

POSITION PAPER

#5/23

O Papel do Digital numa Mobilidade Sustentável

FRANCISCO DE RHODES SÉRGIO

MEMBRO DO OBSERVATÓRIO DA SUSTENTABILIDADE E EQUILÍBRIO INTERGERACIONAL DA SEDES

O Papel do Digital numa Mobilidade Sustentável

Sumário

O sector dos transportes é um dos maiores contribuintes para as emissões globais de CO₂, com cerca de 20% do total, sendo que os transportes rodoviários correspondem a sensivelmente 75% do total das emissões do sector¹. Para além disso o modelo atual de mobilidade é tremendamente ineficiente e consumidor de recursos naturais, económicos e humanos.

O digital é uma das soluções, provavelmente a principal, para a mudança de paradigma no modelo de mobilidade, podendo revolucioná-la ao mesmo tempo que contribui fortemente para reduzir o impacto ambiental, social, e económico dos transportes, através da otimização da utilização das infraestruturas e meios existentes.

Portugal pode nesta área tomar a dianteira, atraindo conhecimento e investimento, marcando standards regulatórios e tecnológicos e revolucionando o ordenamento do território e a mobilidade dos seus habitantes.

Introdução

Digital e mobilidade sustentável têm mais a ver do que se poderia inicialmente pensar. No entanto, é fundamental, antes de mais, definir mobilidade sustentável. Nesse âmbito, as definições mais relevantes - ainda que mais focadas em transportes -, são as seguintes:

1. Do Conselho de Ministros dos Transportes da União Europeia² - Um sistema de transporte sustentável é o que "permite que as necessidades básicas de acesso e desenvolvimento de indivíduos, empresas e sociedade sejam asseguradas com segurança e de forma consistente com a saúde humana e do ecossistema, e promova a equidade dentro e entre gerações sucessivas";

¹ [Cars, planes, trains: where do CO2 emissions from transport come from? - Our World in Data](#)

² https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/PRES_01_131

2. Das Nações Unidas³ - O transporte sustentável é "o fornecimento de serviços e infraestruturas para a mobilidade de pessoas e mercadorias – promovendo o desenvolvimento económico e social para beneficiar as gerações atuais e futuras – de uma forma segura, acessível, eficiente e resiliente, minimizando simultaneamente as emissões de carbono e outras emissões e o impacto ambiental".

Quanto aos objetivos e desafios relativos à mobilidade sustentável, destacam-se:

- Reduzir as emissões de gases com efeito de estufa provenientes dos transportes em 90 % até 2050, tal como proposto pela União Europeia na sua Estratégia de Mobilidade Sustentável e Inteligente⁴. Tal exige uma mudança para veículos, combustíveis e modos de transporte com emissões baixas ou nulas, bem como uma maior eficiência e gestão dos sistemas de transporte. O grande desafio associado a este objetivo passa por assegurar que esta transição seja acessível, justa e inclusiva para todos os utilizadores e partes interessadas;
- Melhorar o acesso a transportes seguros, fiáveis e a preços acessíveis para todos, especialmente para as pessoas em situação vulnerável. Para tal, seria necessário investir nos transportes públicos, nas infraestruturas para andar a pé e de bicicleta, bem como em soluções de mobilidade inovadoras, tais como a mobilidade partilhada e a mobilidade como serviço. A dificuldade está em ultrapassar as barreiras do custo, da distância, da disponibilidade e da qualidade das opções de transporte para diferentes grupos e necessidades;
- Aumentar a resiliência dos sistemas de transporte a choques e tensões, como catástrofes naturais, pandemias, ciberataques e conflitos geopolíticos. Para tal, é essencial reforçar a governação, a coordenação e o planeamento das políticas e ações de transportes a todos os níveis, do local ao mundial. O grande desafio está em equilibrar os compromissos entre segurança, eficiência e flexibilidade dos sistemas de transporte em diferentes contextos e cenários;
- Promover a integração dos transportes e do ordenamento do território, o que pode aumentar a habitabilidade, a produtividade e a sustentabilidade das zonas urbanas e rurais. Será necessário coordenar as políticas e ações dos diferentes setores e partes interessadas, como os transportes, a habitação, o ambiente, a energia e a economia.

³ [12453HLAG-ST brochure web.pdf \(un.org\)](#)

⁴ [mobility-strategy-memo-ga.pdf \(europa.eu\)](#)

Mais uma vez, o grande desafio está no equilíbrio de diferentes necessidades e interesses concorrentes de diferentes grupos e atores no processo de planeamento;

- Promover a inovação e a digitalização nos transportes, que podem oferecer novas oportunidades e soluções para a mobilidade sustentável. Para tal, é fundamental o apoio ao desenvolvimento, ensaio e implantação de novas tecnologias e serviços, tais como veículos autónomos, drones, plataformas de mobilidade inteligente e a utilização de tecnologias tais como *blockchain*. Tendo em conta a incerteza inerente à evolução tecnológica e ao seu impacto, o desafio principal passa por garantir que estas inovações sejam seguras, éticas e inclusivas para todos os utilizadores e para a sociedade.

