

O FUTURO NAS INFRAESTRUTURAS DE TRANSPORTES

Marisa Lamego¹, Isabel Mendes Lopes² e Patrícia Figueira³

¹Infraestruturas de Portugal, Gabinete de Estudos e Inovação, Praça de Portagem 2809-013 Almada, Portugal
email: paula.lamego@infraestruturasdeportugal.pt <http://www.infraestruturasdeportugal.pt/>

² Infraestruturas de Portugal, Gabinete de Estudos e Inovação, Praça de Portagem 2809-013 Almada, Portugal

³ Infraestruturas de Portugal, Gabinete de Estudos e Inovação, Praça de Portagem 2809-013 Almada, Portugal

Sumário

O presente artigo pretende sistematizar e caracterizar as grandes tendências com implicações no sistema de mobilidade e transportes, identificando os principais desafios e oportunidades que se colocam aos gestores de infraestruturas, quer ao nível do planeamento e gestão das infraestruturas, quer ao nível dos modelos de financiamento.

A maior parte destas tendências implicam alterações profundas, algumas disruptivas, do sistema de mobilidade e transportes subsistindo ainda um grande nível de incerteza em torno dos calendários das respetivas concretizações.

Apresentam-se igualmente alguns projetos e experiências de inovação que a Infraestruturas de Portugal tem em curso, que visam o acompanhamento das tendências da mobilidade.

Palavras-chave: tendências; gestor de infraestruturas; mobilidade; inovação; alterações climáticas

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade de pessoas e de mercadorias tem vindo a alterar-se substancialmente, mas o século XXI será ainda mais profícuo em evoluções e revoluções.

No contexto global do sistema de mobilidade e das infraestruturas de transporte, é imperioso atingir uma maior sustentabilidade ambiental, por via da economia de partilha, da economia circular, das tecnologias, dos combustíveis e da resiliência, designadamente às alterações climáticas. As infraestruturas tenderão a deixar de ser monofuncionais, sendo aproveitadas além do seu uso primordial de circulação, potenciando-se novos modelos de gestão e financiamento. Assistir-se-á à automação do transporte em si, dos métodos construtivos e das operações logísticas, que aliados a um aumento da sensorização e da conectividade e ao recurso à inteligência artificial, implicarão grandes alterações no sistema de mobilidade tal como hoje o conhecemos. Todas estas tendências, associadas às alterações sociais/comportamentais e demográficas que se esperam, trarão grandes desafios, em especial, ao nível do planeamento e da gestão das próprias infraestruturas.

O presente artigo tem como objetivo sistematizar e caracterizar as grandes tendências com implicações no sistema de mobilidade e transportes, identificando os principais desafios e oportunidades que se colocam aos gestores de infraestruturas, quer ao nível do planeamento e gestão das suas infraestruturas e ativos, quer ao nível dos modelos de gestão e de financiamento.

Apresenta-se igualmente a estratégia que a Infraestruturas de Portugal (IP, SA) tem vindo a adotar para incorporar estas tendências na sua atividade, assim como alguns projetos e experiências de inovação que a IP tem em curso, que visam o acompanhamento dessas tendências.

2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Apresenta-se neste capítulo a metodologia que a Infraestruturas de Portugal tem seguido na abordagem às macro-tendências da mobilidade (Figura 1) e que se reflete na estrutura deste artigo.

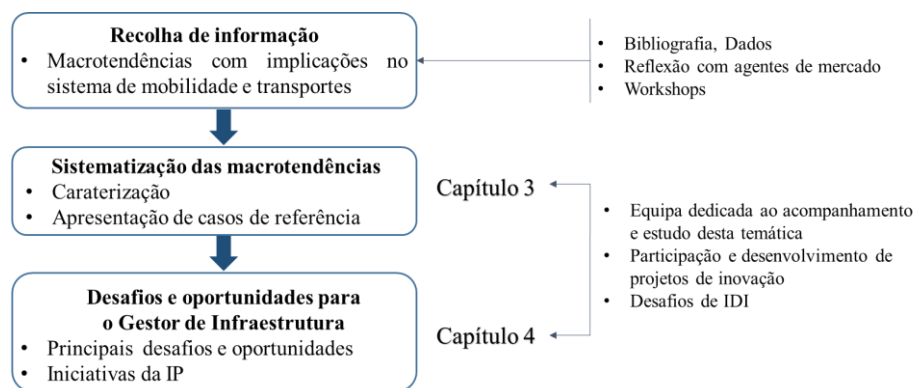


Fig.1. Abordagem metodológica e estrutura do artigo

Desde 2015 que a IP tem uma equipa dedicada à recolha e sistematização da informação sobre as tendências da mobilidade e das infraestruturas e à reflexão sobre as alterações que trarão à atividade de um gestor de infraestrutura rodoviária e ferroviária.

O tratamento e caracterização de toda esta informação tem permitido a sistematização das várias tendências em grandes macro-tendências. Este trabalho é apresentado no Capítulo 3, juntamente com alguns casos de referência.

A reflexão, pesquisa e identificação dos desafios e oportunidades que o futuro reserva aos gestores de infraestrutura, face a cada macro-tendência, tem-se traduzido num conjunto de iniciativas por parte da IP, entre as quais a participação em projetos e experiências de inovação. No Capítulo 4 apresentam-se os principais desafios e oportunidades identificados pela IP e as iniciativas que têm sido levadas a cabo.

3 SISTEMATIZAÇÃO DAS MACROTENDÊNCIAS

A mobilidade de pessoas e mercadorias têm vindo a alterar-se substancialmente a nível nacional e internacional.

Como resultado do trabalho de vigilância e acompanhamento sistemático destas alterações pela IP, as grandes tendências do Sistema de Mobilidade e Transportes foram agrupadas em 5 grupos de Macro-tendências: 1) sustentabilidade ambiental, 2) inovação tecnológica e conectividade, 3) poder dos dados e da informação, 4) novos modelos de gestão e financiamento e 5) mudanças sociais e demográficas.

3.1 A sustentabilidade ambiental

A exigência crescente com a sustentabilidade ambiental dos sistemas, e especificamente do Sistema de Mobilidade e Transportes, constitui um imperativo consensual. Esta sustentabilidade ambiental suporta-se em 3 vetores principais: descarbonização da economia, alterações climáticas e economia circular.

A descarbonização da economia está em linha com a ambição do Acordo de Paris¹ (Nações Unidas, 2015), no âmbito do qual vários países, entre eles Portugal, se comprometeram a envidar esforços para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) e contribuir para uma redução do aumento da temperatura média do planeta.

