

CATEGORIA 1

Expansão de infraestruturas urbanas pela tributação do transporte individual

1. INTRODUÇÃO

Os carros, como maior novidade tecnológica, são elementos centrais do século XX. Depois de décadas de favorecimento como transporte urbano, as suas desvantagens começaram a ser reconhecidas. A matriz energética do modo rodoviário, baseada em combustíveis fósseis, é responsável por maior parte das emissões de gases do efeito estufa no setor de transportes, além de motivar conflitos geopolíticos (Chapman, 2007). Dentro do campo urbano, introduziu novas tipologias de uso do solo e de espaço construído (Duarte, 2006; Salingaros, 2005) e expandiu os limites das cidades devido as maiores velocidades alcançadas (Newman et al., 2016). A adoção do transporte individual resultou em problemas diretos, como o aumento excedente da demanda por saúde pública, por traumas causados por colisões e doenças cardiovasculares causadas pela emissão de poluentes nocivos (ver e.g. Douglas et al., 2011; Gössling, 2016; Parry et al., 2007).

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Além disso, a invenção do motor imprimiu às cidades novas condições para as interações sociais e as atividades produtivas, apesar dos benefícios conferidos pela maior acessibilidade. As externalidades do transporte, sejam positivas ou negativas, não se distribuem igualmente (Gössling, 2016) e a prioridade dada aos veículos em alta velocidade, elegível para poucos, só é viável se a maioria se submeter às desvantagens impostas (Illich, 1974). Isso demonstra que o transporte individual implica em uma estrutura inerente que provoca desigualdades graves – por exemplo, a exclusão social de porções da sociedade e a dificuldade em prover serviços públicos de forma universal (Pyrialakou et al., 2016).

Esse processo é muito suscetível à congestão pelas demandas espaciais dos automóveis e, por isso, a infraestrutura deve renovada continuamente para manter o sistema viário e seus ganhos socioeconômicos minimamente operacionais (Cervero, 2003). Desde esse reconhecimento, foram desenvolvidas estratégias para recuperar o espaço urbano do automóvel por mudança de atributos do ambiente construído para resgatar a escala humana e os modos motorizados com menos desvantagens. Notadamente, a ocupação urbana compacta e o uso do solo misto são sinérgicos com esses modos de viver. Em conjunto, a construção massiva de infraestrutura para transporte coletivo se direciona a uma estrutura urbana que expresse mudanças duráveis no ambiente construído que favoreçam práticas mais sustentáveis (Banister, 2008). Isso se consolida na forma das propostas do desenvolvimento orientado ao transporte (TOD), que foram concebidas durante o século XX, mas formalmente estabelecida por Calthorpe (1993). Outros recursos, denominados de gerenciamento de demanda, são diretamente agressivos ao automóvel por técnicas de

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



moderação de tráfego, gestão de estacionamentos e regime viário (ver e.g. Graham-Rowe et al., 2011; Scheepers et al., 2014).

Por outro lado, ações que efetivamente mudam a vida urbana demandam volumosos investimentos para resultar, em troca, em pouco alcance territorial. Sob a concepção vigente de financiamento, uma ideia de viabilidade econômica deve ser buscada para aquisição de empréstimos. Da mesma forma, o governo deve demonstrar garantias e investir em capital inicial para ativar alianças com o setor privado. Esse precedente é muito oneroso, especialmente para o setor ferroviário que demanda muitas obras em ambiente urbano. Logo, uma reorientação para um planejamento urbano mais vigoroso se torna improvável por causa da exigência por uma combinação de vontade política e saúde fiscal. Já que a produção do ambiente construído segue o padrão vigente da tecnologia de transportes, a cidade então, lentamente, se modifica (Newman et al., 2016; Rietveld, 2015) para comportar as demandas incessantes dos automóveis, e, assim, os cidadãos também se afastam politicamente de uma realidade orientada ao transporte coletivo (e.g. Sheller & Urry, 2000). Esse processo cumulativo, somado a quase um século de história em favor dos carros, sujeita quem mora em cidades a uma existência cada vez mais fadada ou à dependência ao automóvel ou a uma congestão crescente. É imperativo, portanto, que seja desenvolvida uma estratégia que ative uma expansão radical da infraestrutura, por estratégias de redesenho da estrutura urbana, ao mesmo tempo em que forneça compensações aos impactos do transporte individual, por estratégias de precificação (Zhang & Zhang, 2017).

O objetivo desse trabalho é propor uma integração financeira entre políticas de gerenciamento de demanda e intervenções no conjunto de infraestruturas urbanas, de base socioespacial. Serão exploradas as consequências, no sistema de transportes, de uma abordagem que integre uma política fiscal abrangente, sobre dimensões do automóvel, e o apoio financiador principal do aumento de infraestruturas. Essa demonstração se fundamenta em dois ensaios. O primeiro descreve, a partir de investigação conceitual, as relações de causalidade entre a tributação do automóvel, a arrecadação para um fundo e o impacto no comportamento no sistema urbano – em especial, a escolha modal que impacta diretamente a tributação. Serão elencados, para isso, instrumentos que possam contribuir consideravelmente para a expansão da construção de infraestrutura nas metrópoles brasileiras. O segundo ensaio é quantitativo e utiliza pesquisas regionais de transportes urbanos para dimensionar a grandeza das repercussões dessa abordagem.

A seguir, será exposta uma revisão sobre os efeitos causados pelo automóvel e as práticas disponíveis para o planejamento urbano em combater os danos, o uso e a estrutura geral do transporte individual. Posteriormente, uma visão sobre o papel do planejamento em relação ao automóvel será consolidada em três argumentos para sustentar as ações de oposição. Então, os dois ensaios serão realizados para ilustrar como as políticas podem se integrar de forma programática. Por fim, será feita, na última seção, uma discussão sobre as contribuições e implicações da proposta, as conclusões principais e as sugestões para futuros estudos.

2. O AUTOMÓVEL NA CIDADE CONTEMPORÂNEA

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



O motor, dentre as muitas novidades da Revolução Industrial, compôs a solução para a demanda das primeiras indústrias por uma expansão de fontes de trabalho. Então, o transporte motorizado distorceu o espaço-tempo das cidades por meio da disponibilidade de velocidades inéditas. Antes da era industrial, todas as pessoas se moviam mais ou menos com as mesmas capacidades. Alguns poderiam usar animais para se movimentarem e outros, quando se sentissem atrasados, poderiam correr, mas, por alto, todos poderiam usar apenas a velocidade ofertada pelas suas pernas. Logo, a forma como os habitantes percebiam o tempo e o espaço mudou radicalmente, porque o acesso aos motores, ainda que fosse eventual, significou na presença endêmica de grandes velocidades nas cidades industriais.

Essa mudança tecnológica foi o fundamento da criação tanto de novas configurações sociais quanto de novas limitações associadas às necessidades tecnológicas das redes de transportes. Por exemplo, assim que novas formas de mobilidade se tornaram preponderantes, o fracasso em prover infraestruturas proporcionais às demandas para circular significava numa incidência de congestionamentos impossível de acontecer antes do advento do motor. Por um lado, o transporte motorizado proporcionou novas possibilidades de interações espaciais; por outro, essa nova modalidade não só tem seus requerimentos técnicos, mas as pessoas também têm limitações para alcançar espaços físicos e sociais. Os limites da acessibilidade às atividades urbanas dependem do acordo entre todos os envolvidos com a configuração de redes sociais e técnicas. Hägerstrand (1970) exemplifica esse raciocínio por seu conceito de prisma do espaço-tempo, onde o ser humano dentro das limitações do tempo e do espaço das cidades é restringido por necessidades fisiológicas,

acesso e configuração das redes técnicas, contratos sociais e relações de poder. Isso implica que a realização de atividades é sujeita às limitações biológicas, sociais e técnicas ao dispor do indivíduo.

