



Impactos de sistemas de compartilhamento de bicicletas e patinetes elétricos: Caracterização do desafio



Produto elaborado para:

PROMOB-e

Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Impactos de sistemas de compartilhamento de bicicletas e patinetes elétricos:

Caracterização do desafio

Elaborado por:
NOVI

Autores:

Caroline Marques Leal Jorge Santos

Lucas Lara de Paula Leite Novaes

Luiz Eduardo Rocha Corrêa Rielli (Organizador)

Sonia Karin Chapman

Brasília, março de 2019

EXPEDIENTE

Produto Elaborado para:

PROMOB-e

Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Elaborado por:

NOVI SOLUCOES SOCIOAMBIENTAIS LTDA

Autores:

Caroline Marques Leal Jorge Santos
Lucas Lara de Paula Leite Novaes
Luiz Eduardo Rocha Corrêa Rielli (Org.)
Sonia Karin Chapman

Esse documento foi elaborado no âmbito do projeto Projeto DKTI – Sistemas de propulsão eficiente – PROMOB-e (PN 15.2127.7-001.00), resultado de uma articulação bilateral entre os governos do Brasil e da Alemanha. O projeto "Avaliação de impactos e oportunidades ambientais, sociais e econômicos das baterias de bicicletas e patinetes elétricos utilizados em sistemas de compartilhamento no mercado brasileiro" envolve diretamente a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, agência executora da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, bem como outros parceiros institucionais. A GIZ e seus parceiros agradecem o apoio da Tembici no desenvolvimento das atividades.

Coordenação:

Jens Giersdorf (GIZ)
Fernando Fontes, Assessor Técnico (GIZ)
Luiz Eduardo Rocha Corrêa Rielli, Diretor-Executivo (NOVI)

Brasília, Março de 2019.



Por meio da:



MINISTÉRIO DA
ECONOMIA



CONTEÚDO

Esse relatório apresenta diagnóstico inicial do mercado brasileiro de sistemas de compartilhamento de bicicletas e patinetes elétricos. Identifica e explora os impactos e oportunidades ambientais e sociais dos modelos de operação e componentes dos veículos, principalmente relativos às baterias. Desse modo, pode ser utilizado como repositório de informações e análises, podendo apoiar formuladores de políticas públicas e agentes envolvidos na implantação de produtos e serviços de micro-mobilidade urbana.

A execução desse relatório foi possível com o suporte do Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, agência executora da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, bem como parceiros institucionais, como o Ministério da Economia do Brasil. Adicionalmente, agradecemos a operadora Tembici, apoiadora do projeto, e de profissionais do mercado de mobilidade elétrica entrevistados, listados em Anexo.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 BICICLETA ELÉTRICA COMPARTILHÁVEL	10
Figura 2 PATINETE ELÉTRICO	10
Figura 3 LOCAIS DE PRODUÇÃO DE BATERIAS DE LÍTIO	17
Figura 4 RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA NA PNRS.....	21
Figura 5 ETAPAS DE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA	23

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 VENDA VAREJO DE BICICLETAS ELÉTRICAS NA CHINA (EM MILHÕES).....	11
Gráfico 2 VENDA DE BICICLETAS ELÉTRICAS NA EUROPA (EM MILHARES)	12
Gráfico 3 IMPORTAÇÃO NCM 8711.90.00	13
Gráfico 4 NÚMERO DE VIAGENS EM SÃO PAULO (MILHARES)	14
Gráfico 5 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE COMPARTILHAMENTO DE BICICLETAS	15
Gráfico 6 EVOLUÇÃO DE PREÇOS DE BATERIAS DE LÍTIO	16

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 OPERADORES DE SISTEMAS DE COMPARTILHAMENTO	14
Tabela 2 AVALIAÇÃO DE MODELOS DE OPERAÇÃO	16
Tabela 3 TIPOS DE BATERIAS UTILIZADAS	17

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 TIPOS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS LEVES	10
Quadro 2 NORMATIZAÇÃO NA CIDADE DE SÃO PAULO.....	20
Quadro 3 RESUMO NORMATIVO.....	22
Quadro 4 ESTUDOS DE CICLO DE VIDA DE VEÍCULOS DE MOBILIDADE	25



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	07
2. PANORAMA DE MERCADO	09
2.1. Conceitos	09
2.2. Panorama do mercado global	10
2.3. Panorama do mercado brasileiro	13
2.4. Sistemas de compartilhamento	15
2.5. Armazenamento de energia	16
3. PANORAMA NORMATIVO	18
3.1. Enquadramento jurídico de políticas de mobilidade urbana	18
3.2. Mobilidade elétrica leve	19
3.3. Aspectos jurídicos de impactos socioambientais	21
4. ELEMENTOS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS	23
4.1. Avaliação de Ciclo de Vida	23
4.2. Escopo de análise	24
5. CONCLUSÕES	26
6. ANEXOS	27
6.1. Profissionais entrevistados	27
6.2. Atores e competências envolvidos em novas soluções de mobilidade elétrica urbana	28



1. INTRODUÇÃO

O uso de modais alternativos de mobilidade urbana tem crescido rapidamente em todo mundo. O alto preço dos combustíveis fósseis aliado aos custos de manutenção de veículos automotivos, têm impulsionado a busca por novos meios de transporte. O trânsito nas áreas urbanas, cada vez mais intenso, e a preocupação com aspectos ambientais e sociais têm sido também determinantes para que a bicicleta e, mais recentemente, patinetes tenham apresentado rápida ascensão e viabilidade.

Nas próximas décadas, a quantidade e o tamanho das cidades continuará apresentando rápido crescimento em todo mundo. De acordo com as Nações Unidas¹, 66% da população mundial viverá em cidades em 2050, superando os atuais 54%. No Brasil, a expectativa é que a população alcance 230 milhões de habitantes em 2030, com 90% vivendo em ambientes urbanos. Esses espaços, cada vez mais adensados, demandarão novas soluções de serviços públicos, infraestruturas e políticas públicas, em especial, as relacionadas à mobilidade. Nesse contexto, o uso de bicicletas e patinetes têm ganhado relevância como modal de transporte.

Na mobilidade urbana, o aumento nos tempos de deslocamento e seus impactos associados têm aberto oportunidades para modais alternativos. A cidade de São Paulo, por exemplo, possui 7,4 veículos motorizados para cada 10 habitantes² e é a 6ª metrópole do mundo em maior poluição do ar, segundo a Organização Mundial de Saúde³. A bicicleta, meio conhecido, acessível e limpo, ganha espaço com grande potencial de crescimento.

Em grande medida, os modelos de compartilhamento facilitaram o acesso de usuários, reduzindo custos de aquisição. A economia compartilhada é uma tendência de consumo que deve movimentar mundialmente US\$ 335 bilhões em 2025⁴ e

encontra na mobilidade urbana modelos de negócio pioneiros. Os sistemas de compartilhamento de bicicletas, por exemplo, aumentam consistentemente há uma década. Desse modo, novas soluções de micro-mobilidade com bicicletas e patinetes elétricos têm encontrado condições de investimento e de mercado atrativas, viáveis e de fácil expansão.

Além do compartilhamento, a digitalização da mobilidade é outra tendência na qual se insere os novos modelos de serviços. O uso de dispositivos, sensores e de inteligência artificial conectados por internet móvel têm viabilizado a economia do compartilhamento. As bicicletas e patinetes elétricos utilizam softwares, sistemas de geolocalização e big data e inteligência artificial, não só para facilitar o funcionamento das operações e dimensionamento da oferta e demanda, como também para obter informações de deslocamento dos usuários e de interação com a cidade.

A evolução tecnológica de componentes e os ganhos de escala de produção, com queda no preço dos veículos, são fatores primordiais para viabilizar a popularização das bicicletas e patinetes elétricos. As baterias de lítio, principal componente em termos de custo, têm apresentado ganhos de escala com custos decrescentes. Em 2017, o preço médio de baterias foi de US\$ 209/ Kwh, havendo previsões de queda para US\$ 100/ Kwh em 2025 e US\$ 70/ Kwh em 2030⁵. Esse será um importante ponto de inflexão necessário para uma ampla adoção da mobilidade elétrica. Adicionalmente, novas infraestruturas urbanas permitirão a integração com sistemas de transportes, impulsionando a demanda.

Além de novas tecnologias, a instituição de legislação regulatória e o estímulo de programas públicos, poderão acelerar ainda mais este processo. Em muitos mercados maduros, estas mudanças já são uma realidade.

1. ONU(2015).World population prospects: Key findings & advance tables. Disponível em: <https://tinyurl.com/yddwodeu>.

2. MENEZES, César. Cidade de SP tem 7,4 veículos para cada 10 habitantes, aponta levantamento da CET. Ano 2018. G1-Globo. Disponível em: < <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/cidade-de-sp-tem-7-4-veiculos-para-cada-10-habitantes-aponta-levantamento-da-cet.ghml>>. Acesso em: 09 novembro 2018.

3. SP é a 6ª metrópole em poluição do ar, diz OMS. Ano 2016. O Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,sp-e-a-6-metropole-em-poluicao-do-ar-diz-oms,52615>>. Acesso em: 09 novembro 2018.

4. PWC (2016). Revista CEO. Disponível em <https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/revista-ceo/assets/2016/PwC-CEO-BRASIL-31.pdf>

5. SLoCat (2018). Transport and Climate Change Global Status Report. Available at: <http://slocat.net/tcc-gsr>

No entanto, a busca por soluções com escala que atendam à crescente demanda requer também a geração de efeitos positivos sobre aspectos econômicos, sociais e ambientais. Nesse sentido, o desenvolvimento da propulsão elétrica passa a obter ainda maior relevância. Os benefícios para a sociedade estão na melhoria da mobilidade, na redução da poluição do ar e de emissões de gases efeito estufa. Bicicletas e patinetes elétricos compartilhados passam a ser soluções factíveis também quando consideradas o equilíbrio entre o nível de investimentos e custos de operação e manutenção.

Ao mesmo tempo em que as novas soluções e tecnologias podem trazer benefícios reais às cidades e à vida das pessoas, podem também gerar impactos socioambientais negativos diretos e indiretos até então pouco relevantes. Considerando bicicletas e patinetes elétricos, a nova escala de disponibilidade requer compreensão de impactos diretos, indiretos e induzidos ao longo do ciclo de vida de seus componentes e materiais.

Em especial, é necessário compreender os aspectos de uso e pós-uso de baterias. Consideradas resíduos de significativo dano ambiental, as baterias suscitam debate e pesquisas sobre sua destinação desde a década de 1980⁶. As baterias de lítio e chumbo-ácido apresentam materiais que devem ser tratados

corretamente, podendo gerar riscos e impactos indesejados para operadores, usuários e para a sociedade em geral. Desse modo, desenvolver metodologias que identifiquem a natureza e grandeza do desafio, considerando riscos atuais e futuros sob a ótica da Análise de Ciclo de Vida (ACV), torna-se relevante e aplicável à cadeia produtiva de bicicletas e patinetes elétricos no Brasil. Elaborar métodos de diagnóstico e classificação e indicar diretrizes para estratégias de uso adequado e sustentável, com benefícios a todos agentes envolvidos no setor, irá proporcionar os caminhos para a boa implementação das novas soluções no longo prazo.

O relatório a seguir está dividido em quatro partes. O capítulo 2, apresenta um panorama do mercado com origens e conceitos, assim como a apresentação do mercado global e brasileiro de bicicletas e patinetes elétricos e de armazenamento de energia. O capítulo 3 descreve a evolução normativa e de políticas públicas ambientais em que novas soluções de mobilidade estão sendo implantadas no mercado brasileiro. O capítulo seguinte introduz a problemática denominada problem shifting, ou transferência de problemas, e introduz elementos para avaliação de impactos socioambientais dos veículos elétricos leves. Por fim, o capítulo 5 apresenta as atividades a serem desenvolvidas em pesquisa subsequente.

