



Grupo de Energia e Regulação



Universidade Federal Fluminense

**MOBILIDADE DE BAIXO CARBONO E COMPARTILHADA EM NITERÓI
(RJ): ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE MODELOS
DE NEGÓCIOS SUSTENTÁVEIS**

**PRODUTO 1: MELHORES PRÁTICAS DE MOBILIDADE LIMPA E
COMPARTILHADA NO MUNDO**

Rio de Janeiro

Junho de 2021

Equipe:

Prof. Luciano Losekann

Prof. Niágara Rodrigues

Profa. Claude Adélia Moema Jeanne Cohen

Manoel Tabet Soriano

Ana Carolina Ramos Cordeiro

Mônica Apolinário Teixeira

Mateus Costa Correa

Vinicius Lima Dias



Sumário

1. INTRODUÇÃO	5
2. SISTEMAS DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEIS.....	7
2.1 Ferramentas e políticas públicas para difusão de Sistemas de Mobilidade Urbana Sustentáveis. O papel do UVAR e ITS na aplicação dos SUMPS.....	9
2.1.1 Regulação da Circulação de Veículos Urbanos – UVAR.....	9
2.2 Sistema de Transporte Inteligente (Da sigla em inglês ITS)	15
2.2.1 Gerenciamento e Controle de Tráfego Reativo	16
2.2.2 Prioridade de Tráfego a Transporte Público e Veículos de Emergência.	16
2.2.3 Sistemas de Informação a Viajantes	16
2.2.4 Sistema Informacional e Gerenciamento de Estacionamentos	16
2.2.5 Sistemas para Taxas de Congestionamento.....	17
2.2.6 Transportes que Respondem à Demanda	17
2.2.7 Sistema de pagamentos e bilhetagem eletrônica.....	17
2.2.8 Mobility as a Service.....	18
3 APLICAÇÕES DE MODAIS DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL.....	19
3.1 Transporte Coletivo.....	20
3.1.1 Europa	22
3.1.2 Oceania.....	28
3.1.3 América do Sul.....	29
3.1.4 América do Norte	36
3.1.5 Ásia	39
3.2 Mobilidade Individual Sustentável – Caminhada, Bicicletas e Patinetes	46
3.2.1 Europa	47
3.2.2 Oceania	59
3.2.3 América do Sul.....	59
3.2.4 América do Norte	65
3.2.5 Ásia	67
3.3 Carros Elétricos.....	69
3.3.1 Europa	71
3.3.2 América do Sul.....	74
3.3.3 América do Norte	76
3.4 Car Sharing	78



3.4.1	Europa	79
3.4.2	América do Sul.....	82
3.4.3	Ásia	82
4	REFERÊNCIAS.....	84

1. INTRODUÇÃO

A maioria da população mundial (55%) vive em áreas urbanas. Esse percentual, apesar de diferenças entre os países do mundo, deve aumentar ao longo do tempo, atingindo 70% em 2050 UN (2019). Levando em consideração essa alta concentração populacional, em regiões específicas, um problema que a sociedade atravessa consiste em como gerar uma mobilidade urbana de qualidade aos seus cidadãos, atacando os problemas de congestionamento, poluição e aspectos sociais.

O *Study to Support an Impact Assessment of The Urban Mobility Package* (European Commission, 2013), quantificou as externalidades trazidas pelo atual modelo de mobilidade urbano adotado e seus resultados foram expressivos. Em sua atualização de 2019 (European Commission, 2019), foi estimado que as externalidades geradas em congestionamento, acidentes, qualidade do ar, ruídos e emissões de CO₂, representam 987 bilhões de euros/ano, ou seja, 6,6% do PIB dos países da União Europeia.

Tendo em vista os custos trazidos à sociedade pelo atual modelo de mobilidade urbana, os países começaram a repensar seus sistemas de mobilidade, tendo como objetivo mitigar as externalidades negativas geradas. Uma vez que a geografia das cidades, seus perfis financeiros e culturais, e o acesso a recursos são distintos, as diretrizes adotadas para o desenvolvimento de modelos sustentáveis de mobilidade não miram uma solução do tipo *one-size-fits-all*, mas pretendem se adaptar a essas características das cidades (EUROPARL, 2021a).

Estudos climáticos globais apontam que para evitar danos severos, a temperatura do planeta não deveria aumentar em mais de 2°C em relação ao período pré-industrial. Estudos recentes apontam que para que essa meta seja alcançada, esforços significativos devem ser realizados para reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEE). O setor de transportes é um dos principais emissores, sendo responsável por 16% da emissão global (Our World in data, 2021). Nos EUA, o segmento de transporte é líder em emissões, alcançando 29% das emissões totais de GEE do país, e os automóveis representam metade desse total. Desta forma, as políticas de mitigação nesse segmento são cruciais para o

cumprimento das metas do Acordo de Paris e, consequentemente, para que a temperatura global seja mantida em níveis que não comprometam a resiliência planetária.

Nas últimas décadas, novas tecnologias e, consequentemente, modelos de mobilidade vêm surgindo. Através dessas novas opções, soluções inovadoras de como indivíduos se deslocam pela cidade vêm sendo concebidas. Veículos elétricos leves e pesados, patinetes e bicicletas elétricas vêm ganhando espaço e trazendo soluções menos carbono intensivas. Além disso, políticas públicas, tais como: Regulações de Circulação de Veículos Urbanos e os Sistemas de Transporte Inteligente estão sendo aplicadas para facilitar o processo de adoção das novas soluções e repensar a mobilidade nas cidades.

Desta forma, tendo em vista que o atual modelo de mobilidade urbana não atende mais às necessidades dos centros urbanos e que os níveis de emissões devem ser mitigados, uma série de políticas de mobilidade urbana vem sendo aplicada ao redor do mundo. Devido à novidade do tema, e, também às características específicas de cada uma das localidades, não há solução capaz de resolver todos os problemas de forma padrão e observamos uma diversidade de medidas. Considerando os ensinamentos trazidos por essas experiências, esse relatório oferece uma revisão das melhores práticas internacionais de mobilidade sustentável.

2. SISTEMAS DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEIS

A fim de alcançar os objetivos da mobilidade urbana sustentável, países, estados e municípios criaram os Planos de Mobilidade Urbana Sustentáveis (da sigla em inglês SUMP). Os SUMPs têm a intenção de promover acessibilidade através de transportes sustentáveis e de qualidade. De forma mais específica, objetivam: promover o acesso a mobilidade básica universal; atender as demandas dos cidadãos, empresários e indústrias; gerar um sistema de mobilidade seguro e equilibrado, com integração entre os diversos modais inclusive à níveis supranacionais; e, atingir metas de sustentabilidade; observando viabilidade econômica, aspectos sociais, sanitários e ambientais (EUROPEAN COMISSION, 2013).

O engajamento e a adoção dos SUMPs variam muito de acordo com as estruturas e interesses dos países, regiões ou municípios. Apesar da União Europeia ter criado um guia para desenvolver e implementar esses projetos (ELTIS 2019), nem mesmo a totalidade dos seus países membros o seguem. Alguns membros não adotaram as diretrizes europeias ou apenas traduziram os guias de adoção dos SUMPs para seus idiomas. Outros, mais interessados, desenvolveram ferramentas educacionais, adaptaram legislações, divulgaram atividades e desenvolveram guias metodológicos para a sua aplicação. Somam-se a esses esforços, a criação de ferramentas de financiamento para mobilidade urbana sustentável a nível nacional e europeu que vêm sendo aplicadas em praticamente todos os países membros (ELTIS, 2020). Com toda essa complexidade de participantes e medidas adotadas, a União Europeia acaba sendo um bom retrato de como os SUMPs têm se comportado no mundo, que assim como o bloco, apresenta regiões com diferentes características e interesses na adoção de planos de mobilidade sustentável.

Box 1- ELTIS: Base que Contabiliza Aplicação de SUMPs a Nível Europeu.

A base de dados ELTIS (2021) monitora os SUMPs propostos e sua aplicação no continente europeu. Hoje ela conta com 1028 projetos dos países mais engajados com a sustentabilidade nos transportes. No entanto, nem todos os planos de transporte com características sustentáveis europeus estão na plataforma, pois nem todos recebem denominação SUMPs.

Dentre as medidas adotadas nos SUMPs, a promoção de transportes públicos de massa, a substituição de combustíveis fósseis por renováveis ou elétricos nos modais convencionais, a aplicação de modais alternativos (tais como: bicicletas e patinetes), a restrição de circulação de automóveis e os sistemas de transporte inteligente têm se destacado. Além disso, o próprio desenvolvimento econômico das cidades tem mudado de orientação. Ao invés do transporte evoluir para abarcar o desenvolvimento econômico, esse tem sido pautado pelas políticas de transporte, *Transit Oriented Development* (TOD).

O conceito de TOD foi criado em 1993, visando alterar a lógica de desenvolvimentos urbanísticos orientados a grandes deslocamentos. A ideia era a de desenvolvimento de bairros ao redor das estações de grandes modais de massa. Nestes bairros existiriam áreas comerciais, residenciais e de utilidade pública, permitindo assim a permanência dos residentes nestas regiões e facilitando o seu transporte. Uma vez que essas áreas apresentariam alta densidade de serviços, ou seja, demandariam pouco deslocamento para que as pessoas suprissem suas necessidades, haveria incentivos naturais para que o transporte ocorresse primordialmente através de caminhadas e bicicletas (CALTHORPE, 1993).

O aumento de concentração de pessoas em centros urbanos intensificou os problemas de mobilidade e evidenciou a necessidade de aplicação de TODs para o planejamento das cidades. Uma recente revisão de literatura ratifica esta orientação, ao apontar a evolução exponencial de publicações que retratam ações com este formato em diversas regiões do planeta, nos últimos anos (IBRAEVA, 2020).

Os SUMPs, que cada vez mais se baseiam no conceito de TODs para a formulação de seus projetos, têm utilizado mecanismos que reforçam as suas ações, tais como as Regulações de Circulação de Veículos Urbanos (da sigla em inglês UVAR) e os Sistemas de Transporte Inteligente (Da sigla em inglês ITS) ITS. Com o primeiro, UVAR, os SUMPs apresentam uma relação de causa e efeito. Por um lado, o planejamento adequado com acesso a diversidade de modais capazes de atender as demandas da população, abre espaço para boas práticas de restrição a automóveis. Por outro, a introdução de certas soluções sustentáveis depende de uma determinada escala para a viabilidade de sua aplicação, escala essa eventualmente só alcançada com restrição a outros tipos de modais (ELTIS, 2019). Com a complexidade de modais e avanços tecnológicos os ITS também

têm entrado nesses planejamentos a fim de gerar maior facilidade de acesso e eficiência aos sistemas de transporte. As próximas seções apresentam as principais soluções trazidas por políticas adotadas nestas duas direções.

2.1 Ferramentas e políticas públicas para difusão de Sistemas de Mobilidade

Urbana Sustentável. O papel do UVAR e ITS na aplicação dos SUMPS

2.1.1 Regulação da Circulação de Veículos Urbanos – UVAR

A regulação de circulação de veículos urbanos contempla a aplicação de taxas e medidas de restrição a determinados modais em cidades ou regiões específicas de cidades ou países. Em geral sua aplicação é motivada por objetivos ambientais, aumentos de receita¹ e redução de congestionamento (European Comission, 2017). Dentre as principais medidas nesse sentido podemos citar: zonas de baixo carbono, taxas de congestionamento (pedágios para acessos a regiões da cidade), esquemas emergenciais de poluição, zonas de tráfico limitado, zonas de limitação a veículos pesados e superblocs (áreas projetadas a circulação sem carro).

2.1.1.1 Zonas de Baixo Carbono (da Sigla LEZ)

As Zonas de baixo carbono, são zonas desenhadas para suportar certos níveis de emissão. Neste sentido, há controle de acesso a veículos de acordo com seus níveis de emissão. Este controle pode ser permanente para determinada região ou para horários específicos.

A cidade de Madrid ilustra bem esta situação possuindo uma LEZ permanente e outra não. A sua LEZ permanente é localizada da zona central de Madrid em uma região de 4,7km². Dentro desta região apenas veículos caracterizados como zero ou eco, residentes e veículos que acessam as vagas públicas da região, são aceitos. Uma zona não

¹ Há controvérsias se de fato as restrições a veículos podem trazer mais recursos a cidades. Segundo Eltis (2019) apenas em situações específicas isso ocorre.

permanente é acionada em dias de alta poluição. Dependendo da gravidade da situação a restrição pode ser de velocidade de circulação, acesso ao centro da cidade ou a todo o município para veículos tipo A. Esta classe de veículos compreende os movidos a gasolina e registrados antes de 2000 e os a diesel registrados antes de 2006 (AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2020).

Londres a fim de reforçar ainda mais as suas metas de qualidade do ar além das zonas de congestionamento e *low emission zones*, criou uma *Ultra Low Emission Zone* no centro da cidade.

Esta zona opera por 24h, todos os dias do ano com exceção do natal. Dentro dessas zonas carros, vans, motocicletas e veículos de carga devem estar dentro da meta de emissões ou pagar para acessar a região. As metas de emissão por modal são baseadas em padrões Euro, e podem ser visualizadas a seguir:

- Euro 3 para motos, mopeds, triciclos e quadriciclos motorizados (L category);
- Euro 4 (NOx) para carros vans e minibuses e outros veículos movidos a diesel;
- Euro 6 (NOx and PM) para carros vans e minibuses e outros veículos movidos a diesel; e
- Euro VI (NOx and PM) para caminhões, ônibus e outros veículos pesados (NOx e PM)

As taxas para a circulação de veículos não autorizados variam de 12,5 libras para veículos de até 3,5 toneladas e para os pesados superior a 3,5 toneladas 100 libras. Caso o indivíduo insista em utilizar a área e não pagar a taxa uma multa de 160 libras é aplicada.

2.1.1.2 Taxas de Congestionamento

As taxas de congestionamento são taxas cobradas de veículos ao acessarem determinada região. A motivação de sua aplicação pode ser redução de tráfego de veículos, mitigação

das emissões de gases de efeito estufa, incremento de renda a fim de compensar as quedas de arrecadação causadas pela redução do uso de combustíveis fósseis, melhoria de eficiência na estrutura de transportes existente e financiamento de nova infraestrutura. (ELTIS, 2019b).

Essas taxas foram desenhadas com base no princípio econômico do poluidor pagador.

Box 2 - Princípio do Poluidor Pagador

O Princípio do Poluidor Pagador, como o próprio nome ilustra, determina o pagamento de taxas para agentes que promovam emissões de poluentes. Para sua adoção, a meta de emissões de poluentes almejada pela sociedade deve estar bem definida, assim como o tempo em que se pretende alcançá-la. Caso a meta seja muito ampla, e consequentemente necessite de um longo período para ser atingida, a autoridade pode definir metas parciais, a serem alcançadas em menores períodos de tempo. Assim, ao conhecer o custo e o potencial de abatimento das alternativas presentes na economia sobre determinado poluente, o regulador as ordena de forma crescente a fim de estabelecer tarifas para se atingir as metas desejadas (CÁNEPA, 2010).

Um exemplo, ilustra melhor o processo: supondo que determinado governo, refletindo os interesses da sociedade, deseje reduzir o nível de emissões de GEE em seu território a um nível 50% menor do que o atual, que corresponde a 1 milhão de ton de CO₂eq, em 15 anos. Como a meta é muito ambiciosa, criam-se metas parciais, assim, nos primeiros 5 anos o objetivo é reduzir 20% das emissões, a partir dos 10 anos 30% e no final dos 15 anos obter a meta final. Este governo sabe que o setor agrícola pode abater 200.000 ton. CO₂ equivalente ao preço de U\$\$10,00/ ton. CO₂equivalente; o setor elétrico pode abater 100.000 ton de CO₂ equivalente ao preço de U\$\$20,00/ ton. CO₂; e o setor industrial, 200.000 ton. CO₂ eq. ao preço de U\$\$60,00/ton. CO₂ eq. Assim, nos primeiros 5 anos, este aplica uma taxa de qualquer valor acima de U\$\$ 10 para prover a redução de emissões dos primeiros 20%; do 5º ao 10º ano, aplica uma taxa que supere U\$\$ 20 para incitar o setor energético; e para atingir a meta final, aplica do 10º ao 15º ano uma taxa superior a U\$\$ 60 para incentivar a mitigação do setor industrial. Ou seja, aqueles agentes que tiverem um custo de abatimento menor que a tarifa, abaterão suas emissões; aqueles que tiverem custo superior pagarão pela mesma (CÁNEPA, 2010). Assim, as tarifas apresentam um duplo-dividendo, pois além de incentivarem a melhoria ambiental, por

estimularem os setores de custo menor que a taxa a abaterem suas emissões (como visto anteriormente), geram receitas que podem ser utilizadas para combater a emissão dos agentes, seja através de financiamento, ou subsídio àqueles que possuem menor custo de abatimento, seja através de investimento em tecnologia. (CÁNEPA, 2010; LUSTOSA, CÁNEPA e YOUNG, 2010). Segundo Stern (2006), Eliash (2008) e Cánepa (2010) o investimento em tecnologia é essencial, pois ao passar do tempo as tarifas para serem incitativas adquirem formato exponencial, assumindo preços proibitivos. Assim para permitir que as tarifas não assumam níveis tão altos, é essencial a criação de tecnologias de abatimento a preços mais acessíveis. Em nosso exemplo, caso o setor industrial investisse em tecnologia, quando chegasse a hora de realizar seu abatimento, poderia existir uma tecnologia que custasse menos que U\$\$ 60 por tonelada abatida, reduzindo assim a tarifa incitativa.

2.1.1.3 Zonas de Tráfego Limitado (da sigla LTZ)

As zonas de tráfego limitado são zonas em que há algum tipo de restrição ao acesso de veículos. Essa restrição pode ser por modal, por horário, por localização ou por alguma combinação desses elementos.

A cidade de Siena foi uma das primeiras cidades a restringir acesso a alguma área do seu território. Em 1962, o prefeito limitou acesso a praça central da cidade. Esta medida foi posteriormente reforçada por uma nova regulação de tráfego lançada em 1965. Nela, foram criadas áreas reservadas aos pedestres e adotada a restrição e circulação no centro histórico. A partir dos anos 1980, a área de limitação foi sendo expandida, sendo possibilitado o acesso a pedestres e estacionamento apenas para residentes, mediante ao pagamento de uma alta taxa mensal. O valor dessa taxa foi utilizado para financiar a melhoria do transporte na cidade.

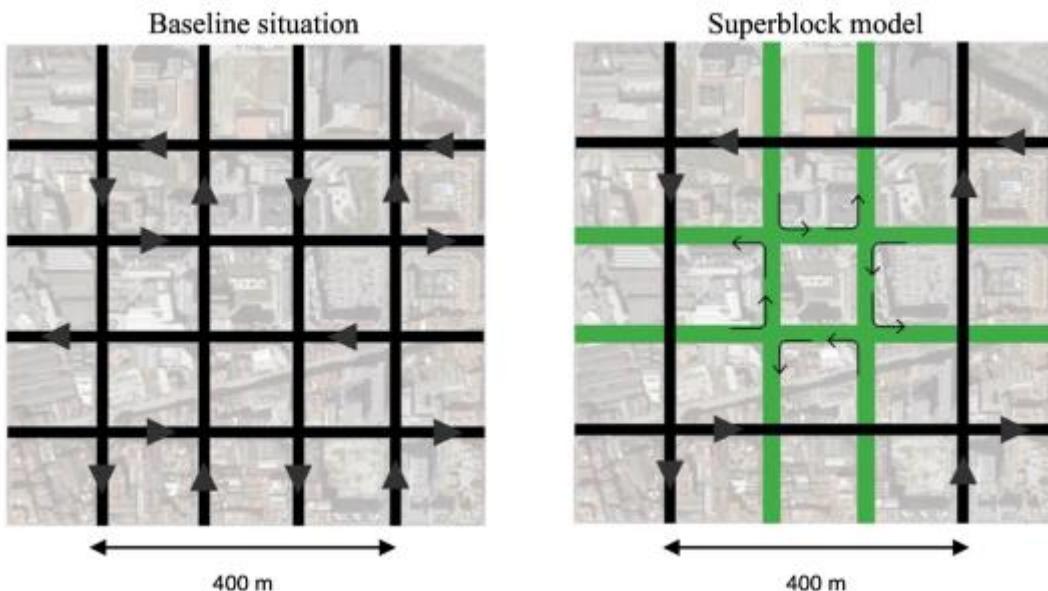
2.1.1.4 Superblocks

A ideia dos *superblocks* é a de criar áreas em que sejam evitadas a circulação de veículos motorizados. Dentro desses perímetros existem prioridades para a utilização do espaço público e circulação a pé ou de modais de pequeno porte tais como bicicletas. Apesar de permitido o acesso a veículos o interior destes blocos seu acesso é limitado visando maior qualidade de vida as pessoas contidas nestas regiões. Os acessos a demais áreas da cidade ocorrem através das regiões limítrofes desses blocos, que se conectam a vias convencionais. A cidade de Barcelona é referência na adoção destes blocos e por este motivo seu caso servirá de exemplo para ilustrá-lo.