Logo, a introdução do motor às sociedades modernas é um ponto de inflexão, não só por causa da expansão das cadeias produtivas, dos mercados e das capacidades, mas também porque, a depender das circunstâncias, foram introduzidas novas pontes ou novas barreiras para a realização de interações sociais. Assim que isso se consolida, uma nova forma de estrutura social é edificada e, conseqüentemente, suas implicações nos estilos de vida, na equidade entre as pessoas, em mudanças materiais no ambiente construído e nas conseqüências diretas nas dimensões de transporte. A noção de padrões de uso do solo que se adaptam de acordo com as prioridades dos sistemas de transportes é consolidada pela teoria dos tecidos urbanos (Newman et al., 2016). Ao invés da abordagem convencional que considera as cidades como um recipiente uniforme, essa teoria constata que as cidades são compostas pela combinação de tecidos, onde cada tecido se refere a um padrão estrutural orientado a um modo de transporte dominante – de acordo com o desenvolvimento histórico de tecnologias: modo ativo, modo coletivo e modo individual. Essas características são distintas de acordo com o modo, mas geralmente há a sobreposição entre os tecidos em todas as cidades, embora em diferentes proporções, de acordo com os efeitos colaterais e os requisitos técnicos dos modos preponderantes.

Os impactos do transporte rodoviário são muito referenciados na literatura. Os carros proporcionaram uma transformação profunda no ambiente urbano devido suas muitas

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



exigências: espaço para estacionar, vias rápidas, prioridade no espaço viário, ajustes arquitetônicos (por exemplo, afastamento e orientação de prédios) e mudanças no uso do solo (espraiamento e especialização). Esse conflito entre o aumento da mobilidade e a arquitetura é detalhado por Duarte (2006). Além dessa pressão para mudança da forma urbana, o automóvel causa efeitos colaterais sérios na sociedade e no consumo de recursos. A emissão de gases de exaustão contribui tanto para o efeito estufa, em nível global, quanto em uma poluição nociva para a comunidade local. O transporte rodoviário corresponde à vasta maioria do consumo energético e à metade da emissão de dióxido de carbono no setor global de transportes (Chapman, 2007). Apesar de que a produção energética e o setor industrial sejam fontes maiores de dióxido de carbono, o transporte ainda colabora de forma relevante para o aquecimento global e, dentro do setor de transportes, o carro de passeio só fica atrás do transporte rodoviário de carga em emissões globais de gases do efeito estufa (Chapman, 2007; Parry et al., 2007).

A poluição local tem outras consequências negativas, já que são lançadas à atmosfera, entre os gases de exaustão, substâncias que causam doenças cardiorrespiratórias: monóxido de carbono, material particulado e outros causadores do *smog* fotoquímico, como os óxidos de nitrogênio (Duarte, 2006, p.18; Gössling, 2016; Parry et al., 2007). Essas consequências se juntam a outros impactos na saúde pública, que podem estar confinados às esferas locais, relacionadas aos veículos, à infraestrutura e as vizinhanças imediatas: por exemplo, odores e ruídos (e.g. Gössling, 2016). Entretanto, como a poluição, esses impactos podem ser mais amplos, em comunidades inteiras. Por exemplo, como uma massa crítica de pedestres e ciclistas é importante para a segurança e a atratividade do transporte ativo, a adoção

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



generalizada do transporte rodoviário resulta em colisões com maiores níveis de gravidade e fatalidade (Douglas et al., 2011). Isso implica que alguns problemas são intrínsecos às distâncias percorridas por automóvel (Parry et al., 2007). Douglas et al. (2011) fazem uma crítica abrangente sobre a influência do carro na saúde pública.

Todos esses efeitos negativos, com exceção das consequências ao ambiente construído, podem ser amenizados pela organização urbana (e.g. aplicar menores velocidades para aumentar a segurança) ou pelo desenvolvimento tecnológico (e.g. veículos autônomos ou elétricos para diminuir problemas relacionados à segurança ou à qualidade do ar; veja Duarte & Ratti, 2018). A maior parte das complicações restantes, que se referem às estruturas sociais e às percepções da sociedade pelos indivíduos, é inerente ao transporte motorizado individual sem restrições e não pode ser evitada. Ao máximo, esses efeitos podem ser compensados por indenizações. Esses problemas podem residir no campo material, das consequências nas condições do ambiente em que a sociedade realiza suas atividades, ou no campo ideológico, das consequências na cultura, nas atitudes e na prática social.

Em primeiro lugar, as consequências das forças intimidantes do automóvel não se resumem à esfera individual do motorista. Ao passo que os destinos continuamente mudam de posição e se tornam mais distantes, se torna esperado socialmente que se tenha acesso ao transporte motorizado para realizar interações sociais. Dessa forma, as pessoas que não seguem as tendências orientadas ao automóvel se tornam suscetíveis à exclusão social, seja porque optam por não dirigir, ou porque não podem arcar com os custos altos de se manter

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



um carro (Pyrialakou et al., 2016). O declínio do número e da diversidade de destinos acessíveis para aqueles que não utilizam carros podem fortalecer a dependência aos carros a um ponto tão extremo que opor o costume de dirigir se torna uma política regressiva (Fol et al., 2007). O trabalho de Illich (1974) compara a inserção de maiores velocidades na sociedade, em particular pelo automóvel, ao monopólio de uma indústria (ibid., p.45). Ainda que o transporte motorizado crie benefícios iniciais, quando a velocidade é alta demais há a imposição de um *passo* (ibid., p.18) que pode ser satisfeito apenas pelas próprias velocidades altas. Essa integração do tempo por um fator social tem paralelos na literatura, como a sobreposição dos comportamentos relacionados ao transporte motorizado aos *ritmos* e ao *tempo* mais lentos, inerentes ao movimento das cidades tradicionais (Cresswell, 2010; Sheller & Urry, 2006). Afinal, o *tecido urbano* relacionado a um modo (Newman et al., 2016) são enraizadas a não apenas alguns atributos materiais no ambiente construído, mas também a efeitos da tecnologia de transportes no indivíduo e consequentemente na sociedade.

Em segundo lugar, a estrutura que predomina na sociedade não reside apenas no campo material, mas também no ideológico. O uso do carro é encorajado pela indústria automotiva por meio de publicidade e um lobby difuso que se opõe a políticas públicas que possam afetar o setor (veja e.g. Douglas et al., 2011). Isso projeta os carros como um luxo a ser ostentado além de seu valor de uso. Há muito tempo o primeiro contato com o automóvel é um símbolo de conquista profissional (Illich, 1974, p.32) e é visto como reflexo da prosperidade de uma comunidade (Kenworthy, 2017), o que reforça o aspecto semiótico da dependência aos carros como um tipo de meritocracia. Um dos maiores desafios de reduzir

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



o uso do carro é a percepção de que há um bom equilíbrio entre benefícios e custos individuais para manter o hábito de dirigir, que ignora os custos externos relacionados à manutenção da infraestrutura rodoviária e efeitos colaterais diversos (Chapman, 2007; Douglas et al., 2011; Gössling, 2016). Na prática, motoristas provavelmente subestimam até mesmo os custos individuais que não sejam o combustível (Andor et al., 2020), o que sugere um grau de distanciamento da realidade.

A cognição de uma sociedade orientada ao automóvel aparentemente se distorce devido a atributos inerentes aos automóveis: a perda da vida pública (Calthorpe, 1993; Duarte, 2006), a segregação do mundo externo por um casulo de metal (Sheller & Urry, 2000) e a indiferença a uma quantidade arrebatadora de estímulos por causa das altas velocidades (Sheller & Urry, 2006). Esse isolamento adiciona paranoia e provincianismo aos sentimentos provocados pela competição extrema na inescapável congestão do espaço rodoviário: relações de poder dentro das vias (Cresswell, 2010; Sheller & Urry, 2006), a privatização do espaço público (Duarte, 2006, p.34) e desejos expansivos que transformam o tempo em uma mercadoria (Illich, 1974, p.26) e um vício (ibid., p.55). Logo, a ideologia dos automóveis é resumida por um consumismo e um corporativismo agressivo. Até fatores aparentemente desimportantes, como a dependência de fontes estrangeiras de energia (veja e.g. Parry et al., 2007) – atualmente petróleo, talvez lítio quando veículos elétricos forem predominantes – podem implicar na inserção de valores chauvinistas e militares e, portanto, da normalização da violência no cotidiano devido a inseguranças geopolíticas. De fato, ocorrências negativas na saúde – ainda que sérias e obviamente causadas pelo carro, como colisões fatais – são ignoradas perante a implacável necessidade de dirigir (Duarte, 2006,

p.27). Esse raciocínio demonstra que a cultura do carro, se não for controlada, leva a um tipo de apatia aprofundada a um ponto de desprezar a própria morte. No final, ao mesmo tempo em que os modos de vida pré-existentes são substituídos, a sociedade aceita uma estrutura ideológica cruel que resulta e é resultado da dependência ao automóvel. Ainda assim, virtualmente todas as cidades no mundo continuam a priorizar carros (Gössling, 2016).

