



XIX ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR
Blumenau - SC - Brasil

O VEÍCULO AUTÔNOMO COMO ELEMENTO INDUTOR DA TRANSFORMAÇÃO URBANA

Claudio Cantamessa (Universidade Nove de Julho) - cantamessabr@yahoo.com
Mestrando em Cidades Inteligentes e Sustentáveis pela Universidade Nove de Julho

Rafael Urnhani (Universidade Nove de Julho) - rafaelub@uninove.br
Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis pela Universidade Nove de Julho

Luís Fernando Massonetto (Universidade de São Paulo e Universidade) - massonetto@usp.br
Doutor em Direito Econômico pela Universidade de São Paulo. Professor na Faculdade de Direito na Universidade de São Paulo e no Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho

O VEÍCULO AUTÔNOMO COMO ELEMENTO INDUTOR DA TRANSFORMAÇÃO URBANA

RESUMO

O padrão modernista de planejamento urbano, fundamentado na análise crítica das transformações ocorridas após o surgimento da sociedade industrial, norteou a expansão das cidades reverenciando o automóvel como intendente da mobilidade urbana. Com a popularização dos veículos autônomos nos últimos anos, em função dos recentes avanços nas tecnologias de sensoriamento, codificação e sistemas de orientação por satélite, representa um novo potencial transformador que pode preservar o automóvel como o intendente da mobilidade urbana do século XXI.

INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico das soluções de sensoriamento e a integração de diferentes tecnologias, em conjunto com outras ciências, a possibilidade dos automóveis tornarem-se autônomos em um futuro próximo, substituindo gradualmente a frota atualmente em circulação, é cada vez mais factível. A integração dos veículos autônomos terrestres com o espaço ao seu redor e com os demais veículos, dispensando a necessidade de operação por um condutor, além da sua capacidade de adaptar-se à mudanças no ambiente, avaliza enorme potencial de otimização no tempo das viagens, entrega de mercadorias e deslocamento de pessoas (OECD, 2015; ARBIB & SEBA, 2017), modificando a dinâmica urbana existente.

A conformação das vias, suas dimensões e até mesmo o material utilizado na pavimentação foram condicionados aos modais vigentes em determinado período e ao progressivo aumento no tráfego – das ruas estreitas destinadas exclusivamente ao trânsito de pessoas e animais de carga às grandes vias destinadas ao fluxo crescente de veículos motorizados. O padrão modernista de planejamento urbano, fundamentado na análise crítica das transformações ocorridas após o surgimento da sociedade industrial, norteou a expansão das cidades reverenciando o automóvel como intendente da mobilidade urbana. A importância da máquina móvel com motor de combustão para o período, símbolo de modernidade e progresso, é percebida no lema adotado por Washington Luís durante a campanha para presidência do estado de São Paulo em 1920: *governar é abrir estradas* (LARA, 2016).¹

A máxima, em sintonia com os antigos princípios modernistas que destacam a circulação como uma das funções primordiais da vida urbana, ressoou nos principais projetos de remodelação do sistema viário e de expansão urbana no Brasil durante o período de industrialização – como o plano de Alfred Agache para o Rio de Janeiro, o Plano de Avenidas de Francisco Prestes Maia e João Florence de Ulhôa Cintra para São Paulo, e os planos de Nestor Egidio de Figueiredo para Recife e João Pessoa – que aspiravam a criação de um novo cenário urbano, com “preocupações de ordem técnica, visando a abertura de vias públicas de maiores dimensões, adequadas para o trânsito de veículos automotores” (REIS FILHO, 2002, p.110), ordenando o alargamento de ruas e avenidas, com a implantação de novos padrões de malha urbana e a construção de rodovias não somente no Brasil, mas em todo o mundo.