Barcelona

Barcelona atualmente dedica mais de 60% do seu espaço público e 85% de suas vias ao tráfego de veículos. Tendo em vista os impactos da adoção desse modelo de mobilidade urbana a prefeitura, em seu 2013–2018 *Urban Mobility Plan* (PMU, 2014), focou em um novo conceito de desenho da cidade em que os espaços públicos fossem destinados as pessoas, diminuindo desta forma o tráfego de carros. Deste movimento surgiram os *Superblocks*, áreas de tráfego regulado formadas por 9 quarteirões, 3x3, que possuem dimensões de 400 m × 400 m.

Figura 1 - Superblocks



Fonte: Muller et.al. (2020)

As vias localizadas no interior desses blocos são voltadas a transportes ativos (caminhada, bicicleta), porém os veículos motorizados podem circular para atender ao tráfego de residentes, serviços, veículos de emergência e veículos de carga / descarga, respeitando a velocidade máxima de 20km/h (Rueda, 2018). No exterior desses blocos ficam localizadas vias em que ocorre circulação convencional de veículos, servindo assim para conectar esses blocos as demais regiões da cidade, sendo importante destacar que esses blocos não podem ser cruzados, o que evita que haja tráfego de não residentes em seu interior.

Até meados de 2019 Barcelona já havia implementado três *Superblocks* (Poblenou, Sant Antoni, Horta *neighborhoods*). Um total de 503 *Superblocks*, foram desenhados pela Urban Ecology Agency de Barcelona (BCNEcologia), visando a reconfiguração de toda a cidade. Muller et al. 2020, simularam os efeitos desta aplicação através de um modelo *quantitative health impact assessment* constataram são esperados um aumento da expectativa de vida da população em 200 dias, redução de 667 mortes/ano um impacto econômico anual de 1,7bilhões de euros (MULLER et al., 2020).

2.2 Sistema de Transporte Inteligente (Da sigla em inglês ITS)

Os Sistemas de Transporte Inteligente consistem na integração do uso de dados e comunicação a respeito das linhas de transporte, viajantes e veículos, visando assim oferecer otimização da infraestrutura existente, e, em consequência, proporcionar economia de recursos e tempo, além de diminuir impactos ambientais. As informações geradas também são utilizadas para entender melhor a rotina dos usuários e projetar assim as melhorias de infraestrutura a serem executadas. Por este motivo, sua experiência é de suma importância para desenvolver, acessar e evoluir os SUMPS (ELTIS, 2019b).

in the last 10 years the modal share of private car usage in most European cities has slowly decreased.

Today, urban areas require solutions based on new instruments that address user behaviour, connect different networks and optimise transport systems as a whole, and complement new infrastructure which is increasingly costly and complex.

Os ITS podem ser desenhados para algum modal específico ou serem multimodais. Suas principais iniciativas estão hoje concentradas em 14 grandes campos: gerenciamento e controle de tráfego reativo, gerenciamento de previsão de tráfego, prioridade a transportes públicos e emergenciais, informação a viajantes, informação e gerenciamento de estacionamento, *Red light & parking enforcement*, georreferenciamento através de mapas e localização, guias de rotas dinâmicas, base de dados referentes a informações dos veículos, carregamento através de estradas, sistema de gerenciamento de frotas, transportes baseados na demanda, bilhetagem e pagamento digital; e mobilidade como serviço (ELTIS, 2019b). Destes, selecionamos os 8 principais para avaliar suas iniciativas².

² As medidas: Red light and parking enforcement, Georeferenciamento através de Maps e Localização, Guias de Rotas Dinâmicas, base de dados referentes a veículos e sistema de gerenciamento de frotas foram excluídas da análise de forma individual por terem

2.2.1 Gerenciamento e Controle de Tráfego Reativo

Neste modelo, o sistema mensura o que está acontecendo nas rodovias e reage aos estímulos de tráfego. Assim, otimiza a mobilidade do trânsito com as prioridades programadas pelas autoridades em diferentes tipos de situação, tendo em vista que o trânsito considerado não se limita a automóveis ou veículos de carga, e considera também pedestres, ciclistas e trens (ELTIS 2019b).

2.2.2 Prioridade de Tráfego a Transporte Público e Veículos de Emergência.

Com a possibilidade de monitoramento de veículos, o entendimento de suas características e o conhecimento do tráfego de uma determinada região, é possível gerar uma configuração de tráfego eficiente para priorizar certos tipos de modais ou a veículos de emergência. A cidade de Hali na Finlândia ilustra esse problema. Nela, os sinais dão prioridades a veículos de emergência, tendo assim uma pré-disposição a liberar o tráfego desses veículos de forma mais rápida do que aconteceria de forma convencional.

2.2.3 Sistemas de Informação a Viajantes

Os Sistemas de Informação a viajantes são projetados para colher informações do usuário e sugerir a melhor rota tendo em vista as informações atualizadas de todos os modais disponíveis. Em casos de alternância de cenário, tais como: engarrafamentos, mudanças de planos ou problemas com as opções sugeridas, esses sistemas sugerem novas opções baseadas nas preferências do usuário.

2.2.4 Sistema Informacional e Gerenciamento de Estacionamentos

A busca por vagas de estacionamento apresenta um custo em termos de tempo, dinheiro e sustentabilidade. A ineficiência ocorre devido ao trajeto de transporte já estar concluído, contudo devido a impossibilidade de se abandonar o veículo, o usuário é obrigado a se manter em rota até encontrar um local para estacionar. A fim de atacar este problema, sistemas que contam os veículos estão sendo introduzidos aos estacionamentos, sendo

assim capazes de indicar o número de vagas ociosas. Os dados coletados também podem ser utilizados para prever a disponibilidade de vagas em certas regiões, em determinadas áreas do dia com diferentes configurações de tempos e eventos. As informações podem ser repassadas a usuários por aplicativos mobile em tempo real.

2.2.5 Sistemas para Taxas de Congestionamento

A aplicação de taxas de congestionamento pode ocorrer de diversas formas, mas o problema passa por identificar o veículo ou o motorista e a sua presença na área de taxação, para gerar sua fatura e detectar infringimento da lei. Dentre os formatos de aplicação, destacam-se: transponders dentro dos carros, que se comuniquem com pontos dentro da cidade; adaptação de sistema que utilize gps e faça um casamento das jornadas com os locais, horários e taxas aplicadas; e ainda o reconhecimento dos números das placas dos veículos por câmeras instaladas dentro das áreas de congestionamento.

2.2.6 Transportes que Respondem à Demanda

O conceito de transportes que respondem a demanda é a de gerar flexibilidade a modais de transporte públicos que funcionam sob certa rotina para que eles possam atender de forma mais eficiente a população. Apesar da previsibilidade do atual sistema, ele não se adapta as demandas populacionais, assim sendo, ineficiências de rotas, paradas ou horários podem ocorrer. A aplicação desses sistemas funciona com o envio de informação de diversos usuários a respeito do seu ponto de partida, chegada e horários. Com base nessas informações um software traça a rota mais eficiente e define os custos, que serão rateados por todos os usuários.

2.2.7 Sistema de pagamentos e bilhetagem eletrônica

Os novos meios de bilhetagem, surgiram com o avanço da tecnologia que permitiu a adoção de *smartcards*, tickets baseados em QR code e cartões por aproximação. Com os *smartcards*, o cidadão deixou de ter a necessidade de comprar um bilhete para uma determinada viagem e ganhou a flexibilidade de poder carregar o cartão com um determinado número de créditos ou viagens. As bilhetagens baseadas em QR code ou

cartão por aproximação trouxeram uma novidade, neste sentido. A partir delas o usuário não precisa carregar um novo acessório (cartão, papel...) para poder assegurar o seu transporte. Os bilhetes que usam tecnologia QR code podem na maioria dos casos serem acessados via celular, enquanto o acesso a transportes via cartão por aproximação ocorre diretamente através do cartão de crédito da pessoa. É importante destacar que o pagamento online criou ainda mais facilidade aos dois primeiros modos de bilhetagem, *smartcards* e QR code, uma vez que na maioria dos casos a pessoa nem ao menos necessita ir a uma estação para efetuar a recarga, que ocorre de forma online.

2.2.8 Mobility as a Service

O aumento da densidade urbana e os desafios com transportes fizeram com que uma série de tecnologias e modais fossem desenvolvidos para atender a população. Essas tendências têm a capacidade de criar modelos de negócios e impactar diferentes setores da economia, mas seu maior potencial disruptivo consiste em sua integração, criando, assim, o conceito de mobilidade como um serviço (CEBRI, 2018). A complexidade e a complementariedade dos modais de transporte estimulam a exploração de sinergias através de usos multimodais. A ideia de mobilidade como um serviço é a de que a locomoção é o serviço a ser contratado, e para isso a pessoa deve utilizar os modais mais pertinentes e convenientes para otimizar a sua viagem. A utilização de sistemas de pagamento e bilhetagem eletrônica nessas plataformas é comum, uma vez que o sistema incorpora todos os modais em uma só plataforma e facilita a contratação do serviço da mobilidade.

3 APLICAÇÕES DE MODAIS DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

Nas últimas décadas, novas tecnologias e, consequentemente, novos modelos de mobilidade vêm surgindo e modificando o modo como indivíduos se deslocam pelas cidades. Veículos elétricos, patinetes e bicicletas elétricas vem ganhando espaço e trazendo soluções compartilhadas e mais limpas, em termos ambientais. Várias cidades no mundo contam com programas de promoção dessas soluções para reduzir congestionamentos e promover a mitigação de emissões de gases poluentes, tendo como consequência a melhora da qualidade do ar e da mobilidade urbana dos seus cidadãos.

Os modais escolhidos, para dar suporte à transição para a mobilidade sustentável se concentram em três grandes campos: Transporte público, focada na otimização de modais de massa tais como ônibus elétricos, Veículos Leve Sobre Trilhos (VLTs) e metrôs; Transporte individual que foca suas ações na promoção das áreas públicas voltadas para a caminhada, utilização de bicicletas e patinetes convencionais ou elétricos; e, por fim, a adoção e compartilhamento de carros elétricos.

Box 3 - Exemplos de Metas Nacionais Ambiciosas de Mobilidade Urbana Sustentável

Reino Unido: Proibição de novas vendas de veículos a gasolina ou diesel após 2040;

Noruega: Todos os novos carros de passageiros, veículos comerciais leves e ônibus urbanos devem ter emissão zero até 2025;

Dinamarca: Proibição de novos carros a gasolina e diesel até 2030;

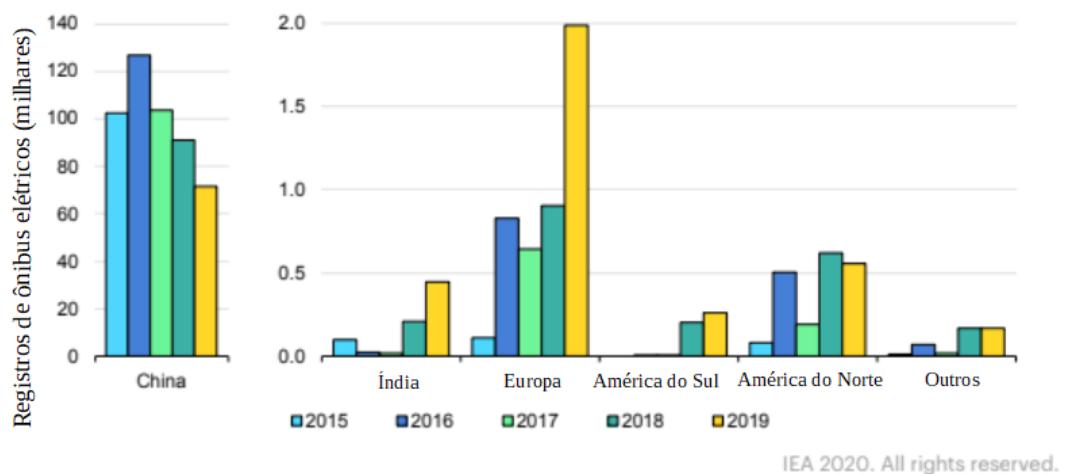
Holanda: Todos os veículos novos livres de emissões até 2030.

Uma vez que esses três campos apresentam características singulares, trataremos nas próximas seções de suas características individuais e destacaremos as principais políticas de adoção destes modais no mundo.

3.1 Transporte Coletivo

Os ônibus elétricos foram cogitados por diversos países como excelentes vias para desafogar o fluxo de carros, bem como aprimorar a qualidade do transporte público. Iniciativas podem ser observadas, em especial, nos continentes europeu e asiático, como observado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Novos Registros de Ônibus Elétricos por País/Região, 2015-2019



Fonte: IEA (2020)

A maior parte das iniciativas se deu por parte da ocorreu por intermédio esfera pública, nas esferas nacionais sempre nacional e, quase sempre, com apoio local também. É importante ressaltar os requerimentos para um bom desenvolvimento deste modal, em especial, o ambiente político favorável, essencial no plano geral de adoção de e-buses:

Figura 1 - Esquema de Adoção de E-buses



Fonte: WRI, 2019. Pg 42. How to Enable Electric Bus Adoption in Cities Worldwide: A Guiding Report for City Transit Agencies and Bus Operating Entities

O transporte coletivo é um serviço essencial nas metrópoles, pois tem a capacidade de transportar um número considerável de pessoas em um espaço reduzido. Neste sentido, os ônibus, metrô e Veículo Leve sobre Trilhos – VLT são soluções que contribuem positivamente para a mobilidade urbana das cidades.

Os ônibus, devido a seu papel de destaque como transporte público, sua flexibilidade e sua fonte energética primordialmente fóssil, têm sido objeto de políticas de mobilidade urbana sustentáveis. Corredores exclusivos vêm sendo adotados, em que modais articulares mais extensos ocupam espaço, sistema conhecido como Transporte Rápido por Ônibus – da sigla em inglês BRT. A eletrificação da frota é cada vez mais presente ou desejada, uma vez que esta adaptação auxilia as cidades a lidar com problemas locais de ruído e qualidade do ar, além de reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

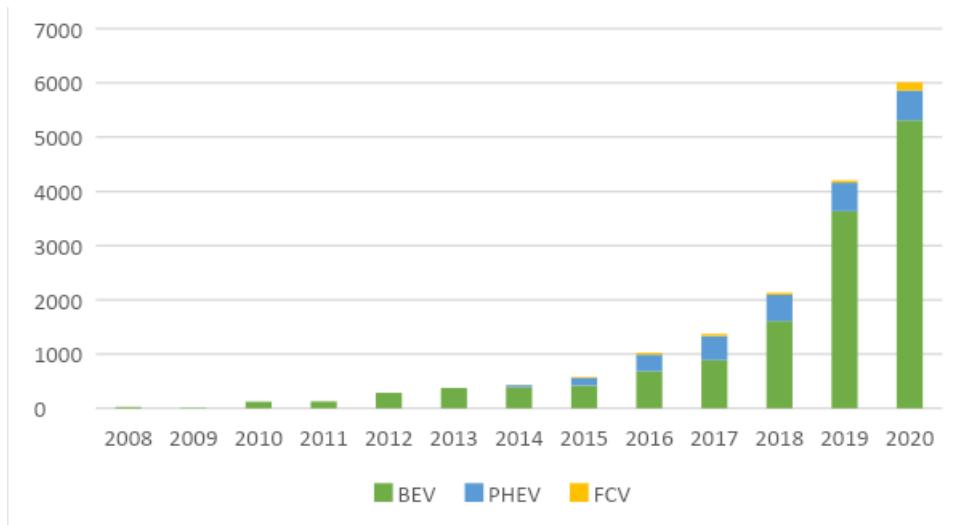
O processo de transição para incorporar essas novas soluções, apresenta desafios significativos que devem ser enfrentados por meio de planejamento e coordenação. É importante destacar que a essas modificações somam-se os desafios já vivenciados por

esses modais que é o de garantir um acesso universal, de qualidade e ocorrer de forma rápida e segura, além de oferecer um serviço eficiente, possibilitando um acesso fácil aos seus terminais e estações, com horários de integração coordenados.

3.1.1 Europa

A frota de ônibus elétricos na Europa apresenta crescimento nos últimos anos, com destaque para os ônibus elétricos puros (BEVs). Esta frota cresceu significativamente nos últimos anos, sendo composta por ônibus elétricos puros (BEV), híbridos plug-in (PHEV) e a célula de combustível (FCV) (Gráfico 2).

Gráfico 2- Frota de ônibus Elétrico na União Europeia de 2008 a 2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de European Alternative Fuels Observatory (2020)

Considerando os ônibus elétricos puros e híbridos, 5 países se destacam possuindo as maiores frotas: Holanda, Alemanha, Itália, França e Suécia.

Abaixo, apresentamos algumas cidades da Europa que já determinaram metas de conversão total da frota de ônibus para modelos elétricos ou de baixo carbono.

- i. Paris: pretende eletrificar toda a sua frota de 4.500 ônibus até 2025;

- ii. Oslo: pretende eletrificar toda a sua frota até 2028;
- iii. Londres: Somente ônibus elétricos serão comprados após 2025. Em 2037, todos os ônibus em Londres (cerca de 8.000) terão emissão zero;
- iv. Copenhagen, Aarhus, Odense, Aalborg, Vejle e Frederiksberg: Os seis maiores municípios da Dinamarca irão adquirir apenas ônibus elétricos a partir de 2021 (a bateria e a célula de hidrogênio);
- v. Helsinki: Atualmente, existem 48 ônibus elétricos de três fabricantes em circulação (Linkker, Yutong Buse VDL Bus & Coach). Até 2025, 30% da frota de ônibus (cerca de 1400 ônibus) serão operados com ônibus elétricos;
- vi. Gothenburg: Entre 2015 e 2020, três ônibus totalmente elétricos e sete híbridos elétricos foram adotados, movidos inteiramente por eletricidade renovável. Adicionalmente, 145 ônibus elétricos articulados da Volvo estarão em operação até dezembro de 2021 e a meta é ter apenas ônibus elétricos até 2030; e
- vii. Barcelona: Somente ônibus elétricos serão comprados após 2025.

Box 4 - Caso da Operadora TRANSDEV

É importante mencionar o caso da TRANSDEV, uma operadora de transportes públicos que gerencia diversas operações de implantação de ônibus elétricos pelo mundo. Os ônibus elétricos operados pela TRANSDEV no final de 2018 chegaram a cerca de 600 unidades. As projeções de frota de ônibus de emissão zero relacionadas aos compromissos com os contratos existentes ultrapassam os mil ônibus em 2024. Estes contratos englobam diversas cidades da Europa, como pode-se observar na Tabela 1 (HOUBBADI et al., 2019).

Tabela - Frota de Ônibus Elétricos da TRANDEV pelo mundo em 2018

Modelo de Ônibus Elétrico	Comprimento	País	Unidades
Carregamento noturno na TRANSDEV			
BYD	8-12 m	EUA	78
BYD	8-12 m	Suécia	12
BYD	8-12 m	Holanda	29
BYD	18 m	EUA	19
BYD	Dois andares	EUA	4
PROTERRA	10-12 m	EUA	17
HYBRICON	12 m	Suécia	10
EBUSCO	12 m	França	4
BOLLORE	12 m	França	5
LINKER	12 m	Finlândia	1
LIONBUS	Ônibus Escolar	Canadá	3
IRIZAR	12 m	França	3
MAGTEC	Dois andares	UK	4
HEULIEZ	12 m	França	8
CAETANO	12 m	Portugal	3
Carregamento ao longo do dia (usualmente <i>fast chargers</i>)			
VDL	18 m	Holanda	43
VDL	18 m	Holanda	100
VOLVO	12 m	UK	8

Fonte: Houbbadi et al (2019)

Os casos de sucesso no tocante a iniciativas de ônibus elétrico e BRT são diversos no continente europeu.

Holanda

Ônibus Elétricos: Groningen/Drenthe (Holanda)

Em novembro de 2019, através de uma concessão de 164 novos ônibus elétricos foram colocados em operação pela *Qbuzz*. Esta consistiu na introdução mais significativa de ônibus elétricos de uma única vez em todo mundo. Foram escolhidos os seguintes ônibus: 45 Citea da VDL Bus & Coach, 59 GX 437 Elec da Heuliez e 60 ônibus Ebusco 2.2 (SUSTAINABLE BUS, 2019).

Os ônibus da fabricante holandesa Ebusco, foram selecionados para o transporte regional. Estes veículos hoje percorrem uma média de 350 a 375 quilômetros por dia, com picos de até 500 quilômetros. No total, foram instaladas 23 novas estações de carregamento rápido para abastecer esta frota (EBUSCO, 2020).

Ademais, a *Qbuzz* também opera 20 ônibus da Van Hool a célula de combustível. Uma vez que estes veículos inovadores demandam hidrogênio para seu abastecimento, a agência de transporte público Groningen Drenthe abriu licitação para a construção de um posto de abastecimento de hidrogênio e o fornecimento deste combustível. A Shell Nederland venceu este processo e ficou responsável pelo abastecimento deste modal na cidade (SUSTAINABLE BUS, 2021).

Os ônibus a hidrogênio têm um alcance de 350 a 400 km com o tanque cheio, de acordo com os fabricantes. Durante a viagem, o hidrogênio é convertido em eletricidade, que é usada para alimentar o sistema de propulsão elétrica. O alcance sem reabastecimento é significativamente maior do que o dos ônibus a bateria. Esses ônibus podem, portanto, ser usados não apenas nas rotas urbanas, mas também em linhas regionais. Os ônibus Van Hool vão de fato rodar em linhas regionais em Drenthe e Groningen.