¹ Em 2016, 195 países membros da Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas assinaram o Acordo de Paris, para reduzir o nível de emissões de gases com efeito de estufa, nomeadamente dióxido de carbono, a partir de 2020, com o objetivo de colocar um travão no aquecimento global e implementar medidas que levem à descarbonização das economias

Para apostar numa mobilidade sustentável e contribuir para a descarbonização, impõe-se uma progressiva adoção de tecnologias mais limpas e o uso de combustíveis alternativos, também mais limpos e renováveis.

A transição acelerada para a mobilidade elétrica baseada em energias renováveis está já em marcha, com um grande investimento no alargamento e flexibilização do carregamento das baterias dos veículos elétricos e na performance das próprias baterias. Outros combustíveis alternativos e tecnologias, como o hidrogénio, para o setor rodoviário e para o ferroviário estão já a ser estudados e testados. Na Alemanha já há cidades em que a frota de autocarros é movida a hidrogénio (McCue, 2018). Aliás, prevê-se que em 2030, na Califórnia, Alemanha, Japão e na Coreia do Sul, 1 em cada 12 carros vendidos poderão usar hidrogénio como combustível (Hydrogen Council, 2017).

Em termos da mobilidade elétrica, é evidente o esforço que vários países e cidades têm também em marcha, no sentido de acelerar esta transição, tentando convergir para o objetivo da descarbonização profunda da mobilidade e dos transportes, que representam cerca de 30% das emissões totais. Exemplos disso, são Madrid, Atenas, Cidade do México e Paris que já anunciaram a proibição da circulação de veículos *diesel* nos centros das cidades em 2025 (Harvey, 2016). A intenção de proibição da venda de carros que usem combustíveis fósseis, nomeadamente gasóleo, foi anunciada para 2025 na Noruega, 2030 na Índia, 2040 no Reino Unido e França para 2040 (Petroff, 2017).

Como resultado de todas estas iniciativas e de outras que estão em curso, espera-se que na Europa, em 2027, mais de 30% dos carros vendidos sejam elétricos (Junceiro, 2017).

O grande objetivo da descarbonização da economia, para além de se basear num esforço de redução das emissões, passa também pela produção de energia mais sustentável e renovável. E as infraestruturas de transporte lineares, como as rodoviárias, podem ter aqui um papel relevante dando-se novos usos e valências às mesmas, para além do seu uso primordial, que é a circulação de veículos. Só em Portugal há milhares de m² de pavimentos rodoviários, que no limite, poderiam ser potenciados para produzir energia. O mais imediato é pensar-se no aproveitamento da energia solar.

Há já várias experiências de vias com pavimento solar, desde ciclovias na Holanda (Baratto, 2016) ou estradas em França, Estados Unidos e China (Ramos, 2018). França anunciou que está muito empenhada na geração de energia a partir dos pavimentos e conta ter 1.000 km de estradas solares até 2021 (Koch, 2016).

Mas há várias outras formas de geração de energia a explorar a partir das infraestruturas: o movimento dos veículos, a energia eólica e o aproveitamento da força da água (pilares de pontes e viadutos), entre outras.

Em Itália foi apresentado um conceito de uma ponte com várias turbinas de vento que, combinadas com células solares, permitiriam fazer o abastecimento de 115.000 fogos (Quick, 2011). Também Israel tem em teste uma autoestrada onde foram incorporados cristais piezoelétricos na mistura betuminosa que geram eletricidade com a vibração provocada pela passagem dos veículos (Garland, 2013).

Também no campo de abastecimento de energia, as infraestruturas rodoviárias podem ter um papel potenciador da mobilidade elétrica. Se um veículo elétrico puder carregar enquanto circula é conseguido um ganho de tempo e de autonomia, aumentando o seu potencial (ITS Internacional, 2014). E é isso que tem vindo a ser desenvolvido nos últimos anos, as chamadas Estradas Elétricas (PIARC, 2018). Seja por condução, com catenária ou através de um carril colocado no pavimento, ou seja por indução magnética sem fios, estas estradas fornecem energia elétrica aos veículos durante a circulação.

Existem vários projetos de Estradas Elétricas implementados em todo o mundo (PIARC, 2018). A título de exemplos de estradas com carregamento por indução refiram-se a Coreia do Sul, que tem desde 2013 um percurso de 12 km que permite que autocarros elétricos carreguem durante a circulação (Kelion, 2013), e o Reino Unido, que tem também um troço de estradas elétricas em teste (Highways, 2015). As estradas com carregamento por condução – seja catenária ou carril – encontram-se sobretudo na Suécia, que tem vários percursos com carregamento elétrico para veículos ligeiros ou pesados (Scania, 2016, Boffey, 2018).

As alterações climáticas têm originado eventos climáticos extremos de grande intensidade e frequência, assistindo-se a maiores variações de temperatura, ventos mais fortes, chuvas e cheias, fogos e tempestades (NASA, 2019). Torna-se assim importante por um lado tentar minimizar os contributos dos transportes para a sua

ocorrência e, por outro, tornar as infraestruturas mais robustas e resilientes, antes, durante e após esses eventos extremos, minimizando os danos e garantindo uma funcionalidade mínima em caso de catástrofe.

Resultante de preocupações ambientais e económicas, assiste-se à adoção do conceito de economia circular, que assenta na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia. Para isso é fundamental analisar e conceber os sistemas para otimizar todo o ciclo de vida dos recursos (materiais e energia) e reduzir o desperdício. Assim, no ecossistema de mobilidade impõe-se a otimização constante dos recursos, dos espaços e dos usos, numa evolução para sistemas globalmente com menos desperdício. A internalização deste modelo passa por 3 abordagens principais em todo o ciclo de vida das infraestruturas: sustentabilidade no consumo e gestão dos recursos naturais, inovação nos materiais e nos métodos construtivos e abordar os subprodutos/resíduos de um processo como matéria-prima de outros.

3.2 A inovação tecnológica e a conectividade

Outras tendências que estão a moldar o futuro, em vários campos da vida, são a incorporação da Inovação Tecnológica, a Automação e a Conectividade. Não são tendências totalmente novas, mas têm vindo a dar passos largos, potenciados pelo maior poder computacional, pela inteligência artificial e pelo *machine learning*.