Essa dependência embasou não apenas uma mudança orgânica da forma urbana ou do comportamento. Eventualmente, planejadores deliberadamente estimularam ambientes orientados ao automóvel. A ascensão do automóvel como o modo de transportes padrão coincidiu com a formação do modernismo do século XX. Essa doutrina rejeitava a cidade pré-existente para privilegiar novas técnicas, instrumentos e materiais oferecidos por avanços industriais – o carro de passeio um deles – para expandir as capacidades do ser humano. Consequentemente, a infraestrutura monolítica requerida para suportar o tráfego motorizado substituiu a sintaxe urbana anterior que sobrepujara formatos com dimensões muito diversas. Salingaros (2005) explorou como o modernismo reprimiu as dimensões menores e, por isso, suprimiu a fractalidade presente na forma urbana tradicional. Quando o estilo depreciado era demolido, não apenas a diversidade de diferentes escalas arquitetônicas deixaria de estar presente, como suas respectivas funções seriam perdidas. Isso significa que pequenos detalhes seriam desencorajados de existir nos novos prédios e também que haveria perda da acessibilidade intermediária e da heterogeneidade das conexões, o que causou relações sociais mais frágeis e suscetíveis a riscos e impossibilitou alguns tipos de atividades apenas acessíveis por meios intermediários (Salingaros, 2005; Sharifi, 2019). Ironicamente, alguns motivos arquitetônicos desenvolvidos para ser

deliberadamente funcionais se tornam irrelevantes assim que o tecido urbano em seu entorno se torna inacessível, o que causou uma crise do modernismo (Habermas, 1985).

Portanto, a dependência ao automóvel provoca mudanças generalizadas no ambiente construído urbano, na sociedade e, ocasionalmente, no planejamento urbano. Não surpreende que as consequências tenham efeitos fora da escala local – ou seja, não apenas para motoristas ou vizinhanças diretas da infraestrutura rodoviária, mas também em comunidades inteiras e globalmente. Nesse sentido, Douglas et al. (2011) compara os impactos do carro à saúde com os impactos do tabaco. Eles argumentam que políticas direcionadas à saúde pública devem assumir uma postura ecológica para enfrentar uma estrutura conflitante. É verdade que alguns problemas, notavelmente a emissão de gases do efeito estufa, podem ser abordados estruturalmente pelo desenvolvimento tecnológico. Entretanto, tanto contribuições quanto encargos relacionados a transportes são distribuídos de forma desigual na sociedade. Particularmente, pedestres, ciclistas e passageiros de transporte coletivo são menos beneficiados pelo transporte individual e mais vulneráveis aos riscos do tráfego, à menor prioridade do espaço viário, à exclusão de oportunidades e à exposição a poluentes (veja e.g. Gössling, 2016; Sheller & Urry, 2000).

Illich (1974) argumenta que o transporte motorizado pode provocar um mecanismo que ele denominou *capitalismo de velocidades* (ibid., p.29), onde altas velocidades são alcançadas por poucos e apenas são possíveis porque um maior número de pessoas é forçado a arcar com os custos de priorizar o tráfego. Logo, ainda que algumas fraquezas relacionadas ao transporte se apliquem à totalidade da população, é necessária uma abordagem vertical,

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



que reconheça as diferenças entre perspectivas sociais, para abordar as assimetrias das redes urbanas (Pyrialakou et al., 2016). Ademais, a estrutura injusta que sustenta a predisposição ao uso do carro não é apenas um problema atual, isolado de um histórico. Essa estrutura foi estimulada por décadas, sem enfrentar alguma limitação expressiva. Muitos viveram, sofreram e morreram sem receber compensações dos motoristas – enquanto isso, a estrutura foi radicalizada. Há, nesses termos, um imperativo para atacar as adversidades socializadas pelo carro e para reparar as cidades das transformações cumulativas.

O planejamento urbano posterior ao modernismo manteve por um bom tempo a prevalência das disposições orientadas ao carro. Já que os paradigmas vigentes postularam os mesmos ideais ao desenho urbano, porque não mudaram sua relação com o automóvel (Calthorpe, 1993, p.11; Salingeros, 2005), as externalidades do modo dominante também não mudaram – ou, então, se tornaram ainda piores ao passo que mais pessoas trocam o transporte coletivo ou ativo pelos carros para buscar benefícios individuais. Uma vez que os problemas relacionados ao automóvel se tornaram mais óbvios, manter o *modus operandi* significa enfrentar cada vez mais resistência. Esse é o caso da reação ocasional de protestos contra projetos de infraestrutura rodoviária ou de um movimento de proteção aos consumidores que estimula maior segurança nas tecnologias automotivas (Sheller & Urry, 2000). Pode-se argumentar que, uma vez que o problema é uma construção estrutural, não será resolvido por uma resistência fragmentada e espontânea, mas uma reação coordenada e abrangente. Como será indicado a seguir, a literatura sobre políticas públicas demonstra

uma guinada de uma apreciação exacerbada pelos automóveis para um ceticismo crescente até uma oposição sistemática.

2.1. POLÍTICAS DE OPOSIÇÃO AO AUTOMÓVEL

Em face do congestionamento aparentemente endêmico nas cidades orientadas pelo automóvel, muitos planejadores responderam com melhorias incrementais no sistema de transportes. Ferguson (2004) reporta que muitas cidades nos Estados Unidos, que são notavelmente orientadas ao carro, demandavam requisitos mínimos de estacionamento desde o período entre as guerras mundiais. A expansão de infraestruturas rodoviárias é outra forma que se encontrou para responder à congestão. Essa prática é dispendiosa, aumenta a dominância do automóvel e não tem muito mais sucesso em enfrentar os *efeitos colaterais* do automóvel, como a emissão de gases, do que uma abordagem para reduzir o uso de automóveis (Chapman, 2007). Além disso, a literatura demonstra que esse recurso pode ser ineficaz para reduzir a congestão, já que precisa ser reforçado periodicamente para responder a demandas induzidas vindas da redistribuição do tráfego e do desenvolvimento imobiliário atraído pelo aumento de velocidades e acessibilidade (Cervero, 2003).

Subcentros nos subúrbios e esquemas de assistência automotiva são outros métodos que não têm intenção de reduzir o uso de carros e potencialmente estimulam estruturalmente a orientação ao automóvel, ainda que claramente reconheçam limitações do transporte rodoviário. Ao passo que o acesso às áreas centrais é inibido por custos maiores, a formação de outras centralidades nas periferias se torna uma opção viável perante a falha do sistema rodoviário em formar um maior nível de aglomeração (Rietveld, 2015). Ainda que essas

formações sejam inacessíveis aos mais pobres sem carro (Sheller & Urry, 2000), é também possível promover uma descentralização orientada ao transporte coletivo (e.g. Yang et al., 2016). Esquemas de assistência automotiva são iniciativas para subsidiar para domicílios com baixa renda a propriedade de automóveis, as carteiras de motorista e os custos para manutenção dos veículos e do hábito de dirigir. Esses programas são soluções paliativas que reconhecem a falha dos sistemas de transporte rodoviários em prover acessibilidade adequada para famílias vulneráveis e, de qualquer forma, devem se manter marginais para evitar intensificar a estrutura que perpetua a dependência por automóveis (Fol et al., 2007).

