

Mobilidade do Futuro: um Modelo Disruptivo para São José dos Campos

Etapa I: Diagnóstico

Produto 3 - parte 1:

Relatório de *benchmark* das principais iniciativas
voltadas à melhoria do transporte público

Equipe

Ciro Biderman (coordenador geral)

Luís Otávio Calagian (coordenador de análise de transportes)

Patrícia Alencar Silva Mello (coordenadora de análise institucional)

Roberto Spicys (coordenador de big data)

Pesquisadores:

Caio de Souza Castro

Claudia Marcela Acosta

Eliane Teixeira dos Santos

German Freiberg

Livia Velho

Leonardo Bueno

Matheus Barboza

Sarah M. Matos Marinho

Tainá Souza Pacheco

Vitor Estrada de Oliveira

SUMÁRIO

1. Introdução.....	2
1.1 A tecnologia como catalisadora da mudança.....	4
2. Benchmarking de inovações no transporte coletivo.....	6
2.1 Mobility as a Service (MaaS).....	7
Mobilidade compartilhada	8
Agendamento/Tarifagem	9
Informação multimodal ao usuário.....	9
Plataformas de serviços em transporte	9
Outros exemplos de incentivo a multimodalidade.....	10
2.2 Ônibus sob demanda - Modelos de operação	11
Categorização da operação.....	11
Principais características dos casos estudados.....	14
Flexibilidade	14
Demanda alvo	17
2.3 Ônibus sob demanda - Modelos de serviço	20
Área e Integração modal	20
Conectividade	23
Veículo.....	24
2.4 Ônibus sob demanda - Modelos econômicos e tarifários.....	25
3. Abordagem integral para a mobilidade urbana.....	27
3.1 Desestímulo ao uso do automóvel	28
Pedágio urbano	28
Restrições de acesso	31
Rodízio	32
Políticas de Estacionamento	33
3.2 Transporte Ativo.....	37
3.3 Segurança Viária.....	38
3.4 Meio Ambiente e Emissões.....	41
4. Conclusão	43

1. Introdução

De acordo com pesquisa feita pela revista *The Economist*,¹ o termo inovação pode ser definido como “a introdução de um produto ou de uma melhoria de processo a partir da exploração de alguma forma de mudança: uma técnica, um novo material, um novo modelo comercial, (...)”. E a inovação tecnológica pode se dar de forma incremental, como um processo relativamente linear e ordenado, que melhora os atributos existentes dos produtos; ou de forma radical, com melhorias de desempenho suficientemente capazes de transformar mercados existentes ou de criar novos mercados. A mobilidade urbana vem passando por processos inovadores com mudanças radicais na dinâmica urbana e no modo como as pessoas realizam suas viagens. Novas tecnologias estão surgindo e os impactos que elas estão causando são motivo para grandes polêmicas. Se por um lado há substanciais melhorias na mobilidade ativa e segurança viária em alguns lugares, em outros há um desequilíbrio no uso do transporte individual, por exemplo.

As novas tecnologias são ferramentas voltadas para o desenvolvimento de processos inovadores, quando bem utilizadas podem servir para promover a melhora do transporte das cidades e consequentemente o bem estar de seus cidadãos. O foco deste relatório está justamente em mostrar sobre como os avanços tecnológicos podem contribuir para o desenvolvimento do sistema de transporte público coletivo em detrimento do transporte individual. Inovações voltadas para o transporte individual podem até ser bem vindas, quando promovem maior eficiência para o sistema de transporte como um todo, mas quando elas incentivam o abandono do transporte público e se proliferam sem controle e regulação podem representar retrocessos na dinâmica urbana. Alguns especialistas estão preocupados com os avanços de aplicativos de *e-hailing* (Uber, Lift, 99, Cabify) sobre os usuários de transporte público². As consequências desse fenômeno não só não contribuem para o funcionamento sustentável e equitativo das cidades, para o qual o incentivo ao transporte coletivo é prioritário, mas são na verdade contraproducentes. O uso de veículos de transporte coletivo é mais eficiente social e ambientalmente, pois

¹ Innovation in Industry Survey, The Economist

² <https://edition.cnn.com/2019/04/25/tech/uber-public-transportation/index.html>

consome menos capacidade viária, polui muito menos comparativamente por passageiro transportado e gera menos externalidades negativas para as cidades.

Um tópico que mereceu mais destaque neste relatório são os novos serviços de transporte público sob demanda. Apesar de outros temas também terem sido incluídos, os serviços sob demanda estão totalmente ligados aos incentivos ao uso do transporte coletivo, além de estarem se proliferando rapidamente pelo mundo todo. Eles representam uma inovação promissora para complementar o transporte público convencional e torná-lo mais atrativo para um público que busca alternativas mais flexíveis, sendo assim parte essencial da proposta de modernização e melhoria da mobilidade buscada para São José dos Campos. Os serviços sob demanda representam uma iniciativa fundamental para que o transporte coletivo recupere seu papel crucial na mobilidade urbana, reverta a tendência de estagnação (e mesmo de queda em alguns casos) da demanda e se apresente como uma escolha efetiva para o segmento da população que hoje se volta aos serviços de *e-hailing* baseados em veículos individuais.

O objetivo deste relatório é criar um benchmarking de inovações no transporte coletivo dentro do contexto de rápidas transformações na mobilidade urbana. Além disso, procura-se definir um marco conceitual e uma visão integral de cidade e de mobilidade urbana, dentro do qual o projeto será desenvolvido. Espera-se que o relatório sirva como referência para as discussões futuras em torno do projeto. Quais iniciativas pelo mundo podem servir de modelo para São José dos Campos e como adaptá-los? O que funcionou em outros lugares e que pode funcionar nesse município? O que pode não funcionar? Mais do que isso, qual conceito de cidade que deve ser priorizado? O que outras experiências nos dizem?

Para construir o benchmark, diversos tipos de fontes de informação foram utilizados. O recurso mais direto e simples foi a navegação pela internet. A vantagem dessa ferramenta é a maior acessibilidade aos dados e rapidez nas buscas. Entretanto, a interpretação das informações veiculadas nesse tipo de fonte deve ser sempre feita com cautela. Sempre que a fonte primária das informações levantadas parecia imprecisa e era possível checar a mesma informação mais de uma vez, os achados foram verificados e confirmados em mais de uma fonte, que incluíram sites de notícias

de confiabilidade reconhecida, sites das empresas de transporte (sejam operadoras, sejam empresas de tecnologia) e sites das agências reguladoras de transporte. Adicionalmente, quando foi preciso aprofundar temas conceituais, relatórios de organizações multilaterais e nacionais também foram utilizados. Para complementar as análises, algumas entrevistas com gestores de projetos na área da tecnologia avaliada também foram levadas a cabo. Em anexo a esse relatório será disponibilizada uma planilha que compila as informações e fontes da pesquisa sobre serviços sob demanda.

1.1 A tecnologia como catalisadora da mudança

Dentro da rápida evolução da mobilidade urbana nos últimos anos, os avanços tecnológicos tiveram importância singular. O maior acesso à internet, o desenvolvimento de ferramentas de *Big Data* e capacidade de armazenamento/processamento de informações, a proliferação de *smartphones* e aplicativos, entre tantos outros, favoreceram o aparecimento de formas diferentes de prestar serviços de mobilidade. Entretanto, enquanto alguns destes serviços resolveram problemas concretos das metrópoles, em outros casos as mudanças representam retrocessos. Um dos mais preocupantes é o estímulo ao transporte individual. Em um conceito de cidade que seja segura, eficiente, equitativa, sustentável econômica e ambientalmente, o modelo carrocentrico não parece ser a melhor alternativa. Como resultado de alguns avanços tecnológicos, os aplicativos de *e-hailing* se tornaram uma opção vantajosa para usuários que estavam na fronteira entre o transporte coletivo e o individual e passaram a optar mais frequentemente pelo segundo, através do serviço por aplicativo. O transporte coletivo continuou muito rígido enquanto o privado individual evoluiu rapidamente, apropriando-se com maior rapidez das novas tecnologias, com alternativas atraentes tanto pelo serviço que prestam como pela acessibilidade em termos de preço. Mas quanto mais pessoas abandonam o transporte público coletivo, mais ele se torna financeiramente inviável, com a tendência a se precarizar, num ciclo vicioso, apresentado na figura 1, abaixo.

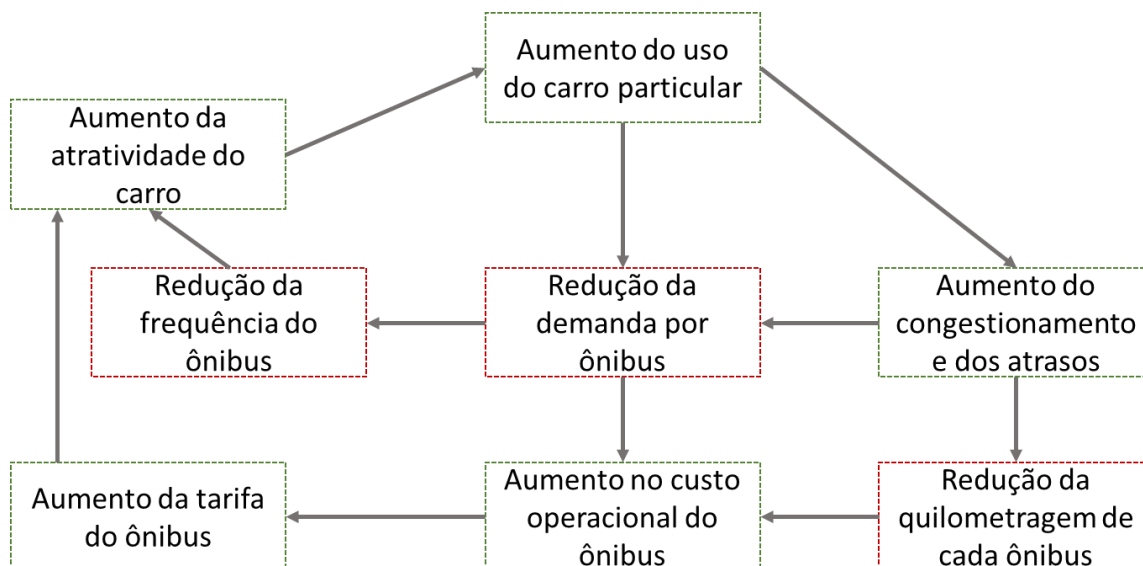


Figura 1: ciclo vicioso do aumento do uso do carro particular
Fonte: Adaptado de Ortúzar e Willumsen (2011) ModellingTransport

O desafio do poder público é, portanto, buscar alternativas que priorizem o transporte público coletivo também fazendo uso de ferramentas tecnológicas. Promover redes integradas e intermodalidade são soluções modernas para que possamos chegar em um modelo de cidade voltado para a coletividade e para o bom uso do bem público. Os serviços de ônibus sob demanda, como parte das redes de transporte público, têm grande potencial de oferecer flexibilidade e se mostrar como alternativa atrativa às opções de serviços baseadas no transporte individual. Ademais, o governo precisa regular o uso das novas tecnologias e direcioná-las em prol de seus cidadãos como um todo e não de forma restrita a grupos específicos que, pela sua renda ou capacidade de pressão, conseguem se apropriar em maior medida dos benefícios.

Esse relatório se divide em mais três capítulos, além desta introdução. O primeiro deles, foco principal do trabalho, apresenta o benchmark de inovações no transporte coletivo, com ênfase especial em sistemas de ônibus por demanda. O capítulo seguinte discute uma abordagem integral para a mobilidade urbana que servirá como marco conceitual para o desenvolvimento do estudo. A finalidade dela é apresentar alguns dos temas mais relevantes para o desenvolvimento de uma cidade sustentável, segura, eficiente e equitativa. Por fim, a conclusão sintetiza os principais achados do benchmark e como eles podem ser usados para promover um modelo ideal de cidade.