No sistema de mobilidade, assiste-se cada vez mais ao incremento da automação no transporte, nos métodos construtivos e nas operações logísticas. Já circulam em teste carros e comboios autónomos/semi-autónomos (Madrigal, 2018; van Gompel, 2018), assiste-se ao uso progressivo de cimbres autónomos na construção de pontes e viadutos (ex. AP Bridge Construction Systems) e até a movimentação de cargas em armazém e nas áreas portuárias/terminais é cada vez mais assegurada também por veículos/máquinas autoguiadas (Guillot, 2018). Outro exemplo do uso deste tipo de veículos será a entrega de mercadoria porta-a-porta por *drones* (Oonk, 2018).

A crescente automação das atividades que realizamos, aliada a um aumento da conectividade, está a fazer, e fará cada vez mais, com que tarefas e processos tradicionalmente desempenhados por pessoas sejam assumidos por máquinas ou por sistemas operativos (Manyika; 2017), implicando uma grande alteração quer da mobilidade quer da cadeia logística tal como hoje as conhecemos. Estas alterações profundas não serão apenas ao nível da mobilidade ou dos próprios requisitos de projeto das infraestruturas, nos materiais usados, mas também trarão disrupções no nosso sistema económico e laboral, que por sua vez influenciarão novamente a mobilidade.

Apenas em termos rodoviários, alguns estudos apontam para que, em 2030, 2% a 30% dos carros que são vendidos nos Estados Unidos sejam autónomos (de nível 4 ou 5 na escala SAE²) (S&P Global, 2018) ou que 14% dos veículos produzidos no mundo sejam totalmente autónomos (Credit Suisse, 2018).

Estudos confirmam que mais de 90% da sinistralidade se deve a erro humano (ONSV, 2018). A existência de carros autónomos, ligados em rede, que comunicam entre si e com a infraestrutura, poderá permitir uma mobilidade mais segura e com uma gestão centralizada, mais inteligente e eficiente (Ferreira Nunes, 2018).

A automação dos veículos trará outros desafios significativos e delicados, como será o caso ao nível da segurança e sinistralidade, uma vez que nas fases de transição coexistirão veículos autónomos e veículos com condutor, com efeitos ainda desconhecidos. A possibilidade de circulação de veículos sem condutor/autónomos imporá certamente evoluções no ecossistema da habilitação para a condução e no ecossistema dos seguros.

A sensorização de tudo aliada à conectividade permitirá que tudo seja monitorizado em tempo real (as condições climáticas locais, o estado de conservação da infraestrutura, as condições de tráfego, a existência de obstáculos, entre outros) e gerará um enorme volume de dados.

Estando tudo ligado, conectado e em rede (V2V, V2I, ..., V2X), a comunicação entre todos os sistemas e a partilha massificada de informação serão mais fáceis, o que poderá influenciar a mobilidade. Será permitida a cooperação de processos – a evolução de *Intelligent Transport Systems* (ITS) para *Cooperative-ITS* (C-ITS) – e poderemos dispor de informação em tempo real e tomar decisões adaptadas ao instante em que são tomadas.

² Escala entre 0 e 5, definida pela *Society of Automation Engineers*, relativa ao grau de automação dos veículos

Para que tudo isto seja possível será exigido que as próprias infraestruturas disponham de uma grande cobertura e capacidade de telecomunicações, capaz de assegurar a cibersegurança destas comunicações e trocas de dados.

A inovação tecnológica será transversal a muitas outras atividades, como na micrologística. A produção local e a profusão da impressão 3D, para além de terem um enorme potencial de alterar os padrões e os fluxos de bens e mercadorias que hoje conhecemos, trarão oportunidades incalculáveis ao nível dos métodos construtivos e dos processos de armazenagem, gestão de *stocks*, manutenção e conservação das infraestruturas. A título de exemplo refira-se a construção da primeira ponte de betão recorrendo à impressão 3D, na Holanda (Marmé; 2018).

Outras das tendências é a adoção de novos processos de monitorização e inspeção das infraestruturas, através de *drones* ou outros equipamentos que permitam uma visualização rápida e eficiente dos ativos (Passarella, 2018). Os *drones* também permitem a inspeção de zonas remotas ou de difícil acesso natural ou no caso dum sinistro. A acrescer a isto, a internet das coisas (IoT), a sensorização e georreferenciação das estradas, das linhas, das estações, das pontes, dos viadutos, permitirá monitorizar tudo em tempo real, facilitando o planeamento da gestão dos ativos.

Também se assiste à digitalização e desmaterialização dos procedimentos, tornando os processos mais automáticos, mais rápidos e eficientes e mais seguros, e ao recurso a redes de interações que alteram a cadeia e os procedimentos tradicionais, como o *Blockchain*, que permite a realização de transações seguras sem a necessidade de intermediários e a implementação de *smart contracts* (Orcutt, 2018).

A realidade aumentada já existe e será comum em pouco tempo, dado o potencial de incorporar elementos virtuais no campo de visão, permitindo que indicações/informações possam ser dadas de forma interativa no local onde estamos. No futuro poderemos deixar de ter manuais escritos para a manutenção e operação de equipamentos, poderemos ter projetadas nos óculos ou pára-brisas indicações de trajeto ou informação hoje dada em pórticos nas auto-estradas.(Weiner, 2018).

3.3 O poder dos dados e da informação

Como já referido, a IoT, a sensorização e georreferenciação geram uma quantidade astronómica de dados, cuja análise é cada vez mais complexa, pelo que é fundamental que o poder computacional, a inteligência artificial e o *machine learning*, permitam processos de análise, avaliação e de decisão cada vez mais rápidos.

Os dados são assim hoje considerados o novo *fuel* dos transportes e é tanta a sua importância que estes dados, que tradicionalmente estavam na esfera pública, têm vindo a passar para os privados (Google maps, Waze, entre outros). A posse destes dados permite um maior controlo sobre a mobilidade, e sobre os trajetos a realizar, a quem os detém, e não só aos gestores das infraestruturas.

Esta nova realidade, apesar de criar inegáveis oportunidades relativamente à gestão otimizada do sistema de mobilidade e transportes em termos de capacidade e flexibilidade, levanta também questões relativamente aos próprios padrões de mobilidade induzidos e à segurança e proteção desses dados. A tendência vai no sentido da segurança desses dados ser um imperativo incluindo nos sistemas de suporte às infraestruturas de transporte.