Apesar de seu foco em reduzir o impacto dos carros, algumas outras abordagens demonstram nenhum compromisso em enfrentar a dominância do automóvel. O empenho em melhorar a tecnologia automotiva, por exemplo, enfatiza a qualidade do produto em vez das consequências externas totais. Uma revisão abrangente que engloba seleção de materiais, sustentabilidade do ciclo de vida, consumo energético e emissão de poluentes foi realizada por Mayyas et al. (2012). Esse estudo demonstra que há pouca atenção às adversidades sociais – no máximo, redução de emissão de gases e da fatalidade em acidentes. Em termos práticos, mesmo se a frota global dependesse apenas de sistemas energéticos totalmente renováveis – o que diminuiria três quartos das emissões de carbono, em média, de cada carro (Chapman, 2007) –, as consequências da motorização no espaço-tempo e na sociedade urbanas iriam persistir. Alguns desses melhoramentos têm resultados ambíguos: maior eficiência no consumo de combustíveis implica no estímulo ao uso de automóveis (Graham-Rowe et al., 2011); aumentar durabilidade pode reduzir o uso de recursos e a geração de resíduos, mas tecnologias antigas podem também tem maior

impacto ambiental no ciclo de vida (Mayyas et al., 2012). Efetivamente, algumas mudanças tecnológicas não surgem espontaneamente pela própria indústria, mas por fatores externos, como a regulamentação sobre emissões de gases e economia de combustíveis (veja e.g. Parry et al., 2007). Notavelmente, o empenho para aumentar a eficiência dos motores de combustão interna foi estimulada pela escalada de preços de derivados do petróleo e da legislação precursora, que resultou da crise do petróleo nos anos 1970 e, apenas posteriormente, pela pressão política em abordar o aquecimento global (Mayyas et al., 2012; Parry et al., 2007; Sheller & Urry, 2000).

Intervenções para reduzir deslocamentos por carros podem ser iniciativas psicológicas ou estruturais, que focam em mudar cognições e organizações para, conseqüentemente, encorajar determinados comportamentos nos níveis de domicílio, emprego e indivíduo (Graham-Rowe et al., 2011). Enquanto abordagens psicológicas focam somente em instrumentos de comunicação, abordagens estruturais também se beneficiam de mudanças em condições físicas e regulatórias, ou usam incentivos e penalidades econômicos. Graham-Rowe et al. (2011) e Scheepers et al. (2014) conduziram revisões sistemáticas na efetividade de ambos os tipos de práticas. Eles reportaram uma falta de documentação e padronização nesses estudos, o que implica em dificuldades para desempenhar meta-análises e políticas baseadas em evidências.

Abordagens *estritamente* psicológicas diferem das estruturais porque as mudanças comportamentais dependem em escolhas voluntárias dos participantes, já que elas usam *apenas* instrumentos de comunicação, como cartilhas e programas educativos. Essas

iniciativas são simples e têm apoio político – informar que custos para manter um veículo são subestimados (Andor et al., 2020), por exemplo, podem ser vistos como proteção ao consumidor –, mas eles não enfatizam em atacar a estrutura dominante dos automóveis. Por exemplo, incentivos à carona, ao *ride hailing* e ao *park-and-ride* ainda admitem uma espécie diferente dessa estrutura. Ainda que possam mudar a escolha modal ou promover uma eficiência na organização do espaço viário, a estrutura restante ainda retém as mesmas propriedades abrasivas ao ambiente construído, à infraestrutura especializada da mobilidade sustentável e à sociedade. Esse mesmo raciocínio se aplica às melhores capacidades e segurança por futuras tecnologias, já que mesmo comboios coordenados de veículos autônomos não podem ser tão capazes quanto um adequado sistema de transporte coletivo (Duarte & Ratti, 2018). Portanto, algumas iniciativas podem reduzir o *hábito* de dirigir, mas são mecanismos frágeis para opor a *estrutura* que aumenta as predisposições em dirigir.

Políticas públicas para reduzir tanto o hábito quanto a dependência estrutural por carros são muito diversas. Elas se enquadram em duas categorias: a precificação de processos e o desenho de espaços. Ambos podem utilizar a comunicação e a organização como instrumentos deliberadamente orientados e provavelmente empregar arcabouços legais para ser efetivos. Ainda que o desenho se refira a mudanças no uso do solo e no ambiente construído, a investimentos em infraestruturas e ao estímulo ao transporte coletivo e ativo, ele pode também incluir algumas práticas mais parecidas com programas do que mudanças físicas. Esse é o caso da provisão de equipamentos para o transporte ativo, como os programas de compartilhamento de bicicletas (e.g. Scheepers et al., 2014).

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



A precificação também é uma categoria ampla, que compreende intervenções fiscais nos componentes do mercado do transporte rodoviário: licenças, veículos, estradas, combustível e comportamentos no tráfego. Abordagens de precificação podem ser, ou não, localizados em lugares e territórios estratégicos. Por exemplo, o gerenciamento de estacionamentos e os pedágios em vias ou cordões têm claramente um escopo para serem delimitados espacialmente, enquanto a cobrança proporcional a distâncias e a tributação de combustíveis são relacionadas a populações generalizadas. A precificação geralmente foca em contrabalançar os custos de se dirigir (e.g. Chapman, 2007; Parry et al., 2007; Zhang & Zhang, 2017), mas pode ser abrangente e ser ainda mais direto: esse é o caso do controle dos direitos de propriedade de automóveis por leilões periódicos e sistemas de loteria em cidades asiáticas (Kenworthy, 2017).

Uma vez que os custos privados não incluem as externalidades impostas em outras pessoas, o ato de dirigir é subprecificado, o que provoca um uso excessivo de automóveis (Zhang & Zhang, 2017). Essencialmente, estratégias de precificação são conduzidas para corrigir *falhas do mercado*. Em outras palavras, os direitos de um indivíduo são limitados pelos direitos dos outros, então é justo esperar os mais capazes contribuam pelos mais vulneráveis (Gössling, 2016). Parry et al. (2007) sugerem três soluções para esse problema, por meio da tributação de combustíveis: um tributo pigouviano para cobrir de forma ótima os custos externos de poluição, congestionamento e acidentes; um componente tributário de Ramsey para um financiamento ótimo do sistema fiscal geral; e uma cobrança que incluiria a cobertura de gastos referentes à expansão da infraestrutura rodoviária. É prudente comentar que a tributação de combustíveis deverá ser substituída por tributos mais amplos, proporcionais à

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



circulação, para antecipar uma adoção generalizada de veículos elétricos. Logo, essas abordagens podem equilibrar o benefício privado e os custos gerais (i.e. tanto privados quanto externos) do uso do automóvel, que normalmente não seriam compensados pelos gastos privados, ou ir além para aumentar a arrecadação e expandir as possibilidades de investimento.

Naturalmente, a tributação e outras práticas de precificação, como pedágios urbanos e controles sobre estacionamentos, não são mutuamente exclusivos para auxiliar o financiamento de investimentos em infraestrutura ou compensar externalidades. Isso é importante para cidades anteriormente orientadas para o transporte coletivo em cidades em países em desenvolvimento (e.g. São Paulo), que sucumbiram ao congestionamento ao passo que o crescimento populacional se descontrolou, o sistema de transporte público não se atualizou e a dependência por automóveis cresceu mais rápido que a capacidade viária (Kenworthy, 2017). Essa estratégia de financiamento poderia satisfazer a necessidade dessas cidades em encontrar meios fiscalmente responsáveis para aliviar a congestão. Algumas dessas políticas podem não ser muito caras, já que, como as cidades têm maior probabilidade de se estabilizar do que de decair (Rietveld, 2015), elas não sofreram mudanças muito radicais a favor dos carros durante a história e organicamente retiveram muito da sua forma urbana orientada ao transporte coletivo.

Por outro lado, o planejamento do uso do solo é necessário para corrigir *falhas regulatórias*, que resultam de ações do governo que detêm uma alocação de capital eficiente. Zhang & Zhang (2017) exploraram as sinergias entre intervenções no ambiente construído e

estratégias de precificação. Eles constataram, por exemplo, que a interação da densidade de calçadas e da acessibilidade a centros de atividade com os custos de viagem é mais relevante em mudar a escolha modal do que seu efeito independente. Isso sugere que a precificação é mais efetiva quando o espaço viário é escasso e os lugares são mais densos. O contrário não se aplica: os efeitos da restrição no uso do carro em termos de atributos de uso do solo são pouco sensíveis a ajustes no preço. De fato, isso destaca a fragilidade da tributação, já que, em relação com a situação onde a estrutura da cidade não gera impulsivamente conflitos relacionados ao carro, a precificação pode ser apenas um processo para compensar injustiças. Esse processo pode ser interrompido e a estrutura desfavorável volta a funcionar. Em poucas palavras, problemas distributivos precisam ser abordados por transformações sistêmicas e permanentes que favoreçam a mobilidade sustentável (Banister, 2008), em vez de depender da complexidade das escolhas individuais.

