



MOBILIDADE
URBANA DE
BAIXO CARBONO

Transição para uma Mobilidade Urbana Zero Emissão



Transição para uma Mobilidade Urbana Zero Emissão

Autores: Banco Interamericano de Desenvolvimento
e Ministério do Desenvolvimento Regional

Transição para uma Mobilidade Urbana Zero Emissão

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente da República

Jair Messias Bolsonaro

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Ministro do Desenvolvimento Regional

Rogério Simonetti Marinho

Secretário-Executivo

Claudio Xavier Seefelder Filho

SECRETARIA NACIONAL DE MOBILIDADE E

DESENVOLVIMENTO REGIONAL E URBANO

Secretário Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento

Regional e Urbano

Tiago Pontes Queiroz

Diretor do Departamento de Projetos de Mobilidade e

Serviços Urbanos

Maxwell Borges de Moura Vieira

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO

Representante do BID no Brasil

Morgan Doyle

Especialista Líder em Transporte

Karisa Maia Ribeiro



MOBILIDADE
URBANA DE
BAIXO CARBONO

Transição para uma Mobilidade Urbana Zero Emissão

COORDENAÇÃO-GERAL

Fernando Araldi – MDR

Karisa Maia Ribeiro – BID

ELABORAÇÃO DE CONTEÚDO

Márcio de Almeida D'Agosto – IBTS

Renata Albergaria de Mello Bandeira – IBTS

Daniel Neves Schmitz Gonçalves – IBTS

George Vasconcelos Goes – IBTS

Mariane Gonzalez da Costa – IBTS

Tássia Faria de Assis – IBTS

Pedro José Pires Carneiro – IBTS

REVISÃO TÉCNICA

Fernando Araldi – MDR

Isabel Ferreira – IABS

Adriana Souza – IABS

Ana Cláudia Bazzo – IABS

Lorena Borges Dias – Consultora BID

Roberta Carolina Assunção Faria – Consultora BID

REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL

Stela Máris Zica

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Flávio Silva Ramos – Editora IABS

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Esa Gomes Magalhães – Editora IABS

FOTO DA CAPA

Tupungato/Istockphoto

Fevereiro 2021

Transição para uma Mobilidade Urbana Zero Emissão. Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID e Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR (autores). *Global Environment Facility* – GEF (financiador) – Brasília: Editora IABS, 2021.

ISBN 978-65-87999-11-1

79 p.

1. Mobilidade Urbana. 2. Transição para uma Mobilidade Urbana Zero Emissão. 3. Planejamento urbano. I. Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID. II. Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR. III. *Global Environment Facility* – GEF. IV. Título. V. Editora IABS.

SUMÁRIO

	DEFINIÇÃO DE TERMOS-CHAVE	7
	SIGLAS E ABREVIATURAS	11
	APRESENTAÇÃO	17
	Público-alvo	18
	Estrutura do caderno	18
1.	O que é Mobilidade Urbana Zero Emissão?	21
2.	Por que fazer a transição para a mobilidade urbana zero emissão?	25
	2.1 Contextualização	26
	2.2 Benefícios da mobilidade urbana zero emissão	29
3.	Caminhos para a mobilidade urbana zero emissão	33
	3.1 Estratégias para evitar ou reduzir a atividade de transporte	35
	3.2 Estratégias de mudança para um transporte mais eficiente em termos de uso de energia	37
	3.3 Estratégias de melhoria da eficiência tecnológica e operacional	42
	3.4 Estratégias de alinhamento entre planejamento urbano e de transportes	47
	3.5 Como está sendo a transição para a mobilidade urbana zero emissão?	49
4.	Processo de Transição para a Mobilidade Urbana Zero Emissão	53
	4.1 Diagnóstico da mobilidade urbana da região	54
	4.2 Planejamento da mobilidade urbana zero emissão	57
	4.3 Execução das estratégias para a transição para a mobilidade urbana zero emissão	66
	4.4 Monitoramento e controle das estratégias	67
	REFERÊNCIAS	73

DEFINIÇÃO DE TERMOS-CHAVE

A

Acessibilidade: possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertas ao público, de uso público ou provado de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida.

B

BRT: sistema de ônibus que percorrem vias segregadas, tipicamente na parte central da pista, e que conta com características como ultrapassagens nas estações, embarque em nível e pré-pagamento da tarifa.

C

Calçada: parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos motorizados, reservada ao trânsito seguro e acessível de pedestres, abrigando funções urbanas, como mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins.

Caminhabilidade: medida em que as características do ambiente urbano favorecem a sua utilização para deslocamentos a pé. A caminhabilidade de um ambiente urbano está associada à facilidade de deslocamento a pé pelas pessoas. Funciona como um indicador de quão propensos os usuários estão para escolher esse modo.

Ciclofaixa: parte da pista de rolamento destinada à circulação exclusiva de ciclos, delimitada por sinalização específica.

Ciclovia: pista totalmente segregada destinada à circulação de ciclos, com sinalização horizontal e vertical.

Cidade resiliente: é a cidade que possui resiliência urbana, isto é, a capacidade da cidade e seus sistemas (pessoas, empresas e governo) de absorver choques externos, transformar e adaptar, encontrando um novo estado de equilíbrio.

Conforto: qualidade referente a experiências sensoriais positivas. Proporciona boas condições térmicas, acústicas, visuais, de qualidade do ar e ergonômicas para o usuário.

D

Desenho urbano: processo de dar forma e caracterizar grupos de edifícios, bairros e cidades.

Direito à cidade: acesso amplo e democrático ao espaço urbano que permite que todas as pessoas alcancem e acessem serviços, atividades e destinos com facilidade e sem restrições físicas, de informação ou econômicas.

E

Espaço compartilhado: espaços que permitem o deslocamento e a permanência de pessoas a pé, de bicicleta e em veículos motorizados. As vias compartilhadas, ao contrário do viário tradicional, não segregam os diferentes fluxos com desníveis ou barreiras físicas, mas podem fazer uso de mudanças de acabamento de piso ou mobiliário urbano para orientar seu uso. São, normalmente, vias de baixa velocidade.

Estacionamentos destinados aos ciclos: existem dois tipos de estacionamento: Paraciclos e Bicicletário. Paraciclo é o local, na via ou fora dela, destinado ao estacionamento de bicicletas. Bicicletário é uma instalação em um local fechado em áreas públicas ou privadas, com controle de acesso, fornecendo segurança contra furtos, geralmente fornecem ferramentas e apoio para o reparo de bicicletas.

G

Gases de Efeito Estufa: os Gases de Efeito Estufa são aqueles que dificultam ou impedem a dispersão para o espaço da radiação solar que é refletida pela Terra, estando entre os mais relevantes o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O).

I

Indicadores: descrevem de forma específica os atributos do sistema cujo desempenho se deseja avaliar por meio de representações matemáticas de um processo ou de um resultado, tendo normalmente uma meta associada.

Índice de caminhabilidade: : indicador utilizado para aferir a qualidade das calçadas por meio de critérios predefinidos.

M

Malha viária: o conjunto de vias que constituem suporte à mobilidade urbana.

Mobilidade a pé: modo de transporte que se baseia na capacidade de cada pessoa desempenhar seus deslocamentos por meio da caminhada com independência e autonomia, seja livremente, seja com o apoio de recursos que a auxilie.

Mobilidade urbana sustentável: conceito que visa proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano por meio da priorização dos modos não motorizados e coletivos de transporte de forma efetiva, que não gere segregações espaciais e que seja socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável.

Mobility-as-a-Service: integração de várias formas de serviços de transporte em um único serviço de mobilidade acessível para demanda. Integra componentes de conceitos já existentes, como interconectividade e otimização de serviços de transporte, bem como mobilidade inteligente e contínua.

Moderação de tráfego: técnicas utilizadas para reduzir a velocidade de veículos motorizados e aumentar a segurança nas vias para todos os usuários do espaço viário.

P

Pedestre: qualquer pessoa que se desloque a pé, em pelo menos parte de sua jornada, fazendo uso ou não de elementos auxiliares ou empurrando carrinho de bebê.

Pesquisa Origem-Destino: estudo, normalmente realizado de 10 em 10 anos, que objetiva compreender os padrões das viagens realizadas pelos habitantes de um município. Os dados são coletados por meio de pesquisa domiciliar com um número amostral de habitantes e estão relacionados com a divisão dos modos de transportes; número de viagens por motivo; entre outros.

Pessoa com mobilidade reduzida: aquela que tenha, por qualquer motivo, dificuldade de movimentação, permanente ou temporária, gerando redução efetiva da mobilidade, da flexibilidade, da coordenação motora ou da percepção, incluindo idoso, gestante, lactante, pessoa com criança de colo e obeso (Lei 13.146/2015).

Placemaking: conceito de planejamento, criação e gestão de espaços públicos voltados às pessoas.

Poluentes atmosféricos: substância presente no ar que, pela sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, causando inconveniência ao bem-estar público. Neste caderno, serão consideradas as provocadas pela ação do homem, advindas das atividades do setor de transporte, liberadas diretamente pelas fontes de emissão, por exemplo: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx), hidrocarbonetos (HC), material particulado (MP) e óxidos de enxofre (SOx).

População vulnerável: famílias de baixa renda, pessoas idosas ou com deficiência, mulheres e minorias étnicas.

R

Redução da largura da via: do inglês *road diet*, significa reduzir o espaço viário voltado aos veículos motorizados para aumentar o espaço para pedestres e ciclistas.

Refúgio: parte da via, devidamente sinalizada e protegida, destinada ao uso de pedestres durante a sua travessia.

S

Segurança: qualidade relacionada à proteção do usuário, tanto da ameaça causada pelos eventuais conflitos com outros modos de transporte (segurança viária) quanto da violência causada por outras pessoas ou dos riscos oferecidos pela precariedade da infraestrutura em si (segurança pessoal).

T

Transporte ativo: os modos de transporte no qual o ser humano promove o próprio deslocamento ativamente, ou seja, caminhando, pedalando, tracionando ou empurrando qualquer veículo com a propulsão da própria força física. Na Política Nacional de Mobilidade Urbana, o transporte ativo é definido como transporte não motorizado. No entanto, com o intuito de valorizar a escala do pedestre na mobilidade urbana, este caderno usará o termo transporte ativo.

SIGLAS E ABREVIATURAS

A

AFOLU *Agriculture, Forestry and Other Land Use*, ou Agricultura, Floresta e Uso do Solo

ANFAVEA Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

ANTP Associação Nacional de Transportes Públicos

ASI *Avoid-Shift-Improve*

AUS Áustria

B

BID Banco Interamericano de Desenvolvimento, ou *Inter-American Development Bank (IADB)*

BRS *Bus Rapid Service*

BRT *Bus Rapid Transit*

C

CARB *California Air Resources Board*

CAV *Compressed Air Vehicles*

CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CH₄ Metano

CID10-Datasus Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil

CO Monóxido de Carbono

CO₂ Dióxido de Carbono

COP21 21^a Conferência das Partes

CR Caderno de Referência

D

DENATRAN Departamento Nacional de Trânsito

DIN Dinamarca

DOT Desenvolvimento Orientado ao Transporte, ou *Transit-Oriented Development*

E

EDF *Électricité de France*

EEMU Projeto Eficiência Energética na Mobilidade Urbana

EMTA *European Metropolitan Transport Authorities*

EUA Estados Unidos da América

EVWG *Electric Vehicle Working Group*

F

FCEV *Fuel-cell Electric Vehicles*, ou Veículos Movidos a Hidrogênio

FRA França

Frevue *Freight Electric Vehicles in Urban Europe*

G

GCC14 *Green Climate Cities*, ou Cidades com Clima Verde

GEE Gases de Efeito Estufa

GIZ *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*, ou Agência Alemã de Cooperação Internacional

GVB *Gemeentevervoerbedrijf*

H

H100 Óleo Vegetal Hidrotratado sem misturas

Hab. Habitantes

HC Hidrocarbonetos

HOL Holanda

HVO *Hydrotreated Vegetable Oil*, ou Óleo Vegetal Hidrotratado

I

IABS Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade

IAP Instituto Ambiental do Paraná

IBTS Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável

IC Intensidade de Carbono

INEA Instituto Estadual do Ambiente (Rio de Janeiro)

IPEA Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPKe Índice de Passageiros Equivalentes (pagantes) por Quilômetro

ITDP *Institute for Transportation and Development Policy*, ou Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento

ITS *Intelligent Transportation System*, ou Sistema de Transporte Inteligente

L

LCFS *Low-carbon Fuel Standard*, ou Norma de Combustíveis de Baixo Carbono

M

MaaS *Mobility-as-a-Service*

MDR Ministério do Desenvolvimento Regional

MP₁₀ Concentração de Material Particulado com diâmetro menor que 10 micrômetros

MP_{2,5} Concentração de Material Particulado com diâmetro menor que 2,5 micrômetros

MRV *Monitoring, Reporting and Verification*

MWh *Megawatt-hora*

N

N₂O Óxido nitroso

NDC *Nationally Determined Contribution*, ou Contribuição Nacionalmente Determinada

NO_x Óxidos de nitrogênio

NOR Noruega

NRDC *Natural Resources Defense Council*

O

ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMS Organização Mundial da Saúde

ONU Organização das Nações Unidas

P

PA Poluentes Atmosféricos

pass-km Passageiros-quilômetro

PDTU Plano Diretor de Transporte Urbano

PGV Polo Gerador de Viagem

PIB Produto Interno Bruto

PMUS/SUMP Plano de Mobilidade Urbana Sustentável, ou *Sustainable Urban Mobility Plan*

PNMC Política Nacional sobre Mudança do Clima

PNMU Política Nacional de Mobilidade Urbana

R

RATP *Régie Autonome des Transports Parisiens*

S

Secima Secretaria do Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (Goiás)

SEEV4-City *Smart, clean Energy and Electric Vehicles for the City*

Semace Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Ceará)

SFMTA *San Francisco Municipal Transportation Agency*

SMS Secretaria Municipal de Saúde

Step 2025 *Stadtentwicklungsplan 2025*

SUTP *Sustainable Urban Transport Project*

T

tCO₂e Tonelada de dióxido de carbono equivalente

t-km Toneladas-quilômetro

U

UNFCCC *United Nations Framework Convention on Climate Change*, ou Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima

V

VLT Veículo Leve sobre Trilhos

VOR *Verkehrsverbund Ost-Region*

W

WRI *World Resources Institute*

Z

ZEV *Zero Emission Vehicles*, ou Veículos Zero Emissão

SÍMBOLOS

µg/m³ Micrograma por metro cúbico

APRESENTAÇÃO

O crescimento acelerado das cidades impõe grandes desafios à mobilidade urbana, pois se refere aos deslocamentos de bens, cargas e pessoas, sendo um dos atributos das cidades. A má distribuição do espaço público, em decorrência do uso intensivo do transporte individual motorizado, resulta em sistemas de mobilidade urbana ineficientes e que contribuem para a manutenção das desigualdades socioespaciais. Esse cenário atinge negativamente a renda da população, uma vez que o transporte tem importante papel no desenvolvimento urbano, permitindo às pessoas o acesso à oportunidade de emprego, atividades, bens e serviços essenciais.

Da mesma forma, o transporte impacta diretamente o agravamento das mudanças climáticas, com o aumento das emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE) e poluentes locais, ocasionando efeitos negativos em questões socioambientais e de saúde pública, diminuindo a qualidade de vida da população, entre outras externalidades.

Nessas circunstâncias, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) – Lei nº 12.587/2012 – em seus princípios, objetivos e diretrizes, direciona as cidades para um desenvolvimento urbano mais sustentável, reduzindo as desigualdades sociais e melhorando as condições urbanas de mobilidade e acessibilidade. A PNMU prevê mecanismos para priorização do transporte público e dos modos ativos, desestimulando o transporte motorizado individual e promovendo “o desenvolvimento sustentável com a mitigação dos custos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades”.

Assim, o Ministério do Desenvolvimento Regional, por meio da Secretaria Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento Regional e Urbano, em conjunto com o Banco Interamericano de Desenvolvimento, com apoio do *Global Environment Facility* (GEF), apresenta a Série “**Mobilidade Urbana de Baixo Carbono**”, formada por seis cadernos, com o intuito de servir como instrumento de orientação e apoio ao poder público no sentido de promover aspectos essenciais da mobilidade urbana no Brasil. O objetivo central dos cadernos é fomentar uma mobilidade urbana mais sustentável, em consonância com os preceitos da Política Nacional de Mobilidade Urbana e, como consequência, obter os benefícios socioeconômicos decorrentes da sua implantação, como a redução de GEE e de poluentes locais e a efetiva melhoria da qualidade de vida da população.

Este Caderno de Referência (CR) “Transição para uma Mobilidade Urbana Zero Emissão” busca fomentar a discussão e apresentar conceitos relacionados à mobilidade urbana zero emissão, visando à conscientização do poder público em relação aos potenciais impactos do planejamento e implementação de medidas estratégicas para a transição para uma mobilidade urbana zero emissão. Assim, este caderno direciona a esfera pública e demais atores no processo de transição com orientações técnicas e práticas, alinhadas à Política Nacional de Mobilidade Urbana.

Finalidade do caderno

O objetivo deste CR é orientar os gestores e técnicos de mobilidade urbana da esfera pública, privada e sociedade civil para o planejamento, implantação e monitoramento de políticas, ações e projetos que auxiliem no processo de transição para uma mobilidade urbana zero emissão.

Público-alvo

Esferas públicas nacional e subnacionais, bem como outros órgãos do poder público, do setor privado e da sociedade civil.

Estrutura do caderno

Nos Capítulos 1, 2 e 3 deste CR, são apresentados os conceitos, o contexto, as motivações e a problemática relacionada à transição para uma mobilidade urbana zero emissão em ambientes urbanos, considerando aspectos políticos, econômicos, tecnológicos, sociais e industriais, bem como um conjunto de ações possíveis de serem implementadas e combinadas para alcançar a zero emissão de carbono. No Capítulo 4, são apresentadas as etapas presentes no processo de transição para uma mobilidade urbana zero emissão.

Tabela 1: Estrutura do Caderno de Transição para uma Mobilidade Urbana Zero Emissão.

Apresentação		
Finalidade do caderno	Público-alvo	Como utilizar o CTR
O que é Mobilidade Urbana Zero Emissão		
Por que fazer a transição para a Mobilidade Urbana Zero Emissão		
Contextualização		Benefícios da mobilidade urbana zero emissão
Caminhos para a Mobilidade Urbana Zero Emissão		
Estratégias para evitar ou reduzir a atividade de transporte	Estratégias de mudança para um transporte mais eficiente em termos de uso de energia	Estratégias de melhoria da eficiência tecnológica e operacional
Estratégias de alinhamento entre planejamento urbano e de transportes		Como está sendo a transição para a mobilidade urbana zero emissão
Processo de transição para a Mobilidade Urbana Zero Emissão		
Diagnóstico da mobilidade urbana da região		Planejamento da mobilidade urbana zero emissão
Execução das estratégias para a transição para a mobilidade urbana zero emissão		Monitoramento e controle das estratégias

Fonte: Elaboração própria.

1



O que é Mobilidade Urbana Zero Emissão?

No Brasil, a **mobilidade urbana** é definida pela Política Nacional de Mobilidade Urbana – PNMU, instituída pela Lei nº 12.587 de 2012, como “a condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano”¹. Uma mobilidade urbana adequada contribui para a redução (1) dos níveis de congestionamento de tráfego; (2) do tempo de deslocamento; (3) do número de acidentes viários; (4) do custo dos deslocamentos; (5) da emissão de gases de efeito estufa (GEE); e (6) de poluentes atmosféricos, ocasionando a melhoria da qualidade de vida da população.

A **mobilidade urbana sustentável**, por sua vez, é resultado de um conjunto de políticas públicas de transporte, integrado ao planejamento urbano, que visa proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano e às oportunidades equilibrando aspectos sociais, econômicos, ambientais e culturais. Esse objetivo pode ser alcançado por meio da priorização dos modos ativos e coletivos de transporte, de modo a permitir a inclusão social e o aumento da qualidade de vida de seus habitantes, respeitando o meio ambiente^{2,3}. Nesse sentido, a PNMU trata da mobilidade urbana sustentável, no contexto mais amplo do conceito de desenvolvimento sustentável, considerando os aspectos econômicos, ambientais e sociais.

A mobilidade urbana sustentável está associada ao desenvolvimento sustentável, ou seja, de Baixo Carbono, visando à redução da emissão de carbono a um nível mínimo. Essas emissões são responsáveis pelo aquecimento global e pela mudança do clima. Da mesma forma, a **Mobilidade Urbana de Baixo Carbono** consiste na realização de deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades com o menor nível possível de emissões de GEE.

Ainda mais promissor é o conceito de **Mobilidade Urbana Zero Emissão**. O termo zero emissão, do ponto de vista do transporte, consiste em deslocamentos de pessoas e cargas sem a emissão de GEE ou de poluentes atmosféricos no uso final. A emissão zero carbono pode ser alcançada por um conjunto de ações, como o transporte ativo ou por veículos com motor ou fonte de energia com zero emissão^[1], como veículos elétricos à bateria, veículos elétricos com célula de combustível a hidrogênio (FCEV – *fuel-cell electric vehicles*) ou, inclusive, tecnologias emergentes como os veículos a ar comprimido (CAV – *compressed air vehicles*), conforme apresentado na Figura 1.

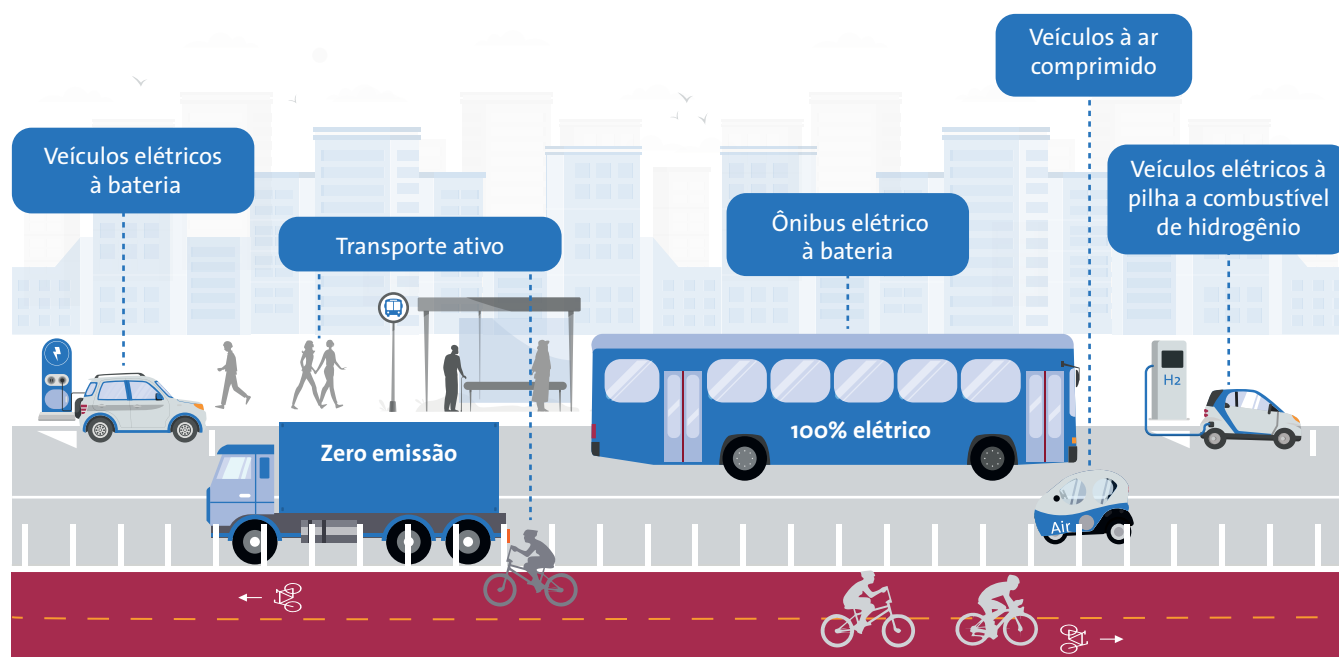


Figura 1: Mobilidade urbana zero emissão.

Fonte: Elaboração própria, 2020.

[1] Não incluem fontes de energia e tecnologias que não são zero emissões no uso final, como gás natural comprimido ou bio-metano, biocombustíveis (incluindo biocombustíveis de resíduos) e veículos híbridos ou híbridos *plug-in*, que são tecnologias de baixa emissão de carbono.

Dessa forma, a transição para uma mobilidade urbana zero emissão passa pela mobilidade urbana de baixa emissão de carbono, tal como apresentado na Figura 2. Por sua vez, o conceito de mobilidade urbana sustentável é mais abrangente, pois contempla outros impactos ambientais em sinergia com os aspectos socioeconômicos.