3.4 Os novos modelos de gestão e financiamento

Uma outra tendência, em todo o mundo, é o surgimento de novos modelos de gestão e financiamento das infraestruturas de transporte. A disponibilidade de infraestruturas e de redes de transporte tem e gera para terceiros um valor muito significativo, que em tese poderia ser captado ou partilhado com os gestores das infraestruturas. Quando é construída ou melhorada uma infraestruturas, assiste-se a uma valorização dos terrenos e do mercado imobiliário em volta. Estão em estudo e até já em aplicação nalgumas regiões do mundo os denominados "*value-capture*" ou "*value sharing*", onde os promotores e gestores destas infraestruturas captam ou partilham da valorização gerada. (Brown, 2015; Queensland Government, 2016)

Quando um gestor de infraestrutura investe na redução da sinistralidade, diminui o risco de acidentes e pode aportar benefícios diretos ao ecossistema do segurador, sem que o gestor de infraestrutura partilhe desse benefício e o possa reinvestir na segurança da estrada.

Por outro lado, se as infraestruturas forem potenciadas para ser mais do que canais de circulação, podem surgir novos modelos de negócio que as financiem e que permitam que sejam mais sustentáveis financeiramente, como

é o caso das já referidas novas valências energéticas, ou a prestação de serviços especiais de mobilidade, como por exemplo de *Platooning*³. Mas ainda há outros negócios que podem ser potenciados e ser relevantes, tais como a disponibilização de rede de telecomunicações, tanto de curto alcance como longo alcance, o fornecimento de dados de tráfego, das condições atmosféricas ou outro tipo de dados, tanto aos utilizadores das infraestruturas como a terceiros, que têm potencial em termos de negócio, uma das razões pelos quais os dados são habitualmente apelidados de “novo combustível” no setor dos transportes.

A conectividade, a monitorização por GPS, os pagamentos digitais e a sensorização abrem portas a novas soluções de cobrança, denominadas de forma global de “*Pay as you Drive*”. Tem-se vindo a assistir a uma personalização no setor dos seguros, em função do que andamos e por onde andamos, ou da utilização do GPS para o pagamento do uso real das estradas (Milligan, 2018). Está a ser testada em Washington uma “*Road Usage Charge*”, o pagamento de uma tarifa direta por milha percorrida (WA RUC, 2019; WSTC; 2018).

Há outros tipos de variáveis passíveis de ser contempladas num sistema de tarifas, como as variáveis ambientais, isto é, os veículos pagarem valores diferentes pelo percurso que fazem, consoante o dióxido de carbono que emitem. Através dum preço diferenciado da circulação, é possível incentivar uma mobilidade mais sustentável.

Ao dispormos de informação e a capacidade de a transmitir em tempo real, podemos dispor de mecanismos de potenciar a eficiência da oferta e otimizar o uso das infraestruturas, adotando, por exemplo, sistemas de *pricing* dinâmico, que no caso rodoviário nacional poderia ajudar a equilibrar o tráfego entre as estradas nacionais e as auto-estradas.

3.5 As mudanças sociais e demográficas

As pessoas e as formas como se organizam estão também a alterar-se. As tendências sociais e demográficas que se perspetivam para o futuro terão consequências na mobilidade e nos sistemas de transportes. O envelhecimento populacional a que se assiste, a concentração em megacidades, o desapego à propriedade e o aumento da economia de partilha e a desmaterialização dos processos e dos locais de trabalho exigirão respostas flexíveis, multimodais e em tempo-real às novas necessidades de mobilidade da sociedade futura.

O envelhecimento da população tem implicações na mobilidade, uma vez que os padrões e rotinas são diferentes. Há maior propensão para acidentes e para o aumento da sinistralidade, rodoviária e pedonal, e uma mobilidade mais condicionada, também como resultado de reações mais lentas e tomadas de decisão complexas mais demoradas (Musselwhite, 2010; Karthaus, 2016). Estima-se que em 2060, cerca de 30% da população europeia tenha mais de 65 anos, quando hoje não chega aos 20% (Eurostat, 2018).

Também a distribuição espacial da população se irá alterar e a tendência de concentração urbana das últimas décadas continuará a acentuar-se e o mundo será predominantemente formado por megacidades com mais de 10 milhões de habitantes (Nações Unidas, 2018). Estima-se que a concentração de população em zonas urbanas será tal que estas megacidades ocuparão 5% do território mundial mas serão responsáveis por mais de 70% das emissões de CO₂ (NASA Jet Propulsion Laboratory, 2015).

Mesmo nas cidades à escala nacional, será provável o acentuar do desequilíbrio que já hoje existe entre o peso de Lisboa e do Porto relativamente ao resto do território, em particular o interior. Se juntarmos ao desequilíbrio territorial o desequilíbrio geracional, consegue antever-se uma desproporção de atividade económica que afetará o investimento ou os serviços e que pode facilmente aumentar as desigualdades.

Mas não é só na idade e na localização que a sociedade está a mudar, a cada geração que surge, há alterações de comportamento e de valores que modificam a forma como se vive e como se tomam decisões. Assistimos a uma economia da partilha, onde as pessoas preferem usar ou aceder a coisas em vez de as comprar ou possuir (Morgan, 2015), surgindo cada vez mais sistemas de mobilidade partilhada como em Lisboa a Drive Now, Emov ou as bicicletas GIRA e as trotinetes Lime, Hive e Tier, entre outras, ou até sistemas de partilha de boleias. Até mesmo na habitação a prioridade das novas gerações não é a compra de casa (Nova, 2018).

³ *Platooning*: pelotão de veículos rodoviários, pesados ou ligeiros, que circulam juntos e coordenados, com poupanças de energia, emissões e custos

Neste sentido a tendência será cada vez mais para ver a mobilidade como um serviço (MAAS), em vez de algo que nos pertence. As pessoas são cada vez menos fiéis a um modo de transportes e escolhem aquele(s) que for(em) mais cómodo(s) para realizar a deslocação que querem fazer, à hora que querem fazer. Isto é também potenciado pela conectividade e informação em tempo real, que permite que se façam escolhas “na hora” e suportadas na multimodalidade e na interconexão de todo o sistema de transportes (APTA, 2016). Neste sentido há uma grande incerteza associada à repartição modal que se verificará e que poderá mudar em qualquer momento.

Outra alteração que tem vindo a crescer prende-se com o trabalho e a sua flexibilização. O futuro mercado de trabalho, aliado ao facto de termos vidas cada vez menos rotineiras e previsíveis, modificará os padrões de mobilidade atuais, pelo que estas alterações terão também impacto no planeamento da mobilidade.