França

E-BRT: França

Em setembro de 2019, a Keolis, empresa multinacional de transporte que opera sistemas de transporte público, lançou a primeira linha 100% elétrica de Bus Rapid Transit (BRT) ligando Bayonne a Biarritz. A linha de 12 km com 30 estações conecta as duas grandes cidades do sul da França em 30 minutos, a partir da utilização dos trechos de circulação em faixas exclusivas e prioridade para ônibus nos semáforos. As 30 estações da linha são equipadas com informações completas sobre os passageiros em tempo real e máquinas de venda automática de bilhetes (SUSTAINABLE BUS, 2019).

Em abril de 2021, uma segunda linha e-BRT foi inaugurada ligando Tarnos a Bayonne, no sudoeste da França. A nova linha tem 10 km de extensão e 24 estações, cinco das quais estão conectadas à primeira linha de e-BRT. Sete veículos 100% elétricos (Modelo Irizar, também conhecido como tram) vão transportar cerca de 90 mil passageiros por mês. Esta nova linha aumentará a oferta dos e-BRTs em 25%, considerando a maior frequência, e tem como objetivo aumentar o número de passageiros em 50%. A segunda linha conecta o centro de Bayonne ao centro de Tarnos em 20 minutos. Construídos pelo fabricante Irizar, estes veículos 100% elétricos têm 18 metros de comprimento e capacidade para 150 passageiros, incluindo 38 lugares equipados com tomadas USB. Keolis reforça que os veículos se beneficiam de um sistema de carregamento duplo, rápido se realizado no terminal (5 minutos em média) ou mais lento se realizado na garagem à noite (3 a 4 horas).

O lançamento da linha foi organizado de forma a coincidir com a revisão das 24 estações para facilitar o acesso aos veículos para pessoas com mobilidade reduzida, implantar terminais de informação aos passageiros (com visualização em tempo real dos tempos de chegada) e instalar máquinas automáticas de bilhetes (SUSTAINABLE BUS, 2021).



Ônibus Elétrico: Madri (Espanha)

Em 2020, Madrid recebeu os primeiros 15 ônibus elétricos, adquiridos da fornecedora BYD. Em 2021, a quantidade de veículos adquirida dobrou, alcançando 30 unidades, e tornou-se o maior pedido individual de ônibus elétricos da Espanha até agora. Esta frota está sendo administrada pela Empresa Municipal de Transportes Madrid (EMT), que é uma das maiores operadoras de transporte público da Espanha, com uma frota de aproximadamente 2.000 veículos em uma rede que compreende 218 rotas.

A EMT Madrid é particularmente conhecida pela implantação de ônibus movidos a GNV. Em 2027, de acordo com os planos, um terço da frota de ônibus da EMT Madrid será elétrico e os outros dois terços serão de ônibus movidos a gás. O objetivo principal da cidade de Madrid é eliminar a frota movida a diesel até 2023, com 100% dos veículos funcionando dentro da estrutura da atual Estratégia de Sustentabilidade Ambiental “Madrid 360” (SUSTAINABLE BUS, 2021).

Suécia

Ônibus Elétricos: Suécia – *Elbusspremien*

No ano de 2016, foi introduzido o subsídio para ônibus elétricos denominado *Elbusspremien* na Suécia. Este subsídio foi implementado por 7 anos e seguirá vigente até 2023. Diferentes atores podem se inscrever para solicitá-lo, como municípios e operadoras de transporte público. Estes podem receber um subsídio de 20% do preço de compra do ônibus. *Elbusspremien* garante subsídios para ônibus elétricos puros, trólebus (modelo alimentado por uma catenária de dois cabos superiores a partir da qual recebe a energia elétrica mediante duas hastes), trólebus com bateria e ônibus híbridos plug-in. No entanto, os ônibus híbridos plug-in são obrigados a usar eletricidade 70% do tempo e só podem obter 50% do subsídio pretendido (KLEIN; LANTZ, 2019).

3.1.2 Oceania

A frota de ônibus elétricos da Oceania apresenta crescimento nos últimos anos. Dentre os países da região a Austrália se destaca tendo metas ambiciosas em 3 cidades Sidney, Auckland e Melbourne. Abaixo, apresentamos as ações aplicadas e o *case* de Melbourne.

- i. Sydney: O governo de NSW tem como meta substituir toda a sua frota de 8.000 ônibus por veículos elétricos até 2030 e entregará os primeiros 50 a Sydney em 2021; e
- ii. Auckland: Em novembro de 2020, chegaram os seis primeiros ônibus elétricos na Ilha Waiheke. Somente ônibus elétricos serão comprados após 2025.

Ônibus Elétricos – Melbourne (Austrália)

Em 2019, Melbourne começou a receber 50 ônibus híbridos (baseados na linha de transmissão híbrida da Volvo com carroceria Volgren) para a rede de transporte público de Victoria. Os ônibus híbridos Volvo da CDC Victoria (empresa que opera serviços de ônibus em Melbourne) são equipados com uma inovação tecnológica para atingir a meta de emissões zero em zonas designadas de Melbourne. Este novo sistema permite que os ônibus híbridos existentes operem exclusivamente no modo de acionamento elétrico dentro de zonas designadas. O sistema beneficia a comunidade local, prometendo a redução do ruído com emissões zero em uma variedade de locais

O Sistema de Gerenciamento de Zona otimiza o desempenho dos híbridos de Victoria, sem depender da rede elétrica ou exigir uma infraestrutura cara para o carregamento. Nove dos ônibus híbridos em Melbourne com este sistema começaram a operar nas ruas no início de 2021, o objetivo é que todos os ônibus híbridos sejam equipados com esta tecnologia até o final deste ano (SUSTAINABLE BUS, 2019).

3.1.3 América do Sul

A América do Sul é um dos principais mercados em potencial para ônibus elétricos. Colômbia e Chile se destacam dos demais países da região por seguirem o curso da transição energética com metas para estes veículos. A capital chilena, Santiago, e a capital colombiana, Bogotá, contam com frotas de ônibus elétricos entre as maiores do mundo.

A nível supranacional, o Programa ZEBRA – Zero-Emission Bus Rapid-Deployment Accelerator e E-Motion se destacam. O primeiro, tem como objetivo trazer novos produtos e financiar a frota de ônibus livre de emissões na América Latina. Além disso, pretende acelerar a implementação de ônibus elétricos em várias cidades que possuem compromissos de descarbonização do seu transporte público: São Paulo, Medellín, Santiago e Cidade do México. O E-motion é um programa mais amplo que tem por finalidade acelerar a eletromobilidade na América Latina, através da implementação de veículos elétricos em toda região, mobilizando aproximadamente 914 milhões de euros para financiar a frota e toda a infraestrutura necessária para o carregamento dos veículos elétricos de uso intensivo, como ônibus, táxi e veículos comerciais leves.

As Principais cidades da América do Sul que já possuem metas para a implementação de ônibus elétricos ou já adotaram medidas para a introdução deste tipo de modal:

- i. A cidade de Santiago foi pioneira na América Latina na adoção de ônibus elétricos, contando com 410 unidades operadas pela Metbus;
- ii. Santiago tem como meta de mobilidade elétrica para 2050 ter 40% dos veículos particulares e 100% do transporte público urbano;
- iii. A Colômbia tem como metas nacionais alcançar 10% de participação de ônibus elétricos em 2025 e chegar a 100% em 2035;
- iv. A cidade de Cali já adquiriu 150 ônibus elétricos;
- v. A cidade de Medellín incorporou 64 ônibus elétricos a bateria no BRT Metroplús; e
- vi. A cidade de Bogotá anunciou a licitação de 596 ônibus elétricos, em conjunto com os 889 ônibus já contratados, a cidade atingirá 1.485 ônibus 100% elétricos;

vii. A cidade de Montevidéu possui 30 ônibus elétricos. Tem como meta aumentar a sua frota para 120 a 150 ônibus elétricos, o que representará 4% da frota total da cidade.

Brasil

O compromisso de 40 líderes mundiais, mediados pelo presidente dos EUA, Joe Biden, na Cúpula dos Líderes sobre o Clima, destacou a relevância dos mercados de carbono e os investimentos robustos em eletromobilidade, porém o Brasil não apresentou um plano concreto. Pelo contrário, se posicionou a favor do avanço da produção e do uso de modais movidos a biocombustíveis em detrimento dos elétricos.

Os avanços na tecnologia dos biocombustíveis, que se destaca desde o ProAlcool – Programa Nacional do Álcool, e da atual Política Nacional de Biocombustíveis (Renovabio) acabam por desestimular a transição para a mobilidade elétrica no Brasil, uma vez que o país já conta com alternativa de baixo para carbono para os transportes. No entanto, as exigências e pressões de vários países, em especial europeus, assim como a reestruturação do modelo de negócios das principais fábricas de veículos mundiais podem reverter a atual posição brasileira.

O Conselho Nacional de Política Energética – CNPE aprovou o Programa Combustível do Futuro, que prioriza os ciclos Diesel e Otto. O programa visa a implementação de corredores verdes para abastecimento de veículos, através de biometano, gás natural, GNL, diesel verde e biodiesel. O uso do etanol de segunda geração e a célula combustível a etanol também faz parte do programa.

São Paulo

A prefeitura de São Paulo implementou um projeto piloto de operação de 15 ônibus elétricos em 2019 com o apoio das empresas Transwolff e BYD. A iniciativa marca o início do projeto de cumprimento das novas metas de redução de poluição pelos ônibus municipais. A substituição da frota a diesel está prevista na Lei Municipal nº 16.802/2018, que estabeleceu a redução de dióxido de carbono (CO₂) para o transporte público em 50% no prazo de 10 anos e 100% em 20 anos. Uma vez que os ônibus contratados deverão

percorrer mais de 200km por dia sem recarga, o projeto piloto está avaliando a viabilidade técnica desses modais. Ademais, também estão em análise a infraestrutura de recarga para as baterias, os impactos ambientais e a viabilidade econômica desta substituição.

Curitiba

A cidade de Curitiba é um exemplo nacional no que se refere aos princípios de sustentabilidade no transporte. A cidade é referência internacional no planejamento urbano e sistemas de transporte de alta capacidade, como o BRT (sigla em inglês para Bus Rapid Transit) desde 1970 (ICLEI, 2014).

A Prefeitura de Curitiba, em conjunto com a Itaipu Binacional, a Aliança Renault-Nissan no Brasil, e a CEIIA (Centro para a Excelência e Inovação na Indústria do Automóvel) implementou o Projeto Curitiba Ecoelétrico. Esta iniciativa, aplicada de 2014 a 2016, teve como objetivo aumentar a frota municipal de carros e micro-ônibus elétricos, seguindo assim às diretrizes do Programa de Mobilidade Urbana de Curitiba. Ao todo foram cedidos 13 veículos ao serviço público, o que torna este o maior projeto piloto de mobilidade elétrica em uma administração pública no Brasil. A autonomia proporcionada por estes veículos varia conforme o modelo: o Zoe chega a 210 km, o Kangoo Z.E a 125 km e o Twizy a 100 km e o micro-ônibus 100 km. O referido projeto visava o horizonte de 2020, quando se atingiria a integração aos serviços de mobilidade da cidade como uma rede inteligente. Desta forma, se integraria ao Plano Diretor de Mobilidade Urbana da cidade, à expansão do sistema de corredores de ônibus BRTs, e à rede cicloviária e ao metrô (ICLEI, 2014).

Chile

Nos últimos três anos, o Chile teve um progresso significativo para a implementação de veículos elétricos. O país estabeleceu metas de curto e longo prazo para a eletrificação do transporte público e carros particulares. Para apoiar as metas, esforços legislativos consideráveis foram feitos para estimular a demanda por veículos elétricos e infraestrutura de carregamento, bem como fornecer financiamento para impulsionar a



indústria doméstica de lítio e produtos à base de lítio, principalmente para uso na produção de baterias para veículos elétricos.

A Estratégia Nacional de Eletromobilidade inclui metas para eletrificar 100% do transporte público até 2040 e atingir uma taxa de penetração de 40% de carros elétricos em propriedade privada até 2050. Em 2019, por meio de uma parceria público-privada, a Enel X (concessionária de eletricidade), a BYD (fabricante de ônibus) e a Metbus (operadora de ônibus) lançaram no país o primeiro corredor de ônibus 100% elétrico da América Latina.

Santiago

Santiago do Chile possui 6.756 ônibus em 380 rotas que desempenham um papel fundamental em seu sistema de transporte público, Red Metropolitana de Movilidad (RED). Em 2018, o sistema atendia a região metropolitana de 7 milhões de pessoas com mais de 2 milhões de viagens por dia. Os primeiros ônibus elétricos da cidade começaram a funcionar em 2019. Santiago possui mais de 400 ônibus elétricos (6% de sua frota total) e pretende transformar toda a sua frota de ônibus públicos em elétricos até 2040.

Em 2019, a operadora Metbus alugou 285 ônibus elétricos fabricados pela BYD por dez anos da empresa de energia Enel X. A frota elétrica da Metbus deve se expandir para 435 veículos. Em uma parceria semelhante, as operadoras Vule e STP, juntamente com a empresa de energia Engie, começaram a operar 100 ônibus elétricos fabricados pela Yutong em 2019. As frotas de ônibus elétricos existentes usam carregamento de depósito. Os ônibus Metbus usam cerca de 160 carregadores de 80 kW cada. A frota da Vule carrega com 37 carregadores de 150 kW e STP usa 13 carregadores de 150 kW.

A decisão de Santiago de adotar o padrão Euro VI de emissões para os ônibus em 2018, lançou as bases para a primeira introdução em grande escala de ônibus elétricos na América do Sul. Os ônibus elétricos da rede de Santiago funcionam com eletricidade 100% renovável fornecida pelas empresas de eletricidade Enel X e Engie, como parte de seu contrato.

O modelo de negócio aplicado pela cidade de Santiago é baseado na formação de uma sociedade entre fabricantes de ônibus e um ente financeiro. Eles estabelecem com a outra

parte (cidades e operadores) um contrato de leasing para provisão da frota, isto é, o ente financeiro compra a frota do fabricante e aluga para cidades e operadores. O papel do governo é assegurar que o pagamento da cota do leasing seja priorizado e mantido mesmo se houver troca de operador. Em relação aos ônibus elétricos, o financiamento ao invés de ser bancário é realizado por empresas de energia da cidade, que além de pagar pelos veículos elétricos, também fornecem eletricidade para o sistema. Com este novo modelo de negócio, a capital chilena teve capacidade para suportar os altos investimentos na compra de veículos elétricos e na construção de toda a sua infraestrutura de recarga (WRI Brasil, 2020).

Outro ponto a ser destacado é que o contrato de operação tem prazos mais curtos para o fornecimento do serviço, indo de 3 a 5 anos, podendo ser ampliado conforme os indicadores de qualidade e satisfação do cliente. Além disso, a cidade tem reconhecido os ganhos ambientais, sociais e econômicos advindos do meio de transporte coletivo eficiente e de qualidade (WRI Brasil, 2020)

Devido a essas iniciativas, a cidade de Santiago tornou-se referência internacional no incentivo à eletromobilidade em seus corredores BRT, que são responsáveis pelo transporte de cerca de 60% da população da cidade, cuja gestora do sistema é a Transantiago. Além dessas medidas, a aplicação de ônibus híbridos, que combinam motor elétrico com motor a diesel, podendo economizar até 40% de energia e reduzir pela metade a emissão de óxido nitroso (N₂O), também faz parte das iniciativas de mobilidade sustentável voltadas a modais de massa da cidade. Como meta de longo prazo há a previsão que em 2050, 40% dos veículos particulares e 100% do transporte público urbano sejam elétricos no município.

Box 4 - Piloto de Ônibus Elétrico Gratuito

Com a finalidade de entender melhor o funcionamento dos ônibus elétricos BYD modelo K9, Santiago instaurou um programa piloto de ônibus gratuito, em parceria com a Metbus e a Enel X, para residentes, trabalhadores, estudantes e visitantes da cidade. Estes veículos são 100% elétricos, possuem Wi-Fi, carregadores de celular em cada assento, capacidade para 70 passageiros, performance aproximada de 1km / kWh, tempo de recarga de 5 horas, autonomia de 250 kms e bateria que possui 15 anos de duração.

Colômbia

A Lei Nº 1.964, promulgada em julho de 2019, teve o objetivo de incentivar a utilização de veículos elétricos na Colômbia. A lei determina que: i) cidades com BRT deverão implementar um percentual de ônibus elétricos, começando com 10% em 2025 e chegando a 100% em 2035; ii) Os veículos elétricos devem compor no mínimo 30% das compras governamentais de veículos até 2025; iii) serão concedidos incentivos para a formação de parcerias público-privadas para instalação de estações de recarga, sob responsabilidade dos municípios; iv) isenções tributárias para veículos elétricos serão determinadas pelos municípios; v) incentivos não monetários, como isenção de rodízio e zonas especiais de estacionamento deverão ser aplicados; e vi) os novos prédios deverão serão obrigados a incorporar infraestrutura de recarga para veículos elétricos (Consoni, 2019).

Um projeto de eletrificação mais extenso, focado na infraestrutura de carregamento está sendo promovido no país, através do financiamento do programa E-Motion. Este projeto conta com o apoio da Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD) em parceria com a Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ), Proparco e o Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF).

Cali e Medelin

A cidade de Cali já encomendou 125 ônibus elétricos. Os ônibus, que contarão com oito baterias, terão autonomia máxima de 240 quilômetros. Sua vida útil será de 16 anos. A partir de setembro de 2019, na cidade de Cali, foram incorporados mais 26 ônibus elétricos a bateria no sistema BRT da cidade, o BRT Mio. Na cidade de Medellín foram incorporados 64 ônibus elétricos a bateria no BRT Metroplús.

Bogotá

Bogotá disputa com Santiago como a cidade que mais aderiu a ônibus elétricos na América Latina. A cidade anunciou a licitação de 596 ônibus elétricos, que serão incorporados no sistema de transporte público SIPT (Sistema Integrado de Transporte

Público de Bogotá), que é complementar ao sistema de BRT Transmilenio. Somando com os 889 ônibus já contratados anteriormente, Bogotá passará a ter 1.485 ônibus 100% elétricos, números que só são ultrapassados por cidades da China. Os ônibus elétricos são equipados com cabine de segurança do motorista, tv, wifi, câmeras de segurança, sistema de transporte inteligente, interfaces USB de carregamento de celulares e plataforma de acesso para pessoas com deficiência.

Em 2019, a cidade de Bogotá implementou algumas inovações aos contratos de concessão do BRT. Sendo assim, separou os serviços de provisão e operação da frota (CAPEX e OPEX) em contratos e processos licitatórios diferentes, e reduziu os prazos de concessão para 10 anos, no caso dos veículos Euro VI, e 15 anos para veículos elétricos, que dependem de um maior investimento inicial. Nesse sentido, existem quatro vantagens importantes no novo modelo de negócios: i) continuidade do serviço: como a cidade pode manter o contrato de provisão, garante a transição adequada entre operadores atuais e futuros ao fim dos contratos; ii) flexibilidade: diante de contingências com algum operador, o TransMilenio, enquanto ente gestor, pode passar a frota a outro operador sem necessidade de renegociar contratos; iii) bancabilidade: a divisão do risco de operação e provisão facilita a obtenção de investimento para renovação de frota junto a instituições financeiras; vi) eficiência: a divisão permitiu ao TransMilenio mudar para uma frota mais limpa sem aumentar a tarifa. Em relação ao controle de qualidade, ao invés de multas a capital colombiana passou a considerar um desconto sobre a remuneração, avaliando indicadores de segurança viária, regularidade e satisfação do cliente (WRI Brasil, 2020).

Cabe destacar que nem sempre os mecanismos de controle são suficientes para assegurar um serviço sustentável e de qualidade se o lado financeiro do sistema não estiver de acordo, por isso a cidade de Bogotá criou um fundo de estabilização tarifária a fim de subsidiar as empresas concessionárias com os recursos através da taxação da gasolina. O referido modelo é conhecido como “divisão da conta” do transporte coletivo com os automóveis, ou seja, admite-se as externalidades positivas geradas pelo sistema e transfere-se a conta para os usuários de carros movidos a gasolina (WRI Brasil, 2020).

Montevidéu

Em maio de 2020, o Uruguai entregou 30 ônibus elétricos na capital Montevidéu, que foram adquiridos por empresas locais e subsidiados por um esquema do governo que conseguiu igualar os preços das variedades elétricas e a diesel. Do total de 30 ônibus elétricos, 20 foram comprados da BYD e 10 da Yutong. A autonomia capacidade de rodagem individual desses veículos é de 250 a 280 quilômetros somente com uma carga. Uma das metas é ampliar a frota para 120 a 150 ônibus em Montevidéu nos próximos anos, o que representaria 4% da frota da cidade. A iniciativa uruguaia foi estimulada pela participação no Programa de Desenvolvimento da ONU (UNDP) chamado MOVES, cuja finalidade é impulsionar a transição para uma mobilidade mais eficiente e sustentável.