As injustiças que se apresentam e tentam ser compensadas por meio de política pública se acumularam historicamente – portanto, as estruturas encorajadas pelo contexto técnico também acumularam ao passar do tempo. Então, estratégias para o ambiente construído são estratégicas para alcançar resultados consistentes e menos suscetíveis a guinadas políticas no longo prazo. Essas são as alternativas mais estáveis na ampla gama de políticas públicas, porque aquilo que compõe as cidades é resistente às mudanças (Rietveld, 2015). Atualmente, o desenvolvimento orientado pelo transporte coletivo (TOD) é uma ferramenta muito sofisticada que, ao passar das décadas, assumiu técnicas de categorização territorial (e.g. o modelo nó-lugar de Bertolini, 1999) e parâmetros baseados em evidência (Ewing & Cervero, 2010). Especificamente, práticas de desenho viário, como o urbanismo tático

(Bertolini, 2020) e os regimes viários (Noland et al., 2015; Sohn, 2011), são métodos importantes para delimitar a disponibilidade de espaço viário para os carros. As capacidades físicas da forma urbana são um fator relevante para determinar a viabilidade de um modo de transporte congestionado (Kenworthy, 2017; Newman et al., 2016).

Uma solução que se torna relevante para enfrentar desigualdades urbanas é, portanto, o investimento em infraestrutura que seja ao mesmo tempo capaz de lidar com problemas relacionados à operação de transportes e de compor uma estrutura socioespacial que proporcione maior tendência a práticas sustentáveis. Esse é o caso de intervenções de baixo custo unitário – que devem, entretanto, ser generalizadas no território para efetivamente causarem mudanças estruturais –, como orientar o desenho da topologia viária e do uso do espaço viário para o uso de formas sustentáveis de locomoção. É também o caso de grandes obras de infraestrutura de maior custo, na forma de corredores de transporte coletivo de maior capacidade, e do investimento em formas urbanas mais densas. Em ambos os casos, há necessidade de fontes de financiamento previsíveis, para que as mudanças sejam feitas de forma contínua, e robustas, para que a disposição histórica seja revertida em favor da mobilidade sustentável. Nas próximas seções, será elaborada uma proposição em que ambas as estratégias de oposição – desenho de espaços e precificação de processos – sejam utilizadas de forma complementar de forma a criar um ciclo virtuoso para desfazer as condições indesejadas da estrutura urbana atual.

3. DIAGNÓSTICO: UM NOVO PAPEL PARA O AUTOMÓVEL

Ambas as abordagens estruturais – desenho e precificação – sofrem oposição política de maneira similar. Iniciativas para avançar uma agenda em favor da mobilidade sustentável são frequentemente impopulares porque não são triviais para o senso comum (Banister, 2008), incompatibilidades de estilo de vida (De Vos et al., 2014), o entendimento de que carros são mais importantes do que outros modos (Gössling, 2016) e medidas conduzidas de forma desastrada (Woodcock et al., 2011). Portanto, de forma a superar as óbvias barreiras políticas, a composição de uma estratégia integrada deve ser feita por elementos que manifestem, explicitamente, suas contribuições aos objetivos e à autossuficiência do método. Serão apresentados três argumentos para orientar a proposição e, em seguida, a relação entre os mecanismos específicos serão delineados.

Em primeiro lugar, os custos do uso do carro não se limitam àqueles que são supridos pelas partes que se beneficiam diretamente do transporte. Esses custos externos são intrínsecos à operação e, se não compensados por algum controle, serão distribuídos de forma desigual na sociedade. Teoricamente, algumas externalidades podem ser amenizadas até o ponto de serem completamente eliminadas – é o caso da substituição dos motores de combustão interna por um sistema energético dependente de fontes renováveis. Entretanto, muitos custos podem ser resolvidos apenas por intervenções regulatórias incisivas (como as externalidades à saúde pública devido a velocidades inadequadas) ou são tão inerentes ao modo de transportes que só podem ser compensados por estratégias de precificação: provisão e manutenção de infraestrutura especializada; o próprio modo de produção de

espaço viário disponível para veículos em alta velocidade; e implicações da estrutura ideológica difíceis de identificar e quantificar. Ainda que os dois primeiros possam ter distinções espaciais, todos esses custos são generalizados para todos os elementos do sistema de transportes. Portanto, a estratégia de tributação deve ser abrangente para produzir compensações proporcionais aos privilégios e às vulnerabilidades.

Em segundo lugar, as assimetrias relacionadas ao transporte individual geram mudanças estruturais que acumulam historicamente. Como o uso do carro progressivamente gera um contexto material e uma radicalização ideológica que favorecem a distribuição desigual de encargos e riscos, se torna desejável que a estratégia de precificação repare problemas passados além das externalidades criadas no presente. Dessa forma, dentre as três opções de precificação apresentadas por Parry et al. (2007), se destaca um sistema tributário que maximiza a arrecadação, aproveitando custos marginais, além das demais: tributos para compensar continuamente externalidades (i.e. tributo pigouviano) ou financiar a expansão da infraestrutura rodoviária. Embora seja inicialmente composta por opções indicadas para a tributação de combustíveis, essa distinção, entre tributos relativos a uma indenização automática dos custos externos ou a uma arrecadação ordinária, pode ser generalizada para as demais modalidades tributárias – controles gerais de circulação e congestão, como pedágios.

Por fim, há uma necessidade de reverter a predileção estrutural pelo automóvel. Para tanto, uma estrutura alternativa deve ser construída para manter de forma mais permanente as tendências pretendidas. Nesse contexto, as estratégias de desenho urbano são importantes

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



porque causam mudanças mais drásticas, que possivelmente são mais duradouras (Rietveld, 2015). Enquanto essas práticas são menos suscetíveis a serem descontinuadas devido a forças políticas, elas necessitam de um arcabouço robusto de financiamento para gerarem mudanças estruturais – tanto em obras de grande porte, como o investimento em infraestrutura ferroviária, quanto em intervenções de pequeno porte, como redesenhos viários, porque devem ser numerosas. Como mostra o estado da prática, ainda que a agenda das cidades seja totalmente voltada à mobilidade sustentável, os métodos tradicionais de financiamento não são capazes de gerar um programa contínuo de investimentos que mude estruturalmente as cidades. Da mesma forma, métodos mais sofisticados que utilizam instrumentos de mercado (i.e. operações urbanas consorciadas e parcerias público-privadas) podem até mesmo atingir seus objetivos particulares, mas dificilmente têm impactos abrangentes e são limitados pela sua própria fragmentação institucional.

É possível que essa estagnação seja causada, por um lado, pela incapacidade de manter uma dedicação contínua de planejamento urbano de longo e curto prazo que consiga estabelecer uma prioridade mínima para resultar em tendências favoráveis. Por outro lado, a estrutura fiscal é suscetível a reveses econômicos e arbítrios políticos a ponto de não poder contestar a construção da estrutura do automóvel no processo histórico. Essas duas fraquezas – a fragmentação do planejamento e a falta de uma tenacidade fiscal – contribuem entre si para conservar o perfil pontual e tímido de intervenções. A seguir, será apresentado como um novo programa tributário, que envolve estratégias de precificação ao uso do automóvel, é capaz de oferecer uma opção a esse problema, já que pode propiciar uma capacidade fiscal muito robusta e, em especial, interna ao sistema em que investe contribuições.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS: TRANSFORMAÇÃO DA TRIBUTAÇÃO DO AUTOMÓVEL EM FINANCIAMENTO DE INFRAESTRUTURAS

As estratégias de precificação podem ser divididas em três categorias de acordo com os aspectos do sistema de transportes e a porção do espaço social afetada. O primeiro grupo se refere aos instrumentos de controle referentes ao modelo tecnológico. Em outras palavras, aspectos específicos das tecnologias do transporte individual podem ser afetados por políticas fiscais, como no caso dos tributos sobre os combustíveis. Perante as demais categorias, esse artifício, em forma mais estruturada, é o mais avançado em termos de regulamentação na legislação brasileira (Lei 10.336/2001) pela Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) sobre derivados do petróleo. A estratégia se destina a subsidiar o desenvolvimento de alternativas tecnológicas e já permite o financiamento da expansão de infraestruturas, ainda que não estruturado no contexto um programa abrangente, como se deseja fazer. Entretanto, é possível que seja alcançada, em algum momento, a maior parte do potencial que a mudança tecnológica tem em mitigar os atuais custos que a própria tecnologia impõe global e localmente para o exterior – por exemplo, emissão de gases nocivos. Por isso, essa estratégia deve ser complementada pelas outras categorias, até mesmo para cobrir custos externos relacionados a outros aspectos do sistema de transportes.