2. Benchmarking de inovações no transporte coletivo

Como usar as ferramentas tecnológicas disponíveis para dar maior prioridade, atratividade e eficiência ao transporte público coletivo? Quais as iniciativas mais inovadoras em transporte coletivo que estão surgindo no mundo e no Brasil? Essas perguntas norteiam essa seção, que se preocupa em estabelecer um benchmark útil para a evolução do projeto. A partir de um diagnóstico das diversas opções que vêm surgindo será possível estabelecer as bases para as discussões futuras sobre qual modelo se adequa melhor à realidade de São José dos Campos.

No marco de um modelo de cidade voltado para o transporte coletivo em detrimento do individual, duas questões se sobressaem: multimodalidade e serviço sob demanda. Ambas estão ligadas às mudanças estruturais que o modo de vida nas cidades está sofrendo. Talvez por conta de novas relações de trabalho em um mundo cada vez mais globalizado e pós industrial, os novos padrões de deslocamento se tornaram cada vez mais complexos e menos rígidos do que anteriormente. Neste contexto, as demandas por transporte só serão plenamente atendidas na medida em que mais opções de oferta estejam disponíveis. A multimodalidade e o serviço sob demanda então surgem como peças chave em um projeto de cidade sustentável, em que as demandas individuais são atendidas de forma flexível sem onerar o bem público - a infraestrutura viária.

Multimodalidade se refere ao incentivo dado às pessoas para que possam optar por mais de um modo de transporte em uma mesma viagem. Ao invés de fazer o trajeto inteiro apenas com carro a pessoa opta por usar bicicleta no último quilômetro da viagem, por exemplo. Essa é uma possível combinação, mas as opções são incontáveis. A multimodalidade permite uma adequação melhor da oferta à demanda e pode funcionar como alternativa ao modelo centrado no uso exclusivo do automóvel ou no uso exclusivo do transporte coletivo convencional (composto somente por rotas fixas e frequências pré determinadas) ao mesmo tempo em que atende bem às necessidades do usuário. A associação entre mobilidade ativa (andar à pé, bicicletas, patinetes), transporte público (ônibus, vans, trem, metrô) e mesmo o transporte

privado (carros, motos, etc.) tem o potencial de tornar o sistema mais eficiente, diminuindo congestionamentos e tempos de viagem, bem como reduzindo emissões.

Já o serviço de ônibus sob demanda, quando bem usado e regulado, pode ser uma ferramenta a mais para o incentivo ao transporte público. Dada sua maior flexibilidade ele é um bom complemento ao sistema público convencional, cuja rigidez contribuiu para torná-lo cada vez menos atrativo e reduzir sua participação na demanda total. A vantagem do ônibus sob demanda é ser um modelo intermediário entre o serviço individual e o coletivo. Ele preserva algumas características do transporte individual ao mesmo tempo em que mantém vantagens de escala e eficiência do transporte coletivo. Isso representa a possibilidade de um sistema mais sustentável e eficiente.

O restante do capítulo se divide em quatro seções. A primeira apresenta em primeiro lugar um resumo conceitual da Mobilidade como um serviço (pela sigla em inglês - MaaS), que está relacionada aos avanços tecnológicos que permitem aproveitar ao máximo as possibilidades da multimodalidade. Na sequência, algumas plataformas de MaaS são apresentadas como exemplos de inovações. As três seções seguintes detalham o foco do relatório, que é estabelecer um benchmark sobre as principais iniciativas em sistemas de transporte público sob demanda. Algumas categorizações foram estabelecidas para facilitar a compreensão sobre o papel que esse tipo de serviço pode desempenhar dentro do sistema público de transporte como um todo. Cada uma das três seções representa uma dimensão importante sobre as diversas formas de funcionamento que serviços sob demanda podem ter, são elas: como é feita a operação do sistema; como se desenvolve o serviço; e quais são os aspectos econômicos do sistema por demanda.

2.1 Mobility as a Service (MaaS)

O conceito de Mobility as a Service (MaaS), ou mobilidade como um serviço, descreve uma ampla gama de soluções de mobilidade que são consumidas como um serviço, oferecendo aos viajantes soluções de mobilidade que se adequem às suas necessidades de viagem de ponta a ponta. Esse tipo de serviço é viabilizado por meio da combinação de serviços de transporte público e privado através de um servidor unificado que cria e gerencia as viagens - que podem ser pagas pelo usuário com

uma conta única. Com isso, o MaaS começa a mover as sociedades em direção a um paradigma de mobilidade centrada no usuário.

O MaaS tem se expandido no mundo pelo surgimento de novos e inovadores prestadores de serviços em mobilidade, como o compartilhamento de caronas e serviços de transporte de passageiros por aplicativos, programas de bicicletas e carros compartilhados, bem como serviços de *bus-on-demand*. E é esperado que os benefícios dessa expansão sejam percebidos pelo aumento da eficiência da rede de transporte e das cidades que estão adotando o MaaS como um meio viável de transporte. Além de diminuir custos para o usuário, o MaaS também se propõe a melhorar a utilização dos provedores de transporte, reduzir os congestionamentos dos grandes centros urbanos e reduzir as emissões.

A premissa básica do MaaS é fornecer um serviço personalizado e sob demanda flexível, em que seja possível uma completa integração entre as diversas opções de mobilidade, promovendo uma maior facilidade aos usuários do sistema. De acordo com o European MaaS Roadmap 2025³, existem três componentes principais que permitem a provisão de um serviço integrado: Mobilidade Compartilhada, Agendamento/Bilhetagem, e Informação Multimodal ao usuário.

Mobilidade compartilhada

A mobilidade compartilhada vai no sentido contrário ao uso intensivo da mobilidade individual. O objetivo é diminuir a sobrecarga ao sistema viário por meio de soluções coletivas de transporte público ou privado. A substituição de automóveis por alternativas como *carpooling*, *ridesharing* ou *bike-sharing*, bem como transporte público sob demanda, visa combater os congestionamentos em excesso e tornar mais eficiente o sistema de transportes. Tais alternativas têm sido utilizadas principalmente no que se convencionou chamar de *first/last mile*, ou seja, o trajeto inicial ou final entre o local de origem/destino e o sistema estrutural de transporte (grandes vias para carros, corredores de ônibus/BRT, estações de metrô e de trem, terminais de ônibus).

³ http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/249639/local_249639.pdf

Agendamento/Tarifagem

Integrar todo o sistema de transportes requer equalizar agendamentos de transporte público/privado por demanda e ter uma solução única para as tarifas aplicáveis. Ainda se discute muito quais são as melhores soluções para resolver as dificuldades desse componente. As soluções passam necessariamente por um sistema de tecnologia de informação bem desenvolvido, que permita integração modal eficiente a um único preço, que já corresponda à remuneração de todos os serviços envolvidos no trajeto.

Informação multimodal ao usuário

Para o melhor funcionamento do sistema integrado seria fundamental que os usuários pudessem ter informações em tempo real das múltiplas opções de transporte disponíveis. A redução ou eliminação da incerteza sobre o tempo de chegada do próximo ônibus é um enorme benefício para os passageiros que geralmente é subestimado por planejadores e gestores. Adicionalmente, tempo, trajeto e especificidades dos serviços não apenas facilitam a vida dos usuários como também são informações valiosas para monitorar e planejar o sistema como um todo.

Plataformas de serviços em transporte

Diante de sistemas de transportes cada vez mais complexos, com diversas opções modais, serviços disponíveis, trajetos possíveis e tarifas variadas, os passageiros têm dificuldade em definir suas escolhas. As novas tecnologias de informação surgem como serviços que ajudam o usuário a escolher quais as melhores opções para realizar suas necessidades de locomoção. Algumas plataformas no formato de aplicativos para celular e internet têm surgido como alternativas de MaaS cujo objetivo é sintetizar em um só lugar serviços e informações úteis para a realização de viagens (tanto no meio urbano como além dele). A seguir alguns casos de plataformas que unificam diversas opções de serviços em transporte.

A plataforma Whim foi lançada em Helsinki (Finlândia) em outubro de 2016. O objetivo da plataforma vai no mesmo sentido dos objetivos da agência pública de transportes da cidade de diminuir o transporte privado. A Whim funciona da seguinte maneira: é primeiro de tudo um meio para que os usuários possam planejar e pagar viagens em transportes públicos, bicicletas compartilhadas, táxis e compartilhamento

de carros, em um mesmo aplicativo. A Whim oferece três níveis de serviço: uma opção gratuita de pagamento conforme o uso; uma assinatura mensal “Whim Urban” que oferece transporte público ilimitado e tarifas reduzidas para táxi e *carshare*; e um pacote “Whim Unlimited” que provê acesso ilimitado a táxi e carros. A plataforma, portanto, unifica uma porção de serviços que de outra maneira seriam contratados e pagos de maneira separada. Mas, apesar de um grande crescimento nos últimos três anos, a plataforma ainda representa menos de 0,5 por cento de todas as viagens não veiculares da capital da Finlândia, segundo reportagem do site Citylab.⁴

Em outro país nórdico, Suécia, o aplicativo Ubigo surgiu também como plataforma MaaS em 2017. Muito parecido com o serviço da Whim, a Ubigo atua na cidade sueca de Gotemburgo. A plataforma consiste em ser uma solução para famílias que dispensam a compra de carro particular. Ela permite combinar em um mesmo serviço o transporte público convencional, *carsharing*, aluguel de carros e táxis. Já na Alemanha, o projeto Reach Now/Moovel congrega diferentes provedores de serviços no mesmo aplicativo. Ela funciona como um planejador de viagens, em que o usuário pode ver uma grande variedade de opções de viagens e contratar os serviços de forma unificada. O uso multimodal é facilitado e há o incentivo maior para abandonar o transporte privado motorizado.

Outros exemplos de incentivo a multimodalidade

No contexto de inovação de tecnologias para a mobilidade é possível identificar inovações radicais, como a integração de vários modais de transporte sendo viabilizada pela unificação dos meios de pagamento das viagens, promovendo melhorias significativas de desempenho e/ou custos e, conseqüentemente, transformando o mercado de mobilidade. Mas também é possível observar inovações tecnológicas incrementais, que apesar de terem o propósito de apenas melhorar os atributos dos produtos existentes, ainda assim podem ter alta relevância para as mudanças que vêm sendo observadas na mobilidade dos grandes centros urbanos.

⁴ <https://www.citylab.com/perspective/2018/10/helsinki-maaS-app-whim-is-it-really-mobilitys-great-hope/573841/>

O cartão TAP (Transit Access Pass), forma de pagamento eletrônico utilizado na maioria dos serviços de transporte público de Los Angeles, já fornece acesso ao metrô e a uma ampla rede de ônibus regionais e trens. Por meio de uma solução de unificação de meios de pagamento, é previsto que o sistema possa incluir outros serviços de mobilidade como o compartilhamento de bicicletas e veículos elétricos, além do uso de estacionamentos - integrando todo o sistema de mobilidade. Além de trazer maior conveniência aos usuários, o sistema também busca promover maior equidade com a unificação dos programas de desconto e com as recompensas pelo uso dos serviços de mobilidade, incentivando os passageiros a migrarem para outros modais de transporte. Trata-se de uma inovação tecnológica radical, capaz de transformar o mercado existente.

O Bilhete Único, forma de pagamento eletrônico utilizado no transporte público na cidade de São Paulo, já fornece acesso ao metrô e a uma ampla rede de ônibus urbanos e trens. Por meio de uma solução de unificação de meios de pagamento, desde 2018 o sistema passou a incluir outros serviços de mobilidade como o compartilhamento de bicicletas. Nessa versão deixou de existir o compartilhamento gratuito de bicicleta na primeira hora de uso. Todo usuário deve possuir um plano pré pago para a retirada da bicicleta. Eles podem ser diário (R\$ 8), de três dias (R\$ 15), mensal (R\$ 20), trimestral (R\$ 50) e anual (R\$ 160).