Em conclusão, prevê-se que o sistema de mobilidade futuro exigirá ser mais integrado e apoiado em vários modos, onde os interfaces assumirão um papel cada vez mais relevante, tanto fisicamente como digitalmente, mais simples, com menos barreiras e muito mais fáceis de utilizar. Será assim fundamental para o futuro, a disponibilidade de um sistema de mobilidade inteligente que responda no imediato às solicitações, o que implicará que tenha uma grande capacidade de predição mas também que seja reativo e reajustável a qualquer instante, tanto para passageiros como para mercadorias.

4 PRINCIPAIS DESAFIOS PARA O GESTOR DE INFRAESTRUTURAS

Neste capítulo pretende-se identificar os principais desafios e oportunidades que as grandes tendências, apresentadas no capítulo 3, trarão aos gestores de infraestruturas de transportes, particularizando o caso da Infraestruturas de Portugal, designadamente no que respeita ao acompanhamento e teste de soluções para a incorporação destas tendências na sua atividade através da sua participação em projetos de inovação.

Apesar de existir um consenso alargado sobre as evoluções associadas às tendências, subsiste ainda uma grande incerteza associada ao calendário, ao planeamento, à concretização e ao impacto destas evoluções, o que constitui, por si só, um desafio aos gestores da infraestrutura, quer no planeamento dos seus investimentos, quer na sua operação e na gestão dos seus ativos.

Como incorporar no processo de planeamento e de decisão estas evoluções, algumas disruptivas e/ou carregadas de incertezas? Como lidar com essas mudanças e incertezas, estimando os efeitos dessas evoluções e identificando áreas de atuação no curto, médio e longo prazo? Como estimar a evolução da procura e da repartição modal, face à automação e conectividade do lado da rodovia, à melhoria de eficiência do lado da ferrovia, à melhoria dos interfaces e dos processos de informação? Quais as alterações legislativas e regulamentares futuras que irão ocorrer para acomodar as novas formas de mobilidade? Todas estas perguntas são relevantes quando estamos a planear, na medida em que as suas respostas poderão condicionar fortemente a estratégia, o planeamento e a gestão das infraestruturas de transportes.

O caminho é conseguirmos incorporar a incerteza na construção de cenários futuros e garantir que independentemente do cenário, as nossas infraestruturas garantem aspetos básicos e fundamentais como a acessibilidade, a intermodalidade, a fiabilidade, a segurança e a resiliência.

No contexto da descarbonização da economia, a transição energética da mobilidade e a produção de energia mais sustentável e renovável exigem a disponibilização de uma rede abrangente, flexível, variada e massificada, que possibilite o carregamento dos veículos, o que representa um desafio importante a nível infraestrutural. Por outro lado, colocam-se também desafios ao nível dos modelos de financiamento das infraestruturas e do papel que as infraestruturas lineares poderão ter no abastecimento e na geração de energia.

A Contribuição de Serviço Rodoviário (CSR)⁴ constitui atualmente 60% das receitas *core* da IP (IP, 2017) estando suportada no imposto sobre os produtos petrolíferos, ou seja, num cenário de evolução para uma

⁴ A CSR foi instituída pela Lei nº 55/2007, de 31 de agosto e constitui a contribuição solicitada aos utilizadores da rede rodoviária nacional, que se operacionaliza quando adquirem combustível (gasolina, gasóleo e GPL), sendo uma emanação do conceito de utilizador/pagador.

mobilidade rodoviária elétrica e mais eficiente, ou mesmo de outro combustível alternativo, é necessário salvaguardar o financiamento da disponibilização da infraestrutura rodoviária.

Por outro lado, os novos modelos de negócio associados à captação do valor gerado pelas novas valências energéticas das estradas, designadamente o abastecimento de energia elétrica (PIARC, 2018) e a produção de energia renovável, trazem desafios ao gestor de infraestrutura relacionados, por exemplo, com condições estruturais, de segurança e de níveis de serviço, com a definição de metodologias de cálculo desse valor e com a consideração de eventuais constrangimentos regulamentares e legislativos associados ao mercado de fornecimento e distribuição de energia.

Importa referir que a descarbonização da economia já tem integrado a atividade da IP, estando atualmente em curso o Programa de Sustentabilidade Energética do Grupo IP, que identifica sistemas e processos para melhorar o seu desempenho energético, incluindo eficiência, uso, consumo e intensidade energética, bem como a racionalização dos custos com energia, das emissões de GEE e outros impactos ambientais.

Além da eficiência energética, a IP tem também em curso várias iniciativas no âmbito da economia circular, como a reutilização de materiais em fim de vida útil para reaplicação noutros usos (antigas travessas ferroviárias utilizadas como pavimento) ou a incorporação de sub-produtos nas misturas betuminosas.

As alterações climáticas, por sua vez, colocam desafios ao gestor de infraestruturas que se prendem com o desenvolvimento de instrumentos de previsão de riscos e de monitorização, para além de medidas específicas que permitam tornar as suas infraestruturas mais resilientes a eventos extremos e com maior capacidade de recuperar rapidamente a sua função. No âmbito do aumento da resiliência das infraestruturas às alterações climáticas, a IP já inclui esta questão no planeamento e projeto das suas infraestruturas e participa atualmente em vários projetos de inovação, como por exemplo:

- O projeto SAFEWAY⁵, que visa o desenvolvimento de ferramentas de previsão de risco, monitorização e decisão, que contribuem para antecipar, prevenir e preparar ativos críticos para os impactos dos danos causados por eventos extremos (incêndios, cheias e deslizamentos de terras) nas diferentes fases de ciclo de catástrofe: preparação; resposta; recuperação e mitigação. O projeto tem 4 casos de estudo reais, um dos quais, localizado na rede rodoferroviária da zona centro do País.
- O projeto FORESEE⁶, que visa desenvolver, demonstrar e validar um sistema modular, integrado e interativo de ações, tendentes a reforçar a resiliência da mobilidade de transportes de passageiros e de mercadorias, nos corredores da Rede Transeuropeia de Transportes (RTE-T) e nos *Hubs* multimodais, perante a ocorrência de eventos disruptivos de origem natural ou humana. Um dos casos de estudo centra-se no aumento da resiliência de mobilidade na Ponte 25 de Abril face a eventos extremos, com avaliação multiriscos e suporte à tomada de decisão.