6. Estado de São Paulo, Resíduos sólidos. cit., p. 123. Secretaria do Meio Ambiente

2. PANORAMA DE MERCADO

As bicicletas estão passando por rápida evolução tecnológica. Os modelos elétricos são considerados os substitutos naturais aos modelos convencionais para a função de mobilidade urbana de curta distância, com potencial de se tornar o padrão de mercado nos próximos anos⁷. Outros bens de consumo de uso em larga escala passaram por movimento similar. O mercado de telefones pessoais ilustram o potencial de rápida expansão e adoção de novos hábitos de consumo, viabilizados pelos ganhos de escala e pela evolução tecnológica de equipamentos. Assim como os smartphones, as bicicletas e patinetes elétricos se beneficiarão pelos custos de produção decrescentes, pela facilidade de adoção, pela infraestrutura de conectividade e pelas novas funcionalidades trazidas por tecnologias embarcadas, especialmente as relacionadas à Internet das Coisas (IoT). Em grande medida, a massificação dos smartphones e de rastreamento por satélite viabilizou a expansão de bicicletas e patinetes compartilháveis.

O estágio atual é possibilitado pela convergência de condições técnicas e de mercado. A eletrificação de bicicletas é objeto de inventores desde o final do século XIX. Em 1946, o modelo Trucker apresentou os primeiros elementos de um motor de engrenagens internas com a manutenção das rodas livres, permitindo o pedalar do usuário independente da assistência da propulsão elétrica⁸. Apesar dos avanços, os altos custos e peso para o armazenamento de energia impediam a viabilidade comercial dos equipamentos. Na década de 1970, empresas japonesas aplicaram componentes do setor automotivo nas bicicletas elétricas. Baterias de chumbo-ácido, mais baratas, foram utilizadas, apesar da baixa vida útil, do peso e dos riscos de contaminação no pós-uso. Os avanços continuaram com a utilização de baterias de níquel-metal (NIMH), níquel-cádmio (NiCd) e, a partir da década de 1990, de lítio-íon (Li). Essas últimas têm viabilizado a expansão do mercado de bicicletas elétricas devido ao menor peso e à maior eficiência

de performance, em virtude do baixo efeito memória e da maior capacidade de carga (densidade energética) e vida útil.

A adoção em escala de bicicletas elétricas ocorreu em mercados nos quais o deslocamento por bicicletas é tradicional. Os mercados americano, europeu e asiático foram pioneiros na adoção em larga escala. Nesse contexto, Amsterdã, na Holanda, apresentou o primeiro serviço de aluguel de bicicletas elétricas em 1965⁹. Entretanto, o ponto de inflexão do mercado ocorre com o início de operação de modelos de compartilhamento de grande escala, a partir de 2016 e 2017. Já os patinetes elétricos ganham suas primeiras versões nos anos 2000 nos Estados Unidos, logo tendo sua produção levada para a Ásia. O uso de bicicletas e, posteriormente, patinetes elétricos passam de iniciativas locais para um mercado global em rápida expansão.

2.1. CONCEITOS

A bicicleta elétrica é um velocípede de duas rodas fixadas a um quadro rígido, similar ao modelo convencional, porém com a inclusão de um conjunto elétrico. É equipada com um motor elétrico (tração dianteira, central ou traseira) e uma bateria que oferece propulsão adicional ao usuário, reduzindo o esforço da pedalada. Diferentemente dos ciclomotores, o motor da bicicleta elétrica é ativado mecanicamente, com o pedalar do usuário, não podendo ter acelerador.

A evolução tecnológica da mobilidade elétrica leve tem permitido o enquadramento e classificação dos veículos de diferentes formas. Geralmente, são classificadas de acordo com tipo e potência do motor e com o controle de propulsão. Nos mercados já maduros, há grande variação de enquadramento normativo e técnico, gerando barreiras ao comércio e expansão de mercados.

7. GLOBAL, Mobike. IoT essential to overcome global urban mobility issues, says Mobike CTO and co-founder. Ano 2018. Mobike. Disponível em: <<https://mobike.com/global/blog/post/mobile-world-congress>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

8. ALIANÇA BIKE - Associação Brasileira do Setor de Bicicleta. Disponível em: <<http://www.aliancabike.org.br/home.php>>. Acesso em: 12 fevereiro de 2019.

9. BIKE sales rise after years of decline, electric bikes lead the way. Ano 2018. DutchNews.nl. Disponível em: <<https://www.dutchnews.nl/news/2018/03/bike-sales-rise-after-years-of-decline-electric-bikes-lead-the-way/>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

Figura 1 | BICICLETA ELÉTRICA COMPARTILHÁVEL



Fonte: Ford GoBike, 2018¹⁰. Crédito: Divulgação

Patinetes elétricos usualmente apresentam duas rodas rígidas, com estrutura, geralmente, de alumínio. A base, na qual está localizada a bateria serve de sustentação para o usuário, que se mantém ereto durante o deslocamento. Os equipamentos apresentam variação quanto à potência de motor e carga de baterias

Figura 2 | PATINETE ELÉTRICO COMPARTILHÁVEL



Fonte: Portal MakingOf, 2019¹¹. Crédito: Divulgação/ Agência Petrobrás.

2.2. PANORAMA DO MERCADO GLOBAL

O mercado mundial de bicicletas elétricas vem apresentando rápido crescimento, com 34 milhões de unidades vendidas

Quadro 1 | TIPOS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS LEVES

Para fins de análise, esse estudo diferencia os veículos elétricos leves de mobilidade urbana, nos seguintes tipos:

- Bicicleta elétrica: Estrutura similar a uma bicicleta comum, entretanto com um motor, bateria, controlador eletrônico ou módulo, sistema de pedal assistido (PAS) e painel de instrumento (Figura 1). A propulsão auxiliar elétrica é acionada com a pedalada do usuário, sendo também conhecida pela sigla, em inglês, Pedelec - Pedal electric cycle;
- Ciclomotores: Veículos de duas ou três rodas dotados de motor elétrico auxiliar. Pode ter sua propulsão acionada por acelerador;
- Patinete elétrico: Veículo constituído por duas rodas em série com motor auxiliar sustentado por uma base, na qual o usuário apoia os pés, guiando-o por meio de guidão que se eleva até a altura da cintura, dotado de acelerador e freio (Figura 2). Também conhecida pelo termo, em inglês, e-scooter ou kick-scooter;
- Scooter elétrica: Veículo com características semelhantes à de uma moto scooter, dotada de motor elétrico.

em 2017¹². Considerando a evolução de mercado, em 2023, as vendas globais de bicicletas elétricas deverão atingir aproximadamente 40 milhões de unidades¹³. Grande parte da ascensão é impulsionada pelo mercado chinês, onde a tendência de bicicletas elétricas se tornarem comuns no cotidiano urbano já é realidade.

A China continuará sendo líder em comercialização de bicicletas, com forte participação nas vendas mundiais. Em 2017, o mercado chinês apresentou vendas de 14,7 milhões de unidades, ou 43% do mercado global (Gráfico 1), com crescimento de 23% entre 2010 e 2016. Segundo o Electric Bikes Worldwide Reports¹⁴, o preço médio de venda de bicicleta elétrica no mercado chinês é de US\$ 450, contra US\$ 2.000 no mercado europeu.

10. Ford GoBike. Disponível em: <<https://www.fordgobike.com/blog/meet-the-ebike>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

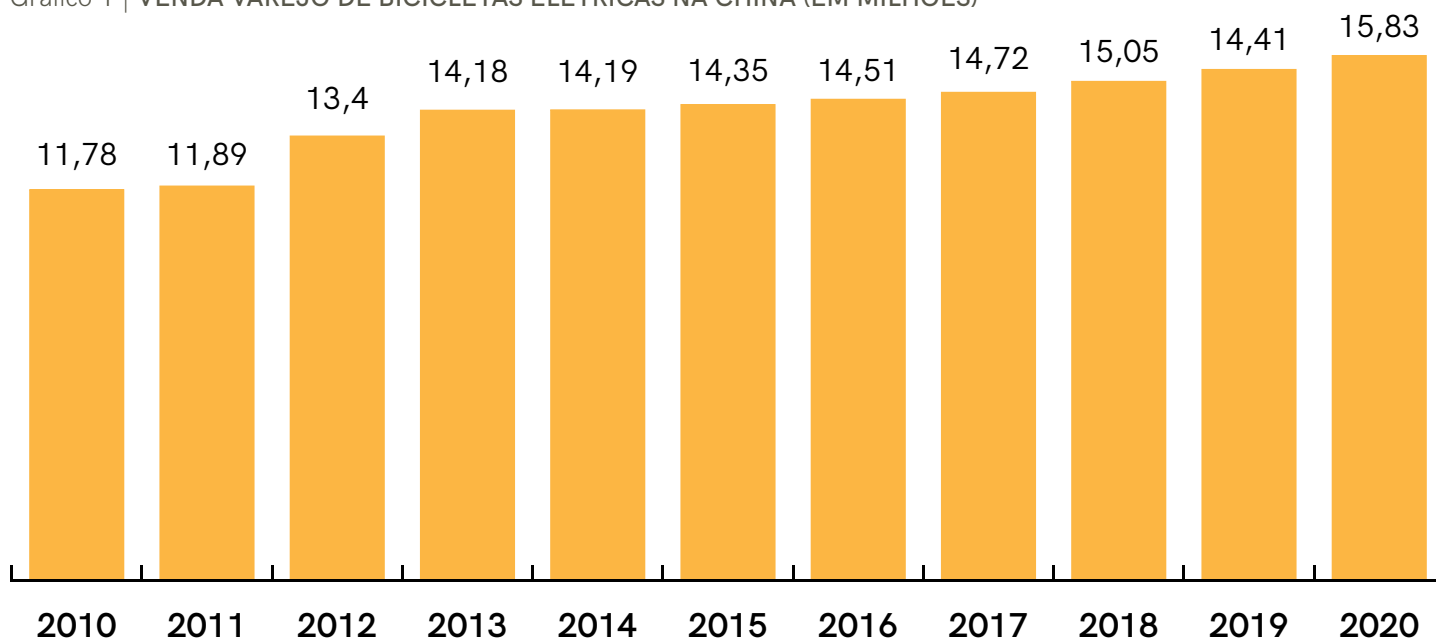
11. <http://portalmakingof.com.br/uploads/posts/081a4e3abd4ef41887441f3d9d70215b.jpg>

12. Projected worldwide sales of electric bicycles in 2014 and 2023 (in million units): banco de dados. Ano 2014. Statista. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/255653/worldwide-sales-of-electric-bicycles/>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

13. Idem, item 12.

14. WANG, Brian. Electric bikes could grow from 200 million today to 2 billion in 2050. Ano 2017. Next Big Future. Disponível em: <<https://www.nextbigfuture.com/2017/04/electric-bikes-could-grow-from-200-million-today-to-2-billion-in-2050.html>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

Gráfico 1 | VENDA VAREJO DE BICICLETAS ELÉTRICAS NA CHINA (EM MILHÕES)



Fonte: STATISA, 2019¹⁵. Estimado a partir de 2016.

Em relação à produção, a grande maioria de componentes e baterias é proveniente do mercado chinês. Entretanto, o crescimento exponencial de bicicletas e patinetes elétricos tem colocado pressão sobre fornecedores, tornando-se um gargalo para a indústria¹⁶.

Além de sediar a produção de componentes, o mercado chinês sedia as maiores empresas globais de compartilhamento de bicicletas. Mobike e Ofo, as maiores operadoras, possuem mais de 7 milhões de bicicletas ativas e estão presentes em mais de 170 cidades chinesas. Atualmente, Ofo está presente em 250 cidades de 21 países, com mais de 200 milhões de usuários globais¹⁷.