2.2 Ônibus sob demanda - Modelos de operação

Nesta seção, serão apresentados diferentes modelos operacionais de sistemas de ônibus por demanda. A operação de um sistema engloba a maneira pela qual a oferta se ajusta para atender à demanda por transporte nas cidades, levando em consideração a dinâmica e o planejamento do tráfego. É a maneira pela qual o sistema se estrutura para oferecer o serviço de transporte público (no caso, serviço on-demand) de acordo com um plano de mobilidade.

Categorização da operação

Duas categorias foram criadas para melhor sistematizar e descrever como funcionam os diferentes tipos de operações encontrados. São elas:

- Flexibilidade das linhas
- Demanda alvo

A primeira categoria se refere à maneira pela qual as linhas dos ônibus ou vans por demanda se distribuem no espaço da cidade, bem como as características dessas linhas. Os modelos variam desde sistemas sem nenhuma linha planejada (totalmente flexíveis), em que as rotas dos veículos são definidas totalmente com base no algoritmo de otimização de origens e destinos dos vários usuários; até linhas fixas (totalmente rígidas e planejadas), idênticas às linhas de ônibus do sistema convencional de transporte público, que possuem frequência e rotas pré definidas. Os casos variam em um *continuum* entre estes dois modelos. Alguns mais próximos das características mais fixas do sistema convencional e outros mais próximos da maior flexibilidade característica dos aplicativos de *e-hailing*.

A segunda categoria é mais complexa e foi criada a partir de um entendimento da equipe FGV sobre como a operação dos ônibus por demanda pode se relacionar com a operação do sistema de transporte público convencional (STPC). Os STPCs têm um funcionamento próprio e os serviços sob demanda analisados, em sua grande maioria, são complementares à operação dos STPCs. O sistema tradicional costuma ter rotas e frequência de veículos fixas, podendo seguir uma lógica mais próxima do princípio “porta a porta” ou de tronco-alimentação, em que linhas alimentadoras conectam regiões menos densas às linhas troncais, que são responsáveis por levar grandes contingentes de pessoas às regiões que concentram viagens (em geral os centros de comércio e serviços). O serviço sob demanda pode se sobrepor ou não às rotas das linhas tradicionais, usando ou não a mesma infraestrutura viária. Na categoria “demanda alvo”, foram definidas cinco demandas de transporte, cada uma com uma relação própria com o STPC. Algumas se sobrepõe em grande medida à estrutura das linhas convencionais, outras praticamente não se sobrepõe. Além disso, elas atendem demandas específicas por transporte e cumprem papéis distintos.

A primeira demanda alvo é chamada de **alimentadora de baixa densidade**. Como o próprio nome já diz ela tem um papel alimentador no sistema público como um todo. Ela conecta regiões de baixa densidade demográfica - áreas que costumam ser periféricas ou até rurais - ao sistema troncal de maior capacidade, esse sim que leva usuários aos seus destinos finais. Ela possui pouca ou nenhuma sobreposição com o sistema convencional de transporte público. Serviços *on-demand* que atendam essa demanda alvo podem funcionar como substitutos de parte do sistema convencional, na medida que os custos sejam equilibrados pelo modelo inovador. Nestes casos, haveria pouca competição pela infraestrutura viária usada pelo STPC.

A segunda demanda alvo é a **alimentadora de média densidade**. Similar à de baixa densidade, ela cumpre o papel de ser alimentadora, porém de regiões com ocupação mais densa - sejam bairros mais próximos ou menos próximos do centro. Grande parte das rotas dessa demanda alvo podem se sobrepor à infraestrutura viária das linhas convencionais de transporte público, mas a depender do modelo *on-demand* podem existir variações relativas à parcela da extensão dessas linhas com sobreposição.

A chamada **viagem completa** é o terceiro tipo de demanda alvo. Ao contrário das duas primeiras, nos modelos de ônibus por demanda avaliados ela não tem o caráter de permitir transferências e trocas modais. Os usuários fazem a viagem desde a origem até o destino usando o serviço sob demanda. Nesta modalidade há sobreposição apenas parcial à infraestrutura convencional. O usuário pode utilizar o sistema sob demanda como um serviço porta-a-porta, dependendo das características de cada lugar, ou utilizar outros modais (a pé, *bike-sharing*, táxi, carona) para completar os trechos entre os pontos de embarque/desembarque do *on-demand* e seu ponto de origem/destino.

A quarta demanda alvo é a **noturna**. A dinâmica dos períodos noturnos é diferente da diurna. Muitos sistemas não possuem alternativa convencional que atenda adequadamente a demanda noturna e em certos casos nenhuma demanda chega a ser atendida. Sistema de ônibus por demanda tem surgido para substituir o STPC, completar ou servir pela primeira vez os usuários deste período. A sobreposição pode variar a depender de cada caso, mas o mais comum é que não haja sobreposição.

A quinta demanda alvo é o **paratrânsito**, voltado para pessoas com mobilidade reduzida ou portadoras de deficiência motora. As soluções *on demand* são cada vez mais comuns para esse tipo de demanda, devido à flexibilidade e facilidade que elas apresentam. A sobreposição é apenas parcial nestes casos.

Principais características dos casos estudados

Flexibilidade

Existe uma grande variabilidade de operações dentre os casos de sistemas de transporte por demanda analisados. No quesito Flexibilidade das linhas ou rotas, pode-se considerar que há dois extremos e uma diversidade de combinações das características destes extremos. De um lado estão os sistemas com rotas totalmente fixas, com pontos de embarque e desembarque pré-definidos, bem como trajetos fixos e planejados. É semelhante ao sistema de linhas convencionais, em que o usuário pode esperar no ponto de ônibus para embarcar e sabe que o desembarque será em algum dos pontos pré-definidos. O usuário também sabe o trajeto que o veículo irá fazer e pode se planejar de acordo com isso. A particularidade do serviço por demanda neste modelo que é diferente do serviço convencional é a possibilidade de reservar seu assento no veículo e garantir uma viagem com mais conforto, pois nunca há veículos superlotados e todas as pessoas viajam sentadas. Outro diferencial é que há menos paradas, pois os veículos só embarcam ou desembarcam usuários nos locais requisitados pelo aplicativo, o que poupa tempo de viagem para todos. Este tipo de sistema, entretanto, pode fazer adaptações dos itinerários na medida em que a evolução da demanda indicar a conveniência de criar novos trajetos, criar variantes, adicionar ou remover paradas, ampliar a frequência ou mesmo mudar o tipo de veículo de forma a atender os desejos de viagem.

Alguns exemplos de sistemas que adotaram uma flexibilidade fixa são: São Bernardo do Campo (SP, BR), Dubai (EAU), Londres (no subúrbio de Sutton, Reino Unido) e Cidade do México. Em São Bernardo do Campo, uma das concessionárias de transporte público da cidade estava sofrendo com a forte competição das empresas de *e-hailing*, que estavam “roubando” passageiros das linhas de transporte público convencionais. A solução de ônibus por demanda veio para substituir algumas linhas deficitárias da operadora que atuam na região central da cidade. Portanto, o serviço

por demanda funciona da mesma forma que o convencional, com a diferença de que o usuário reserva seu assento e viaja com mais conforto em algumas das mesmas linhas que já existiam. Foi uma maneira de aumentar a competitividade do serviço público vis-à-vis o privado, pois são vans de luxo que operam o sistema. Em Dubai e em Londres, também são seguidas rotas fixas, com pontos de ônibus regulares, e os veículos também são vans.

No outro extremo de flexibilidade estão os sistemas em que as rotas são totalmente livres. Neste formato, os trajetos são otimizados pelo aplicativo levando em consideração origens e destinos semelhantes dos usuários. Cada passageiro escolhe o seu próprio ponto de origem e qual será seu destino no mapa do aplicativo. O software então calcula qual é o veículo mais próximo e qual é a melhor rota a ser feita, garantindo conforto e eficiência para todos os passageiros. De uma maneira geral, essa operação não é de porta a porta, como fazem os aplicativos de *e-hailing* em que a origem e destino coincidem com os pontos de encontro. O caso de Southwest Bakerfield, (CA, EUA) é o único encontrado em que o serviço é mesmo o porta a porta. A solução mais comum é direcionar o usuário para um ponto de encontro próximo (a alguns metros da origem), onde seja possível embarcar ou desembarcar com segurança - é o serviço esquina a esquina, ao invés do porta a porta. A solução esquina a esquina permite uma melhor otimização das rotas, por isso sua popularidade.

Alguns sistemas, em que o aplicativo foi desenvolvido em parceria com a empresa Via, são os melhores exemplos de operações totalmente flexíveis. São os casos das cidades americanas de Chicago, Nova York e Washington DC, e das cidades britânicas de Liverpool e Sittingbourne, bem como da capital alemã, Berlim. Nestas cidades funciona a modalidade esquina a esquina, em que os usuários reservam seu lugar no veículo e se deslocam até um ponto próximo de sua origem para embarcar (o mesmo vale para o desembarque).

Soluções de meio termo entre os dois extremos são também bastante comuns. O caso de Goiânia (GO, BR) é um bom exemplo. A partir de um percurso inicial, o veículo aceita viagens de passageiros que estejam próximos da rota traçada e que estejam indo em trajetos semelhantes. Há pontos de encontro virtuais para pegar e

deixar usuários, com distâncias de até 400m das origens e destinos. Outros exemplos são os sistemas que operam na região metropolitana da cidade do Cairo (EGI). Nesta cidade, duas empresas de *e-hailing* conseguiram recentemente licença para operar serviços sob demanda em competição com o transporte público convencional. Uber e Careem⁵ têm um modelo um pouco diferente da operação de Goiânia. São rotas fixas com o mesmo trajeto sempre, mas os pontos de encontro são determinados pelo aplicativo, assim como na cidade brasileira. Assim, não é necessário se ater aos mesmos pontos de ônibus dos sistemas convencionais.

Um sistema um pouco mais flexível que este último, porém ainda intermediário, é aquele operado pela empresa BRIDJ em Sidney (AUS). A solução dada na cidade australiana foi criar linhas que operam entre uma origem e um destino fixos, mas que tem a flexibilidade para admitir qualquer rota entre estes dois pontos fixos, de acordo com a otimização das preferências dos usuários. A vantagem desse formato é que os potenciais passageiros já têm de antemão uma ideia de qual o sentido que o veículo (linha) está seguindo. Isso diminui a incerteza das rotas da viagem e traz mais previsibilidade para os passageiros. Mais um exemplo é a operação da Via em parceria com a agência de transporte de Los Angeles (EUA). Neste caso, algumas regiões de Los Angeles possuem um serviço sob demanda que é voltado para o público de baixa renda. A operação possui rotas flexíveis, mas sempre conectando alguns hubs de transporte que são fixos, seja na origem seja no destino. Cingapura também apresenta um modelo interessante. Na ilha asiática a operação é feita com ônibus de grande porte e há uma flexibilidade boa das rotas. A particularidade é que os pontos de embarque e desembarque são sempre estações de ônibus do sistema convencional. Entre uma estação e outra as rotas são otimizadas conforme as demandas. Além disso, há um sentido mais ou menos fixo para as linhas. Na fase presente de testes, as linhas ligam o centro de negócios com dois subúrbios da cidade-estado.