A segunda categoria é composta por controles sobre aspectos do ambiente construído essenciais para o funcionamento do sistema de transporte individual. Dessa forma, um sistema fiscal pode diminuir custos individuais porque controla o uso de um recurso escasso,

a capacidade do espaço viário. Portanto, esse mecanismo aloca recursos de forma mais adequada e beneficia os próprios motoristas – esse é, afinal, o propósito explícito de taxas de congestão, sejam generalizadas ou espacializadas. Esse artifício se aproxima ainda mais do conceito de *taxa* no sistema tributário brasileiro (isso é: contrapartida para uso de um serviço público) quando exemplificado por pedágios que contribuem para a manutenção e a expansão da infraestrutura rodoviária. Existem precedentes do emprego dessa categoria de precificação no Brasil, pontualmente em políticas para estacionamentos e rodovias pedagiadas, mas de forma ainda mais fragmentada que a primeira categoria.

A terceira categoria reconhece que os automóveis inerentemente impõem custos generalizados a atores sociais que pouco se beneficiam desse modo. Portanto, deve servir como representação de uma oposição sistemática por meio de compensações sobre a acumulação dessa assimetria e da construção da alternativa material e, conseqüentemente, ideológica. Por isso, deve ser caracterizada pelo controle geral da circulação, sem limitações espaciais, e por um financiamento abrangente e contínuo do aprimoramento da acessibilidade urbana – na forma de muitas estratégias de desenho urbano como expansão de infraestrutura de transportes, construção estratégica de estoque imobiliário, requalificação do espaço viário e subsídio tarifário. No Brasil, práticas referentes a essa categoria – programáticas ou abrangentes – são raras, mas têm precedentes como a regulamentação de contribuições pelos serviços *ride hailing* em São Paulo e o pedágio generalizado proposto para todo o território do município de Porto Alegre.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



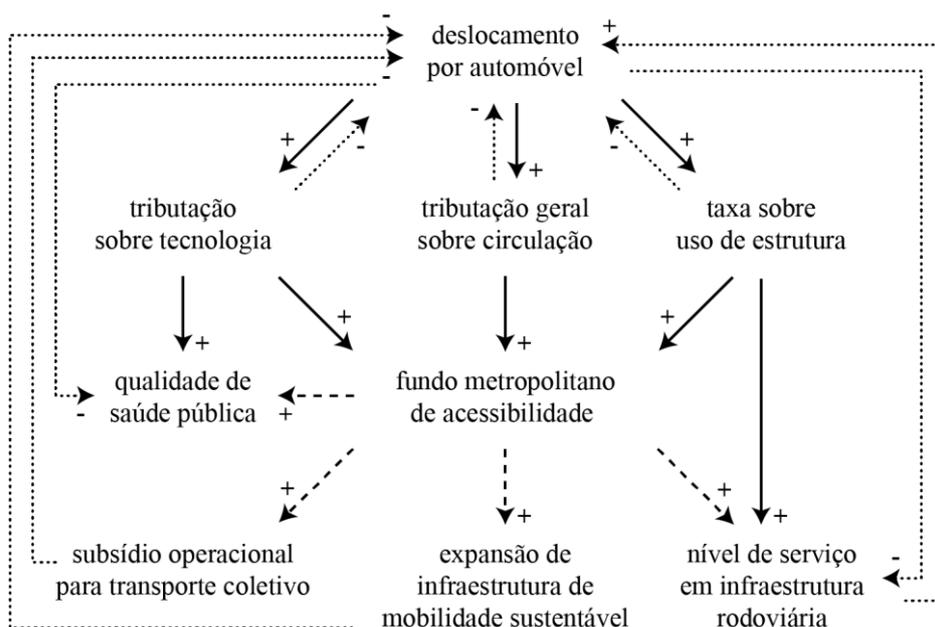
Enquanto a primeira categoria compensa externalidades relativas à tecnologia dos veículos e a segunda categoria controla a infraestrutura para criar benefícios diretos aos contribuintes, a terceira categoria é abrangente e por isso tem um impacto mais intensivo sobre toda a acessibilidade urbana – não apenas o sistema rodoviário. É possível que os três métodos se integrem no mesmo sistema fiscal que apoia um programa de investimentos e controle do sistema de transportes. As três categorias podem também ser acompanhadas por legislação para se potencializarem. Por exemplo, cada uma pode corresponder a um marco regulatório que, respectivamente, dispõem sobre incentivos para a indústria veicular; os requisitos de estacionamentos em edifícios e sistemas rotativos; e condições para a propriedade de um carro e autorizações para dirigir.

Dessa forma, um fundo que concentre a arrecadação oriunda da integração das estratégias de precificação pode viabilizar o desenho de espaços. Apesar de que esse método compõe soluções que diminuem as predisposições ao uso do carro de forma mais durável e resistente a mudanças políticas do que quaisquer alternativas, ele necessita de investimentos altos para ser efetivo em realizar transformações estruturais. Esse programa gera relações de controle, apresentadas na Figura 1, que devem ser calibradas de acordo com os objetivos de planejamento e uma modelagem baseada em evidências. Esse artigo não tem pretensões empíricas para quantificar as dimensões de um conjunto de ações, porém as naturezas fiscais, estratégicas e comportamentais desses controles podem ser discutidas.

Como demonstrado na Figura 1, um programa que compreende os mecanismos consegue formar um ciclo virtuoso por meio da integração entre dois tipos de instrumentos: o controle fiscal, que quantifica a incidência da precificação sobre diferentes aspectos do deslocamento por transporte individual e distribui a arrecadação para diferentes setores, e a alocação de investimentos, que tem consequências em funções de interesse para os objetivos de planejamento. Um fundo generalizado para investimento em acessibilidade urbana é essencial para a coesão desse modelo, já que consegue unificar as estratégias de controle. Isso também ratifica a importância da terceira categoria de precificação, uma tributação generalizada sobre o uso de automóveis. Ao contrário das demais estratégias, ela não tem uma relação direta com alguma externalidade e, por isso, tem um enfoque programático para investir em mudanças estruturais de desenho de espaços urbanos, também generalizadas.

É de interesse que no futuro sejam feitos estudos empíricos para que estratégias possam ser feitas com grande domínio sobre os equilíbrios entre a divisão modal e os controles dos instrumentos disponíveis (veja e.g. Zhang & Zhang, 2017). Por exemplo, pode-se esperar que uma pequena taxa de uso do transporte individual sempre se mantenha, mesmo com uma desconstrução muito avançada da estrutura orientada ao carro. Ainda que não se conheça essas elasticidades, é possível investir em alguns modelos ideais. Um deles se supõe baixa elasticidade e a divisão modal se mantém semelhante. Outro visa reduzir ao máximo o deslocamento por automóvel com a conservação de um piso de divisão modal, se necessário, para que os custos externos sejam cobertos e que haja um financiamento mínimo do espaço urbano para de forma o ambiente construído seja ao menos vagamente

modificado. Por último, uma estratégia de maximização da arrecadação, com um teto de divisão modal para que se mantenha a orientação para a mobilidade sustentável. Kenworthy (2017) sugere alguns padrões para esses limites: por exemplo, o transporte individual deve ter no máximo 40% do total de viagens para que uma cidade não seja considerada orientada ao automóvel. Cidades extremamente orientadas por transporte ativo, onde a maior parte das viagens é feita a pé ou bicicleta, têm apenas entre 7 e 15% das viagens feitas por carros e é incomum que o transporte coletivo exceda 70% das viagens motorizadas. Logo, o piso do segundo cenário pode ser 10% das viagens por automóvel, ou 25% das viagens motorizadas.