No mercado europeu, verificou-se crescimento anual médio de vendas de bicicletas elétricas de 32,2%, entre 2006 e 2016, totalizando 1,6 milhões de unidades. Em 2016, 60% das vendas foram referentes ao mercado alemão, seguido de Holanda (16%) e Bélgica (10%)¹⁸. Apesar do mercado de bicicletas convencionais apresentar estabilidade no

patamar de vendas, o número de bicicletas elétricas vem apresentando crescimento exponencial, tomando participação de mercado. As elétricas representam de 30% a 40% do total¹⁹, atendendo com eficiência o avanço e as necessidades da mobilidade urbana atual.

Centros urbanos europeus apresentaram forte incremento no uso de bicicletas, com crescimento de três a quatro vezes entre 1990 e 2015²⁰. Copenhague é a líder no uso de bicicleta, com 33% das viagens, seguido de Amsterdã (32%), Berlin (13%), Sevilha (8%), Viena (6%) e Londres e Paris (3%).

A Alemanha é um dos países europeus que mais tem estimulado a produção e a aquisição de bicicletas elétricas. Em 2016, comercializava 70,8% do mercado europeu, das quais 350 mil unidades haviam sido produzidas no país. A população vem adotando o novo modal como meio de transporte, não só pelos inúmeros benefícios trazidos individualmente, como também pela redução de custos e tempos de deslocamentos e pelas vantagens trazidas à sociedade como um todo, como

15. Retail sales of electric bicycles in China from 2010 to 2020 (in million units): banco de dados. Ano 2015. Statista. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/255662/sales-of-electric-bicycles-in-china/>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

16. CLARK, Kate. Brazilian startup Yellow raises \$63M - the largest Series A ever for a Latin American startup. Ano 2018. Tech Crunch. Disponível em: <<https://techcrunch.com/2018/09/13/brazilian-startup-yellow-raises-63m-the-largest-series-a-ever-for-a-latin-american-startup/>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

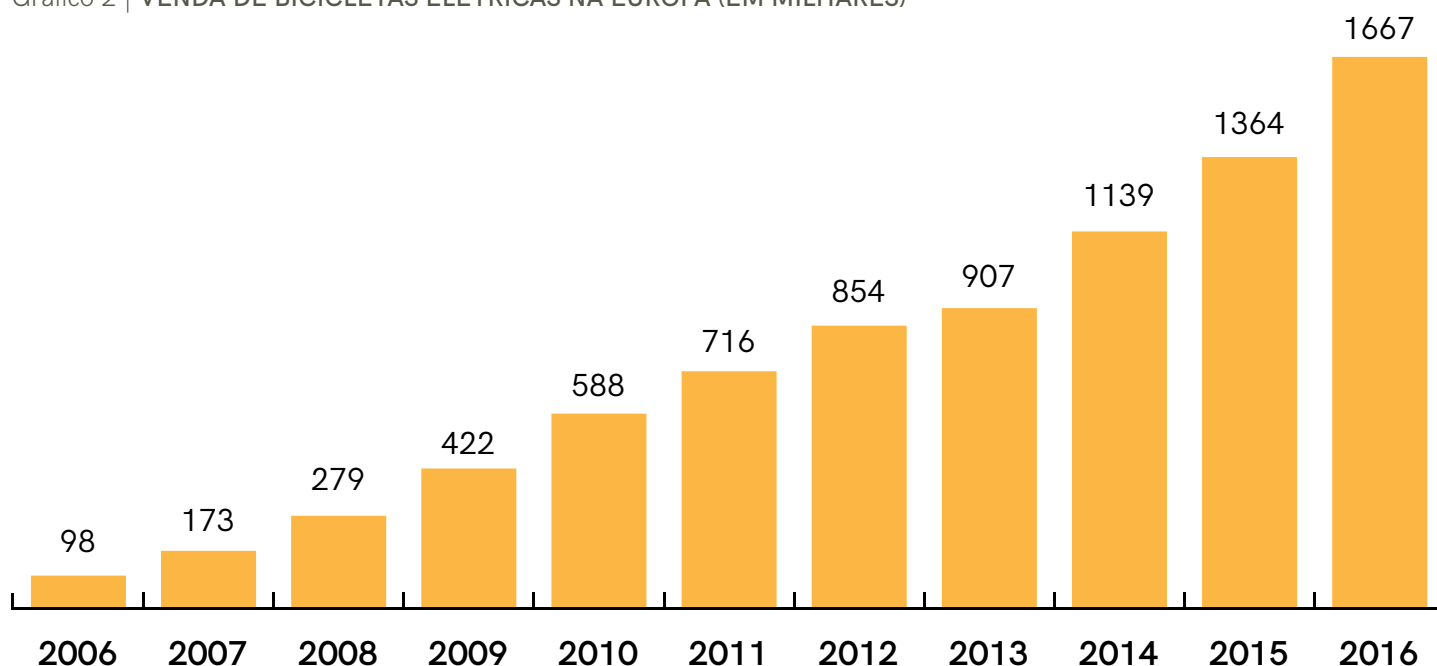
17. CHINESE bike-sharing firm Ofo raises \$866 million led by Alibaba. Ano 2018. CNBC. Disponível em: <<https://www.cnbc.com/2018/03/13/chinese-bike-sharing-firm-ofo-raises-866-million-led-by-alibaba.html>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

18. European Bicycle Industry & Market Profile, 2017 edition, p. 29. Ano 2017. CONEBI - Confederation of the European Bicycle Industries. Disponível em: <<http://www.conebi.eu/facts-and-figures/>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

19. PRODUÇÃO de bicicletas poderá atingir 857 mil unidades em 2019. Ano 2018. Bike aos Pedacos. Disponível em: <<https://bikeaospedacos.com.br/2018/12/13/producao-de-bicicletas-podera-atingir-857-mil-unidades-em-2019/>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

20. Transport and Climate Change 2018 Global Status Report. Ano 2018. SLoCat. Disponível em: <<http://slocat.net/tcc-gsr>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

Gráfico 2 | VENDA DE BICICLETAS ELÉTRICAS NA EUROPA (EM MILHARES)



Fonte: CONEBI, 2017²¹. Estimado a partir de 2016.

os relacionados aos aspectos socioambientais. Na Suécia o governo central oferece um subsídio de 25% do valor de bicicletas elétricas entre 2018 e 2020, totalizando US\$ 42 milhões ao ano. Já na França, anunciou-se, em 2017, o auxílio de EUR 200 na aquisição de uma bicicleta elétrica para transporte pessoal por cidadão²².

Em grande medida, o modelo de crescimento de bicicletas e patinetes elétricos é sustentado pelo acesso facilitado a capital. Pequenas start-ups transformaram-se em grandes operadores globais com a participação de investidores ávidos por encontrar modelos escaláveis, replicáveis e com alto retorno. Em 2018, a chinesa Ofo recebeu investimento de US\$ 866 milhões da Alibaba Group, viabilizando sua rápida expansão, enquanto Mobike foi adquirida pela Meituan Dianping, o maior provedor de internet na China, por US\$ 2,7 bilhões²³. No mercado brasileiro, o maior da América Latina, Yellow e Grin, operadores de patinetes elétricos, recentemente anunciaram fusão de US\$ 150 milhões²⁴, criando a maior empresa no continente, com mais de 135 mil bicicletas e patinetes. Anteriormente, a Yellow havia

recebido US\$ 75 milhões em capital de risco, a maior captação na América Latina²⁵.

A tendência global de consolidação de operadores de micro-mobilidade ganha força com a entrada de empresas de mobilidade por aplicativos. Em abril de 2018, a Uber adquiriu a empresa de bicicletas elétricas JUMP, enquanto que a Lyft fez o mesmo movimento com a Motivate, a maior operadora de bicicletas compartilháveis nos Estados Unidos. Nesse sentido, espera-se a padronização de modelos, plataformas e equipamentos em escala global. As novas empresas passam a oferecer plataformas multi-modais para a mobilidade urbana.

O avanço dos novos veículos elétricos não tem ocorrido sem impactos ou novos desafios. O baixo nível de regulação e a baixa experiência de agentes envolvidos têm trazido impactos e riscos em relação ao modelo de operação. Cidades como Madrid²⁶, Amsterdã e Copenhague baniram as empresas de compartilhamento de patinetes elétricos, enquanto o Reino Unido não permite o uso patinetes elétricos em ruas e calçadas públicas (1835 Highway Act), inviabilizando grande

21. Idem, Item 18.

22. Idem, Item 18.

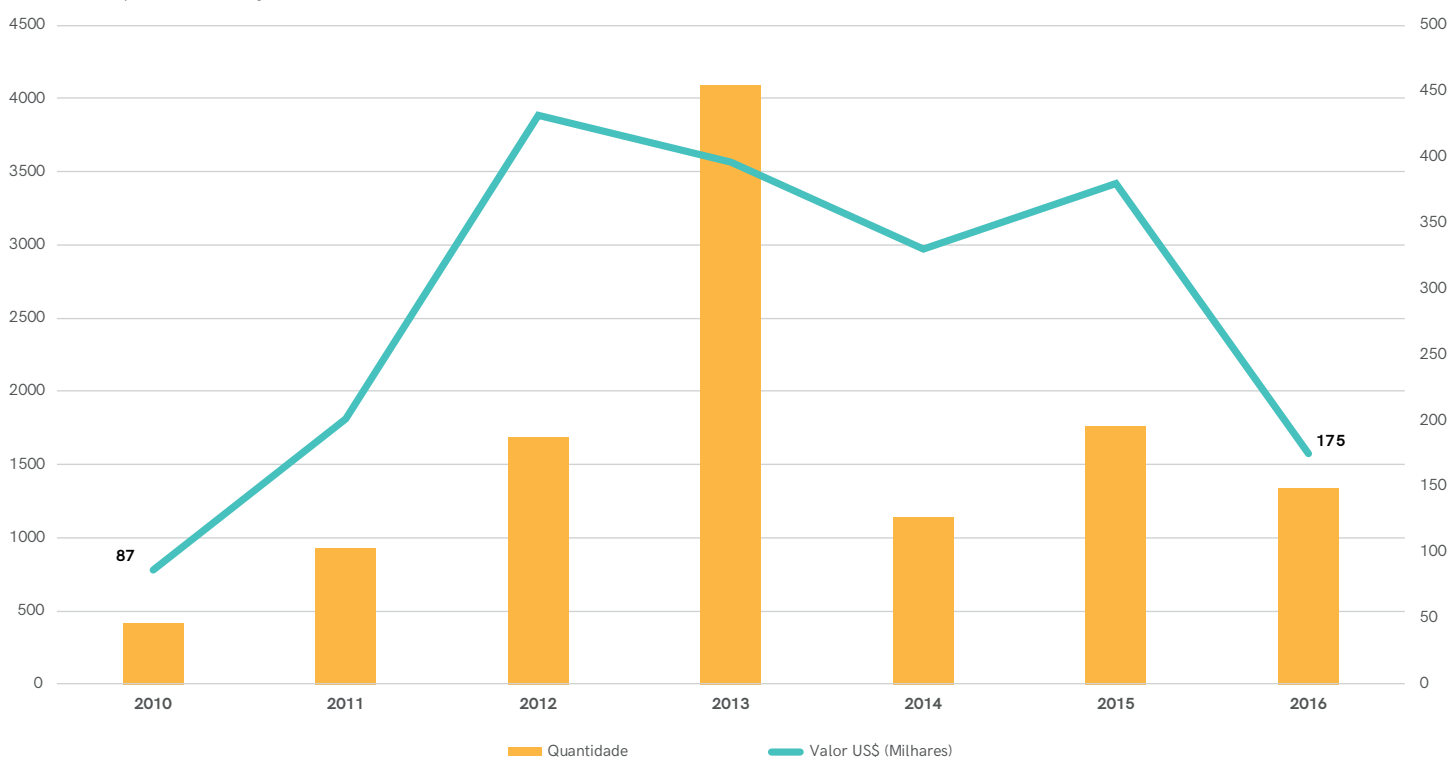
23. HAWKINS, Andrew. Uber acquires dockless bike-share startup Jump. Ano 2018. The Verge. Disponível em: <<https://www.theverge.com/2018/4/9/17213994/uber-acquires-dockless-bike-share-jump>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

24. SERRANO, Filipe. Yellow e Grin juntas: o casamento da bicicleta com o patinete elétrico. Ano 2019. Exame. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/yellow-e-grin-juntas-o-casamento-da-bicicleta-com-o-patinete-eletrico>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

25. Idem, item 17.

26. CORBETT, Erin. Madrid Issues Ban on E-Scooter Sharing Companies Lime, Wind, and Voi. Ano 2018. Fortune. Disponível em: <<http://fortune.com/2018/12/04/madrid-ban-electric-scooters>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

Gráfico 3 | IMPORTAÇÃO NCM 8711.90.00



Fonte: Camex, 2019²⁷.

parte dos deslocamentos²⁸. Nos Estados Unidos, cidades como Miami, São Francisco, Washington, Denver e distritos de Los Angeles, limitaram o número de patinetes elétricos nas ruas e até suspenderam os programas até encontrar uma maneira de regulamentá-los. Outras cidades, especialmente na Ásia, têm recolhido os veículos, criando grandes pátios de armazenamento, os "cemitérios de bicicletas" (bike dumps).