3.1.4 América do Norte

A América do Norte apresenta iniciativas para a adoção de veículos elétricos para o transporte de passageiros desde o início dos anos 2000. As políticas públicas de eletrificação dos veículos têm sido recorrentes para a mitigação de problemas ambientais relacionados ao setor de transportes (Holland et al., 2021).

Estados Unidos

O governo do novo presidente dos EUA, Joe Biden, recuperou a agenda climática do Acordo de Paris. Em seu Plano de Energia a mobilidade elétrica é impulsionada. Dentre as principais metas do plano destacam-se: i. melhoria da infraestrutura nacional de veículos elétricos, ii. instalação de 500 mil estações de recarga para veículos elétricos; iii. incentivos fiscais para os consumidores trocarem seus carros movidos à combustão por veículos elétricos, iv. incentivos a eletrificação das frotas de transporte público; v. investimentos em tecnologias a bateria; vi. incentivos fiscais aos fabricantes de veículos elétricos; vii. expansão do crédito tributário para veículos elétricos para fomentar o mercado e a indústria nacional. As metas têm o objetivo de extinguir a poluição gerada pelos combustíveis fósseis até 2035 (Grangeia, Santos e Castro, 2021).



O Estado da Califórnia é referência na adoção de veículos elétricos. De acordo com um relatório da Calstart (2020), rodam no estado mais de 1.100 ônibus com emissão zero, o que representa aproximadamente 40% da frota de ônibus com essa característica nos Estados Unidos. A criação de um novo conjunto de leis no código de trânsito voltado para a redução da poluição causada pelos veículos, o Innovative Clean Transit (ICT), contribuiu para esse sucesso. Metas mais ambiciosas são almejadas por esta legislação, que determina emissão zero dos transportes coletivos até 2040.

No estado da Califórnia, a cidade de Los Angeles aparece como referência na eletrificação de veículos de passageiros. O município se comprometeu em zerar as emissões de seu transporte de massa até 2030, 10 anos antes do compromisso estadual. Algumas dezenas de ônibus elétricos estão em circulação na cidade e sua área metropolitana há alguns anos, sendo a expansão da frota programada para o cumprimento das metas de emissões acordadas.

A adoção destas iniciativas é decorrente do apoio e coordenação governamental, a níveis municipal, estadual e federal. Subsídios das três esferas são utilizados em toda a cadeia, desde a construção da infraestrutura para os ônibus às compensações para as empresas operadoras (LADOT, 2020).

Holland et al. (2021) apontam que os incentivos monetários de operar linhas eletrificadas em Los Angeles chegam a US\$ 65 milhões anuais.

Chicago

A cidade de Chicago, em Illinois, foi uma das pioneiras em ônibus elétricos de massa. Em 2014, a cidade estreou seus primeiros ônibus elétricos, sendo um dos primeiros projetos-piloto em grande escala do país para a eletrificação de frotas (HORROX; CASALE, 2019). O sucesso levou o município a adotar metas de eletrificação total da frota até 2040.

De acordo com Horrox e Casale (2019), boa parte da frota de ônibus urbanos de Chicago já é composta por modelos híbridos. Em 2012, a agência de trânsito local recebeu do governo federal um subsídio de US\$ 2,5 milhões que foram investidos na compra dos

dois primeiros ônibus elétricos que começaram a circular em 2014 (HORROX; CASALE, 2019). Em 2018, o prefeito de Chicago afirmou que os modelos elétricos operados pelo município economizaram em manutenção e combustível aproximadamente US\$ 54 mil em um ano, em comparação com veículos a diesel comprados no mesmo período (HORROX; CASALE, 2019).

Filadélfia

A maior cidade do estado da Pensilvânia tem um programa piloto para a eletrificação da sua frota de ônibus. Através desta iniciativa, 25 ônibus elétricos foram adquiridos pelo valor de US\$ 2,6 milhões para compor a frota de ônibus da cidade. (WRI, 2019). A cidade também adota de veículos híbridos, com uma frota superior a 500 unidades no em 1998 (LI; CASTELLANOS; MAASSEN, 2018).

Dados do governo municipal indicam que cerca da metade dos investimentos relacionados à iniciativa de eletrificação da frota foi direcionada à criação de infraestrutura de carga das baterias e similares (WRI, 2019). Os veículos elétricos e híbridos que integram a frota urbana são de propriedade do governo local e operados pela municipalidade (LI; CASTELLANOS; MAASSEN, 2018).

A WRI (2019) reporta que o programa piloto para implementação de uma frota eletrificada de transporte de massa na cidade foi um sucesso, e serve de benchmark para outras cidades.

Canadá

O relatório da Clean Energy Canada (2019) aponta que o governo canadense começou a incentivar a compra de veículos elétricos com emissões zero. As principais metas são: i. até 2030, os carros elétricos devem representar 30% da frota; ii. até 2040, todos os carros vendidos devem ser elétricos. Tais veículos devem ser movidos a bateria ou a hidrogênio, tendo um incentivo de 5.000 mil dólares canadenses (R\$ 14.000). O orçamento previsto para essa iniciativa é de 300 milhões de dólares canadenses (R\$ 860 milhões), para a compra de 60 mil carros com emissão zero de poluentes. Além disso, será implementada uma rede de estações de recarga.

Ainda de acordo com o relatório, o Canadá possui em seu território as principais fábricas de ônibus elétricos no mundo (Lion Electric Company, New Flyer Industries, Nova Bus e GreenPower Motor Company), porém está abaixo dos líderes mundiais na sua adoção. Algumas metas das políticas para a promoção de ônibus elétricos no Canadá são: i. A Toronto Transit Commission, em Toronto, tem por objetivo comprar ônibus livres de emissões de gases poluentes do efeito estufa a partir de 2025 e ter toda a sua frota convertida até 2040; ii. Montreal pretende eletrificar toda a sua frota até 2040, sendo que o governo já adquiriu 40 ônibus elétricos e os próximos serão híbridos ou elétricos; iii. Vancouver terá toda a sua frota operando com energia renovável até 2050.

Toronto

A fim de cumprir as metas nacionais e regionais para a redução de emissões, a cidade de Toronto focou na substituição de seus ônibus movidos a combustíveis fósseis. Com este objetivo, o Fundo Público de Infraestrutura, que utiliza recursos do município e do governo federal canadense, financiou \$140 milhões de dólares canadenses para a eletrificação da linha.

O primeiro passo de aplicação do plano municipal, que contou com a aquisição de 30 ônibus elétricos em 2017, apontou que o maior desafio para a ampliação da rede elétrica de ônibus está na infraestrutura. Cada ônibus necessita de seu próprio ponto de recarga, e, devido a este fato, metade do valor gasto na iniciativa decorre desta infraestrutura. Passos posteriores do plano estão sendo executados, que possui a meta eletrificar 100% da frota de ônibus da cidade até 2050 (CHUNG; HOPTON; REID, 2020).

3.1.5 Ásia

O continente asiático tem utilizado o ônibus elétrico como alternativa para desafogar o fluxo de carros, bem como aprimorar a qualidade do transporte público. No caso dos países asiáticos, China, Índia e Coréia do Sul podem ser vistos como os mais avançados neste aspecto.

China

A China adota uma forte política de subsídios nacionais e locais para o desenvolvimento de alternativas sustentáveis de transporte urbano. As estratégias de longo prazo do país vislumbram um grande avanço de veículos elétricos na sua matriz de transportes. Em 2019, com o objetivo de diminuir custos e por considerar o mercado já amadurecido, o país cortou pela metade os subsídios para veículos elétricos. As baixas vendas nos meses subsequentes fizeram com que o governo retomasse os estímulos em março de 2020. Apesar disso, o país objetiva cortar custos diretos e incentivar uma transição para políticas alternativas de incentivos aos veículos elétricos.

Shenzhen

Shenzhen tem a primeira e maior frota de ônibus e táxis totalmente elétricos do mundo. Shenzhen está localizada no sudeste da China, próximo a Hong Kong. Em 1978, foi designada como um distrito econômico especial, permitindo regulamentações locais flexíveis e estratégias orientadas para o mercado, sendo uma das cidades mais desenvolvidas da China.

No final de 2017, toda a frota de ônibus urbanos de Shenzhen foi eletrificada, cerca de 17 mil ônibus. A Shenzhen Bus Group Co. Ltd. (SZBG) opera cerca de 1/3 das rotas de ônibus da cidade. A frota da SZBG de 6.053 ônibus elétricos é composta por 4.964 ônibus pesados e 1.089 médios (menos de 10 metros). Os ônibus pesados funcionam em média por oito anos, enquanto os ônibus médios funcionam por cinco anos, com uma distância média anual de 66.000 km.

A eletrificação da frota de ônibus foi progressiva: uma fase de demonstração em 2009-2011, seguida por pequenos pilotos de 2012-2015, e uma eletrificação em grande escala de 2016-2017. Os ônibus foram adquiridos de três fabricantes: BYD (79,1%), Nanjing Golden Dragon (17,0%) e Wuzhou Long (3,9%).

Visando a adoção em larga escala em um tempo muito curto, a SZBG decidiu escolher um modelo que exigiria mudanças mínimas nas rotas e horários dos ônibus atuais. Assim, a cidade adotou ônibus elétricos com uma grande bateria para atingir a quilometragem

diária que sua operação exige. Em 2020, do total de ônibus elétricos, 66% são do modelo K8 da BYD, os quais tem uma autonomia de bateria de 250 km. Deste modo, visto que a distância média percorrida é de 190km, esses ônibus podem rodar o dia todo e só precisam ser recarregados à noite para a maioria das rotas.

Com relação a recarga, em junho de 2019, SZBG tinha 1.707 terminais de carregamento em 104 estações (principalmente em terminais de ônibus e depósitos). A maioria dos terminais de carregamento está equipada com carregadores rápidos DC 150kw (50%) e 180kw (19%) com diferentes configurações com base no arranjo de carregamento. O número de terminais de carregamento, plugues de carregamento e energia dos terminais de carregamento foram decididos com base na localização da estação de carregamento, número de ônibus a serem servidos, requisitos de espaço e outros fatores.

Na maioria das rotas, a autonomia do ônibus é maior do que a distância operacional diária, portanto, os ônibus são cobrados à noite, quando não estão circulando. No entanto, alguns dos ônibus que operam em rotas mais longas precisam ser recarregados por cerca de 30 minutos durante o dia. Todas as rotas têm estações de carregamento em ambos os terminais de ônibus. No geral, há um carregador para cada cinco ônibus, mas a meta é de chegar a um carregador para cada quatro ônibus.

O governo local de Shenzhen adotou um subsídio para a compra local de ônibus elétricos, os quais são pagos diretamente aos fabricantes de ônibus. Sem o subsídio de compra, o valor presente do custo total de propriedade de um ônibus elétrico seria de 2,02 milhões de RMB (R\$ 1,55 milhões), 21% superior ao de um ônibus a diesel (1,67 milhão de RMB, ou R\$ 1,28 milhões). Com o subsídio do governo, o custo total de propriedade do ônibus elétrico é de 1,07 milhão de RMB (R\$ 0,82 milhão), 36% menos do que o de um ônibus a diesel.

A fim de reduzir os custos iniciais da renovação completa da frota, a SZBG introduziu um modelo de *leasing* que utilizava uma empresa que adquire e é proprietária dos veículos e os aluga ao SZBG por um período de oito anos. A operadora de ônibus assume a propriedade dos veículos após o término do período de locação. As baterias são devolvidas ao fabricante para reciclagem e descarte, enquanto a carroceria é enviada para sucateamento e reciclagem de metais. Como o período de aluguel é igual à vida útil total

dos ônibus, esse acordo transformou a aquisição de alto custo em pagamentos anuais de aluguel / arrendamento mais acessíveis (BERLIN *et al.*, 2020).

Índia

Da mesma forma que a China, a Índia também utilizou de subsídios nacionais para incentivar a compra dos ônibus elétricos. Estes ocorreram de forma parcial, ou integral, como o caso da frota de Delhi que foi totalmente financiada pelo estado. O plano FAME (Faster Adoption and Manufacturing of Hybrid & Electric Vehicles), lançado em 2019, foi o grande impulsor das medidas de fomento indianas, e teve como principal beneficiárias as cidades de Pune, Calcutá, Mumbai e Bengaluru. O plano visou dobrar a frota do país, que agora possui 450 unidades.

Tabela 2. Modelos de aquisição adotados por cidades indianas

Cidade/Região	Número de E-buses	Instigadores	Atores Chave	Financiamento
Bangalore	80	Adoção da tecnologia	Departamento de Indústria Pesada (DHI); Goldstone-BYD; Corporação Metropolitana de Transporte de Bangalore	Fundo do DHI; modelo de contrato de custo bruto proposto (gross cost contract).
Ahmedabad	100 (mais recente)	Adoção da tecnologia	Departamento de Indústria Pesada; Corporação Municipal de Ahmedabad (AMC)	Originalmente FAME; posteriormente fundos do governo do estado (AMC)
Deli	1000	Poluição atmosférica	Suprema Corte; Alta Corte de Deli; Estado de Deli; Corporação de Transporte de Deli	100% financiamento usando a taxa de compensação ambiental (governo do estado)
Passagem Manali-Rohtang	25 (midibus)	Conservação Ecológica	Tribunal Nacional Verde; Governo nacional (DHI e outros); Governo Estadual de Himachal Pradesh; Corporação de Transporte da estrada de Himachal	75% DHI FAME 25% governo do estado
Pune	500	Adoção da tecnologia	Governo do Estado	Desconhecido
Kerala	10 em várias regiões do estado	Adoção da tecnologia e conservação ecológica	Governo do Estado	modelo de contrato de custo bruto (gross cost contract).

Fonte: WRI, 2019. Pg 19. How to Enable Electric Bus Adoption in Cities Worldwide: A Guiding Report for City Transit Agencies and Bus Operating Entities.

Calcutá (Índia)

A cidade de Calcutá, na Índia, é a terceira área metropolitana mais populosa da Índia. Existem 925 rotas de ônibus operando na região metropolitana de Calcutá, das quais 38% são operadas por empresas de transporte estatais (STUs). Calcutá tem uma rede de conectividade rodoviária interestadual bem estabelecida com outras partes do país por meio de rodovias nacionais e estaduais.

Calcutá enfrenta problemas com a qualidade do ar, e, em alguns meses, a poluição das bacias aéreas supera a cidade de Nova Delhi. A cidade tem 1.553 ônibus convencionais movidos a diesel de várias marcas e modelos, operando ao longo de 348 rotas sob a West Bengal Transport Corporation (WBTC). Um total de 134 rotas (quase 40%) são rotas de longa distância, enquanto 60% das rotas têm um comprimento de viagem inferior a 20 km (TERI, 2020).

O Banco Mundial, por meio do ESMAP (O Programa de Assistência à Gestão do Setor Energético), auxiliou com 250 mil dólares a West Bengal Transport Corporation (WBTC) para uma transição em duas fases. Na primeira foi feita uma identificação dos modelos de negócio viáveis para os modais, incluindo os ônibus elétricos, e uma análise com os seguintes critérios:

- i. Revisão da infraestrutura de transporte público existente para todos os modais de transporte, incluindo o teste de todas as rotas por meio de mapeamento em um SIG e a seleção das melhores rotas para a eletrificação do transporte público;
- ii. Teste de poluentes na cidade e identificação de corredores com altas taxas de poluição;
- iii. Teste da rede elétrica e avaliação da disponibilidade de transformadores em áreas selecionadas durante um dia em particular para avaliar se a distribuição de um transformador em particular possui capacidade suficiente em intervalos do dia para suportar a carga elétrica estimada; e
- iv. Cálculo do TCO (Custo Total da Posse) para todos os modais de transporte, considerando os benefícios tangíveis e os secundários, como economia de custo através de combustível; custos de operação e manutenção; segurança energética.

Dessa forma, um detalhado plano de implementação à curto, médio e longo prazo de uma rede rodoviária foi feito cobrindo fatores como políticas de mobilidade urbana, tarifas, padrões de recarga, operação do modelo de negócios para EV's, integração do grid e questões socioambientais.

Com relação ao plano FAME, a WBTC escolheu então eletrificar o transporte público. O plano FAME tem como objetivo a adoção mais rápida e a fabricação de veículos híbridos e elétricos na Índia. No caso de Calcutá, o WBTC já introduziu 80 ônibus elétricos na fase 1 da iniciativa FAME, operando dentro e ao redor da cidade. A introdução dos ônibus elétricos teve início em fevereiro de 2019, com a compra de 20 ônibus. A fase 2 do FAME foi lançada ainda em 2019 e inclui o suporte à infraestrutura de carregamento. Na fase 2, uma despesa de cerca de US\$ 0,46 bilhões foi destinada à implantação de mais de 7.000 ônibus elétricos em todo o país. Além disso, na fase 2 da iniciativa FAME, 150 ônibus eletrônicos foram alocados para Calcutá.

O WBTC aproveitou os depósitos de ônibus e pontos terminais existentes para colocar a infraestrutura de carregamento que inclui carregadores lentos e carregadores rápidos. Os carregadores rápidos têm uma potência nominal de 120 kW e geralmente levam 1,5-2 horas para carregar totalmente as baterias (de 0 a 100% do estado de carga) dos ônibus eletrônicos, enquanto os carregadores lentos, que são avaliados a 60 kW, levam 3 -5 horas para carregar a mesma capacidade.

O Governo de West Bengal (GoWB) decidiu não introduzir nenhum novo ônibus a diesel na cidade de Calcutá, e, a partir de 2020, apenas os ônibus elétricos ou a Gás Natural são adquiridos. Além disso, o plano é ter uma frota municipal inteira de 5.000 ônibus elétricos até 2030, o que deve reduzir a emissão cumulativa de CO₂ em 7.82.560 toneladas (TERI, 2020).

Coréia do Sul

Na Coréia do Sul, os planos de fomento e financiamento foram direcionados de forma geral a veículos elétricos, onde o financiamento também se deu por esferas locais e nacionais. É importante destacar que, em geral, os subsídios locais são centralizados em unidades de baterias, que é o componente com maior custo dentre os veículos elétricos. (M.-K. Kim et al. 2018. Pg 800).



A cidade de Busan introduziu em setembro de 2019 o primeiro ônibus elétrico de célula de combustível, sendo uma das cidades de teste para o projeto piloto de ônibus elétrico a célula de combustível do Ministério do Meio Ambiente da Coréia do Sul. Como resultado da operação de ônibus urbanos elétricos a hidrogênio por um ano, a cidade confirmou a possibilidade de converter todos os seus veículos de transporte público em veículos de baixa emissão. Os ônibus a hidrogênio são movidos por células eletroquímicas que combinam o hidrogênio armazenado em tanques de alta pressão com o oxigênio do ar para gerar eletricidade, calor e água.

A cidade planeja operar um total de 100 ônibus a hidrogênio até 2022 e converter 500, ou 20% dos 2.511 ônibus urbanos, até 2030. Em 2019, cinco ônibus a hidrogênio percorreram 325.571km.

Em 2020, a cidade contava com duas estações de reabastecimento de ônibus a hidrogênio em Sasang-gu e Gangseo-gu. A cidade planeja construir mais duas estações de reabastecimento de ônibus a hidrogênio em Gijang-gun e Gangseo-gu até 2022 para garantir um fornecimento estável de estações de recarga de hidrogênio para acomodar o aumento de ônibus a hidrogênio (Busan Metropolitan City, 2020).

3.2 Mobilidade Individual Sustentável – Caminhada, Bicicletas e Patinetes

Nos últimos anos, várias cidades têm investido em mobilidade urbana sustentável através de melhorias na infraestrutura para ciclistas, usuários de patinete e da ampliação dos seus sistemas de compartilhamento de bicicletas, incentivando o seu uso como meio de transporte e propiciando maior qualidade dos espaços públicos, sendo uma forma alternativa de se deslocar pela cidade.