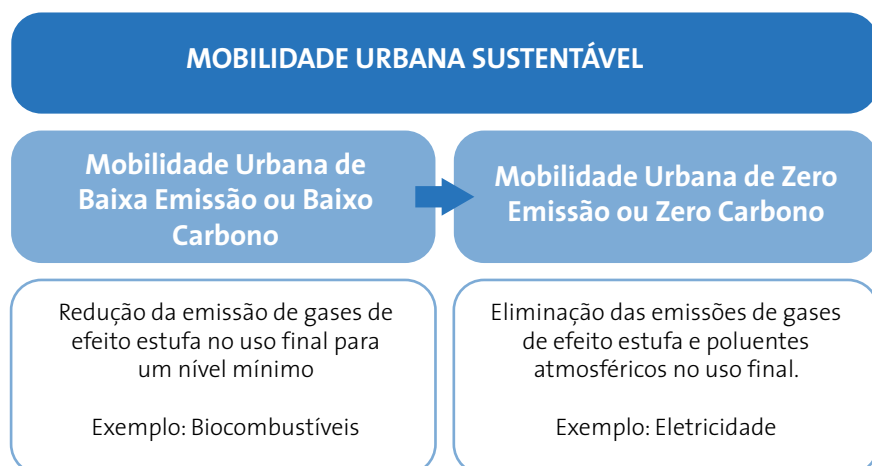


Figura 2: Conceito de mobilidade urbana de baixa emissão e zero emissão de carbono.

Fonte: Elaboração própria, a partir de ^{4,5}.

A partir das definições apresentadas, é importante compreender o contexto e fatores nacionais e internacionais, bem como os benefícios relacionados, para entender os possíveis caminhos do processo de transição para a mobilidade zero emissão. Esses tópicos são discutidos no capítulo a seguir.

2



Por que fazer a transição para a mobilidade urbana zero emissão?

O Acordo de Paris, estabelecido na 21ª Conferência das Partes (COP 21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), visa o combate à mudança do clima por meio da redução das emissões de GEE em um contexto de desenvolvimento sustentável, limitando o aumento da temperatura média mundial abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais. Assim, os países signatários, incluindo o Brasil, apresentaram Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) para a redução de suas emissões de GEE.

A NDC brasileira propõe a redução de 37% das emissões nacionais de GEE até 2025 e a indicação de redução de 43% das emissões até 2030, tendo como base os níveis medidos em 2005. Para atingir as metas estabelecidas, o país precisa adotar políticas para definir e garantir contribuições específicas em diversos setores, por exemplo, florestal, industrial e de transportes.

Os setores de Agricultura, Floresta e Uso do Solo (AFOLU) e de Energia são responsáveis por 56% e 33% das emissões nacionais de GEE, respectivamente ⁶. O transporte faz parte do setor de Energia, sendo responsável pelo maior consumo de combustíveis fósseis do Brasil ⁶. Entre 2005 e 2017, a emissão de GEE pelo setor de transporte teve um aumento de 45% ⁷, enquanto, nesse mesmo período, o Produto Interno Bruto (PIB) do país cresceu apenas 23% ⁸ (Figura 3).

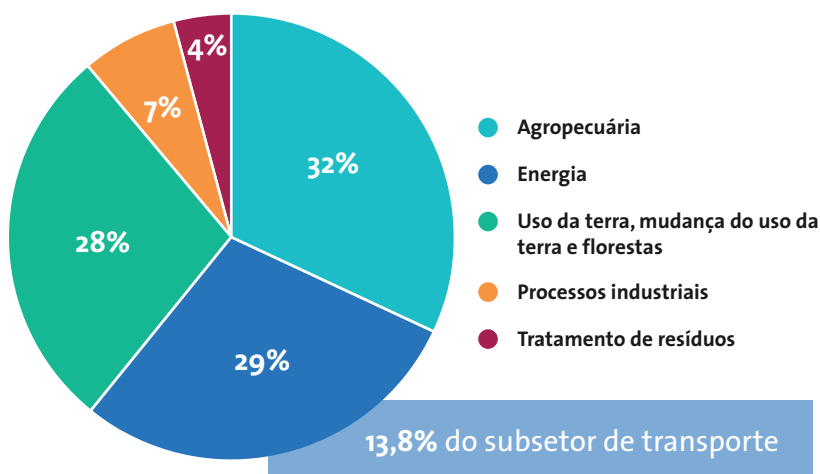


Figura 3: Infográfico emissões por setores e subsectores.

Fonte: Adaptado de SIRENE ⁹, 2020.

Nesse contexto, destaca-se a importância do setor de transporte para que o Brasil atinja as metas de sua NDC ¹⁰. De tal modo, as cidades que incentivam a mobilidade sustentável contribuem para colocar em prática as metas brasileiras. Além da redução da emissão de GEE, a mobilidade sustentável também tem impacto direto na redução da emissão de PA, do nível de ruído e de vibrações, sobretudo nas cidades.

A emissão de PA, em especial os de atuação local, como o monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos (HC) e material particulado (MP), apresenta efeitos negativos à saúde humana, podendo afetar a respiração e o sistema imunológico dos seres humanos, bem como agravar doenças cardiovasculares preexistentes ¹¹. A exposição ao ruído e as vibrações também tem impacto direto na saúde dos motoristas e passageiros, podendo levar a problemas auditivos, como o risco de perda auditiva, sobretudo por parte dos motoristas ¹², além de aumento dos níveis de estresse, irritabilidade e cansaço, náuseas, perda de apetite, dores musculares e distúrbio do sono ¹³. Esses fatores de risco podem implicar em maiores gastos com saúde ¹², bem como no afastamento do empregado de suas atividades por motivos de convalescência. Portanto, pode-se afirmar que a mobilidade sustentável contribui para a melhoria da qualidade de vida e da saúde da população.

Como principais estratégias aplicadas para atingir a sustentabilidade do ponto de vista da mobilidade, destacam-se: (i) o incentivo ao transporte público de qualidade ¹³; (ii) incentivo à mobilidade ativa (favorecendo o transporte ativo com infraestrutura adequada); (iii) desincentivo ao uso de transporte individual motorizado; (iv) definição de meta para inclusão de veículos de zero emissão de carbono, principalmente para os ônibus e veículos de carga, além de veículos particulares que circulem dentro da cidade ¹⁴; e (v) integração física dos sistemas de transporte público e o transporte ativo.

Portanto, a transição para a **Mobilidade Urbana Zero Emissão** é o caminho que deve ser desenvolvido progressivamente para o setor de transporte urbano na busca do desenvolvimento sustentável. Outros países, em especial europeus, já estão nesse processo de transição, devendo o Brasil seguir o quanto antes a vanguarda internacional para alcançar o desenvolvimento econômico com base nos pilares da sustentabilidade. As subseções seguintes visam contextualizar os fatores motivadores para essa transição, bem como apontar os seus benefícios.

2.1 Contextualização

A NDC brasileira destaca a necessidade de promover medidas de eficiência, de melhoria na infraestrutura de transportes e no transporte público em áreas urbanas. Dessa forma, essas metas complementam a PNMU, que orienta o desenvolvimento sustentável do setor. Assim, estudos da NDC do Brasil sugerem a ação conjunta das iniciativas da PNMU e da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), que é o marco legal no país para regulação das ações de mitigação e adaptação às mudanças do clima. O Quadro 1 resume os principais enquadramentos dessas políticas. Entretanto, é importante a análise do papel de cada esfera de governo sobre os temas específicos ¹⁵.

[2] Custos associados às internações em hospitais públicos devido a problemas cardiovasculares, câncer de pulmão, doenças respiratórias em idosos e pneumonia em crianças atribuíveis ao MP_{2,5}, que para o ano de 2015 foram estimados em R\$ 65 milhões, considerando apenas as regiões metropolitanas de Belo Horizonte, Curitiba, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro e São Paulo ¹¹.

[3] Para que haja melhoria da qualidade do serviço ofertado, é necessário o incentivo a novas tecnologias, tanto veiculares (por exemplo, veículos elétricos) quanto à informação para subsidiar a tomada de decisão do gestor e dos operadores, visando o planejamento das cidades de forma integrada em relação ao setor de transporte.

Quadro 1: PNMC e PNMU.

Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)	Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU)
• Instituída pela Lei nº 12.187/09, a PNMC é o marco legal no Brasil para regulação das ações de mitigação e adaptação à mudança do clima; • Define princípios, diretrizes e instrumentos para o enfrentamento dos efeitos adversos da mudança do clima, presentes e futuros, em âmbito nacional e com a cooperação e o alinhamento dos esforços dos diferentes setores e esferas de governo da Federação; • O Plano Nacional de Mudanças Climáticas, enquanto instrumento da PNMC, define ações e medidas para lidar com os efeitos da mudança do clima, a partir de: oportunidades de mitigação; impactos, vulnerabilidades e adaptação; pesquisa e desenvolvimento; educação, capacitação e comunicação.	• Instituída pela lei 12.587/12, a PNMU é o marco legal que estabelece as condições necessárias para o alcance da melhoria contínua na mobilidade urbana no Brasil; • Define os princípios, objetivos e diretrizes que auxiliam na gestão, operação, fiscalização e controle dos modos de transporte, de serviços e de infraestruturas para os deslocamentos de pessoas e cargas em áreas urbanas; • Estabelece os direitos e deveres de todos os setores da sociedade, incluindo a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios; • Define a obrigatoriedade da elaboração do Plano de Mobilidade Urbana para as cidades com mais de 20 mil habitantes e demais critérios previstos em lei, integrado e compatível com o Plano Diretor, e, quando couber, com o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI).

Fonte: Elaboração própria.

Cada esfera administrativa possui responsabilidades específicas com relação ao planejamento e implantação de ações de mobilidade urbana, conforme apresenta a Figura 4. Entretanto, é importante ressaltar que, apesar das atribuições específicas, a União, os Estados e os Municípios devem trabalhar de forma integrada para alcançar os objetivos da PNMU.

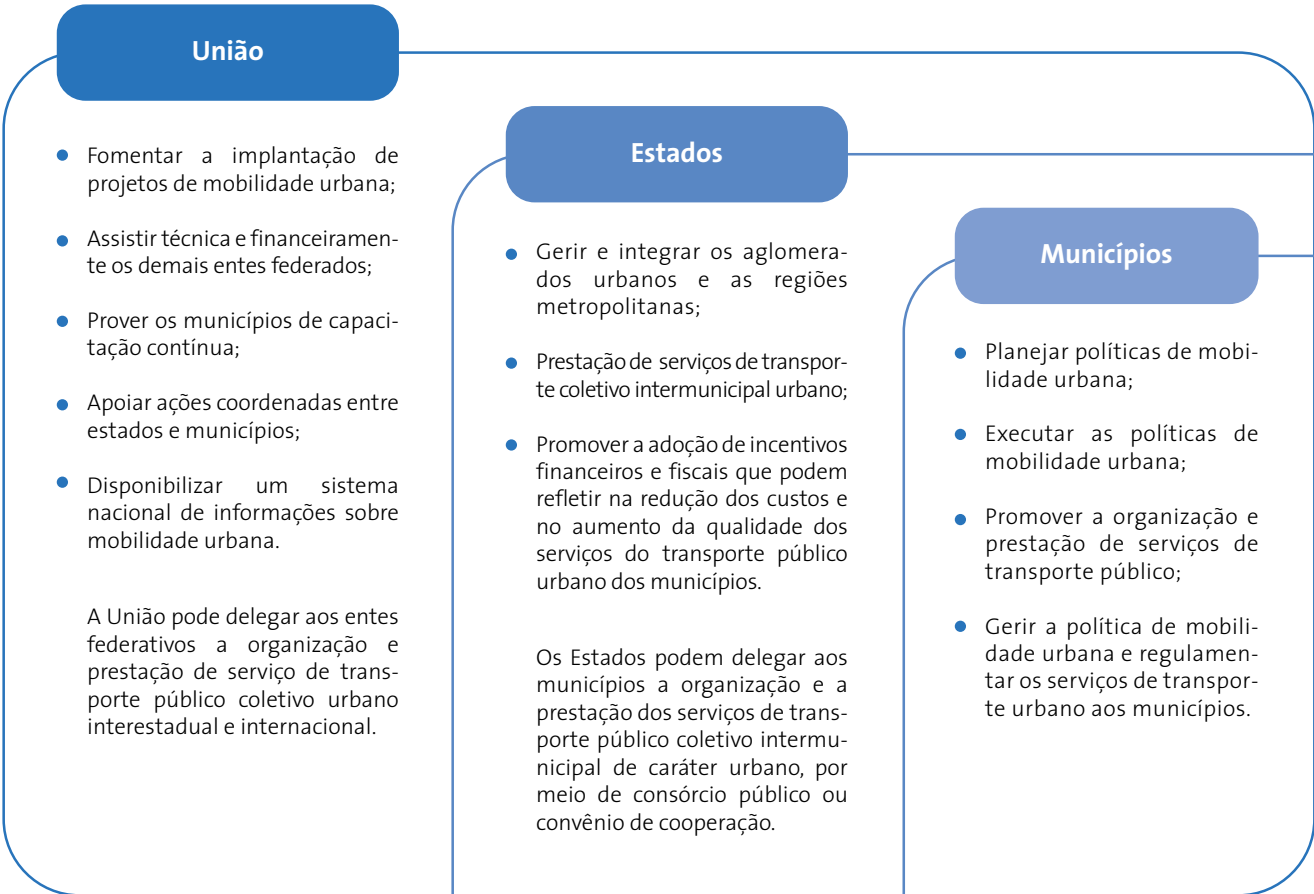


Figura 4: Responsabilidades conferidas a cada esfera administrativa do governo.

Fonte: D'Agosto et al. ¹⁶, 2020.

A PNMU está fundamentada nos seguintes princípios: (i) acessibilidade universal; (ii) desenvolvimento sustentável das cidades; (iii) equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo; (iv) eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de transporte urbano; (v) gestão democrática e controle social do planejamento e avaliação da PNMU; (vi) segurança nos deslocamentos das pessoas; (vii) justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços; (viii) equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros e (ix) eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana.



Figura 5: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) contemplados.

Fonte: Adaptada a partir da ONU, 2020.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram estabelecidos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), com foco em dados municipais e na sua natureza transversal. O Brasil está entre os 193 Estados-Membros da ONU que adotaram a Agenda 2030. Municípios que adotam esses objetivos promovem a erradicação da pobreza e outras privações, bem como estratégias que permitem melhorar a saúde e a educação, reduzir a desigualdade e estimular o crescimento econômico, ao mesmo tempo que combate as mudanças climáticas e as emissões de poluentes no ambiente causando a sua degradação. Dessa forma, observa-se que os princípios da PNMU estão alinhados aos ODS, que podem ser direcionados à mobilidade urbana, que é tema transversal em todos os 17 objetivos ¹⁷.

Quanto à transição para a mobilidade zero emissão, os ODS com maior impacto são: (i) Objetivo 13 – Ação contra a mudança global do clima; (ii) Objetivo 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, que visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; (iii) Objetivo 7 – Energia Acessível e Limpa para garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e

renovável para todos; (iv) Objetivo 3 – Saúde e bem-estar; (v) Objetivo 10 – Redução das desigualdades; e (vi) Objetivo 5 – Igualdade de gênero ¹⁸.

Nesse contexto, para garantir Cidades e Comunidades Sustentáveis no Brasil até 2030 (Objetivos 5, 10, 11 e 13 da Agenda 2030), é necessário melhorar a segurança viária e assegurar direito à cidade por meio de sistemas de mobilidade urbana sustentáveis, inclusivos, eficientes e justos, priorizando o transporte público coletivo e o transporte ativo, com especial atenção às necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, como aquelas com deficiência e com mobilidade reduzida, mulheres, crianças e pessoas idosas ¹⁸. Além disso, para garantir energia acessível e limpa no Brasil até 2030 (Objetivo 7 da Agenda 2030), é necessário manter elevada a participação de energias renováveis na matriz energética nacional, reforçando a necessidade de cooperação internacional para facilitar o acesso à pesquisa e a tecnologias para energia limpa, incluindo as renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa ¹⁸. Essas medidas têm impacto direto na saúde e no bem-estar da população, bem como na mudança global do clima, contribuindo assim para garantir os Objetivos 3 e 13 da Agenda 2030.

A transição para uma mobilidade zero emissão é um processo integrado, que não se trata apenas da substituição de veículos movidos a combustíveis fósseis por alternativas energéticas de zero emissão. Faz-se necessário também repensar o desenho urbano, por meio do planejamento urbano integrado alinhado ao planejamento de transportes, e a adoção de ações que reduzam o número de viagens e aumentem o uso do transporte coletivo e ativo, bem como o aperfeiçoamento e otimização de viagens, veículos e fontes de energia, de modo a contribuir para a transição.

Além disso, o uso de tecnologias avançadas e mais limpas para combustíveis fósseis e biocombustíveis permite a redução de emissões de GEE e das externalidades ambientais do setor de transportes (dependendo da rota tecnológica e matérias-primas empregadas). Entretanto, gradualmente essas fontes de energia devem ser substituídas por fontes zero emissão, como a elétrica, uma vez que continuam utilizando motores de combustão interna (Ciclo Otto ou Ciclo Diesel) de baixa eficiência energética e que continuam emitindo PA.

Dessa forma, a mobilidade elétrica é uma das soluções para a redução das externalidades ambientais negativas do setor de transporte, contribuindo para a transição para a mobilidade zero emissão ¹⁹. As vantagens da eletrificação de veículos como forma de substituir os combustíveis fósseis são ampliadas quando a eletricidade é gerada por fontes renováveis, como no Brasil, onde 83% da eletricidade ofertada em 2019 era renovável ²⁰. Assim, o Brasil possui um dos mais baixos fatores de emissão de CO₂ por MWh quando comparado a outros países ²¹.

2.2 Benefícios da mobilidade urbana zero emissão

O transporte ativo, a mobilidade elétrica, a gestão da mobilidade, a logística sustentável e práticas como *eco-driving* e teleatividades^[4] são ações eficazes no processo de transição. Essas medidas têm impactos positivos no meio ambiente, na qualidade de vida e na saúde pública da população, em especial para a população vulnerável que enfrenta impactos desproporcionais à saúde causados pelas mudanças climáticas e pela poluição ambiental.

A mobilidade de baixa emissão tem papel relevante para a modernização da economia de um país e o fortalecimento do mercado interno. Além disso, contribui para a redução da dependência do petróleo e, conseqüentemente, para o aumento da segurança energética¹⁸.

Todavia, os custos de transição de algumas práticas de mobilidade zero emissão, em curto prazo, podem ser elevados e não necessariamente viáveis do ponto de vista econômico, de modo que o processo de transição deve ser realizado de forma gradual²². Nesse contexto, são necessários novos modelos de negócio e de financiamento verde (*green bonds*), sociais (*social bonds*) e sustentáveis^[5] (*sustainability bonds*) que equacionem os custos associados a investimentos em infraestrutura e aquisição.

Nessa linha, o *Climate Bond Initiative* (CBI), iniciativa sem fins lucrativos, visa à certificação para captação de recursos para investimentos em projetos sustentáveis. Um exemplo é a parceria entre o Ministério da Infraestrutura do Governo brasileiro com o CBI, que visa investimento em projetos de ferrovias para favorecer o transporte de carga sustentável²³, assim como parceria entre governos dos estados de São Paulo e Piauí, a fim de promover melhoria na mobilidade urbana de forma sustentável, por meio de projetos de investimento em planejamento e modernização das linhas do metrô para favorecer o transporte de passageiros²⁴.

[4] Conjunto de atividades remotas que evita a realização de viagens, como: teletrabalho (*telecommuting*), teleconferência (*teleconferencing*), teleshopping, telesserviços (*teleservices*) e telelazer (*teleleisure*).

[5] Os *green bonds*, *social bonds*, *sustainability bonds*, também denominados de títulos baseados em uso de recursos, são instrumentos de dívida que se comprometem a financiar ativos com adicionalidade ambiental (verde), social ou ambas (sustentável). Assim, os *green bonds* são destinados a financiar projetos específicos, enquanto os *sustainability-linked bonds* (títulos vinculados ao desempenho de sustentabilidade) são atrelados a metas ambientais, sociais ou de governança da empresa e a destinação de recursos é determinada por esta.

No entanto, é importante destacar que práticas simples e que não necessitam de grandes investimentos também podem ser consideradas no processo de transição, podendo-se destacar o incentivo a programas de caronas solidárias; estabelecimento de horários alternativos de trabalho; aumento dos preços e redução da oferta de estacionamentos em vias públicas conforme a demanda; implantação de programas de desincentivo ao uso dos automóveis, tais como restrição de acesso a centros urbanos; implantação de faixas prioritárias para transporte público coletivo e veículos de carga.

Enfim, a transição para a mobilidade urbana zero emissão pode ser um indutor para o desenvolvimento econômico sustentável, se apresentando como uma oportunidade para a modernização da indústria automobilística e das empresas de energia, bem como para investidores e fornecedores de serviço, no que se refere ao crescimento sustentável e criação de novos empregos (EU, 2016). Assim, caso as estratégias para a mobilidade urbana zero emissão sejam aplicadas de forma integrada, é possível assegurar uma série de benefícios para as cidades, como apresentado no Quadro 2.

Quadro 2: Benefícios da mobilidade urbana zero emissão para as cidades.

Benefícios	Ambientais	- Mudança para fontes energéticas limpas^{18, 22, 25}; - Melhoria da qualidade do ar (Redução de poluentes atmosféricos)^{17-19, 22, 25, 26}; - Redução das emissões de GEE^{17, 22}; - Redução da poluição sonora^{17, 18, 22, 25}.
	Econômicos	- Aumento da competitividade, atratividade e força econômica¹⁷⁻¹⁹; - Acesso a programas de financiamento verde (<i>Green Bonds</i>)¹⁸, títulos sociais (<i>Social Bond</i>) e sustentáveis (<i>Sustainability Bond</i>)²⁷; - Aumento da segurança energética¹⁸; - Melhoria da eficiência energética¹².
	Sociais	- Melhoria da qualidade de vida da população^{20, 21}; - Redução de externalidades negativas relacionadas à saúde pública¹⁷⁻²⁵; - Redução do congestionamento de tráfego^{17-19, 22}; - Benefícios políticos, devido à percepção dos cidadãos quanto à melhoria na infraestrutura de transporte público e ativo¹⁸; - Redução do número de viagens²⁶.

Fonte: Elaboração própria, a partir de^{17, 18, 19, 22, 25 e 26}.

Tendo em vista o contexto e os benefícios destacados neste capítulo, na sequência são apresentadas possíveis estratégias que podem ser adotadas para definir o caminho para a transição para a mobilidade urbana zero emissão.

3

**Veículo Elétrico
Compartilhado**



PTI

Parque Tecnológico
Itaipu

CAMINHOS PARA A MOBILIDADE URBANA ZERO EMISSÃO

A economia de um país é considerada de baixo carbono quando a intensidade de emissões de dióxido de carbono equivalente^[6] (CO_{2e}) por milhão de dólares do PIB é inferior a $0,1 \text{ tCO}_2e$ ²⁵. Esse processo de transição da estrutura econômica tradicional para uma economia de baixo carbono requer a sinergia de sistemas críticos que interligam diversos segmentos, como indústria, energia, transportes, comunicações, mídia, setor residencial, construção e infraestrutura, agricultura e serviços²⁶.

O papel do setor de transporte é essencial para a transição de uma economia como a do Brasil, que emitiu $1,1 \text{ tCO}_2e$ por milhão de dólares do PIB em 2016²⁸, sendo onze vezes superior ao indicador de referência ($0,1 \text{ tCO}_2e$). Entretanto, o processo de transição do modelo de mobilidade urbana tradicional para mobilidade urbana sustentável, assim como mobilidade urbana de baixo carbono e de zero emissão, exige várias mudanças nos sistemas da sociedade, envolvendo interações entre grupos sociais, como empresas, cidadãos, comunidade científica, formuladores de políticas públicas (regulamentos e recomendações) e movimentos sociais²⁹. Também são necessárias mudanças tecnológicas, incluindo o planejamento de novos sistemas industriais ou transformação do existente com base na dotação de recursos locais, condições ambientais e vantagem comparativa^{30,31}.

[6] Ao converter as emissões de gases de efeito estufa não CO_2 , como metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), em unidades de dióxido de carbono CO_2 .

Segundo o SUTP³², o caminho para promover o transporte urbano sustentável inclui dez princípios, conforme apresentado na Figura 6: (i) Planejamento de cidades densas e em escala humana, a fim de fornecer espaço para pessoas (*Placemaking*) em detrimento do uso de veículos; (ii) Desenvolvimento Orientado ao Transporte (DOT), visando ao transporte público e ao transporte ativo; (iii) Otimização da malha viária; (iv) Incentivo ao transporte ativo; (v) Controle do uso do veículo (restrições de acesso, teleatividades, horários flexíveis para as atividades, entre outros); (vi) Implementação de melhorias no transporte público (BRT, VLT e metrô); (vii) Gerenciamento de estacionamentos; (viii) Promoção de veículos zero emissão; (ix) Soluções de comunicação (campanhas de atividades locais e programas de carona) e (x) Abordagem dos desafios de forma abrangente (práticas de integração e aliança com transporte público).



Figura 6: Estratégias para o transporte urbano sustentável.

Fonte: Adaptado de SUTP³², 2020.

Assim, os caminhos de transição para uma mobilidade urbana zero emissão podem ser definidos pelas estratégias apresentadas na Figura 7 e detalhadas a seguir.