2.3. PANORAMA DO MERCADO BRASILEIRO

No Brasil, o mercado de bicicletas e patinetes elétricos está em estágio inicial. A produção de bicicletas elétricas no país representa apenas 0,35%²⁹ do volume total, correspondendo a, aproximadamente, 14 mil unidades, podendo chegar a 54 mil unidades em 2019. Segundo estudo da Aliança Bike, é possível estimar que, em 2022, cerca de 280 mil unidades de bicicletas elétricas sejam comercializadas no mercado brasileiro, 4,1 vezes o volume atual.

No Brasil, a utilização de veículos elétricos em sistemas de compartilhamento é ainda mais recente. Do lado da oferta, o país importa a maioria das bicicletas elétricas

e de seus componentes, apesar de existir fabricação nacional (Gráfico 3). Os patinetes elétricos são importados montados, sem necessidade de manufatura local.

Políticas públicas e normativas específicas que regulem o setor precisam ser definidas. Até 2016, não havia classificação fiscal específica da bicicleta ou patinete elétrico importado. Até então, o código aplicado (NCM 8711.90.00) consistia na classificação das mercadorias como "outros", dentro da posição 87.11" Motocicletas (incluídos os ciclomotores) e outros ciclos equipados com motor auxiliar, mesmo com carro lateral; carros laterais". A partir de janeiro de 2017, o código NCM 8711.60.00 foi criado e especificou a subposição "com motor elétrico para propulsão", facilitando o monitoramento e importação dessas mercadorias.

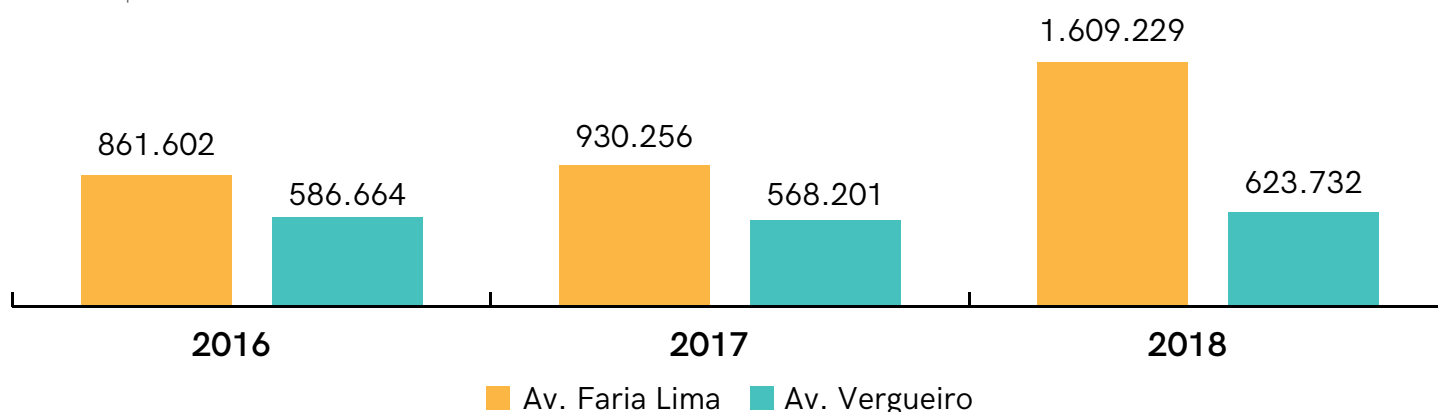
Pelo lado da demanda, a adesão tem sido crescente. Em São Paulo, a maior cidade do país, a Tembici, operadora do sistema BikeSampa, foi pioneira no modelo de compartilhamento de bicicletas em 2012.

27. Exportação e Importação Geral. Comexstat. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

28. DAILY MAIL, Electric scooters could soon be allowed on Britain's streets as US firm gears up to launch a hire service in Bristol, Oxford and Cambridge. www.dailymail.co.uk/news/article-6474513/Electric-scooters-soon-allowed-Britains-streets.html. Acesso em: 11 de março de 2019.

29. MERCADO aposta no potencial da Bike Elétrica. Ano 2018. Jornal Estado de Minas. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2018/12/02/internas_economia,1009880/mercado-aposta-no-potencial-da-bike-eletrica.shtml>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

Gráfico 4 | NÚMERO DE VIAGENS EM SÃO PAULO



Fonte: Companhia de Engenharia de Tráfego³⁰, Prefeitura de São Paulo, 2019

Atualmente, a cidade possui 468 quilômetros de ciclovias e ciclofaixas e 30 quilômetros de ciclorotas³¹. Com a expansão da infraestrutura pública e da oferta de bicicletas, a procura vem aumentando, um indicativo de demanda reprimida. A correlação entre oferta de infraestrutura cicloviária e participação do modal nas viagens da cidade tem sido direta³². Como exemplo, na ciclovias da Avenida Faria Lima ou da Avenida Paulista/ Vergueiro, importantes centros de negócios, a utilização já é relevante (Gráfico 4). O aumento da

infraestrutura adequada para bicicletas e patinetes elétricos trará um novo perfil de usuário, permitindo deslocamentos de maiores distâncias.

Em 2018, sete empresas ofereciam os principais programas de compartilhamento de mobilidade elétrica no Brasil. As americanas Lime e JUMP encontram-se em período de implantação das operações, com previsão de início em 2019. A Tabela 1, abaixo, apresenta uma síntese dos principais operadores:

Tabela 1 | OPERADORES DE SISTEMAS DE COMPARTILHAMENTO

Nome	Veículo	Modelo de operação	Cidades	Panorama operacional
Tembici	Bicicletas Patinetes elétricos	Dock (bicicletas); Dock virtual (patinetes)	São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Salvador, Recife, Olinda, Santiago, Buenos Aires	7,3 mil bicicletas 294.816 viagens em São Paulo (Set/2018) ³³ 500 patinetes
Trunfo	Bicicletas	Dock	São Paulo	212 bicicletas
Sertell	Bicicletas	Dockless	São José dos Campos, Belo Horizonte, Fortaleza, Goiânia, Petrolina, Santos, Vitória	10, 5 mil bicicletas
Yellow	Bicicletas Patinetes elétricos	Dockless	São Paulo, São José dos Campos, Rio de Janeiro, Florianópolis, Belo Horizonte, Campinas, Ilhabela, Curitiba, Brasília	150.000 viagens de bicicleta (Ago/2018) ³⁴ 200 patinetes (Dez/18)
Grin	Patinete Elétrico	Dockless / Hub	São Paulo, Rio de Janeiro e Florianópolis.	500 patinetes
Scoo	Patinete Elétrico	Dock Virtual	São Paulo	100 patinetes
Riba	Scooter Elétrica	Dockless	São Paulo	50 scooters elétricas

Nota 1: Dados de Janeiro/2019, exceto quando indicado. Informações das empresas.

Nota 2: Em janeiro/2019 Grin e Yellow anunciaram fusão de operações.

30. Contador de bicicletas. CET- Companhia de Engenharia de Tráfego. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/consultas/bicicleta/contadores-de-bicicletas.aspx>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

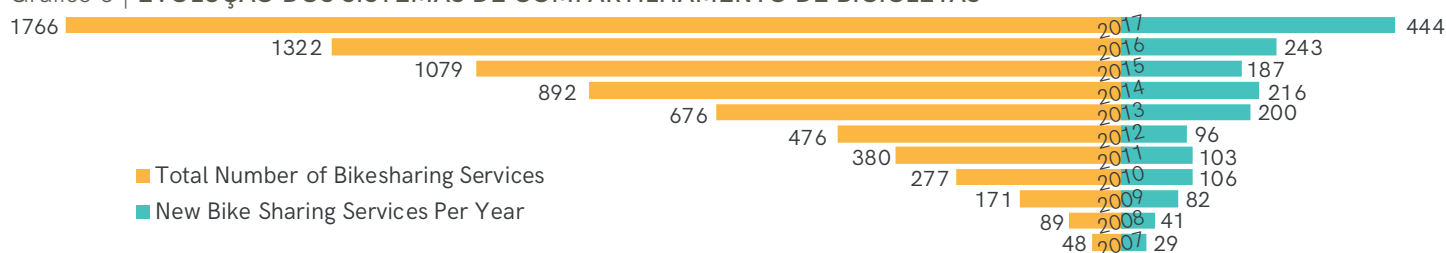
31. LAZZERI, Thais. Uso de ciclovias da Faria Lima dispara, e 'rush' é para ir ao trabalho. Ano 2018. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/08/uso-de-ciclovias-da-faria-lima-dispara-e-rush-e-para-ir-ao-trabalho.shtml>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

32. Idem, item 20.

33. VIAGEM em bicicletas compartilhadas crescem 1.407% em São Paulo. Ano 2018. Destak Jornal. Disponível em: <<https://www.destakjornal.com.br/cidades/sao-paulo/detalhe/viagens-de-bicicletas-compartilhadas-crescem-1407-em-sao-paulo>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

34. Salles, Renato. As Yellow Bikes vieram para SP para ficar. Ano 2018. Chicken or Pasta. Disponível em: <<https://chickenorpasta.com.br/2018/yellow-bikes>>. Acesso em: 14 fevereiro 2019.

Gráfico 5 | EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE COMPARTILHAMENTO DE BICICLETAS



Fonte: SLoCAT (2018). A partir de dados de Bikesharing Map.

2.4. SISTEMAS DE COMPARTILHAMENTO

Os sistemas de compartilhamento oferecem viagens sob demanda. O modelo permite melhor eficiência no uso de equipamentos e infraestruturas pela melhor combinação entre oferta e demanda. Considerando as macrotendências e a demanda por novas soluções de mobilidade, modelos de compartilhamento têm apresentado rápido crescimento.

Em 2010, 250 sistemas de compartilhamento de bicicletas estavam em operação no mundo. Em 2017, esse número salta para 1.765, com mais de 600 sistemas sendo lançados nos últimos dois anos (Gráfico 5). A primeira onda de implantação ocorreu na Europa, entre 2000 e 2010, alcançando o mercado asiático em 2011 e, em seguida, os Estados Unidos, em 2015. O importante ponto de disrupção do modelo foi o início dos sistemas dockless na China, a partir de 2016, tendo participação de 80% nos lançamentos de novos sistemas a partir de então³⁵.