Embora só o último dos objetivos acima nomeie diretamente a digitalização, a verdade é que esta surge de forma implícita em todos outros. Na realidade, o digital é já uma presença incontornável em todos os setores da sociedade.

Essa constatação é clara quando a União Europeia descreveu em 2020⁵ o seu compromisso para o advento do digital para uma mobilidade mais sustentável:

“Num futuro próximo, podemos esperar o surgimento e o uso mais amplo de novas tecnologias de mobilidade revolucionárias, como drones (aeronaves não tripuladas) para aplicações comerciais, veículos autónomos, hyperloop (comboio de alta velocidade em tuneis próximos do vácuo), aeronaves movidas a hidrogénio e transporte elétrico aquático.

A Comissão Europeia desenvolverá o quadro para facilitar o desenvolvimento e a implantação de ferramentas e sistemas digitais. Esforçar-nos-emos por facilitar os ensaios e tornar o quadro regulamentar adequado à inovação, nomeadamente no que diz respeito à inteligência artificial.

(...)

A digitalização e a automatização têm também um importante potencial para novas melhorias no que diz respeito à segurança, fiabilidade e conforto, bem como para manter a liderança da UE no fabrico de equipamentos e serviços de transporte e melhorar a nossa competitividade global através de cadeias logísticas eficientes e resilientes.

Os valores europeus, as normas éticas, a igualdade, a proteção de dados e as regras em matéria de privacidade estarão no centro destes esforços e a cibersegurança será tratada com elevada prioridade.”

⁵ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/PRES_01_131

Realidade atual e evolução prevista

É, portanto, consensual o papel do digital neste desígnio, bem como a vontade política para o promover. Convém, ainda assim, reforçar os benefícios do digital:

- Reduzir a necessidade de viagens, facilitando o trabalho remoto, a educação, os cuidados de saúde e o entretenimento;
- Melhorar a coordenação e a integração de diferentes modos de transporte, como o transporte público, a mobilidade partilhada, os veículos elétricos e os veículos autónomos, a fim de oferecer opções de viagem convenientes e sem descontinuidades;
- Otimizar a utilização da infraestrutura de transporte e veículos existentes, reduzindo congestionamentos, emissões e custos;
- Melhorar a segurança dos sistemas de transporte, utilizando sensores, câmaras, inteligência artificial e *blockchain* para prevenir acidentes, detetar ameaças e garantir a conformidade;
- Capacitar os utilizadores e os prestadores de serviços de transporte, dando-lhes acesso a informações, *feedback*, incentivos e escolhas em tempo real;
- Reduzir o impacto ambiental dos transportes através da otimização da utilização das infraestruturas e meios existentes.

As tecnologias digitais estão a impulsionar a transição para uma mobilidade inteligente e sustentável, sendo de destacar

- *Connected and Automated Mobility* (CAM), ou mobilidade conectada, que utiliza comunicação *wireless* e inteligência artificial para permitir que os veículos interajam entre si e com seu ambiente, como semáforos, sinais de trânsito e pedestres. O CAM pode melhorar a segurança, a eficiência e o conforto nas estradas, bem como permitir novos serviços de mobilidade, como táxis robóticos e “comboios de camiões” (*platooning*, um grupo de veículos que viajam juntos, utilizando tecnologia de conectividade e sistemas de condução automatizada);
- *Mobility as a Service* (MaaS), em que plataformas digitais integram vários modos e serviços de transporte numa única aplicação, permitindo aos utilizadores planear, reservar e pagar as suas viagens com facilidade. O MaaS pode ajudar a descarbonizar

o transporte, incentivando o uso do transporte público e outras alternativas de baixa emissão;