A solução mais criativa talvez seja a da região metropolitana de Paris (FRA). O sistema é totalmente misto. A depender do horário de funcionamento, a função e a flexibilidade das linhas muda completamente. Nos horários de pico todos os veículos possuem uma única origem ou destino a depender se for pico da manhã ou pico da

⁵ Careem foi recentemente comprada pela Uber.

tarde. Essa origem/destino é o sistema tronco estrutural de trens e metrô. Por exemplo, no pico da manhã todas as linhas por demanda tem origens variadas próximas às residências dos usuários e um único destino: o terminal de trem/metrô da região em que o sistema opera. No pico da tarde é uma origem (terminal) para vários destinos (residências). Entretanto, nos horários fora de pico, a mesma frota de veículos tem outra utilidade e operação. Ela passa a adotar um funcionamento flexível, sem rotas fixas, nem pontos fixos, com rotas otimizadas pelo aplicativo e pontos de encontro próximos às origens e destinos, mas dentro de determinada área.

Demanda alvo

As cinco demandas alvo definidas pela FGV funcionam como uma tipologia capaz de acomodar a maioria dos casos de serviços *on-demand* encontrados mundo afora. Como qualquer tipologia, não esgota todas as nuances de cada caso, embora seja uma maneira de sistematizar e diferenciar cada tipo de serviço. Portanto, alguns casos podem apresentar características de mais de uma demanda alvo, o que não prejudica a análise. O exercício feito nesta seção consiste em tipificar casos existentes de acordo com as demandas alvo definidas anteriormente.

O exemplo por excelência de alimentador de baixa densidade é Bakersfield (CA, USA). A proposta do serviço é alcançar áreas de baixa densidade (sudoeste da cidade) ou que sejam difíceis de receberem ofertas de transporte, complementando o transporte público atual. Começando em Abril/2019, o piloto será um serviço de ônibus por demanda de esquina a esquina atuando em área delimitada. Neste caso, a função que o sistema cumpre é de substituir a oferta rígida de transporte público em regiões onde os custos são muito altos para os operadores, dada a pequena demanda. Em seu caráter alimentador, o serviço chamado RYDE atenderá usuários cujos destinos são hubs de transporte. Há entretanto, um caráter de demanda por viagem completa em trajetos curtos dentro da região de cobertura. Outro exemplo de alimentador de baixa densidade é o caso de Barcelona (ESP). O bairro de Torre Baró é uma das localidades com densidade demográfica mais baixa e apresenta dificuldade em viabilizar o serviço convencional de transporte público. A solução encontrada foi complementar o serviço convencional com a opção *on-demand*. Apesar de existirem viagens curtas locais com origem e destino dentro do bairro, a função de alimentação é bastante presente - há diversas viagens que servem para

conectar o usuário ao sistema convencional. Bairros afastados de São José dos Campos podem ver nesta uma boa alternativa de transporte público - algo que deve ser avaliado no decorrer do projeto.

Um caso bem representativo de alimentador de média densidade é o sistema implementado como piloto em algumas regiões de Los Angeles. Através de uma parceria entre a empresa de aplicativo Via e a agência de transporte da cidade (Metro) criou-se um serviço de ônibus por demanda de e para terminais de ônibus e estações de trem. O caráter é principalmente alimentador. O mais interessante é que o foco é a integração modal para pessoas de baixa renda destas áreas de média densidade. É permitido o uso do cartão da Metro e nestes casos a tarifa é mais barata. Pessoas de muita baixa renda são isentas de cobrança, seguindo a mesma política da agência de transportes da cidade. Há, portanto, integração modal e tarifária, o que incentiva muito o sistema alimentador. Sidney, na Austrália, é outro exemplo de alimentador de média densidade. O serviço da empresa BRIDJ opera na região oeste da cidade apenas. Há grande destaque no site da empresa para os pontos de destinos finais, que em geral são grandes hubs de transporte. Mais um exemplo é o serviço Flexigo, nos subúrbios de Paris. Em horários de pico a função da frota de veículos é conectar os terminais de trem às residências das pessoas. Mas o que surpreende é que nos horários fora de pico a frota é destinada a viagens completas.

Existem diversos casos de viagem completa, talvez porque eles são os casos mais próximos aos aplicativos de *e-hailing*, que se tornaram o primeiro paradigma para os ônibus por demanda. Um caso clássico é o de Berlin (Alemanha), em que a empresa de tecnologia Via entrou em parceria com a companhia de transporte da cidade (BVG) no que parece ser a maior parceria público privada de transporte público *on-demand* (mais de 300 veículos já no lançamento). Na capital alemã existe uma área de atuação determinada para as viagens sob demanda. Essa área de atuação é bastante central e as viagens só podem ocorrer dentro dela, portanto, não faz sentido que a demanda configure como alimentadora, embora possam existir conexões com o transporte convencional. Com os planos de expansão é possível que o serviço passe a acomodar as demandas alimentadoras. Por enquanto, as viagens são inteiramente feitas através do sistema sob demanda.

Além de Berlin, a demanda viagem completa encontra referências no Brasil. Goiânia e São Bernardo do Campo são dois exemplos desse priorização para este tipo de demanda. Eles guardam bastante semelhanças com o sistema de Berlin. Em ambos os casos, a área de atuação também é a região central da cidade. Goiânia possui um modelo ainda mais similar à cidade alemã, talvez porque também é operada pela Via. As viagens possuem a característica de serem completas, provavelmente com pouco integração modal e alimentação, todas no chamado centro expandido. Já o modelo de São Bernardo se diferencia mais por conta da flexibilidade das linhas que pela demanda alvo. Existem apenas duas linhas fixas operando e as duas se encontram no centro da cidade. Embora possa haver integração com o STPC, a demanda não parece ter sido planejada para ser alimentadora.

Ainda, um caso extremo de demanda viagem completa é a cidade canadense Innisfil, localizada no estado de Ontário. A opção por substituir completamente sua frota de transporte público por veículos da Uber tem gerado uma grande polêmica. A pequena cidade não possui mais transporte público convencional e todas as viagens antes públicas são agora feitas pela empresa de *e-hailing*. Devido às características da operação da Uber as viagens podem ser caracterizadas como completas, levando o usuário de ponta a ponta em seu trajeto. Alguns problemas têm surgido, principalmente em relação a custos. O serviço subsidiado que antes era barato já demonstra sinais de inflação e a prefeitura está determinando um limite máximo de viagens por usuário, o que tem gerado muito descontentamento.

Os ônibus ou vans noturnos por demanda estão ganhando adeptos rapidamente. São vários os casos de serviços com o propósito de complementar ou, na maioria das vezes, substituir o transporte coletivo convencional. Dois casos chamam a atenção por terem sistemas operacionais muito distintos, mas ainda assim funcionarem de noite. Cingapura possui linhas com pontos em paradas de ônibus do sistema convencional, mas que o serviço é por demanda e atuando no período noturno. Os trajetos são adaptados aos hábitos noturnos da população local, tendo itinerários especiais. Neste caso há sobreposição parcial ao STPC. O outro exemplo é Berlim, em que o serviço noturno funciona da mesma maneira que o serviço diurno todos os

dias da semana. A única diferença é o número de veículos disponíveis, ou seja, o tamanho da oferta no período noturno. Já neste caso há pouca sobreposição com o STPC.

Por fim, a última demanda alvo é o paratransito. Buscando proporcionar maior acessibilidade às populações mais vulneráveis, os sistemas por demanda têm cada vez mais se preocupado em produzir soluções inteligentes para o público portador de deficiências físicas. Grande parte das vans e ônibus por demanda nos sistemas avaliados possuem espaço para cadeirantes. É difícil, no entanto, encontrar casos de oferta de transporte público por demanda exclusivo para esse público, costuma ser um serviço disponibilizado em conjunto com o público amplo. A única iniciativa no Brasil encontrada que provê um serviço exclusivo, até onde foi possível pesquisar, é o Atende da prefeitura de São Paulo (BR). O Atende, no entanto, funciona através de agendamento prévio com muitos dias de antecedência e não possui um algoritmo de otimização de rotas através de um aplicativo.

2.3 Ônibus sob demanda - Modelos de serviço

Os modelos de serviço variam muito a depender do caso analisado. Para melhor sistematizar o *benchmark* de modelos de serviço, quatro categorias foram criadas: **área** de atuação do serviço, que está muito relacionada ao modelo de operação e qual é o propósito do sistema na dinâmica da cidade; **conectividade**, que indica a maneira pela qual os usuários podem solicitar o serviço por demanda; **integração modal**, que indica as possibilidades e incentivos à integração entre o *on-demand* e outros modos de transporte, sejam privados ou públicos; e **veículo**, que relata qual o meio de transporte utilizado pelo serviço.

Área e Integração modal

Dentro da categoria **área** ficou evidente que as delimitações geográficas dos serviços se deveu por dois motivos principais. O primeiro deles é o caráter inicial de boa parte dos projetos. Como muitos ainda são projetos pilotos, optou-se por iniciar o serviço em uma área reduzida, com o propósito de garantir uma transição gradual e suave para a nova tecnologia, ao mesmo tempo em que há uma facilidade maior em avaliar os resultados preliminares. O segundo motivo está relacionado a como o serviço

cumpra sua função no modelo de transporte público de cada cidade. A seguir, alguns casos que merecem destaque.

Começando pelos casos brasileiros, fica logo claro que as regiões de delimitação estão mais ligadas ao fato de ainda serem projetos pilotos. Tanto em Goiânia como em São Bernardo do Campo, existem planos de expansão após a consolidação do sistema. No caso da primeira, a área se limita ao chamado centro expandido - região central da cidade e alguns bairros adjacentes com maior densidade demográfica. A operação acaba sendo influenciada por essa opção e há pouca integração modal, pois o caráter das linhas é menos voltado para serem alimentadoras e mais para serem viagens completas dentro do centro expandido. No caso de São Bernardo do Campo, a área acaba sendo definida pelas duas linhas que por enquanto estão em operação. São linhas centrais na cidade e têm pouca função alimentadora, por isso a tendência é existir integração somente nos casos de usuários que vêm de regiões distantes e optam por usar o serviço nessa área mais central. Há a intenção da prefeitura em expandir este piloto, o que pode talvez mudar a funcionalidade do serviço.

Berlim é um caso similar à Goiânia. A área de atuação do serviço é numa região central da cidade, onde há alta atração e fluxo de viagens. Apesar de existirem planos de expansão, até onde pôde ser averiguado o sistema possui pouco incentivos para integração com o transporte público convencional. Até o presente momento não há integração tarifária com o sistema geral.

Alguns dos pilotos pioneiros em serviços por demanda foram os da empresa BRIDJ nos Estados Unidos. Em cidades como Kansas City, Washington DC. e Boston, a empresa operava em áreas delimitadas, em geral ligando regiões residenciais ao centro destas cidades. A BRIDJ acabou falindo, pois seu modelo mostrou-se insustentável. Talvez um dos motivos tenha sido que as viagens eram completas ligando a periferia ao centro, mas sem integração modal. Uma saída seria planejar as rotas para seguirem um modelo alimentador com integração modal. Mas essa é apenas uma conjectura para o insucesso, muitos outros fatores podem também serem causas.

A cidade do Cairo (Egito) possui duas empresas de ônibus por demanda atuantes. Ambas as empresas operam em diversas regiões da região metropolitana da capital egípcia. Não há portanto uma definição clara e estratégica de uma área de cobertura para o serviço. Tudo depende das linhas pré-definidas das duas empresas, que estão em franca expansão. Este é um caso em que se espera uma abrangência grande em toda metrópole conforme o serviço cresça. Por enquanto, não há incentivo explícito à integração modal, embora possam existir algumas conexões feitas pelos usuários espontaneamente.

Cingapura é um caso em que não há incentivos à integração, mas o próprio aplicativo mostra outras alternativas mais rápidas pelo STPC. Tal como no Cairo, as áreas acabam sendo definidas por meio das linhas fixas operadas pelo serviço. Com o projeto de expansão, provavelmente não vai haver uma área específica de atuação do *on-demand* seguindo alguma lógica estratégica do sistema.