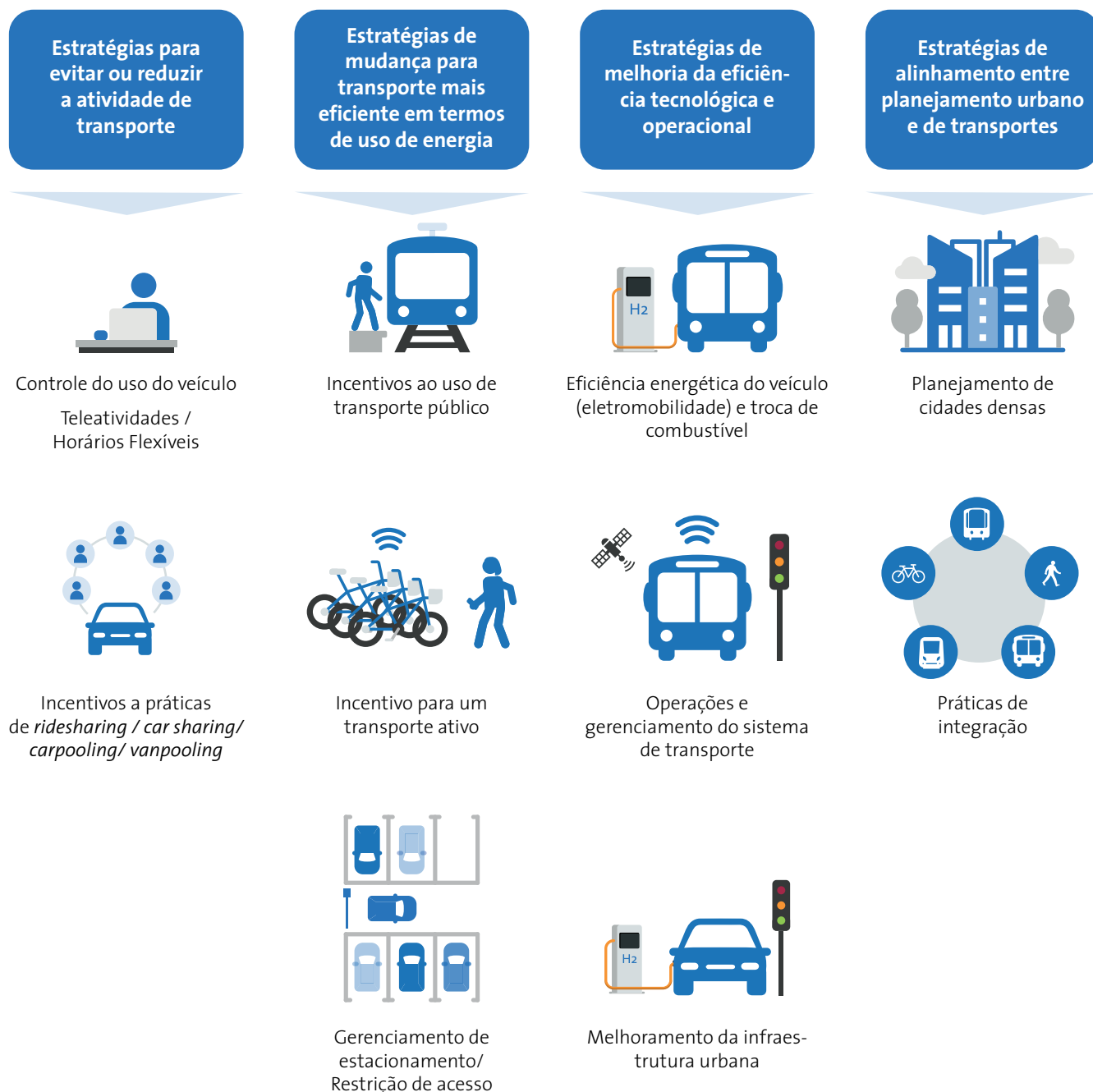


Figura 7: Estratégias para transição da mobilidade urbana zero emissão.

Fonte: Elaboração própria, 2020.

3.1 Estratégias para evitar ou reduzir a atividade de transporte

Para evitar ou reduzir a atividade de transporte, uma das possíveis ações é o **incentivo a teleatividades**, como teletrabalho, teleconferência, *e-commerce* e ensino a distância. É apresentado a seguir como o governo pode incentivá-la, o papel da tecnologia e o seu impacto social.

As teleatividades têm contribuído efetivamente para reduzir a necessidade de deslocamentos. Tarefas rotineiras, como operações bancárias ou a simples compra de ingressos para o cinema, são cada vez mais desempenhadas pela *internet*, evitando assim a necessidade de viagens.

Apenas com o aprimoramento da tecnologia é possível a disseminação das teleatividades, como a iniciativa de teletrabalho que permite aos funcionários trabalhar em locais diferentes de um escritório tradicional por meio do uso de tecnologia da informação e de ferramentas de telecomunicações, em substituição ao deslocamento físico até o local de trabalho. Embora a adoção dessa iniciativa seja impulsionada principalmente pelo setor privado, órgãos públicos podem assumir a liderança ao oferecer essas opções aos seus funcionários, bem como oferecer programas de assistência técnica, como políticas-modelo de teletrabalho e recursos para as necessidades do uso de tecnologia³³.

Entretanto, essa iniciativa apresenta um impacto social, pois não abrange a maior parte da população brasileira. Três quartos dos trabalhadores do país não podem desempenhar teletrabalho, pois suas funções exigem que estejam fora de casa, como vendedores, ambulantes, coletores de lixo, trabalhadores domésticos, do setor de serviços e da construção civil, entre outros. Ainda, quanto menor o nível de desenvolvimento econômico de uma região, menor a capacidade de teletrabalho³⁴. Por exemplo, 44% dos trabalhos no Reino Unido podem ser realizados em *home office*. No Brasil, esse percentual é de 23% e, em Moçambique, é de 5%. Da mesma forma, o percentual de trabalhos que podem ser feitos à distância no Piauí é a metade da proporção do Distrito Federal (32%). O mesmo ocorre para as outras estratégias que são abordadas no capítulo 3.

Além do incentivo a teleatividades, devem-se adotar **medidas de gestão da demanda de mobilidade**, como horários alternativos de trabalho e *ridesharing* com **intuito de reduzir e/ou escalonar o deslocamento**. Em horários alternativos de trabalho, por exemplo, a medida de semanas de trabalho comprimidas permite que o mesmo número de horas regularmente programado seja alocado em um número reduzido de dias de semana, diminuindo o número de funcionários em trânsito nos horários de pico³⁵.

Ainda, o uso de tecnologias para gestão da demanda de mobilidade tem proporcionado muitos benefícios, incluindo a redução do congestionamento de tráfego, redução dos custos de manutenção e construção de novas estradas, e estacionamentos, economia para usuários e redução do consumo de energia e, consequentemente, das emissões atmosféricas³⁶.

ESTRATÉGIAS PARA REDUZIR A DEMANDA POR VIAGENS

CALIFÓRNIA – EUA

A Califórnia tem sido referência na adoção de práticas relacionadas à **gestão da demanda de mobilidade**, incluindo iniciativas como carona solidária, promoção de **horários alternativos de trabalho** e **teletrabalho**, que devem ser empregadas em conjunto com medidas de incentivo ao **transporte ativo** e **transporte público** na tentativa de reduzir as distâncias percorridas por viagens e eliminar o congestionamento de tráfego nos períodos de pico.

O **teletrabalho** foi adotado como política oficial pela primeira vez na Califórnia por meio do Programa-Piloto *California's Telecommuting*, na década de 1980³⁷, e continua a ser praticado no estado. Entre 2015 e 2016, por exemplo, foi realizado um projeto-piloto por meio de serviços de consultoria e recursos gratuitos para empregadores que desejassem adotar programas de teletrabalho na cidade de San Diego. Como resultado, 26% das viagens deixaram de ser realizadas, bem como houve uma redução de 16% das viagens individuais por veículos particulares e de 2% das viagens por trem³⁸.

BRASIL

No Brasil, o **teletrabalho** é regido pela Lei Trabalhista nº 13.467/2017 e tem sido apresentado como uma oportunidade para reduzir emissões de GEE e de outros poluentes, bem como os prejuízos causados por congestionamentos, que correspondem a 4% do PIB do país³⁹. Como exemplo de teletrabalho adotado no Brasil, tem-se o caso de uma empresa líder do setor de celulose, cuja unidade de referência situa-se na cidade de São Paulo. Os resultados, após três meses de implantação da prática, indicam que, em um ano, seria alcançada uma redução média de 78 deslocamentos casa-trabalho por participante, uma redução de 4,5 mil horas de deslocamento (114h por participante por ano) e redução de mais de 13,5 toneladas de CO₂ equivalente por ano⁴⁰. Em 2020, a prática do teletrabalho cresceu significativamente devido às imposições de quarentena e afastamento social com a pandemia da Covid-19. No Brasil a quarentena forçou empresas de diferentes segmentos a adotarem o teletrabalho. Porém, os resultados satisfatórios com a prática têm levado à sua expansão. A Ambev, Johnson & Johnson, LafargeHolcim e Topdesk são empresas que planejam ampliar a prática do teletrabalho entre seus funcionários no Brasil.

3.2 Estratégias de mudança para um transporte mais eficiente em termos de uso de energia

Congestionamentos de tráfego e tempos de deslocamento prolongados tornaram-se uma realidade nas grandes cidades do mundo, fazendo com que diferentes métodos de direcionamento da demanda de viagens para outros modos de transporte sejam usados para minimizar suas externalidades negativas ⁴¹.

Nesse sentido, diferentes iniciativas têm buscado promover a transferência de viagens convencionais, usualmente pelo transporte individual motorizado, por opções mais sustentáveis e ativas, como incentivo à mobilidade a pé, a ciclomobilidade e o **uso do transporte público coletivo**, podendo contribuir para reduzir a poluição do ar pela queima de combustíveis fósseis, diminuir o congestionamento do tráfego, aumentar os níveis de atividade física, reduzir a exposição aos poluentes atmosféricos e sonoros e aumentar a interação social ³³.

Ademais, podem ser adotadas práticas restritivas, como **restrições de acesso ou de circulação de automóveis equipados com motores de combustão interna em certas regiões**. Essas práticas foram implantadas em cidades como São Paulo – Brasil e Santiago – Chile, obtendo resultados positivos quanto à redução de emissões. No entanto, esse tipo de medida deve ser monitorado e avaliado periodicamente, dado que em São Paulo, por exemplo, o Programa de Restrição ao Trânsito de Veículos Automotores, que tem como base o rodízio de veículo, teve seu impacto reduzido ao longo do tempo, dado que o número de veículos em circulação tem aumentado mais que a população ao longo do tempo, ou seja, houve aumento da taxa de motorização (veículos/habitante).

Segundo Day *et al.*, (2018) ⁴², o **aumento de preços de estacionamento e medidas restritivas para locais de estacionamento** estão entre as melhores soluções para reduzir os níveis de congestionamento. Alguns exemplos da implantação do gerenciamento de estacionamentos em cidades são apresentados no Box “Desestímulos ao Transporte Individual Motorizado”.

Além das medidas restritivas, os **impostos sobre combustíveis** contribuem para encorajar a transferência para o transporte público, representando em alguns países da América Latina e Caribe uma fonte significativa de receita ⁴³. Já em países desenvolvidos, podem ser definidos como uma ferramenta para financiamento do transporte público, como ocorre no estado norte-americano da Califórnia ⁴⁴.

Políticas públicas também interferem no processo de transição para a mobilidade urbana zero emissão. Políticas baseadas em conceitos como o ***transit first*** ^[7] (Figura 8), por exemplo, contribuem para transferir viagens realizadas por meio de transporte individual motorizado para transporte público, bicicletas e caminhada, aumentando a participação de viagens sustentáveis ⁴⁵.

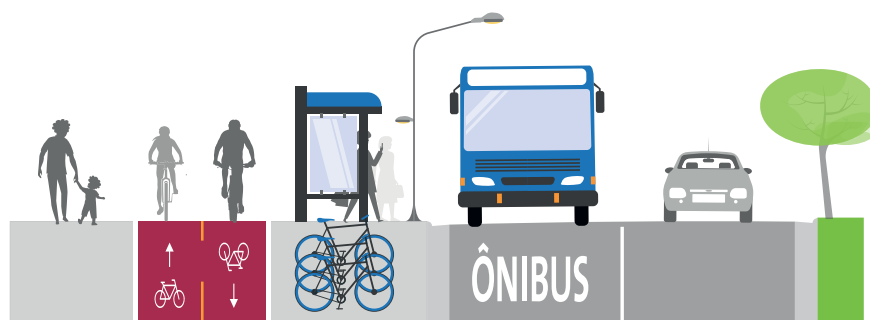


Figura 8: Conceito de *transit first*.

Fonte: Elaboração própria, 2020.

[7] *Transit first policy*: Prioriza o movimento de pessoas e mercadorias com foco em transporte público coletivo, mobilidade a pé e ciclomobilidade em vez de automóveis particulares ⁵⁰.

Além da adoção desse conceito, pode ser adotada a prática de **traffic calming** ou **moderação de tráfego** (Figura 9), por meio da realização de obras para redução da largura da via, construção de refúgios no canteiro central, lombadas e faixas de pedestres elevadas, promovendo menores velocidades e volumes mais baixos de tráfego, além de tornar as travessias mais curtas e seguras para pedestres e ciclistas, possibilitando o espaço compartilhado. Essa estratégia proporciona melhores condições para as pessoas que caminham ou andam de bicicleta, como modo principal, ou utilizam o transporte não motorizado como complemento às viagens diárias, uma vez que esses usuários podem se sentir mais confortáveis e seguros com a redução da velocidade de tráfego³³.

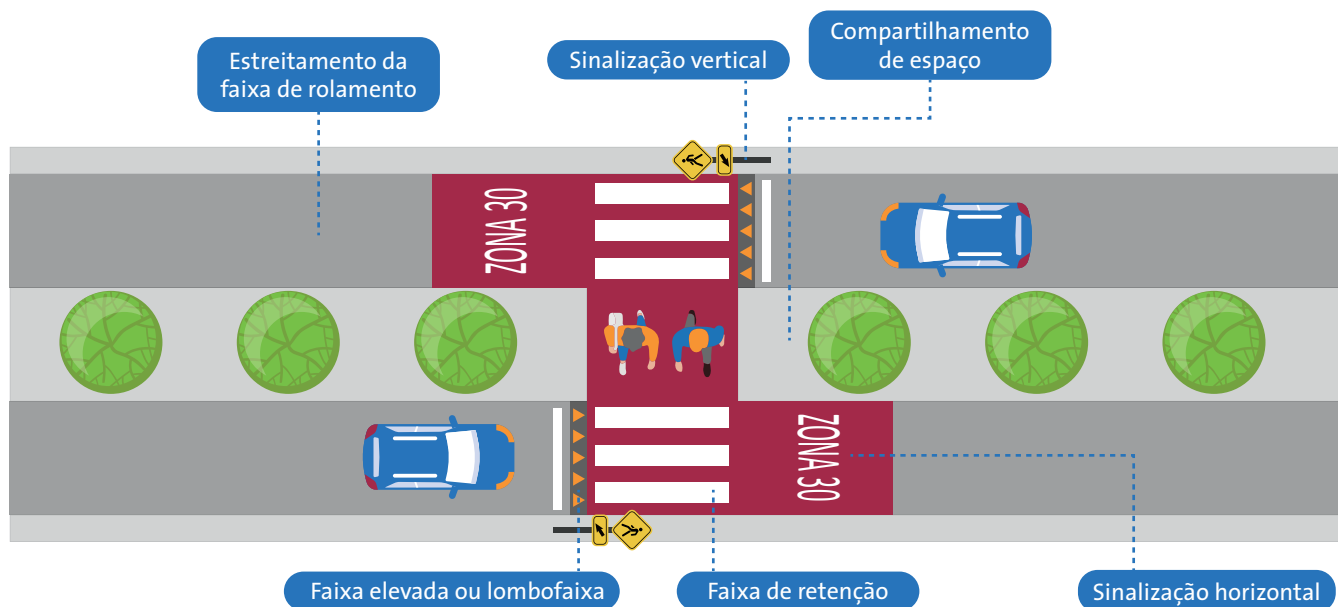


Figura 9: Traffic calming.

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Além disso, também é necessário o desenvolvimento de padrões de projeto de ruas de alta qualidade para o uso de bicicleta e de calçadas para caminhada⁴⁶. Os projetos de infraestrutura devem garantir o espaço físico e a estrutura para promover a caminhada e o uso de bicicletas, bem como o desenvolvimento da atividade no entorno com conforto e segurança⁴⁷.

A fim de auxiliar o processo de mudança para um meio de transporte mais limpo, a disponibilização de investimentos para aumentar o conforto, a qualidade e a oferta do serviço de ônibus é uma ação que pode promover a redução de emissões de GEE e de poluentes atmosféricos nas cidades por parte do setor de transportes, além de gerar impactos positivos para a economia, a qualidade de vida, a inclusão social e para outras agendas de desenvolvimento⁴².

Ainda, ações como adoção de DOT servem como oportunidade de apoio aos custos operacionais do BRT, por meio de **impostos sobre o valor imobiliário adicionado às propriedades próximas às estações e terminais** onde o valor do terreno aumenta como resultado de investimentos em transporte público, o que exige coordenação, capacidade de rastreamento dos aumentos do valor da terra e a aplicação de arcabouço legal e instrumentos fiscais e de arrecadação bem elaborados⁴⁸.

Os investimentos em infraestrutura ciclovária potencializam a atração de novos usuários, além de moldarem a distribuição dos elementos necessários para incentivar a ciclomobilidade⁴⁹. Assim, implantar uma infraestrutura básica e desenvolvê-la de forma que atenda às necessidades dos ciclistas é importante para os governos municipais, pois a inclusão da ciclomobilidade na agenda política, a partir de incentivos ao uso da bicicleta como modo de transporte e integrado ao transporte público coletivo (TPC), por meio da conscientização da população, criação de parcerias com escolas e empresas e de comissões para coordenar a promoção de

bicicletas e o desenvolvimento de um plano municipal direcionado à ciclomobilidade, reforça o cuidado e a preocupação com a qualidade de vida da população⁵⁰.

Ao incentivar o transporte ativo e um sistema de transporte público integrado multimodal, as cidades tendem a reduzir a demanda pelo transporte motorizado individual e, com isso, diminuir as emissões de GEE e de PA⁵¹. Logo, é possível garantir a mobilidade sustentável nas cidades, melhorando a qualidade de vida da população e reduzindo a desigualdade⁴⁷, uma vez que contribui para o acesso da população vulnerável a oportunidades nas cidades. A população vulnerável é a que mais sofre com restrições de mobilidade devido à falta de opções adequadas de transporte público e outras dificuldades, como custos financeiros, questões de saúde ou falta de segurança.

Outras iniciativas que promovem e estimulam as mudanças para modos de transporte mais limpos são: limitar o número de vagas de estacionamento para automóveis em novos empreendimentos imobiliários; reduzir vagas de estacionamento em vias públicas específicas nas áreas centrais; realizar operações de fiscalização de estacionamentos irregulares; estabelecer um limite mínimo de taxa de ocupação de veículos de carga para permitir acesso ao centro urbano.

INCENTIVO AO TRANSPORTE ATIVO

COPENHAGUE – DINAMARCA

Copenhague é uma cidade que se destaca pelo incentivo ao transporte ativo. Em 2009, a prefeitura local lançou um extenso plano climático com a intenção de se tornar, até 2025, a primeira capital neutra em carbono do mundo⁵². Desse modo, foram estabelecidas metas específicas para o transporte, como ter 75% das viagens realizadas a pé, em bicicletas ou transporte público. Assim, entre as estratégias para o setor de transporte, destaca-se o aumento do uso de bicicletas, por meio do melhoramento e expansão da infraestrutura cicloviária e da integração com trens e metrô; e o incentivo ao transporte a pé, com a criação de ruas para pedestres⁵³.



Figura 10: Ciclofaixa em Copenhague, na Dinamarca, 2014.

Fonte: Via Trólebus⁵⁴.

Para tanto, a cidade possui diversos projetos de ampliação da infraestrutura e da atual rede cicloviária (Figura 10), que contemplam, além da área central, mais densa da cidade, os subúrbios mais próximos por meio de vias exclusivas mais largas⁴⁹. Também foram construídas, desde 2006, 17 novas pontes dedicadas exclusivamente às bicicletas. Em 2019, havia mais bicicletas que habitantes em Copenhague, bem como cinco vezes mais bicicletas que automóveis. O governo municipal estimou em 2019 que 62% das viagens estavam sendo realizadas por bicicletas, um aumento em relação aos 52% registrados em 2015 e 36% em 2012⁵⁵.

PARIS – FRANÇA

Paris também se destaca pelo uso de bicicletas como meio de transporte (Figura 11).



Figura 11: Bicicletas do sistema Velib em Paris, na França, 2009.

Fonte: Acervo TcUrbes.

O Vélib foi o primeiro projeto a aplicar com sucesso o serviço de bicicletas compartilhadas com estações automatizadas em larga escala. Em 2019, o sistema possuía cerca de 18 mil bicicletas e está em expansão para atender áreas periféricas e incorporar progressivamente bicicletas elétricas^{56, 57}.

VIENA – ÁUSTRIA

A cidade de Viena implantou, em 2003, seu sistema de compartilhamento de bicicletas (*CityBike*), que chegou a 96 estações e 1.200 bicicletas em 2014. Além disso, em resposta às restrições impostas pela pandemia da Covid-19, foram instaladas em Viena, em maio de 2020, nove zonas temporárias de prioridade para pedestres para facilitar as condições de caminhar ao ar livre⁵⁸.

AMSTERDÃ – HOLANDA

Amsterdã, por sua vez, é considerada a capital mundial do ciclismo. Em 2017, 36% de todas as viagens na cidade foram realizadas por bicicletas, que são, atualmente, mais numerosas que os habitantes. Apesar disso, ainda existe possibilidade de crescimento, uma vez que metade das viagens realizadas por automóveis é curta, com distâncias inferiores a 7,5 km⁵⁹.

O último Plano Municipal de longo prazo para bicicletas de Amsterdã, com período de vigência entre 2017 e 2022, inclui construir espaços para estacionamento de bicicletas junto a estações com a finalidade de estimular a integração de viagens no transporte público, em especial com o ferroviário e o aquático. Outro objetivo do Plano para 2030 é resolver problemas de tráfego de bicicletas em regiões mais congestionadas, providenciando vias mais espaçosas para os ciclistas e melhores conexões na rede já estabelecida. A expansão das ciclovias (Figura 12) para regiões suburbanas está entre as prioridades da prefeitura, bem como criar um sistema mais eficiente de estacionamento de bicicletas (Figura 13) para evitar a falta de espaços vagos em locais de alta demanda. Esses investimentos, segundo as previsões, serão da ordem de 54 milhões de euros^{60, 61}.



Figura 12: Estacionamento para bicicletas na região central de Amsterdã, 2009.

Fonte: Acervo TcUrbes.



Figura 13: Rede ciclovária de Amsterdã, 2017.

Fonte: City of Amsterdam⁶².

SÃO PAULO – BRASIL

Na cidade de São Paulo, foram instalados, em 2014, estacionamentos destinados aos ciclos (paraciclos e bicicletários) em terminais de ônibus⁶². Em 2019, também foram instalados sistemas de controle de acesso aos terminais, como do Parque Dom Pedro II (Figura 14), sendo necessária a realização do cadastro por parte do usuário. Ao chegar aos terminais, o usuário recebe dois cartões, sendo um para identificar a bicicleta de acordo com o tempo de permanência no terminal e outro que deve ser guardado pelo usuário. Nesse sistema, as bicicletas são alocadas e retiradas apenas pelo controlador de acesso⁶³.



Figura 14: Bicicletário do Terminal Pq. Dom Pedro, em São Paulo, 2019.

Fonte: Mobilidade Sampa⁶⁴.

CURITIBA – BRASIL

A cidade de Curitiba implantou vias de *traffic calming*, como a localizada na Avenida Sete de Setembro (Figura 15), caracterizada por 6,3 km de extensão e faixas preferenciais do lado direito da pista, onde carros e bicicletas compartilham o mesmo espaço. A velocidade máxima permitida para os veículos motorizados é de 30 km/h⁶⁵. Junto ao *traffic calming*, foram implantadas áreas especiais de parada para bicicletas nos semáforos, entre a faixa de pedestres e a área de veículos motorizados⁶⁶.



Figura 15: Traffic calming, na Avenida Sete de Setembro, em Curitiba.

Fonte: Trânsito Ideal⁶⁵.

FORTALEZA – BRASIL

Em 2013, a cidade de Fortaleza realizou o planejamento de transporte de baixo carbono e ação por meio do projeto *Urban-LEDS* de estratégia de desenvolvimento urbano de baixo carbono para desenvolver e integrar seu inventário de emissões de GEE com estudos

anteriores e agilizar as práticas e políticas existentes (de acordo com as etapas da metodologia GreenClimateCities – GCC). Como resultado, foram criadas estações de bicicletas compartilhadas, tendo sido evitadas mais de 11.000 toneladas de CO_{2e} em 2015.