Em relação aos sistemas de compartilhamento de patinetes elétricos, após ser lançado em São Francisco, em 2017, atualmente está presente em 29 cidades pelo mundo, com mais de 8 mil veículos e 350 mil usuários³⁶. Em 2017, Lime e Bird foram empresas pioneiras, introduzindo o modelo de rápida³⁷ expansão³⁸.

O compartilhamento de bicicletas e patinetes elétricos utilizam-se de diferentes modelos de operação, equipamentos e plataformas tecnológicas. Em comum, utilizam-se de interatividade com o usuário, por meio de aplicativos em dispositivos móveis e o uso de geo-localização dos veículos, regulando oferta e demanda do sistema. Atualmente, os serviços variam entre os operadores que possibilitam deslocamentos com retorno obrigatório (round-trip service) e, mais comum, os que não necessitam retorno ao ponto de origem (one-way service). Entre os últimos, os seguintes modelos estão disponíveis:

- Dock - Estações fixas e determinadas em espaços públicos e privados. O usuário aluga utilizando aplicativo, totem na estação ou central de atendimento e devolve os veículos em estações com espaços disponíveis. É o modelo precursor dos sistemas de compartilhamento;
- Dockless ou Free floating - Com a utilização de aplicativo específico o usuário identifica veículos disponíveis, alugando viagens dentro de uma área de atuação. Não é necessária coleta e devolução em locais ou estações pré-definidas;
- Dock virtual - Os operadores definem pontos pré-determinados como locais de coleta e devolução, porém sem estrutura física disponível. Pode haver sinalização indicativa;
- Hub centric - Locais e áreas determinadas pelo operador do sistema de compartilhamento para coleta e devolução, com visualização por meio de aplicativo específico. Os hubs podem ser parceiros comerciais ou locais de interesse da cidade. Autoridades locais podem participar do processo de autorização de locais e áreas e da quantidade de veículos por áreas. Usuários podem receber incentivos positivos e negativos de acordo com a proximidade da devolução dos veículos com os hubs.

Os modelos de operação apresentam especificidades e características que devem ser avaliados pelos agentes envolvidos na implementação de soluções e políticas de mobilidade urbana. Os efeitos sobre aspectos econômicos, ambientais e sociais, assim como a facilidade de implementação são resumidos na tabela seguinte (Tabela 2):

35. Idem, item 20.

36. Idem, item 20.

37. Howe, E. and Bock, B., (2017). Global Scootersharing Market Report. InnoZ. Innovation Centre for Mobility and Societal Change. Available at: https://www.innoz.de/sites/default/files/howebrock_global_scootersharing_market_report_2017.pdf

38. DICKEY, Megan. Electric scooters are going worldwide. Ano 2018. Tech Crunch. Disponível em: <<https://techcrunch.com/2018/08/12/electric-scooters-all-over-the-world/>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

Tabela 2 | AVALIAÇÃO DE MODELOS DE OPERAÇÃO

	Dock	Dockless / Free-floating	Dock virtual	Hub centric
Acesso	Aplicativo, totem ou central telefônica	Aplicativo	Aplicativo	Aplicativo
Coleta & devolução	Estações fixas com disponibilidade	Livre em áreas de atuação	Pontos pré-determinados	Pontos e áreas pré-determinadas
Viabilidade econômica	Tarifa, patrocínio e subsídios	Tarifa e patrocínio	Tarifa e patrocínio	Tarifa e patrocínio
Controle do espaço público	Alto	Baixo	Alto	Baixo
Facilidade de Infraestrutura	Baixa	Alta	Alta	Alta
Gestão de ativos	Alta	Baixa	Baixa	Baixa
Flexibilidade	Baixa	Alta	Média	Média
Vida útil	Alta	Baixa	Baixa	Baixa

Nota: Elaboração NOVI

2.5. ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

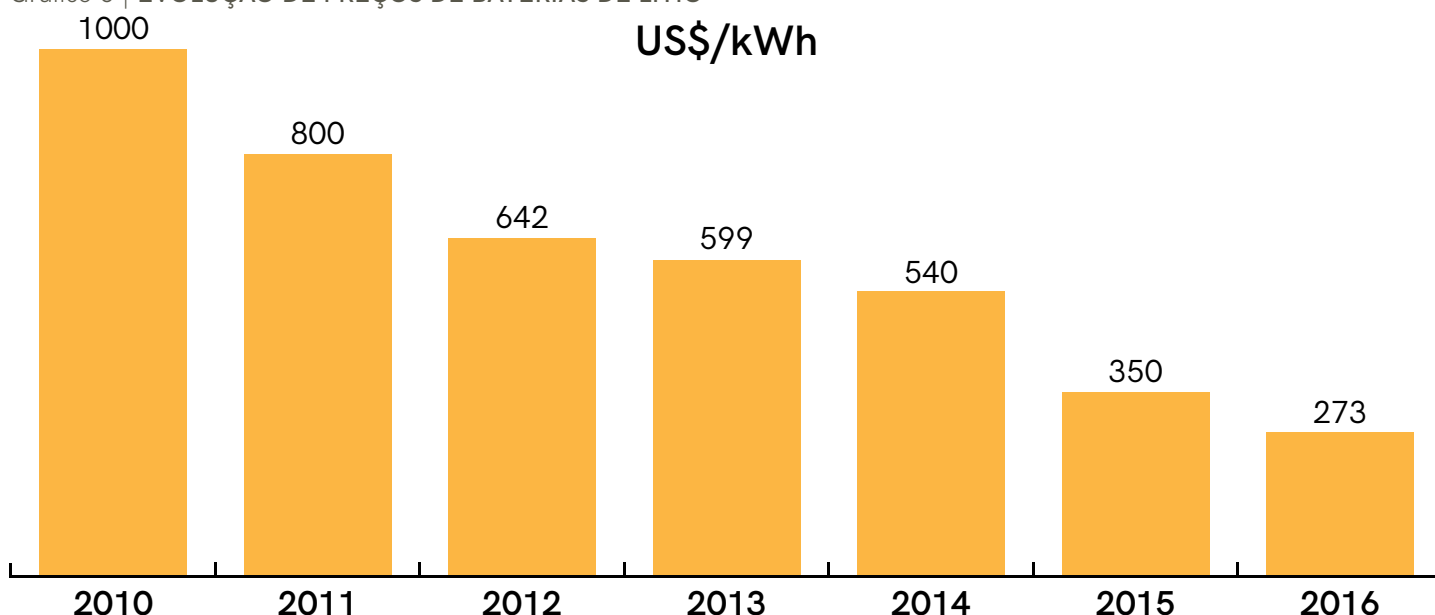
O armazenamento de energia tradicionalmente tem sido importante fator de viabilidade e expansão da mobilidade elétrica. Por muitos anos foi um gargalo de difícil transposição, comprometendo o desempenho dos veículos devido ao peso adicional, assim como ao incremento de custos.

Em bicicletas e patinetes elétricos atuais, os sistemas de armazenamento de energia em baterias de lítio têm relevante

participação na estrutura de custos dos equipamentos. A partir de entrevistas com operadores no mercado brasileiro, estima-se que 50% do custo de patinetes elétricos seja referente às baterias. Nesse sentido, a tendência de redução de preços de baterias terá importante impacto sobre esse tipo de modal.

Entre 2010 e 2017, o preço de baterias de lítio caiu radicalmente de US\$ 1.000/ Kwh para US\$ 273/ Kwh (Gráfico 6). Previsões de mercado indicam um patamar de US\$ 100/ Kwh em 2025 e US\$ 70/ Kwh em 2030.

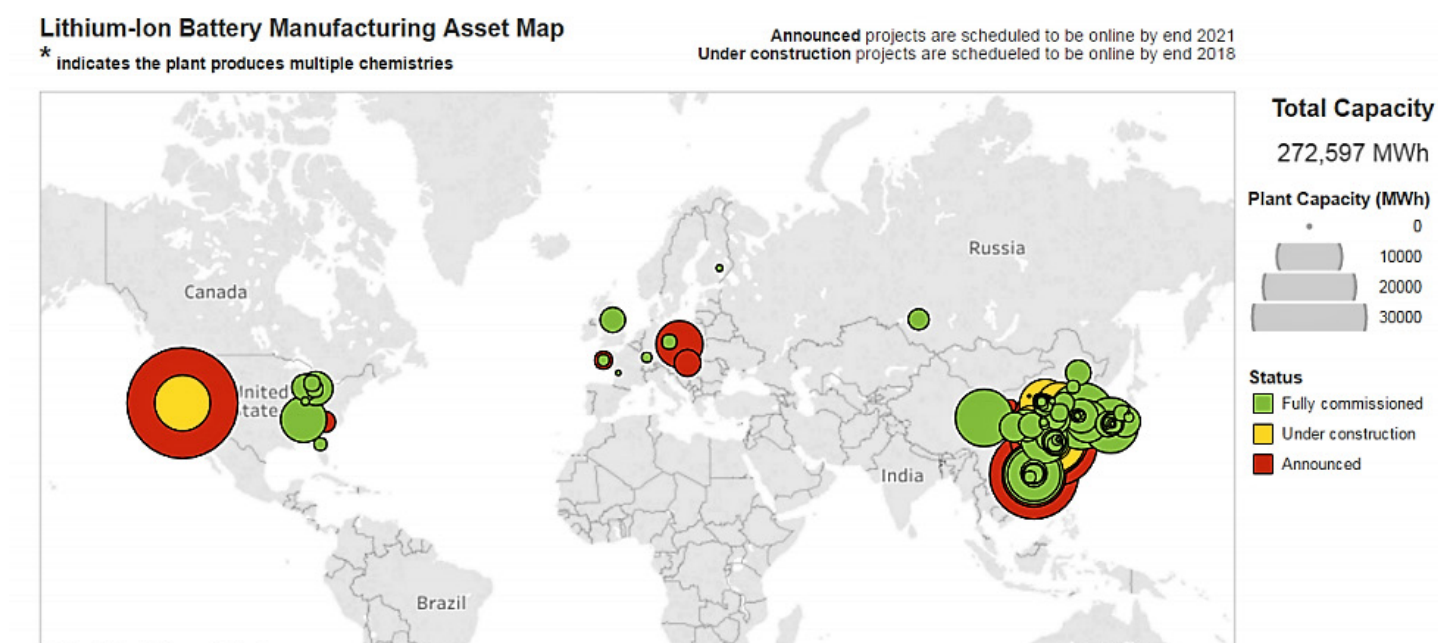
Gráfico 6 | EVOLUÇÃO DE PREÇOS DE BATERIAS DE LÍTIO



Fonte: Bloomberg New Energy Finance³⁹.

39. Bloomberg, 2019. Lithium-ion Battery Costs and Market. Disponível em: <<https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/07/BNEF-Lithium-ion-battery-costs-and-market.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2019.

Figura 3 | LOCAIS DE PRODUÇÃO DE BATERIAS DE LÍTIO



Fonte: Bloomberg, 2019.⁴⁰

Em relação às origens dos componentes, a produção está concentrada em territórios asiáticos como China, Taiwan e Coréia do Sul, com novos projetos em desenvolvimento nos Estados Unidos e Europa (Figura 3). De acordo com a Bloomberg New Energy Finance, está em construção no mundo uma capacidade produtiva de 154 Gwh, com previsão de operação nos próximos anos, elevando a capacidade instalada global para 273 Gwh até 2021⁴¹.

Desse modo, considerando o mercado de mobilidade elétrica brasileiro, as condições de aquisição, uso e pós-uso de baterias despertam especial atenção e é considerado item fundamental para a vantagem competitiva

dos diferentes modelos de negócios. Atualmente, o componente é importado, requerendo estruturas de logística e manutenção específicas, além de atenção em relação às volatilidades cambiais.

