literature Review techniques were used. Consequently, among the results obtained, the need to integrate decision-making between public administration bodies stands out, whether through direct interventions in infrastructure or through regulatory and fiscal channels. Therefore, it is hoped that the results can serve as an aid in making decisions on the topic.

Palavras-chave: Autonomous vehicles. Urban planning. Land use.



1. INTRODUÇÃO

O termo “veículos autônomos” (VAs) se refere aos carros ou caminhões que podem ser conduzidos sem a necessidade da intervenção de um ser humano para operá-lo. Segundo a Sociedade dos Engenheiros Automotivos (SAE), é possível classificar o grau de automação em até cinco níveis. Essa categorização se inicia a partir do 0, em que não se manifesta qualquer condição tecnológica além da mecanização, e chega até o nível 5, em que os carros apresentam total independência, ou seja, automação completa (SAE, 2021).

Apesar de os VAs ainda estarem em desenvolvimento e não existir uma previsão assertiva de quando eles estarão disponíveis no mercado, é esperado que a introdução deles no contexto urbano crie novas demandas. Conseqüentemente, esse serviço será responsável por efeitos ainda hipotéticos. Tais decorrências aos sistemas de transporte terrestre afetarão tanto a eles quanto à infraestrutura responsável por atender o suporte deste novo serviço (DUARTE E RATTI, 2018). Assim, supõe-se um novo arranjo espacial para as cidades, a partir de usos e desusos das áreas municipais.

O planejamento é uma atividade predecessora ao desenvolvimento de qualquer ação. Seu principal objetivo é roteirizar atividades que irão acontecer e, conseqüentemente, antever problemas antes que ocorram. Nessa condição, a organização do processo construtivo e de desenvolvimento de uma cidade dialoga entre pontos que permitam a acomodação e movimentação dos seus residentes. Portanto, é indispensável estudar o impacto de novos agentes de transporte, como os veículos autônomos, que são considerados uma tecnologia disruptiva (FAGNANT E KOCKELMAN, 2015), a fim de compreender as orientações que devem ser seguidas para um projeto urbano mais efetivo.

Dessa forma, o objetivo do artigo será investigar a relação entre o uso do solo e a introdução de veículos autônomos, explorando os impactos e desafios do tema, e quais as suas implicações para a mobilidade urbana. Logo, espera-se que as informações contidas possam auxiliar em políticas públicas que sejam desenvolvidas e, posteriormente, efetuadas de forma ativa, a fim de impedir o desenvolvimento de um ambiente hostil à mudança, quando ela ocorrer.

2. METODOLOGIA

A pesquisa se deu nos moldes de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Para realização do processo de RSL, foram empregadas as recomendações metodológicas de Mohler *et al.* (2015), que apresenta preceitos do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* - PRISMA (MOHER *et al.*, 2015). Mais especificamente, utilizou-se o seu fluxograma em quatro etapas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão dos artigos. Um resumo desse processo foi elaborado no fluxograma seguinte (Figura 1).