DESESTÍMULOS AO TRANSPORTE INDIVIDUAL MOTORIZADO

PARIS – FRANÇA

A cidade de Paris estabeleceu em 2017 restrições à circulação de veículos equipados com motores de combustão interna durante os dias de semana, particularmente em uma zona que compreende vias do centro da cidade⁵². Os veículos foram classificados quanto ao nível de emissão de poluentes atmosféricos e, progressivamente, as restrições aumentarão até o atingimento das metas de proibição de veículos a diesel em 2024 e de veículos a gasolina em 2030. Estuda-se o uso dessa classificação para aprimorar o sistema de estacionamento, de forma que veículos mais poluentes paguem mais⁶⁷.

OSLO – NORUEGA

Oslo implantou uma zona de baixa emissão (Figura 16) em que é proibida, desde 2016, a circulação de veículos a diesel entre 6h e 22h, sempre que a concentração de material articulado na atmosfera excede 50 µg/m³⁶⁸.



Figura 16: Zona de baixa emissão em Oslo.

Fonte: Oslo kommune (2020)⁶⁹.

Ainda buscando reduzir os congestionamentos em horários de pico, Oslo possui, desde 1990, um sistema de pedágio urbano para o acesso à região central da cidade. A iniciativa ainda gera recursos para financiar as infraestruturas viária e de transporte público por meio dos planos *Oslopakke*.

VIENA - ÁUSTRIA

Por sua vez, Viena implementou, desde 1993, a gestão de estacionamento no centro histórico da cidade, reduzindo significativamente a taxa de ocupação de veículos estacionados nas ruas da cidade e a intensidade de uso dos veículos leves, considerando a redução de dois terços da distância percorrida para encontrar vagas de estacionamento. Consequentemente, a poluição do ar e o ruído também diminuíram⁷⁰.

SÃO PAULO – BRASIL

Como medida para reduzir o número de veículos em circulação nas vias públicas e, consequentemente, o congestionamento, a cidade de São Paulo adotou o Programa de Restrição ao Trânsito de Veículos Automotores na área do Centro Expandido, delimitada pelas vias do Minianel viário. A restrição ocorre de 2ª à 6ª feira, exceto feriados, nos períodos das 7h às 10h e das 17h às 20h, com base no dígito final da placa do veículo e dia da semana⁷¹.

BOGOTÁ – COLÔMBIA

Em Bogotá, a adoção de programa de redução de trânsito, intitulado *Pico y placa*, foi capaz de aumentar a velocidade média do tráfego em 43%, diminuir o consumo de combustível em 8% e a poluição do ar em 11%³⁶.

3.3 Estratégias de melhoria da eficiência tecnológica e operacional

As estratégias de aperfeiçoamento e otimização se concentram em iniciativas que buscam melhorar as viagens existentes por meio do avanço da eficiência operacional do transporte público, por exemplo, **aumento da eficiência energética** dos veículos e **descarbonização** de fontes de energia, sendo fundamental para o seu funcionamento. Além disso, a **introdução de fontes renováveis de energia** no setor de transporte deve se tornar um princípio básico para o transporte motorizado⁷².

A **eficiência energética dos veículos** pode ser melhorada pelo uso de tecnologias disponíveis e o aprimoramento, fazendo com que as emissões de GEE, que são diretamente proporcionais ao uso de combustível, diminuam. Como exemplo, as reduções de emissões podem ocorrer com a **substituição da gasolina e do diesel por gás natural veicular**, que é menos intensivo em carbono. Além disso, a **adoção de tecnologias que incluem redução do arrasto aerodinâmico e resistência ao rolamento, motores eficientes**, compreendendo turboalimentação (com motores menores), **veículos híbridos e elétricos** (com frenagem regenerativa), transmissão aprimorada, parada em marcha lenta e outras medidas, também contribui para o aumento da eficiência energética³³.

Em relação ao uso de **biocombustíveis**, as principais prioridades dos países desenvolvidos são: reduzir as emissões de GEE e diversificar a matriz energética, exigindo poucas modificações na infraestrutura⁷³. Porém, as decisões políticas sobre a produção e o uso de biocombustíveis dependem de considerações sobre agricultura e uso da terra e política de transportes³³. Ademais, ressalta-se que seu potencial de mitigação está diretamente relacionado às matérias-primas utilizadas na produção desses biocombustíveis⁷⁴.

Quanto à transição do setor automobilístico para a **eletromobilidade**, são necessárias iniciativas como regulamentações e incentivos econômicos por parte dos governos para renovar a frota de veículos e, assim, reduzir a poluição do ar nas cidades. Tais incentivos incluem benefícios fiscais ou isenções e subsídios para aquisição de veículos elétricos ou de baixa emissão³⁶.

A eletromobilidade é uma solução importante para a construção de sistemas de transporte sustentáveis em áreas urbanas, uma vez que a redução das emissões locais de poluentes atmosféricos é particularmente importante em áreas urbanas por possuírem alta densidade populacional e tráfego pesado, podendo se tornar uma tecnologia dominante em cidades adensadas⁷⁵.

O valor da bateria pode representar mais de um terço do investimento necessário para a aquisição de um ônibus elétrico. Todavia, a tendência é que, com o avanço e disseminação das tecnologias das baterias, esse percentual se reduza ao longo do tempo. À medida que se deixa de incorporar o valor da bateria ao investimento inicial, é possível aumentar a competitividade dos veículos elétricos ante a tecnologia a diesel tradicional.

Dessa forma, a necessidade de uma linha de crédito específica para os ônibus elétricos direciona o financiamento dos veículos para duas categorias, *leasing* financeiro e operacional, que se apresenta como uma solução para a barreira de aquisição dos veículos elétricos para os operadores de transporte público⁷⁶. Além disso, a necessidade da criação de linhas de crédito específicas para o financiamento de ônibus elétricos pode ser realizada pelos chamados fundos verdes⁷⁷.

Também é necessário adequar os modelos de concessão praticados no sistema de transporte público, pois a maior parte das empresas operadoras de ônibus urbanos pertence à iniciativa privada, operando sobre regime de permissão ou concessão, com poucas empresas públicas atuando em algumas cidades⁷⁸. Dessa forma, os modelos de negócio devem se adequar para permitir o equilíbrio econômico-financeiro da operação, evitando o aumento da tarifa. Além do acesso a

financiamentos que considerem as peculiaridades específicas para a aquisição de veículos elétricos, deve-se considerar também os ajustes nas diretrizes para evitar riscos relacionados à segurança jurídica.

Assim, esses ajustes devem considerar: regulamentações claras nos itens do contrato de concessão, com objetivo de evitar brechas de interpretação; manutenção do equilíbrio econômico-financeiro; penalidades por infrações das regras contratuais para ambas as partes (poder público e iniciativa privada), incluindo os limites quantitativos de tolerância para evitar conflitos na sua aplicação e indicadores de desempenho atrelados a bônus ou penalidades de acordo com o atendimento de metas estabelecidas em contrato⁷⁸.

Assim como as demais iniciativas, a inovação tecnológica vem mudando a natureza do trabalho, possibilitando novas formas de prestação de serviços e gerando oportunidades para a economia. Alguns exemplos são o uso da tecnologia da informação e de dados por meio de *smartphones* e aplicativos com geoprocessamento, bem como a automação (carros e ônibus autônomos)⁷⁹.

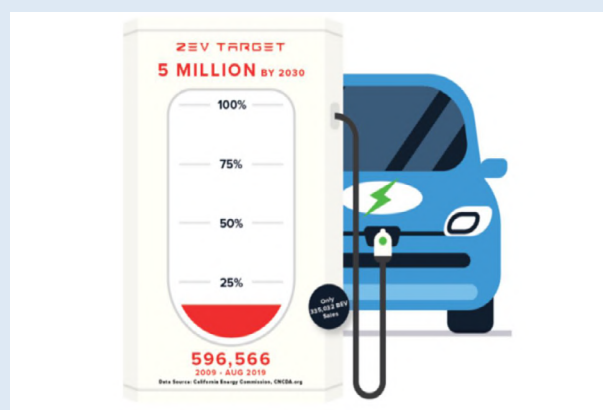
Ainda, devem adotar iniciativas para a transição para a mobilidade urbana zero emissão, como a melhoria da infraestrutura de transporte coletivo (terminais, estações e pontos de parada), seguindo padrões de acessibilidade para a requalificação do sistema existente; implantação de Sistema de Transporte Inteligente (ITS) e/ou programação visual para melhorar a comunicação de informações aos usuários do transporte público coletivo, em terminais, estações e pontos de parada; modernização da sinalização semafórica incluindo a prioridade ao transporte público coletivo; incentivo a programas de treinamento dos motoristas de TPC para direção com eficiência energética (*ecodriving*) e renovação e modernização da frota.

INCENTIVO A VEÍCULOS ZERO EMISSÃO

Diversos estados e cidades, ao redor do mundo, têm adotado políticas para incentivar o uso de veículos zero emissão, tanto por parte do transporte de passageiros quanto pelo transporte de carga. A seguir, são apresentados alguns casos.

CALIFÓRNIA – ESTADOS UNIDOS

O governo do estado da Califórnia estabeleceu o Regulamento de Veículos de Zero Emissão (ZEV, na sigla em inglês), cuja meta é que 8% dos veículos leves de passageiros vendidos em 2025 sejam elétricos. Em 2018, estabeleceu como meta dispor de cinco milhões de veículos com emissão zero até 2030, além da redução em 40% das emissões, comparado a 1990 (OE B-48-18). Até agosto de 2019, havia cerca de 600 mil veículos dessa categoria (Figura 17).



Para veículos pesados de passageiros, a Califórnia implantou o regulamento *Innovative Clean Transit*, que determina que 100% dos ônibus comprados pelas agências de transporte público devem ter zero emissão até 2029 e estabelece uma meta de realizar a transição de todos os ônibus para zero emissão até 2040⁸¹. Atualmente, oito das dez maiores agências de transporte da Califórnia já operam ônibus de emissão zero, incluindo veículos elétricos a bateria e a pilha a combustível (FCEV). Porém, até janeiro de 2019, havia apenas 153 veículos de emissão zero, de um total de 12 mil ônibus em todo o estado.

A Califórnia também estimula programas e eventos de divulgação de tecnologia zero emissão, com participação dos governos locais, grupos setoriais e organizações privadas. Em pesquisa desenvolvida por Slowik *et al.*, (2018)⁸², 9% dos entrevistados compraram ou alugaram um veículo elétrico em um período de três meses após participarem de um desses eventos na Califórnia.

No contexto da transição para veículos de zero emissão no transporte de carga, a Ordem Executiva B-32-15 (OE B-32-15) estabelece, por meio do projeto de Plano de Ação para Transporte Sustentável da Califórnia, metas como a implantação de mais de 100.000 veículos de carga capazes de operar com zero emissões ou com energias renováveis até 2030. Em 2016, foi implantada uma iniciativa com 20 vans elétricas e infraestrutura de recarga para entregas em Central Valley. No mesmo ano, em Stockton e Fresno, foi implementado um projeto que recebeu US\$ 4,5 milhões do estado da Califórnia, com 15 vans elétricas da UPS e infraestrutura de recarga para formar a base da UPS *Advanced Vehicle Cluster*⁵². Entre 2015 e 2020, a concessionária de energia *Pacific Gas & Electric*, no norte da Califórnia, investiu cerca de US\$ 100 milhões na aquisição de veículos leves e caminhões elétricos.

Em relação à infraestrutura de recarga necessária para a transição, algumas concessionárias de energia elétrica oferecem incentivos financeiros para compra e instalação de carregadores. Nessa linha, é crescente o número de concessionárias que estão implantando diretamente postos de recarga públicos, tal como a *Public Utilities Commissions* do estado da Califórnia⁸¹. No ano de 2017, estimou-se uma proporção de mais de 25 veículos elétricos por carregador público disponível na Califórnia.

Um município do estado da Califórnia de destaque, no que se refere à mobilidade urbana sustentável, é São Francisco. A quarta maior cidade do estado tem se destacado pelos avanços obtidos no emprego de tecnologia limpa para os veículos e utilização de combustível de baixo carbono. São Francisco possui a maior frota de trólebus elétrico dos Estados Unidos, sendo alimentada por energia 100% renovável do seu próprio sistema hidroelétrico, além de utilizar Óleo Vegetal Hidrotratado (HVO), sem misturas (H100), para os ônibus, caminhões municipais e balsas, e ter alcançado, em 2015, 5% de participação de veículos elétricos nas vendas de novos veículos^{45, 83}.

A estratégia de mobilidade sustentável em São Francisco conta com esforços nos níveis federal, estadual e municipal. No que se refere ao estímulo à eletromobilidade, por exemplo, o governo federal oferece restituição fiscal de até US\$ 7.500 por veículo, que podem ser somados ao incentivo de US\$ 2.500 oferecidos pelo estado da Califórnia. Há também incentivos financeiros para a infraestrutura de recarga no nível estadual, por reduções e restituições fiscais a pessoas e empresas⁵². Em 2017, havia mais de 2 mil pontos de recarga na região metropolitana da cidade (Figura 18).



Figura 18: Ponto de recarga na cidade de São Francisco, 2019.

Fonte: EVWG⁴⁵.

Políticas municipais incluem, por exemplo, acesso privilegiado a estacionamento e faixas de circulação em vias expressas para veículos elétricos. A cidade também estabeleceu políticas para garantir que estacionamentos estejam preparados para posterior instalação de infraestrutura de recarga, dispondo de fiação e capacidade de painéis adequadamente dimensionados, com folga de capacidade, como forma de evitar reformas caras no futuro⁴⁵.

Em relação ao transporte público de passageiros, a Agência Municipal de Transportes de São Francisco (SFMTA), que opera a Muni (Sistema de Transporte de São Francisco), anunciou, em 2018, a perspectiva de ter uma frota de ônibus totalmente elétrica até 2035⁸⁴.

COPENHAGUE – DINAMARCA

A capital dinamarquesa tem estabelecido diversas iniciativas para promover a eletromobilidade. Em 2011, adotou uma política de compra exclusiva de veículos elétricos a bateria e a hidrogênio

(FCEV) para uso do município⁵². A meta de ter 85% da frota municipal composta por esses veículos foi atingida em 2017⁸⁵.

Há incentivos federais para a aquisição de veículos elétricos, independentemente do tipo, na forma de descontos parciais em taxas de registro e impostos veiculares. Somado a isso, a cidade oferece estacionamento gratuito em locais designados para veículos elétricos. Por conseguinte, Copenhague teve uma participação de veículos elétricos acima da média nacional, com 3,7% dos veículos vendidos em 2015 sendo veículos elétricos⁵². No entanto, houve uma queda no ritmo de crescimento após o governo nacional ter aumentado o valor das taxas de registro em 2016, o que explicita uma correlação entre os incentivos e os resultados.

Quanto à infraestrutura de recarga, são oferecidas restituições fiscais de até US\$ 2.600,00 mediante a instalação de pontos de recarga domiciliares. Em 2017, a cidade contava com aproximadamente 850 pontos de recarga, no total. Ainda, em nível local, a cidade fornece estacionamento gratuito e exclusivo para veículos elétricos⁵².

Quanto ao transporte público por ônibus, Copenhague estabeleceu que, a partir de 2020, só será permitida a compra de modelos elétricos, de forma a substituir a totalidade da frota até 2025. A Movia, agência operadora de transporte público na região que engloba Copenhague, possuía 76 ônibus elétricos em operação ao final de 2019. Além disso, a empresa firmou um contrato em 2020 com a empresa francesa Keolis para a entrada em serviço de 32 ônibus elétricos na capital dinamarquesa a partir de 2021⁸⁶.

Outra iniciativa é o *DriveNow*, que é um serviço de *car sharing*, que contava, em 2019, com uma frota de 400 automóveis BMW i3 elétricos⁸⁷. Além disso, são promovidas iniciativas de conscientização e promoção da eletromobilidade, sendo oferecido, por exemplo, um período de 12 dias de testes de veículos elétricos para empresas locais, estabelecendo-se um serviço de aluguel de veículos elétricos para funcionários de empresas locais⁵².

PARIS – FRANÇA

Os veículos elétricos representaram, em 2019, 4,6% das vendas totais em Paris, com um percentual superior à média nacional de 1,9%, contudo abaixo de outras capitais europeias⁸⁸. Nessa linha, para induzir a participação de veículos elétricos, o governo federal dispõe de um sistema de *bonus-malus*, que pode subsidiar até € 6.300,00 na compra de veículos elétricos e taxar em até € 3.700,00 a aquisição de veículos a diesel, com o intuito de retirá-los de circulação. Há ainda um subsídio de 25% em nível regional para a substituição de veículos antigos por mais novos e menos poluentes. O valor desse subsídio chega € 5.000,00 para automóveis e € 1.000,00 para motocicletas⁵². Além disso, Paris estimula o uso de veículos elétricos, em especial no centro da cidade, por meio da oferta de estacionamentos gratuitos.

A infraestrutura de recarga para veículos elétricos é incentivada por meio de deduções de impostos federais e, no caso de complexos habitacionais, subsidiada mediante a instalação de pontos de recarga. Em 2017, a cidade contava com 1.367 pontos de recarga⁵². Paris lançou também em 2019 um serviço público de recarga chamado Belib para estimular o ritmo de crescimento da infraestrutura de recarga⁵⁶.

Em relação ao transporte público por ônibus, o sistema está desde 2015 em fase de testes de diversos modelos de ônibus elétricos (Figura 19). A meta é alcançar 80% de ônibus elétricos na frota até 2025⁵².



Figura 19: Ônibus elétrico da RATP em Paris, na França, 2018.

Fonte: Collet⁸⁹.

A cidade estabeleceu a meta de que 10% dos veículos da frota de táxis, 20% da frota de empresas de aluguel de veículos e 20% da frota cativa do governo deveriam ser elétricos até 2020⁵². Apesar de os avanços englobarem, por exemplo, a introdução de um serviço pioneiro com 100 táxis FCEV desde 2015⁹⁰, ainda não foi alcançada a meta para os táxis.

AMSTERDÃ – HOLANDA

A Holanda, em âmbito federal, estabelece incentivos para a aquisição de veículos elétricos de passageiros, como isenções em taxas de registro e em impostos veiculares, redução de impostos para veículos de empresas e dedução de impostos na construção de infraestrutura de recarga. O governo nacional trabalha com a premissa de proibir a venda de veículos a combustíveis fósseis em 2030.

Em nível municipal, por sua vez, Amsterdã oferece até € 5.000 em subsídios para compra de táxis, veículos de passageiros a serem utilizados por empresas e veículos comerciais leves para coleta e entrega de carga em área urbana. Para veículos pesados (caminhões e ônibus), é oferecido um subsídio de 20% do valor de compra. Como resultado, em 2017, a participação de veículos elétricos nas vendas foi de 9,5%, o que é uma das maiores taxas do mundo e, em 2019, o percentual da frota de táxis eletrificada estava em 27%^{52, 91}.

Amsterdã ainda busca incentivar a eletromobilidade por meio da concessão de subsídios para a instalação de infraestrutura de recarga de veículos elétricos. São oferecidos € 500,00 para pontos de recarga privados e € 1.000 para pontos de recarga semiprivados, por exemplo, no estacionamento de empresas⁵². Ainda, a rede pública de recarga é abastecida por energia elétrica de geração eólica nos arredores da cidade. Em 2019, a cidade tinha em torno de 3.000 pontos de recarga localizados em espaços de estacionamento de acesso público⁹¹ (Figura 20).



Figura 20: Infraestrutura de recarga em Amsterdã, na Holanda, 2016.

Fonte: Independent⁹².

Em relação ao transporte público por ônibus, Amsterdã implantou 35 ônibus elétricos para serviços no Aeroporto de Schiphol e arredores, de forma a adquirir experiência com a tecnologia. Em 2020, esse número ultrapassou os 100 ônibus. Até o final de 2020, a GVB (empresa de transporte público de Amsterdã) deve receber 31 ônibus elétricos que farão trajetos dentro da região central conforme o Plano de Zero Emissões. O contrato possui extensões tais que podem fazer o número de ônibus entregues ultrapassar os 200 até 2025, ano em que o governo nacional pretende proibir a compra de ônibus convencionais⁹³. Destaca-se ainda o serviço de *car sharing* da Car2Go que conta com mais de 350 veículos elétricos em 2020⁵².

Em relação aos táxis, um acordo entre a prefeitura e o sindicato dos taxistas promoveu um compromisso de eletrificação, de forma a facilitar esse processo.

A cidade também promove iniciativas de pesquisa no transporte urbano, tais como a “Veículos Elétricos de Carga na Europa Urbana (Frevue)”, que é parte de uma rede de cidades europeias sobre boas práticas na eletromobilidade no transporte urbano de carga, e o SEEV4-city, que estuda o uso de veículos como meio de armazenamento de energia, uma iniciativa com universidades para estudar a otimização da instalação da infraestrutura de recarga elétrica⁹⁴.

OSLO – NORUEGA

A cidade de Oslo é considerada líder mundial em eletromobilidade, com a maior taxa de veículos elétricos *per capita* do mundo e uma frota, em 2020, de 50 mil veículos elétricos. A participação de veículos elétricos nas vendas nos primeiros quatro meses de 2020 se aproxima de 50% e de 18% da frota em circulação em maio de 2020⁹⁵. Para isso, são oferecidas isenções de impostos para compra, importação e manutenção de veículos elétricos particulares, que atualmente estão em 25% para os demais veículos. Os abatimentos chegam a atingir 50% em impostos sobre veículos para empresas que os utilizem, além de gratuidade em tarifas de pedágios, estacionamentos e balsas (*ferries*)⁵².

Quanto à infraestrutura de recarga de veículos elétricos, a cidade oferece recarga a baixo custo na rede pública. Ressalta-se que, exceto para recarga rápida, esse serviço era gratuito até meados de 2019⁹⁶. Além disso, são oferecidos valores reduzidos de recarga para táxis e veículos de carga elétricos. Há subsídios de até 60% para a instalação de pontos de recarga e cooperação com o setor privado para desenvolver uma rede de recarga rápida, somando-se aos investimentos na rede de recarga pública⁵². Em novembro de 2019, havia cerca de 2 mil pontos públicos de recarga em Oslo, sendo cerca de 1.300 de propriedade da prefeitura e 200 de recarga rápida⁹⁷.

Quanto aos ônibus elétricos, um plano de substituição, que prevê a eletrificação de toda a frota de ônibus até 2028, está em fase inicial de implementação. Os testes se iniciaram em 2017, com a introdução de seis ônibus, distribuídos em três linhas, de forma a testar o desempenho desses veículos em uma situação real (Figura 21). Com o sucesso dos testes, havia a expectativa de incorporação de 70 ônibus elétricos durante o ano de 2019⁹⁸. Contudo, o total de ônibus elétricos na cidade chegou a 115 ao fim do ano e espera-se que, até o fim de 2020, esse total chegue a 160, de modo a cumprir a meta de eletrificação até 2028⁹⁹.



Figura 21: Ônibus elétrico em ponto de recarga rápida na cidade de Oslo, 2018.

Fonte: Sustainable Bus ⁹⁹.

Oslo promove também iniciativas de pesquisa no transporte urbano, tais como Frevue, que é uma rede de boas práticas no uso da eletromobilidade no transporte urbano de carga entre cidades europeias, e o SEEV4, que estuda o uso de veículos como meio de armazenamento de energia ¹⁰⁰.

SÃO PAULO – BRASIL

A cidade de São Paulo possui iniciativas nos níveis federal, estadual e municipal.

No âmbito federal, conta com o Rota 2030, que é um plano governamental, estabelecido em 2018, que define diretrizes para o mercado automotivo até o ano de 2030, reduzindo o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para veículos elétricos e híbridos e oferecendo incentivos fiscais da ordem de R\$ 2 bilhões para empresas que cumprissem metas de investimento em pesquisa no setor ¹⁰¹.

Em âmbito municipal, foi implantada, em 2018, a “Lei do Clima”, alterando a Política Municipal sobre Mudanças Climáticas (PMMC). Foi estabelecido um cronograma para a adoção de fontes de energia menos poluentes na frota municipal de ônibus. As metas são reduzir até 2028 as emissões de GEE em 50% e de Material Particulado em 90%; e, até 2038, zerar emissões de GEE e reduzir em 95% as emissões de MP ¹⁰¹. Essas obrigações foram incluídas no processo licitatório de 2018 ¹⁰².

Em 2019, um projeto-piloto da SPTrans (operadora de transporte coletivo na cidade) incorporou 15 ônibus elétricos a bateria fabricados pela BYD (Figura 22), o que significa a maior frota desse tipo no Brasil ¹⁰⁴.



Figura 22: Parte dos 15 ônibus elétricos incorporados à frota municipal de São Paulo, 2019.

Fonte: Divulgação BYD ¹⁰³.

Existe ainda uma lei municipal, estabelecida em 2014, que define uma política municipal de uso de veículos elétricos e a hidrogênio, focando os automóveis particulares. Essa lei concede a devolução do percentual do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA), que é de responsabilidade da prefeitura, para veículos elétricos ou a hidrogênio de valor inferior a R\$ 150 mil por até 5 anos ¹⁰¹.

Quanto à infraestrutura de recarga, há uma parceria público-privada para instalação de uma rede inicial de pontos de recarga na

cidade. Empresas do setor elétrico e montadoras também participam desse projeto ¹⁰⁴.

FORTALEZA – BRASIL

Em Fortaleza, o Plano de Ação Climática e o Plano de Ações Urgentes para Trânsito e Mobilidade Urbana auxiliaram o processo de seleção de patrocinadores para investimento na aquisição de 15 carros elétricos e construção de 10 estações de recarga ¹⁰⁵.