Na avaliação de Françoise Choay sobre os conceitos propostos por Frank Lloyd Wright²:

[...] o simples fenômeno do automóvel faz com que a antiga “grande cidade” resulte caduca. Como um velho navio ou um velho edifício irremediavelmente inadaptado a nossas necessidades atuais, a cidade continua a prestar serviço, habitada porque não temos

¹ No início de sua carreira pública, quando foi Secretário de Justiça e Segurança Pública, Washington Luís foi responsável pelo projeto que deu origem ao Plano de Viação do Estado de São Paulo, em 1913, rompendo com o modelo ferroviário de circulação terrestre (Tavares, 2018), e pela construção de 300 quilômetros de estradas municipais, entre 1914 e 1919, durante sua gestão como prefeito da cidade de São Paulo.

² Ver Frank Lloyd Wright, *The disappearing city* (New York: W. F. Payson, 1932).

coragem de rejeitá-la e de permitir que o espírito do tempo, do lugar e do homem construa as novas cidades, de que tanto precisamos. (CHOAY, 2013, p.239).

A própria Carta de Atenas, manifesto que estabeleceu os princípios da Cidade Funcional, publicada após o IV Congresso Internacional da Arquitetura Moderna de 1933, reconheceu que as condições centenárias das cidades, instituídas a partir de motivações superpostas, continuamente renovadas ao longo do tempo, haviam sido brutalmente modificadas pelo automóvel (LE CORBUSIER, 1993) e, desde então, grande parte da prática urbanística se restringiu unicamente à engenharia viária. O dimensionamento das vias, a distância entre cruzamentos e o desenvolvimento da malha urbana, anteriormente concebidos de acordo com as necessidades e velocidade natural dos pedestres, se sujeitaram então à velocidade mecânica, volume e capacidade dos automóveis (LE CORBUSIER, 1993; LARA, 2016).

Alguns dos principais planos que se seguiram – como o Plano Piloto da Brasília de Lúcio Costa e Oscar Niemeyer, e a Chandigarh de Pierre Jeanneret, Maxwell Fry, Jane Drew e Le Corbusier – estabeleceram estreita relação entre a infraestrutura viária e a expansão territorial.

O automóvel conformou as cidades e definiu, ou pelo menos foi o mais forte elemento a influenciar, o modo de vida urbano na era da industrialização. Daquilo que era inicialmente uma opção – para os mais ricos evidentemente – o automóvel passou a ser uma necessidade de todos. (MARICATO, 2008, p.6).

Todavia, o modelo modernista muito rapidamente passou a ser contestado por não solucionar a questão da mobilidade nas cidades enquanto intensificava ainda outras tantas disfunções urbanas. A submissão da ordem circulatória ao automóvel, que “sozinho terminaria por determinar a posição de um grande número de projetos” (CHOAY, 2013) resultou em longos engarrafamentos e na ocupação dispersa e de baixa densidade do território, acarretando aumento no tempo, distância e número de deslocamentos cotidianos, crescimento no custo para implantação e conservação de infraestrutura e serviços públicos, aumento nas despesas de consumo sobre veículos e combustíveis, elevação na emissão de poluentes e redução das oportunidades econômicas para não condutores.

Em São Paulo, já nos anos 1950 e 1960, Carlos Brasil Lodi, chefe da Divisão de Planejamento Geral do Departamento de Urbanismo da prefeitura, discursava sobre alternativas aos planos centrados unicamente na engenharia viária, afirmando que o planejamento não deveria se submeter ao que denominava “urbanismo viário” (FELDMAN, 2005). Em 1961, nos Estados Unidos, Jane Jacobs, redime os automóveis, oportunamente responsabilizados pelos problemas das cidades, ao afirmar que seus “efeitos nocivos [...] são menos a causa do que um sintoma de nossa incompetência no desenvolvimento urbano” (JACOBS, 2011). No Reino Unido, o Relatório Buchanan,³ produzido a pedido do Ministério dos Transportes, em 1963, apresentou, a partir de um estudo prospectivo, uma série de proposições de como as cidades poderiam ser adequadas para acomodar o crescente número

³ Ver Colin Buchanan, *Traffic in towns* (Harmondsworth: Penguin Books, 1964).

de veículos automotores, proclamando que a coexistência pacífica com o automóvel exigia um novo modelo urbano (CHOAY, 2013).