Legenda

- + efeito positivo
- efeito negativo
-> desempenho comportamental
- -> alocação de investimentos
- > controle fiscal

Figura 1 – Programa abrangente de precificação do transporte individual e financiamento generalizado

A Tabela 1 demonstra que o mecanismo criado não só é autossuficiente, como pode compor uma capacidade financeira robusta rapidamente, se for bem modelado. Nesse ensaio, as dez regiões metropolitanas (RM) brasileiras mais populosas são analisadas de acordo com a

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



arrecadação anual, considerando 320 dias úteis equivalentes, estimada para uma tributação geral sobre circulação em cada um dos três cenários: divisão modal inelástica, piso de arrecadação e teto de arrecadação. O valor tributado e a forma do controle fiscal dependem justamente dos controles fiscais e sua relação com mecanismos de financiamento e compensação de danos externos.

Tabela 1 – Divisão modal de metrópoles brasileiras e arrecadação em potencial por tributo geral de circulação

Metrópole (RM)	Tarifa unitária	Viagens diárias por transporte individual (TI) ¹	Arrecadação anual		
			Demanda inelástica	Teto (TI=40%)	Piso (TI=10%)
RMSP	R\$ 4,40	12.916.800 (31%)	R\$ 18,2 bi	R\$ 23,3 bi	R\$ 5,8 bi
RMRJ	R\$ 4,05	4.398.000 (19%)	R\$ 5,7 bi	R\$ 11,7 bi	R\$ 2,9 bi
RMBH	R\$ 4,50	3.977.428 (30%)	R\$ 5,7 bi	R\$ 7,5 bi	R\$ 1,9 bi
RMDF	R\$ 5,50	2.906.640 (34%)	R\$ 5,1 bi	R\$ 6,0 bi	R\$ 1,5 bi
RMPA	R\$ 4,70	2.252.800 ² (32%)	R\$ 3,4 bi	R\$ 4,2 bi	R\$ 1,1 bi

1 Dados disponíveis no planejamento metropolitano com base em 1996 (RM Fortaleza), 1997 (RM Porto Alegre – RMPA), 2009 (RM Brasília – RMDF), 2011 (RM Campinas), 2012 (RM Rio de Janeiro – RMRJ, RM Belo Horizonte – RMBH, RM Salvador), 2017 (RM São Paulo – RMSP, RM Curitiba) e 2018 (RM Recife).

2 Viagens estimadas: Recife e Fortaleza replicam taxa de mobilidade de Salvador (1,5) e Porto Alegre segue informações de Peixoto & Mello (2009) para taxa de mobilidade (1,6) e divisão modal (32%).

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



RM Recife	R\$ 3,45	1.029.510 ² (17%)	R\$ 1,1 bi	R\$ 2,7 bi	R\$ 0,7 bi
RM Fortaleza	R\$ 3,60	1.111.761 ² (19%)	R\$ 1,3 bi	R\$ 2,8 bi	R\$ 0,7 bi
RM Salvador	R\$ 4,20	1.330.593 (22%)	R\$ 1,8 bi	R\$ 3,2 bi	R\$ 0,8 bi
RM Curitiba	R\$ 4,50	2.740.128 (44%)	R\$ 3,9 bi	R\$ 3,6 bi	R\$ 0,9 bi
RM Campinas	R\$ 4,95	2.072.261 (44%)	R\$ 3,3 bi	R\$ 3,0 bi	R\$ 0,8 bi

Há, portanto, o potencial de arrecadação proporcional ao número de viagens por transporte individual. Nesse caso, as tarifas de ônibus mais comuns nas capitais foram escolhidas simbolicamente. Portanto, esse é um valor Uma vez que as cidades brasileiras são altamente desiguais, esse valor também deve ter ponderações sociais para que não cause efeitos regressivos, ainda que o próprio uso do carro já seja oneroso o suficiente para dificultar o acesso ao carro pelas faixas mais pobres. De qualquer forma, assumindo que, tomadas as precauções, essa tarifa seja um valor médio, a arrecadação é muito significativa. É válido também ressaltar que algumas cidades – como Curitiba e Campinas – podem ter uma cultura orientada ao automóvel tão forte que ultrapassam o teto de arrecadação relativo à divisão modal desejável, mesmo com tributação massiva. Então, é possível escolher entre sacrificar um montante para controlar esse índice, ou subsidiar o transporte coletivo, ou, ainda, assumir um plano muito acelerado de investimento em infraestrutura para que alcance, apenas em médio prazo, a meta de divisão modal, de forma mais durável.

Na prática do planejamento, há um consenso de que as soluções sejam o mais permanente o possível – os problemas de mobilidade urbana devem ser abordados em suas origens para evitar retrocessos que devem ser tratados periodicamente. Nesse contexto, os modos

coletivos com maior capacidade e mudanças radicais no ambiente construído são métodos frequentemente indicados para resolver disfunções urbanas ao mesmo tempo em que desvinculam a forma das cidades de práticas indesejáveis. Entretanto, a velocidade em que as novas disposições são construídas não supera a influência implacável do automóvel no modo de viver, simplesmente porque essas soluções são muito custosas. Como foi demonstrado, instituir a tributação do transporte individual não é apenas uma forma de retaliar suas consequências, mas também uma oportunidade de garantir uma estrutura permanente de mobilidade sustentável, sem precedentes nos métodos tradicionais de financiamento ou nas parcerias privadas.

5. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

As estratégias de precificação são, portanto, poderosas ferramentas para efetivar objetivos de planejamento. Dados simples presentes em resumos executivos propiciam exercícios, como o ilustrado na Tabela 1, que demonstram como um programa tributário abrangente sobre o transporte individual é capaz de garantir um aporte compatível com o investimento necessário em obras antes inconcebíveis, como a expansão acelerada do sistema ferroviário. É possível, por esse meio, modificar consistentemente o ambiente construído e as condições que favorecem ou coagem o uso do automóvel e assim diminuir suas consequências negativas de forma previsível. O potencial de arrecadação é tão volumoso – literalmente bilionário – que pode representar um incremento drástico nas capacidades do planejamento urbano, que devem ser exploradas estrategicamente. Isso se deve à capacidade de compor uma estrutura em que a origem do capital arrecadado e o destino do capital aplicado são

termos endógenos do mesmo sistema de transportes. Portanto, a estratégia torna secundária a limitação dos métodos mais tradicionais de financiamento.

Para que esse artifício desfrute melhor de seu potencial, a alocação de recursos e as funções de controle devem ser calibradas de forma alinhada com os objetivos do planejamento. É importante, por exemplo, que sejam investigados fatores não discutidos nesse trabalho, como as hierarquias, prioridades e ordenações das alterações no desenho urbano, para que os recursos arrecadados não sejam desperdiçados, possivelmente por meio de métodos que utilizem programação matemática. Além disso, a modelagem fiscal – ou seja, a quantidade arrecadada e o destino da arrecadação – e as respostas aos controles fiscais e às políticas públicas investidas devem ser exploradas futuramente.

Apesar de que uma faixa operacional definida pelos tetos e pisos estabelecidos demonstrem as capacidades da precificação, muitos atributos do modelo tributário devem ser ajustados. Nesse trabalho, por exemplo, não foram desenvolvidos métodos para calcular variações das alíquotas, de acordo com as faixas sociodemográficas dos motoristas, os motivos ocupacionais dos deslocamentos e os tipos de veículos em circulação. Sobretudo, as condições socioeconômicas devem ser ponderadas em alíquotas variáveis (ou em contrapartidas proporcionais) para evitar que a política tributária seja regressiva e para que os resultados do programa fiscal-financeiro compensem devidamente o privilégio de dirigir, concedido a poucos.

Outro aspecto a ser aprofundado se refere ao marco regulatório e às barreiras jurídico-institucionais. O código tributário brasileiro é limitado e tem uma base legal antiga (Lei

5.172/1966), ainda que tenha sofrido alterações. Se as estratégias de precificação forem tipificadas na categoria de imposto, é desfeita a perspectiva de vínculo compulsório entre a estrutura fiscal e o efeito financeiro específico e as vantagens disponíveis um programa completo, como a calibragem integrada de controles, são dificultadas.

Naturalmente, algumas categorias de precificação têm relação direta com benefícios específicos que favorecem o motorista contribuinte, como os pedágios (manutenção e congestão de vias) e os tributos sobre o combustível (saúde e poluição), e podem ser tipificados em categorias tributárias que permitem finalidade específica. A terceira categoria, as tributações gerais, também pode beneficiar os motoristas de forma indireta: como o subsídio e a expansão da mobilidade sustentável diminuem o deslocamento por automóvel, o nível de serviço no sistema rodoviário possivelmente se equilibra em um patamar mais elevado – veja Figura 1. De qualquer forma, as ambiguidades na definição legal devem ser exploradas com maior escrutínio no futuro para que o programa seja de fato integrado. Por vezes, o código tributário se revelou versátil perante novas tecnologias, como no caso da taxa por distância percorrida em serviços *ride hailing* em São Paulo. Contudo, cabe a um debate mais prolongado definir se o programa proposto exige reformas mais drásticas.

Por fim, as barreiras políticas não são desprezíveis, principalmente porque o uso irrestrito dos automóveis estabeleceu uma estrutura que favorece ideologias que automaticamente opõem qualquer tentativa de moderação. Ainda assim, o transporte individual corresponde à minoria das viagens nas cidades brasileiras – no estudo de caso, até mesmo nas duas

idades com níveis de uso do carro acima do desejável. Portanto, é factível afirmar que políticas de oposição ao automóvel, se forem bem estruturadas, é possível que haja maior percepção aos benefícios, destinados à população em geral, do que as perdas aos motoristas. No longo prazo, a expansão da infraestrutura pode ser tão acelerada que tem a capacidade de mudar radicalmente a paisagem urbana e superar as rígidas barreiras políticas iniciais com a percepção pública da uma melhoria rápida dos deslocamentos. Entretanto, o poder político não é distribuído igualmente pela população e, como os motoristas concentram mais o poder econômico, a rejeição a programas do tipo continua relevante. Além disso, essa oposição também pode se concentrar espacial, o que pode conferir maiorias contrárias em divisões político-administrativas com relevância e poder deliberativo. Portanto, desde que sejam consideradas a integração metropolitana e a atenção dos resultados políticos dos instrumentos, um programa como o proposto pode representar uma guinada brusca à mobilidade sustentável, com ganhos claros para maior parte da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andor, M.A., Gerster, A., Gillingham, K.T. & Horvath, M. (2020). Running a car costs much more than people think — stalling the uptake of green travel. *Nature*. 580 (7804). pp. 453–455.

Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*. 15 (2). pp. 73–80.

Bertolini, L. (1999). Spatial Development Patterns and Public Transport: The Application of an Analytical Model in the Netherlands. *Planning Practice and Research*. 14 (2). pp. 199–210.

Calthorpe, P. (1993). *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream*. 3rd Ed. New York: Princeton Architectural Press.

Cervero, R. (2003). Road expansion, urban growth, and induced travel: A path analysis. *Journal of the American Planning Association*. 69 (2). pp. 145–163.

Chapman, L. (2007). Transport and climate change: a review. *Journal of Transport Geography*. 15 (5). pp. 354–367.

Cresswell, T. (2010). Mobilities I: Catching up. *Progress in Human Geography*. 35 (4). pp. 550–558.

Douglas, M.J., Watkins, S.J., Gorman, D.R. & Higgins, M. (2011). Are cars the new tobacco? *Journal of Public Health*. 33 (2). pp. 160–169.

Duarte, C.F. (2006). Corpos em movimento. In: *Forma e Movimento*. Rio de Janeiro: Viana & Mosley, pp. 17–42.

Duarte, F. & Ratti, C. (2018). The Impact of Autonomous Vehicles on Cities: A Review. *Journal of Urban Technology*. 25 (4). pp. 3–18.

Ewing, R. & Cervero, R. (2010). Travel and the built environment. *Journal of the American Planning Association*. 76 (3). pp. 265–294.

Ferguson, E. (2004). Zoning for parking as policy process: A historical review. *Transport Reviews*. 24 (2). pp. 135–176.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Fol, S., Dupuy, G. & Coutard, O. (2007). Transport Policy and the Car Divide in the UK, the US and France: Beyond the Environmental Debate. *International Journal of Urban and Regional Research*. 31 (4). pp. 802–818.

Gössling, S. (2016). Urban transport justice. *Journal of Transport Geography*. 54. pp. 1–9.

Graham-Rowe, E., Skippon, S., Gardner, B. & Abraham, C. (2011). Can we reduce car use and, if so, how? A review of available evidence. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 45 (5). pp. 401–418.

Habermas, J. (1985). Moderne und postmoderne Architektur. In: *Die neue Unübersichtlichkeit*. Frankfurt, pp. 11–29.

Illich, I. (1974). *Energy and Equity*. New York: Harper & Row.

Kenworthy, J.R. (2017). Is automobile dependence in emerging cities an irresistible force? Perspectives from São Paulo, Taipei, Prague, Mumbai, Shanghai, Beijing, and Guangzhou. *Sustainability (Switzerland)*. 9 (11).

Mayyas, A., Qattawi, A., Omar, M. & Shan, D. (2012). Design for sustainability in automotive industry: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 16 (4). pp. 1845–1862.

Newman, P.W.G., Kosonen, L. & Kenworthy, J. (2016). Theory of urban fabrics: Planning the walking, transit/public transport and automobile/motor car cities for reduced car dependency. *Town Planning Review*. 87 (4). pp. 429–458.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Noland, R.B., Gao, D., Gonzales, E.J. & Brown, C. (2015). Costs and benefits of a road diet conversion. *Case Studies on Transport Policy*. 3 (4). pp. 449–458.

Parry, I.W.H., Walls, M. & Harrington, W. (2007). Automobile externalities and policies. *Journal of Economic Literature*. 45 (2). pp. 373–399.

Peixoto, N.M.O. & Mello, O.S. (2009). Mobilidade Urbano-Metropolitana na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). In: R. Mammarella (Org.). *Como anda Porto Alegre*. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Cidades, pp. 129–150.

Pyrialakou, V.D., Gkritza, K. & Fricker, J.D. (2016). Accessibility, mobility, and realized travel behavior: Assessing transport disadvantage from a policy perspective. *Journal of Transport Geography*. 51. pp. 252–269.

Rietveld, P. (2015). Flying Carpets and Urban Development Trajectories. *Applied Spatial Analysis and Policy*. 8 (3). pp. 217–230.

Salingaros, N.A. (2005). Connecting the Fractal City. In: *Principles of Urban Structure*. Amsterdam, Holland: Techne Press.

Scheepers, C.E., Wendel-Vos, G.C.W., den Broeder, J.M., van Kempen, E.E.M.M., van Wesemael, P.J.V. & Schuit, A.J. (2014). Shifting from car to active transport: A systematic review of the effectiveness of interventions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 70. pp. 264–280.

Sharifi, A. (2019). Resilient urban forms: A review of literature on streets and street networks. *Building and Environment*. 147 (September 2018). pp. 171–187.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Sheller, M. & Urry, J. (2000). The City and the Car. *International Journal of Urban and Regional Research*. 24 (4). pp. 737–757.

Sheller, M. & Urry, J. (2006). The New Mobilities Paradigm. *Environment and Planning A: Economy and Space*. 38 (2). pp. 207–226.

Sohn, K. (2011). Multi-objective optimization of a road diet network design. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 45 (6). pp. 499–511.

De Vos, J., Van Acker, V. & Witlox, F. (2014). The influence of attitudes on Transit-Oriented Development: An explorative analysis. *Transport Policy*. 35. pp. 326–329.

Woodcock, I., Dovey, K., Wollan, S. & Robertson, I. (2011). Speculation and Resistance: Constraints on Compact City Policy Implementation in Melbourne. *Urban Policy and Research*. 29 (4). pp. 343–362.

Yang, J., Chen, J., Le, X. & Zhang, Q. (2016). Density-oriented versus development-oriented transit investment: Decoding metro station location selection in Shenzhen. *Transport Policy*. 51. pp. 93–102.

Zhang, W. & Zhang, M. (2017). Incorporating land use and pricing policies for reducing car dependence: Analytical framework and empirical evidence. *Urban Studies*. 55 (13). pp. 3012–3033.