SANTIAGO – CHILE

A cidade de Santiago, no Chile, é considerada a capital da eletromobilidade na América Latina, uma vez que possui importantes iniciativas de incentivo a veículos zero emissão no transporte público e no transporte individual.

Em 2016, o governo do Chile lançou a Estratégia Nacional de Eletromobilidade. O Ministério de Energia, o Ministério de Transporte e Comunicações e o Ministério do Meio Ambiente propuseram planos de ação para o desenvolvimento da eletromobilidade, designando órgãos competentes, prazos e metas. Entre as metas, tem-se o atingimento da eletrificação de 100% da frota de ônibus urbanos no ano de 2040 e de 40% da frota de veículos particulares até 2050. Outras metas incluíam a instalação de 150 pontos públicos de recarga até 2020 ¹⁰⁶.

Em 2017, começou um processo de lançamento de novas licitações. Seus objetivos incluem mudar o modelo de negócios, de forma a deixar somente a gestão de frota e manutenção de terminais sob tutela dos operadores. A frota seria de provedores, isto é, empresas encarregadas de financiar os ônibus e arrendá-los aos operadores ¹⁰⁷. Dado que as licitações não terminam todas no mesmo momento, o processo demorará alguns anos para ser implementado por completo, sendo que ainda está em andamento. As novas licitações passam a exigir na frota uma participação de ônibus de baixa emissão, como híbridos diesel-elétrico no padrão Euro VI e elétricos ¹⁰⁸.

Ainda em 2017, algumas empresas começaram a introduzir, por si mesmas, ônibus elétricos, como forma de se adaptarem preventivamente às novas exigências e ganhar experiência na operação dos modelos. No entanto, o primeiro caso de chegada massiva de ônibus elétricos se deu em 2018, quando a empresa Enel X trouxe 100 ônibus elétricos da chinesa BYD. Por meio de arrendamento de 10 anos para a operadora Metbus, esses ônibus foram introduzidos em um eixo troncal importante da cidade, de modo a dar-lhes visibilidade. Foi considerada a experiência da Metbus com dois modelos elétricos trazidos em caráter experimental no ano anterior ¹⁰⁹.

No final de 2019, a cidade ultrapassou a marca de 400 ônibus elétricos integrados à frota, havendo oito eletroterminais para servir essa frota ¹¹⁰. Além disso, a cidade possuía 58 pontos públicos de recarga registrados, tendo muitos deles sido instalados por empresas do setor elétrico ¹¹¹.



Figura 23: Eletroterminal em Santiago, no Chile, 2018.

Fonte: Diário Sustentable ¹¹².

3.4 Estratégias de alinhamento entre planejamento urbano e de transportes

Os gestores responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento urbano de baixa emissão devem ter como princípio básico reter ou alcançar **perfis urbanos de média a alta densidade** para que seja vantajoso o uso de transporte público e do transporte ativo, requerendo uma **abordagem de impulso e atração** para desestimular viagens por transporte motorizado individual, ao mesmo tempo que atraia os usuários para o transporte público e ativo¹¹³.

Como método alternativo à **gestão da demanda de mobilidade**, a abordagem de impulso e atração se refere à política de mobilidade sustentável com um conjunto de intervenções tecnológicas, sociais e de *design urbano*¹¹⁴. As medidas dessa abordagem são apresentadas na Figura 24.



Figura 24: Abordagem Impulso e Atração.

Fonte: Adaptado de Bongardt *et al.* (2011), e Nugmanova *et al.*,^{113, 114}, 2020.

O desenvolvimento de cidades com alta densidade impõe grandes demandas ao sistema de transporte, o que pode beneficiar os operadores do transporte público e reduzir problemas de competição em um mercado em declínio¹¹⁵. Além disso, a densidade afeta diretamente o índice de caminhabilidade, pois áreas com maior densidade têm mais opções de destino, como comércio, parques e empregos nas proximidades.

Outra opção de planejamento urbano é o desenvolvimento de cidades com **atividades descentralizadas**, estimulando a criação de bairros autossuficientes com uso misto, serviços e equipamentos urbanos. Essa organização do uso do solo evita viagens rotineiras e longas à região central da cidade, reduzindo a formação de congestionamentos e as emissões atmosféricas e de ruído.

Ao mesmo tempo, é fundamental o **alinhamento entre o planejamento urbano e o de transportes**, de modo a desenvolver políticas de integração, que correspondam a todas as adaptações necessárias para garantir um serviço de transporte contínuo do ponto de vista do sistema, com o objetivo de melhorar o acesso ao serviço, bem como aumentar o conforto e conveniência dos passageiros em usar todos os diferentes modos de transporte ³⁶. Os tipos de **sistema de integração** são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Tipos de sistemas de integração.

Integração física	Integração da rede	Integração tarifária	Integração de informação	Integração institucional
Instalações multimodais; Faixas de pedestre; Faixas de bicicleta ao longo da pista de BRT; Pontos de táxi fora dos terminais de ônibus; Estações de <i>car sharing</i> próximo a estações de trem e ônibus.	Plataformas de BRT diretamente ligadas aos pontos de ônibus interurbanos; Interligação das plataformas de metrô e ferrovia; Interligação entre transporte ferroviário e aeroportos.	Cartão único; Estruturas tarifárias para reduzir o custo da tarifa.	Uso de ferramentas (<i>smartphone</i> , aplicativos e <i>websites</i>); Horários e mapas; Informações em tempo real.	Autoridade regional de transporte; Agência de planejamento multimodal.

Fonte: Vassallo e Bueno ³⁶, 2020.

É importante destacar que, para a reformulação da estrutura da rede de transporte e mobilidade urbana, além de ações de sustentabilidade, também devem ser consideradas ações que aumentem o atributo de resiliência do sistema de transporte e da cidade ¹¹⁶. Tais ações englobam a disponibilização de diferentes modos^[8] de transporte para deslocamento da população, tarifas praticadas compatíveis com a renda local, a existência de mais de uma fonte energética^[9] na mobilidade urbana, políticas sociais de mobilidade, centros de pesquisa em transportes^[10], entre outros. A busca por cidades resilientes, inclusivas e com zero emissão de carbono permitirá, simultaneamente, elevar os padrões de vida dos países, combater a desigualdade e enfrentar a crise climática ¹¹⁷.

ALINHAMENTO ENTRE PLANEJAMENTO URBANO E DE TRANSPORTES

VIENA – ÁUSTRIA

O plano de desenvolvimento urbano Step 2025 de Viena contempla medidas para o desenvolvimento da cidade, questões relacionadas ao uso do solo, integração do uso de energia e política de localização de negócios dentro da região metropolitana, e planejamento de espaço e sistema de transporte ¹¹⁸. A partir de um pacote coordenado de políticas de transporte e uso do solo, a cidade conseguiu reduzir de 40% para 27% o número de viagens de automóveis entre 1993 e 2014 ⁷⁰.

Entre 2007 e 2012, ocorreu a modernização e expansão da principal estação ferroviária de Viena como medida de Desenvolvimento Orientado ao Transporte (DOT), a partir da combinação com um amplo desenvolvimento de uso misto dentro e ao redor da estação renovada, estimulando a reconstrução urbana nas áreas adjacentes ⁷⁰.

Além disso, como resultado do planejamento urbano da cidade, espera-se que a construção de um novo centro urbano de 240 hectares (*Seestadt Aspern*), em 2028, acomode cerca de 20.000 residentes e gere um número semelhante de postos de trabalho, contribuindo para reduzir a falta de empregos na parte oriental de Viena, diminuindo o fluxo de passageiros para outros distritos. O desenvolvimento do empreendimento (Figura 25) é acompanhado por um sistema integrado de mobilidade urbana, incluindo metrô (construído em 2013), veículo leve sobre trilhos e trem urbano, bem como rede de bonde e ônibus ¹¹⁹. A agência de mobilidade *Verkehrsverbund Ost-Region* (VOR) é responsável pelo planejamento, financiamento e coordenação de todos os serviços de transporte público da região de Viena ¹²⁰. Em 2012, foi lançado um pacote anual de viagens ilimitadas de transporte público

[8] Por exemplo, ciclovias, metrô, trens metropolitanos, trens urbanos e barcas.

[9] Por exemplo, a existência de veículos tracionados por energia elétrica ou por biocombustíveis, bem como suas infraestruturas de distribuição e de recarga ou abastecimento.

[10] Para desenvolvimento de soluções locais em mobilidade, perante eventos intempestivos que afetem a função essencial, identidade e estrutura do sistema de transporte.

integrado dentro dos limites da cidade. Em 2016, houve a expansão de área de cobertura e atendimento aos usuários do sistema de integração tarifária do metrô com outros modos de transporte, chamado *VOR ticket*, cujo valor é definido por faixas etárias e período de uso.

Ainda, Viena estabeleceu **pontos de mobilidade** (Figura 25) com o objetivo de oferecer acesso rápido e descomplicado ao transporte de baixa emissão¹¹⁸. O ponto de mobilidade urbana é um lugar onde são combinadas diferentes ofertas e serviços de mobilidade, facilitando o acesso à multimodalidade. Para o funcionamento desse sistema, a localização dos pontos de mobilidade deve ser bem sinalizada, em ambientes atrativos e próximos de outros terminais de transporte público¹²¹.



Figura 25: Ponto de mobilidade em Viena, na Áustria, 2020.

Fonte: *Smarter Together*¹²².

BOGOTÁ – COLÔMBIA

A capital colombiana passou por diversos projetos de estruturação do espaço urbano nos anos 2000. Com esses projetos, conseguiu reverter a percepção de insegurança da cidade presente nos anos 1980 e 1990. Essa estruturação se deu por dois projetos principais: *Transmilenio* e *Ciclovías*¹²³.

O *Transmilenio* é um sistema de BRT que circula na cidade de Bogotá e que transporta cerca de um milhão de passageiros por dia. Sua implantação se deu por financiamento por parte de bancos de desenvolvimento internacionais, tendo iniciado pela definição de eixos de transporte principais que serviriam para troncalizar o transporte de passageiros na cidade.

Inspirando-se na experiência da cidade de Curitiba, Brasil, foram implementados os corredores expressos em avenidas principais, onde foram organizados eixos de transporte entre polos de maior densidade residencial e comercial por meio do planejamento urbano. Dessa forma, foi estimulado o aparecimento de centralidades secundárias e reduzida a concentração da demanda em direção ao centro principal^{123, 124}. O Sistema Integrado de Transporte Público (Sitp) cumpre a função de integrar os eixos do *Transmilenio* ao serviço de linhas alimentadoras ou convencionais de ônibus.



Figura 26: Estação do Transmilenio em Bogotá, na Colômbia, 2014.

Fonte: *The Bogota Post*¹²⁵.

A cidade procurou integrar os espaços públicos já existentes e os criados a partir de demolições durante as obras com a estratégia de transporte por meio de planos específicos. Uma das ferramentas tem sido o estímulo ao uso de bicicletas pelo programa *Ciclovías*. Além da construção de infraestrutura dedicada, todos os domingos até 70 km de vias de circulação são fechadas para automóveis, ficando exclusivas para pedestres e bicicletas^{123, 126}.

FORTALEZA – BRASIL

Ainda em relação ao projeto Urban-LEDs, de estratégia de desenvolvimento urbano de baixo carbono, criado em 2013 em Fortaleza, entre 2014 e 2015, 17 faixas exclusivas para ônibus com 84,6 km foram implantadas na cidade. Em fevereiro de 2016, ao todo foram implantados 135 km, incluindo a criação de mais oito pistas exclusivas, contribuindo para a redução das emissões de mais de 229.000 toneladas de CO₂e.

3.5 Como está sendo a transição para a mobilidade urbana zero emissão?

Diversas cidades no mundo, como Paris, Oslo, Amsterdã, Copenhague, Santiago e São Paulo já iniciaram a transição para uma mobilidade urbana zero emissão, tal como pode ser verificado nos casos de implantação das estratégias discutidos e apresentados ao longo do capítulo. Assim, apresenta-se na sequência um quadro-resumo de ações de mobilidade urbana no mundo.

Por meio da experiência dessas cidades e estados (Quadro 4), é possível observar pontos em comum nesse processo, como o incentivo ao uso do transporte público e do **transporte ativo**; a adoção da eletromobilidade, principalmente no **transporte público por ônibus**; o desestímulo ao uso do transporte individual motorizado e o **planejamento urbano integrado** ao planejamento de transporte, com uso de técnicas como o DOT.

Outro desafio relevante nesse processo é o investimento necessário na implantação de ações de mitigação. Nessa linha, a aquisição de novas tecnologias para energias renováveis, em geral, ainda apresenta investimentos iniciais elevados em comparação às convencionais, em especial no que se refere à eletromobilidade¹¹⁷. Entretanto, é importante destacar que algumas ações são mais simples e não requerem altos investimentos para sua implantação, como programas de caronas solidárias; estabelecimento de horários alternativos de trabalho, entre outras.

Quadro 4: Quadro-resumo de ações de mobilidade urbana zero emissão em cidades e estados do mundo para Quadro 5.

Ação		Onde	Quem	Como
Infraestrutura de recarga de veículos elétricos	<i>Rede elétrica; estações de recarga (pública e privada)</i>	Califórnia (EUA); Copenhague (DIN); Paris (FRA); Amsterdã (HOL); Oslo (NOR); Santiago (CHI); São Paulo (BRA)	Governo; concessionárias de distribuição de energia	Investimentos públicos; subsídios ao mercado privado; parceria público-privada; publicidade; consultoria gratuita às empresas interessadas
Infraestrutura de transporte ativo	<i>Estações/estacionamentos de bicicletas, ruas para pedestres e ciclistas, implantação de traffic calming</i>	Califórnia (EUA); Copenhague (DIN); Paris (FRA); Amsterdã (HOL); Viena (AUS); SP (BRA); Curitiba (BRA); Bogotá (COL)	Governo; empresas ^[11]	Investimentos públicos; subsídios ao mercado privado; parceria público-privada; publicidade; consultoria gratuita às empresas interessadas
Aquisição de veículos zero carbono	<i>Leves e pesados de carga e passageiros</i>	Califórnia (EUA); Copenhague (DIN); Paris (FRA); Amsterdã (HOL); Oslo (NOR); Santiago (CHI)	Governo; concessionárias de energia	Investimentos públicos; subsídios ao mercado privado e sindicatos (táxis); isenções (bonus-malus, licenciamento, tarifas, entre outros); parceria público-privada; publicidade; consultoria gratuita às empresas interessadas; novos modelos de negócio para o transporte coletivo
Integração entre modos zero carbono	<i>Ônibus, trilhos, dutos, ferries elétricos, transporte ativo. Pontos de mobilidade (integração)</i>	Califórnia (EUA); Copenhague (DIN); Viena (AUS); Bogotá (COL)	Governo; empresas	Concessão de crédito a agências de transportes locais; <i>vouchers</i> aos usuários
Eletrificação de ferrovias metropolitanas		Copenhague (DIN)	Governo; empresas	Investimentos públicos; subsídios ao mercado privado; parceria público-privada
Eletrificação de embarcações	<i>Barcas e ferries</i>	Oslo (NOR)	Governo; empresas	Investimentos públicos; subsídios ao mercado privado
Restrição ou proibição de vendas de tecnologias não zero carbono		Califórnia (EUA); Copenhague (DIN); Paris (FRA); Amsterdã (HOL); Oslo (NOR); São Paulo (BRA)	Governo	Regulamentação; publicidade; frota cativa (veículos de órgãos públicos); compra e sucateamento de frota antiga
Programas e eventos de divulgação da eletromobilidade e zero carbono		Califórnia (EUA)	Governo; empresas	Investimentos públicos ou subsídios ao mercado privado
Gestão da demanda	<i>Reordenamento do espaço urbano (PGV, residências, entre outros)</i>	Califórnia (EUA); Viena (AUS); Bogotá (COL); Curitiba e SP (BRA); Montevideu (URU)	Governo	Plano de Mobilidade Urbana; integração de vários sistemas ITS, aplicados à gestão e controle de tráfego e transporte da cidade; identificação e otimização dos eixos estruturantes do sistema de transporte
Estímulo a viagens e veículos compartilhados		Fortaleza, Rio de Janeiro e São Paulo (BRA), Paris (FRA)	Empresas	Oferta de sistema de carros, patinetes, <i>scooters</i> e bicicletas compartilhados; disponibilidade de aplicativos que possibilitem o compartilhamento de viagens.

[11] Iniciativa privada nas áreas de interesse.

Ação		Onde	Quem	Como
Priorização do transporte público coletivo		Goiânia, Rio de Janeiro, São Paulo e Sorocaba (BRA); Bogotá (COL); Guayaquil (ECU)	Governo	Criação/ampliação do número de corredores e faixas exclusivas para ônibus; oferta de serviço de informação em tempo real para pesquisa de trajetos e horários dos ônibus urbanos; integração física e tarifária do sistema de transporte público.
Teleatividades		Califórnia (EUA); Paris (FRA); São Paulo (BRA)	Governo; empresas	Publicidade; consultoria gratuita às empresas interessadas; consultoria especializada e ações como conscientização e monitoramento.
Escalonamento de horários da população		Califórnia (EUA); Oslo (NOR)	Governo; empresas	Publicidade
Acessibilidade privilegiada a veículos zero carbono	<i>Desconto ou gratuidade em estacionamento e pedágios</i>	Califórnia (EUA); Copenhague (DIN); Paris (FRA)	Governo	Regulamentação; isenções (impostos, tarifas e taxas)
	<i>Zonas de tráfego</i>	Califórnia (EUA); Paris (FRA); Amsterdã (HOL); Oslo (NOR); Viena (AUS)	Governo	Regulamentação
Modelos de negócios sustentáveis	<i>Locadoras de veículos e bicicletas, car/bike sharing/pooling, last mile com veículos zero carbono</i>	Califórnia (EUA); Paris (FRA); Amsterdã (HOL); Viena (AUS)	Governo; empresas	Concessão de crédito; isenções (impostos, tarifas e taxas)
Geração e armazenagem de energia limpa	<i>No perímetro urbano; armazenagem distribuída</i>	Copenhague (DIN); Amsterdã (HOL)	Governo; empresas; academia	Investimentos públicos; subsídios ao mercado privado (impostos, tarifas e taxas); parceria público-privada; pesquisa & desenvolvimento

Fonte: Elaboração própria.

Tendo em vista as estratégias passíveis de serem adotadas para a transição, no capítulo seguinte, é apresentado o caminho para a implantação da mobilidade urbana zero emissão.

4



Créditos: Jair Ferreira Belafacce / IStockphoto.com

PROCESSO DE TRANSIÇÃO PARA A MOBILIDADE URBANA ZERO EMISSÃO

Este capítulo apresenta o caminho para a implantação da mobilidade urbana zero emissão, sendo consideradas quatro fases para esse processo de transição, conforme apresentado na Figura 27.

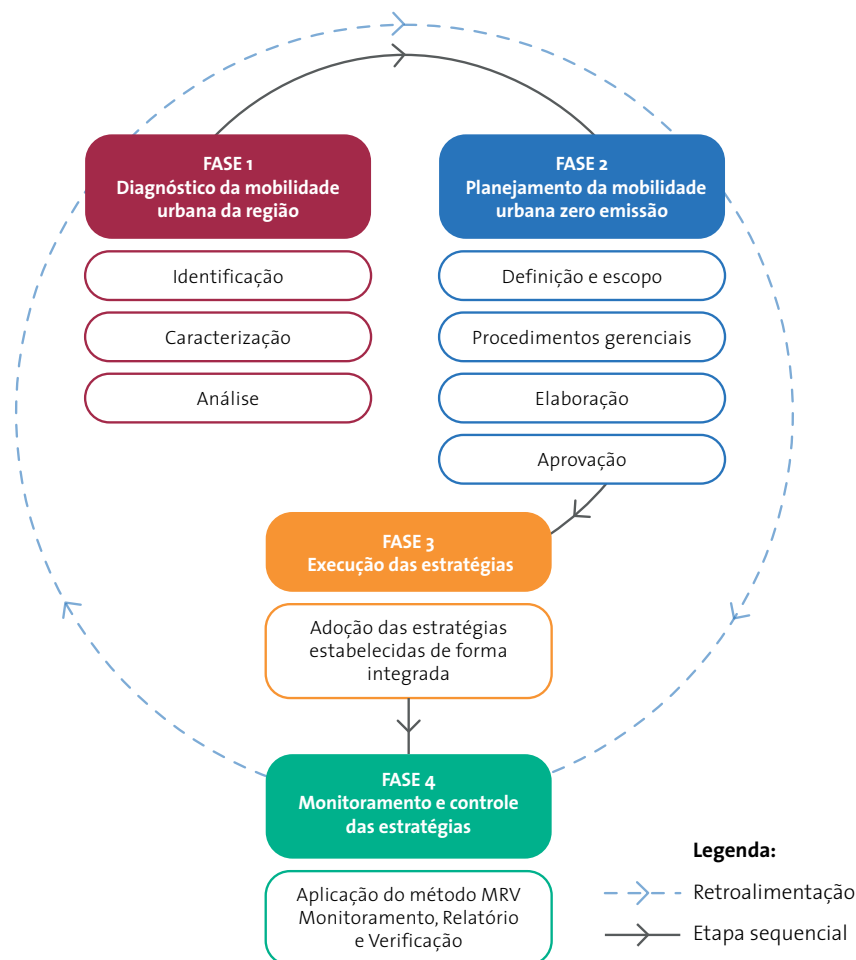


Figura 27: Processo para a transição para a mobilidade urbana zero emissão.

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Inicialmente, deve-se realizar o diagnóstico da mobilidade urbana da região, de modo a se ter uma melhor compreensão da realidade atual e dos problemas relacionados ao transporte na cidade em análise. A fase 2 consiste no planejamento do processo de transição para a mobilidade urbana zero emissão, incluindo,

assim, a seleção das ações políticas, tecnológicas e sociais a serem implantadas nesse processo e sua integração, buscando-se delinear o caminho para uma mobilidade zero emissão. A fase 3 abrange o processo de execução dessas ações, que deve ser monitorado e controlado, de modo a garantir o progresso em direção aos seus objetivos e metas (fase 4). Cada uma dessas fases é detalhada nas subseções a seguir.

4.1 Diagnóstico da mobilidade urbana da região

A escolha das ações de transição para uma mobilidade urbana zero emissão tende a obter resultados melhores com a condução das atividades de **identificação, caracterização e análise** do problema que envolve o sistema de transporte em um município ou região.

A mobilidade urbana zero emissão deve ser vista como solução para problemas locais, considerando uma relação de causa-efeito com externalidades negativas à sociedade, economia ou ao ambiente. Como exemplos de problemas que envolvem a mobilidade urbana, tem-se o aumento da dependência de diesel mineral importado, o aumento da concentração de poluentes atmosféricos em certas áreas da cidade, juntamente às morbidades respiratórias e internações hospitalares, o elevado tempo médio de deslocamento entre zonas da cidade (baixa acessibilidade), bem como a redução de espaços destinados a áreas verdes e espaços públicos devido à implantação de infraestrutura voltada especialmente para o automóvel.

Nessa linha, a Etapa 1, **identificação do problema**, busca mudar a forma de pensar do gestor público, estabelecendo as condições básicas para a posterior tomada de decisão. Além disso, pretende-se subsidiar possíveis respostas a questões como “qual o real problema enfrentado pela mobilidade urbana do meu município?”, “qual externalidade a eletrificação da frota efetivamente vai resolver em minha região?”, “como os problemas estão inter-relacionados?”. As respostas a essas perguntas demandam a coleta de dados sobre o consumo energético (em balanços energéticos municipais), as emissões municipais (inventários de emissões atmosféricas) e entrevistas com os cidadãos ajudam a identificar o problema.

Fundamentalmente, a identificação do problema requer a elaboração de um mapa conceitual, identificando conceitos, atores-chave e as suas relações sistêmicas que potencialmente levam às externalidades. Posteriormente, levantam-se dados relacionados aos problemas para dar suporte à etapa de caracterização. A identificação termina com a classificação e hierarquização dos problemas de mobilidade urbana da região. A Figura 28 ilustra um exemplo de mapa conceitual para a eletrificação do transporte público por ônibus.