Em paralelo, alterações climáticas causadas pela poluição ambiental – em especial a emissão de monóxido de carbono (CO) e o dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera (ZHAO, 2010) – deteriorou a qualidade de vida nas cidades, impelindo a criação do conceito de desenvolvimento sustentável⁴ e, posteriormente, de mobilidade sustentável, que determina o acesso aos bens e serviços urbanos de forma eficiente, protegendo ecossistemas e buscando a redução de emissões e resíduos, se apresentando atualmente como uma necessidade diante do impacto causado pela amplitude dos deslocamentos diários nas grandes cidades.

Dentro deste processo, o desenvolvimento dos veículos autônomos (VAs) pode ser disruptivo, uma vez que a habilidade de se auto guiar através da interação com a infraestrutura urbana e cooperação com outros dispositivos em um meio inteligente acompanha a promessa de diminuição do volume de tráfego atual, introduzindo um novo modal de transportes nas cidades e com a redução de veículos necessários para atender a demanda (WEIS & AXHAUSEN, 2009; LITMAN, 2017), com a otimização no transporte de mercadorias e passageiros e a possibilidade de utilização compartilhada e sob demanda (ENOCK, 2015): em Lisboa, por exemplo, foi estimado em 2015 que apenas 10% da frota ativa de veículos, se circulasse de maneira compartilhada, seria suficiente para cobrir toda a demanda caso os veículos também fossem dotados de tecnologia autônoma (OECD, 2015).

A redução no número de casualidades com a retirada dos condutores é outro provento provável neste cenário, dado que aproximadamente 90% dos acidentes com vítimas fatais são causados por imprudência dos motoristas, excesso de velocidade ou falta de atenção, que não ocorreriam dentro de um sistema de operação autônoma, uma vez que a inteligência artificial segue as regras de trânsito de modo rigoroso, reagindo ao ambiente de forma rápida e precisa. Apenas como referência: no Brasil 32.879 pessoas faleceram vítimas de acidentes de trânsito em 2019 (BRASIL, 2019).

Entre as mudanças no meio urbano, a capacidade do veículo se autoestacionar, procurando bolsões ou outros espaços adequados de parada, tem potencial para reduzir o número de veículos estacionados nas ruas, o que permitiria o redimensionamento do leito carroçável e consequente aumento no espaço disponível para pedestres, revertendo o panorama exposto por Jane Jacobs:

Por causa do congestionamento de veículos, alarga-se uma rua aqui, outra é retificada ali, uma avenida larga é transformada em via de mão única, instalam-se sistemas de sincronização de semáforos para o trânsito fluir rápido, duplicam-se pontes quando sua capacidade se esgota, abre-se uma via expressa acolá e por fim uma malha de vias expressas. Cada vez mais solo vira estacionamento, para acomodar

⁴ Ver Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, *Nosso Futuro Comum* (Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991).

um número sempre crescente de automóveis quando eles não estão sendo usados. (JACOBS, 2011, p.389).

O serviço oferecido por táxis e pequenos veículos de transporte coletivos autônomos poderão ter custo operacional reduzido se comparado ao serviço atual com motoristas. Em contrapartida, devido ao grande fluxo esperado de passageiros, presume-se que os veículos autônomos compartilhados terão acabamento interno com aço inox e plástico para facilitar a higienização entre viagens e câmeras de monitoramento para evitar o vandalismo, tornando as viagens menos confortáveis (BROUSSARD, 2018), de acordo com os padrões atuais.

O modelo de implementação utilizado deverá ser acompanhado por urbanistas, governos, legisladores e a sociedade como um todo, para evitar crescimento na demanda e consequente aumento do volume da frota, sobretudo de VAs para uso individual e não coletivo, o que reduziria os benefícios esperados, em especial na redução das emissões de poluentes e segurança de passageiros e pedestres.