Entre os operadores de patinetes elétricos compartilháveis, o padrão de mercado é a utilização de veículos alimentados por baterias de lítio de 36 V, permitindo, de acordo com condições de uso e manutenção, a utilização por até 1,5 mil ciclos de carga (Tabela 3). Devido ao recente início das operações, até o momento os operadores de patinetes elétricos compartilháveis não têm apresentado necessidades relevantes de manutenção nem custos adicionais.

Tabela 3 | TIPOS DE BATERIAS UTILIZADAS

Operadora	Fornecedor	Especificações
Yellow	Inmotion	LG, 36V, 8,7Ah
Grin	Segway/ Ninebot	Ninebot, 36V, 5,2 Ah
Tembici	Tomoloo	Fornecedores chineses, 36V, 10,2 Ah
Bikxi	Própria	Samsung, 36V, 13 a 15 Ah.

Nota: Elaboração NOVÍ. Operadores selecionados em jan/2019.

40. Idem, item 37.

41. Idem, item 37.

3. PANORAMA NORMATIVO

3.1. ENQUADRAMENTO JURÍDICO DE POLÍTICAS DE MOBILIDADE URBANA

A urbanização no Brasil é um fenômeno recente. Ainda na década de 1960, o país registrava uma população eminentemente rural, com aproximadamente 39 milhões de habitantes vivendo nos campos, contra uma população urbana de 32 milhões⁴². Meio século depois, o padrão demográfico foi radicalmente alterado: enquanto a população rural foi reduzida para menos de 30 milhões, o contingente urbano mais que quintuplicou, contabilizando no censo de 2010 quase 161 milhões de pessoas. Esse intenso e acelerado crescimento das cidades acarretou uma série de problemas relacionados à falta de planejamento, incluindo o tema da mobilidade urbana.

Juridicamente, a Constituição Federal de 1988 estabeleceu a política urbana dentro “da ordem econômica e financeira”, tendo como pilares o desenvolvimento das funções sociais da cidade e a garantia do bem-estar de seus habitantes (art. 182)⁴³. Ela também definiu que a fixação de suas diretrizes, incluindo o tema dos transportes urbanos, é competência da União (art. 21, inciso XX).

Foi com base nessas premissas e nos debates que ocorreram nas duas décadas posteriores a sua promulgação, que em 2012, foi criada a Política Nacional de Mobilidade Urbana - PNMU (Lei n. 12.587/12)⁴⁴, com o duplo escopo de integrar os diferentes modos de transporte e aprimorar a acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas nos municípios.

Não obstante a Constituição tenha dado um viés essencialmente econômico para a política urbana, no tema da mobilidade a PNMU fez incluir expressamente a orientação socioambiental, ao alicerçá-la no desenvolvimento sustentável e no uso de energias renováveis e menos poluentes. Adicionalmente, contempla entre seus objetivos a eficiência do transporte urbano. A PNMU fixou as atribuições de cada ente federativo, estabelecendo caber à União a fixação dos padrões gerais de mobilidade, que deve estar articulada com a competência municipal para disciplinar as questões de interesse local, estabelecidas, via de regra, no plano diretor (conforme determina o Estatuto da Cidade - Lei n. 10.257/01)⁴⁵.

Alinhado com a divisão constitucional de competências, no plano federal, mais especificamente na estrutura do Ministério das Cidades, foi criada a Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana - SeMob, ora ligada ao Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR, com o intuito de apoiar a implementação da política de desenvolvimento urbano de responsabilidade dos municípios.

Nesse contexto, incumbe aos Estados a prestação dos serviços de transporte público coletivo intermunicipais de caráter urbano, além da propositura da política tributária específica de incentivos à implantação da PNMU. Já os municípios têm a atribuição de planejar e executar suas respectivas políticas, além de regulamentar os serviços de transporte urbano. Para tanto, a PNMU determinou que os municípios acima de 20 mil habitantes elaborassem um Plano de Mobilidade Urbana até abril de 2015, sob pena de não poderem acessar os recursos federais destinados ao tema.

42. Dados dos censos demográficos do Brasil. IBGE. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>>. Acesso em: 09 fevereiro 2019.

43. BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 25 jan. 2019.

44. BRASIL. Lei n. 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm>. Acesso em: 25 janeiro 2019.

45. BRASIL. Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 25 janeiro 2019.

Entretanto, ao fim de 2016, apenas 5% dos municípios tinham cumprido a exigência legal⁴⁶, o que levou à prorrogação do prazo para 2018 e, em seguida, 2019. A baixa adesão é em boa medida fruto de uma falta de capacidade técnica dos municípios⁴⁷. Com efeito, as principais fontes de financiamento federal não contemplam a elaboração dos planos propriamente ditos. Nesse sentido, uma importante barreira encontra-se na implementação das políticas, de modo a conferir efetividade à lei.

3.2. MOBILIDADE ELÉTRICA LEVE

Assim como apresentado no Capítulo 2, bicicletas e patinetes elétricos constituem alternativas cada vez mais importantes em um contexto em que a implementação da política de mobilidade urbana avança com vagar, enquanto os problemas que compõem a sua gênese intensificam-se com vigor.

No que concerne ao tema da mobilidade leve de passageiros, em especial de bicicletas e patinetes elétricos, embora a lei tenha dividido de forma estanque os modos de transporte urbano em motorizados e não motorizados, não contemplando as especificidades dos veículos elétricos leves, vê-se que, do ponto de vista principiológico, esse modal encontra-se no cenário previsto e projetado pela lei.

Do plano geral, resta estabelecer a caracterização jurídica desse novo modal trazida pela legislação de trânsito, que em função da especificidade deveria servir de base para as demais normas. A matéria igualmente se insere dentro das competências privativas da União, (art. 22, XI, da CF), tendo a legislação de referência, o Código de Trânsito Brasileiro - CTB (Lei n. 9.503/97⁴⁸), definido os seguintes conceitos:

- Bicicleta - veículo de propulsão humana, dotado de duas rodas, não sendo, para efeito do CTB, similar à motocicleta, motoneta e ciclomotor;

- Ciclomotor - veículo de duas ou três rodas, provido de um motor de combustão interna, cuja cilindrada não exceda a cinquenta centímetros cúbicos (3,05 polegadas cúbicas) e cuja velocidade máxima de fabricação não exceda a cinquenta quilômetros por hora.

O CTB estabeleceu como órgão máximo normativo e consultivo do Sistema Nacional de Trânsito o Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, conferindo-lhe poder regulamentar para estabelecer as diretrizes da Política Nacional do Trânsito. Em consonância com suas competências, o CONTRAN estabeleceu em 2009, por meio da Resolução n. 315⁴⁹, a equiparação entre bicicletas elétricas e ciclomoteres⁵⁰.

Posteriormente, porém, o Conselho excepcionou essa equiparação em duas hipóteses. Consoante a nova regulamentação, trazida na Resolução n. 465/13⁵¹, os equipamentos de mobilidade individual autopropelidos não são equiparados aos ciclomoteres, sendo permitida sua circulação somente em áreas de circulação de pedestres, ciclovias e ciclofaixas, desde que respeitadas as seguintes condições:

I - velocidade máxima de 6 km/h em áreas de circulação de pedestres;

II - velocidade máxima de 20 km/h em ciclovias e ciclo faixas;

III - uso de indicador de velocidade, campainha e sinalização noturna, dianteira, traseira e lateral, incorporados ao equipamento;

IV - dimensões de largura e comprimento iguais ou inferiores as de uma cadeira de rodas, especificadas pela Norma Brasileira NBR 9050/2004.

46. PIANEGONDA, Natália. Lei que trata da Política Nacional de Mobilidade Urbana completa cinco anos. Ano 2017. CNT - Confederação Nacional do Transporte. Disponível em: < <http://www.cnt.org.br/Imprensa/noticia/lei-que-trata-da-politica-nacional-de-mobilidade-urbana-completa-cinco-anos>>. Acesso em: 09 fevereiro 2019.

47. Idem, item 41.

48. BRASIL. Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503.htm>. Acesso em: 26 janeiro 2019.

49. BRASIL. Ministério das Cidades. Conselho Nacional de Trânsito. Resolução CONTRAN n. 315, de 08 de maio de 2009. Estabelece a equiparação dos veículos ciclo-elétricos, aos ciclomoteres e os equipamentos obrigatórios para condução nas vias públicas abertas à circulação. Disponível em: < https://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_CONTRAN_315_09.pdf>. Acesso em: 26 janeiro 2019.

50. "Art. 1º Para os efeitos de equiparação ao ciclomotor, entende-se como ciclo- elétrico todo o veículo de duas ou três rodas, provido de motor de propulsão elétrica com potência máxima de 4 kw (quatro quilowatts) dotados ou não de pedais acionados pelo condutor, cujo peso máximo incluindo o condutor, passageiro e carga, não exceda a 140 kg (cento e quarenta quilogramas) e cuja velocidade máxima declarada pelo fabricante não ultrapasse a 50 km/h (cinquenta quilômetros por hora).

Parágrafo único. Inclui-se nesta definição de ciclo-elétrico a bicicleta dotada originalmente de motor elétrico, bem como aquela que tiver este dispositivo motriz agregado posteriormente à sua estrutura.". Idem.

51. BRASIL. Ministério das Cidades. Conselho Nacional de Trânsito. Resolução CONTRAN n. 465, de 27, de novembro de 2013. . Disponível em: <<https://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/Resolucao4652013.pdf>>. Acesso em: 26 janeiro 2019.

Da mesma forma, não é enquadrada como ciclomotor a bicicleta dotada originalmente de motor elétrico auxiliar, bem como aquela que tiver o dispositivo motriz agregado posteriormente à sua estrutura, permitindo-se a sua circulação em ciclovias e ciclofaixas, desde que cumpram, em especial, as seguintes exigências:

- I – com potência nominal máxima de até 350 Watts;
- II – velocidade máxima de 25 km/h;
- III – serem dotadas de sistema que garanta o funcionamento do motor somente quando o condutor pedalar (pedal assistido);
- IV – não dispor de acelerador ou de qualquer outro dispositivo de variação manual de potência.

Dessa forma, atendendo às condições acima elencadas, as bicicletas elétricas são, para fins da legislação de trânsito, equiparadas às bicicletas comuns. Outras legislações, porém, não seguem tal orientação, tratando de forma discrepante o referido

modal. Esse é o caso da legislação tributária, que ainda mantém o enquadramento das bicicletas elétricas como ciclomotores⁵². Entretanto, a tendência é que seja criada uma uniformidade legislativa com base na caracterização feita pela autoridade de trânsito, uma vez que, na essência, trata-se da caracterização de um veículo.

Diferentemente dos demais modais, a rápida adoção de bicicletas e patinetes de novos sistemas de compartilhamento inverteram a lógica tradicional pois não são induzidos pela lei. Assim, bicicletas e patinetes elétricos constituem uma realidade fática que tem pressionado a produção normativa. Nesse sentido, conforme distribuição de responsabilidade, cabe aos municípios estabelecerem um regramento específico, assumindo o desafio de refletir na lei uma tendência inovadora e disruptiva.

Nos últimos anos, as principais capitais brasileiras têm buscado dar início à regulamentação desse novo fenômeno. A cidade de São Paulo, pioneira no assunto, foi também aquela que mais avançou em termos de evolução normativa e de suas políticas públicas (Quadro 2).

Quadro 2 | NORMATIZAÇÃO NA CIDADE DE SÃO PAULO

A cidade de São Paulo institui em 2016 o programa Integra-Bike São Paulo (Lei n. 16.388/16), com o objetivo de implantar um sistema de bicicletas públicas integrado ao sistema de bilhetagem municipal (Bilhete Único) e interligado aos principais terminais rodoviários, estações de trens e de metrô, a fim de conectá-los aos bairros, naquilo que se convencionou denominar lastmile (última milha), ou trechos finais de viagens, com deslocamentos até dois quilômetros.