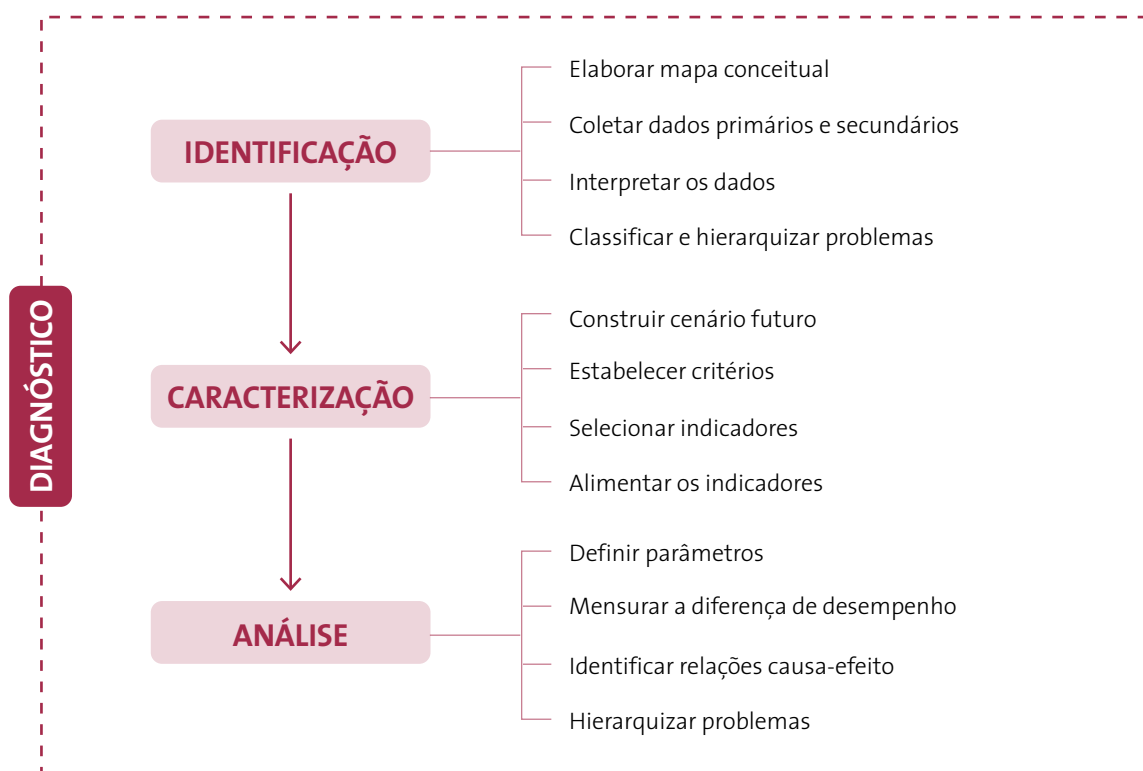


Figura 29: Encadeamento de atividades para análise e planejamento de sistemas de transportes.

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Alguns potenciais problemas relacionados a um cenário futuro de mobilidade urbana zero emissão, que são identificados, caracterizados e analisados na fase de diagnóstico, são apresentados no Quadro 5. Adicionalmente, são sugeridos possíveis dados necessários, suas fontes de obtenção e indicadores para as etapas de caracterização e análise do problema.

Quadro 5: Quadro-resumo de ações de mobilidade urbana zero emissão em cidades e estados do mundo.

Problema e ramificações		Onde procurar informações?	Indicadores
Dependência energética do diesel mineral no transporte de passageiros	<i>Frota de veículos equipados com motores de combustão interna; modelos de concessão e de negócios defasados; falta de linhas de financiamento diferenciadas, entre outros.</i>	Matriz energética do município ou estado; Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN); relatórios locais de cálculo da EEMU; inventários de emissões de GEE e/ou atmosféricas municipais e estaduais; editais de concessão do transporte público por ônibus, entre outros.	Consumo de diesel mineral (%); consumo de eletricidade (%); frota de veículos elétricos (%); frota de veículos a diesel (%), entre outros.
Evasão de passageiros do transporte público coletivo por ônibus	<i>Falta de frota qualificada; desequilíbrio econômico-financeiro das concessionárias; modelos de concessão defasados; alta participação do transporte individual motorizado, entre outros.</i>	Plano Diretor Municipal; Plano Diretor de Transporte Urbano (PDTU); Pesquisa Origem-Destino; inventários de emissões de GEE e/ou atmosféricas municipais e estaduais; estatísticas de licenciamentos da ANFAVEA ^[13] , do DENATRAN e da Abeifa ^[14] ; editais de concessão do transporte público por ônibus, entre outros.	Atividade de transporte (pass-km/ano); divisão modal (%); passageiros pagantes (R\$/ano); integração (%); IPKe ^[15] ; frota de <i>ônibus qualificados</i> (%); frota de automóveis (%); frota de transporte por aplicativos (%); gastos das famílias com transportes (%); tempo médio de deslocamento casa-trabalho (minutos); densidade (pop/km ²); taxa de motorização (veículos/milhões de habitantes).

[13] Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores.

[14] Associação Brasileira das Empresas Importadoras e Fabricantes de Veículos Automotores.

[15] Índice de passageiros equivalentes (pagantes) por quilômetro.

Problema e ramificações		Onde procurar informações?	Indicadores
Aumento da concentração de poluentes atmosféricos e emissões de GEE	<i>Frota de veículos equipados com motores de combustão interna; ausência de normas e regulamentações para eletromobilidade, entre outros.</i>	Relatórios de qualidade do ar ^[16] a partir de estações de monitoramento locais; inventários de emissões atmosféricas municipais e estaduais; estatísticas de licenciamentos da ANFAVEA, do DENATRAN e da Abeifa, entre outros.	Concentração de MP ₁₀ e de MP _{2,5} (µg/m ³); Emissões atmosféricas (tCO ₂ e, tCO, tNO _x , tMP ₁₀ e tMP _{2,5}); Intensidade de carbono (tCO ₂ e/pass-km e tCO ₂ e/t-km), entre outros.
Aumento dos registros de morbididades respiratórias e internações hospitalares		Relatórios do CID10 – Datasus ^[17] e das Secretarias Municipais da Saúde (SMS); Censo Hospitalar; dados de hospitais particulares, convênios médicos, entre outros.	Concentração de MP ₁₀ e de MP _{2,5} (µg/m ³); população exposta (%); mortes/1000 hab.; mortes prematuras; admissões em hospitais por morbididades respiratórias, entre outros.

Fonte: Elaboração própria.

4.2 Planejamento da mobilidade urbana zero emissão

A Lei de Mobilidade Urbana (Lei 12.587/2012), alinhada aos preceitos do Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001), determina aos municípios a responsabilidade de planejar, executar e avaliar a política da mobilidade urbana. Assim, municípios com mais de 20.000 habitantes passam a ser obrigados a elaborar um Plano de Mobilidade Urbana compatível com seus Planos Diretores.

O Plano de Mobilidade Urbana é uma ferramenta de planejamento, que compreende objetivos e medidas orientadas para sistemas de transportes urbanos seguros, eficientes e acessíveis¹²⁸. Logo, visa orientar as ações, projetos e investimentos em mobilidade urbana, sendo o principal instrumento de gestão pública para efetivação da PNMU.

A PNMU estabelece os conteúdos mínimos de um Plano de Mobilidade Urbana. São eles: (i) serviços de transporte público coletivo; (ii) circulação viária; (iii) infraestruturas do sistema de mobilidade urbana; (iv) acessibilidade para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade; (v) integração dos modos de transporte público e destes com os privados e não motorizados; (vi) operação e disciplinamento do transporte de carga na malha viária; (vii) polos geradores de viagens; (viii) áreas de estacionamentos públicos e privados, gratuitas ou onerosas; (ix) áreas e horários de circulação restritos ou controlados; (x) mecanismos e instrumentos de financiamento do transporte público coletivo e da infraestrutura de mobilidade urbana e (xi) sistemática de avaliação e atualização periódica de um plano em prazo não superior a dez anos.

De acordo com Rupprecht (2019)¹²⁸, o desenvolvimento de um Plano de Mobilidade Urbana permite à cidade:

- Analisar e avaliar os problemas e desafios do transporte local;
- Identificar medidas eficazes e rentáveis para superar esses desafios;
- Entender cenários de desenvolvimento e opções políticas;
- Entender os interesses e expectativas dos usuários do sistema de transporte;
- Estabelecer uma visão comum no desenvolvimento do transporte urbano;
- Escolher e acordar um conjunto de medidas apropriadas e viáveis;

[16] Por exemplo, INEA/RJ, Cetesb/SP, IAP/PR, Secima/GO e Semace/CE.

[17] Departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil.

- Priorizar e estabelecer um cronograma de medidas de acordo com os problemas mais urgentes, que geram resultados mais rápidos e fáceis de alcançar, segundo a capacidade de orçamento e de implantação; e
- Alinhar as ações dos atores-chave e criar aceitação para as intervenções de transporte.

O *World Resources Institute*¹²⁹ desenvolveu um método, composto por sete passos, para a elaboração de Planos de Mobilidade Urbana, considerando os requisitos essenciais estabelecidos pela PNMU. Parte do método relacionada ao planejamento da mobilidade urbana encontra-se na Figura 30, sendo que cada passo é composto por um conjunto de atividades e técnicas detalhado para auxiliar na sua execução.

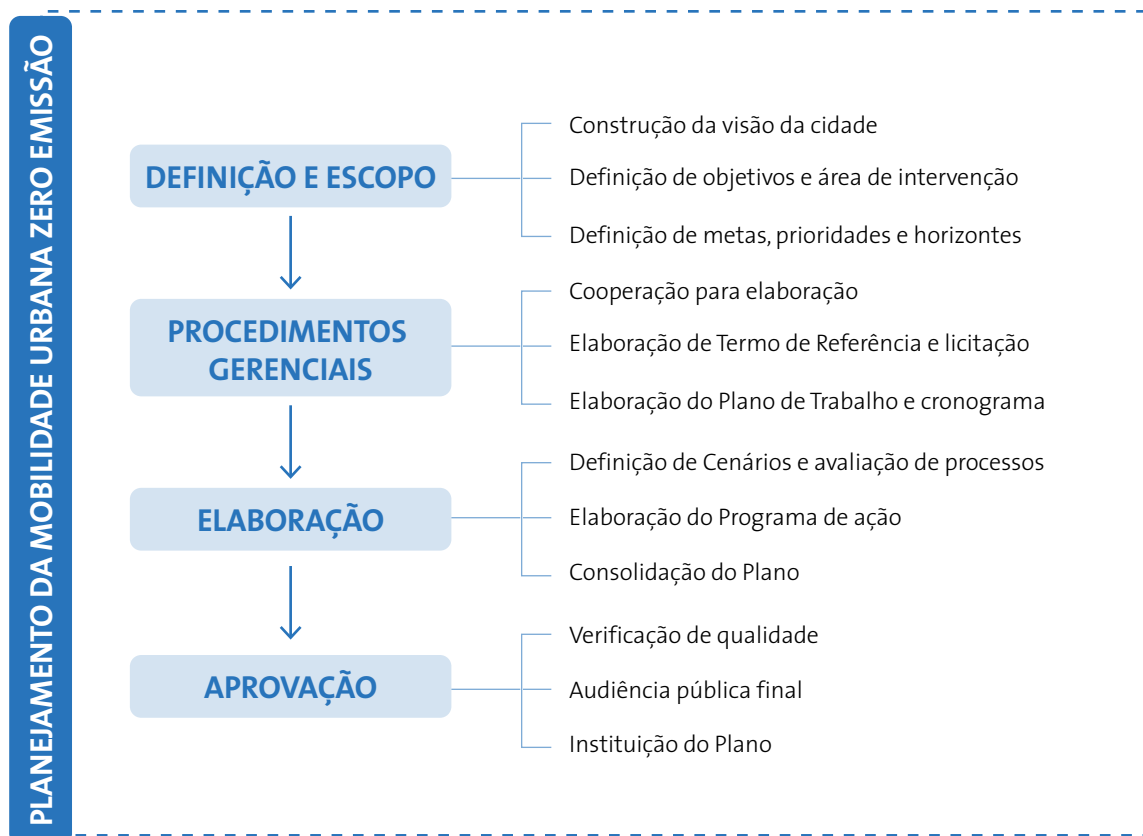


Figura 30: Passo a passo para um Plano de Mobilidade Urbana.

Fonte: Adaptado de WRI¹²⁹ e PlanMob¹³⁰, 2020.

Um Plano de Mobilidade Urbana pode ser considerado sustentável quando é projetado para atender às necessidades de mobilidade de pessoas e empresas nas cidades e seus arredores para uma melhor qualidade de vida, levando em consideração princípios de integração, participação e avaliação¹³¹.

O desenvolvimento de um Plano de Mobilidade Urbana sustentável é uma etapa-chave no processo de transição para uma mobilidade urbana zero emissão. Nesse contexto, é essencial que sejam definidos, no desenvolvimento de um Plano de Mobilidade Urbana, os caminhos para a adequação da estrutura da rede de transporte urbano que levem à mobilidade urbana zero emissão, definindo-se assim as principais estratégias para essa transição e como estas devem ser integradas. A seguir, são descritas orientações para as cidades selecionarem as ações a serem implantadas para a transição para a mobilidade urbana zero emissão e sua integração.

4.2.1 Seleção das ações para a transição para a mobilidade urbana zero emissão

Conforme apresentado na Figura 7 e discutido no Capítulo 3, são diversas as estratégias que podem contribuir para a transição para a mobilidade zero emissão, sendo que, para cada uma delas, há uma gama de possíveis ações a serem

implantadas. Destaca-se ainda que outras ações, além das apresentadas, podem ser consideradas pelos municípios, dadas as suas particularidades. Assim, o gestor municipal deve escolher o melhor caminho para a sua cidade, considerando que, para ter melhor impacto, essas ações devem ser implantadas em conjunto.

Nesse processo decisório, é importante considerar:

- Características do município, como população, PIB e uso do solo;
- Características do sistema de transporte da cidade em questão, como modos e sistemas de transporte disponíveis, extensão da rede e padrões de viagens; e
- Objetivos traçados no Plano de Mobilidade Urbana sustentável e as ações já implantadas nas cidades.

Além disso, os diferentes atores-chave devem fazer parte desse processo decisório, uma vez que algumas dessas ações precisam ser implantadas em conjunto com setores da iniciativa privada, além de ser fundamental o apoio da população local, cujas demandas devem ser consideradas em processos de consulta popular.

Para facilitar esse processo decisório, as ações podem ser classificadas segundo a abordagem *Avoid-Shift-Improve* – ASI (Figura 31), que auxilia os gestores na compreensão do mecanismo de aplicação de cada ação. Por meio dessa categorização, o gestor é capaz de identificar se a ação evita a necessidade dos deslocamentos (*Avoid*), se muda o comportamento do usuário de modo a utilizar modos mais eficientes e limpos (*Shift*), ou se melhora intensidade energética^[18] e de carbono^[19] pelo aperfeiçoamento da tecnologia veicular (*Improve*). Assim, essa categorização colabora para o processo de seleção e avaliação das ações para a transição para a mobilidade zero emissão.

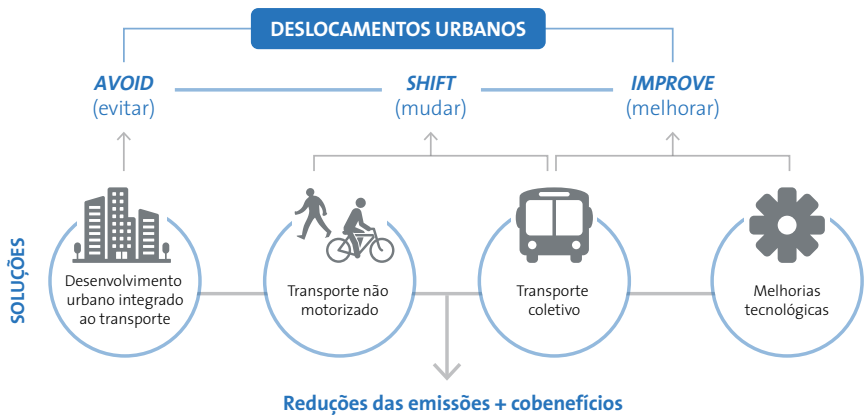


Figura 31: Metodologia ASI.

Fonte: WRI¹³², 2020.

Desse modo, o Quadro 6 apresenta a classificação das ações segundo a metodologia ASI. Ainda, apresenta o efeito de cada ação na transição para a mobilidade urbana zero emissão, considerando três níveis diferentes: (+) baixo, para ações com impactos pontuais na intensidade de carbono e energética; (++) médio, para ações com impactos elevados na intensidade de carbono e energética e/ou ações com impactos pontuais na rede de transportes; e (+++) elevado, para ações de mobilidade zero emissão e/ou que gerem impactos em toda a rede de transportes.

Os impactos foram estimados por meio da realização de um grupo focal, método de pesquisa que tem como objetivo a coleta de dados por meio de interações em grupo, que busca obter profundo conhecimento das percepções, opiniões e atitudes dos participantes sobre determinado tema¹³³. Participaram do grupo

[18] Intensidade energética é medida pela razão entre o consumo energético e o momento de transporte (t.km ou p.km).

[19] Intensidade de carbono é medida pela razão entre a emissão de GEE e o momento de transporte (t.km ou p.km).

focal seis especialistas da área de transportes, sendo dois doutores e quatro doutorandos, que foram orientados a avaliar o impacto de cada ação na transição para a mobilidade urbana zero emissão, considerando a realidade das cidades brasileiras e a literatura levantada durante o estudo.

Quadro 6: Classificação das ações para transição para a mobilidade urbana zero emissão.

Nº	Estratégia	Ações	ASI	Impacto na transição para a mobilidade urbana zero emissão
1	Estratégias para evitar ou reduzir a atividade de transporte	Incentivar programas de caronas solidárias (car pooling e van pooling);	Evitar	+
2		Implantação de teleatividades;	Evitar	+++
3		Horários alternativos de trabalho;	Evitar	++
4		Permitir a circulação e operação de veículos pesados nas áreas centrais da cidade, considerando pontos específicos de carga e descarga e restrições de horários e itinerários.	Evitar	++
5	Estratégias de mudança para transporte mais eficiente em termos de uso de energia	Aumentar preços de estacionamentos em vias públicas conforme a demanda;	Mudar	+
6		Limitar o número de vagas de estacionamento para carros em novos empreendimentos imobiliários;	Mudar	+
7		Reduzir vagas de estacionamento em vias públicas específicas nas áreas centrais; intensa operação de fiscalização de estacionamentos irregulares;	Mudar	+
8		Implantar programas de desincentivo ao uso dos automóveis, tais como pedágio urbano e restrição de acesso a centros urbanos;	Mudar	+
9		Implantar e requalificar a rede cicloviária, incluindo a integração com o transporte público, tratamento adequado e requalificação das travessias para ciclistas e pedestres;	Mudar	+++
10		Implantar e incentivar a implantação de rede cicloviária, como bicicletários e centros de apoio com vestiários, nos polos geradores de viagens e outros pontos estratégicos da cidade;	Mudar	++
11		Padronizar e fiscalizar o uso e ocupação das calçadas;	Mudar	++
12		Promover serviços de aluguel de bicicletas e incentivar (implantar e ampliar) sistemas de bicicletas compartilhadas;	Mudar	+++
13		Fiscalizar a manutenção dos veículos do transporte público coletivo;	Mudar	+
14		Otimizar a operação, bem como realizar racionalização e integração das linhas de ônibus;	Mudar	+++
15		Estabelecer/aprimorar rotinas de controle e fiscalização da operação do transporte público coletivo;	Mudar	++
16		Expandir a rede de transporte público coletivo, dando prioridade ao transporte de massa (metrô e trens urbanos), BRT e VLT;	Mudar	+++
17		Implantação de faixas prioritárias para o transporte público coletivo por ônibus e veículos de carga;	Mudar	++
18		Implantar estacionamentos de automóveis nos terminais e estações de transporte público coletivo;	Mudar	+
19		Implantar moderação de tráfego em áreas específicas (área central e entorno de escolas e hospitais) para aumentar a segurança e o incentivo aos modos não motorizados.	Mudar	+

Nº	Estratégia	Ações	ASI	Impacto na transição para a mobilidade urbana zero emissão
20	Estratégias de melhoria da eficiência tecnológica e operacional	Implantar o sistema de compartilhamento de veículos com o sistema de propulsão elétrico;	Mudar/ Melhorar	++
21		Melhorar as infraestruturas de transporte público coletivo – terminais, estações e pontos de parada, seguindo padrões de acessibilidade, para a requalificação do sistema existente;	Melhorar	++
22		Implantar ITS e/ou programação visual para melhorar a comunicação de informações aos usuários no transporte público coletivo, em terminais, estações e pontos de parada;	Melhorar	++
23		Modernizar a sinalização semafórica incluindo a prioridade ao transporte público coletivo;	Melhorar	++
24		Utilização de veículos com maior eficiência energética;	Melhorar	++
25		Utilização de sistemas de propulsão alternativos com fonte de energia mais limpa (bioenergia);	Melhorar	++
26		Utilização de sistemas de propulsão elétricos;	Melhorar	+++
27		Incentivar programa de treinamento dos motoristas de transporte público coletivo e de carga para direção com eficiência energética (<i>Ecodriving</i>);	Melhorar	+
28		Renovação e modernização da frota de veículos pesados (passageiros e carga).	Melhorar	++
29	Estratégias de alinhamento entre planejamento urbano e de transportes	Propiciar a integração física, institucional e tarifária entre os modos ativos e de transporte público coletivo;	Mudar	++
30		Realizar campanha educativa e de comunicação sobre mobilidade urbana sustentável e a transição para a mobilidade urbana zero emissão;	Evitar/Mudar/ Melhorar	++
31		Realizar programas de capacitação dos técnicos do órgão gestor;	Melhorar	++
32		Implantar sistema de monitoramento e avaliação de ações de mobilidade urbana sustentável e de transição para a mobilidade urbana zero emissão;	Evitar/Mudar/ Melhorar	++
33		Produzir e divulgar material informativo e aplicativos sobre a rede de transporte público coletivo, transporte ativo e táxi.	Evitar/Mudar	+

Fonte: Elaboração própria, 2020.

É importante reforçar que cada município ou região possuem características e contextos próprios que requerem um esforço particular na formulação de ações em mobilidade urbana zero emissão. Logo, uma ação implantada (Quadro 6) em um município não necessariamente é efetiva na mesma intensidade em outro, assim como os sucessos ou as falhas observados podem não ocorrer em outros locais.

4.2.2 Integração das estratégias para a transição para a mobilidade urbana zero emissão

A aplicação em conjunto e de forma integrada das ações para a transição pode gerar um aumento do potencial de impacto para alcançar a mobilidade urbana zero emissão. Isso ocorre porque, muitas vezes, os impactos dessas ações apresentam correlação entre si. Por exemplo, o serviço de compartilhamento de bicicletas atrai um maior número de usuários se suas estações estiverem localizadas próximo a pontos de paradas de ônibus ou estações de metrô/trem, em áreas com alta densidade demográfica. Desse modo, ao se integrar ações relacionadas a estratégias para mudança para transporte mais eficiente com estratégias de alinhamento entre planejamento urbano e de transportes, tende-se a obter resultados melhores para a transição para a mobilidade urbana zero emissão.

Assim, o potencial efeito de alavancagem deve ser considerado ao se analisar a implantação de múltiplas ações para a mobilidade urbana zero emissão. Nesse sentido, é interessante que as cidades busquem distribuir espacialmente suas atividades econômicas e polos geradores de viagens de modo a reduzir a extensão média das viagens. Como exemplo de distribuição espacial de atividades econômicas e polos geradores de viagens, pode ser citada a evolução do plano de desenvolvimento urbano (Step 2025) de Viena, Áustria, entre 2013 e 2014, em alinhamento aos padrões do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (SUMP) do país, sendo contempladas medidas para o desenvolvimento da cidade já construída, questões relacionadas ao uso da terra, integração do uso de energia e política de localização de negócios dentro da região metropolitana, e planejamento de espaço e sistema de transporte¹³⁴.

Além disso, essa distribuição também deve ser temporal, com escalonamento dos horários de trabalho, reduzindo os congestionamentos de tráfego. O teletrabalho pode ser induzido por meio da sua adoção na gestão pública de modo a evitar as viagens, contribuindo também para a redução dos congestionamentos e das emissões. Na região sul de Los Angeles, práticas de trabalho flexíveis são adotadas como estratégias-chave para reduzir o congestionamento e emissões de GEE e de PA, aumentando o número de viagens de trabalhadores fora dos horários de pico, devido ao maior tempo de trabalho efetuado em casa e realização de viagens próximo às suas residências.

Ainda, após o diagnóstico da mobilidade da cidade, a rede de transportes deve ser estruturada de forma integrada (integração física e tarifária), por exemplo, com um sistema tronco-alimentador, no qual a parte troncal pode ser realizada por sistemas BRS/BRT ou, inclusive, de trilhos (metrô, trens metropolitanos e monotrilhos), e a parte alimentadora por ônibus *padron* elétricos. Para a última milha ou deslocamentos curtos, deve-se estimular o transporte ativo, de modo que as cidades devem investir em infraestrutura cicloviária, bem como padronização e fiscalização de calçadas, arborização, segurança e implantação de vias exclusivas para pedestres.

Uma vez que foi estabelecida uma rede de transporte integrada e com alto nível de serviço, atraindo novos usuários, as cidades podem restringir o transporte motorizado individual, por meio de medidas como pedágio urbano, redução da oferta de vagas de estacionamento e aumento de preços em vias públicas específicas em áreas centrais, e criação de faixas exclusivas para o transporte público coletivo por ônibus. Quando necessário o transporte porta a porta, uma opção que deve ser disponibilizada nas cidades é o sistema de compartilhamento de veículos com sistema de propulsão elétrico ou o uso do transporte contratado por aplicativos.

Para o sucesso do processo de transição, é fundamental implantar o sistema de monitoramento e avaliação de ações de mobilidade urbana zero emissão. De modo a permitir todo o processo, é fundamental a capacitação dos gestores públicos, com oferta de cursos e treinamentos sobre mobilidade urbana sustentável, uso de energia e tecnologias de baixo carbono e zero emissões em transportes.