- *Mobilidade orientada por dados*, que aproveita a enorme quantidade de dados gerados pelos sistemas de transporte para melhorar o seu desempenho, gestão e planeamento. A mobilidade orientada por dados pode permitir a gestão de tráfego em tempo real, manutenção preditiva, preços dinâmicos, recomendações personalizadas e muito mais;
- *Shared Mobility* (mobilidade partilhada), em que através da partilha de vários modos de transporte - automóveis, trotinetes, motociclos, bicicletas elétricas - podemos evitar que os veículos próprios fiquem parados durante a maior parte do dia e otimizar a utilização dos mesmos. É um modelo em que as pessoas não são proprietárias dos meios de transporte, mas pagam por utilização. A mobilidade partilhada pode, segundo um estudo do MIT⁶, reduzir em 86% a ocupação de vagas de estacionamento nas cidades, revolucionando o planeamento e a utilização do espaço público;
- *Micromobilidade*, através da utilização de “*light vehicles*”, muitas vezes elétricos, para transporte de curta distância, especialmente em áreas urbanas. Alguns exemplos de veículos de micromobilidade são bicicletas e e-bikes, trotinetas, motociclos e skates. A micromobilidade pode reduzir tráfego, emissões de gases com efeito de estufa, poluição sonora e a procura de lugares de estacionamento, melhorando a acessibilidade e a saúde da mobilidade urbana;
- *Veículos autónomos*, que empregam tecnologias para eliminar a necessidade de um operador humano, dependendo de sistemas avançados de inteligência artificial (IA) e aprendizagem automática para "compreender" o seu ambiente e reagir a comandos. Um conjunto alargado de sensores, juntamente com funções avançadas de visão computacional, são usados para criar um mapa constantemente atualizado do que se passa à volta, detetando a presença de veículos e peões próximos, medir distâncias e detetar superfícies irregulares nas vias de rodagem. Alguns dos benefícios dos veículos autónomos são a melhoria da segurança, a redução do congestionamento do tráfego, a redução das emissões e o aumento da mobilidade;
- *Gémeos digitais*, que consiste na réplica virtual de um objeto, processo ou sistema físico que pode ser usado para simular e analisar o respetivo comportamento em tempo

⁶ [Unparking :: MIT Senseable City Lab](#)

real. No contexto do desenvolvimento de veículos autónomos, os gémeos digitais podem ser usados para simular e testar vários aspetos do veículo, como seja o desempenho, segurança e confiabilidade, antes deste ser construído. Por exemplo, gémeos digitais podem ser usados para simular rotas, criar um ambiente virtual que imita condições do mundo real, como tráfego, clima e condições da estrada. Isso permite que os engenheiros testem o desempenho do veículo em diferentes cenários e identifiquem possíveis problemas antes que ocorram.

Como é claro, a maior parte dos exemplos referidos são complementares e até sobreponíveis entre si (e todos beneficiam das capacidades da Inteligência Artificial), havendo ainda muitos outros que cobrem áreas conexas no sentido tornar a mobilidade mais fluída, eficiente e sustentável. É também importante destacar a importância da cibersegurança, dada a centralidade da fiabilidade de tudo o que é recolha, tratamento e comunicação de dados, bem como as atividades executadas com base nesses mesmos dados.

Para fomentar uma maior mobilidade sustentável, é muitas vezes necessário investir em infraestrutura pesada (aeroportos, portos, via-férrea, estradas, metropolitanos, etc.), sobretudo em regiões ou países com défices de infraestruturas de transportes. Por outro lado, o digital vem contribuir fortemente para reduzir o impacto ambiental, social, e económico dos transportes, através da otimização da utilização das infraestruturas e meios já existentes.

Esta otimização está de acordo com os princípios da sustentabilidade ambiental, assente numa maior e mais eficiente utilização dos bens disponíveis, ao invés de continuar a construir novas estruturas que implicam a depleção de mais recursos naturais e que obrigam a uma redefinição e adaptação do território, frequentemente afetando áreas protegidas. artificializando-as e constituindo um risco para a biodiversidade e o equilíbrio ambiental. Benefícios adicionais incluem a libertação de recursos económicos, que podem assim ser usados em necessidades mais relevantes do ponto de vista social, bem como a contribuição para um menor impacto visual, auditivo e social nas comunidades.

Muito embora este percurso exija um grande desenvolvimento tecnológico, necessita ainda mais de um desenvolvimento sociocultural para ter sucesso. Os vários exemplos de digitalização acima mencionados implicam uma mudança de mentalidade. Há que partir do tradicional paradigma de posse de um veículo para efetuar um dado percurso, para chegar a uma nova abordagem que implica realizar esse mesmo percurso do modo mais rápido e eficiente possível, independentemente do modo e posse de transporte utilizado.

Este modelo passa por um lado pelo desincentivo ao uso do transporte particular, através de:

- 1) redução dos espaços de estacionamento e respetivo aumento do custo dos existentes;
- 2) restrições à circulação de veículos privados, redução da velocidade máxima permitida em determinadas vias;
- 3) reconfiguração das mesmas para redução do espaço de circulação automóvel em favor de meios de mobilidade leve;
- 4) configuração da semaforização para priorização de transportes públicos, partilhados ou com grande nível de utilização;
- 5) taxas de circulação em determinadas zonas para restrição do tráfego particular;

e por outro lado, por:

- 6) investimento em transportes públicos ou partilhados;
- 7) criação de vias específicas para meios de mobilidade leve;
- 8) redução ou mesmo eliminação dos custos diretos de utilização de transporte público ou partilhado;
- 9) aumento da oferta de transportes para pessoas com necessidades especiais - crianças, idosos ou com dificuldades de locomoção;
- 10) a disponibilização de interfaces informativos para facilitar as escolhas de transporte (multimodal e integrado) por parte dos cidadãos.