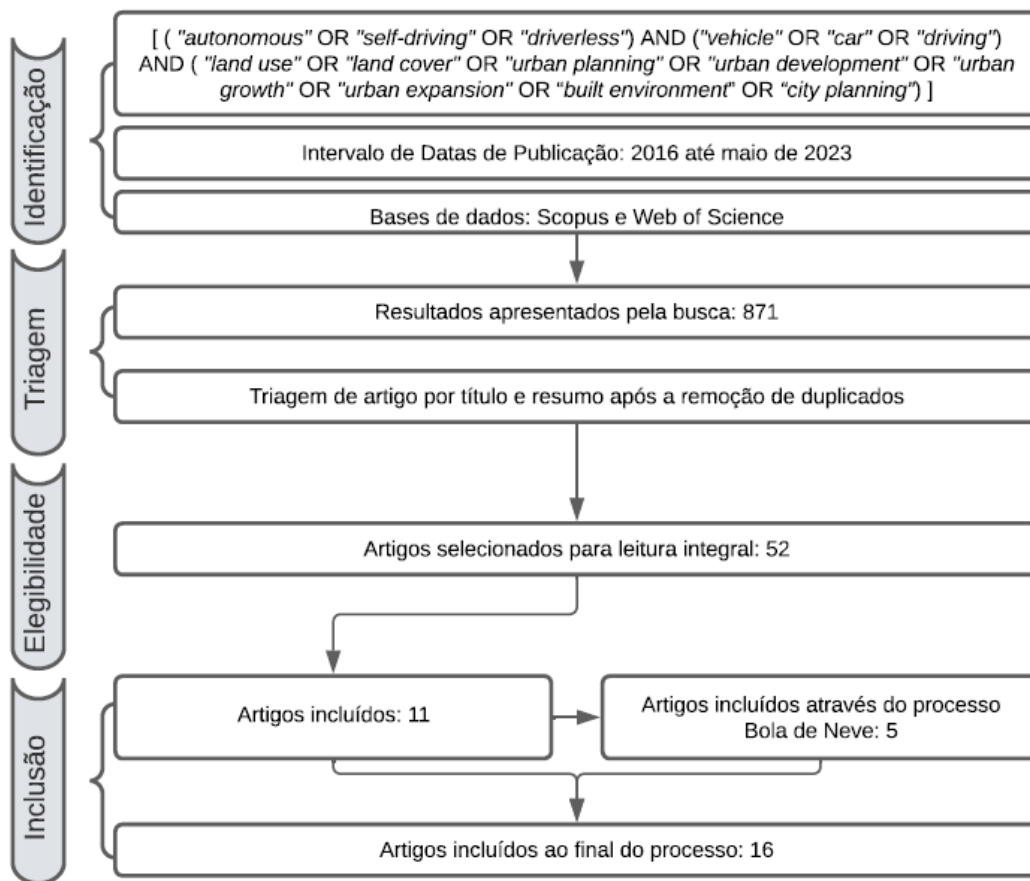


Figura 1 - Fluxograma demonstrando a metodologia adotada
 Fonte: Autores

Esse processo de seleção de artigos ocorreu durante o mês de maio de 2023. Neste, foram utilizadas duas bases de dados para o processo de triagem: Scopus e Web of Science. As buscas foram realizadas em inglês, a fim de abranger um maior número de resultados. Os termos utilizados foram: [("autonomous" OR "self-driving" OR "driverless") AND ("vehicle" OR "car" OR "driving") AND ("land use" OR "land cover" OR "urban planning" OR "urban development" OR "urban growth" OR "urban expansion" OR "built environment" OR "city planning")]. Foram incluídos artigos originais publicados entre 2018 e 2023. Outros trabalhos foram selecionados por meio do processo de bola de neve, quando este era conveniente. Monografias, dissertações, teses, artigos de opinião ou de congressos e outros estudos foram descartados. Com essas observações, ao todo, foram obtidos 871 resultados no total das duas bases de dados. Desta contagem, 52 artigos foram considerados elegíveis para leitura e outros 10 artigos foram também considerados a partir da técnica bola de neve.

A etapa seguinte consistiu no estudo dos artigos selecionados, sendo que 16 foram considerados para a inclusão. Conseqüentemente, os dados foram analisados criticamente de maneira a integrá-los ao tema, ajustando-os para que pudesse cumprir os objetivos do artigo. A estruturação resultou em quatro tópicos de análise. Inicialmente foram descritas tendências da adoção de veículos autônomos. Em seguida, elaborou-se um prognóstico do impacto dos VAs sobre as grandes cidades. Conseqüentemente, foi analisada a reorganização do espaço urbano. Por fim, foram abordados os desafios para amenizar os resultados anteriores.



3. TENDÊNCIAS DA ADOÇÃO DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS

O desenvolvimento dos Veículos Autônomos ocorre pelo menos desde meados do século passado. Segundo Kuru e Khan (2021), a produção desses carros se iniciou na década de 60. Contudo, os primeiros casos de relativo sucesso começaram a ocorrer apenas dois decênios depois. Ainda de acordo com os autores, o principal desenvolvimento do setor tem ocorrido por conta de melhorias recentes, como uma maior automatização de processos através da inserção de sensores e Inteligência Artificial (IA).