A automação, conectividade e disponibilidade de grande quantidade de dados, desmaterialização, inteligência artificial e *machine learning* permitirão uma gestão da mobilidade em tempo real, mais inteligente, eficiente e segura trazendo oportunidades, ao nível da segurança rodoviária, através da redução da sinistralidade (Ferreira Nunes, 2018), ao nível da gestão, manutenção e monitorização dos ativos das infraestruturas, reduzindo custos e melhorando o desempenho (Trindade e Almeida, 2018). Mas colocam-se igualmente desafios, designadamente ao nível do projeto da infraestrutura rodoviária ou da sua manutenção, entre os quais:

- Que tecnologia terá que ser fornecida para garantir a capacidade e cobertura necessárias à comunicação e partilha do imenso volume de dados em circulação? A IP participa em vários projetos de inovação nesta área, entre os quais se destacam os seguintes:

⁵ SAFEWAY - projeto cofinanciando no âmbito do H2020, com conclusão prevista no IT 2022, com 14 parceiros europeus, liderado pela U. de Vigo (Espanha), tendo como parceiros nacionais a IP e U. de Minho.

⁶ FORESEE - projeto cofinanciando no âmbito do H2020, com conclusão prevista no IT 2022, com 18 parceiros europeus, liderado pela Tecnalía (Espanha), tendo a IP como parceiro nacional.

- O projeto 5G-Mobix⁷, que pretende dar resposta a alguns dos desafios da mobilidade conectada e dos veículos autónomos, explorando as potencialidades que a tecnologia 5G de comunicações possuirá no apoio à mobilidade avançada, nomeadamente de conexão das infraestruturas, veículos e utilizadores. Um dos casos de estudo consiste na criação das condições técnicas para a implementação de uma rede 5G no troço Valença – Viana do Castelo da EN13.
- O projeto C-Roads⁸, que consiste no desenvolvimento de serviços avançados de gestão de tráfego C-ITS a prestar pelo gestor de infraestrutura. Em Portugal, prevê-se o desenvolvimento de vários casos piloto, entre os quais testar os serviços do *Day 1* e do *Day 1.5*⁹ (utilizando um sistema de comunicação híbrido ITS G5 e Celular) sobre 460 km da rede rodoviária nacional pertencente à RTE-T, incluindo troços transfronteiriços em Valença e Caia, e estradas de acesso aos nós urbanos de Lisboa e Porto. Esta atividade irá testar estes serviços em diferentes tipos de estradas (áreas metropolitanas, interurbanas estradas, ruas e rodovias).
- Como será a sinalização rodoviária, tendo em consideração a conectividade digital do sistema de mobilidade e transportes (Lombardo, 2018)? Será necessário manter sistemas de redundância?
- Quais serão os requisitos em termos de projeto das infraestruturas, como por exemplo largura de via, raios de curvatura ou existência de ativos que comunicam com os veículos (V2I), tendo em consideração que a condução autónoma será mais precisa e exigente em termos de informação (Neves e Velez, 2018)?
- Quais serão as implicações em termos de resistência de pavimentos, houver mais tráfego e com passagens mais sistemáticas nas vias (Noorvand *et al.*; 2017)?
- Quais serão, em termos de dimensionamento de tráfego, os valores de referência para a capacidade e velocidade do projeto, por exemplo de uma autoestrada, tendo em consideração a procura e os níveis de serviço associados à mobilidade autónoma e conectada e as decisões dos utilizadores em tempo real?
- Qual deverá ser a abordagem às políticas de gestão, conservação e manutenção dos ativos, aproveitando não só a sensorização, recolha permanente de informação, inteligência artificial e *machine learning*, mas também a inovação na resistência e capacidade de auto-reparação dos materiais? A IP participou num projeto europeu na área da inovação aplicada à manutenção de ativos, o INFRAALERT¹⁰, que teve como objetivo o desenvolvimento de um sistema de informação *expert-based*, com recurso a *machine learning*, para apoiar e automatizar a gestão dos ativos de infraestruturas lineares (rodoviárias e ferroviárias), desde a inspeção à manutenção.

A quantidade de informação gerada, a sua comunicação e partilha, conduz, por si só, a outros desafios para os gestores de infraestrutura, quer ao nível do desenvolvimento de medidas de cibersegurança, quer ao nível do seu posicionamento no negócio associado à geração e comunicação de dados em tempo real e aos potenciais modelos de negócio associados. As infraestruturas deverão estar preparadas para suportar todas as gerações de telecomunicações móveis: 4G, 5G e as outras que se seguirão. As comunicações e a transmissão de dados deverão cada vez mais ser redundantes, vigilantes e incorporar medidas de *backup* em caso de ataque.

Relativamente à segurança dos sistemas de suporte às infraestruturas, a IP participou num projeto europeu na área da segurança, o ECOSSIAN¹¹, que teve como objetivo a criação de uma plataforma comum de deteção, alerta e combate aos ciberataques, neste caso associado à infraestrutura ferroviária.

⁷ 5G-Mobix - projeto cofinanciando no âmbito do H2020, com conclusão prevista no 4T 2021, com 69 parceiros europeus, liderado pela Ertico (Bélgica), tendo vários parceiros nacionais, entre os quais a IP.

⁸ C-Roads - projeto cofinanciando no âmbito do programa Connecting Facility Europe (CEF), com 27 parceiros nacionais, entre os quais a IP. Do lado nacional o projeto é liderado pelo IMT.

⁹ A Comissão Europeia adotou, em 30 de novembro de 2016, uma Estratégia de Cooperação no domínio dos Sistemas de Transporte Inteligentes (C-ITS), tendo como objetivo facilitar a convergência dos investimentos e dos quadros regulamentares em toda a UE, a fim de permitir a implantação e difusão de serviços C-ITS consolidados em 2019 e posteriormente. A lista dos serviços do *day 1* consiste num conjunto de serviços C-ITS tecnologicamente maduros e suscetíveis de aduzir benefícios consideráveis para os utilizadores finais e para a sociedade em geral. A lista dos serviços do *day 1.5* consiste num conjunto de serviços relativamente aos quais as normas ou especificações poderão não estar totalmente disponíveis com vista à implantação em grande escala a partir de 2019, apesar de se considerar que esses serviços atingiram um estágio de maturidade em geral.

¹⁰ INFRAALERT – projeto cofinanciando no âmbito do H2020, concluído no 2T 2018, com 7 parceiros europeus, tendo tido como parceiro nacional a IP.