Com o passar do tempo, tornar-se-á claro que, a todos os níveis, deixará de fazer sentido o modelo baseado na posse do veículo. De facto, se se somar os custos de aquisição, manutenção, circulação, estacionamento, inspeção legal e ainda os custos fiscais, é duvidoso que a posse de um automóvel seja, já hoje, economicamente razoável face à utilização de serviços de transporte públicos ou partilhados. Haverá por certo exceções, mas o enfoque aqui é na regra e no novo paradigma que hoje se desenha.

A evolução tecnológica e política tornará esta conclusão ainda mais evidente, quando, além do custo económico, forem patentes os benefícios em termos de tempo de deslocação e conforto de um modelo partilhado. De facto, numa mobilidade conectada, baseada em dados, com forte investimento em mobilidade partilhada e micromobilidade, os veículos particulares serão claramente desfavorecidos, tornando-se a sua circulação mais lenta e mais cara do que as alternativas.

Tal como referido num artigo anterior⁷, o crescimento exponencial de volumes de dados relevantes e da respetiva capacidade de processamento já permitem a melhoria da eficiência dos recursos existentes e a otimização da gestão da mobilidade. O digital permite assim passar para o paradigma da *Mobility as a Service*, em que a mobilidade é vista como um serviço que pode integrar diferentes meios de transporte (multimodalidade) e modelos de operação, por oposição ao modelo vigente de silos isolados e de transporte individual proprietário.

Já é comum o recurso a plataformas para o acesso a serviços de transporte personalizado (e.g. Uber, Bolt), *bike-sharing* (e.g. Uber, GIRA), trotinetes (e.g. Lime, Bolt), *ride-sharing* (e.g. BlaBlaCar), ou mesmo de entrega de mercadorias. O futuro passará pela integração dos diferentes operadores, incluindo horários e sistemas de bilhética, em plataformas que permitam ao passageiro encontrar as melhores opções para cumprir o percurso que pretende através de um único ponto de contacto. Veja-se o exemplo da MobiCascais, promovido pela respetiva autarquia e que caminha, progressivamente, para um modelo mais holístico de mobilidade na concelhia.

A digitalização trará uma revolução ainda maior através da comunicação contínua de veículos entre si e com as infraestruturas de trânsito. Tal inovação melhorará a fluidez e segurança do trânsito, culminando na condução autónoma de qualquer tipo de veículo, o que mudará o paradigma da mobilidade. Nessa altura, o transporte far-se-á por veículos autónomos partilháveis. Estes terão uma taxa de utilização muito superior à dos automóveis particulares atuais, que ronda apenas os 5%. Ou seja, para o mesmo volume e perfil de deslocações, serão necessários menos veículos e infraestruturas, reduzindo o impacto ambiental e melhorando a qualidade de vida e a sustentabilidade da mobilidade.

Assim, poder-se-á dizer que, de todas as contribuições do digital para uma mobilidade mais sustentável, a grande revolução, e mesmo o culminar da evolução de todos os outros exemplos referidos, é exactamente os veículos autónomos, sejam eles rodoviários, ferroviários, marítimos ou aéreos e destinados ao transporte de carga ou passageiros. Neste âmbito e aplicado especificamente a veículos autónomos rodoviários, há que definir 6 níveis de automação:

- Nível 0 - Sem automação, sendo o veículo totalmente operado pelo condutor. A assistência ao condutor é prestada sob a forma de avisos, e.g. avisos de ângulo morto ou de saída de faixa de rodagem;

⁷ Beleza, Á., & Mateus, A. (2022). *Ambição: Como Duplicar o PIB em 20 Anos - Portugal Mais Próspero, Mais Justo e Mais Democrático*. Almedina

- Nível 1 - O condutor está no comando do veículo com a assistência de uma funcionalidade automatizada. Isto pode assumir a forma de aceleração e travagem automatizadas, como no caso do *cruise control* adaptativo, em que a velocidade do automóvel se ajusta automaticamente para acompanhar a velocidade do tráfego a uma distância segura. Um outro exemplo é a direção automatizada, em que o motorista é auxiliado e.g. através da centragem da faixa;
- Nível 2 - Tal como no nível 1, o condutor está no comando da operação do veículo. No entanto, a automação neste nível inclui assistência de dois recursos automatizados em conjunto;
- Nível 3 - Em condições específicas, a automação no nível 3 permite que um veículo opere de forma autónoma, ainda que um motorista humano deva monitorizar ativamente as condições e assumir imediatamente o controlo do veículo quando o sistema o alerta;
- Nível 4 – Nesta fase, um veículo está totalmente operacional dentro dos limites estabelecidos, não exigindo atenção ou assistência de um motorista humano. A estrutura do veículo pode nem sequer incluir pedais ou volante. Exemplos de veículos autónomos de nível 4 incluem táxis sem motorista que operam dentro de limites "geo-referenciados";
- Nível 5 - Veículos totalmente autónomos que não necessitam de assistência ou monitorização ao condutor e que operam sem limites ou condições. Embora haja trabalho a decorrer neste sentido, as previsões dos especialistas sobre o momento da sua implementação e disponibilidade comercial variam muito.