Para disciplinar a lei, em 2017, o município promulgou o Decreto n. 57.889/17 que impôs a necessidade de cadastramento das empresas prestadoras de serviço, com ou sem estações (dockless ou freefloating), junto à Administração, na condição de Operadora de Tecnologia de Transporte Credenciada – OTTC.

Posteriormente, a Resolução n. 17/17 regulamentou a forma de prestação do serviço de compartilhamento de bicicletas, estabelecendo os requisitos para credenciamento das empresas interessadas. No caso do sistema de compartilhamento de bicicletas com estação, composto por estruturas físicas para estacionamento de bicicletas e por terminais de liberação, além do credenciamento, é necessário uma permissão de uso de bem público, que é sempre ato unilateral, precário e discricionário, e que deve observar um procedimento isonômico de escolha. Nesse caso, a própria resolução previu a possibilidade de apresentação de estudos técnicos com a finalidade de avaliar a necessidade da implantação de estações, paraciclos,

bicicletários ou faixas de estacionamento, exclusivos ou não, em vias e logradouros públicos do Município. Esses estudos seriam apresentados pela empresa interessada, ou pela própria administração pública, através de contratação ou chamamento público. Após, a outorga dos espaços poderá ser realizada também por chamamento público, mas sempre a título precário e mediante prévia autorização.

A resolução ainda estabeleceu a cobrança de preço público das OTTCs para prestação do serviço e estabeleceu um sistema, na prática, ilimitado de responsabilização, uma vez que imputa às operadoras os “danos ou prejuízos que venham a ocorrer na prestação do serviço, sejam decorrentes de caso fortuito, força maior, dolo ou culpa de usuários, inclusive decorrentes de atos de roubo, furto ou vandalismo;” (art. 11, XVIII).

Por fim, além das exigências relacionadas pela resolução, o decreto dispõe que a instalação de paraciclos e estações deve atender às regras da Companhia de Engenharia e Tráfego – CET, da Comissão de Proteção à Paisagem Urbana – CPPU, do Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental – CONPRES, além de eventuais outros órgãos ou entidades públicas competentes (art. 10).

Com relação aos patinetes elétricos, a prefeitura publicou no dia 02 de fevereiro de 2019 o Comunicado de Chamamento Público n. 2/19, com o objetivo de identificar as empresas interessadas no sistema de compartilhamento de patinetes elétricos.

52. Tanto no que diz respeito ao IPI, quanto ao ICMS, conforme: SEFAZ. RESPOSTA À CONSULTA TRIBUTÁRIA 18689/2018, de 22 de Novembro de 2018. Disponível em: <http://info.fazenda.sp.gov.br/NXT/gateway.dll/Respostas_CT/icms/RC18689_2018.htm>. Acesso em: 26 janeiro 2019.

3.3. ASPECTOS JURÍDICOS DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

Embora a legislação como um todo tenha avançado no desenho de um modelo de mobilidade urbana que acolha e valorize os patinetes e, em maior grau, as bicicletas elétricas, esse planejamento não pode perder de vista os impactos socioambientais desse modal, especialmente no pós-consumo. Desse modo, importante fonte de preocupações são o pós-uso das baterias de lítio, resíduos considerados potencialmente perigosos. Apesar da sua utilização cada vez mais frequente, o Brasil não possui uma legislação específica para baterias compostas por esse material.

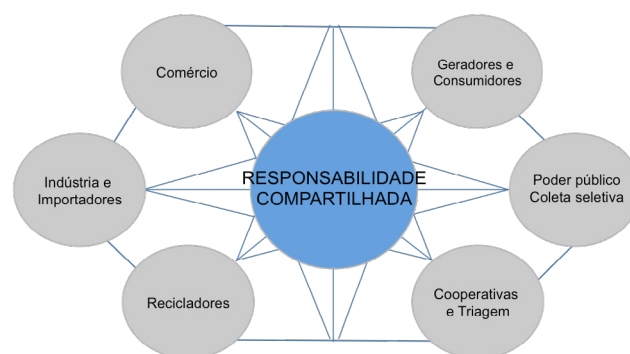
No plano internacional, mesmo quando se considera o descarte de baterias em geral, vê-se o início de sua normatização apenas em meados da década de 70. A Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos, posteriormente internalizada pelo Brasil⁵³, estabeleceu o princípio do consentimento prévio e explícito para a importação e o trânsito desses tipos de resíduos.

No Brasil (e na América Latina como um todo), a primeira disciplina acerca do descarte e gerenciamento ambientalmente adequado de baterias foi feita através da Resolução Conama n. 257/99⁵⁴, posteriormente substituída pela Resolução Conama n. 401/08⁵⁵. O Conselho impôs aos fabricantes nacionais e aos importadores de pilhas e baterias a obrigação de: i) inscreverem-se no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras dos Recursos Ambientais - CTF, ii) apresentarem anualmente ao IBAMA um laudo físico-químico de composição, emitido por laboratório acreditado junto ao Instituto Nacional de Metrologia e de Normatização - INMETRO; iii) apresentar ao órgão ambiental competente o plano de gerenciamento de baterias contemplando sua destinação ambientalmente adequada (art. 3º).

Como as baterias de lítio não constam do rol da resolução, a elas não se aplicam as exigências elencadas acima, mas tão somente a obrigação de implementarem, de forma compartilhada, programas de coleta seletiva pelos respectivos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e pelo poder público (art. 5º).

Adicionalmente, impõem-se obrigações advindas da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei n. 12.305/10⁵⁶). Reconhecida como um importante marco da legislação ambiental, a PNRS engendrou uma nova forma de tratar os resíduos, alicerçada numa responsabilidade compartilhada entre setor privado, público e sociedade civil. Em relação ao pós-consumo, a responsabilidade pelo ciclo de vida do produto impõe uma análise “do berço ao túmulo”, ou seja, estende-se a toda a cadeia e inclui todos os atores, mesmo aqueles indiretamente responsáveis pela geração de resíduos sólidos (Figura 4).

Figura 4 | RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA NA PNRS



Nota: Elaboração NOVÍ. Adaptado de: Secretaria de Meio Ambiente, São Paulo, 2014⁵⁷.

Mas a lei vincula essa responsabilidade às atribuições individualizadas e encadeadas, ou seja, ao papel de cada um desses atores de forma a permitir a destinação final ambientalmente adequada dos produtos. No caso das baterias, aí incluídas as das bicicletas e patinetes elétricos, a PNRS obriga toda cadeia a estruturar e implementar o sistema de logística reversa (art. 33, II), o que representa a necessidade de individualizarem-se as atribuições de ponta a ponta: desde a importadora até empresa que explora a atividade.

Para concretizá-la, foram previstas diversas ferramentas, como a Logística Reversa e a Análise do Ciclo de Vida - ACV, apresentada no Capítulo 4. O Quadro 3 sumariza a relação entre os entes federativos em referência às questões ambientais vinculadas à implementação de novas soluções de mobilidade urbana.

53. Decreto n. 875, de 19 de julho de 1993 e Resolução CONAMA n. 452, 02 de julho de 2012.

54. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 257, de 30 de junho de 1999. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=257>>. Acesso em: 09 fevereiro 2019.

55. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 215, de 5 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>>. Acesso em: 09 fevereiro 2019.

56. BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 27 janeiro 2019.

57. SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Logística Reversa. São Paulo : SMA, 2014.

Quadro 3 | RESUMO NORMATIVO

Os protagonistas da implantação do sistema de compartilhamento de bicicletas são os municípios, que têm a responsabilidade de executar sua própria política de mobilidade urbana, bem como regular os serviços de transporte municipal.

Para tanto, devem seguir as diretrizes da União, que tem a competência de estabelecer as normas gerais sobre trânsito

e mobilidade, além das regras de direito administrativo que balizam a escolha do modelo de exploração da atividade.

Governo, setor privado e sociedade civil compartilham responsabilidades para proteção do meio ambiente definidas de acordo com o papel que desempenham na cadeia, em especial no pós-consumo das bicicletas e patinetes elétricos. O Anexo 6.2 apresenta atores envolvidos e suas competências.

4. ELEMENTOS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

A avaliação de qualquer inovação tecnológica deve considerar os benefícios trazidos, como também, de maneira mais ampla, os impactos negativos que acarreta ao sistema. Esses efeitos e potenciais dilemas são conhecidos como *problem shifting*⁵⁸, ou transferência de problema. Com frequência, por desconhecimento ou intencionalmente, gera-se comunicações com viés parciais (*green washing*), deixando de considerar impactos transferidos a outros elos da cadeia produtiva. Assim, consumidores e agentes envolvidos são induzidos ao erro de julgamento, preferindo determinada tecnologia, mesmo que gere impactos ainda maiores ao sistema.

Tecnologias alternativas tendem a se proclamar “sustentáveis”, considerando uma variável ou etapa do ciclo de vida específica. Assim, por exemplo, um produto ou serviço que gere menos emissões de gases de efeito estufa (GEEs) na fase do uso, ou que seja composto por matérias-primas de origem renovável, pode comunicar seu baixo impacto, sustentabilidade ou atributos “verdes”. No entanto, não avalia e comunica outras variáveis igualmente relevantes, como o tempo de decomposição de determinado material ou o impacto geral direto ou induzido ao ter cumprido sua função.

No caso das bicicletas e patinetes elétricos, temos claras vantagens na velocidade de deslocamento em ambientes urbanos, o que promove seu uso como alternativa a um veículo automotor a combustão. Apesar de gerar muito menos emissões na fase de uso, os itens e materiais que as compõem também têm seu impacto na fase de produção e descarte.

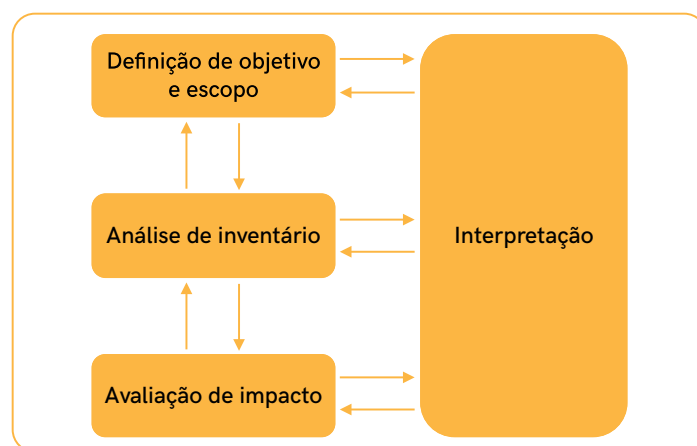
Para garantir que produtos ou serviços alternativos, concorrentes ou substitutos, sejam avaliados em relação aos impactos sociais e ambientais é importante utilizar um método de análise que estabeleça critérios comparáveis. Esta abordagem é denominada Avaliação de Ciclo de Vida (ACV). Essa será a abordagem holística a ser utilizada para a avaliação de bicicletas e patinetes elétricos.

4.1. AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA

A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é a metodologia indicada para mensuração de impactos ambientais ao longo de todos os elos de uma cadeia de valor, do “berço ao túmulo”. Ela considera as etapas que envolvem a extração das matérias-primas, o desenvolvimento do produto, a produção, o uso ou consumo e, posteriormente, a disposição final ou o início de um novo ciclo. Durante essas etapas, são identificados os processos que contribuem para cada aspecto ambiental, como as mudanças climáticas, as alterações no uso do solo, o consumo de energia, entre outros.

A ACV é constituída de quatro fases, conforme descrita na norma técnica ISO 14040⁵⁹ e 14044 (Figura 5): definição do objetivo e escopo da análise; coleta de dados e análise do inventário; avaliação do impacto; e, interpretação das informações, para fundamentar a tomada de decisão.

Figura 5 | ETAPAS DE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA



Nota: Elaboração NOVÍ. Baseado em ISO 14040 e 14044.