¹¹ ECOSSIAN – projeto cofinanciando no âmbito do 7º Quadro Comunitário de Apoio, concluído em 2017, com 19 parceiros europeus, liderado pela Technikon (Áustria), tendo vários parceiros nacionais, entre os quais a IP.

A automação de tarefas, a par das alterações comportamentais e sociais, implica igualmente desafios na área do capital humano, designadamente de identificação dos riscos e oportunidades associados a essa transição, fazendo com que seja necessária a atualização e requalificação dos recursos humanos (McKinsey & Company, 2017).

Por último, importa referir que a IP procedeu recentemente ao levantamento das suas necessidades de investigação, desenvolvimento e inovação (IDI), quer das que já hoje são sentidas pelo Grupo IP, na sua atividade, quer das que se anteveem para o futuro face às tendências de evolução da mobilidade e da sociedade. Este levantamento pretende servir de suporte ao estabelecimento de protocolos de colaboração para a concretização de projetos de IDI, quer no âmbito de teses de investigação, quer no âmbito de parcerias de inovação que possam beneficiar dos apoios e fundos comunitários disponíveis a nível nacional e internacional.

5 CONCLUSÕES

Todas as tendências aqui apresentadas trarão desafios e oportunidades aos gestores de infraestruturas de transportes. Caminhamos no sentido de estradas, linhas ferroviárias, estações e interfaces com elevado nível de sensorização, georreferenciação, multifuncionais, conectadas com os seus utilizadores e com sistemas de gestão centralizado, mais robustas e resilientes a condições climáticas adversas, mais seguras e eficientes.

O diagnóstico e a manutenção dos ativos das infraestruturas rodoviárias e ferroviárias já beneficia atualmente e beneficiará mais ainda no futuro com o elevado nível de sensorização do sistema de transportes, recolha permanente de informação, inteligência artificial e *machine learning*, tornando o planeamento e a gestão de ativos mais inteligente e eficiente.

O financiamento das infraestruturas de transportes deverá acompanhar as tendências da mobilidade, quer através, no caso da rodovia, da evolução da CSR para um sistema de financiamento que também considere a mobilidade elétrica e outros combustíveis alternativos, quer através de novos modelos de negócio baseados na captação do valor gerado pelas infraestruturas (por exemplo, novas valências energéticas, valorização imobiliária, fornecimento de dados).

Se por um lado, a automação e conectividade trazem oportunidades à gestão e manutenção dos ativos das infraestruturas, por outro, colocam riscos associados ao desaparecimento de algumas funções, requerendo a atualização e requalificação dos recursos humanos e a captação de novos perfis de competências. A garantia de não deixar ninguém para trás e de uma verdadeira equidade e inclusão será um problema transversal a todos os setores da sociedade, incluindo os transportes. É um desafio conciliar as várias necessidades e apetências, mas a verdadeira inovação é aquela que promove a inclusão de todos.

É necessário o acompanhamento da evolução cada vez mais rápida do mercado e da inovação. É necessário garantir e continuamente questionar se os investimentos realizados no presente continuarão relevantes e não obsoletos no futuro. O caminho é conseguirmos incorporar a incerteza na construção de cenários futuros e garantir que independentemente do cenário, as nossas infraestruturas garantem aspetos básicos e fundamentais como a acessibilidade, a intermodalidade, a fiabilidade, a segurança e a resiliência.

6 REFERÊNCIAS¹²

1. APTA; Millennials & Mobility: understanding the millennial mindset; *American Public Transportation Association*; 2016
2. Póvoas, António - AP-Bridge Construction Systems; disponível em www.ap-bridge.com/services
3. Baratto, Romullo; Primeira ciclovia solar do mundo gera mais energia que o previsto; *Archdaily Brasil*; disponível em www.archdaily.com.br/br/781094/primeira-ciclovia-solar-do-mundo-gera-mais-energia-que-o-previsto; 2016

¹² Todos os weblinks apresentados foram acedidos a 29 ou 30 de janeiro de 2019

4. Boffey, Daniel; World's first electrified road for charging vehicles opens in Sweden; *The Guardian*; disponível em www.theguardian.com/environment/2018/apr/12/worlds-first-electrified-road-for-charging-vehicles-opens-in-sweden; 2018.
5. Brown, Chris; Value capture is infrastructure magic bullet; *Financial Review*; disponível em www.afr.com/opinion/value-capture-is-infrastructure-magic-bullet-20151021-gkeqj9; 2015
6. Credit Suisse; The Car You Will Be Driving in 2040: Top 10 Predictions; *Credit Suisse*, disponível em www.credit-suisse.com/corporate/en/articles/news-and-expertise/the-car-you-will-be-driving-in-2040-top-10-predictions-201803.html; [acedido a 30 de janeiro de 2019]; 2018
7. Eurostat; Population structure and ageing; *Eurostat – Statistics Explained*; 2018
8. Ferreira Nunes, Diogo; Portugal investe 8 milhões em estradas inteligentes; *Diário de Notícias*; disponível em www.dn.pt/dinheiro/interior/portugal-investe-8-milhoes-em-estradas-inteligentes-9270118.html; 2018
9. Garland, Rex; Piezoelectric Roads in California; *coursework for PH240, Stanford University*; 2012
10. Guillot, Craig; 4 types of autonomous mobile robots, and their warehouse use cases; *Supply Chain Dive*; disponível em www.supplychainedive.com/news/4-types-of-autonomous-mobile-robots-and-their-warehouse-use-cases/529548/; 2018
11. Harvey, Fiona; Four of world's biggest cities to ban diesel cars from their centres; *The Guardian*; disponível em www.theguardian.com/environment/2016/dec/02/four-of-worlds-biggest-cities-to-ban-diesel-cars-from-their-centres; 2016
12. Highways Magazine; Electric highways technology to be trialled off road; *Highways Magazine*; disponível em www.highwaysmagazine.co.uk/article/detail/2297; 2015.
13. Hydrogen Council, *Hydrogen, scaling up*, www.hydrogencouncil.com, 2017.
14. IP SA, Relatório e Contas do Grupo IP, 2017.
15. ITS International; Dynamic charging boosts electric vehicles' potential; *ITS International*; disponível em www.itsinternational.com/categories/location-based-systems/features/dynamic-charging-boosts-electric-vehicles-potential/; 2014.
16. Junceiro, Pedro; Dos novos elétricos à proposta de energia gratuita: a visão de futuro da Nissan; *Motor24*; disponível em www.motor24.pt/motores/ecologia/dos-novos-eletricos-a-proposta-de-energia-gratuita-para-todos-a-visao-da-nissan-para-o-futuro; 2017
17. Karthaus, Melanie & Falkenstein, Michael; Functional Changes and Driving Performance in Older Drivers: Assessment and Interventions; *MDPI – Geriatrics*; 2016
18. Kelion, Leo; South Korean road wirelessly recharges OLEV buses; *BBC News*; disponível em www.bbc.com/news/technology-23603751; 2013.
19. Koch, Wendy; Solar roads: can streets become giant solar panels?; *National Geographic*; disponível em <https://news.nationalgeographic.com/energy/2016/03/160310-will-we-soon-be-riding-on-solar-roads/>; 2016
20. Lombardo, J., How Will Autonomous Vehicles Impact How We Build Roads? *Asphalt Contractor*, pp.22-24, 2018.
21. Madrigal, Alexis C.; Finally, the Self-Driving Car; *The Atlantic*; disponível em www.theatlantic.com/technology/archive/2018/12/test-ride-waymos-self-driving-car/577378/; 2018.
22. Manyika, James; What's now and next in analytics, AI, and automation; *McKinsey & Company Inc.*, 2017
23. Marmé, Paulo; Ponte feita com impressão 3D está pronta na Holanda; *Wattson*; disponível em www.wattson.pt/2018/04/29/ponte-em-impressao-3d-esta-pronta-na-holanda/; 2018
24. McCue, Dan; International Companies Partner to Fuel Buses with Hydrogen; *Renewable Energy Magazine*, disponível em www.renewableenergymagazine.com/biofuels/international-companies-partner-to-fuel-buses-with-20180507; 2018
25. McKinsey & Company, *Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation*, McKinsey & Company Inc., 2017.
26. Milligan, Brian; Car insurance: Why pay when you are not driving?; *BBC News*; disponível em <https://www.bbc.com/news/business-45758926>; 2018
27. Morgan, Blake; NOwnership, No Problem: Why Millennials Value Experiences Over Owning Things; *Forbes*; disponível em www.forbes.com/sites/blakemorgan/2015/06/01/nownershipnoproblem-nowners-millennials-value-experiences-over-ownership/#139ff69e5406; 2015
28. Musselwhite, Charles B. A. & Haddad, Hebba; Exploring older drivers' perceptions of driving; *Springer-European Journal of Ageing*; 2010