Segundo um artigo da McKinsey de 2021⁸ baseado num inquérito a 75 executivos dos sectores dos transportes, indústria automóvel e empresas de software, a média das estimativas quanto às datas de aparecimento de táxis/TVDE com níveis de automação 4 ou 5 variava entre 2026 e 2029; quanto ao aparecimento de camiões de carga para transporte em qualquer tipo de estrada, a mesma variava entre 2028 e 2032. Estes dados são coincidentes com diversas outras fontes, nomeadamente uma declaração da Mercedes-Benz⁹, que acredita que até ao final desta década haverá veículos privados de nível 4 nas estradas. Refira-se, aliás, que os veículos privados estarão disponíveis previsivelmente depois dos táxis e TVDE.

⁸ [What's next for autonomous vehicles? | McKinsey](#)

⁹ [Mercedes Says Level 4 Autonomous Driving Will Be a Reality This Decade | U.S. News \(usnews.com\)](#)

No mesmo artigo da Mckinsey, quando questionados sobre os *bottlenecks* respeitantes ao desenvolvimento dos veículos autónomos para a Europa, só 6% dos executivos referiu a questão da procura, enquanto 24% apontavam a tecnologia e, em maioria clara, 70% a regulação. Estas respostas reforçam que a questão tecnológica, embora desafiante, não é vista como o grande obstáculo a uma mudança de paradigma.

De facto, já existe a tecnologia necessária para ter estes veículos, incluindo Radar, Lidar, GPS e câmaras para monitorizar e criar um mapa tridimensional do ambiente envolvente. Poderosos sistemas informáticos processam os dados recolhidos pelos diversos sensores e tomam decisões sobre as operações do veículo, ajustando continuamente a direção, a velocidade da marcha, a aceleração e a travagem.

Também a inteligência artificial, assente em Machine Learning (ML) e sistemas especializados, são elementos fundamentais dos sistemas de veículos autónomos, permitindo a contínua expansão da sua capacidade de navegar na estrada através de otimizações geradas pela aprendizagem. Em sentido lato, a inteligência artificial permite assim a tomada de decisões operacionais sem a necessidade de instruções específicas que cubram cada situação potencial encontrada durante a condução.

Ainda assim, há limitações económicas. Mesmo assumindo uma tecnologia madura e uma regulação adequada, ter veículos comerciais em circulação em larga escala seria, por agora, pouco viável. O custo agregado de todos estes sistemas, bem como da respetiva manutenção e atualização, mais o poder de computação e largura de banda exigidos, seriam incomportáveis para o cidadão comum nesta fase. A evolução tecnológica, no entanto, permitirá uma otimização de custos num futuro próximo.

Fica o grande desafio, que se encontra na área da regulação. Este é um dos maiores *bottlenecks* para a generalização da adoção de veículos autónomos pois envolve várias questões complexas e inter-relacionadas que têm de ser abordadas por atores diversos, tais como governos, fabricantes, seguradoras, consumidores e o público. Alguns dos principais desafios incluem:

- *A falta de um quadro jurídico claro e coerente para os veículos autónomos em diferentes jurisdições:* diferentes países e regiões têm leis e normas diferentes em matéria de segurança dos veículos, responsabilidade, proteção de dados, cibersegurança e impacto ambiental. Esta situação gera incerteza e incoerência no desenvolvimento e implantação de

veículos autónomos, bem como potenciais conflitos jurídicos e obstáculos ao comércio e à cooperação transfronteiriça;

- *A dificuldade de adaptar as leis e regulamentos existentes à nova realidade dos veículos autónomos:* muitas leis e regulamentos baseiam-se no pressuposto de que um condutor humano está sempre no controlo e é o responsável último pela operação do veículo. No entanto, no caso dos veículos autónomos, a responsabilidade pode ser transferida para o próprio veículo, ou mesmo para o fabricante, operador ou proprietário do veículo. Isso levanta questões sobre como definir e medir o nível de automação, como determinar culpa e responsabilidade em caso de acidentes ou danos, como garantir a transparência das decisões dos sistemas e como proteger a privacidade e a segurança dos dados do veículo;
- *O desafio de equilibrar inovação e segurança:* os veículos autónomos têm potencial para trazer grandes benefícios, mas também representam novos riscos e incertezas, incluindo falhas técnicas, ciberataques, dilemas éticos, impactos sociais e questões de aceitação pública. Por conseguinte, os reguladores têm de encontrar uma forma de incentivar e facilitar a inovação, garantindo simultaneamente a segurança e a confiança do público. Isso requer uma abordagem proativa e colaborativa que envolve testes, avaliação, certificação, monitorização, fiscalização, educação e comunicação.