Los Angeles é um caso de sistema bastante voltado para integração. Em realidade, o próprio foco é a integração modal, principalmente para pessoas de baixa renda de determinadas áreas da cidade. É permitido o uso do cartão da Metro, agência de transportes local, e nestes casos a tarifa é mais barata. Pessoas de muita baixa renda são isentas de cobrança, seguindo a política da Metro. Há, portanto, bastante incentivo para integração modal, tanto por parte da política tarifária tanto pela função da operação, que é feita para ser alimentadora.

O estado de New South Wales (NSW), na Austrália, é um dos locais em que mais vem se desenvolvendo os ônibus por demanda. Cada região do estado possui uma operadora diferente e os serviços variam bastante a depender do local, mas em geral são ônibus por demanda que fazem trajetos curtos ou que conectam-se aos grande hubs de transporte. As áreas são bem delimitadas, não só porque a maioria dos projetos ainda está em fase piloto como também pelo caráter complementar dos serviços sob demanda. As linhas costumam ser alimentadoras, num contexto de integração modal previsto no planejamento dos serviços sob demanda. Diferente de outros casos, New South Wales vem tendo sucesso em coordenar e planejar as ações inovadoras destes novos sistemas. A agência estatal *Transport* centraliza, planeja e regula os serviços *on-demand*, que devem sofrer expansão no futuro.

Outro caso com áreas bem delimitadas e coerente com um projeto de mobilidade para a cidade é Paris. O serviço abrange alguns bairros dos subúrbios de Paris. O plano é que os ônibus por demanda atendam as demandas por viagens alimentadoras até os grandes hubs de transporte nas horas de pico ao mesmo tempo que dê conta da demanda por viagens curtas dentro desses mesmos bairros nos horários fora de pico. Para incentivar a integração modal há também integração tarifária. Os usuários podem usar o mesmo ticket do sistema convencional nos veículos por demanda.

Sutton, um subúrbio de Londres (Inglaterra), também está planejando integração tarifária. Por enquanto o sistema *on-demand* não está integrado ao sistema convencional, mas passados os primeiros meses de testes a ideia é que o serviço funcione com grande integração modal, seguindo a lógica alimentadora planejada para a cidade.

Conectividade

Por se tratar de um modelo inovador que depende de uma tecnologia nova, a maioria dos serviços sob demanda são ofertados a partir de aplicativos em *smartphones*, que em sua essência fazem um pareamento entre veículo e usuário. É, portanto, sempre necessário um *software* que conecte a demanda com a oferta de transporte. A depender do contexto da cidade ou do país em que o serviço está sendo lançado surgem a questão da acessibilidade à tecnologia. Apesar de cada vez maior, a cobertura dos *smartphones* ainda não é 100%. Ainda existem pessoas que não possuem smartphones e que correm o risco de não entrarem no sistema, principalmente em regiões de renda mais baixa. Assim, cumpre destacar as soluções encontradas para inserir esse público no serviço.

A solução mais comum depois dos aplicativos de *smartphones* é o agendamento via central telefônica. Nessa modalidade o usuário pode ligar para a empresa operadora e verificar a disponibilidade de veículos próximos de seu local de embarque. É pouco claro, no entanto, como é feita a otimização de rotas nos casos em que a flexibilidade de linhas é grande - o que é provável que aconteça é que as centrais telefônicas insiram no aplicativo origem e destino informadas pelo usuário e informem o resultado da otimização por telefone, indicando o local de embarque. Mas essa é apenas uma conjectura deste benchmark, pois há pouca informação disponível sobre esse

modelo. Los Angeles, Londres e Paris são cidades que permitem agendamento por telefone. Nas duas primeiras, a informação de localização do veículo é atualizada de tempos em tempos por meio de sms para quem possuir telefone celular convencional.

Outra possibilidade também por meio de telefone é o agendamento e reserva de lugar em linhas fixas, com itinerário e frequência planejados. É o caso de alguns serviços de New South Wales (Austrália). Lá a pessoa pode ligar na central ou mesmo agendar pela internet um lugar em uma linha definida. Em geral é exigida que a reserva seja feita com antecedência (algumas horas ou até dias).

Uma opção fora do padrão encontrada no *benchmark* é o caso da empresa Careem, no Cairo. Como as linhas lá são fixas, se assemelhando muito ao modelo convencional de ônibus, é possível que um passageiro solicite na rua o serviço. Para isso acontecer basta haver assento disponível no veículo, da mesma forma que um ônibus comum. Nestes casos o pagamento pode ser feito com dinheiro.

Veículo

Um dos diferenciais dos serviços sob demanda é a disponibilidade de veículos mais confortáveis e tecnológicos. Uma das metas é melhorar o serviço público de transportes para atrair usuários que estão migrando para as opções privadas. Parte da melhoria do serviço é promovida por veículos melhores. Por isso, quase todos os veículos são modernos e possuem no mínimo ar condicionado e algumas vezes conexão com a internet via wi-fi. As opções de veículos dependem muito do caráter da operação serviço, mas a maioria dos casos têm optado por vans. Destacam-se a seguir os casos que fogem à regra.

Cairo é um destes que não optou por vans, mas por veículos semelhantes. Como a operação é muito parecida com linhas de ônibus convencionais, os veículos são mini-ônibus com lotação máxima de 20 passageiros. Embora não sejam exatamente vans, os mini-ônibus não apresentam características muito diferentes. São veículos menores e mais ágeis que os ônibus tradicionais. Os assentos são confortáveis e possuem ar condicionado.

Bastante diferente das vans, os ônibus de Cingapura são um exemplo de que é possível ter serviço por demanda com veículos tradicionais. A operação *on-demand*

do país é razoavelmente flexível, e surpreende que veículos tão grandes possam transitar quase que livremente pela infraestrutura viária da cidade. O principal diferencial do serviço sob demanda por lá é a possibilidade de reservar um lugar.

Outro exemplo destoante é o de Los Angeles, onde ao que tudo indica os veículos utilizados são carros. O serviço continua sendo de compartilhamento, mas num modelo semelhante ao de empresas de *e-hailing* como Uber e Lift. A empresa que organiza o sistema (Via) não possui a frota, são os próprios motoristas os donos dos veículos. O aplicativo é responsável apenas por fazer o pareamento entre passageiro e motorista e otimizar as rotas.

2.4 Ônibus sob demanda - Modelos econômicos e tarifários

As informações sobre os modelos econômicos dos sistemas de ônibus por demanda são relativamente mais difíceis de serem encontradas. Informações como modelo de negócio das concessões de empresas públicas, política de remuneração, entre outras, só costumam estar disponíveis nos contratos, que são de difícil análise. Seria preciso grande dedicação para um estudo completo sobre o tema. O que há de mais claro são os modelos tarifários que as operadoras adotam, mas que muitas vezes são distorcidos porque os projetos ainda estão em fase de teste e os preços estão ainda para serem ajustados de acordo com os custos.

Os modelos de concessão variam de cidade para cidade. O que há de mais comum são parcerias entre empresas concessionadas para a operação e empresas que possuem a tecnologia (softwares) otimização de demanda. Há também modelos em que as próprias agências de transporte (através de empresas públicas) participam da parceria, ao invés de apenas regular o serviço. No caso do Brasil, Goiânia é um exemplo em que se estabeleceu uma parceria entre a concessionária HP Transportes e a empresa de tecnologia Via. Quem realiza a operação é a própria HP Transportes, enquanto a Via tem um contrato de prestação de serviço para a empresa brasileira. Em outras cidades do mundo, a Via atua também como operadora, gerenciando o sistema e a frota de veículos. Em geral, as empresas de tecnologia - que ofertam os aplicativos de otimização - possuem um modelo de negócios voltado para a prestação de serviço às empresas operadoras, mas como acontece com a Via esse modelo não

é tão rígido. A Uber, por exemplo, apesar de não possuir frota própria e contar com motoristas independentes, é responsável pelo gerenciamento da operação nas cidades em que atua com ônibus por demanda. Ou seja, ela não é apenas uma prestadora de serviço de tecnologia.

Os sistemas tarifários buscam ser competitivos com o transporte público convencional. Mas, como os custos costumam ser um pouco maiores, as tarifas se refletem em preços mais altos. O esforço tem sido em manter uma política de preços que sejam mais baixos que os serviços de e-hailing. Para isso, algumas cidades se valem de subsídios. É o caso, por exemplo, de Innisfil (Canadá), onde todo o sistema de transporte público foi substituído por uma frota de mini-ônibus da Uber. Alguns locais disponibilizam tarifa única, sem variação de preço, como é o caso de Cingapura, Sidney e Los Angeles, por exemplo. Outros têm uma tarifa mínima, mas preço variável conforme a distância percorrida (Liverpool, Berlim, Sittingbourne, Goiânia). Essa última forma tarifária é menos dependente de subsídios e tem a vantagem de adotar tarifas dinâmicas a depender da disponibilidade de oferta e aumento de demanda, o que acaba ocorrendo em horários de pico. Esse ajuste de preço é importante para equacionar oferta e demanda e pode funcionar como uma boa política pública de transportes urbanos.

3. Abordagem integral para a mobilidade urbana

Melhorar a qualidade de serviço e a eficiência do sistema de transporte público é uma condição fundamental mas não suficiente para avançar em direção a cidades mais equitativas e sustentáveis. A mudança nos padrões de deslocamento depende também da adoção de medidas de desincentivo ao uso do automóvel e da melhoria das redes de circulação para pedestres, ciclistas e uma multiplicidade de modos ativos emergentes. É preciso, portanto, uma visão integrada para resolver de forma efetiva os desafios da mobilidade urbana, cada vez mais numerosos, complexos e urgentes. A articulação de todas as opções de viagem deve ser uma preocupação central no planejamento e desenho de cada modo de transporte, permitindo um uso equitativo, eficiente e sustentável do escasso espaço urbano e dos limitados recursos disponíveis.

Adicionalmente, existem dimensões transversais a todos os componentes do sistema de mobilidade que não podem deixar de ser considerados no planejamento das redes e serviços de transporte. De início, é impossível tratar de transportes sem levar em conta o uso do solo, o desenvolvimento urbano e os espaços públicos. A própria demanda de viagens é uma função direta da necessidade cotidiana das pessoas se deslocarem entre suas residências, seus locais de trabalho, de estudo, destinos para realizar compras, atividades de lazer e buscar serviços de todo tipo, determinados pelo uso do solo e pelo desenvolvimento urbano das cidades. Paralelamente, a circulação é uma função do (escasso) espaço urbano em permanente disputa e complementação com finalidade de ser um local de estadia e convivência da população, atribuições que muitas vezes se confundem e não podem ser totalmente segregadas, como nas situações em que um transeunte para para ver a vitrine de uma loja ou quando dois vizinhos param para conversar ao se encontrarem caminhando rumo a seus destinos.

A divisão do espaço urbano para diferentes finalidades - circulação de veículos motorizados, de pedestres, de acesso a propriedades, espaços públicos e de lazer, etc. - leva a outro aspecto essencial: a equidade na distribuição dos usos desses espaços urbanos. Todos esses aspectos serão levados em conta no desenvolvimento

do presente projeto. Entretanto, destacam-se duas questões que finalmente ganharam o protagonismo que requerem no âmbito do planejamento de transportes: meio ambiente (englobando o problema do aquecimento global, um dos desafios mais crítico e urgente desta geração) e segurança viária (uma das externalidades negativas mais graves e de impacto mais direto do transporte sobre a população das cidades, subestimado durante muitas décadas, mas cuja importância finalmente vem sendo reconhecida nos últimos anos). Por esse motivo, apresenta-se neste capítulo uma breve discussão inicial desses dois assuntos, juntamente com os temas de mobilidade ativa e desincentivo ao uso do auto mencionadas acima.