A instituição desse cenário depende, fundamentalmente, da possibilidade dos veículos “sentirem seu ambiente circundante e tomar decisões inteligentes em tempo real” (CAMPBELL, 2018), aprendendo sobre o ambiente enquanto interage com o mesmo, se adaptando na medida que novos conhecimentos são adquiridos (MAES, 1993), mapeando o espaço ao seu redor enquanto acessa uma relação de caminhos possíveis.

O desenvolvimento desta percepção adquirida pelo VAs exigirá a realização de pesquisas detalhadas a fim de entender que tipo de sensor é mais adequado para um resultado específico e como estes podem ser combinados com outros dispositivos para criar um sistema de percepção inteligente que resulte em ações rápidas e precisas.

Desviando-se de análises técnicas, o presente artigo relaciona os sensores utilizados atualmente pelos VAs e os principais sistemas de geocodificação em desenvolvimento – elementos chave na conversão do automóvel em veículo autônomo de fato – que podem transformar os automóveis em aliados na construção de cidades inteligentes e sustentáveis, a despeito do ceticismo e desconfiança dos urbanistas do início do nosso século.

TECNOLOGIA DE SENSORES

A localização fixa de um automóvel e a localização variável de objetos – sejam outros veículos em movimento ou estacionados, animais e crianças correndo pela calçada, ciclistas, patinadores ou qualquer outra variável encontrada no espaço urbano –, é um dos maiores desafios enfrentados pelos pesquisadores envolvidos no desenvolvimento dos veículos autônomos, e o investimento no desenvolvimento de todo o aparato tecnológico inclui soluções que integram diferentes técnicas de localização, sensores e canais de comunicação conectados com satélites, outros automóveis e a própria

infraestrutura que inclui a exata localização dos pontos de interesse ao redor do veículo (MORAS, 2011).

Os sensores instalados em um automóvel devem ser capazes de criar uma visão perceptiva e locacional do ambiente para que o veículo possa tomar decisões em tempo real. Isso significa que precisam produzir com rapidez e precisão um entendimento de alta qualidade de onde o veículo está em relação ao ambiente para que possa então passar as informações aos algoritmos de controle. Para isso, os sensores dividem-se em duas categorias; sendo os *sensores exteroceptivos* utilizados para perceber o ambiente e para calcular a distância entre objetos no exterior do veículo, de forma ativa ou passiva, e os *sensores propioceptivos* usados para medir valores de dentro do próprio veículo, como a velocidade do motor, posição da roda etc. (SUGANUMA & UOZUMI, 2012).

Tabela 1 – Sensores exteroceptivos.

Sensores de detecção de luz e alcance
Para avaliação da posição e distância de elementos próximos sensores exteroceptivos de detecção de luz e alcance (<i>Light Detection and Ranging</i> ou LiDAR , na sigla em inglês) de alta precisão emitem sinais luminosos próprios e calculam o tempo para que o pulso seja refletido de volta, com base no princípio de tempo de voo (<i>time of flight</i>)
Sensores ultrassônicos
Utilizam ondas sonoras para medir a distância de um objeto. São confiáveis em condições climáticas adversas, tendo sido empregados pela maioria dos fabricantes de automóveis como sensores de estacionamento por muitos anos (PARK, 2008). O sensor emite sons em direção a um objeto em uma frequência específica e medem o tempo que leva para o retorno da onda.
Radars
Medem a distância, o ângulo e a velocidade dos objetos ao redor dos veículos através de ondas de rádio. A tecnologia opera a partir do princípio de radiação eletromagnética, que pode ser usada em diferentes bandas de frequência medidas em gigahertz (24 GHz, 77 GHz, 79 GHz etc). Frequências mais altas oferecem melhor resolução e permitem ao sistema distinguir entre vários objetos em tempo real, facilitando a movimentação dos VAs em diferentes condições ambientais (ROHLING, 2008).
Câmeras
Funcionam com sensores passivos de luz para produzir uma imagem digital de uma região coberta e são capazes de detectar objetos em movimento e estáticos no ambiente. A principal vantagem das câmeras em relação aos demais sensores é que elas têm a capacidade de perceber cores e texturas, o que representa um ganho no sistema de percepção ao permitir que o VA identifique sinais de trânsito, semáforos, marcação de faixa etc. Assim como os sensores mencionados anteriormente, também são capazes de determinar a distância de um objeto específico (XIAOMING et al., 2010).

Tabela 2 – Sensores proprioceptivos.

Unidade de Medição Inercial
A Unidade de Medição Inercial (UMI) é um dispositivo eletrônico que pode medir a força, a taxa angular e o campo magnético de um corpo. São comumente usados para controle e orientação de veículos autônomos, sendo implementados em Sistemas de Navegação Inercial (SNI) que processam os dados brutos do UMI para calcular a velocidade linear, atitude e posições angulares em relação a um quadro de referência global.
Codificador
Dispositivo eletromecânico que converte a posição linear ou angular de um eixo em um sinal analógico ou digital, tornando-o um transdutor linear/angular. Pode fornecer informações sobre a posição, direção e velocidade dentro de um sistema de controle para determinar a posição relativa do veículo – também conhecido como <i>cálculo morto</i> – a partir de um codificador ligado às rodas do veículo que mede a distância percorrida a partir de um ponto de partida conhecido.

SISTEMAS DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE

Entre os Sistemas de Navegação por Satélite em operação – que incluem o Sistema de Posicionamento Global (GPS) e o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) dos Estados Unidos, o GLONASS da Rússia, o GALILEO da União Europeia e o COMPASS⁵ da China –, o GPS, desenvolvido por físicos da Universidade John Hopkins em conjunto com o Departamento de Justiça dos Estados Unidos no final da década de 1950, a partir do monitoramento da posição da órbita do satélite soviético Sputnik, tem sido utilizado para fornecer geolocalização e tempo para receptores de GPS em qualquer lugar da terra que tenha uma linha de visão desobstruída.⁶

Em 1973, o departamento de defesa estadunidense iniciou o projeto de estruturação do sistema e em 1978 lançou o primeiro satélite GPS (NAVSTAR 1) e em 1994, com o lançamento do vigésimo quarto satélite, a tecnologia de posicionamento global passou a funcionar por completo (LOGSDON, 2012). Ao longo dos anos, a tecnologia foi aprimorada e a precisão típica chegou até a ordem de 10 a 1 metros, incremento importante para o aperfeiçoamento do sensoriamento remoto.

Nos anos 2000, os sistemas de navegação evoluíram e incluíram sistemas de rastreamento que possibilitam a obtenção de informações online de localização, desempenho, velocidade e outras informações indispensáveis para a operação dos veículos autônomos e O GPS, em combinação com a inteligência artificial, tem se tornado uma das mais importantes ferramentas de navegação com alta integridade, para aplicações de veículos terrestres autônomos.

⁵ Também conhecido como BEIDOU-2.

⁶ A tecnologia foi de uso exclusivo das forças armadas até 1983, quando um Boeing 747 da Korean Air foi abatido no espaço restrito da URSS, causando a morte de 269 pessoas. Após o episódio, o presidente estadunidense Ronald Reagan decidiu disponibilizar a tecnologia do GPS para uso público na tentativa de evitar acidentes semelhantes (PACE, 1995).

GEOCODIFICAÇÃO E SISTEMAS DE CONTROLE

A geocodificação é definida como o processo de transformação de dados textuais de localização, tais como endereços, coordenadas e nomes de estabelecimentos em coordenadas com latitude e longitude que, em conjunto com o GPS instalado nos veículos autônomos, proporciona o acesso a dados geográficos em tempo real recebidos de vários satélites (GOLDBERG, 2011; JIANG & STEFANAKIS, 2018). Na prática, a geocodificação simplifica a identificação de locais pelos usuários com códigos curtos ou de fácil memorização.

A alemã Mercedes-Benz tem utilizado um destes geocódigos simples no sistema de navegação de seus veículos, afirmando que muitos endereços são longos ou complicados demais para o uso em navegadores que empregam o GPS e que há locais em todo o mundo sequer possuem um endereço (WHAT3WORDS, 2021). O sistema What3words (what3words.com) utiliza geocódigos formados por três palavras simples e de fácil pronúncia, acessados em um grid de alta precisão (JIANG & STEFANAKIS, 2018) que podem ser consultados mesmo se o sistema operacional não estiver conectado à internet. A título de exemplo, uma das combinações possíveis para quem sobe a rua da Bahia, em Belo Horizonte, a partir da praça Rui Barbosa, é *///declarei.jurou.sonha*, e para quem desce ao bairro Floresta, atravessando o viaduto Santa Tereza, *///duplas.gota.livro*.⁷

Em 2019, o Governo do Estado de São Paulo passou a utilizar os Plus Codes (<http://plus.codes>), desenvolvido pela empresa de software e serviços online Google, como parte do programa Rotas Rurais, com a intenção de mapear todo o território, permitindo que os sistemas de navegação identifiquem mais de 60 mil vias não mapeadas, com aproximadamente 340 mil propriedades (GOOGLE, 2019). Como exemplo: uma estrada não mapeada no Rio Grande do Norte, localizada entre a BR-226, próxima ao município de Tangará, e a rua Nossa Senhora da Conceição, próxima ao município de Serra Caiada, tem suas extremidades em *V736+GM Tangará* e *V7J2+M2 Serra Caiada*.

Há uma diversidade de sistemas em desenvolvimento ou já em operação, como o DGGRID, Geohash e o h3geo, utilizado pela empresa de transporte privado urbano Uber, e essa variedade é indício da relevância das tecnologias de localização para a iniciativa privada – em especial para as empresas ligadas ao desenvolvimento dos veículos autônomos –, e para a gestão das cidades, e é imprescindível que ofereçam, de maneira integrada, recursos para localização e deslocamento de sujeitos no território, respeitando a privacidade de seus dados e oferecendo subsídios técnicos que auxiliem o poder público na prestação de serviços dentro do território a partir de sistemas

⁷ O geocódigo está atualmente disponível em mais de quarenta idiomas, o que facilita seu uso por usuários não nativos de determinada região, mesmo que as palavras que compõem cada código não sejam, porém, traduzidas de uma língua para outra. O ponto referenciado com os termos *ativar.merece.bola* em português é o mesmo que utiliza as palavras *tells.steaming.windy* do idioma inglês, ao invés de *activate.deserve.ball* em uma tradução literal dos termos.

abertos e bases de dados livres, como o OpenStreetMaps, esquivando-se da dependência de tecnologias proprietárias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O automóvel foi o principal catalisador do espraiamento das grandes cidades no último século e os desdobramentos do seu domínio no meio urbano são objeto de estudo – e alvo de críticas – há pelo menos 60 anos. Gehl (2015) sintetiza que é quase impossível avaliar como a invasão dos automóveis foi prejudicial para a qualidade de vida nas cidades, enquanto Jacobs (2011) considera automóveis e cidades “aliados potenciais” – apesar de avaliar que a dependência dos automóveis particulares seja excessiva –, pensamento que é renovado com o surgimento dos veículos autônomos e uma nova oportunidade de transformação nas grandes cidades.

Os atores envolvidos no desenvolvimento tecnológico são otimistas (OECD, 2015; ARBIB & SEBA, 2017), e os investimentos realizados em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, além do crescente aumento na frota de veículos (DENATRAN, 2020), sugerem que o automóvel manterá sua influência no desenvolvimento e planejamento urbano do século XXI, sendo então imprescindível que os veículos dotados de tecnologia autônoma aceitem as críticas feitas ao urbanismo moderno, e se mantenham em conformidade com o desenvolvimento sustentável e na promessa de reformulação do desenho urbano das grandes cidades promovendo benefícios na qualidade de vida e ajudando na sobrevivência dos próprios veículos autônomos, uma vez que, “do ponto de vista econômico, o incentivo à produção do automóvel está muito próximo do ponto de inflexão”, por conta de seu impacto em setores importantes, especialmente na saúde, setor produtivo e ambiental (LARA, 2016, p.131). O impacto potencial dos veículos autônomos, portanto, não deve ser ignorado.

A pressão exercida pelo mercado, somado ao fetichismo do automóvel no imaginário contemporâneo dificultam investimentos maciços no transporte público de massa, preservando a hegemonia do transporte motorizado individual, logo, deve-se também pensar em veículos autônomos em termos de ‘redução de danos’.

Sobre as dificuldades em sua implantação no campo da geolocalização, reconhece-se que os mapas urbanos digitais, quando disponíveis, não seguem um padrão único. Os sistemas de navegação por satélite em conjunto com as tecnologias embarcadas nos VAs e o desenvolvimento da inteligência artificial (IA) têm se aprimorado com o objetivo de atingir o nível mais alto de automação e permitir percursos seguros totalmente independentes da intervenção humana. Mesmo assim, empresas privadas têm desenvolvido sistemas próprios de geocodificação – como o What3words e o Plus Code –, mas é oportuno que autarquias públicas não abdicuem da criação de sistemas próprios a partir da formação de uma agência reguladora de infraestrutura de dados espaciais do Brasil (UGEDA, 2020).

Os bancos de dados dos sistemas de navegação poderão ser adaptados para suportar os geocódigos mais populares, garantindo a operabilidade e

integração dos veículos autônomos. Com o avanço da revolução informacional e a popularização da internet e dos smartphones, a utilização de geocódigos poderá ser cada vez mais costumeira fazendo com que áreas antes pouco acessíveis – como estradas rurais não mapeadas – possam ser identificadas.

Com o avanço tecnológico se descortinam novas possibilidades enquanto se aumenta a necessidade de informações cada vez mais precisas, em uma retroalimentação positiva, e os veículos autônomos encontram-se, atualmente, na vanguarda do desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ARBIB, James; SEBA, Tony. Rethinking transportation 2020-2030: The disruption of transportation and the collapse of the internal combustion vehicle and oil industries. *A RethinkX sector disruption report*. Relatório técnico, relatório técnico. [S.l.]: RethinkX, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS. *Acidentes de transporte*. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10uf.def>>. Acesso em: 15 dez. 2021.

BROUSSARD, Meredith. The Dirty Truth Coming for Self-Driving Cars: Trash. Odors. Bodily Fluids. Will Autonomous Rideshares be Ready for our Mess? *Slate*, [S.l.], 16 maio. 2018.

CAMPBELL, Sean et al. Sensor technology in autonomous vehicles: A review. In: *2018 29th Irish Signals and Systems Conference (ISSC)*. IEEE, 2018. p. 1-4.

CHOAY, Françoise. *O urbanismo, utopias e realidade, uma antologia*. São Paulo, Perspectiva: 2013.

DENATRAN - DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Frota de Veículos. *Estatísticas*. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/estatisticas-frota-de-veiculos-denatran>>. Acesso em: 18 jan. de 2021.

ENOCH, Marcus Paul. How a rapid modal convergence into a universal automated taxi service could be the future for local passenger transport. *Technology Analysis & Strategic Management*, London, v. 27, n. 8, 2015. pp.910-924.

FELDMAN, Sarah. *Planejamento e zoneamento. São Paulo: 1947-1972*. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2005.

GEHL, Jan. *Cidades para pessoas*. São Paulo, Perspectiva, 2015.

GOLDBERG, Daniel Wright. Advances in geocoding research and practice. *Transactions in GIS*, v. 15, n. 6, 2011. pp.727-733.

GOOGLE. Plus Codes vão ajudar a dar endereço digital para moradores de áreas rurais no Estado de São Paulo. *O Blog do Google Brasil*, [S.l.], 12 dez.

2019. Disponível em: <<https://brasil.googleblog.com/2019/12/plus-codes-endereco-digital-moradores-areas-rurais-sao-paulo.html>>. Acesso em: 15 dez. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Grade estatística*. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

JACOBS, Jane. *Morte e vida de grandes cidades*. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

JIANG, Wen; STEFANAKIS, Emmanuel. What3Words geocoding extensions. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, v. 2, n. 1, 2018. n. p.

LARA, Fernando Luiz. A arquitetura moderna brasileira e o automóvel: O casamento do século. In: BALBIM, Renato; KRAUSE, Cleandro; LINKE, Clárisse Cunha (Orgs.). *Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano*. Brasília: Ipea: ITDP, 2016. pp.131-142.

LE CORBUSIER. *A Carta de Atenas*. São Paulo: Hucitec/Edusp, 1993.

LITMAN, Todd. *Generated traffic and induced travel*. Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2017.

LOGSDON, Tom. *The Navstar global positioning system*. New York: Springer Science & Business Media, 2012.

MAES, Pattie. Modelling adaptive autonomous agents. *Artificial Life Journal*. Portland, v. 1, n. 1 & 2, MIT Press, 1993. pp.135-162.

MARICATO, Ermínia. O automóvel e a cidade. *Revista Ciência & Ambiente*, Santa Maria, n. 37, jul./dez. 2008. pp.5-12.

MORAS, Julien; CHERFAOUI, Véronique; BONNIFAIT, Philippe. Credibilist occupancy grids for vehicle perception in dynamic environments. In: *2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation*. IEEE, 2011. p. 84-89.

PACE, Scott *et al.* The Global Positioning System, chapter GPS history, chronology and budgets. *RAND Corporation*, p. 237-270, 1995.

PARK, Wan-Joo *et al.* Parking space detection using ultrasonic sensor in parking assistance system. In: *2008 IEEE intelligent vehicles symposium*. IEEE, 2008. p. 1039-1044.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Urban mobility system upgrade: How shared self-driving cars could change city traffic*. Paris: OECD Publishing, 2015.

REIS FILHO, Nestor Goulart. Urbanização e Modernidade: entre o passado e o futuro (1808-1945). In: MOTA, Carlos Guilherme. *Viagem incompleta (1500-2000): a grande transação*. São Paulo: Editora SENAC, 2002. pp.85-118.

ROHLING, Hermann; MOLLER, Christof. Radar waveform for automotive radar systems and applications. In: *2008 IEEE Radar Conference*. IEEE, 2008. p. 1-4.

SUGANUMA, Naoki; UOZUMI, Takahiro. Development of an autonomous vehicle—System overview of test ride vehicle in the Tokyo motor show 2011. In: *2012 Proceedings of SICE Annual Conference (SICE)*. IEEE, 2012. p. 215-218.

TAVARES, Jeferson Cristiano. Planejamento Regional no Estado de São Paulo: Polos, Eixos e a Região dos Vetores Produtivos. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, São Paulo, v. 20, n. 2, pp.344-367, ago. 2018.

UGEDA, Luiz. A morte do CEP e as implicações jurídicas do uso do Plus Code. *Revista Consultor Jurídico*, [S.l.], 12 mar. 2020. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2020-mar-12/luiz-ugeda-morte-cep-implicacoes-juridicas-plus-code>>. Acesso em: 15 dez. 2021.

WHAT3WORDS. Mercedes-Benz introduces the world's first GPS navigation system designed for voice. *WHAT3WORDS*, 2021. Disponível em: <<https://what3words.com/news/general/mercedes-benz-introduces-worlds-first-car-3-word-address-voice-navigation-system>>. Acesso em: 15 dez. 2021.

WEIS, Claude; AXHAUSEN, Kay W. Induced travel demand: Evidence from a pseudo panel data based structural equations model. *Research in Transportation Economics*, v. 25, n. 1, p. 8-18, 2009.

XIAOMING, Liu *et al.* Real-time distance measurement using a modified camera. In: *2010 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS)*. IEEE, 2010. p. 54-58.

ZHAO, Pengjun. Sustainable urban expansion and transportation in a growing megacity: Consequences of urban sprawl for mobility on the urban fringe of Beijing. *Habitat International*, v. 34, n. 2, p. 236-243, 2010.