29. Nações Unidas / Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (2015) Adoção do Acordo de Paris, 21ª Conferência das Partes, Paris, 2015
30. Nações Unidas; 2018 Revision of World Urbanization Prospects; *Population Division of the UN Department of Economic and Social Affairs (UN DESA)*; 2018
31. NASA, *How climate is changing*; disponível em climate.nasa.gov/effects/; 2018.
32. NASA, *Jet Propulsion Laboratory Megacities Carbon Project*, 2015
33. Neves, J. e Velez, R., The impacts of autonomous vehicles on urban road infrastructures, *Network Industries Quarterly*, 20 (4), 3-6, 2018.
34. Noorvand, Hossein & Karnati, Guru & Underwood, Shane; Autonomous Vehicles: Assessment of the Implications of Truck Positioning on Flexible Pavement Performance and Design; *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2640. 21-28. 10.3141/2640-03; 2017
35. Nova, Annie; Here's why millions of millennials are not homeowners; *CNBC*; disponível em www.cnn.com/2018/07/09/these-are-the-reasons-why-millions-of-millennials-cant-buy-houses.html; 2018
36. ONSV; 90% dos acidentes são causados por falhas humanas, alerta Observatório; *Observatório Nacional de Segurança Rodoviária*; disponível em www.onsv.org.br/90-dos-acidentes-sao-causados-por-falhas-humanas-alerta-observatorio/; 2018
37. Oonk, Maarten; Using cargo drones in last-mile delivery; *Deloitte*; disponível em www2.deloitte.com/nl/nl/pages/consumer-industrial-products/articles/using-cargo-drones-in-last-mile-delivery.html; 2018
38. Orcutt, Mike; Blockchain smart contracts are finally good for something in the real world; *MIT Technology Review*; disponível em www.technologyreview.com/s/612443/blockchain-smart-contracts-can-finally-have-a-real-world-impact/; 2018
39. Passarella, Andrea *et al*; Infrastructure Monitoring & Monitoring through Drones; *5G Italy*; 2018
40. Petroff, Alanna; These countries want to ban gas and diesel cars; *CNN*; disponível em money.cnn.com/2017/09/11/autos/countries-banning-diesel-gas-cars/index.html; 2017
41. Queensland Government; Exploring value sharing in Queensland - Pathways to alternative infrastructure funding (Symposium Program); *Department of Infrastructure, Local Government and Planning of the Queensland Government*; 2016
42. Quick, Darren; Building a bridge to renewable energy; *New Atlas*; disponível em newatlas.com/solar-wind-bridge-concept/17771/; 2011.
43. Ramos, Ademilson; 6 estradas solares que estão agitando o mundo; *Engenharia é*; disponível em <http://engenhariae.com.br/meio-ambiente/6-estradas-solares-que-estao-agitando-o-mundo/>; 2018
44. S&P Global; The Road Ahead For Autonomous Vehicles; *S&P Global Ratings*; 2018
45. Scania; World's first electric road opens in Sweden; disponível em www.scania.com/group/en/worlds-first-electric-road-opens-in-sweden/; 2016.
46. Trindade, M. e Almeida, N., The impact of digitalisation in asset-intensive organisations, *Network Industries Quarterly*, 20 (4), 14-17, 2018.
47. Van Gompel, Marieke; Alstom: Autonomous train test in Netherlands includes object sensors; *RailFreight.com*; disponível em www.railfreight.com/technology/2018/09/24/alstom-tests-autonomous-train-in-netherlands-includes-object-sensors; 2018.
48. WA RUC; Washington Road Usage Charge Pilot Project; waroadusagecharge.org/; 2019
49. Weiner, Yitzi; 39 Ways AR Can Change The World In The Next Five Years; *Medium – Thrive Global*; disponível em medium.com/thrive-global/39-ways-ar-can-change-the-world-in-the-next-five-years-a7736f8bfaa5; 2018
50. World Road Association (PIARC), *Electric Road Systems: A solution for the future?*, www.piarc.org, 2018.
51. WSTC; Road Usage Charge Assessment; *Washington State Transportation Commission*; disponível em www.wstc.wa.gov/StudiesSurveys/RoadUsage/RUC2013/default.htm; 2018