O gestor público, ao escolher o conjunto de ações no processo de transição de sua cidade, deve levar em consideração o investimento necessário associado à sua implantação de acordo com as restrições orçamentárias e modelos de negócio (por exemplo, parceria público-privada). A implantação integrada das ações tende a aumentar a demanda de usuários para o transporte sustentável e, com isso, gerar maiores receitas. Assim, tende-se a reduzir o tempo de retorno para recuperação do investimento realizado. Por outro lado, a aplicação de ações de forma isolada pode levar a uma maior competição entre os serviços, reduzindo a demanda e, consequentemente, a receita do sistema.

Outra possibilidade de potencializar essa transição é considerar a integração dos serviços de transporte entre cidades de uma mesma região metropolitana. Com isso, é possível otimizar a rede de transportes eliminando potenciais sobreposições na oferta do serviço. Além disso, essa integração possibilita acesso a um maior orçamento, ao mesmo tempo que busca dividir os investimentos e custos operacionais relativos ao processo de transição entre os diferentes municípios.

Convém ressaltar que, além de serem implantadas de forma integrada, é fundamental que as ações para a mobilidade urbana zero emissão e seus resultados sejam devidamente divulgados, de modo a atrair o apoio dos diferentes atores-chave, especialmente em função da possibilidade de resistências à transição, pela própria indústria automotiva, dos gestores públicos e da própria população. Essa resistência pode ser resultado da necessidade de investimentos, da mudança de hábitos e de mentalidade, da necessidade de novos modelos de negócios, bem como da desconfiança da população, sobretudo os idosos, a novas tecnologias (como veículos elétricos) e serviços de transportes (como *car sharing* e sistemas de aluguel de bicicletas).

A implantação de medidas para essa transição sofre resistência política, tanto dentro do governo como entre parte da população, por requerer mudanças que exigem retirada de espaço do automóvel, como a redução de vagas de estacionamento ou redução significativa de velocidade, como no *traffic calming*¹³⁵. Algumas vezes essa resistência se origina da falta de informação, de modo que devem ser desenvolvidas campanhas de comunicação com linguagem específica para os diferentes atores-chave, apresentando os benefícios diretos e indiretos no curto, médio e longo prazos para cada grupo. Para que o processo de transição seja bem-sucedido, é preciso, em especial, conscientizar a população dos benefícios potenciais dessas ações para que ela tenha consciência do impacto que tais medidas trarão para a sua qualidade de vida.

Ainda, deve-se considerar, em combinação com as demais estratégias, o impacto das novas tecnologias digitais para a construção de uma mobilidade sustentável. O uso dessas tecnologias permite fornecer dados históricos, informações atualizadas e previsões sobre padrões de transporte e de desempenho veicular, contribuindo para a otimização da rede de transportes. Destaca-se ainda um potencial de redução de acidentes, aumentando a segurança viária¹³⁶.

Uma das novas formas de mobilidade em ascensão são os serviços de mobilidade compartilhada. Em diversas cidades ao redor do mundo, serviços de automóveis e bicicletas compartilhados integrados ao uso de tecnologias digitais são uma realidade¹³⁷. Esses serviços operam por meio de concessões da prefeitura dessas cidades⁵².

Também se encaixam nesse segmento de mobilidade compartilhada os serviços por aplicativo, que oferecem uma alternativa aos táxis por meio da digitalização, aumentando sua participação no mercado¹³⁷. Existe uma tendência de integração de diversos modos de transporte nesses aplicativos, levando ao conceito de *Mobility-as-a-Service (MaaS)*¹³⁸. Trata-se da integração de várias formas de serviços de transporte em um único serviço de mobilidade acessível para demanda, criando uma gama de serviços para os usuários. O modelo contém e integra componentes de conceitos já existentes, como integração, interconectividade e otimização de serviços de transporte, bem como mobilidade inteligente e contínua. Novos conceitos que surgiram por meio da Internet das Coisas (IoT) e da economia compartilhada, como o termo “como serviço” e a modificação pessoal de viagens, também são adicionados¹³⁸.

Como exemplo do conceito de *MaaS*, pode ser citado o transporte coletivo sob demanda, definido como serviço flexível de mobilidade urbana, a partir da

definição de rotas estabelecidas de acordo com as necessidades dos usuários, em vez de preestabelecidas com trajetos e horários fixos. A conexão entre o usuário e o operador ocorre por meio de uma plataforma digital, na qual o passageiro informa sua localização e o destino desejado e, em seguida, o sistema calcula qual veículo irá atendê-lo de forma a otimizar a rota e reduzir custos. No Brasil, esse sistema opera com vans e ônibus em cidades como São Bernardo do Campo, Goiânia, Fortaleza e no Distrito Federal¹³⁹.

No entanto, a depender do caso, essas iniciativas podem não corresponder ao objetivo de uma mobilidade sustentável. Isso se dá pelo fato de que esses serviços podem diminuir a probabilidade de os usuários optarem, por exemplo, por se deslocar a pé e, em vez disso, solicitar um automóvel do serviço compartilhado, aumentando o tráfego e, conseqüentemente, as emissões. Portanto, é recomendado que esses serviços possuam uma estrutura regulatória e sejam objeto de debate prévio, de forma que estejam alinhados às ambições da cidade para questões sociais e para uma mobilidade zero emissão^{136, 140}.

Existem iniciativas e estudos sobre a possibilidade do uso de tecnologias digitais para oferecer serviços de transporte coletivo sob demanda. Em especial, essa alternativa se torna mais interessante em locais de baixa densidade populacional, pois, nessas áreas, o serviço convencional de ônibus sofre uma redução da frequência para se adequar à demanda. Logo, a tendência dos moradores é do uso de transporte particular. A solução busca mesclar o uso de automóveis, vans e micro-ônibus para fornecer um serviço agendado por aplicativo, de maneira mais ajustada à demanda¹⁴¹. Um exemplo é o serviço MiniBus, operado na cidade chinesa de Shenzhen, que conecta estações de metrô a áreas residenciais adjacentes. Em 2016, havia 150 serviços nesse sistema⁵². Também pode-se citar o serviço da Kutsuplus, em Helsinki, na Finlândia, que operava rotas flexíveis, de acordo com a origem e destino de desejo dos passageiros. A experiência desse último revelou que esse tipo de alternativa requer forte apoio governamental até atingir robustez, uma vez que a eficiência advinda da otimização do sistema depende de um número maior de usuários. Percebeu-se que os usuários avaliaram positivamente o menor tempo de espera pelos ônibus, ainda que o tempo de viagem fosse maior¹⁴¹.

Com o desenvolvimento de veículos autônomos, uma tendência de longo prazo da digitalização na mobilidade são os sistemas de transporte interativos e inteligentes. Na verdade, esses sistemas viabilizariam o uso massificado de veículos autônomos na medida em que consistem na comunicação entre veículos, infraestrutura e motoristas. No momento, ainda não são sistemas considerados confiáveis, apesar de mostrarem grande potencial para a mobilidade no futuro. Ainda é necessário promover investimentos e pesquisas de viabilidade dessas alternativas para que elas possam se desenvolver. Pode-se, por exemplo, estudar um sistema com objetivo de informar os motoristas em relação ao trânsito¹³⁶.

INTEGRAÇÃO DAS AÇÕES PARA MOBILIDADE URBANA ZERO EMISSÃO

No processo de transição, as cidades devem



Figura 32: Integração das ações para a Mobilidade Urbana Zero Emissão.

Fonte: Elaboração própria, 2020.

4.3 Execução das estratégias para a transição para a mobilidade urbana zero emissão

Para a execução do Plano de Mobilidade Urbana Zero Emissão, as cidades devem estabelecer um grupo de trabalho (Figura 33), que deve contar com a representação do poder público municipal e estadual, bem como com representantes da iniciativa privada e da sociedade civil, em especial das entidades que atuam nas políticas de transporte e urbanas, do trabalhador, e setores empresarial e acadêmico. Esses grupos têm como responsabilidade o acompanhamento do processo de implantação das estratégias para a transição em geral, além da integração de ações nos planos operacionais. Devem também suspendê-las para revisão e adequação quando não houver atendimento dos prazos e metas estabelecidos, bem como quando os resultados atingidos forem aquém dos esperados. O acompanhamento desses resultados é realizado por meio do monitoramento de indicadores. Além disso, cabe ao grupo de trabalho acompanhar ações e metas, tomar medidas se o plano não for seguido, decidir se este deve ser revisado, elaborar relatório anual do *status* do plano, e desenvolver um sistema de transporte sustentável¹⁴².

De forma semelhante, a Lei Municipal de Mudanças Climáticas, da cidade de São Paulo, criou o Comitê de Mudanças Climáticas e Economia, que formou grupos de trabalho sobre os seis temas mais sensíveis às mudanças climáticas, sendo um deles sobre transportes. Esses grupos têm como objetivo sistematizar informações de iniciativas que estão em curso, fazer um juízo de valor sobre o que deve continuar, formular propostas de novos estudos a serem encaminhados, e estudar, no âmbito de suas áreas, matérias que o Comitê pedir aprofundamento. Em suma, o papel do Comitê seria de propor, estimular, acompanhar e fiscalizar a adoção de planejamento e ações que viabilizem o cumprimento dessa lei municipal.



Figura 33: Funções do grupo de trabalho para a mobilidade urbana zero emissão.
Fonte: Elaboração própria, 2020.

4.4 Monitoramento e controle das estratégias

A implantação do Plano de Mobilidade Urbana Zero Emissão deve ser monitorada de perto, sendo o progresso em direção aos seus objetivos e o cumprimento das metas avaliados regularmente com base em indicadores de desempenho escolhidos para garantir acesso a dados e estatísticas relevantes. Ainda, o monitoramento e a avaliação contínua podem sugerir revisões das metas e, quando necessário, ações corretivas na implantação das estratégias. Por sua vez, o relatório de monitoramento, que é compartilhado e comunicado aos cidadãos e às partes interessadas, informa sobre os avanços no desenvolvimento e na implementação do plano¹²⁸.

Assim, com a finalidade de garantir que as estratégias satisfaçam o atingimento de metas estabelecidas e almejadas para a transição para a mobilidade urbana zero emissão, é necessário realizar o monitoramento dos resultados relacionados à sua implantação, por meio de metodologias usadas para descrever o processo de coleta de dados; e medir o impacto potencial da ação em comparação com o cenário habitual, bem como avaliar os impactos reais gerados por um projeto concreto, um plano de ação ou uma política¹⁴³. Entre essas abordagens, destaca-se o sistema *Measuring, Reporting and Verification* (MRV), indicado pela UNFCCC para monitoramento e controle de estratégias de mitigação, sendo fundamental para a implementação eficaz dos NDCs¹⁴⁴ e redução de GEE.

No sistema MRV, o **Monitoramento** (M) corresponde à coleta de informações relevantes sobre o progresso e o impacto das ações, sendo necessária para identificar tendências de emissões, determinar o local de direcionamento de esforços de redução de GEE, rastrear o suporte relacionado à mitigação, avaliar se as ações de mitigação planejadas nos NDCs ou de outra forma estão se mostrando eficazes, avaliar o impacto do apoio recebido e monitorar o progresso alcançado na redução das emissões. Os **Relatos** (R) apresentam as informações medidas de maneira transparente e padronizada; já a **Verificação** (V) avalia a integridade, consistência e confiabilidade das informações relatadas por meio de um processo independente¹⁴⁵ (Figura 34).

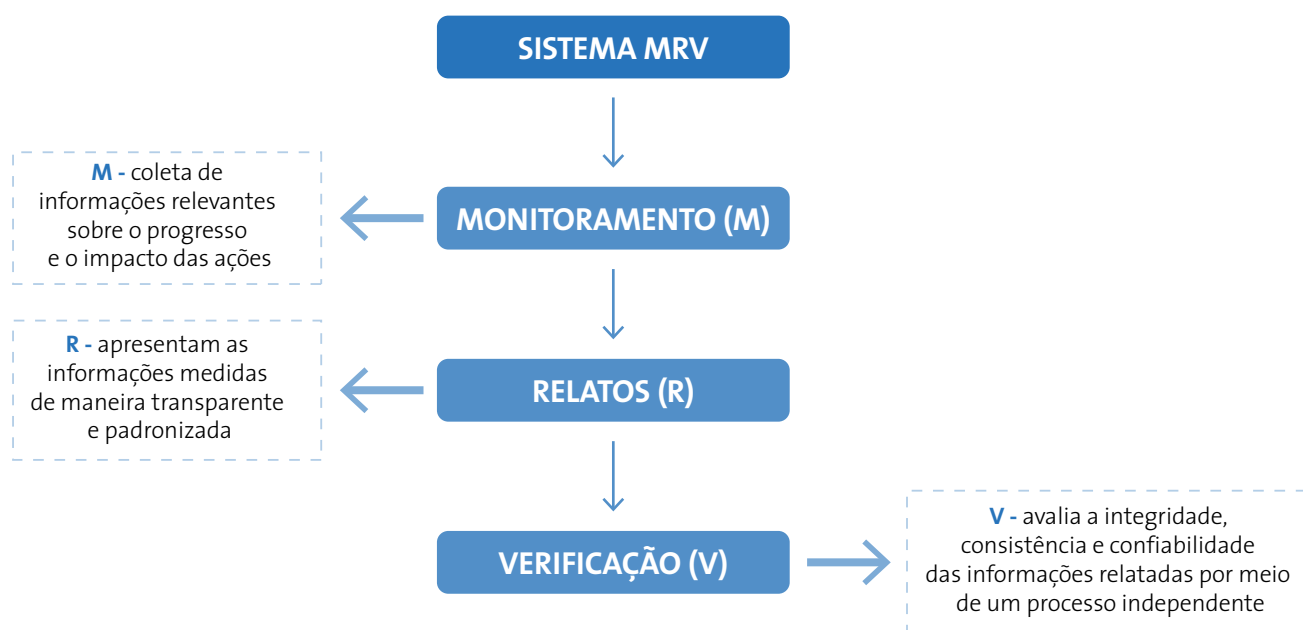


Figura 34: Sistema MRV.

Fonte: Elaboração própria, a partir de Fussler *et al.*, (2016)¹⁴⁵.

Os relatórios e verificação são importantes para garantir transparência, boa governança, responsabilidade e credibilidade dos resultados e para construir a confiança de que os recursos estão sendo utilizados de forma eficaz. É importante destacar que, embora o foco principal do método seja medir as emissões de GEE e os benefícios de mitigação no setor de transporte, os parâmetros para medir os benefícios não relacionados aos GEE ou o desenvolvimento sustentável devem ser discutidos, incluindo segurança, mobilidade, qualidade do ar, nível de ruído ou benefícios econômicos aprimorados¹⁴⁵.

Dessa forma, após o cumprimento das etapas planejadas e do grau de avanço nas metas estabelecidas, deve-se utilizar o método para verificação, que consiste na medição da linha de base (*ex-ante*), que deve ser realizado por meio de dados históricos, e do cenário *ex-post*, em que o impacto das ações implantadas sobre a mobilidade urbana zero emissão, bem como os indicadores, devem ser estimados e reportados. Os resultados do cenário *ex-post* devem ser comparados ao cenário *ex-ante* por meio da diferença entre eles. Para tal, podem ser considerados os indicadores apresentados no Quadro 5, que, entre os indicadores propostos, destacam-se: Concentração de MP_{10} e $MP_{2,5}$ ($\mu g/m^3$); Intensidade de carbono ($tCO_2e/pass-km$ e $tCO_2e/t-km$) e admissões em hospitais por morbidades respiratórias.

Para a realização da análise dos resultados, deve-se verificar a sua adequabilidade. Um resultado pode ser considerado satisfatório se apresenta um impacto positivo da ação nos indicadores considerados. A obtenção de um resultado satisfatório pode ser divulgada para a população. Caso contrário, é importante realizar a análise do processo de implantação das ações, identificando as possíveis causas do resultado insatisfatório, ou se os resultados esperados ainda acontecerão ao longo do tempo¹⁶.

As principais questões a serem abordadas em cada etapa da metodologia MRV adaptadas para a estimativa e monitoramento no processo de elaboração de um Plano de Mobilidade Urbana são apresentadas na Figura 35.

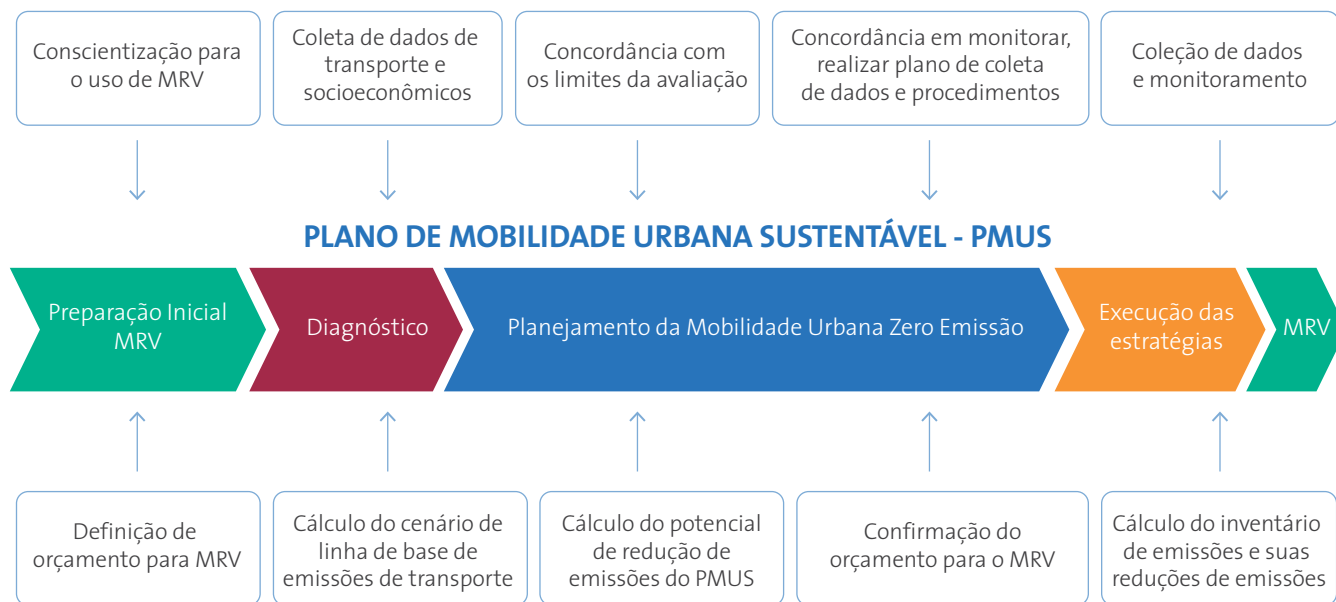


Figura 35: Protocolo de MRV alinhado às principais etapas do processo SUMP.
 Fonte: Adaptado de Eichhorst *et al.*,¹⁴⁶, 2020.

Enfim, são diversas as ações que podem ser adotadas, preferencialmente de forma integrada, na transição para a mobilidade urbana zero emissão. É importante ressaltar que essa transição é um processo de longo prazo, que deve ser implantado de forma contínua, sendo constantemente monitorada e revisada, conforme as fases do processo apresentadas neste capítulo. Entretanto, devem ser consideradas as restrições financeiras, os problemas de mobilidade urbana e os interesses políticos e socioeconômicos da região, de modo que cada cidade encontrará o seu próprio caminho para a implantação da mobilidade urbana zero emissão.

REFERÊNCIAS

1 O que é Mobilidade Urbana Zero Emissão?

(2) ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Mobilidade Humana para um Brasil Urbano**. Agência Nacional de Transportes Públicos. São Paulo, SP. 2003.

(1) BRASIL. **Plano Nacional de Mobilidade Urbana – PNMU**. Lei n. 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Brasil, p. 1-11. 2012.

(3) DALKMANN, H. **Sustainable Urban Mobility Principles and Planning GIZ: transformative urban mobility initiative (Tumi) and Mobilize**. GIZ. Abuja, Nigeria. 2018. (3)

(5) GON/MOF/IECCD. **Climate Finance Glossary**. Kathmandu, Nepal. 2017.

(4) SIMS, R.E. *et al.*, Energy Supply. In **Climate Change 2007: mitigation**. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Boston. 2007.

2 Por que fazer a transição para a Mobilidade Urbana Zero Emissão?

(27) BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS. **Sustainability Bond Framework**. Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2020.

(7) BRASIL. **3ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Volume III. Brasília, DF, Brasil. 2016.

(6) BRASIL. **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil**. 4. ed. Brasília, DF. 2017.

(23) BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Canal do Servidor, 2020. Disponível em: <<https://canaldoservidor.infraestrutura.gov.br/ultimas-noticias/9908-governo-estrutura-primeiro-programa-de-t%C3%ADtulos-verdes-para-transportes-da-am%C3%A9rica-latina.html>>. Acesso em: 05 set. 2020.

(25) COMMISSION, E. **A European Strategy for low-emission mobility**, 2020. Disponível em: <https://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/news/2016-07-20-decarbonisation_en>. Acesso em: 24 ago. 2020.

(14) CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Incentivo à Mobilidade Urbana Sustentável**. [S.l.].

(17) COSTA, L.C. **Mobilidade Urbana e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Confed. Nac. dos Municípios - CNM. [S.l.].

(16) D'AGOSTO, M. D. A. *et al.*, **Eficiência Energética na Mobilidade Urbana**. GIZ. Brasil. 2018.

- (24) DAVIDSON, K. E. A. **Oportunidades de Investimento em Infraestrutura Verde**. Climate Bonds Initiative. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Pinheiro Neto Advogados. Brasil. 2019.
- (20) EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional**. Brasília, DF. 2020.
- (18) INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. [S.l.].
- (22) MENDES, J.; HOLTSLAG, S. **Zero Emission Urban Freight**: a TDA whitepaper on how to reach zero emission urban freight by uniting Countries, Cities/Regions and Companies. [S.l.]. 2019.
- (13) NASCIMENTO, M. T. S. D.; SOUZA, L. E. D.; AUDI, S. G. **Influência do ruído e da vibração do transporte público (metrô) na saúde dos usuários**. Brasil. 2015.
- (26) PARDO, C. F. **Shanghai Manual**: a guide for sustainable urban development in the 21st century. Shanghai. 2011.
- (19) PEREIRA, E. T. *et al.*, **Contribuições ao documento-base para subsidiar os diálogos estruturados sobre a elaboração de uma estratégia de implementação e financiamento da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil ao Acordo de Paris**. Salvador, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106132/tde-18102017-203603/publico/Anexo_Contribuicao_NDC_Gls_13mar2017.pdf>. Acesso em: nov. 2020.
- (8) ROVERE, E. L. LA. *et al.*, **Implicações Econômicas e Sociais de Cenários de Mitigação de Gases de Efeito Estufa no Brasil até 2030**: projeto IES-Brasil. Brasil. 2016.
- (10) ROVERE, E. L. LA. *et al.*, **Indicators for Progress Monitoring in the Achievement of NDC Targets in Brazil**. Brasil. 2019.
- (11) SALDIVA, P. H. N. *et al.*, **Avaliação dos Impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte**. Brasil. 2015.
- (12) SILVA, L. F.; MENDES, R. Exposição combinada entre ruído e vibração e seus efeitos sobre a audição de trabalhadores. **Rev. Saúde Pública**, v. 39, p. 9–17, 2005.
- (9) SIRENE. **Infográficos**. III Inventário Nacional. Available on-line, 2020. Disponível em: <<https://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/infograficos/index.html>>. Acesso em: 24 set. 2020.
- (21) SLOWIK, P. *et al.*, **International Evaluation of Public Policies for Electromobility in Urban Fleets**. [S.l.]. 2018.
- (15) WRI BRASIL. **A estratégia inicial do Brasil na área de transportes para colocar em prática o Acordo de Paris**, 2017. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/2017/02/estrategia-inicial-do-brasil-na-area-de-transportes-para-colocar-em-pratica-o-acordo-de-paris>>. Acesso em: 3 set. 2020.

3 Caminhos para a Mobilidade Urbana Zero Emissão

- (98) AAGAARD, N. V. **Urban experimentation for sustainable mobility**: a case study of zero-emission bus University of Oslo. Oslo. 2018.
- (105) ALBUQUERQUE, I. R. D. **Integrating greenhouse gas inventories as a decision making tool for informed action**. ICLEI. Fortaleza. 2016.
- (61) AMSTERDAM, C. O. **Policy**: cycling. Disponível em: <<https://www.amsterdam.nl/en/policy/policy-traffic/policy-cycling/>>. Acesso em: 18 ago. 2020.
- (91) AMSTERDAM, C. O. **Clean Air Action Plan**: emission-free. Amsterdam. 2019.