3.1 Desestímulo ao uso do automóvel

Na visão de cidade que prioriza a multimodalidade, o transporte ativo, e que ao mesmo tempo melhora o transporte público coletivo, devem também existir uma combinação de políticas públicas que desincentivem o uso do transporte privado motorizado. Não se trata apenas de melhorar as opções alternativas ao uso do carro, mas sim tornar este veículo uma opção menos atrativa. Para isso, algumas políticas se destacam, entre elas estão: o pedágio urbano, a restrição de acesso a automóveis em certas regiões da cidade, o rodízio de veículos motorizados e uma política integrada de uso mais inteligente de estacionamentos. Dentre todas elas, as políticas de estacionamento são o maior *low hanging fruit* (oportunidade de mais fácil alcance) e vêm ganhando destaque ao redor do mundo e por isso mereceram um *benchmark* mais detalhado neste capítulo. Além disso, é algo que pode entrar com mais facilidade no radar da cidade de São José do Campos, em comparação com as demais políticas.

Pedágio urbano

O pedágio urbano é, por si só, uma das políticas de desincentivo mais eficientes em termos de reduzir as externalidades negativas de automóveis ao mesmo tempo em que segue os mecanismos de mercado e preserva a liberdade de ir e vir dos motoristas. Seu porém é que ela se mostrou politicamente inviável em diversos locais onde foi proposta sua implementação. Existem poucos casos no mundo onde o pedágio urbano de fato vingou e funcionou de acordo com sua proposta original.

A principal vantagem do pedágio urbano é estabelecer um sistema de preços que faz com que os motoristas paguem pelas externalidades que geram ao utilizar o escasso espaço urbano destinado ao sistema viário. A externalidade que antes não era precificada passa a virar parte do custo das viagens de carro para as pessoas que decidem utilizar a infraestrutura viária, que é um bem público. Quem estiver disposto a usufruir desse bem público deve pagar pelos custos que impõem aos demais (ao contribuir diretamente para o aumento do congestionamento) ao usufruir dele. O que ocorre é que, com o pedágio urbano, os agentes econômicos (motoristas) consideram não apenas os custos privados de suas ações como também os custos sociais. O resultado é que os agentes passam a otimizar melhor o uso do transporte privado (que internaliza os custos sociais marginais) e a sobrecarga sobre o sistema se torna menos intensa. O equilíbrio de mercado incluindo os custos sociais marginais seria assim mais facilmente atingido. Adicionalmente, as receitas adquiridas da cobrança do pedágio poderiam ser revertidas para melhorias no transporte público e incentivos à mudança modal.

Singapura foi a primeira cidade a implantar um pedágio urbano. Desde os anos 70, medidas estavam sendo adotadas de forma a taxar o uso do carro. Em 1975, foi criada a primeira área de restrição ao uso do carro, em que era cobrada uma taxa para dirigir pela região. Em 1995 surgiu o *Road Pricing Scheme (RPS)*, com o objetivo de regular o tráfego nas vias expressas e nas principais vias de acesso ao centro comercial da cidade. Em 1998, o sistema passou a funcionar de maneira eletrônica. Cada carro passou a possuir um identificador e, quando o motorista passa por um local onde existe uma torre de cobrança, o valor da tarifa é debitado diretamente do cartão de pagamento registrado em nome do dono do veículo. O interessante é que as tarifas variam conforme local, horário e dia. As avenidas mais congestionadas e os horários de pico cobram tarifas mais elevadas. Esse sistema permite uma racionalidade maior no uso de automóveis onde a situação do trânsito é mais crítica. Alguns estudos mostram melhoras significativas em diminuição de poluição, redução do tráfego e mudança modal.⁶

⁶ ver: <http://www.energiiaeambiente.org.br/instrumentos-de-desestimulo-ao-uso-do-transporte-individual-motorizado-licoes-e-recomendacoes>

Outro caso de pedágio urbano é a cidade de Londres (Inglaterra), que implementou o sistema *London Congestion Charging (LCC)* em 2003. O pedágio funciona nas áreas centrais da cidade e tem um funcionamento similar ao de Singapura. Os objetivos centrais do LCC, segundo a prefeitura, eram: (i) reduzir os congestionamentos; (ii) promover melhorias radicais nos serviços de ônibus; (iii) aumentar a confiabilidade no tempo de viagem para usuários de automóveis; (iv) aumentar a eficiência na distribuição de bens e serviços. As pessoas que passarem pelo cordão central onde é cobrado o pedágio devem pagar por ele até as 22h do dia de uso. O pagamento pode ser antecipado e existem pacotes semanais e mensais com desconto. A quitação da dívida pode ser feita em máquinas automáticas, lojas de varejo, pela internet ou por mensagem de celular (SMS). Existem câmeras que registram todas as placas que passam pela região central e ao final do dia são verificados os veículos cuja taxa foi quitada. Uma das deficiências do sistema londrino, no entanto, é que o sistema não leva em conta quanto o veículo roda no interior do cordão de taxação. Além disso, a taxa não varia conforme os horários de maior ou menor tráfego e o valor também é o mesmo para áreas mais ou menos congestionadas. Ainda assim, há diversos estudos mostrando os benefícios do sistema.

Estocolmo (Suécia) é um caso interessante de participação popular na decisão de implantar um pedágio urbano. De janeiro a julho de 2006 foi feito um projeto piloto de pedágio com o objetivo de introduzir à população a ideia da política. Em setembro do mesmo ano um referendo foi lançado com vistas a cancelar as mudanças. 51,3% da população da cidade votou a favor da cobrança e 45,5% dos votos foram contrários. O sistema funciona na forma de dois pedágios de corda na região central de Estocolmo, sendo que os veículos são taxados a cada entrada nas zonas restritas. Há variação no valor cobrado a depender do horário de entrada nos cordões. Ainda, a exemplo das demais cidades, os impactos da política foram positivos.

Outras cidades também passaram por um processo de discussões em torno de projetos de pedágio urbano, mas por diversos motivos viram suas iniciativas se frustrarem. Hong Kong testou um piloto em 1983, tendo muito êxito no grau de implementação técnica. Entretanto, o projeto não foi levado adiante e foi arquivado. A principal razão foi a oposição da opinião pública. Edimburgo (Escócia) teve as

mesmas dificuldades em vender o projeto para a população. Em 2005, 74% dos eleitores rejeitaram o pedágio urbano na cidade.

De maneira geral, as experiências exitosas de pedágio urbano trouxeram impactos positivos para as cidades onde foram implementadas. Houve de fato redução de congestionamentos, ganhos na velocidade média de tráfego, menores taxas de acidentes e poluição ambiental. Além disso, as medidas trouxeram ganhos de produtividade e de escala para o transporte público, aumentando sua atratividade. As receitas provenientes do pedágio também serviram para o financiamento de investimentos na melhoria do transporte público e infraestrutura. Por outro lado, a opinião pública dificulta a viabilidade política de tais soluções, algo que deve sempre ser levado em consideração. Os casos de sucesso e que resolveram os impasses políticos estão relacionados ao grande empenho de governos recém eleitos ou a grandes acordos envolvendo as lideranças e os grupos de interesse. Quando a decisão cabe a uma esfera de governo apenas (municipalidade), a necessidade de grandes acordos é menor e a viabilidade política maior.

Restrições de acesso

Uma maneira simples de desincentivar o uso do carro é simplesmente proibir sua utilização em certas regiões da cidade, seja em determinadas horas do dia ou por completo. O problema dessa política, no entanto, é que ela não leva em consideração mecanismos de mercado, tal como o pedágio urbano, por exemplo. Dessa forma, o uso do carro acaba diminuindo ou, no caso, fica zerado apenas nas áreas (e nos horários) de proibição, mas pode ser transferido para outras regiões da cidade ou mesmo nas imediações das áreas de restrição ao acesso, provocando os efeitos de espalhamento (*spillover*) que devem ser adequadamente mitigados.

É uma política que deve desejavelmente ser combinada com políticas de incentivo ao transporte ativo e transporte público. A ideia é criar áreas onde não é possível andar de carro, mas em que há investimento em uma urbanização adequada para uso de bicicletas e caminhada, bem como acesso por ônibus e metrô. O objetivo não seria apenas desincentivar o uso do carro como ao mesmo tempo promover a mobilidade ativa e os benefícios que ela traz. Há estudos que mostram efeitos positivos sobre a saúde e bem estar de indivíduos que frequentam áreas de restrição ao uso de

automóveis. O comércio também pode ser positivamente afetado, devido à maior circulação de pessoas, e ainda há indícios de valorização imobiliária em áreas destinadas somente à mobilidade ativa.

Áreas livres de automóveis funcionam em muitos casos como regiões de lazer e mudam a dinâmica urbana e uso do espaço público. Um caso nesse sentido é o projeto Ruas Abertas da prefeitura de São Paulo. Inspirado em exemplos europeus, esse programa consiste em abrir algumas ruas da cidade apenas para pedestres e ciclistas em domingos e feriados na capital paulista. A mais icônica dessas ruas com restrição para veículos motorizados é a Avenida Paulista, que se tornou uma opção de lazer para muitos cidadãos. Devido ao fácil acesso (possui duas três estações de metrô), a Paulista cada vez mais possui atrações interessantes, que incluem performances e shows ao ar livre, comércio de rua, espaço para prática de exercício físico, lojas, teatros, cinemas e museus. Os casos de sucesso mostram que a restrição de automóveis deve estar aliada a um planejamento de cidade que vai além das questões de mobilidade e levem em consideração um melhor uso do solo, com mais opções de lazer e entretenimento.

Rodízio

Outra forma de diminuir compulsoriamente o uso de automóveis é o chamado rodízio de veículos. Ele consiste em determinar um dia da semana em que fica proibida a circulação de uma parcela dos veículos da cidade nos horários de maior circulação e em certas regiões da cidade. Essa é uma política que há tempos vigora na cidade de São Paulo, por exemplo, e é comum em várias outras cidades de grande porte, como Bogotá (Colômbia), Atenas (Grécia), Cidade do México (México) e Santiago (Chile)⁷.

O rodízio é uma solução que pode apresentar resultados palpáveis no curto prazo, mas no longo prazo ela não é tão eficaz porque tende a se diluir com o aumento da frota de veículos da cidade. Uma vantagem dessa política é que ele é relativamente fácil de ser implementada e de boa aceitação política, pois a população costuma reconhecer o comprometimento do governo na luta contra os congestionamentos e a poluição ambiental (é uma política que diminui consideravelmente as emissões). No

⁷ esta última somente quando os níveis de poluição estão muito altos.

entanto, algumas das desvantagens são: o incentivo ao aumento da frota pela aquisição do segundo veículo pelos motoristas, como forma de evitar a proibição; incentivo a fraudes, como a adulteração das placas dos veículos; a tendência à proliferação de grupos privilegiados, que não são afetados pela política, o que acaba restringindo a eficácia do projeto.

Outra questão relevante que deve ser considerada nesse tipo de política é a falta de critérios para promover maior equidade. Por ser uma medida horizontal, ela se torna regressiva, na medida que pessoas com faixas de renda muito distintas pagam o mesmo preço. Além disso, pessoas com renda mais alta tem maior capacidade de comprar um segundo carro para evitar a política. Outra falha do rodízio é que ele não possui nenhum mecanismo de incentivo à migração modal.

Políticas de Estacionamento

Após diversos estudos mostrarem os altos custos e a irracionalidade dos sistemas convencionais de estacionamento, algumas cidades estão buscando alternativas inteligentes para equacionar a oferta e demanda de vagas ao mesmo tempo em que se valem de tecnologias novas para cobrança e identificação de vagas livres. Nesta seção serão primeiro explicados os motivos para os problemas frequentes relacionados a vagas de estacionamento e depois mostradas algumas iniciativas interessantes nessa área.

Parte da rotina de quem se desloca de carro em cidades de médio e grande porte é dedicar tempo considerável de sua viagem para encontrar um local onde estacionar. O uso de vagas em estacionamentos privados nem sempre é uma opção e há resistência de motoristas em enfrentar os custos mais altos dessas opções. O mais usual é rodar por algum tempo até achar uma vaga gratuita ou quase gratuita na infraestrutura pública, ainda que em local distante do destino desejado.

As políticas de estacionamento surgiram como uma forma de ordenar os locais onde paravam os carros, além de buscar aumentar a capacidade de certas vias, removendo estacionamento nestas. Isso levou a restrição de estacionamento em vias expressas, requisitos mínimos de estacionamento para novos empreendimentos imobiliários e oferta de vagas em vias públicas. Essa abordagem, no entanto, leva ao espraiamento

urbano por exigir espaço para estacionamento, tornando ainda mais atrativo o automóvel frente aos outros modos e acentuando o problema.

O primeiro mito que deve ser derrubado é o de que os custos associados a estacionamentos são baixos. Em realidade eles são muito altos, mas acabam sendo mascarados nos preços de outros bens da economia. Mark Delucchi, pesquisador da Universidade da Califórnia (em Devis), estima que o custo anual de estacionamentos nos Estados Unidos chegue às centenas de bilhões de dólares⁸. O que ocorre é que esses custos não são cobrados dos consumidores diretamente relacionados ao uso do bem, ou seja, motoristas recebem subsídios implícitos para poder estacionar, eles não pagam por grande parte do que estão consumindo. Isso gera uma série de problemas para a dinâmica urbana das metrópoles.

Estima-se que aproximadamente apenas 4% dos custos financeiros de estacionamentos sejam pagos pelos próprios motoristas. Os outros 96% estão implícitos em aluguéis e preços de moradia mais altos, salários e lucros mais baixos, preços mais altos nas lojas, entre outros setores⁹. Essa distorção não impacta apenas o bolso de consumidores e trabalhadores que nada tem a ver com o uso de estacionamentos, como também provoca consequências indesejadas para as cidades e aos próprios motoristas. O efeito imediato de um sistema de preços distorcido, em que usuários não pagam pelo verdadeiro preço do bem, é o que os economistas chamam de externalidades negativas. Quando o estacionamento é grátis ou muito barato acaba faltando vagas para todo mundo, pois há um excesso de demanda. Com o preço corretamente definido, haverá estacionamento disponível ao mesmo tempo que o espaço público vai ser bem utilizado. Somente as pessoas que realmente necessitam ou que estão dispostas a pagar pelo preço irão estacionar. Como consequência haveria um alívio no trânsito e ganho de eficiência do mercado, tanto porque algumas pessoas optariam por deixar o carro em casa como porque menos carros ficariam rodando muitos minutos em busca de uma vaga. Além disso, poderiam surgir impactos ambientais positivos, dada a menor circulação de veículos motorizados que geram poluentes.

⁸ <https://www.sightline.org/2013/08/28/parking-karma/>

⁹ https://www.planning.org/login/?next=/store/product/?ProductCode=BOOK_AHCF

Preços distorcidos no mercado de estacionamentos têm também efeitos indesejados no mercado imobiliário. Construir estacionamentos privados é muito caro e leis que obrigam a disponibilização de um número mínimo de vagas fazem com que as construtoras repassem esses custos para o valor dos imóveis. Mais espaço para estacionamentos também pode significar menos espaço para edifícios e casas, o que acaba gerando espraiamento das cidades. Tal fenômeno representa tempos de deslocamento mais altos, maiores custos com transporte, maior congestionamento e pressão sobre regiões rurais e áreas de preservação ambiental. Ainda, terrenos pavimentados para estacionamento contribuem enormemente para o escoamento poluído de águas da chuva e problemas com enchentes, devidos à redução da área de solo permeável.

Para contornar esses problemas algumas cidades inventaram soluções de mercado, que melhor acomodam os descasamentos de demanda e oferta e tornam o sistema mais eficiente. Uma das primeiras cidades a fazer isso foi San Francisco (EUA). Em 2011, como parte de um projeto piloto chamado *SFpark* financiado pelo governo federal, a cidade implementou um sistema de preços de estacionamento responsivo à demanda em quase 7 mil totens de cobrança (quase 25% do total de totens da época). O piloto foi um sucesso e até 2018 foi expandido para 28 mil totens. O sistema comporta variações de preço conforme hora do dia, dia da semana, tempo de uso e local. Quando a demanda é muito alta em determinado local e hora as tarifas dinâmicas se ajustam e o serviço fica mais caro. Há um valor máximo de cobrança de \$8/hora, mas essa tarifa raramente é alcançada. Na realidade o que ocorreu é que mesmo com o sistema variável de preços a tarifa média acabou caindo 4%. Isso se refletiu também em queda nos valores dos estacionamentos privados em 12%.¹⁰ Os meios de cobrança são diversificados: pode-se pagar por meio de cartão de débito e crédito, dinheiro e até pelo celular. Existe um aplicativo que ajuda os motoristas a encontrarem vagas disponíveis em tempo real, comparar preços da tarifa dinâmica (inclusive com garagens privadas), e ainda avisa quando o tempo limite de uso expirou, evitando multas.

¹⁰ <https://www.spotangels.com/blog/sf-parking-meters-demand-responsive-pricing/>
https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/07/ITDP_US_Parking_Report.pdf

Outro exemplo (controverso) de modernização é Chicago (EUA). Até 2009, a cidade vinha enfrentando muitas dificuldades políticas para aumentar as tarifas de estacionamento público. De um total de 34.500 totens de cobrança de estacionamento em torno de 25.000 estavam com tarifa congelada por 20 anos. As dificuldades de captar receitas e manter os custos da operação e modernização do sistema eram muito altas. Decidiu-se, assim, privatizar o sistema de cobrança de estacionamentos da cidade por 75 anos. A privatização garantiu um pagamento prévio de \$1,16 bilhões aos cofres públicos. Por outro lado, o acordo com a empresa que comprou a concessão foi amplamente criticado por trazer benefícios demais para o ente privado e ser pouco interessante para a esfera pública. Um exemplo disso é que o poder concedente se comprometeu a recompensar a empresa por quaisquer diminuições no período de operação dos cobradores, mudanças nos preços ou mesmo remoções dos totens. Como na grande maioria das ruas existem totens de cobrança, qualquer modificação do viário implica em ressarcimento para a empresa, o que dificulta o planejamento do trânsito da cidade. Ainda assim, se houve um lado bom na privatização foi justamente o melhor equilíbrio entre demanda e oferta de vagas.

Provavelmente, a iniciativa mais amplamente implementada nos Estados Unidos são os chamados *parking benefit districts (PBD)*, já presentes em Austin, Houston, Pasadena, San Diego, Washington DC e no estado de Massachusetts. Os PBDs são áreas onde há cobrança de estacionamento público, com grande parte das receitas redirecionada pelo poder público para melhorias na infraestrutura urbana destes próprios distritos. Construção de áreas verdes, bancos, praças, melhorias em iluminação, asfaltamento e investimento em soluções para a segurança viária (como ciclovias, faixas de pedestres, sinalização) são alguns exemplos de como as receitas são investidas.

Fortaleza fez algo parecido com o dinheiro arrecadado em estacionamentos públicos. Todo o montante é destinado para a política cicloviária do município¹¹, de forma a garantir um financiamento mais seguro para infraestrutura cicloviária e programas de bicicletas compartilhadas e faixas de lazer.

¹¹ <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/prefeitura-de-fortaleza-lanca-zona-azul-digital>

3.2 Transporte Ativo

Cidades mais sustentáveis, seguras, equitativas e eficientes devem ir além de apenas desincentivar o uso de veículos motorizados individuais. Elas precisam também primar por outras opções mais saudáveis. O transporte ativo representa uma dessas opções e vêm cada vez mais ganhando espaço, tanto por conta das novas tecnologias como por um entendimento maior de seus benefícios por parte de governos e sociedades civis. O transporte ativo é composto pelo modal mais elementar do ser humano, a caminhada, e pelo uso de veículos não motorizados, como bicicletas e patinetes - o termo “ativo” vêm justamente do fato de que a energia de locomoção vêm diretamente da pessoa que está se deslocando, ao contrário de veículos motorizados.

Os benefícios do transporte ativo são diversos. Para citar alguns, em primeiro lugar ele tende a ser mais saudável do que os veículos motorizados, pelo simples fato de que ele envolve maior atividade física. Ao se deslocar, a pessoa que opta pelo transporte ativo também está fazendo exercício, o que contribui para sua saúde. O transporte ativo também é mais ambientalmente amigoso, porque não faz uso de combustível fóssil, não produzindo assim gases poluentes e do efeito estufa. Outro aspecto relevante é a diminuição no número de acidentes graves de trânsito que o maior uso de caminhadas e bicicletas acaba causando. Os veículos motorizado se deslocam a uma velocidade muito maior que o transporte ativo e por isso geram mais acidentes e mais graves.

Felizmente, o avanço tecnológico e as inovações dos últimos anos permitiram soluções de mercado que viabilizaram um uso mais intenso de modais ativos. Os sistemas de compartilhamento de bicicletas (e mais recentemente patinetes) estão conquistando o mundo. Várias das grandes metrópoles do planeta já possuem soluções em que, através de um aplicativo de celular, é possível alugar uma bicicleta em um ponto da cidade e deixá-la em outro sem se preocupar em necessariamente retornar ao lugar de origem, pois outra pessoa no destino pode usar a mesma bicicleta. Nesse sistema, há sempre uma bicicleta disponível para uso a alguns

metros de distância, seja em um formato *dock* ou *dockless*¹². A facilidade de adquirir uma bicicleta para um passeio, para completar o último quilômetro de uma viagem ou mesmo para fazer uma viagem completa, é um grande incentivo.

Entretanto, somente as soluções privadas não são suficientes. Há um grande papel a ser desempenhado pelo governo. O primeiro deles é garantir o bom funcionamento das iniciativas privadas a partir de boa regulação. Empresas e estado devem cooperar para tornar o transporte ativo mais atrativo. É também papel do governo prezar pela equidade e dar condições para que as soluções de mercado não fiquem restritas às populações mais privilegiadas da cidade. É comum que as bicicletas compartilhadas se restrinjam às áreas centrais, onde a renda é mais alta. Mas o governo pode ajudar a resolver esse problemas pensando em políticas públicas para a periferia.

Outro papel comum aos governos é a segurança viária para ciclistas e pedestres. É responsabilidade do estado garantir que as ruas sejam um ambiente seguro para a prática do transporte ativo. Isso já é em si um grande incentivo. Embora seja um assunto para ser mais bem abordado na próxima seção, a segurança viária deve ser especialmente promovida em prol da mobilidade ativa e não somente voltada para a diminuição de mortes e acidentes de veículos motorizados. Algumas iniciativas como áreas calmas, construção de ciclovias e ciclofaixas, aumento das calçadas, entre outras, vão nesse sentido de promover a segurança de pedestres e ciclistas. Além disso, governos podem adotar boas práticas de abertura de suas bases de dados, como por exemplo, informações sobre acidentes ou mesmo a rede de ciclovias georreferenciada, só para citar alguns. Também podem investir em tecnologias para incentivar a mobilidade ativa. Algumas cidades possuem contadores de ciclistas instalados em pontos estratégicos, contribuindo para o maior planejamento de políticas voltadas a esse público.

3.3 Segurança Viária

Preocupados com o grande número de mortes causadas por acidentes viários, um grupo internacional de especialistas em segurança viária (com mais de 30

¹² O sistema *dock* é quando a bicicleta é deixada em uma estação fixa instalada em alguma calçada ou rua. Já o sistema *dockless* é quando a bicicleta possui uma trava própria e a bicicleta pode ser deixada em qualquer lugar.

especialistas de 24 países) publicou um estudo¹³ que descreve uma mudança de paradigma na política de segurança no trânsito, de acordo com os princípios de um Sistema Seguro. De acordo com o relatório, um Sistema Seguro se baseia na premissa de que os acidentes viários são tanto previsíveis quanto evitáveis, e que é possível avançar para o número zero de mortes e ferimentos graves.

A abordagem parte da premissa de que pessoas cometem erros, mas esses erros podem ser prevenidos a partir de medidas de segurança como alterações no desenho viário e redução dos limites de velocidade. Ou seja, sistemas de segurança viária devem ser desenvolvidos considerando que existem falhas humanas.

O estudo foi organizado pelo Fórum Internacional de Transporte (ITF - International Transport Forum), e venceu a edição de 2017 do prêmio Road Safety Awards, despertando a atenção para os resultados positivos que têm potencial de apresentar. Esse conceito, chamado de Visão Zero, foi originado na Suécia, que registra uma das mais baixas taxas de mortalidade no trânsito do mundo (apenas 3 em cada 100 mil habitantes).

Apesar da descrença de que esse modelo possa ser replicado em outras partes do mundo obtendo-se o mesmo sucesso que na Suécia, os especialistas do estudo comprovam não só a sua eficácia, mas também a viabilidade dessa abordagem em qualquer parte do mundo. O estudo indica que 30% dos acidentes graves são causados por comportamento arriscado ao volante, com a maioria sendo decorrente de erros de percepção das pessoas. E em grande parte dos casos o sistema viário, da maneira como ainda é estruturado na maioria dos países, contribui para que esses erros aconteçam.

Para garantir um sistema viário seguro, seria necessário fundamentá-lo em quatro princípios:

1. Pessoas cometem erros que podem levar a acidentes;
2. O corpo humano tem uma capacidade limitada de resistência a colisões.

¹³ *Zero Deaths and Serious Injuries – Leading a Paradigm Shift to a Safe System*, disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/transport/zero-road-deaths-and-serious-injuries_9789282108055-en

3. A responsabilidade pelos acidentes deve ser dividida entre aqueles que planejam, constroem, gerenciam e usam tanto as vias quanto os veículos, e medidas preventivas devem ser tomadas após um acidente para prevenir que outros aconteçam em decorrência das mesmas falhas.
4. Todos os componentes do sistema viário devem ser fortalecidos para que se seus efeitos se multipliquem; assim, se uma parte falhar, os usuários do sistema ainda estarão protegidos.

O planejamento dos diversos setores do sistema de transporte levando em consideração as possíveis falhas humanas pode ser capaz de quebrar com o padrão que coloca a responsabilidade dos acidentes sobre os condutores ou às vítimas. O que o estudo propõe é uma abordagem que envolva a combinação de intervenções, como reforço na fiscalização, desenho mais seguro das vias e do entorno, tecnologias veiculares mais avançadas e responsabilização dos planejadores pelos acidentes. Considerando qualquer morte como uma falha inaceitável no modo como o sistema viário é concebido, essa abordagem propõe a adoção de medidas capazes de evitar essas mortes, trazendo uma visão inovadora e relevante para o benchmark de inovações para segurança viária.

No início de 2019, a cidade de São Paulo tornou-se a primeira cidade brasileira a adotar um plano de segurança viária com base na abordagem de sistema seguro. Com isso a cidade mostra uma mudança de mentalidade: ao invés de investir para que indivíduos errem menos, passará a analisar todos os aspectos do planejamento da mobilidade, incluindo não só as atitudes dos usuários, mas também a escolha do meio de transporte, os sistemas de segurança ativa e passiva dos veículos, a gestão das velocidades, as características das vias e de seu entorno, a resposta pós-acidente, entre outros aspectos. O plano Vida Segura na capital paulista tem como meta global salvar 2.734 vidas até 2028, reduzindo o índice de mortes no trânsito para três óbitos por 100 mil habitantes - o que colocará a cidade entre as grandes cidades com trânsito mais seguro do mundo.

Uma das formas pelas quais a cidade planeja atingir esse objetivo é fazendo a gestão da segurança viária com base em dados. Nesse sentido, uma das inovações previstas por São Paulo no plano é promover a abertura dos dados de equipamentos de

fiscalização. Entre as informações geradas, destacam-se as de volume de tráfego e de velocidades reais praticadas nas vias. A cidade busca uma maneira de disponibilizar esses dados em uma plataforma digital e aberta, na qual já estão disponibilizados os dados de acidentes, para que possam ser utilizados pela sociedade civil e o setor privado¹⁴. Com informações mais qualificadas a cidade poderá tomar melhores decisões para desenvolver novas soluções para aumentar a segurança do sistema de mobilidade.

3.4 Meio Ambiente e Emissões

Por fim, uma questão fundamental que precisamos nos atentar quando estamos trabalhando com o planejamento público é o como o meio ambiente é impactado pelas formas de transporte. A emissão de gases de efeito estufa por parte do setor é grande: segundo relatório Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), 10,6% das emissões do nosso país são oriundas do setor. Isso se dá pelo uso em larga escala de combustíveis fósseis.

Mas afinal, por que seria de fato necessário se preocupar com esse elevado volume de emissão? Um primeiro motivo é o impacto dessas em termos de saúde pública. Sabe-se que a inalação dos gases e a exposição a partículas finas que penetram profundamente nos pulmões e no sistema cardiovascular, pode causar acidentes vasculares cerebrais, doenças cardíacas, câncer de pulmão, doenças pulmonares obstrutivas crônicas e infecções respiratórias, incluindo pneumonia. Sendo assim, tratar da questão da poluição do ar é uma forma de diminuir a ocorrência de uma série de doenças.

Além disso, outro motivo que torna alarmante os elevados níveis de gases emitidos pelos meios de transporte no Brasil é a contribuição desses gases para o aquecimento global. Esse processo eleva as temperaturas médias da atmosfera e dos oceanos, alterando toda a dinâmica da fauna e flora, além de ter impactos como o aumento do nível do mar em função do derretimento das calotas polares. Os gases

¹⁴ Plataforma dos acidentes na cidade de São Paulo:
<https://vidasegura.prefeitura.sp.gov.br/plataforma/#!/login>

emitidos pelos meios de transporte contribuem para essas mudanças profundas na dinâmica de funcionamento do globo terrestre.

Tendo em mente a importância da questão da emissão dos gases e do seu impacto nas mudanças climáticas, um conceito importante que surge na discussão sobre os meios transportes é o de eficiência energética. Aqui, trata-se de tentar reduzir o consumo energético nos deslocamentos. Isso é importante pois geraria uma consequente diminuição na emissão de poluentes.

O ponto então é como garantir um aumento da eficiência dos meios de transporte. Uma forma de atingir isso é a substituição de meios de transporte mais ineficientes, como o automóvel e as motocicletas, por meios mais eficientes, como é o caso do transporte coletivo. Para se ter uma noção do ganho, o transporte individual emite mais de três vezes em comparação com o coletivo. Além disso, deve-se privilegiar também o transporte ativo: bicicletas, patinetes e deslocamentos a pé.

Outras medida que também podem aumentar a eficiência energética dos meios de transporte é propor uma reestruturação das redes de locomoção que permita uma redução do número de quilômetros rodados para atender a mesma demanda. Isto é, uma racionalização que busque caminhos mais eficientes e que diminuiria o uso de combustíveis prejudiciais ao meio ambiente. Pode-se pensar também como uma outra medida o uso de tecnologias veiculares que tenham uma menor taxa de emissão por passageiro quilômetro, inclusive o uso de coletivos elétricos.

Portanto, reestruturar o sistema de transporte coletivo tem um papel fundamental no que toca a questão ambiental. Dada a importância que o tema adquiriu nos dias atuais, precisa-se pensar em alternativas de planejamento que considerem a questão ambiental e que busque formas mais limpas e eficientes de locomoção.

4. Conclusão

O avanço de novas tecnologias vêm mudando a mobilidade urbana como a conhecemos. A evolução é tão rápida que ainda não é possível afirmar categoricamente que qualquer uma das mudanças é necessariamente boa. A tecnologia, como ferramenta, pode tanto servir para contribuir com cidades melhores, como para agravar os problemas existentes das metrópoles, tais como congestionamento, pandemia de acidentes, poluição elevada e desigualdades no acesso às oportunidades e aos benefícios da cidade, para citar alguns. O objetivo deste produto foi o de contribuir para uma discussão mais ampla sobre como as inovações mais recentes em transporte público podem contribuir para um conceito de cidade: mais **eficiente**, em que se possam diminuir custos diretos e externalidade negativas geradas a partir das decisões dos agentes econômicos no contexto urbano e de transportes; mais **segura**, pelo menos no sentido de diminuição de acidentes e mortes no trânsito; mais **equitativa**, em que qualquer cidadão tenha direitos e oportunidade iguais de desfrutar daquilo que as cidades têm de melhor; mais **sustentáveis**, quando se diminuem os impactos ambientais ao mesmo tempo que as atividades econômicas continuam prósperas.

O foco do produto foram as tecnologias voltadas para facilitar serviços sob demanda no transporte público. O diagnóstico é o de que os novos aplicativos de transporte individual sob demanda (*e-hailing*) estão em alguma medida minando a sustentabilidade do transporte público coletivo. Como reação a isso, é dever do governo não apenas regular este tipo de serviço como também propor novas soluções que tornem o STPC mais atrativo e financeiramente viável. Os ônibus por demanda se apresentam nesse contexto como uma das inovações que têm tido êxito em competir com as novas tendências do mercado, o que justifica a maior atenção dedicada a eles. Ao fazer um benchmark detalhado de uma porção variada de sistemas sob demanda, pôde-se elaborar e sistematizar alguns conceitos que serão úteis na hora de definir qual a melhor solução para São José dos Campos. Certamente, o trabalho está apenas começando.

Nessa missão de trazer soluções para o transporte coletivo de São José dos Campos é necessária uma compreensão mais ampla do papel da mobilidade urbana na dinâmica da cidade. Políticas públicas não devem ser planejadas de maneira isolada e sim de forma integrada em uma conceituação mais ampla. Por esse motivo foi dado destaque para alguns assuntos que merecem atenção especial no planejamento urbano de qualquer metrópole, e deverão servir como marco para a formulação das propostas para o transporte público sob um olhar integral, identificando as possíveis sinergias com questões transversais e complementares. O primeiro deles é o desestímulo ao uso do automóvel e consequente estímulo à multimodalidade e ao transporte público convencional. Algumas políticas podem contribuir para isso, em especial o pedágio urbano, a restrição de acesso a automóveis em regiões da cidade, o rodízio de veículos e políticas inteligentes de estacionamento público. Foi feita uma breve análise de cada uma dessas políticas públicas como forma de contribuir para a discussão. O segundo assunto que não poderia faltar é o incentivo ao transporte ativo, também relacionado à multimodalidade e a busca por um transporte mais saudável, seguro e ambientalmente responsável. Medidas para melhorar a segurança viária também se encaixam nesse modelo de cidade, pois mortes e acidentes de trânsito são totalmente evitáveis e há uma série de iniciativas para melhorar nossos índices de violência no trânsito. Por fim, também relacionado aos temas anteriores, foi dado destaque à importância de políticas voltadas ao meio ambiente e à redução de emissões.

Espera-se que este relatório possa servir como base para a elaboração de um marco de cidade, ao qual o projeto como um todo possa estar submetido. A discussão sobre como melhorar o transporte em São José dos Campos deve seguir um norte e alguns conceitos não poderiam deixar de serem considerados.