Alguns aspectos que incitam a continuidade dos estudos durante esse período são os benefícios diretos que o uso dos VAs proporcionará ao trânsito de maneira geral. Para Gavanas (2019), espera-se que ocorra um aumento da qualidade dos serviços de transporte, a partir da maior uniformidade no comportamento das viagens, com perfis de velocidade mais estáveis. Com essa alteração, almeja-se uma redução no número de acidentes em função do aumento da segurança provocado pela mudança da indústria automotiva.

Ainda existem suposições a respeito de quando os veículos serão incorporados a maior parte dos usuários do sistema de transporte terrestre. Com base na Teoria da Difusão da Inovação elaborada por Everett Rogers (1962), alguns prognósticos podem ser elaborados quanto à forma que irá ocorrer esse processo. Fundamentados na teoria anterior, os autores Gelauff, Ossokina e Teulings (2019) analisam que, durante a transição da substituição dos veículos convencionais pelos VAs, três públicos terão maior propensão de utilizá-los logo que estejam disponíveis. São eles: os indivíduos que aderem mais facilmente à inovação, os que optam por maior eficiência e os que irão optar pela substituição modal.

Ainda de acordo com os autores Gelauff, Ossokina e Teulings (2019), o primeiro público consiste em pessoas que moram em cidades e conseqüentemente possuem maior grau de escolaridade. Em decorrência a isso, apresentam menor resistência às inovações tecnológicas. A segunda parcela da população é representada por indivíduos que moram distante do trabalho e, em função disso, transformarão o tempo de viagem em tempo útil. Por fim, o terceiro grupo seria composto por pessoas que utilizam o transporte coletivo e transitam como passageiros. Consoante a isso, tendem a continuar transitando nesses moldes ao utilizar os VAs. Com essas informações, verifica-se que, independentemente das motivações, não há grande resistência entre pessoas que vivem nas cidades para a aceitação da nova tecnologia.

Para Gruel e Stanford (2016), a partir da adoção dos veículos autônomos, é possível prever três cenários a respeito do comportamento da sociedade quanto a seu uso. No primeiro quadro, apesar da mudança da tecnologia, o comportamento das pessoas permanecerá igual. Portanto, o número de viagens, as distâncias percorridas e as escolhas referentes ao modo de uso do veículo não se alterariam. A situação seguinte, prevê que a nova tecnologia criará novos comportamentos, resultando no aumento de viagens e de distância percorrida, além da diminuição de usuários no transporte público.

Por fim, a última conjuntura prevê que, a partir da mudança de hábitos observada anteriormente, aconteceria também uma modificação no modelo de propriedade. Em função de as pessoas passarem a utilizar carros compartilhados, ocorreria um aumento das viagens por dia de cada carro, reduzindo os custos fixos por viagem. A partir desses cenários, para os autores, a introdução dos VAs não garante a resolução dos problemas atuais de trânsito. Junto a inserção deles, seria preciso aumentar a atratividade do transporte público e desencorajar a expansão urbana.

4. IMPACTO DOS VEÍCULOS AUTÔNOMOS NAS GRANDES CIDADES

Como observado, a introdução dos veículos autônomos é um processo que irá ocorrer conforme a disponibilidade dessa inovação da tecnologia no mercado. Segundo Zhong e Li (2023), o verdadeiro *trade off*, isto é, o real custo no uso dos transportes, para os seus passageiros, é a perda do tempo. Portanto, a fim de evitar esse dispêndio, espera-se que a adesão aos VAs ocorra de maneira célere, conforme a disposição do novo serviço aos usuários.

Com isso, mudanças deverão ser observadas nos grandes centros urbanos, que são os locais mais propensos a incorporar inicialmente essa inovação dessa tecnologia. De acordo com Zakharenko (2016), que elaborou um modelo teórico para analisar esse impacto, será presenciada uma maior urbanização e ocorrerá um aumento dos custos das áreas centrais. Além disso, seria necessário criar estacionamentos próprios para os VAs, já que não ocorreria mudanças na demanda de vagas.

Por outro lado, Zomarev e Rozhenko (2020) avaliaram esse impacto a partir de indicadores econômicos, ambientais, sociais e políticos baseados na cidade de Moscou, na Rússia. Considerando esses pontos, os autores elaboraram os cenários de estagnação, compartilhamento, robotização e mobilidade absoluta. O primeiro se caracteriza pela baixa penetração da mobilidade autônoma e pequeno desenvolvimento da cultura de compartilhamento. O segundo apresenta uma mudança no cenário anterior quanto a um aumento da cultura de compartilhamento da tecnologia por parte dos usuários (mudança de hábito). O terceiro quadro expõe uma situação inversa da anterior, com alta penetração dos VAs no mercado, mas pequena transformação quanto aos hábitos de consumo por parte da população. Por fim, a última circunstância apresenta grande penetração dos VAs no mercado, ao mesmo tempo em que seus usuários mudam seus hábitos quanto à relação de compartilhamento.

A partir desses pontos, os autores destacaram quais os impactos esperados para cada uma das situações, como se expressa no Quadro 1.

Quadro 1 - Impacto dos veículos autônomos sobre a cidade e seus residentes

Cenário	Impacto sobre os residentes	Impacto sobre o Ambiente Urbano
Estagnação	<ul style="list-style-type: none"> ● Acessibilidade de carros pessoais ● Problemas em manter um carro áreas residenciais ● Perda de tempo em engarrafamentos ● Altos custos unitários de viagem ● Baixo acesso a serviços de transporte rodoviário para grupos de baixa mobilidade e baixa renda ● Perda de empregos relacionados ao transporte 	<ul style="list-style-type: none"> ● Engarrafamentos permanentes ● Escassez de vagas de estacionamento ● Necessidade de construir estacionamentos de vários níveis ● Taxa de acidentes reduzida ● Situação ambiental em deterioração

Compartilhamento	<ul style="list-style-type: none"> ● Amplo acesso a serviços de transporte motorizado, independente de riqueza e saúde ● Grupos de baixa a média renda abandonam carros pessoais em favor do compartilhamento de carros ● Baixo custo de viagem mas superior ao público convencional transportado ● Aumento acentuado dos custos de possuir um carro pessoal ● Maior mobilidade ● Perda de empregos relacionados ao transporte 	<ul style="list-style-type: none"> ● Engarrafamentos locais: A capacidade das redes urbanas permanecem inalteradas ● Taxa de acidentes reduzidas ● Melhoria da situação ambiental ● Valorização do solo em áreas com acessibilidade de transporte limitada
Robotização	<ul style="list-style-type: none"> ● Alto apelo para possuir um veículo autônomo ● Baixa acessibilidade de carros pessoais ● Aumento acentuado dos custos para possuir um carro particular convencional ● Perda de empregos relacionados ao transporte ● Menos problemas com estacionamento e armazenamento de veículos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Engarrafamentos permanentes sem acidentes de trânsito ● Necessidade de construção de estacionamentos automáticos em áreas residenciais ● Redução significativa de acidentes ● Valorização do solo em áreas com acessibilidade de transporte limitada ● Situação ambiental ligeiramente melhorada
Mobilidade Absoluta	<ul style="list-style-type: none"> ● Baixa acessibilidade aos carros pessoais ● Apenas grupos populacionais de alta renda podem pagar um carro pessoal ● Amplo acesso a serviços de compartilhamento de carros, independente da renda ou saúde ● Baixo custo de viagem porém, superior ao público convencional ● Perda de empregos relacionados ao transporte ● Aumento da tensão social, insatisfação com a política de transporte ● Maior mobilidade 	<ul style="list-style-type: none"> ● Congestionamento rodoviário reduzido ● Redução significativa de acidentes ● Maior melhoria na situação ambiental ● Aumento dos valores de propriedades comerciais e residenciais em toda a cidade ● Oportunidade de converter áreas não utilizadas em rede urbana

Fonte: Zomarev e Rozhenko (2020) - Adaptado

5. VEÍCULOS AUTÔNOMOS E A REORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO URBANO

Os impactos previstos anteriormente apenas poderão apresentar diferentes estágios, em função de características particulares presentes nos centros urbanos. Como exemplo, segundo Gavanoas (2019), algumas características das cidades europeias prevêm um processo diferente quando comparado a outros grandes centros. Do ponto de vista geográfico, isso se deve aos aspectos da urbanização local apresentar ruas mais estreitas. Além disso, devem ser considerados os aspectos culturais, como o fato de os veículos permanecerem estacionados cerca de 95% do tempo e aproximadamente 30% do tráfego nos centros urbanos ser causado pela busca por vagas de estacionamento.

Entre os efeitos universais esperados decorrentes da introdução dos VAs, destaca-se a mudança do padrão dos estacionamentos. Por não precisarem aguardar próximos aos seus proprietários, a principal consequência para os automóveis seria o aumento das distâncias médias de viagem (ZAKHARENKO, 2016). Segundo o autor, isso ocorre devido a redução nos



custos do transporte. Além disso, de acordo com Milakis, Kroesen e van Wee (2018), por conta da menor necessidade de vagas para os carros, é esperado que ocorra um adensamento urbano das cidades existentes, junto com a formação de novos centros periféricos e a consequente suburbanização decorrente da reestruturação dos municípios.

Para Zomarev e Rozhenko (2020), é possível prever ainda uma diminuição do uso do transporte público, por eles se tornarem menos atrativos que o uso dos VAs. Como mencionam Gruel e Stanford (2016), as transformações causadas pelos veículos autônomos podem apresentar um caráter positivo se ocorrerem mudanças de comportamento por parte dos usuários. Portanto, o principal fator que irá balizar essa transformação acontecerá a partir da propensão ao uso coletivo dos carros.

Para Larson e Zhao (2020), que fundamentam seus estudos a partir da introdução dos VAs em questões relacionadas à expansão das cidades, consumo de energia e nas implicações nos custos das habitações municipais, essa inovação da tecnologia possui grande capacidade de remodelar o ambiente urbano. Segundo os autores, a modernização da frota automotiva provocaria nos grandes centros uma maior densidade populacional, um aumento nas emissões de carbono em função do consumo superior de energia, além da diminuição dos preços das moradias. Em contraponto, segundo Nadafianshahamabadi, Tayarani e Rowangould (2021), apesar do acréscimo do volume de tráfego, os VAs ainda possuem potencial significativo para redução do congestionamento. Para os autores, isso ocorreria por conta do aumento da velocidade dos carros ao longo das rodovias. Esse aumento teria como principal consequência a diminuição das emissões de carbono.

6. DESAFIOS PARA O PLANEJAMENTO URBANO

Em vista dos impactos esperados da introdução de VAs, algumas decisões são previstas a fim de prover atenuantes para os municípios. Generalizando os resultados obtidos por Basu e Ferreira (2020) para a Cidade-Estado de Singapura, é essencial que exista uma colaboração entre as agências de planejamento de transportes e habitação para a formulação de políticas. Para os autores, algumas áreas que passarão pelo processo de gentrificação devem ser consideradas como pontos elegíveis para a construção de casas populares, de maneira a evitar que o futuro público residente seja composto majoritariamente por proprietários de carros. Além disso, os autores consideram que a restrição do uso de veículos particulares para as famílias com maior poder aquisitivo, por parte das agências de transporte, é uma alternativa viável a fim de atenuar as consequências negativas previstas para introdução dos VAs.

Segundo Litman (2023), é necessário que ocorram mudanças políticas. Se os municípios continuarem com o atual modelo administrativo, por mais que os VAs diminuam o tempo de viagem nas áreas urbanas, o processo contrário irá ocorrer nas zonas rurais. Para o autor, essa expansão do uso da terra aumentará o tempo das viagens em até 30%. Consequentemente, uma solução prevista seria o gerenciamento das estradas, favorecendo a adoção dos veículos compartilhados. Para Zomarev e Rozhenko (2020), medidas regulatórias e fiscais podem ser implementadas em âmbito universal, ou seja, com incidência na frota, ou pessoal, com efeitos aplicados diretamente aos veículos. Essas providências seriam tomadas com o objetivo de controlar o acesso dos veículos. O Quadro 2 apresenta um resumo dessas providências.

Quadro 2 - Regulamentação do tamanho da frota e do uso de veículos na cidade

	Medidas Regulatórias	Medidas Fiscais
Regulação da Frota	<ul style="list-style-type: none"> ● Proibição do uso de veículos com idade superior a certa idade ● Limitação do acesso de veículos motorizados a determinadas áreas ● Limitação do uso de veículos motorizados em determinados horários ● Limitação do uso de veículos motorizados em determinados dias 	<ul style="list-style-type: none"> ● Estacionamento pago ● Entrada paga de veículos em determinadas áreas (pedágio) ● Tarifação rodoviária ● Aumento dos impostos de consumo de combustível
Regulação dos Veículos	<ul style="list-style-type: none"> ● Proibição de quilometragem vazia (acima de 1 km) ● Proibição da venda de carros convencionais ● Permissão do registro de carros apenas para pessoas que possuam uma vaga de estacionamento perto da sua casa ● Leilão de direitos de compra de carros 	<ul style="list-style-type: none"> ● Incentivos ao uso de carros compartilhados ● Aumento das taxas de registro do carro ● Aumento das taxas de imposto sobre veículos

Fonte: Zomarev e Rozhenko (2020) - Adaptado

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo investigou o impacto da adoção de veículos autônomos no espaço urbano. Apesar de ainda não estarem disponíveis para o público, os VAs evoluem para que esse passo seja dado. Conseqüentemente, por ser uma tecnologia disruptiva, modificações podem ser previstas na interação entre esses novos veículos, o ambiente e as pessoas. Nesse contexto de transição, é fundamental a aquisição de informações a fim de tornar essa transição o menos impactante possível.

A partir dos resultados adquiridos, indicadores apontam grandes modificações do uso do solo nas áreas centrais devido à redução dos espaços de estacionamento. Essas mudanças são reflexo de uma alteração direta da transformação proporcionada pelos VAs. Com o aumento de áreas desocupadas disponíveis, é esperado que novas demandas sejam criadas. Portanto, apesar de encerrar alguns postos de trabalho de pessoas empregadas diretamente com atividades de transportes, como é o caso dos condutores, novas ocupações deverão ser ofertadas. Conseqüentemente, esses indivíduos seriam remanejados para outros setores, como a construção civil ou a área de serviços, por exemplo.

Além disso, é prevista a necessidade do alargamento das vias em consequência do aumento do uso dos veículos. Essa ampliação pode ser originada por conta de um possível aumento do tempo que os veículos irão trafegar vazios. Além disso, há o acréscimo do público atendido pelos VAs. Nesse caso, a parcela da população que não é capaz de conduzir automóveis, como crianças e idosos, podem usufruir dessa forma de mobilidade de forma independente, ou seja, sem a necessidade da operação de um condutor habilitado.

Ademais, modificações quanto à ocupação das cidades, com parte da sua população se mudando para regiões mais distantes dos principais centros, também podem ser previstas. Como resultado, é esperada a conurbação de municípios, urbanização de áreas remotas e um conseqüente encarecimento de áreas consideradas desprivilegiadas, que sofrerão com o processo de gentrificação.



Com base nos elementos mencionados, é possível concluir que a transição da frota de veículos nos ambientes urbanos será caracterizada principalmente pelas mudanças de hábitos dos usuários e pela disposição da administração pública em lidar com essa substituição de forma atenuada. Em relação aos consumidores, o ideal seria a transformação dos costumes, priorizando o uso de veículos compartilhados, em vez da posse. Politicamente, apesar dos cenários de incertezas, é indispensável que exista uma participação atuante dos agentes oficiais, a partir de ações que devem ser conjuntas da secretaria de transportes junto com outras divisões. Logo, espera-se que esse processo entre as subdivisões aconteça de forma interativa.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Pós Graduação e Pesquisa pelo fornecimento das bolsas no projeto do Programa Institucional de Bolsas e Iniciação Científica: XXXV BIC/UFJF - 2022/2023.

Referências

BASU, Rounaq; FERREIRA, Joseph. Planning car-lite neighborhoods: Examining long-term impacts of accessibility boosts on vehicle ownership. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [S. l.], ano 2020, v. 86, n. 102394, p. 1-14, 24 jul. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102394>. Acesso em: 4 jul. 2023.

DUARTE, Fábio; RATTI, Carlo. The Impact of Autonomous Vehicles on Cities: A Review. **Journal of Urban Technology**, [S. l.], ano 2018, v. 25, p. 3-18, 27 jul. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10630732.2018.1493883>. Acesso em: 4 jul. 2023.

FAGNANT, Daniel J.; KOCKELMAN, Kara. Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [S. l.], ano 2018, v. 77, p. 167-181, 15 jul. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0965856415000804>. Acesso em: 4 jul. 2023.