- (124) APARICIO, L. S. **El impacto del transporte en el ordenamiento de la ciudad: el caso de Transmilenio en Bogotá**. Territorios, v. 22, p. 33–64, 2010.
- (110) ASOCIACIÓN DE CONCESIONARIOS DE TRANSPORTE URBANO. **¿Por qué Santiago de Chile tiene 400 buses eléctricos en su transporte público y Lima apenas uno?** El primer bus eléctrico que tiene el Sistema Integrado de. Disponível em: <<https://actu.pe/por-que-santiago-de-chile-tiene-400-buses-electricos-en-su-transporte-publico-y-lima-apenas-uno/>>. Acesso em: 6 abr. 2020.
- (33) BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. **Comparative Case Studies**: IDB Supported Urban Transport Projects. [S.l.]. 2013.
- (77) BANK, W. **Electric Mobility & Development**. [S.l.]. 2018.
- (57) BARBOT, L. **Vélib' augmente sa flotte dans le Val-de-Marne**. Disponível em: <<https://www.lesechos.fr/pme-regions/ile-de-france/velib-augmente-sa-flotte-dans-le-val-de-marne-1201334>>. Acesso em: 18 ago. 2020.
- (115) BARDEN, S. A.; RUNNACLES, T. V. Transport in a high-density urban environment: the experience of Hong Kong. Foreign summaries. **Transp. Rev.**, v. 6, p. 219–258, 1986. ISSN doi:10.1080/01441648608716628.
- (87) BERGGREEN, J. The EV Strategy Of The Municipal Of Copenhagen — The Hard Work Is About To Pay Off. Disponível em: <<https://cleantechnica.com/2018/11/26/the-ev-strategy-of-the-municipal-of-copenhagen-the-hard-work-is-about-to-pay-off/>>. Acesso em: 18 jan. 2021.
- (73) BERNI, M.; BAJAY, S.; MANDUCA, P. **Biofuels for urban transport**: Brazilian potential and implications for sustainable development. 2012, ISSN doi:10.2495/UT120051.
- (72) BONGARDT, D. *et al.*, **Sustainable Urban Transport**: Avoid-Shift-Improve (A-S-I). Eschborn. 2019.
- (113) BONGARDT, P. D.; BREITHAUPT, M.; CREITZIG, F. **Além da Cidade Fóssil**: rumo ao transporte de baixo carbono e crescimento verde. Transporte Urbano Sustentável. Documento Técnico. [S.l.]. 2011.
- (94) BUATOIS, A. *et al.*, **SEEV4-city Flexpower 1**: analysis report of the first phase of the flexpower pilot. Amsterdam. 2019.
- (93) BUDACH, D. **More electric buses for the Amsterdam region**. Disponível em: <<https://www.urban-transport-magazine.com/en/more-electric-buses-for-the-amsterdam-region/>>. Acesso em: 18 ago. 2020.
- (70) BUEHLER, R.; PUCHER, J.; ALTSHULER, A. **Vienna's Path to Sustainable Transport**. Vienna, p. 1–53. 2016.
- (81) CARB. **Low-Income Barriers Study, Part B**: overcoming barriers to clean transportation access for low-income residents. Califórnia. 2018.
- (97) CAREY, C. **Fast Facts**: electric vehicle charging. Disponível em: <<https://cities-today.com/fast-facts-electric-vehicle-charging/%0AGet>>. Acesso em: 20 ago. 2020.
- (111) CHILE. **Balance 2019**, 2019. Disponível em: <<https://em.consumovehicular.cl/balance-2019>>. Acesso em: 6 abr. 2020.
- (106) CHILE. **Estrategia Nacional de Electromovilidad: un camino para los vehículos eléctricos**. Santiago. 2017.
- (29) COELHO, P. F. D. C.; ABREU, M. C. S. D. P. A. Socio-Technical Transitions to Sustainable Urban Mobility in Brazil. Transição Sociotecnológica. **Rev. Adm. da UFSM**, Campo Grande, n. Edição Especial 2019, p. 1227–1241, 2019. ISSN doi:10.5902/1983465936254.

- (25) COMMISSION, E. **A European Strategy for low-emission mobility, 2020**. Disponível em: <https://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/news/2016-07-20-decarbonisation_en>. Acesso em: 24 ago. 2020.
- (53) COPENHAGEN, C. O. **CPH 2025 Climate Plan: a green, smart and carbon neutral city**. Copenhagen. 2012.
- (103) COSTA, D. **São Paulo ganha a maior frota de ônibus elétricos do País**. Vantagens ambientais. Disponível em: <<https://mobilidade.estadao.com.br/meios-de-transporte/onibus/sao-paulo-ganha-a-maior-frota-de-onibus-eletricos-do-pais>>. Acesso em: 17 set. 2020.
- (42) DAY, T. *et al.*, **Opportunity 2030: benefits of climate action in cities**. [S.l.]. 2018.
- (126) DÍAZ-OSORIO, M. S.; MARROQUIN, J. C. Las relaciones entre la movilidad y el espacio público. Transmilenio en Bogotá. **Rev. Arquít.**, v. 18, p. 126–139, 2016. ISSN doi:10.14718/RevAr.2016.18.1.11.
- (108) DIRECTORIO DE TRANSPORTE PÚBLICO METROPOLITANO. **Bases de Licitación de Concesión de Uso de Vías**. Secretaría Técnica de Estrategia y Planificación. [S.l.]. 2017.
- (112) ELECTRICIDAD, R. **Ya está operando el primer electroterminal para buses eléctricos de Chile**. Disponível em: <<https://www.revistaei.cl/2018/12/17/ya-esta-operando-primer-electroterminal-buses-electricos-chile>>. Acesso em: 24 set. 2020.
- (45) ELECTRIC VEHICLE WORKING GROUP. **Proposed Electric Vehicle Roadmap for San Francisco**. São Francisco. 2019.
- (83) ENGMAN, A. *et al.*, **Renewable Diesel Handbook**. [S.l.]. 2016.
- (120) EUROPEAN METROPOLITAN TRANSPORT AUTHORITIES. **Vienna**: responsible authorities. Disponível em: <<https://www.emta.com/spip.php?article69&lang=fr>>. Acesso em: 4 set. 2020.
- (88) EYRAUD, F. **Voiture électrique et ventes par département: le classement**. Disponível em: <<https://www.automobile-propre.com/voiture-electrique-ventes-departement-classement-2019/>>. Acesso em: 18 ago. 2020.
- (56) FENG, Y.; AFFONSO, R. C.; ZOLGHADRI, M. IFAC. Toulouse, França. 2017.
- (66) FERRAZ, I. S. *et al.*, Avaliação do uso da primeira Via Calma em Curitiba/PR para ciclomobilidade. **Urbe**, Curitiba, Paraná, v. 9, p. 341–353, 2017. ISSN doi:10.1590/2175-3369.009.002.AO13.
- (37) FETZNER, M. A. D. M. **A viabilidade do teletrabalho na Procempa**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. 2001.
- (89) COLLET, V. **Bus électriques à Paris: l'appel d'offres enfin lancé**. Disponível em: <<https://www.lefigaro.fr/societes/2018/01/24/20005-20180124ARTFIG00155-bus-electriques-a-paris-l-appel-d-offres-enfin-lance.php>>. Acesso em: 15 jul. 2020.
- (31) GIBORY, E. **Flottes d'entreprise: la Mairie de Paris opte pour l'essence et l'électrique**, 2017. Disponível em: <<https://www.lefigaro.fr/societes/2017/12/12/20005-20171212ARTFIG00061-flottes-d-entreprise-la-mairie-de-paris-opte-pour-l-essence-et-l-electrique.php>>. Acesso em: 18 ago. 2020.
- (78) GOMIDE, A. D. Á.; CARVALHO, C. H. R. D. A regulação dos serviços de mobilidade urbana por ônibus no Brasil. In: **Cidade e Movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano**. [S.l.]. 2013.
- (68) GREEN-ZONES. **Environmental zone of Oslo - Norway**. Disponível em: <<https://www.green-zones.eu/en/environmental-zones/norway/oslo.html>>. Acesso em: 17 ago. 2020.

- (30) GREEN, S. O. **More Electric Vehicles in Copenhagen City of Copenhagen**, 2020. Disponível em: <<https://stateofgreen.com/en/partners/city-of-copenhagen/solutions/more-electric-vehicles-in-copenhagen>>. Acesso em: 17 ago. 2020.
- (86) GREEN, S. O. **New fleet of electric buses in Copenhagen as two central bus routes go green**. Disponível em: <<https://stateofgreen.com/en/partners/state-of-green/news/new-fleet-of-electric-buses-in-copenhagen-as-two-central-bus-routes-go-green/>>. Acesso em: 18 ago. 2020.
- (41) GRIECO, E. **Managing Parking for Mobility**. Disponível em: <https://www.c4o.org/case_studies/managing-parking-for-mobility>. Acesso em: 3 set. 2020.
- (52) HALL, D.; MOULTAK, M.; LUTSEY, N. **Electric vehicle capitals of the world: demonstrating the path to electric drive**. [S.l.]. 2017.
- (59) HARMS, L.; KANSEN, M. **Cycling Facts**. Ministry of Infrastructure and Water Management and Netherlands Institute for Transport Policy Analysis (kiM). Netherlands. 2018.
- (44) HOANG, X.; DAVID, G.; STRAUSS, A. **Who Pays What for Urban Transportation: handbook of good practices**. [S.l.]. 2014.
- (47) INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. **Pedestrians First**. A mix of infrastructure, activity and priority. Institute for Transportation & Development Policy. Disponível em: <<https://www.itdp.org/multimedia/pedestrians-first-infographic/>>. Acesso em: ago. 2020.
- (62) INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. **Política de mobilidade por bicicletas e rede ciclovária da cidade de São Paulo: análise e recomendações**. Inst. Políticas Transp. Desenvolv. 55. 2015.
- (48) INTER-AMERICAN DEVELOPMENT BANK. **Comparative Case Studies of Three IDB-supported Urban Transport Projects**. Office of Evaluation and Oversight, OVE. [S.l.]. 2015.
- (107) JEREZ, P. Ó. O. **Evaluación Económica y Social de la Incorporación de Buses Eléctricos al Transporte Público Urbano de Santiago**. Universidad de Chile. Santiago, Chile, v. 53. 2019.
- (95) JOSHI, K. **Oslo city hits new milestone: most electric vehicles per capita**. Disponível em: <<https://thedriven.io/2020/07/07/oslo-city-hits-new-milestone-most-electric-vehicles-per-capita/>>. Acesso em: 17 ago. 2020.
- (55) KIRSHBAUM, E. **Copenhagen: a city on two wheels**. Cycling has been a part of the good life in Copenhagen for decades. It started its modern comeback in 1973 after global oil price shocks hit motorists in this once-grimy industrial city hard. Despite windy and rainy conditions for much of the year, bikin, 2019. Disponível em: <<https://www.latimes.com/world-nation/story/2019-08-07/copenhagen-has-taken-bicycle-commuting-to-a-new-leve>>. Acesso em: 17 ago. 2020.
- (50) KOCH, J. *et al.*, **Solución: ciclismo**. Eschborn. 2017.
- (58) KÖLLINGER, C. **Vienna opened four temporary pedestrian priority zones on Good Friday**. Disponível em: <<https://www.eltis.org/in-brief/news/vienna-opened-four-temporary-pedestrian-priority-zones-good-friday>>. Acesso em: 3 set. 2020.
- (80) LAMBERT, F. **California is still nowhere near its 5 million zero-emission vehicle goal**. Disponível em: <<https://electrek.co/2019/08/28/california-electric-car-zero-emission-vehicle-goal/>>. Acesso em: 3 set. 2020.
- (49) LARSEN, J. **The making of a pro-cycling city: social practices and bicycle mobilities**. Environ. Plan. A, v. 49, p. 876–892, 2017. ISSN doi:10.1177/0308518X16682732.

- (102) LIN, N. **Ônibus elétricos**: São Paulo repactua meta de reduzir em 50% a emissão de CO₂ em 10 anos. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/acervo/meio-ambiente/audio/2020-01/onibus-eletricos-sao-paulo-repactua-meta-de-reduzir-em-50-emissao-de-co2/>>. Acesso em: 16 set. 2020.
- (60) LITJENS, P. For Cyclists and health and accessible city. **Long-term bicycle Plan 2017-2022**. City of Amsterdam. Amsterdam. 2017.
- (54) LOBO, R. **Copenhague terá sinalização em LED para ciclistas nas paradas de ônibus**, 2014. Disponível em: <<https://viatrolebus.com.br/2014/10/copenhague-tera-sinalizacao-em-led-para-ciclistas-nas-paradas-de-onibus/>>. Acesso em: 4 set. 2020.
- (101) MAGLIO, L. M. **Transporte urbano de baixo carbono na cidade de São Paulo**: análise das políticas públicas locais. Universidade Nove de Julho. São Paulo. 2019.
- (96) MANTHEY, N. **Oslo**: charging electric cars no longer free of charge. Disponível em: <<https://www.electrive.com/2019/03/03/oslo-charging-electric-cars-no-longer-free-of-charge/>>. Acesso em: 17 ago. 2020.
- (123) MONTERO, S. **Leveraging Bogotá**: sustainable development, global philanthropy and the rise of urban solutionism. *Urban Stud*, v. 57, p. 2263–2281, 2018. ISSN doi:10.1177/0042098018798555.
- (116) MOSCOSO, M. *et al.*, **Sustainable Urban Transport in Latin America**: assessment and recommendations for mobility policies. Bogotá, Colombia. 2019.
- (87) NOW, D. **Drive Now & Copenhagen**. Disponível em: <<https://www.drive-now.com/dk/en/special/4-aar-i-hovedstaden>>. Acesso em: 17 ago. 2020.
- (51) NRDC. **Ten key principles of low carbon urbanization**. Supporting China's new type of urbanization. China. 2015.
- (114) NUGMANOVA, A. *et al.*, **Effectiveness of ring roads in reducing traffic congestion in cities for long run**: big almaty ring road case study. *Sustain.*, v. 11, 2019. ISSN doi:10.3390/su11184973.
- (28) OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Emissões do Brasil sobem 9% em 2016**. Centro Clima, 2020. Disponível em: <<http://www.observatoriodoclima.eco.br/emissoes-brasil-sobem-9-em-2016/>>. Acesso em: 17 ago. 2020.
- (69) OSLO, C. O. **Climate and Energy Strategy for Oslo**. Oslo. 2016.
- (26) PARDO, C. F. **Shanghai Manual**: a guide for sustainable urban development in the 21st century. Shanghai. 2011.
- (67) PARIS, M. D. **Plan Climat de Paris**: vers ue ville neutre en carbone et 100% énergies renouvelables. Paris. 2018.
- (71) PAULO, C. D. S. **Rodízio Municipal de Veículos**. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/transportes/autorizacoes_especiais/isencao_de_rodizio/index.php?p=3921>. Acesso em: 24 set. 2020.
- (40) PETZHOLD, G.; SIQUEIRA, E. H. **Estratégias de mobilidade urbana para organizações**. [S.l.]. 2017.
- (75) PIETRZAK, K. **Environmental Effects of Electromobility in a Sustainable Urban Public Transport**. [S.l.]. 2020.
- (100) QUAK, H.; NESTEROVA, N.; VAN ROOIJEN, T. **Possibilities and Barriers for Using Electric-powered Vehicles in City Logistics Practice**. *Transp. Res. Procedia*, v. 12, p. 157–169, 2016. ISSN doi:10.1016/j.trpro.2016.02.055.
- (104) REIS, S. **São Paulo terá rede de recarga ultrarrápida para carros elétricos**. Disponível em: <<https://www.automotivebusiness.com.br/inovacao/519/sao-paulo-tera-rede-de-recarga-ultrarrapida-para-carros-eletricos->>. Acesso em: 17 set. 2020.

- (43) RIVAS, M. E.; SUÁREZ-ALEMÁN, A.; SEREBRISKY, T. **Urban Transport Policies in Latin America and the Caribbean**. BID. [S.l.]. 2019.
- (34) ROSSI, A.; BUONO, R. **O Brasil sem home office**. Disponível em: <<https://piaui.folha.uol.com.br/o-brasil-sem-home-office/>>. Acesso em: 24 set. 2020.
- (64) SAMPA, M. **Bicicletário do Terminal Parque Dom Pedro II terá controle de acesso a partir de segunda-feira, dia 26**. Disponível em: <<https://mobilidadesampa.com.br/2019/08/bicicletario-do-terminal-parque-dom-pedro-ii-tera-controle-de-acesso-a-partir->>. Acesso em: 23 out. 2020.
- (38) SANDAG; COMMUTE. **Telework Demonstration Project**: pilot overview report final. [S.l.]. 2016.
- (149) SAN FRANCISCO MUNICIPAL TRANSPORTATION AGENCY. **Transit-First Policy**. Disponível em: <<https://www.sfcta.org/policies/transit-first-policy>>. Acesso em: 28 ago. 2020.
- (76) SCLAR, R. *et al.*, **Barriers to Adopting Electric Buses**. [S.l.]. 2019.
- (74) SEARLE, S. **Will someone please tell me if biofuels are good or bad for the environment?** The International Council on Clean Transportation – ICCT, 2019. Disponível em: <<https://theicct.org/blog/staff/will-someone-please-tell-me-if-biofuels-are-good-or-bad-environment>>. Acesso em: 07 set. 2020.
- (84) SFMTA. **San Francisco Commits to All-Electric Bus Fleet by 2035**. San Francisco. 2018.
- (125) SHARKEY, L. B. S. **TransMilenio System**: a painful route to the future. Disponível em: <<https://thebogatapost.com/bogotas-transmilenio-system-a-painful-route-to-the-future/1177/>>. Acesso em: 24 set. 2020.
- (82) SLOWIK, P. *et al.*, **International Evaluation of Public Policies for Electromobility in Urban Fleets**. [S.l.]. 2018.
- (122) SMARTER. **Together Mobility Point Simmeringer Platz**. [S.l.]. 2020.
- (63) SOUSA, M. D. **SP instala controles em bicicletários de terminais de ônibus**. Disponível em: <<https://www.mobilize.org.br/noticias/11749/sp-instala-controles-em-bicicletarios-de-terminais-de-onibus.html>>. Acesso em: 24 set. 2020.
- (92) STAUFENBERG, J. **Climate change**: Netherlands on brink of banning sale of petrol-fuelled cars. Disponível em: <<https://www.independent.co.uk/environment/climate-change/netherlands-petrol-car-ban-law-bill-be-passed-reduce-climate-change-emissions-a7197136.html>>. Acesso em: 4 set. 2020.
- (119) STEAD, D.; SCHREMMER, C.; SCHMITT, P. **Transit-oriented development and sustainable urban planning**. TUDelft Res. Nord. e ÖIR. [S.l.]. 2016.
- (121) STRATIL-SAUER, G.; FRANZ, G. **Guideline for Mobility Points in Urban Development Areas**. Viena. 2018.
- (99) Sustainable Bus (2018). **Heliox provides 40 charging stations for Oslo electric fleet**. Disponível em: <https://www.sustainable-bus.com/news/heliox-40-charging-stations-oslo-electric-bus/>. Acesso em: 29 mar. 2021.
- (46) SUSTAINABLE URBAN TRANSPORT PROJECT. **Encouraging walking and cycling**. Sustainable Urban Transport Project, 2018. Disponível em: <<https://www.sutp.org/principles/encouraging-walking-and-cycling/>>. Acesso em: set. 2020.
- (32) SUSTAINABLE URBAN TRANSPORT PROJECT. **10 Principles for Sustainable Urban Transport**. [S.l.]. 2013.
- (90) TAXI, S. D. Électrique Parisien – SAS. **La première flotte de taxis hydrogène**. Disponível em: <<https://hype.taxi>>. Acesso em: 18 ago. 2020.

(65) TRÂNSITO IDEAL. **Condutor - Traffic calming**. Disponível em: <<http://www.transitoideal.com.br/pt/artigo/1/condutor/100/traffic-calming>>. Acesso em: 24 set. 2020.

(117) URBANIZATION. **Climate Emergency, Urban Opportunity**. [S.l.]. 2019.

(35) U.S. Department of Energy Office Transportation Energy Futures Series. **Effects of Travel Reduction and Efficient Driving on Transportation**: energy use and greenhouse gas emissions. Washington, D.C. 2013.

(36) VASSALLO, J. M.; BUENO, P. C. **Transport challenges in Latin American cities: lessons learnt from policy experiences**. BID. [S.l.]. 2019.

(79) VERYARD, D.; PERKINS, S. **Integrating Urban Public Transport Systems and Cycling**. Summary and Conclusions of the ITF Roundtable on Integrated and Sustainable Urban Transport 24-25 April 2017. Int. Transp. Forum. Tokyo. 2018.

(118) VIENNA, C. O. **Step 2025 – Urban Development Plan Vienna**. Vienna City Administration. Viena. 2011.

(39) WRI BRASIL. **Home office para frear coronavírus revela oportunidade para cidades quando a crise passar**, 2020. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/2020/03/adocao-do-home-office-para-frear-coronavirus-revela-oportunidade-para-cidades-quando-a-crise-passar>>. Acesso em: 24 set. 2020.

(109) X, E. **Nuevos buses eléctricos**. Disponível em: <<https://www.enelx.com/cl/es/movilidad-electrica/productos/administracion-publica/bus-electrico>>. Acesso em: 22 abr. 2020.

4 Processo de Transição para a Mobilidade Urbana Zero Emissão

(134) AKAGÜNDÜZ-BINDER, B. E. A. **STEP 2025**: urban development plan Vienna. Viena. 2014.

(139) BRASIL, M. **Você já conhece o sistema de transporte coletivo sob demanda?** Disponível em: <<https://www.mobilize.org.br/noticias/12191/voce-ja-conhece-o-sistema-de-transporte-coletivo-sob-demanda.html>>. Acesso em: 7 out. 2020.

(137) CHEN, J. Y.; QIU, J. L. **Digital utility: datafication, regulation, labor, and DiDi's platformization of urban transport in China**. Chinese J. Commun., v. 12, p. 274–289, 2019. ISSN doi:10.1080/17544750.2019.1614964.

(136) CITIES, E. **The path to sustainable urban mobility**, 2019.

(143) CODATU. **Urban Mobility**: a source of solutions against climate change. [S.l.]. 2015.

(140) CREUTZIG, F. *et al.*, **Leveraging digitalization for sustainability in urban transport**. Glob. Sustain., v. 2, p. 1–6, 2019. ISSN doi:10.1017/sus.2019.11.

(135) CRUZ, S. S. *et al.*, **Desafios da mobilidade ativa na perspectiva dos serviços públicos: experiências na cidade de São Paulo**. Rev. Bras. Gestão Urbana, v. 11, n. 1, p. 1–19. ISSN doi:10.1590/2175-3369.011.e20190026.

(127) D'AGOSTO, M. D. A. **Elaboração de um roadmap abrangendo a cadeia de desenvolvimento e implantação da eletromobilidade no Brasil**. BID. IBTS. Brasil. 2020.

(16) D'AGOSTO, M. D. A. *et al.*, **Eficiência Energética na Mobilidade Urbana**. GIZ. Brasil. 2018.

(146) EICHHORST, U.; BONGARDT, D. **Monitoring and reporting approach for GHG emissions**. GIZ. [S.l.]. 2017.

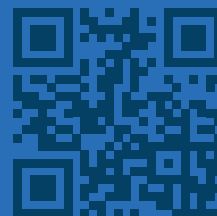
(132) EVERS, H. *et al.*, **Dots nos Planos Diretores: guia para inclusão do desenvolvimento orientado ao transporte sustentável no planejamento urbano**. [S.l.]. 2018.

- (138) EWERT, A.; TOPRAK, L. **Mobility as a Service**. [S.l.]. 2018.
- (145) FÜSSLER, J. *et al.*, **Reference Document on Measurement, Reporting and Verification in the Transport Sector**. [S.l.]. 2016.
- (52) HALL, D.; MOULTAK, M.; LUTSEY, N. **Electric vehicle capitals of the world: demonstrating the path to electric drive**. [S.l.]. 2017.
- (141) LIYANAGE, S. *et al.*, **Flexible Mobility On-Demand: an environmental scan**. [S.l.]. 2019. doi:10.3390/su11051262.
- (130) MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **PlanMob**: caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana. Ministério das Cidades. Disponível em: <<http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/planmob.pdf>>. Acesso em: set. 2020.
- (128) RUPPRECHT CONSULT. **Forschung & Beratung GmbH Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility**. 2nd ed. European Platform on Sustainable Urban Mobility. European. 2019.
- (131) RUPPRECHT CONSULT. **Sustainable Urban Mobility Plans: planning for people**. [S.l.]. 2014.
- (144) SINGH, N.; FINNEGAN, J.; LEVIN, K. **MRV 101: understanding measurement, reporting, and verification of climate change mitigation**. Washington, D.C. 2016.
- (142) STAD, M. **Sustainable Urban Mobility Plan: creating a more accessible Malmö**. Malmö, Suécia. 2016.
- (133) VALENTIM, M. L. P. **Métodos qualitativos de pesquisa em ciências da informação**. São Paulo: Editora Polis, 2005.
- (129) WRI. **Sete Passos: como construir um plano de mobilidade urbana**, 2017. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/sites/default/files/Sete%20Passos%20-%20Como%20construir%20um%20Plano%20de%20Mobilidade%20Urbana_jan18.pdf>. Acesso em: 07 set. 2020.



1. Transição para uma Mobilidade Urbana Zero Emissão
2. Mobilidade a Pé
3. Mobilidade por Bicicleta
4. Qualificação do Sistema de Transporte Público Coletivo por Ônibus
5. Gestão da Demanda de Mobilidade
6. Gestão da Informação

Use seu celular para
escanear o QRcode
e fazer o download
do caderno.



Implementação:



Realização:



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL