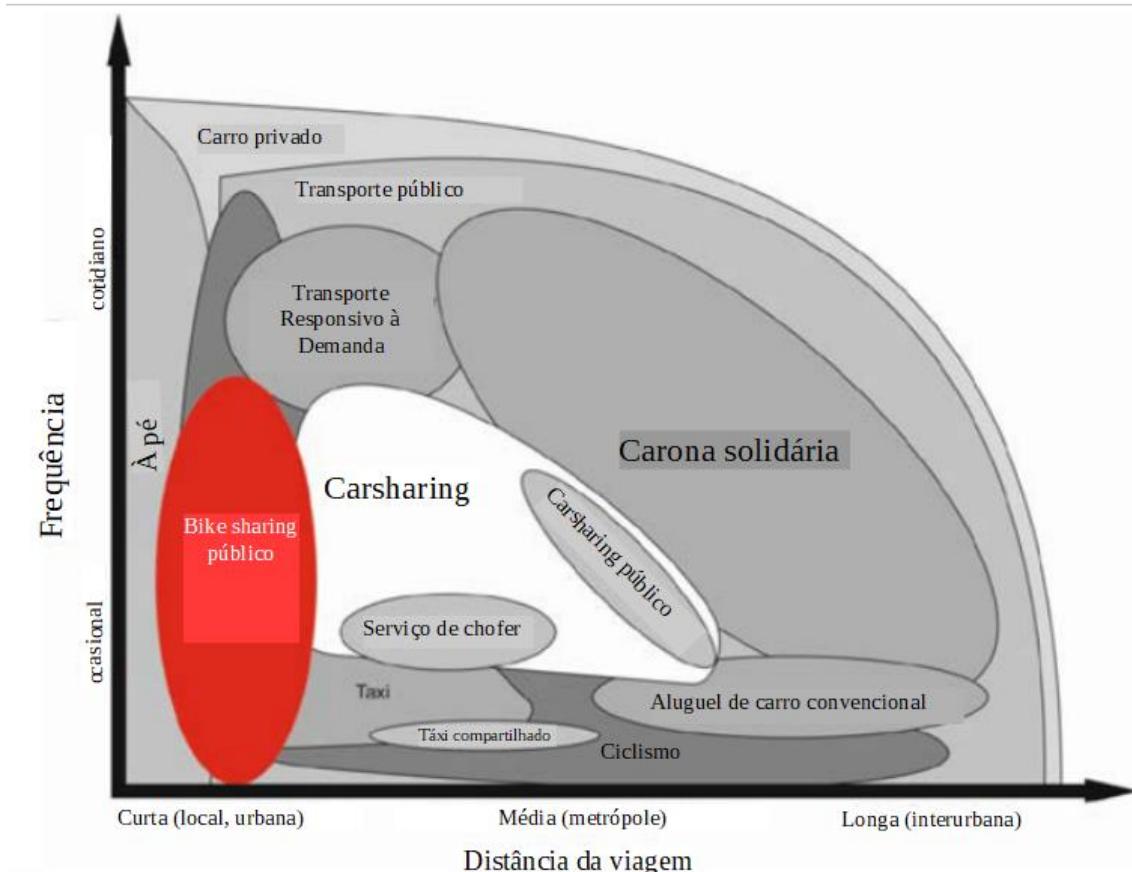
Os sistemas de compartilhamento de bicicletas (BSS, sigla em inglês para bike sharing systems) se tornaram mais populares em muitas cidades ao redor do mundo. Além dos sistemas de compartilhamento de bicicletas e patinetes com estações, existem também sistemas free-floating, ou seja, um sistema no qual os usuários não estão limitados a estacionar estes veículos em estações.

Há previsão de uma aceleração ainda mais profunda da adoção desses modais nos próximos anos devido ao seu incentivo no período da pandemia. Estes modais são de uso individual e sua utilização ocorre em áreas abertas, em que há distanciamento. Além disso, sua utilização de forma complementar a modais de massa vem sendo cada vez mais aplicadas a fim de gerar maior conveniência desses transportes, atuando principalmente no *last mile distance* até o destino final. (Figura 2)

Box 5 - Localização de Sistemas de Bike Sharing

Com relação aos sistemas de compartilhamento de bicicletas, sabe-se que é recomendável instalar o sistema em locais com maior densidade, geralmente os centros da cidade, e expandi-lo gradualmente. Uma das chaves para o sucesso de um sistema público de *bike sharing* é a distância entre as estações e o destino final dos usuários. Tal distância deve ser de, no máximo, 300 metros.

Figura 2- Comparação entre alternativas de transporte por frequência e distância



Fonte: Tamás Mátrai and János Tóth, 2016. Pg 2346. Comparative assessment of public bike sharing systems.

Em geral, as metodologias para localizar um local adequado para uma estação em potencial se dão pelos seguintes métodos: maximum likelihood method; Hub and Spoke method; Location-allocation method; baseados em GIS. Devido sua importância as seções subsequentes ficarão responsáveis por revisar as principais alternativas de micromobilidade ao redor do mundo.

3.2.1 Europa

Vienna

Em 2002, o primeiro sistema de compartilhamento de bicicletas com estações entrou em operação, chamado de Viennabike. No ano seguinte, em 2003, outro sistema entrou em

operação, o Citybike Wien, o qual está ativo até os dias de hoje e já ultrapassa a marca de 120 estações pela cidade.

Além do sistema baseado em estações, em 2017, um novo modelo de bicicletas foi introduzido na cidade, o sistema de compartilhamento de bicicletas free-floating, ou seja, um sistema pelo qual os usuários não estão limitados a estacionar as bicicletas em estações. Destacam-se como exemplos deste modelo aplicado na cidade de Viena os sistemas: ofo, oBike e o sistema misto Donkey Republic.

Este novo modelo aumentou a liberdade para os ciclistas, permitindo maior flexibilidade para retirar e devolver bicicletas, podendo atender locais mais distantes e sem estações., Ao mesmo tempo criou novos desafios para a cidade, devido o vandalismo e problemas com calçadas bloqueadas por estacionamento indevido. (LAA; EMBERGER, 2020).

i. Viennabike

Em 2002, foi lançado o primeiro sistema de compartilhamento de bicicletas em Viena, financiado por anúncios nas bicicletas e por subsídio da cidade de Viena. Havia mais de 230 estações no centro da cidade, onde os usuários podiam desbloquear uma das 1.500 bicicletas depositando uma moeda de 2 euros.

O sistema começou a enfrentar problemas, uma vez que os usuários não estavam devolvendo as bicicletas. Isto porque algumas bicicletas eram vandalizadas e outras eram utilizadas por períodos muitos extensos ou passaram a ser usadas de forma privada por pessoas. Deste modo, no início de 2003, o contrato com a cidade de Viena foi rescindido e foi anunciado o fim do projeto.

ii. Citybike Wien

Depois que a Viennabike encerrou o contrato com a cidade de Viena, a empresa Gewista foi escolhida em processo de licitação para instalação e operação de um novo sistema de compartilhamento de bicicletas. A Gewista é propriedade da JCDecaux, líder global em publicidade exterior e como tal utiliza o expertise do grupo para financiar suas atividades. Assim, o modelo de negócios da Citybike conta com a propaganda veiculada nas

bicicletas, o que possibilita a operação do sistema sem financiamento público. Apenas para a construção de novas estações, a empresa recebeu subsídios da prefeitura.

Com um sistema baseado em estações, cada estação é equipada com um terminal acessível 24 horas, onde o usuário pode se cadastrar, escolher uma bicicleta ou consultar outras estações e a disponibilidade de bicicletas ou vagas gratuitas.

No início, era necessário se cadastrar com cartão de crédito. Hoje também é possível se cadastrar com celular ou cartão especial Citybike. Para o registo, os utilizadores têm de pagar uma taxa única de um euro. A primeira hora de cada viagem é gratuita, sendo cada hora adicional cobrada. Ao final de cada passeio, a bicicleta deve ser devolvida em uma das estações.

A fim de solucionar os problemas com o vandalismo e com os períodos excessivos de aluguel de sua antecessora, a Citybike adotou registro obrigatório com dados pessoais. Deste modo, a responsabilidade pelas bicicletas foi transferida para o usuário. Já as durações excessivas de locação foram evitadas por taxas de locação progressivas que incentivavam viagens curtas.

As bicicletas e as estações de acoplamento são projetadas para reduzir a manutenção e o roubo. O usuário é responsável pela devolução da bicicleta em bom estado, além de ser responsável por furto e atos de vandalismo, podendo ser responsabilizado a restituir a concessionária em até 600 euros, o valor total de uma bicicleta. Os danos podem ser comunicados à operadora no terminal da estação (LAA; EMBERGER, 2020).

iii. Ofo

Criado em 2014 na China, o Ofo foi o primeiro sistema de compartilhamento de bicicletas free-floating. O sistema chegou a Viena em agosto de 2017 e, para alugar uma bicicleta, os usuários do Ofo precisavam fazer o download do aplicativo Ofo Mobile. O aplicativo mostrava as bicicletas disponíveis em um mapa e, para desbloquear uma bicicleta, o usuário deveria digitalizar o QR code ou inserir o número da placa da bicicleta manualmente através do aplicativo. Um passeio de bicicleta custava 0,50 euros a cada 30 minutos. No final do passeio, a bicicleta poderia ser estacionada em qualquer lugar, desde que não fosse ilegal. Para concluir a locação, a bicicleta deveria ser bloqueada



manualmente, mantendo a função Bluetooth do telefone ativada ou tocando em “Viagem concluída” no aplicativo.

Ademais, um sistema de pontos de crédito foi instalado para recompensar o comportamento responsável e prevenir o comportamento imprudente. No momento do cadastro, cada usuário ganhava 100 pontos. De acordo com o aplicativo móvel Ofo, quando uma bicicleta estava estacionada ilegalmente, 50 pontos eram deduzidos, danificar uma bicicleta reduzia a pontuação para 0 e relatar uma bicicleta quebrada ou estacionada ilegalmente dava ao usuário dois e três pontos, respectivamente.

Em julho de 2018, Ofo encerrou as atividades em Viena devido ao novo regulamento que entrou em vigor em agosto de 2018 e que será apresentado em seguida.

iv. oBike

A oBike é uma empresa de compartilhamento de bicicletas de Cingapura, fundada em janeiro de 2017. Em agosto de 2017, a oBike se expandiu para Viena com cerca de 1800 de bicicletas. O sistema de compartilhamento de bicicletas funciona de forma semelhante ao da Ofo, os usuários devem baixar o aplicativo oBike e se registrar com um cartão de crédito.

As bicicletas eram equipadas com sensores GPS e as disponíveis podiam ser visualizadas em um mapa do aplicativo. A bicicleta era desbloqueada após o usuário escanear o QR code. O preço de uma viagem dependia dos pontos de crédito do usuário e, assim como o Ofo, cada usuário começava com 100 pontos de crédito. No final do passeio, a bicicleta podia ser estacionada em qualquer área de estacionamento público para bicicletas. Para encerrar a viagem, a bicicleta devia ser travada manualmente com a função Bluetooth ativada do telefone celular. Em março de 2018, a frota da oBike foi reduzida para cerca de 1.000 bicicletas devido ao vandalismo e ao anúncio do novo regulamento para compartilhamento de bicicletas free-floating. A oBike nunca saiu oficialmente da cidade, mas as bicicletas restantes foram retiradas das ruas devido ao novo regulamento, que será apresentado em seguida.



Em abril de 2017, 100 bicicletas da Donkey Republic foram introduzidas em Viena. A empresa dinamarquesa Donkey Republic está usando um sistema misto de compartilhamento de bicicletas. Não há estações específicas para bicicletas Donkey Republic, mas as bicicletas alugadas devem ser devolvidas em um dos locais de entrega disponíveis. Em Viena, eles estão localizados em vagas de estacionamento público, onde as bicicletas devem ser travadas nos bicicletários disponíveis.

Existem possibilidades de utilização do sistema, uma voltada para turistas e a outra voltada para locais. A adesão ocasional é gratuita e dá 50% de desconto em todas as locações. Já a associação do usuário é para os ciclistas que desejam usar as bicicletas regularmente. O associado possui um custo de 18 euros por mês e como contrapartida ganha o direito de fazer um número ilimitado de alugueis por mês com duração de até 12 horas cada. Semelhante aos sistemas de free-floating da Ofo e oBike, na Donkey Republic o pagamento, a localização e o desbloqueio das bicicletas funcionam com a ajuda de um aplicativo para celular.

Vale destacar um problema associado ao sistema da Donkey Republic, o uso de bicicletários públicos e, portanto, a retirada de espaço para bicicletas privadas. A prática de usar esses porta-bicicletas é legal de acordo com os regulamentos de tráfego rodoviário austríacos. Além disso, a empresa instalou um sistema de gestão para redistribuir as bicicletas para bicicletários que têm capacidade suficiente para suportar as bicicletas da Donkey Republic (LAA; EMBERGER, 2020).

Estabelecimento de regulamentos para os sistemas free-floating

Em maio de 2018, foi anunciado pelo Município de Viena o novo regulamento para o uso dos sistemas free-floating, o qual entrou em vigor em 1 de agosto de 2018. O novo regulamento inclui as seguintes regras:

1. Cada operador de aluguel de bicicletas está autorizado a oferecer um número máximo de 1.500 bicicletas;
2. A operadora deve ter um escritório em Viena;

3. O operador deve ter uma licença comercial para operar uma empresa de compartilhamento de bicicletas;
4. O contratante garante o tratamento dos dados nos termos da lei;
5. As bicicletas devem ser credenciadas com uma marca oficial às custas do operador;
6. O aluguel de bicicletas sem doca deve aderir às regras de estacionamento as regras de estacionamento para bicicletas de acordo com 68 Abs.4 StVO 1960;
7. Bicicletas sem doca não podem ser estacionadas em áreas verdes públicas, calçadas e locais em frente a edifícios que sejam de importância cultural, com exceção de bicicletários que aí estejam posicionados;
8. O operador deve enfatizar a conformidade com o 68 Abs.4 StVO 1960 nos acordos do usuário;
9. O operador deve remover as bicicletas que estão estacionadas contra as regras ou que tenham sido danificadas por vandalismo dentro de 4 horas entre 6h00 e 18h00 durante a semana e dentro de 12 horas nos demais horários a partir do momento em que as autoridades os notificaram;
10. As bicicletas que forem encontradas sem marca oficial e que forem declaradas após o tempo de remoção são retiradas pelo Município e armazenadas por 8 semanas. Os custos de remoção e armazenamento são por conta do operador;
11. A violação das regras é uma ofensa que pode ser punida de acordo com a Constituição da Cidade de Viena.

A pena por violação das regras pode ser uma multa até 700 euros e as bicicletas devem ser gravadas com um número de identificação. O regulamento aplica-se tanto sistemas free-floating (ofo e oBike) como a sistemas mistos (Donkey Republic).

Após o anúncio das regras, a Ofo criticou o limite de 1.500 bicicletas compartilhadas por operador em Viena com o argumento de que não é possível operar economicamente viável com uma quantidade tão baixa de bicicletas. Ademais, a Greenride-Bike, empresa que planejava iniciar as operações em Viena, concluiu que seu negócio não seria viável com a regulamentação que estava por vir. Como mencionado anteriormente, o novo

regulamento fez com que Ofo e oBike interrompessem as operações em Viena (LAA; EMBERGER, 2020).

Bicicletas Elétricas: Amsterdã

Amsterdã foi submetida ao primeiro esquema de compartilhamento de bicicletas em 1965, que também era um sistema sem docas. Da mesma forma que o Viennabike, o sistema entrou em colapso em um curto período de tempo devido ao vandalismo e ao uso privado. Em 1999, um sistema com estações foi introduzido, o qual também enfrentou problemas com vandalismo e roubo e foi encerrado em pouco tempo.

Não havia BSS disponível em Amsterdã até o verão de 2017, quando vários operadores de compartilhamento de bicicletas (oBike, Donkey Republic, Dropbyke, FlickBike, Urbee e Hello-Bike) ingressaram na cidade, com uma frota conjunta que totalizava cerca de 6.000 bicicletas.

Em agosto de 2017, a cidade decidiu banir temporariamente todos os sistemas free-floating devido à competição pelo espaço para o estacionamento de bicicletas privadas. Ainda em 2017, a cidade resolveu voltar atrás e permitir o free-floating, sendo a permissão de operação concedida a apenas a empresa holandesa Hello-Bike. Recentemente, em 2019, foram retomadas as licenças para outras operadoras operarem esse sistema (LAA; EMBERGER, 2020).

Compartilhamento de Bicicletas: Danzigue, Gdynia e Sopot (Tricity, Polônia)

Tricity é um núcleo urbano da Polônia, que abrange a área urbana dos municípios de Danzigue, Gdynia e Sopot. A área Metropolitana está localizada no norte da Polônia, na costa do Mar Báltico. Essas três cidades e seus municípios vizinhos constituem uma área urbana com mais de 1 milhão de habitantes. O desenvolvimento de bicicletas elétricas e outros tipos de infraestrutura de mobilidade individual foi determinado pelo fato de Tricity estar situada em uma área montanhosa. A sua topografia específica moldada por colinas e por estar na vizinhança da costa do Mar Báltico, causa algumas dificuldades no planejamento da infraestrutura de transporte.

O sistema de compartilhamento de bicicletas elétricas financiado por autoridades metropolitanas chamado de MEVO foi uma das etapas planejadas para apoiar o desenvolvimento sustentável do sistema de transporte de Tricity. O sistema MEVO de compartilhamento de bicicletas foi gerenciado pela subsidiária da Nextbike, a empresa líder no mercado europeu de compartilhamento de bicicletas e foi lançado em março de 2019. Naquela época, era o primeiro BSS totalmente elétrico na Europa com uma frota planejada de 4.080 veículos. Além disso, o sistema baseou-se no modelo híbrido parcialmente sem doca (os usuários tinham a possibilidade de deixar os veículos fora das estações por uma taxa adicional). No final, apenas 1.224 e-bikes foram entregues antes do sistema ser encerrado em outubro de 2019. A operadora falhou, apesar da popularidade do e-BSS entre os cidadãos. O MEVO atingiu 2,06 milhões de viagens e 167 mil usuários cadastrados após 185 dias de operação.

Existem algumas razões para o colapso do MEVO. O operador do sistema, apesar de ter experiência em gerenciamento de BSS, não previu os problemas de gerenciar um sistema relativamente grande de equipamentos elétricos. Custos de implementação e manutenção, incluindo carregamento de baterias e reequilíbrio da frota, ultrapassaram a capacidade orçamentária determinada pelas autoridades municipais. Como os preços máximos foram definidos, o operador da MEVO não pôde ajustar os preços do serviço para controlar a demanda e as receitas (Bielinski e Wazna, 2020).

Compartilhamento de Bicicletas – Paris: Vélib'

Desde 2001, a cidade de Paris implementou políticas urbanas com o objetivo de favorecer o transporte público e os meios de transporte leves, como bicicletas, caminhada e assim por diante. Nesse contexto, o sistema de compartilhamento de bicicletas Vélib' foi lançado em julho de 2007. O sistema Vélib' é operado como uma concessão pela Cyclocity, uma empresa subsidiária da empresa de publicidade francesa JCDecaux. Inicialmente, foram distribuídas sete mil bicicletas em 750 estações fixas. (ETIENNE; LATIFA, 2014). O serviço concedido pelo sistema é ininterrupto (24 horas por dia, 7 dias por semana) e cada estação está equipada com um terminal de aluguel automático. (FENG; AFFONSO; ZOLGHADRI, 2017).

Toda a rede inclui 40.000 pontos de encaixe (entre oito e 70 por estação). As bicicletas são travadas nos pontos de encaixe controlados eletronicamente. Os usuários podem adquirir uma assinatura diária ou semanal de curto prazo ou uma assinatura anual de longo prazo. O registro dos usuários é obrigatório. As bicicletas podem ser alugadas em qualquer uma das estações e a qualquer momento e devolvidas em qualquer outra estação e a qualquer momento (ETIENNE; LATIFA, 2014).

Apesar do aumento no uso de bicicletas em Paris após a introdução do BSS, a participação do modal ciclístico ainda é muito baixa em comparação com outras cidades da Europa. Mesmo que a França não tenha uma forte cultura do ciclismo para deslocamento (o objetivo principal do ciclismo no país é o lazer), as pessoas parecem estar muito entusiasmadas com os planos públicos de bicicletas. A rede Vélib está sendo ampliada para cobrir novas áreas e integrar também bicicletas elétricas.

Box 6 - Promoção de Infraestrutura para Micromobilidade Durante a Pandemia

Para além dos incentivos direcionados a modelos de negócio de compartilhamento de bicicletas, vale destacar a experiência recente de Milão, que em 2020 deu início ao Plano Strade Aperte. O plano buscou realocar espaços das ruas (35 km) de carros para bicicletas e caminhadas durante o verão de 2020, em resposta à crise do coronavírus. A cidade do norte da Itália e a região da Lombardia estão entre as mais poluídas da Europa e também foram especialmente afetadas pelo surto de Covid-19. Durante a pandemia, apresentaram queda nos níveis de poluição devido a redução do uso de veículos. O plano da Strade Aperte atuou potencializando a adoção desses modais na pandemia, através da inclusão de ciclovias temporárias de baixo custo, pavimentos novos e alargados, limites de velocidade de 30 km/h e ruas prioritárias para pedestres e ciclistas. (LAKER, 2020).

Patinetes Elétricos - Bruxelas

Em setembro de 2016, uma startup de Bruxelas, chamada Scooty, disponibilizou scooters elétricos para os habitantes da capital belga. Esta iniciativa foi desenvolvida por dois amigos, que desejavam melhorar a mobilidade na cidade com uma solução inteligente,



prática e amiga do ambiente. Os usuários precisam apenas de um smartphone e de um aplicativo para rastrear, alugar e desfrutar da scooter que é equipada com capacete. O usuário pode escolher se deseja alugar para uma viagem ou fazer uma assinatura.

A Scooty (membro da Europcar) ofereceu scooters elétricos compartilhados em Bruxelas por quase 4 anos. Ela também estendeu seu serviço à Antuérpia. No entanto, em julho de 2020, a empresa anunciou por e-mail aos seus usuários que não seria mais possível alugar patinetes por tempo indeterminado (ROUAUD, 2016).



Patinetes Elétricos: Paris – Vélib'

Com origem nos Estados Unidos, a moda dos patinetes elétricos free-floating desenvolveu-se rapidamente na França desde a chegada dos primeiros fornecedores em Paris em junho de 2018. Isso ocorreu em um momento em que o município de Paris se preocupou em propor alternativas ao uso de carros individuais após a suspensão do serviço de compartilhamento de carros elétricos Autolib e do fracasso das bicicletas free-floating.