Há, no entanto, experiências reais em diferentes regiões, que procuram testar a fiabilidade, segurança e conveniência dos veículos autónomos em ambientes mais ou menos controlados. Em Portugal, há o exemplo do veículo autónomo estreado em 2019 em Cascais¹⁰ e que faz um percurso entre a Quinta de S. Gonçalo e a NOVA SBE.

O caso mais conhecido é o dos TVDEs da Waymo¹¹ (nível de automação 4), empresa do grupo da Google (Alphabet), que já providencia viagens em Phoenix, São Francisco e Los Angeles, nos EUA. É importante referir que, após mais de um milhão de milhas percorridas e segundo uma publicação científica, conclui-se que o Waymo conseguiu uma redução dos ferimentos e das vítimas mortais por horas de operação em estrada comparado com médias humanas, através da eliminação ou redução da frequência de colisões mortais e graves. Ou seja, os sistemas de veículos autónomos já são (pelo menos os da Waymo), atualmente, mais

¹⁰ <https://mobi.cascais.pt/servicos/veiculoautonomo>

¹¹ [FAQ - Answers to Questions About Self-Driving Cars - Waymo](#)

seguros que os condutores humanos, e espera-se que, com o desenvolvimento tecnológico, sê-lo-ão cada vez mais.

Na verdade, resolvidas as questões da regulamentação e asseguradas as economias de escala a nível tecnológico, os veículos autónomos, sobretudo se combinados com a mobilidade conectada e a *shared mobility*, podem ser a maior revolução na mobilidade sustentável. Isto, sublinhe-se, independentemente do tipo de combustível usado. Pense-se no caso dos veículos rodoviários ligeiros, usando como referência os 5% de utilização média atual. Num mundo com condições ideais, em que todos os veículos seriam autónomos e com utilização a 100%, seria então possível passar a ter apenas 5% dos veículos atuais. Ainda que tal seja pouco provável a curto prazo, uma redução importante do número de viaturas atuais em circulação é certamente possível.

Assim, com um terço dos automóveis atuais, não só se consegue uma redução muito significativa da depleção de recursos naturais, mas também um ganho significativo na fluidez do tráfego. Esta fluidez traria diversas consequências positivas ao nível da utilização do espaço público, da duração das deslocações, do stress reduzido para os passageiros, do custo de transporte por passageiro e da segurança. Por sua vez, a mobilidade conectada, como “cérebro” central que monitoriza e orienta os diferentes intervenientes no transporte, aliado aos “cérebros” distribuídos dos veículos autónomos, consegue uma otimização adicional da fluidez de trânsito motorizado.

Por exemplo, num entroncamento a mobilidade conectada consegue orientar a intersecção perfeita entre os veículos provenientes das diversas direções; num semáforo consegue que todos os veículos acelerem em simultâneo, podendo até, em determinados contextos, prescindir de semáforos completamente caso todos os veículos estejam conectados e em comunicação instantânea e automática. Sublinhe-se ainda a importância do *platooning*, acima referido, que pode criar autênticos comboios rodoviários, otimizando a circulação de todos os tipos de veículos.

Se a tudo isto juntarmos a utilização crescente de fontes de energia verde enquanto combustível – como eletricidade ou hidrogénio verde – conseguir-se-á uma redução quase total da poluição causada pelos transportes terrestres.

O caso de Portugal

Qual é então a aplicabilidade prática que o digital possa ter na mobilidade sustentável em Portugal?

Primeiro, é necessário apresentar o panorama nacional em termos de transportes:

- Rede viária ao nível das melhores do mundo, sobretudo na componente das autoestradas;
- Rede ferroviária curta, desatualizada e incapaz de lidar com as necessidades atuais da ferrovia sendo que nem toda é eletrificada, quase toda é em via única, sem sistemas de comunicação modernos, sem capacidade de acolher comboios de mercadorias de grande capacidade e sem capacidade de permitir velocidade elevada;
- Rede de transporte pesado urbano e suburbano que, ainda que em processo de crescimento, continua focada em Lisboa e Porto e é manifestamente curta para as necessidades de mobilidade das respetivas urbes;
- Rede aeroportuária muito dependente do aeroporto de Lisboa, que, por sua vez, tem grandes limitações de operação, conforto e capacidade de crescimento;
- Rede portuária muito dependente do porto de águas profundas de Sines, que precisa de modernização e de grandes investimentos para se manter atrativa e competitiva com os portos concorrentes em Espanha e Marrocos.

Perante este panorama, o que é que Portugal pode fazer para dar um salto significativo na mobilidade sustentável ao mesmo tempo que gera inovação, conhecimento e crescimento económico, otimizando o valor criado pelos investimentos necessários?