58. PROBLEM Shifting – Taking Stock of Industrial Ecology. Ebrary. Disponível em: <https://ebrary.net/16769/environment/problem_shifting>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

59. ISO 14040:2006 covers life cycle assessment (LCA) studies and life cycle inventory (LCI) studies. It does not describe the LCA technique in detail, nor does it specify methodologies for the individual phases of the LCA. Ano 2006. ISO – International Organization for Standardization. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/37456.html>>. Acesso em: 14 fevereiro 2019.

Ao coletar informações referentes aos impactos de toda cadeia de valor, é comum encontrar barreiras de acesso aos dados. Os agentes responsáveis por determinada etapa ou elo utilizam-se de dados primários, complementando as demais etapas com dados secundários públicos ou de bancos de dados. Ao realizar a avaliação de impacto, é recomendado aplicar análise de sensibilidade, isolando variáveis, de maneira a determinar a relevância de determinado aspecto ou a necessidade de substituir um dado secundário por primário.

Por permitir a identificação dos impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de qualquer produto ou serviço, a ACV tem aplicações diversas: orienta quanto a formas de otimizar processos produtivos; oferece subsídios para decisões de introdução de novas tecnologias ou de investimentos; fundamenta posicionamentos estratégicos e diálogos com diferentes partes interessadas.

4.2. ESCOPO DE ANÁLISE

Para análise ciclo de vida de bicicletas e patinetes, convencionais e elétricos, é necessário definir alternativas de transporte que cumpram a mesma utilidade ou função no mercado brasileiro. Assim, diferentes modais que cumpram a expectativa de deslocamento de passageiros em determinado percurso de pequena distância em determinada velocidade serão avaliados e comparados.

Através de análise detalhada dos estudos de ACV internacionais disponíveis (Quadro 3) é possível afirmarmos que tanto bicicletas como patinetes são modais de transporte para percursos curtos com a menor contribuição para o aquecimento global e a poluição urbana representando, portanto, importantes aliados de países ou regiões com metas

concretas nesses aspectos. Entretanto, uma avaliação ampla deve considerar a ocorrência da transferência de problemas (problem shifting), tendo em vista que estas opções têm impactos ambientais relevantes, principalmente nas fases de produção e de descarte de seus componentes.

Os estudos de ACV⁶⁰ selecionados demonstraram que o potencial de aquecimento global de uma bicicleta elétrica é o dobro, comparada à bicicleta convencional. Igualmente ocorre em relação ao potencial de toxicidade humana, enquanto que uso do solo e a contribuição para a eutrofização de corpos d'água são também maiores, por exemplo. Esses aspectos são decorrentes da produção e uso de baterias, tendo em vista que os demais componentes que constituem ambas as opções, convencionais e elétricas, são os mesmos.

Na fase de obtenção dos insumos minerais ocorrem diferentes impactos. O lítio é material abundante, proveniente de lagos salinos no Chile, Bolívia ou China. O material é altamente inflamável, porém representa apenas de 1 a 2% do total de materiais que compõem a bateria. Por essas razões, o lítio não tem sido o foco de esforços de reciclagem e reutilização. Outros insumos, como níquel e grafite devem também ser considerados em análises de impacto.

Na fase de produção da bateria, há diferentes etapas de secagem que são extremamente intensivas em energia⁶¹. Desse modo, a matriz energética do local de produção é fator relevante nos resultados finais de uma ACV.

Os demais materiais predominantes em componentes de bicicletas e patinetes, como o aço, o alumínio e cobre são fontes de preocupação e devem ser objeto dos esforços de reciclagem.

60. DUCE, Andrea. Life Cycles Assessment of conventional and electric bicycles. Ano 2011. EMPA Materials Science & Technology. Disponível em: <http://www.eurobike-show.com/eb-wAssets/daten/rahmenprogramm/pdf/LifeCycleAssessment_DelDuce_englisch.pdf>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.

61. Ellingsen, L. Singh, B. Valøen, L. Majeau-Bettez, G. Srivastava, A. Strømman, A. (2018). Life Cycle Assessment of a Lithium-Ion Battery Vehicle Pack. Journal of Industrial Ecology. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/259552866_Life_Cycle_Assessment_of_a_Lithium-Ion_Battery_Vehicle_Pack>. Acesso em: 14 fevereiro 2019.

Quadro 4 | ESTUDOS DE CICLO DE VIDA DE VEÍCULOS DE MOBILIDADE

Leuenberger, M. Frischknecht, R. (2010). *Life Cycle Assessment of Two Wheel Vehicles*.⁶² ESU-SERVICES, Germany.

Leuenberger, M. Frischknecht, R. (2010). *Life Cycle Assessment of Battery Electric Vehicles and Concept Cars*.⁶³ ESU-SERVICES, Germany.

Lutsey, N. Hall, D. (2018). *Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions*. International Council on Clean Transportation.⁶⁴

Matheys, J. Timmermans, J. Autenboer, W. Mierlo, J. Maggetto, G. Meyer, S. Groof, A. Hecq, W. Bossche, P. (2009). *Comparison of the Environmental impact of 5 Electric Vehicle Battery technologies using LCA*.⁶⁵ International Conference on Life Cycle Engineering.

Petrillo, A. Mellino, S. De Felice, F. Scudo, I. (2018). *Design of a Sustainable Electric Pedal-Assisted Bike: A Life Cycle Assessment Application in Italy*.⁶⁶ New Frontiers on Life Cycle Assessment – Theory and Application.

62. Leuenberger, M. Frischknecht, R. (2010). Life Cycle Assessment of Two Wheel Vehicles. ESU-SERVICES, Germany. Disponível em: <<http://esu-services.ch/fileadmin/download/leuenberger-2010-TwoWheelVehicles.pdf>>. Acesso em: 14 fevereiro 2019.

63. Leuenberger, M. Frischknecht, R. (2010). Life Cycle Assessment of Battery Electric Vehicles and Concept Cars. ESU-SERVICES, Germany. Disponível em: <<http://esu-services.ch/fileadmin/download/leuenberger-2010-BatteryElectricVehicles.pdf>>. Acesso em: 14 fevereiro 2019.

64. Lutsey, N. Hall, D. (2018). Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions. International Council on Clean Transportation. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/323118874_Effects_of_battery_manufacturing_on_electric_vehicle_life-cycle_greenhouse_gas_emissions>. Acesso em: 14 fevereiro 2019.

65. Matheys, J. Timmermans, J. Autenboer, W. Mierlo, J. Maggetto, G. Meyer, S. Groof, A. Hecq, W. Bossche, P. (2009). Comparison of the Environmental impact of 5 Electric Vehicle Battery technologies using LCA. International Conference on Life Cycle Engineering. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/234162894_Comparison_of_the_Environmental_impact_of_5_Electric_Vehicle_Battery_technologies_using_LCA>. Acesso em: 14 fevereiro 2019.

66. Petrillo, A. Mellino, S. De Felice, F. Scudo, I. (2018). Design of a Sustainable Electric Pedal-Assisted Bike: A Life Cycle Assessment Application in Italy. New Frontiers on Life Cycle Assessment – Theory and Application. Disponível em: <<https://www.intechopen.com/online-first/design-of-a-sustainable-electric-pedal-assisted-bike-a-life-cycle-assessment-application-in-italy>>. Acesso em: 14 fevereiro 2019.

5. CONCLUSÕES

As bicicletas e patinetes elétricos compartilháveis se posicionam como meio de transporte limpo, acessível e dinâmico. A proposta de valor é oferecer alternativas para o transporte de passageiros e de pequenos fretes, com baixo custo de adoção e de transação. É uma opção custo efetiva para deslocamentos de última milha (last mile).

É um mercado em rápida expansão e transformação, com modelos de negócio em etapa de experimentação. A forte concorrência tem induzido que operadores ofertem novos produtos e serviços antes mesmo de identificar, avaliar e mensurar riscos associados aos impactos sociais e ambientais.

Nesse sentido, é necessário compreender seu processo de forma ampla e compará-las entre alternativas de deslocamento, identificando potenciais de melhoria, seja na produção, no uso e no descarte responsável dos equipamentos e componentes. O enquadramento jurídico e de políticas públicas deve também ser considerado.

A falta de histórico e de dados disponíveis, decorrentes da novidade e pioneirismo dos modelos de negócio disponíveis representam barreiras para que formadores de políticas públicas e agentes envolvidos no mercado brasileiro de micro-mobilidade considerem os desafios socioambientais. Nesse sentido, esse estudo e as etapas seguintes buscam suprir informações e prover recomendações úteis e factíveis.

6. ANEXOS

6.1. PROFISSIONAIS ENTREVISTADOS

Agradecimento da NOVÍ e GIZ aos profissionais do mercado brasileiro de mobilidade elétrica entrevistados entre janeiro e fevereiro de 2019.

Marco Gibram

Vendas Corporativas
Emove

Artur Bauab

Fundador e CE
Mymobility

Brenda Holz

Desenvolvimento - Patinetes
Tembici

Nicole Barbieri

Desenvolvimento - Patinetes
Tembici

Pedro Scaramuzza

Desenvolvimento de negócios
Tembici

Rafael Alves

Diretor Industrial
Tembici

Danilo Lamy

Fundador e CEO
Bikxi

Rodrigo Carvalho

Engenharia
Yellow

Gustavo Jorge

Compras
Yellow

6.2. ATORES E COMPETÊNCIAS ENVOLVIDOS EM NOVAS SOLUÇÕES DE MOBILIDADE ELÉTRICA URBANA

Hierarquia	Tema	Atores	Norma de referência	Competência principal
Federal	Trânsito e Transportes	Ministério da Infraestrutura	Código de Trânsito Brasileiro Resoluções CONTRAN	Legislar privativamente sobre trânsito e transporte
	Mobilidade	Ministério do Desenvolvimento Regional	Política Nacional de Mobilidade Urbana	Estabelecer regras gerais da política
	Atividade econômica	Ministério da Economia Receita Federal	Código Tributário Nacional	Estabelecer a política, administrar, fiscalizar e efetuar a arrecadação tributária Realizar a fiscalização e controle das importações
	Meio Ambiente	Ministério do Meio Ambiente IBAMA	Constituição Federal Política Nacional de Meio Ambiente Política Nacional de Resíduos Sólidos Resoluções CONAMA Instruções normativas do IBAMA	Legislar (normas gerais ou interesse federal) Proteger o meio ambiente (competência comum)
Estadual	Trânsito e Transportes	Secretaria de Logística e Transportes Secretaria de Transportes Metropolitanos		Estabelecer e operar o sistema de transporte e de trânsito, incluindo fiscalização no âmbito do Estado
	Mobilidade	Secretaria de Logística e Transportes		Executar a integração intermunicipal
	Atividade Econômica	Secretaria da Fazenda e Planejamento		Estabelecer e executar a política de administração tributária e financeira do Estado
	Meio Ambiente	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente	Lei nº 12.300/06 (Política Estadual de Resíduos Sólidos)	Proteger o meio ambiente (competência comum) e competência concorrente/suplementar para legislar. Licenciamento/controlar de atividades potencialmente poluidoras fabricadas no Estado.
Municipal	Trânsito e Transportes	Secretaria de Mobilidade e Transportes CET	Decreto n. 57.889/17 Resolução n. 17/17	Regular os serviços de transporte urbano
	Mobilidade	Secretaria de Mobilidade e Transportes		Planejar e executar a Política
	Atividade Econômica	Secretaria da Fazenda Secretaria do Desenvolvimento Econômico		Estabelecer o regime administrativo de exploração da atividade
	Meio Ambiente	Secretaria do Verde e do Meio Ambiente		Proteger o meio ambiente (comum) e legislar sobre assuntos locais

Nota: Elaboração NOVÍ. Caso ilustrativo da Cidade de São Paulo.

PROMOB-e



Por meio da:



MINISTÉRIO DA
ECONOMIA