Centenas de scooters operadas pela American Lime, empresa de compartilhamento de patinetes, foram lançados pela primeira vez em junho de 2018. A operadora americana Bird fez o mesmo em agosto e a operadora da Estônia Bolt em setembro, chegando a doze operadores e mais de 20.000 scooters apenas em Paris, um ano depois.

O desenvolvimento de patinetes elétricos se beneficiou da falta de regulamentos e de seu status indeterminado nas regras de trânsito, mais particularmente em relação ao uso de calçadas, uso de capacete e estacionamento. Seu desenvolvimento também foi apoiado por sua facilidade de uso e modelo de negócio de aluguel.

Contudo, seu uso desordenado levou a reclamações da população, uma vez que estavam sendo utilizados em calçadas e causando acidentes. Em 15 de novembro de 2018, o Conselho estabeleceu uma multa por utilização de patinetes elétricos nas calçadas. Em 13 de maio de 2019, o município de Paris pediu às empresas que assinassem um código de ética de uso de patinetes elétricos, proibindo o estacionamento nas calçadas e definindo uma taxa anual pelo uso do espaço público. Em junho, a prefeitura determinou que lançaria uma chamada pública autorizando apenas dois ou três operadores a operar patinetes elétricos free-floating, e limitaria a frota desses veículos a ser explorada na cidade.

Como resultado, em 25 de outubro de 2019, um projeto de lei para Dispositivos de Transporte Pessoal Motorizados foi aprovado. Dentre suas principais características, destacam-se: a proibição de dirigir em calçadas em todo o país, a obrigação de usar ciclovias, se disponíveis, ou estradas limitadas a 50km/h, a proibição de dirigir um veículo cuja velocidade não seja limitada a 25km/h, a obrigação de ter pelo menos 12 anos para dirigir um patinete elétrico e proibição de transportar passageiros ou usar fones de ouvido enquanto dirigir. Além disso, um projeto de lei sobre mobilidades, aprovado em 17 de setembro de 2019, dá a regulamentação das e-scooters às autoridades locais, que têm o direito de restringir o número de veículos, ou mesmo de proibir a circulação de veículos livres no seu território (LIPOVSKY, 2020).

Patinetes Elétricos – Tricity

Em Tricity, patinetes elétricos compartilhados apareceram em maio de 2019. Três operadores privados (Blinkee.city, Quick Ride e Logo-Sharing) entregaram inicialmente cerca de 540 veículos nas ruas de Gdansk e logo depois expandiram seus serviços para Gdynia e Sopot. As e-scooters compartilhadas podem atingir a velocidade máxima de 25 km/h devido aos regulamentos poloneses de veículos de baixa velocidade. A velocidade média (incluindo paradas, semáforos e pedestres) é de cerca de 10–15 km/h, o que é duas vezes mais rápido do que uma caminhada normal. O alcance com uma bateria totalmente carregada é de cerca de 35 km.

Cada operadora permite que o usuário alugue e-scooters usando um aplicativo móvel. Esses serviços são mais caros do que os serviços de transporte público em Tricity, comparando os preços para a mesma viagem. Todos os três operadores de serviços de e-scooter compartilhados são empresas registradas na Polônia. Duas delas são start-ups, e apenas Blenkee.city tem experiência em e-ciclomotores partilhados (BIELINSKI; WAZNA, 2020).

3.2.2 Oceania

Compartilhamento de Bicicletas: Melbourne (Australia)

Em junho de 2017, Melbourne foi a primeira cidade da Austrália a introduzir um sistema de compartilhamento de bicicletas free-floating com oBike, o qual disponibilizou cerca de 1.000 bicicletas na cidade. Ainda em 2017, depois de problemas com calçadas bloqueadas e estacionamento ilegal, a oBike assinou um "Memorando de Entendimento" com a cidade de Melbourne, juntamente com os municípios das cidades vizinhas de Port Philip e Yarra, o qual definia funções e responsabilidades sobre bicicletas quebradas e estacionadas inadequadamente. Após a assinatura do MOU, a situação com a oBike não mudou de forma satisfatória para a cidade. Assim, em junho de 2018, a oBike anunciou que encerraria as atividades em Melbourne (LAA; EMBERGER, 2020).

3.2.3 América do Sul

A micromobilidade criou um novo nicho de transporte, sendo uma forma alternativa de se deslocar pela cidade. Assim, várias cidades da América do Sul contemplam em seus projetos de mobilidade urbana, alguma iniciativa neste sentido.

O relatório Sistemas de Bicicletas Compartilhadas na América Latina (2019) destaca que houve um crescimento, em especial nos últimos dois anos, do número de sistemas de operação de compartilhamento de bicicletas, sendo o Brasil, a Colômbia e o México os países que mais ofereceram tais sistemas. Até dezembro de 2019, a região possuía aproximadamente 41 mil bicicletas e 3 mil estações. Além disso, é importante destacar que a maioria desses tipos de sistemas com estações são financiados com recursos públicos, mas também existe a participação da iniciativa privada (empresas do setor de saúde e financeiro).

Até o final de 2019, existiam 92 sistemas de bicicletas públicas compartilhadas operando em 121 países na América Latina. O Brasil se destaca com 42 sistemas, seguido pela Colômbia (18), México (15), Argentina (7), Chile (3) e Equador (2).

Vale ressaltar que, grande parte dos sistemas (72,83%) têm estações do tipo "*dock based*". Tais sistemas estão localizados tanto em megacidades como por exemplo São Paulo e



Cidade do México, quanto em cidades menores como Quimbaya, na Colômbia, que tem aproximadamente 30 mil habitantes.

Buenos Aires

A capital Argentina desenvolveu um Plano de Mobilidade Urbana Sustentável a fim de melhorar a qualidade de vida da população, priorizando ruas re-planejadas, novos sistemas de transporte e ciclovias. O propósito do plano é contribuir para a mobilidade sustentável e tornar o transporte público preferível, promovendo a eficiência nas rodoviárias e a utilização de tecnologias que troquem informações em tempo real.

A cidade de Buenos Aires é conhecida por ser bike friendly, pois tem uma extensa rede de ciclovias (230 km), é plana e possui um sistema de bicicletas integradas com o transporte público. As ciclofaixas foram projetadas para ligar os locais estratégicos, como universidades, hospitais, parques e escolas, simplificando a conexão com outras formas de transporte. As ciclovias foram feitas em ruas secundárias, como prevenção para os ciclistas, afastando os riscos devido à alta velocidade dos automóveis e da disputa por espaço com caminhões e ônibus.

A cidade portenha tem o EcoBici, que é um sistema público de compartilhamento de bicicletas, com estações manuais que são instaladas em containers reciclados de carga próxima às linhas de transporte público (EXACTA, 2017). Tal sistema é subsidiado e gratuito a todos, oferecendo bicicletas 24 horas por dia, nas estações automáticas. Inicialmente, o EcoBici foi administrado pela prefeitura (que era responsável pela manutenção nas estações manuais) em conjunto com as empresas Movilidad Inteligente SA e Serttel Ltda. (que eram encarregadas de operar o sistema, disponibilizar bicicletas, infraestrutura e tecnologia).

O sistema EcoBici conta com um programa de descontos chamado de “Comercios Amigos de la Movilidade Saludable”, onde diversos tipos de comércios, como restaurantes, oferecem vários benefícios e estacionamento para os ciclistas, com a finalidade de incentivar o uso da bicicleta e reconhecer quem o faz. As bicicletas podem ser emprestadas sem nenhum custo por até uma hora, podendo ser liberadas utilizando o aplicativo de celular BA EcoBici ou o cartão magnético Tarjeta Vos (EXACTA, 2017).



O sistema Ecobici permite o uso de micromodais integrado com outros meios de transporte público coletivo, este fato fez com que a população assimilasse melhor a micromobilidade como extensão do transporte coletivo. Outro ponto importante para o incentivo ao uso dos micromodais foi a integração da forma de pagamento através do MiBA card, um cartão que permite organizar vários aspectos da vida cotidiana dos cidadãos de Buenos Aires (Plataforma Micromobilidade Brasil, 2019 e 2020).

A partir de 2019 um novo operador assumiu a função: a Tembici, que é uma startup brasileira que opera as bicicletas do banco Itaú no estado de São Paulo. O objetivo é operar 400 estações e ampliar o número de bicicletas para 4 mil unidades, modernizando a frota e inovando através do uso de senhas de segurança para pagar e destravar as bicicletas.

Box 7 – Ciclismo como turismo

Na cidade de Mendoza, uma região conhecida por suas vinícolas, existe o Wine Bike Tour, que possibilita passeios para conhecer a região vinícola e a cultura do país.

Fortaleza

A cidade de Fortaleza possui um sistema de bicicletas compartilhadas chamado de Bicicletar, que atualmente possui 154 estações e é um sistema bem-sucedido. Tal sistema tem um arranjo institucional híbrido, ou seja, tem um operador privado e recebe recursos públicos. A prefeitura adotou como estratégia buscar recursos do estacionamento rotativo (zona sul) para possibilitar o financiamento e a expansão do sistema. O programa Bicicleta Integrada da empresa Serttel, desde 2016, possibilita ao usuário ficar com a bicicleta durante a noite. Fortaleza foi a pioneira em implementar esta modalidade no Brasil. A partir de 2017, o sistema começou a oferecer o Mini Bicicletar, voltado para crianças. Em 2019, a prefeitura começou a implementar um novo sistema de compartilhamento de patinetes e bicicletas elétricas, do tipo dockless e com travamento no próprio veículo.

BOX 8 - Regulação Nacional de Patinetes

Independentemente de qualquer regulamentação do município, a utilização de patinetes já é disciplinada através de uma resolução do Conselho Nacional de Trânsito – Contran, e permite o seu tráfego em ciclovias e ciclofaixas a no máximo 20km/h, e em calçadas, com velocidade de 6 km/h.

A evolução do sistema de Fortaleza não parou durante a pandemia. O Plano Diretor Cicloviário Integrado (PDCI) aumentou a malha viária de ciclovias e ciclofaixas durante o período de isolamento social e expandiu o sistema de bicicletas compartilhadas, o Bicicletar. Fortaleza terá 210 estações, que podem ser utilizadas gratuitamente por meio do Bilhete Único.

Rio de Janeiro e São Paulo

Os principais e maiores sistemas de compartilhamento de bicicletas nacionais estão localizados nas cidades do Rio de Janeiro (Bike Rio) e São Paulo (Bike Sampa), ambos operados pela empresa paulista Tembici.

A primeira cidade brasileira a usar o sistema de bicicletas elétricas foi o Rio de Janeiro. O Bike Rio, sistema de bicicletas compartilhadas, complementa os deslocamentos na cidade, em especial na integração com o Metrô Rio nas zonas sul e central da cidade, tendo várias docas próximas às estações. A empresa Tembici, que administra as bicicletas do Itaú, oferece bicicletas convencionais e elétricas, essas últimas desde o segundo semestre de 2020, a fim de incentivar a intermodalidade e inserir mais usuários no sistema (Plataforma Micromobilidade Brasil, 2019 e 2020). O modelo de compartilhamento das bicicletas elétricas é o de estações fixas. Atualmente, a cidade do Rio de Janeiro possui 500 bicicletas elétricas e 2.600 do modelo convencional.

O sistema Bike Sampa tem 117 estações e 1.800 unidades de bicicletas disponíveis para os usuários. A estação localizada no Terminal Cidade Tiradentes é a primeira estação de bicicletas compartilhadas dentro de um terminal de ônibus. Desse modo, é permitido ao usuário ficar com a bicicleta por até 12 horas seguidas, possibilitando o mesmo a levá-la para casa e devolver no dia seguinte. Além disso, a empresa Grow (fusão das empresas

Yellow e Grin) opera na cidade de São Paulo através de duas modalidades: bicicletas e patinetes, em especial na integração da linha amarela com o metrô. A empresa oferece um serviço de compartilhamento de bicicletas através de aplicativo, sem o uso de docas, assim não há necessidade de estações físicas para retirada e entrega de bicicletas. Ademais, a empresa Yellow é a responsável pelas bicicletas elétricas compartilhadas.

A cidade de São Paulo tem a primeira plataforma de compartilhamento de scooters do país: a Riba Share, que é um serviço de aluguel de scooters elétricas. O modelo é uma forma mais versátil e ecológica para enfrentar o trânsito intenso. O seu funcionamento é semelhante aos serviços de patinete elétrica e aluguel de bicicletas, através de desbloqueio usando um aplicativo próprio.

Box 9 - Rede Nacional para a Mobilidade de Baixo Carbono

Além das ações já apontadas no contexto nacional, vale ressaltar a iniciativa da Rede Nacional para a Mobilidade de Baixo Carbono, implementada pelo World Resources Institute Brasil – WRI Brasil e pela Frente Nacional de Prefeitos – FNP de vários municípios do Brasil, a saber: Niterói, Porto Alegre, João Pessoa, Campinas, Joinville, Salvador, São Paulo, Juiz de Fora, Recife e Fortaleza e Distrito Federal. Tal iniciativa tem como finalidade o desenvolvimento de projetos de Ruas Completas, que visam ao desenvolvimento urbano orientado para a mobilidade de baixo carbono. Em outras palavras, trata-se de construir cidades e espaços urbanos que priorizem os deslocamentos a pé e de bicicleta, que não emitem gases de efeito estufa. Não existe um modelo de rua completa ideal, cada uma evolui a partir de uma série de fatores locais que influenciam o desenho final, como tipos de usuários, uso do solo existente e planejado, desejos da comunidade e orçamento disponível.

Medellín

A cidade de Medellín desenvolveu o Plano Estratégico da Bicicleta de Medellín (PEBM), com o objetivo de promover o uso de bicicletas. O sistema de bicicletas públicas operado na cidade é o EnCicla. Tal sistema é financiado através de impostos ambientais. É gratuito para os usuários e a prefeitura subsidia cada viagem. Além disso, o EnCicla realiza uma

integração com as universidades e os transportes coletivos (como as estações de metrô), possibilitando o acesso aos locais mais importantes e populares da cidade.

Box 10 - NAMA como Política de Micromobilidade

A Colômbia foi pioneira na Ação Nacional de Mitigação para Transporte Ativo e Gerenciamento de Demanda (NAMA TAnDem). Uma das medidas deste programa é o estabelecimento de sistemas públicos de bicicleta conforme os planos urbanos de mobilidade sustentável das cidades (C40 CITIES, 2019).

Quito

A cidade de Quito foi a primeira na América Latina a ter o sistema de bicicletas elétricas compartilhadas. Este sistema público de bicicletas, conhecido como BiciQuito é uma alternativa econômica e ecológica para o transporte na cidade. Através deste programa a prefeitura oferece aos seus cidadãos e visitantes um sistema de empréstimo gratuito de bicicletas elétricas, para promover o uso diário deste modal.

BiciQuito tem 25 estações no centro e no norte da capital equatoriana que se localizam próximo a bancos, escritórios e universidades. Tal sistema conta com 700 bicicletas tradicionais e 300 bicicletas elétricas. Dos 1.700 dos deslocamentos diários realizados com o modal, 700 são feitos por bicicletas elétricas.

O BiciQuito é uma iniciativa que ainda apresenta grande potencial de expansão como alternativa de transporte sustentável. Suas principais contribuições são o atendimento gratuito e a economia de tempo nas viagens. As suas maiores limitações residem na ausência de uma cultura de respeito pelo ciclista, na baixa cobertura territorial do serviço, na indisponibilidade de bicicletas em algumas estações e, sobretudo, na sua limitada contribuição para diminuição dos usuários de automóveis particulares, em especial pelos preços baixos dos combustíveis.



A cidade de Montevidéu tem um sistema de aluguel público de bicicletas chamado de Moyete, que é composto por 8 estações. Além disso, a cidade apresenta 33 km de ciclovias e ciclo faixas.

3.2.4 América do Norte

Diversas cidades norte-americanas são referência na implementação de sistemas de compartilhamento de modais complementares, como o bikesharing. Além disso, é possível vislumbrar políticas voltadas para a adoção de bicicletas ou patinetes, eletrificados ou não, como meio de transporte alternativo.

Dentre as cidades que promoveram sistemas de bikesharing no país, destacam-se: (i) Washington, DC; (ii) Fargo, North Dakota e (iii) Minneapolis, Minnesota.

Washington, DC

Washington é um exemplo de cidade que promoveu a adesão ao uso de bicicletas para “commuters”. Ahillen, Mateo-Babiano e Corcoran (2015) reportam que o ciclismo urbano na capital norte-americana cresceu 172% entre 2000 e 2010, e muito disso se deve ao investimento público na infraestrutura para ciclistas. Em 2000, por exemplo, a cidade contava com 5km de ciclovias, número que aumentou para 81km em 2010. Já em 2012, eram 90 km de ciclovias e 91 km de ciclofaixas, e aproximadamente 2.300 bicicletários (AHILLEN; MATEO-BABIANO; CORCORAN, 2015).

Parte dessa infraestrutura é utilizada pelo sistema de bikesharing da cidade, o Capital Bikeshare, também chamado de CaBi. O sistema foi consorciado na região metropolitana da capital dos Estados Unidos, com cada distrito ou município sendo o detentor da propriedade das bicicletas, enquanto o sistema é operado por um parceiro privado, a Motivate LLC.

As estações possuem painéis de energia solar, e funcionam durante o ano todo. Para a instalação de uma estação, o local precisa receber mais de 4 horas diárias de luz solar. O programa se mantém pelas assinaturas, viagens únicas e patrocínio privado.

A localização próxima a saídas do metrô e pontos de ônibus aumenta a usabilidade, assim como em áreas turísticas e hotéis (DDOT, 2015). Cerca de 40% dos moradores da cidade possuem acesso a uma estação a 1 quarteirão ou menos (DDOT, 2015). Além disso, o aplicativo mostra a quantidade de dinheiro economizada em relação ao ônibus (DDOT, 2015).

Fargo, North Dakota

O Great Rides Bike Share, fundado em 2015 em Fargo, no estado North Dakota, tem um dos sistemas de bikesharing mais bem sucedidos dos EUA, ainda que pequeno (MATTSON E GODAVARTHY, 2017). O número de viagens por dia se equipara a sistemas de bikesharing de grandes cidades americanas: cada bicicleta faz em média 5,3 viagens por dia, o que representa 0,3 viagens a mais que o programa de Nova York e 2,12 vezes o de Washington (MATTSON E GODAVARTHY, 2017).

Mattson e Godavarthy (2017) destacam que a cidade, de 122 mil habitantes, tem uma população universitária de aproximadamente 12 mil, que são peças-chave no sucesso da iniciativa. O programa, desenvolvido pela North Dakota State University, é gerido por uma organização sem fins lucrativos, e recebe doações de fundos da universidade, sendo mantido também através de assinaturas e propagandas nas estações.

Alguns dos fatores que fazem o programa de Fargo um sucesso incluem a localização perto e dentro de campus universitários, facilidade de cadastro para universitários (a universidade faz um pré-cadastro de todos os alunos), topografia da cidade (plana), infraestrutura para ciclismo e o clima ameno (MATTSON E GODAVARTHY, 2017).

Minneapolis, Minnesota

Outro sistema de bikesharing bem-sucedido nos EUA é o Nice Ride Minnesota, que foi fundado em 2010 e atende as cidades de Minneapolis e Saint Paul, chamadas de “cidades gêmeas”.

O Nice Ride Minnesota iniciou-se como uma Organização sem fins lucrativos e, desde 2018, é operado por uma empresa privada, a Motivate, que também opera o sistema de

bikesharing de Washington. A cidade de Minneapolis e a Universidade do Minnesota também apoiam o programa. As estações possuem energia por painéis solares e ficam ativas entre abril e novembro, sendo removidas em novembro por conta do inverno pesado nas cidades.

Martin e Shaheen (2014) constataram que o Nice Ride foi responsável pelo aumento do número de usuários no transporte público – pela proximidade das estações das bicicletas com pontos de ônibus e estações de trem. Além disso, pesquisa realizada com 2.500 usuários do sistema revelou que 51% deles passaram a usar menos seus carros particulares, e 20% deles diminuíram a frequência com que utilizavam serviços de táxi (MARTIN; SHAHEEN, 2014).

O financiamento inicial do Nice Ride Minnesota foi proveniente de subsídios federais, através do Programa Piloto de Meios de Transporte Não-motorizados do Governo Federal, e de uma fonte patrocinadora (EPS, 2013). Nos três primeiros anos de operação, a Nice Ride Minnesota obteve lucro operacional, com 64% da sua receita advinda das assinaturas e taxas de utilização, e o restante de patrocínios e propagandas (que variam de grandes redes e marcas a escritórios locais), além de doações e eventos de angariação de fundos (EPS, 2013).

3.2.5 Ásia

Quanto às alternativas sustentáveis de duas rodas, algumas cidades asiáticas destacam-se pelos seus sistemas públicos de compartilhamento de bicicletas (*bike sharing*), apresentando características e propriedades diferentes que os levaram ao sucesso. Adicionalmente, dois países da região são notáveis pelas suas aquisições e investimentos nas opções elétricas de duas rodas, China e Índia. Ambos os países possuem uma considerável frota destes modais e apresentam-se como referência no continente.