GAVANAS, Nikolaos. Autonomous Road Vehicles: Challenges for Urban Planning in European Cities. **Urban science**, Bruxelas, Bélgica, ano 2018, n. 61, p. 1-13, 3 jun. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/urbansci3020061>. Acesso em: 4 jul. 2023.

GELAUFF, George; OSSOKINA, Ioulia; TEULINGS, Coen. Spatial and welfare effects of automated driving: Will cities grow, decline or both?. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, Netherlands, ano 2019, v. 121, p. 277-294, 23 jan. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.01.013>. Acesso em: 4 jul. 2023.

GRUEL, Wolfgang; STANFORD, Joseph M. Assessing the Long-term Effects of Autonomous Vehicles: A Speculative Approach. **Transportation Research Procedia**, [S. l.], ano 2016, v. 13, p. 18-29, 15 jun. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.003>. Acesso em: 4 jul. 2023.

LARSON, William; ZHAO, Weihua. Self-driving cars and the city: Effects on sprawl, energy consumption, and housing affordability. **Regional Science and Urban Economics**, [S. l.], ano



2020, v. 81, p. 1-20, 10 fev. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2019.103484>. Acesso em: 4 jul. 2023.

LITMAN, Todd. Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning. **Victoria Transport Policy Institute**, [S. l.], ano 2023, p. 1-49, 21 jun. 2023. Disponível em: <https://www.vtppi.org/avip.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2023.

MILAKIS, Dimitris; KROESEN, Maarten; VAN WEE, Bert. Implications of automated vehicles for accessibility and location choices: Evidence from an expert-based experiment. **Journal of Transport Geography**, [S. l.], ano 2018, v. 68, p. 142-148, 24 mar. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.03.010>. Acesso em: 4 jul. 2023.

MOHER, David; SHAMSEER, Larissa; CLARKE, Mike; GHERSI, Davina; LIBERATI, Alessandro; PETTICREW, Mark; SHEKELLE, Paul; STEWART, Lesley A; GROUP, PRISMA-P. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, [S. l.], ano 2015, v. 4, n. 1, p. 1-18, 1 jan. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>. Acesso em: 4 jul. 2023.

NADAFIANSHAHAMABADI, Razieh; TAYARANI, Mohammad; ROWANGOULD, Gregory. A closer look at urban development under the emergence of autonomous vehicles: Traffic, land use and air quality impacts. **Journal of Transport Geography**, [S. l.], ano 2021, v. 94, n. 103113, p. 1-14, 5 jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103113>. Acesso em: 4 jul. 2023.

KURU, Kaya; KHAN, Wasiq. A Framework for the Synergistic Integration of Fully Autonomous Ground Vehicles With Smart City. **IEEE Access**, [S. l.], ano 2020, v. 9, p. 923 - 948, 23 dez. 2020. Disponível em: [10.1109/ACCESS.2020.3046999](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3046999). Acesso em: 4 jul. 2023.

SAE (2021). **SAE Levels of Driving Automation™ Refined for Clarity and International Audience**. Disponível em: <https://www.sae.org/blog/sae-j3016-update>. Acesso em: 5 de julho de 2023.

ZAKHARENKO, Roman. Self-driving cars will change cities. **Regional Science and Urban Economics**, [S. l.], ano 2016, v. 61, p. 26-37, 1 out. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2016.09.003>. Acesso em: 4 jul. 2023.

ZHONG, Haotian; LI, Wei. What if autonomous vehicles had been introduced into cities? A counterfactual analysis. **Urban Studies**, [S. l.], ano 2023, p. 1-18, 24 abr. 2023. DOI 10.1177/00420980231165420. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/00420980231165420>. Acesso em: 4 jul. 2023.

ZOMAREV, Aleksey; ROZHENKO, Maria. Impact of Self-driving Cars for Urban Development. **Foresight and STI Governance**, [S. l.], ano 2020, v. 14, n. 1, p. 70-84, 24 abr. 2023. DOI 10.17323/2500-2597.2020.1.70.84. Disponível em: [10.17323/2500-2597.2020.1.70.84](https://doi.org/10.17323/2500-2597.2020.1.70.84). Acesso em: 4 jul. 2023.