Por um lado, e excluindo a análise sobre as infraestruturas portuárias e aeroportuárias, que têm uma dinâmica e realidade muito diferentes, é necessário significativo investimento em componentes específicas do transporte ferroviário, que é à data de hoje o mais sustentável, nomeadamente:

1. a ligação de alta-velocidade Lisboa-Porto (com eventual prolongamento Porto-Vigo), devido à evidente saturação da Linha do Norte, aos ganhos de capacidade na própria Linha do Norte ao “libertar-se” dos comboios de velocidade elevada que consomem espaço de canal e tempo significativo impedindo maior frequência de outras tipologias de comboios, e à indiscutível procura existente para uma alternativa de viagem rápida entre Lisboa e o Porto que possa eliminar a necessidade da pouco sustentável ponte aérea que liga as duas cidades;
2. a linha Sines – Caia para exportação de mercadorias;

3. a modernização da linha de Cascais e a sua ligação ao resto da rede ferroviária nacional através da linha de cintura de Lisboa;
4. a expansão e modernização dos metros de Lisboa e Porto, quer nos respetivos centros quer nos concelhos limítrofes, bem como a criação de sistemas pesados em outras urbes.
5. a eventual necessidade de se criar uma via ferroviária direta e de (pelo menos) velocidade elevada que ligue Lisboa à localização do “novo” aeroporto de Lisboa, dependendo da localização final escolhida e de saber se vai ser um aeroporto único ou um acréscimo ao atual aeroporto Humberto Delgado.

No entanto, e à parte estes investimentos, que parecem ser consensuais, e outras pequenas afinações na rede ferroviária, será de questionar se é de investir no resto do Plano Ferroviário Nacional apresentado em 2022, como estratégia principal para uma mobilidade mais sustentável.

É que, considerando o elevadíssimo nível de investimento, o facto de nem sequer haver uma data definida para a sua conclusão, a problemática da questão das bitolas – ibérica ou europeia – que acrescenta sempre ineficiência no modelo da rede ferroviária, e ainda o histórico de atrasos na execução de obras, muito dificilmente esse investimento adicional algum dia virá a ter retorno económico, um papel significativo na exportação de mercadorias ou mesmo uma mais-valia ambiental, isto sabendo-se que implica impactos no território e que há alternativas potencialmente mais baratas, mais eficazes e de mais rápida implementação.

É portanto, necessário criar alternativas que passam por uma forte aposta na criação de condições para o desenvolvimento, implementação e operação de um modelo integrado de mobilidade sustentável para pessoas e mercadorias, aproveitando o potencial de evolução tecnológico de transporte rodoviário para uma interligação ótima com a rede ferroviária, portuária e aeroportuária.

Para tal e em primeiro lugar Portugal deve tomar a liderança na componente da regulamentação, estabelecendo parâmetros e regras claras que criem um ambiente favorável ao investimento nas tecnologias e na operação de veículos autónomos, mobilidade conectada, micromobilidade, *mobility-as-a-service*, mobilidade partilhada, etc.

Em paralelo, deve estimular o mundo académico, empresarial e governamental – em particular a nível das diferentes entidades legais envolvidas na mobilidade – para que colaborem no desenvolvimento tecnológico que viabilize a operacionalização deste modelo

de mobilidade sustentável de uma forma integrada, segura, inclusiva e com potencial de modernização contínua e escalabilidade.

Essa aposta atrairia investimento estrangeiro, conhecimento e tecnologia em áreas como a cibersegurança, Inteligência Artificial, aeroespacial e satélites, redes e telecomunicações, promovendo emprego especializado, o desenvolvimento económico e um lugar cimeiro em termos de mobilidade sustentável no mundo. Naturalmente, estar na vanguarda implica riscos de vária ordem bem como um investimento inicial maior. No entanto, comporta também o potencial de criar padrões regulamentares e tecnológicos, bem como um ecossistema empresarial e tecnológico que pode depois exportar e criar valor noutras geografias.

Tendo em conta a realidade nacional e os pontos expostos, existe uma excelente oportunidade para rapidamente começar a implementar algumas destas tecnologias. Por exemplo, na área dos veículos autónomos, poder-se-ia começar por executar testes no que toca ao transporte de mercadorias entre portos e centros logísticos ou fábricas.

Embora, como referido anteriormente, ainda não se tenha atingido o nível 5 de autonomia, já existem experiências de nível 4. Estas, quando aplicadas ao transporte em trajetos fixos, sobretudo por vias principais (vias rápidas, autoestradas, etc.), com menor probabilidade de imprevistos, permitirão a muito breve trecho proceder ao transporte de mercadorias em veículos autónomos de forma segura.

Isto eliminaria algumas mais valias da ferrovia no transporte de carga, uma vez que estas assentam na elevada capacidade de carga, no relativo baixo consumo de energia por unidade de carga transportada e na necessidade de menos pessoas para a operacionalização desse transporte.

Tendo veículos autónomos, movidos a fontes de energia verdes, conseguir-se-á um transporte num período de tempo igual ou mesmo inferior, com um consumo energético equivalente, com igual ou menor número de pessoas para operar o transporte. A isto acresce uma maior flexibilidade, uma vez que a carga, ao estar dividida por diversos camiões pode mais rápida e facilmente ser encaminhada para o seu destino.

Para além disso, no caso de Portugal, em que a maior parte da rede ferroviária tem sérias limitações para o transporte de mercadorias e tem uma extensão e capilaridade muito menor do que a rede rodoviária, este tipo de transporte faria um muito melhor aproveitamento da infraestrutura já existente, até porque a rodovia tem menos limitações no que se refere à

ocupação do canal, que é um problema real na ferrovia, ainda para mais quando esta é maioritariamente em via única e inclui utilização mista passageiros/mercadorias, que por sua vez desejavelmente têm (ou deveriam ter) velocidades de circulação diferentes.

Uma vez comprovada a eficácia e eficiência deste modelo de transporte entre grandes pontos de carga/descarga por vias principais e trajetos fixos, poder-se-ia avançar para o mesmo tipo de transporte já em condições de circulação mais abrangentes e que cubram inclusivamente o transporte *last mile*, que é dos que mais impacto tem no tráfego rodoviário.

No caso do transporte de passageiros, alguns dos efeitos são semelhantes aos do transporte de carga, embora com a particularidade de o transporte rodoviário dificilmente vir algum dia a conseguir velocidades de ponta competitivas com o transporte ferroviário de alta velocidade, mesmo que possa ser equiparado em tempo de percurso porta-a-porta. Dito isto, para Portugal só está previsto o transporte ferroviário de alta-velocidade entre Lisboa e Porto (com eventual extensão a Vigo), que será uma necessidade evidente.

Posteriormente, embora num caminho análogo, começar-se-ia os testes ao transporte de passageiros, acelerando o investimento em modelos de *Mobility-as-a-Service* e tirando partido da mobilidade conectada e dos veículos autónomos para começar a implementar uma nova dinâmica de circulação cujo impacto maior seria no transporte urbano e interurbano. Há que ressaltar que este modelo, tendo em conta o investimento requerido, poderia implicar algumas perdas económicas no curto prazo e mesmo piorar temporariamente o tráfego até que os cidadãos comessem a abdicar em massa dos veículos próprios.

Para uma melhor e mais eficiente implementação do modelo, dever-se-ia convidar um município, de média dimensão e perfil maioritariamente urbano, preferencialmente com um cluster de inovação, como sejam Braga, Coimbra, Aveiro ou Cascais, para criar uma zona especial de implementação do modelo. Tal implicaria, por exemplo, propor aos seus habitantes que trocassem os seus veículos por um crédito equivalente na utilização do sistema de mobilidade sustentável (que inclui transportes públicos, micromobilidade e mobilidade partilhada – onde se incluem os veículos autónomos). Ao mesmo tempo, seria penalizada a circulação e estacionamento de veículos privados, e seria implementado um sistema global de mobilidade conectada, toda esta estratégia implementada com soluções para pessoas com necessidades especiais.

Numa primeira fase, testes-piloto como este implicariam um forte investimento público, concretizável de diferentes modos, como sejam benefícios fiscais, subsídios à exploração,

apoios à investigação, subsídio aos cidadãos, etc. Tal também justifica a necessidade de se começar por uma localização específica e controlada, mas no médio prazo seria mais vantajoso do que a manutenção do sistema atual, pelos motivos anteriormente referidos e por todas as externalidades positivas que provoca.

Conclusão

Perante o anteriormente referido, caso haja forte vontade política, e contando com a aceleração do desenvolvimento tecnológico nestas áreas, é razoável pensar que, num período de 12 a 15 anos, Portugal pode mudar o paradigma e o modo de circulação urbano e interurbano, posicionando-se na vanguarda a nível mundial.

Ao fazê-lo estará a contribuir para uma mobilidade verdadeiramente sustentável e com um investimento que, embora elevado, está dentro das possibilidades da economia nacional, provavelmente não será superior ao necessário para a total concretização do Plano Ferroviário Nacional, com a vantagem adicional de gerar muito maior retorno para o tecido económico e académico nacional e de cobrir áreas e necessidades de mobilidade que nunca seriam satisfeitas pelo modo ferroviário.

Posicionará ainda o País como um líder na área podendo criar um efeito de arrastamento sobre outras áreas ligadas à inovação, ambiente e tecnologia, enquanto melhora significativamente a qualidade de vida dos seus habitantes.

20

Sobre

A SEDES

A SEDES é uma das mais antigas associações cívicas portuguesas, operando, desde 1970, como um “think tank” independente, comprometido a pensar Portugal ao centro. A sua missão é promover o desenvolvimento económico e social do país, através de contributos especializados e plurais em vários setores das políticas públicas.

20