Surat

A cidade indiana de Surat obteve grande sucesso na aplicação do seu Sistema Público de Bike-Sharing (PBSS) ao determinar que a densidade das estações deve ser suficiente para que o usuário chegue na origem ou destino de sua viagem através de 4 ou 5 minutos de caminhada. Para atingir esta meta a cidade aplicou um plano de 4 fases, que pode ser visualizado a seguir:

- i. áreas conectadas a grandes atrações e nódulos de produção;
- ii. áreas próximas às rotas de trânsito;
- iii. áreas de destaque como estradas muito utilizadas, túneis; e
- iv. disponibilidade de áreas para estações centrais e estações distribuídas

Calcutá

Ainda na Índia, a cidade de Calcutá é portadora de uma iniciativa de bike sharing chamada “PEDL”. Tal iniciativa começou em dezembro de 2017, utilizando um sistema sem estações fixas (“dockless”), com aproximadamente 200 bicicletas. O sistema foi operacionalizado e as bicicletas foram providenciados pela empresa privada Zoomcar.

No sistema, as bicicletas podem ser desbloqueadas via scan de QR code, cada bicicleta é rastreada em tempo real via GPS, possuem alarme de segurança e podem ser carregadas via energia solar. O PEDL foi pensado por autoridades governamentais locais que desejavam tornar partes de Calcutá em smart cities e a ação prática chave da esfera administrativa foi promover a visão de um sistema de bike sharing baseado na mobilidade inteligente e sustentável. Entretanto, o serviço foi descontinuado em 2019 devido a vários setores da sociedade possuírem percepções desfavoráveis à utilização do sistema como: percepção de uma inutilidade para seu cotidiano, ceticismo a respeito do conforto, diminuição de status em comparação a posse de um carro, e a sensação de falta de segurança. Desta forma, muitos preferiram usar o transporte público; caminhar ou usar a própria bicicleta.

China: Hangzhou

Um outro sistema de bike sharing em destaque está localizado na China, Hangzhou, um sistema considerado de 3a geração já que usa smart cards para check in e check out; bicicletas distinguíveis e rastreamento via radiofrequência. Uma de suas características é a separação nas ruas entre veículos motorizados e não motorizados, gratuidade na primeira hora de uso, câmeras nas estações e utilização de bicicletas com baixo custo para evitar roubos e vandalismo. (S. Shaheen et al. 2011. Pg 04).

Guangzhou, China

Além disso, outras cidades chinesas utilizam o PBSS integrado a outros modais de transporte público, como ciclovias para estações de metrô ou paradas de ônibus (BRT), configurando um sistema de 4a geração cujo exemplo chinês é a cidade de Guangzhou, lançada em junho de 2010, com 5.000 bicicletas e 113 estações. (S. Shaheen et al. 2011. Pg 03).

Kansai, Japão

Por fim, o sistema privado de bike-sharing chamado Ekirin-kun, presente na região de Kansai, Japão, é por regra ligado a estações ferroviárias e possui como destino locais de trabalho, áreas residenciais ou shoppings. As estações de bicicletas utilizam locais desocupados próximo às estações ferroviárias, reduzindo os custos enquanto incentiva a utilização destes modais. (Yasuo Tomita et al. 2016. Pg 3413).

3.3 Carros Elétricos

Com relação aos veículos elétricos, estes já existem desde o século XIX e chegaram a ser a maioria dos carros circulando nos Estados Unidos no início do século XX. A partir da expansão das cidades e da construção de uma infraestrutura rodoviária as interligando, foram necessários veículos com maior autonomia, resultando na diminuição da atratividade dos modelos elétricos.

A partir da crise do petróleo nos anos 1970, no entanto, estes veículos foram considerados como uma possível solução lidar com os aumentos do preço do petróleo. Além disso, a preocupação com as emissões de gases de efeito estufa marcada pelo Acordo de Paris, em 2015, levou a busca por outras soluções menos poluentes. (FONTAÍNHAS et al, 2016). A maior eficiência do motor elétrico e a diminuição da dependência de combustíveis fósseis também são motivações importantes para a sua aplicação.

No entanto, deve-se destacar a existência barreiras na introdução da mobilidade elétrica. Com relação aos veículos, vale destacar o alto custo das baterias e a falta de infraestrutura de recarga. Um grande desafio é a chamada ansiedade de alcance (em inglês, *range anxiety*), ou seja, a preocupação dos proprietários com a existência de estações de carregamento adequadamente distribuídas geograficamente. Além disso, estas estações devem ser compatíveis, isto porque existem diferentes modelos de veículos elétricos no mercado que não utilizam a mesma infraestrutura de recarga. Embora a eletrificação da mobilidade possa trazer muitos benefícios, desafios como sua menor autonomia e o tempo de carregamento das baterias devem ser considerados. Vale ressaltar que para que os veículos elétricos permitam reduções de emissões de gases de efeito estufa em grande escala, é preciso atentar-se para as fontes de geração de eletricidade. Assim, a integração entre veículos elétricos e fontes renováveis deve ser um ponto de foco nas políticas de incentivo.

É importante observar que a difusão de veículos elétricos está relacionada com a criação de uma infraestrutura não apenas de recarga assim como de manutenção. Assim, uma importante questão a ser destacada é o efeito-clube, quando a entrada de novos usuários melhora a satisfação dos indivíduos que utilizam determinada rede. Isto porque a adoção de veículos elétricos por um maior número de indivíduos estimula a criação de terminais de carga, uma vez que mais pessoas farão uso desta infraestrutura, assim como a ampliação desta infraestrutura incentiva a adoção desta tecnologia.

Tendo em vista os desafios imputados para a aplicação de veículos elétricos, políticas de fomentos são aplicadas para incentivar a sua adoção. Dentre as medidas mais populares, destacam-se: a isenção de taxas de consumo e venda; a construção de faixas exclusivas para a circulação desses veículos; a isenção de cobranças em pedágios e políticas para estacionamento mais brandas.

3.3.1 Europa



De forma abrangente, a liberalização dos modelos regulatórios europeus permitiu a implantação de vários modelos de mercados para a mobilidade elétrica. Assim na França, na Alemanha, na Espanha e na Dinamarca, os modelos de “mobilidade elétrica independente” foram implementados, ou seja, as infraestruturas de recarga públicas foram instaladas de maneira independente da distribuidora local e o fornecimento de energia para os postos de recarga se tornou um negócio competitivo. Do ponto de vista da distribuidora, os eletropostos são tratados como qualquer outro ponto de conexão à rede básica (LAFRANQUE, 2015).

Infraestrutura de Recarga: Portugal - Programa para a Mobilidade Elétrica MOBI.E

Em 2009, o governo de Portugal iniciou o Programa para a Mobilidade Elétrica MOBI.E buscando criar condições básicas para viabilizar a utilização e difusão dos carros elétricos no país.

Na primeira fase, chamada de fase piloto, foi planejada a implantação de uma infraestrutura mínima de 320 pontos de recarga de carros elétricos até o final de 2010, divididos entre 300 postos de carregamento normal (8 horas) e 20 postos de carregamento rápido (entre 20 e 30 minutos). A meta para o final de 2011 era de chegar até 1350 postos no país, com 1300 postos de recarga normal e 50 de recarga rápida. Buscava-se criar uma rede de recarga espalhada entre 25 municípios, englobando as principais capitais de distrito e as áreas metropolitanas de Lisboa e Porto, além das principais rodovias e estradas do país.

A Resolução nº 81/2009 identificou os diferentes espaços de recarga de carros elétricos e destacou o papel dos municípios para investir no desenvolvimento da rede de recarga nos espaços públicos. O Plano de Trabalho previa também incentivos financeiros e fiscais para facilitar a compra de carro elétrico. As segunda e terceira fase do Programa para a Mobilidade Elétrica foram chamadas de fases de crescimento e de consolidação respectivamente.

Na Resolução n.º 81/2009, o governo definiu pela primeira vez a tipologia dos atores envolvidos na estruturação da rede de recarga de carros elétricos, a fim de determinar e atribuir as diferentes responsabilidades no fomento desse novo paradigma tecnológico:

- i. Operador de ponto de carregamento: responsável pela instalação, manutenção e operação dos postos;
- ii. Comercializador de eletricidade para a mobilidade elétrica: comercializam energia elétrica para os utilizadores finais; e
- iii. Gestor da rede: efetua a gestão dos diversos fluxos – energéticos, financeiros, informativos – e assegura a acessibilidade da rede nacional de recarga a qualquer utilizador.

O modelo de mercado prevê a separação entre as atividades de comercialização de eletricidade para mobilidade elétrica e a operação técnica de pontos de carregamento. Para garantir o seu acesso à rede pública de recarga, o cliente deve contratar um dos comercializadores de energia para a mobilidade elétrica, cuja atividade é liberalizada. Este contrato garante o livre acesso do cliente a qualquer ponto da rede, de qualquer operador, e estabelece que o pagamento de uma recarga inclui o serviço de carregamento, a eletricidade e, quando aplicável, o estacionamento. O modelo de mercado implantado em Portugal prevê também uma livre concorrência entre os operadores de pontos de carregamentos. Cabe aos operadores técnicos de pontos de recarga a responsabilidade de garantir o livre acesso da sua rede para os consumidores de qualquer comercializadora. Por fim, a gestão dos fluxos energéticos e financeiros da rede é realizada pelo gestor da rede, agente central desse modelo de mercado, que funciona como uma plataforma clearing house (cujo foco é organizar o balanço energético e financeiro da rede de recarga entre os operadores de postos e os provedores de serviço de mobilidade). Dessa forma, procura-se garantir de maneira transparente a livre concorrência entre os diferentes agentes atuando no mercado (LAFRANQUE, 2015).

Noruega

A Noruega se destaca como o país com o maior *market share* de veículos elétricos do mundo. Para alcançar esta marca, o país adotou políticas de incentivo a adoção de

veículos elétricos especialmente direcionadas a ampliação do mercado interno, fomentando assim a indústria local. Desde 1990, a Noruega mantém políticas voltadas para o estímulo ao consumo e a combinação de incentivos fiscais (subsídios e redução de taxas) e não fiscais (estacionamento gratuito, isenção de pedágios, permissão para transitar na faixa de ônibus).

Em 1991, o governo promulgou a isenção do imposto sobre a compra, uma ação muito importante devido ao valor alto desses impostos quando aplicado aos veículos convencionais. Os impostos são calculados a partir do peso do veículo, da potência do motor e das emissões. Já em 1996, diminuiu-se o valor de licenciamento anual do veículo, vigente até 2004 e, em 1997, ocorreu a isenção da taxa de pedágios. Em 1999, implementou-se o estacionamento gratuito para esse tipo de veículo. A partir do início dos anos 2000 outras medidas foram adotadas, tais como: a redução de 50% do imposto sobre a compra de veículos de frotas corporativas (2001), a isenção do pagamento do VAT, que incide em 25% sobre o preço de compra do veículo (2001), a habilitação dos carros elétricos para transitar nas faixas destinadas exclusivamente para ônibus na cidade de Oslo (2003). É importante observar que, em 2015, o sucesso dessa última medida levou o parlamento norueguês a deliberar aos poderes locais a faculdade de decidir sobre o uso das vias públicas e os estacionamentos, além da redução dos incentivos fiscais para estes veículos (CONSONI et al., 2018).

Ademais, entre 2009 e 2010, o governo norueguês disponibilizou suporte financeiro de aproximadamente 6 milhões de euros para a instalação de estações de recarga por todo o país. A ampliação da infraestrutura de carregamento tem sido feita de maneira conjunta pela Enova, empresa pública que compreende o antigo órgão governamental norueguês Transnova, financiada pelo Fundo de Energia pública e supervisionada pelo Ministério do Petróleo e Energia, e por iniciativas locais privadas. Ressalta-se o esforço para implementar estações de carregamento rápido nas principais vias transnacionais, que têm efeito direto no uso dos VEs em escala nacional, pois reduzem *a range anxiety*, entendida como a insegurança quanto à possível falta de combustível.

3.3.2 América do Sul

Brasília

Em Brasília, com o apoio da Renault, WEG, Parque Tecnológico de Itaipu e Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI, desde 2019, existe o Projeto Piloto VEM-DF (Veículo para a Eletromobilidade), que tem por objetivo o compartilhamento de veículos elétricos para frotas públicas do Governo do Distrito Federal, composto por 16 carros elétricos da Renault-Twizy, atendendo funcionários públicos previamente cadastrados, incluindo a instalação de 35 pontos de recarga da empresa WEG, podendo ser utilizados de forma gratuita por outras montadoras. Os carros podem ser desbloqueados com cartões dos funcionários (porém são ligados a chave) e utilizados em deslocamentos a serviço. Os veículos são administrados pelo aplicativo MoVE, que permite monitorar a bateria e medir a quantidade de emissão de gases do efeito estufa. A autonomia dos veículos é de até 100 Km e a velocidade de até 80 Km/h.

Rio de Janeiro

O Programa Táxi Elétrico da cidade do Rio de Janeiro, vigente no período entre 2013 e 2018, em parceria com a empresa Nissan e a Petrobras Distribuidora, tinha por objetivo geral o empréstimo em contrato de comodato de 50 veículos elétricos (que não emitem poluentes e não fazem barulho), com o objetivo final de usar veículos elétricos em táxis, divulgar a marca e a tecnologia elétrica na cidade do Rio de Janeiro. O modelo de táxi elétrico Nissan LEAF, tem autonomia de 160 km, tem módulo de 24 baterias íon-lítio que podem ser recarregados em carregadores domésticos em até 8 horas, ou também em 20 minutos através de carregadores rápidos (Quick Chargers). Tudo isso para atender as demandas impostas pela mobilidade urbana sustentável, por meio do incentivo a utilização de tecnologias limpas e de baixa emissão de carbono.

Os táxis elétricos contavam com dois postos Petrobras para realizarem uma recarga rápida na bateria: o Posto do Futuro, na Barra da Tijuca, e o Posto Escola da Lagoa, na Lagoa Rodrigo de Freitas, onde tudo é feito em 30 minutos. A Petrobras Distribuidora não cobrava pela energia, apenas pelo serviço.



O Chile apresentou duas grandes iniciativas para incentivar a eletrificação de sua frota de taxis, o Programa de Renovação de Táxis e o “Meu Programa de Taxi Elétrico”. O primeiro, oferece uma estrutura de financiamento para a renovação de táxis, inclusive para a aquisição de veículos elétricos e híbridos. Em 2019, três quartos das regiões do Chile abriram chamadas para proprietários de táxis se inscreverem e se beneficiarem de tal política.

No início de 2021, o segundo programa foi lançado, tendo como objetivo ampliar a frota de taxis elétricos. Tal iniciativa incluiu licitação para a aquisição de veículos e subsídios para a compra e instalação dos carros e carregadores elétricos domésticos. A empresa BYD ganhou a licitação e ficou responsável pelo fornecimento de 50 táxis 100% elétricos, o BYD e5, cuja autonomia permite viajar até 400 Km com uma única carga. Os participantes do programa são atraídos pelo cofinanciamento de até US\$ 11.000 e redução de custos provenientes da manutenção e redução de gastos com combustível, que podem alcançar até 70%.

Com objetivos ainda mais amplos, o país possui um programa para fomentar a eletrificação de todos os seus veículos, o Rota Energética 2018-2022. Esta iniciativa possui a meta de aumentar o número existente de carros elétricos em dez vezes até 2022 em comparação com 2017 (2.430 unidades até 2022).

Bogotá

Em 2013, a cidade de Bogotá lançou uma iniciativa para criar a maior frota de táxis elétricos das Américas. Esta ambiciosa iniciativa é o resultado de um projeto conjunto com o C40 Cities Climate Leadership Group, uma rede global de megacidades comprometidas com a mudança climática. A parceria culminou no lançamento de um piloto de 50 táxis elétricos. Este projeto faz parte do projeto nacional de Biotaxis da Colômbia - uma iniciativa para substituir os táxis por modelos mais ecológicos, e sua aplicação é um símbolo do compromisso de Bogotá em combater as emissões provenientes dos veículos.

Em comparação com todas as outras formas de transporte em Bogotá, os táxis são responsáveis pela maior parte das emissões de CO₂ por passageiro na cidade. Por causa de sua alta utilização, eles apresentam: alto desgaste, manutenção cara e custos de combustível significativos. Os Biotaxis elétricos estão colhendo benefícios significativos em Bogotá. Tendo rodado mais de 1 milhão de quilômetros, os veículos elétricos estão obtendo em média 57% menos custos de manutenção em comparação a seus pares movidos a gasolina ou gás natural comprimido (GNC). Além disso, a BioTaxis está produzindo 60% menos emissões de gases de efeito estufa do que os táxis a gasolina e 49% menos do que os táxis GNC.

3.3.3 América do Norte

Na busca da eletrificação de sua frota, Estados Unidos e Canadá vêm promovendo políticas para adoção de carros elétricos. A revisão da literatura aponta que as iniciativas se concentram na adoção de incentivos fiscais e facilidade de acesso a veículos desta natureza. Suas experiências têm apresentado resultados expressivos na mudança de perfil desses modais nas suas cidades.

De acordo com modelo criado por Weea, Coffmanb e La Croix (2018) com dados dos 50 estados americanos, os subsídios, o preço da gasolina e o preço da eletricidade afetam a decisão de comprar um veículo elétrico. Dentre os fatores analisados pelos autores, os incentivos monetários aparecem como o principal fator para esta tomada de decisão. Estas evidências são reforçadas por HARDMAN (2019), que identificou um aumento de 5 a 11% no número de novos veículos elétricos (dependendo do estado), relacionados a cada aumento de \$1.000 em subsídios.

Outra medida de incentivo é a permissão de acesso dos veículos elétricos às faixas especiais de trânsito. De acordo com Jenn, Springel e Gopal (2018), esta ação está relacionada a um aumento de 4,7% desses veículos nas vias especiais.



Os incentivos monetários possuem maior relevância para a adesão aos veículos elétricos. Outros incentivos como o acesso às vias especiais se tornam relevantes em locais de grande congestionamento. A evidência é a Califórnia, onde veículos elétricos têm autorização para circular em faixas dedicadas. No âmbito nacional, o Estado é o mais bem-sucedido na eletrificação da sua frota, sendo responsável por aproximadamente metade de todos os veículos elétricos vendidos no país (LAEDC, 2020).

25 a 50% dos compradores de veículos elétricos relatam a autorização de acesso à faixas especiais como uma das razões que os motivaram a comprar um veículo elétrico. A existência de postos gratuitos de recarga no local de trabalho ou em prédios empresariais também contribuem para o aumento de vendas. Alguns outros incentivos como descontos ou gratuidade em estacionamentos (públicos ou não), não parecem ter impacto nas vendas ou preferências.

Los Angeles

A Divisão de Desenvolvimento Econômico de Los Angeles, o Departamento de Água e Energia e o Departamento de Trânsito do condado se destacam no cumprimento de metas para a eletrificação de veículos e mobilidade sustentável. O condado de Los Angeles também possui planos robustos para melhorar a infraestrutura de recarga: hoje são 42.000 pontos para recarga de veículos elétricos, dos quais 1.000 são operados pelo governo local, com a meta de elevar esse número para 15.000 até 2035 (LAEDC, 2020).

A cidade é responsável por mais da metade de todos os pedidos de restituição pela compra de veículos elétricos presentes no estado da Califórnia, um incentivo dado pelo governo estadual (LAEDC, 2020). O subsídio local de até US\$4.000 dólares para cada comprador de veículos elétricos, que se somam a benefícios estaduais e federais, colocaram a cidade como uma das líderes na transição para veículos elétricos (LAEDC, 2020). Incentivos como autorização para circular em vias exclusivas em uma cidade com trânsito caótico também são relevantes para que novos cidadãos troquem seus veículos por opções elétricas (LAEDC, 2020).

O Canadá vem obtendo relativo sucesso na implementação de políticas para eletrificação de carros. Existem muitos incentivos fiscais que vão de restituições generosas a descontos em impostos, podendo na maioria das vezes acumular com outros incentivos locais.

Azrafshar e Vermeulen (2020) investigaram o impacto dos incentivos fiscais na venda de veículos elétricos no Canadá, e constataram que a sua aplicação é relevante para o aumento das vendas destes veículos. A pesquisa executada nas cidades de Ontário, Quebec e British Columbia, apontou que a cada \$1000 dólares canadenses em incentivos existe um aumento de *market share* na venda dos veículos elétricos, no montante que varia de 5% a 35%. (AZARAFSHAR; VERMEULEN, 2020).

3.4 Car Sharing

O compartilhamento de automóveis tem como princípio básico proporcionar aos usuários todos os benefícios de um carro particular, sem que haja a necessidade de sua posse. Isto se deve a baixa taxa de utilização de veículos particulares, que ficam inutilizados por cerca de 95% do tempo. Desta forma, seu compartilhamento pode aumentar a eficiência do seu uso, ao fazer com que os consumidores deixem de comprar o veículo, em prol da compra do seu serviço (FRAIBERGER; SUNDARARAJAN, 2015).

A exploração deste modelo de mobilidade pode ocorrer de duas formas. No modelo de compartilhamento business-to-peer (B2P), o usuário paga uma taxa de adesão para acessar o veículo quando desejar, ainda que sujeito a disponibilidade, podendo também optar pelo sistema de aluguel por hora utilizada. Outra forma de compartilhamento de veículos ocorre através do modelo peer-to-peer (P2P), no qual os proprietários podem alugar seu próprio carro, o fazendo de acordo com suas disponibilidades de horário e escolhendo potenciais usuários. Neste último modelo, os proprietários são remunerados por meio de um percentual do valor do aluguel, sendo a plataforma comissionada pela intermediação (SCHOR, 2015).

Além dos modelos de compartilhamento voltados à locação de veículos, é possível vislumbrar também o avanço de compartilhamento P2P, que conecta passageiros a

motoristas de carros particulares, onde a cobrança das corridas é realizada através de um aplicativo para smartphones da empresa que fornece o serviço. Esse modelo se iniciou em 2009, com o lançamento da plataforma da empresa norte-americana Uber. Vale observar que a Uber se define como uma empresa de tecnologia, não de transporte e, em seu modelo de negócio, os motoristas se cadastram juntamente com seu carro e se tornam parceiros da empresa, e por meio do aplicativo Uber são conectados aos passageiros. É preciso destacar que, por deslocar passageiros que utilizariam transporte público, o compartilhamento via UBER pode não consistir em alternativa ambientalmente sustentável.

A digitalização e o acesso à internet apresentam-se como grandes responsáveis pelo avanço desses modelos de mobilidade. A tendência deste mercado é de crescimento, tendo efeito direto na demanda por veículos individuais. Espera-se que, até 2030, as vendas de veículos desta natureza sejam reduzidas em pelo menos 10% devido ao maior uso do compartilhamento (MCKINSEY, 2016a).

3.4.1 Europa

Carsharing: França – Autolib'

O projeto Autolib', cujo nome é uma composição entre o termo “automóvel” e “liberdade” teve início em 2011. A empresa oferecia um serviço de locação de veículos elétricos na capital francesa e nos municípios vizinhos, cujo objetivo era de instalar uma rede de 1.000 estações de recarga e de 3.000 carros elétricos. Antes do projeto Autolib' ser implementado, algumas entrevistas foram realizadas com os parisienses para avaliar as expectativas dos potenciais consumidores sobre o futuro serviço e 45% dos entrevistados morando em Paris ou na região suburbana demonstraram interesse pelo projeto Autolib', dos quais 56% já possuíam um carro (KAPLAN, 2011 apud LAFRANQUE, 2015). O público-alvo, majoritariamente jovem, declarou que Autolib' iria mudar sua maneira de abordar a mobilidade. Por outro lado, 31% dos parisienses que manifestou um interesse pela Autolib' na época se declarou propenso a deixar de utilizar seu veículo particular. Esses elementos sustentam a ideia que um modelo de negócios

inovador combinando o veículo elétrico com uma oferta orientada para o serviço pode constituir uma alternativa viável ao paradigma da mobilidade particular.

Do ponto de visto técnico, a quase totalidade dos trajetos podia ser cumprida pelo carro elétrico da empresa, que possuía uma autonomia de 250 km em condições urbanas. Isso significava que o consumidor pode ir do Norte até o Sul da capital usando apenas 15% da bateria do carro elétrico. Além disso, vale notar que os carros da capital francesa ficam estacionados mais de 90% do tempo, tornando o serviço de mobilidade mais interessante que a própria posse de um carro particular (LAFRANQUE, 2015).

O projeto Autolib' foi iniciado em julho de 2008, quando a cidade de Paris se juntou com 25 cidades da metrópole parisiense para criar o sindicato misto Autolib' (que mudou de nome em 2013 para Autolib' Métropole) e foi lançada uma licitação para escolher a empresa gerenciadora do projeto Autolib'. O grupo Bolloré foi eleito entre 6 empresas como prestador de serviços para gerenciar a Autolib' até o ano de 2023 e assegurar um serviço público de mobilidade elétrica para os parisienses e os habitantes das cidades participantes do projeto. Cabe destacar que Bolloré foi escolhido na época porque foi a única empresa propondo uma solução verticalmente integrada carregando o serviço Autolib' como um todo, desde o veículo e a infraestrutura de recarga, até a contratação do serviço com o consumidor final (WEILLER, 2012 *apud* LAFRANQUE, 2015).

O modelo de negócios desenvolvido pela Autolib' foi elaborado em cima de um modelo de mercado “mobilidade elétrica independente”, onde o provedor de serviço de mobilidade instala e opera sua rede de recarga, independentemente da distribuidora, além de gerenciar a venda de energia para a mobilidade elétrica. É preciso ressaltar que a Autolib' ia além do provedor de serviço, dado que sua proposta integrava o veículo (junto com a bateria), o estacionamento e a recarga, assim como outros serviços de seguro, manutenção e reparações, e informações sobre a localização dos postos.

O Autolib' foi rapidamente adotado pelos parisienses que precisavam eventualmente de um carro, mas não querem ou não podem adquiri-lo, pois, seu serviço é mais barato que serviços como Uber ou táxis (LAFRANQUE, 2015).

Apesar da empresa francesa Bolloré ter a concessão da prefeitura de Paris para explorar o serviço até 2023, após mais de seis anos de atividade, o serviço foi encerrado em 2018 por ser considerado inviável financeiramente (MENDES, 2018).

Carsharing: Ulm (Alemanha) - Car2go

A empresa car2go opera em Ulm, Alemanha, desde abril de 2009. O car2go é totalmente flexível nas dimensões espacial, temporal e financeira. A frota flutuante consiste em 200 carros idênticos que podem ser levados e deixados em qualquer ponto dentro da área da cidade. Assim, ao contrário dos sistemas tradicionais de compartilhamento de carros, viagens de ida são possíveis. A reserva do veículo pode ser feita com antecedência, mas não é obrigatória. São disponibilizadas as informações em tempo real sobre a posição dos veículos disponíveis, juntamente com o seu nível de combustível, seu estado de limpeza interior e exterior por aplicativo para smartphone e na internet. Os usuários registrados podem abrir qualquer car2go com um chip de identificação por radiofrequência (RFID) colados na carteira de habilitação. O carro então solicita a introdução obrigatória de um PIN pessoal e a validação do seu estado de limpeza. No caso de danos não detectados anteriormente, o car2go liga automaticamente para o suporte ao cliente.

Há um preço por minuto, sem discriminações de preço com base em uma data, hora ou características do usuário, e sem uma cobrança separada pelos quilômetros rodados. Não existem custos fixos, como taxa de reserva, duração mínima do aluguel, uso mínimo mensal ou taxa base mensal (FIRNKORN; MÜLLER, 2011).

Alemanha

Na Alemanha, o financiamento para infraestrutura de recarga de VEs baseia-se principalmente em parcerias público-privadas. Destaca-se o programa International Showcase of Electric Mobility, desenvolvido em algumas regiões da Alemanha. EM Berlim-Brandenburgo foram introduzidos cerca de 30 projetos, mais de 100 parceiros e financiamento de cerca de € 90 milhões. Estes projetos tem como objetivo incentivar veículos elétricos e bicicletas elétricas de quase todos os fabricantes. Destaca-se o incentivo ao e-carsharing, com uma frota de mais de 400 veículos elétricos (CONSONI et al., 2018).

3.4.2 América do Sul

Fortaleza

Desde 2016, a prefeitura de Fortaleza, com o apoio da Serttel e da Mobilicidade e Hapvida, oferece o sistema de Veículo Ativo para Mobilidade – VAMO, que é o primeiro sistema público de carros 100 % elétricos compartilhados no Brasil. O sistema VAMO é coordenado pela Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos – SCSP, através Plano de Ações Imediatas de Transporte e Trânsito – PAITT. A ideia é que o VAMO também incentive a carona, promovendo assim o consumo colaborativo e compartilhado. Ademais, não há custo para a prefeitura no que diz respeito à aquisição e manutenção desses veículos, já que a empresa Serttel é a responsável por implantar, operar e dar manutenção ao sistema de carros elétricos compartilhados, e a empresa Hapvida Saúde é a patrocinadora do VAMO.

Vale ressaltar que cada carro compartilhado evita entre 6 e 9 carros particulares. Em relação a política tarifária, há uma redução do valor no passe mensal para usuários do Bilhete Único, assim como consta no modelo vigente de integração usados no transporte coletivo da cidade.

Curitiba

A segunda fase do Projeto Curitiba Ecoelétrico, projeto previamente explicado na seção 3.1.3, prevê em sua segunda fase, estudos com o objetivo de implementar soluções de compartilhamento (*sharing*) de aluguel de carros e bicicletas voltadas ao mercado corporativo e aos serviços de interesse público. Além disso, a implementação de um sistema de *carsharing* baseado em um contrato de comodato (ICLEI – Brasil; Fundação Konrad Adenauer, 2014).

3.4.3 Ásia

A China possui um mercado de *carsharing* em estágios iniciais de desenvolvimento. Atualmente, o compartilhamento de carros está em crise no país, sendo a redução da

venda de automóveis, falência das plataformas de negócios e a rejeição dos consumidores, alguns dos principais problemas encontrados neste mercado (Zi, Lan et al. 2020. Pg 02).

Da mesma forma, na Índia, os serviços de aluguel e compartilhamentos de carros ainda não alcançou sucesso. Ambas as soluções são incentivadas através da intervenção estatal que impõe regras de estacionamento rígidas e pelos custos dos seguros, mas a insatisfação dos clientes com o serviço não permite sua expansão. Neste cenário, os conhecidos táxis indianos estão perdendo espaço frente às novas opções de mobilidade como Uber e “Ola”, resultando em uma transição ainda em aberto. (I. Narsaria, et al. 2020. Pg 833).

Quanto aos táxis elétricos, a Coréia do Sul possui uma certa frota de táxis elétricos, mas sua utilização não é amplamente difundida devido a problemas relacionados a estes modais, como: baixa performance; ausência de políticas de incentivo ou subsídios; tempo e infraestrutura de carregamento (J. Kim et al. 2017. Pg 84).

Por fim, o Japão parece estar ainda prematuro em relação ao compartilhamento de carros bem como ao emprego de veículos elétricos, embora exista um histórico com o transporte via bicicleta, com a utilização do modal ferroviário e, sua população mais jovem esteja conectada às questões ambientais (Y. Tran et al. 2020. Pg 5).



50 hybrid buses for Melbourne, deliveries have begun. CDC Victoria to roll out them all by 2022. **Sustainable Bus**, 10 de abr. de 2019. Disponível em: <https://www.sustainablebus.com/hybrid-bus/50-hybrid-buses-for-melbourne-deliveries-have-begun-cdc-victoria-to-roll-out-them-all-by-2022/>. Acesso em: 18/05/2021.

AHILLEN, M.; MATEO-BABIANO, D.; CORCORAN, J. The Dynamics of Bike-Sharing in Washington, D.C. and Brisbane, Australia: Implications for Policy and Planning. **International Journal of Sustainable Transportation**, 6 jan. 2015.

Autolib': Paris abandona locação de carros elétricos e adota patinetes. **RFI**, 22 de jun. de 2018. Disponível em: <<https://www.rfi.fr/br/franca/20180622-autolib-paris-abandona-locação-de-carros-eletricos-e-adota-patinetes-0>>. Acesso em: 04/05/2021.

AZARAFSHAR, R.; VERMEULEN, W. Electric vehicle incentive policies in Canadian provinces. **Energy Economics**, v. 91, 2020.

Battery ebuses are not enough. Qbuzz will operate also 20 Van Hool fuel cell buses. **Sustainable Bus**, 25 de jul. de 2019. Disponível em: <<https://www.sustainablebus.com/news/battery-ebuses-are-not-enough-qbuzz-will-operate-also-20-van-hool-fuel-cell-buses/>>. Acesso em: 03/05/2021.

BERLIN, A., ZHANG, X., CHEN, Y. Case Study: Electric buses in Shenzhen, China **World Bank, Shenzhen Bus Group, UC Davis**, China Development Institute (forthcoming): The Electrification of Public Transport – a Case Study of Shenzhen Bus Group, 2020.

BIELIŃSKI, T; WAŻNA, A. 2020. Electric Scooter Sharing and Bike Sharing User Behaviour and Characteristics. **Sustainability**, MDPI, Open Access Journal, vol. 12(22), 2020.

CALSTART. Zeroing on zebs: 2020 edition. **CALSTART**, 2020.

CLEAR ENERGY CANADA. **Will Canada Miss the Bus?** 2019. Disponível em:https://diariodotransporte.com.br/wpcontent/uploads/2019/03/Report_TER2019_Ebuses.pdf. Acesso em: 05 de junho de 2021.

CHUNG, E.; HOPTON, A.; REID, T. What cities can learn from the biggest battery-powered electric bus fleet in North America: Electrification of transit will require time to overcome challenges. **CBC News**, 2 dez. 2020. Disponível em: <https://www.cbc.ca/news/technology/electric-buses-transit-1.5823166>. Acesso em: 25 abr. 2021.

CONSONI, F. L. et al. Estudo de Governança e Políticas Públicas para Veículos Elétricos. **Projeto Sistemas de Propulsão Eficiente – PROMOB-e (Projeto de Cooperação Técnica bilateral entre a Secretaria de Desenvolvimento e Competitividade**

Industrial – SDCI/MDIC e a Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável (GIZ), p. 124, 2018.

DDOT. DC Capital Bikeshare Development Plan. **DDOT – The District Department of Transit**, 2015.

EMT Madrid takes over 30 BYD e-buses. **Sustainable Bus**, 25 de mai. de 2021. Disponível em: <<https://www.sustainable-bus.com/news/emt-madrid-takes-over-30-byd-e-buses/>>. Acesso em 03/06/2021.

EPS - Economic & Planning Systems, Inc. Sacramento Bike Share Business Plan - Technical Working Paper #3: Operating Costs, Funding Options, and Business Model. **Sacramento Metropolitan Air Quality Management District (SMAQMD)**, 2013.

ETIENNE, C.; LATIFA, O. Model-based count series clustering for bike sharing system usage mining: A case study with the vélib' system of Paris. **ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology**, v. 5, n. 3, p. 1–21, 2014.

FENG, Y.; AFFONSO, R. C.; ZOLGHADRI, M. Analysis of bike sharing system by clustering: the Vélib' case. **IFAC-PapersOnLine**, v. 50, n. 1, p. 12422–12427, 2017.

FIRNKORN, J.; MÜLLER, M. What will be the environmental effects of new *free-floating* car-sharing systems? The case of car2go in Ulm. **Ecological Economics**, v. 70, n. 8, p. 1519–1528, 2011.

GRANGEIA, C.; SANTOS, L.; CASTRO, B. Mobilidade elétrica nos Estados Unidos no contexto da COVID-19 e do novo Plano de Energia do Governo Biden. Disponível em: <http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/09_castro285.pdf>. Acesso em: 05 de junho de 2021.

Groningen Drenthe concession is an example for the rest of Europe. **EBUSCO**, 15 de dez. de 2020. Disponível em: <<https://www.ebusco.com/concession-groningen-drenthe-is-an-example-for-the-rest-of-europe/>>. Acesso em: 12/03/2021.

HARDMAN, S. Understanding the impact of reoccurring and non-financial incentives on plug-in electric vehicle adoption – A review. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 119, p. 1-14, 2019.

HOLLAND, S. P.; MANSUR, E.T.; MULLER, N.Z.; YATES, A.J. The environmental benefits of transportation electrification: Urban buses. **Energy Policy**, v. 148, 2021.

HORROX, J.; CASALE, M. Electric buses in America: Lessons from cities pioneering clean transportation. **U.S. PIRG Education Fund**, 2019.

HOUBBADI, A. et al. Overview of Electric Buses deployment and its challenges related to the charging, The case study of TRANSDEV. **32nd Electric Vehicle Symposium (EVS32)**, 2019.

Isha Narsaria , Meghna Verma , Ashish Verma. Measuring satisfaction of rental car services in India for policy lessons. **Case Studies on Transport Policy**. V. 8. Pg 832–838. 2020

JENN, A.; SPRINGEL, K.; GOPAL, A. Effectiveness of electric vehicle incentives in the United States. **Energy Policy**, v. 119, p. 349-356, 2018.

Keolis launches electric BRT line in French Basque Country. **Sustainable Bus**, 10 de set. de 2019. Disponível em: <<https://www.sustainable-bus.com/news/keolis-launches-electric-brt-line-in-french-basque-country/>>. Acesso em: 20/04/2021.

Kim, J.; Lee, S; Kim, K. S. A study on the activation plan of electric taxi in Seoul. / **Journal of Cleaner Production**. V. 146. Pg 83-93. 2017.

KLEIN, E.; LANTZ, M. Evaluation of Electric Bus Adoption in Sweden. 2019.

LAA, B.; EMBERGER, G. Bike sharing: Regulatory options for conflicting interests – Case study Vienna. **Transport Policy**, v. 98, p. 148–157, 2020.

LADOT. LADOT Transit Zero-Emission Bus Rollout Plan. **L.A. Department of Transit**, 2020.

LAFRANQUE, A. **A Emergência de Modelos de Negócios Inovadores para Apoiar o Desenvolvimento da Eletrificação Veicular**. Dissertação de Mestrado, Programa de Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

LAEDC. Energizing an Ecosystem: The Electric Mobility Revolution in Southern California. **The Los Angeles County Economic Development Corporation - LAEDC**, 2020. Disponível em: <https://laedc.org/wp-content/uploads/2020/03/EV_Report_Digital_FINAL_Single_Page.pdf>. Acesso em 23/04/2021.

LAKER, L. Milan announces ambitious scheme to reduce car use after lockdown. **The Guardian**, p. 1–6, 2020.

LI, X.; CASTELLANOS, S.; MAASSEN, A. Emerging trends and innovations for electric bus adoption - a comparative case study of contracting and financing of 22 cities in the Americas, Asia-Pacific and Europe. **Research in Transportation Economics**, v. 69, p. 470-481, 2018

LIPOVSKY, C. *Free-floating* electric scooters: representation in French mainstream media. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 0, n. 0, p. 1–10, 2020.

M-K. Kim; O. Jeesun; P. J.-Hyun; J. Changlim. Perceived value and adoption intention for electric vehicles in Korea: Moderating effects of environmental traits and government supports. **Energy**. V. 159. Pg 799-809. 2018.

Patel, S. J.; Patel, C. R; Joshi, G. J. Planning of Public Bicycle (Bike) Sharing System (PBSS): A Case Study of Surat City. **Transportation Research Procedia**. V. 48. Pg 2251–2261. 2020.

Qbuzz to launch 164 electric buses in Groningen Drenthe concession, charged by Heliox. **Sustainable Bus**, 3 de dez. de 2019. Disponível em <<https://www.sustainablebus.com/news/chronoplus-e-brt-keolis-bayonne-tarnos/>>. Acesso em: 05/04/2021

ROUAUD, C. **Best Practices of Sustainable Urban Transport**. n. August, 2016.

SISTEMAS DE BICICLETAS COMPARTILHADAS NA AMÉRICA LATINA. Relatório Anual. 2019. Plataforma Latino-americana de Sistemas de Bicicletas Públcas e Compartilhadas. Disponível em: https://labiks.org/wp-content/uploads/2021/01/LatinoSBP_Relatorio_2019_PT.pdf. Acesso em: 05 de junho de 2021.

SHAHEEN, S; ZHANG, H; MARTIN, EGUZMAN, S. HANGZHOU. Public Bicycle: Understanding Early Adoption and Behavioral Response to Bikesharing in Hangzhou, China. **Transportation Record Journal of the Transportation Research Board**. V. 11-3041. Pg 1-16. 2011.

MÁTRAI, T; JÁNOS, T. Comparative assessment of public bike sharing systems. **Transportation Research Procedia**. V. 14. Pg 2344 – 2351. 2016

The City of Busan to Introduce 500 Fuel Cell Electric Buses by 2030. **Busan Metropolitan City**, 10 de jun. de 2020. Disponível em: <<https://english.busan.go.kr/bsnews01/1459259>>. Acesso em: 02/02/2021.

TERI. Successful Operation of Electric Bus Fleet – “A Case Study of Kolkata” **New Delhi: The Energy and Resources Institute**, 2020.

TRAN, Y; YAMAMOTO, T; SATO, H. On the reciprocal relationship between environmental concerns and car use: Evidence from Nagoya, Japan. **Asian Transport Studies**. V. 6. Pg 1-7. 2020.

WEEA, S.; COFFMANB, M.; LA CROIX, S. Do electric vehicle incentives matter? Evidence from the 50 U.S. states. **Research Policy**, v. 47, p. 1601-1610, 2018.

WRI (org.). How to enable electric bus adoption in cities worldwide: A Guiding Report for City Transit Agencies and Bus Operating Entities. **World Resources Institute**, 2019.

WRI (World Resources Institute). **How to Enable Electric Bus Adoption in Cities Worldwide: A Guiding Report for City Transit Agencies and Bus Operating Entities**. Pg 1-62. Washington, DC. EUA. 2019

Yasuo Tomita e Akihiko Nakayama. Demand and cost structure analyses on Japanese successful bicycle sharing system called “Ekirin-kun” to install cycle ports at railway stations. **Transportation Research Procedia**. V. 25. Pg 3412–3420. 2017.



Zan Li, Fuquan Zhao, Zongwei Liu. A Study of Car Sharing in China Based on Evaluation Index System. **MATEC Web of Conferences**. V. 325. Pg 1-7. 2020.