



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS**

JAQUELINE NICHI

**GOVERNANÇA CLIMÁTICA: UMA ABORDAGEM MULTINÍVEL
PARA A MOBILIDADE INTELIGENTE E DE BAIXO CARBONO**

**CAMPINAS
2023**

JAQUELINE NICHI

**GOVERNANÇA CLIMÁTICA: UMA ABORDAGEM MULTINÍVEL
PARA A MOBILIDADE INTELIGENTE E DE BAIXO CARBONO**

Tese apresentada ao Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutora em Ambiente e Sociedade, na área de Aspectos Sociais de Sustentabilidade e Conservação.

Orientador: Dr. Jurandir Zullo Junior
Coorientadora: Dra. Leila da Costa Ferreira

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA TESE
DEFENDIDA PELA ALUNA
JAQUELINE NICHI E ORIENTADA
PELO PROF. DR. JURANDIR ZULLO
JUNIOR.

**CAMPINAS
2023**

N514g Nichi, Jaqueline, 1978-
Governança climática : uma abordagem multinível para a mobilidade inteligente e de baixo carbono / Jaqueline Nichi. – Campinas, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: Jurandir Zullo Junior.

Coorientador: Leila da Costa Ferreira.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

1. Mobilidade. 2. Cidades inteligentes. 3. Mudanças climáticas. 4. Governança pública. 5. Transporte sustentável. I. Zullo Junior, Jurandir, 1963-. II. Ferreira, Leila da Costa, 1958-. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. IV. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Climate governance: a multi-level approach to a smart and low carbon mobility

Palavras-chave em inglês:

Mobility

Smart cities

Climatic changes

Public governance

Sustainable transportation

Área de concentração: Aspectos Sociais de Sustentabilidade e Conservação

Titulação: Doutora em Ambiente e Sociedade

Banca examinadora:

Jurandir Zullo Junior [Orientador]

Gabriela Marques Di Giulio

Fabiana Barbi Seleguim

Priscila Pereira Coltri Mariana

Delgado Barbieri

Data de defesa: 16-10-2023

Programa de Pós-Graduação: Ambiente e Sociedade

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0001-7553-5008>

- Currículo Lattes do autor: <https://lattes.cnpq.br/2415471402616762>

-



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, composta pelos(as) Professores(as) Doutores(as) a seguir descritos, em sessão pública realizada em 16 de outubro de 2023, considerou a candidata Jaqueline Nichi aprovada.

Prof. Dr. Jurandir Zullo Junior

Profa. Dra. Gabriela Marques Di Giulio

Profa. Dra. Fabiana Barbi Seleguim

Profa. Dra. Priscila Pereira Coltri

Profa. Dra. Mariana Delgado Barbieri

A Ata de Defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertações/Teses e na Coordenadoria do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas

Dedico esta tese a todos os pesquisadores, pesquisadoras, professores e professoras que resistem em tempos de exceção em nome da Ciência e da verdade.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, Jurandir e Leila, pelos anos de estímulos e aprendizados.

Aos meus pais, Oscar e Maria, por sempre acreditarem em mim.

Ao meu companheiro, Daniel, pelo apoio e presença durante esta trajetória.

Aos meus filhos, Davi e Gabriel, pelos momentos de lazer cedidos a este trabalho.

Aos meus colegas de doutorado Roberto, Neto, Francisco, Carol e Renan, pelo companheirismo e pelas provocações.

Aos colegas do Nepam, pelos cafés e diálogos inspiradores.

À equipe do Nepam/IFCH, pela dedicação e profissionalismo.

À Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e ao Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH), pelas condições oferecidas e pelo ambiente humanista e colaborativo.

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Desejo dizer uma palavra em nome da natureza, em nome da liberdade absoluta, em nome da amplidão, que contrastam com a liberdade e a cultura das cidades – no sentido de considerar o homem como um habitante da natureza, ou parte e parcela dela, e não como um elemento da sociedade.

Quando andamos, naturalmente vamos aos campos e às florestas. Que seria de nós se só andássemos no jardim ou nas avenidas? Até algumas seitas de filósofos sentiram a necessidade de fazer vir a si as florestas, já que a elas não podiam ir. Sem dúvida, de nada vale dirigir para as florestas nossos passos se eles não nos levam até lá. Fico alarmado quando me acontece caminhar uma milha nas matas, apenas corporeamente, sem lá estar em espírito. No meu passeio vespertino, gosto de olvidar inteiramente as ocupações da manhã e minhas obrigações sociais. Mas às vezes acontece que não posso me livrar facilmente da cidade. A cabeça me povoa de pensamentos referentes a algum negócio e o espírito está, assim, ausente de onde se encontra o corpo. Tenho longe o sentido. Gosto de, nos meus passeios, ter comigo o sentido.

Andar a Pé
Henry David Thoreau

“Stop.
A vida parou
ou foi o automóvel?”

Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

As cidades representam espaços estruturais quando o assunto são mudanças climáticas, por concentrarem a maioria dos 8 bilhões de pessoas que habitam o planeta Terra, a maior parte do consumo de energia, e das emissões de gases de efeito estufa. Dentre os vários desafios, um dos principais é o da mobilidade urbana. A formulação de políticas públicas nesse setor implica uma agenda governamental e de inovações que gerem soluções inteligentes baseadas em tecnologia. Mas até onde essas inovações contribuem, de fato, para soluções de mobilidade de baixo carbono? O objetivo principal desta pesquisa é tentar superar as limitações do modelo vigente de governança climática pública ao integrar meio ambiente, tecnologia e sociedade. Ela visa compreender as redes e os arranjos institucionais na tomada de decisão em cidades inteligentes (*smart cities*). Para investigar essa correlação com políticas públicas do setor, esta pesquisa se apoia no estudo de caso da cidade de São Paulo, com foco no transporte rodoviário de passageiros, a partir de três eixos teóricos: i) governança climática de multiatores e multinível, ii) transição sociotécnica sustentável e iii) comunidades epistêmicas em políticas públicas. Isto tudo a fim de apreender: a) Qual é o papel das tecnologias de mobilidade na agenda climática de mitigação e adaptação na cidade de São Paulo? e b) Quais atores estruturam a política de mobilidade sustentável no município e como se articulam com a agenda climática? A partir de uma abordagem interdisciplinar, foram realizadas 22 entrevistas semiestruturadas com gestores públicos, privados e de instituições da sociedade civil relevantes para essa problemática. A interpretação dos dados foi feita por meio do método de Análise de Conteúdo (AC) e triangulação dos dados por meio do *software* QSR NVivo. Os resultados revelam três caminhos para integrar uma boa governança multinível a políticas públicas climáticas que demandam o uso intensivo de tecnologia, como o setor de mobilidade: 1. A descarbonização do setor de transportes requer uma concertação entre níveis e atores – incluindo técnicos especializados, que ganham mais relevância na governança de cidades inteligentes –, desde o planejamento, passando por transferência de tecnologia entre modais e investimentos em eficiência energética para cumprir as metas climáticas do Acordo de Paris; 2. A participação social e o consenso entre os atores podem influenciar positivamente a agenda pública desde que o interesse da maioria esteja em consonância com as demandas da sociedade; e 3. Soluções isoladas tendem a gerar oposição com a maior participação social, exigindo políticas integradas e de longo prazo que não sejam interrompidas a cada troca de gestão governamental. Com a caracterização desses novos arranjos sociais e políticos em cidades inteligentes, é possível abarcar estratégias mais efetivas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas em nível local com a proposição de modelo de governança baseado nos resultados aferidos.

Palavras-chave: mobilidade inteligente, mudanças climáticas, governança multinível, transição sociotécnica.

ABSTRACT

Cities represent structural spaces when it comes to climate change since they concentrate most of the world's population, energy consumption, and greenhouse gas emissions. Among the various challenges, one of the main ones is urban mobility. The formulation of public policies in this sector implies a governmental and innovation agenda that generates intelligent solutions based on technology. But how far do these innovations actually contribute to low-carbon mobility solutions? The main objective of this research is to try to overcome the limitations of the current model of public by integrating the environment, technology, and society. It aims to understand the networks and institutional arrangements in smart cities. To investigate this correlation with public policies in the sector, this research is based on the case study of the city of São Paulo, with a focus on road passenger transport, from three theoretical axes: i) multi-actor and multilevel climate governance, ii) sustainable sociotechnical transition, and iii) epistemic communities in public policies. All this to understand: a) what is the role of mobility technologies in the mitigation and adaptation agenda in the city of São Paulo? And b) which are the actors that structure the sustainable mobility policy in the municipality, and how do they articulate with the climate agenda? Based on an interdisciplinary approach, 22 semi-structured interviews were conducted with public and private managers, and with civil society organizations relevant to this issue. The data was interpreted through Content Analysis (CA) method and data triangulation using the QSR NVivo software. The results reveal three paths to integrate good multilevel governance into climate public policies that demand the intensive use of technology, as in the case of the mobility sector: 1. Decarbonization of the transport sector requires concerted action among levels and actors – including technical experts, who gain more relevance in smart city governance – from planning; through technology transfer between modes, and investments in energy efficiency to meet the climate goals of the Paris Agreement; 2. Social participation and consensus among actors can positively influence the public agenda as long as the interest of the majority is in line with demands of society; and 3. Isolated solutions tend to generate opposition with the greater social participation, requiring integrated and long-term policies that are not interrupted at each change of governmental management. With the characterization of these new social and political arrangements in smart cities, it is possible to encompass more effective climate change mitigation and adaptation strategies at the local level with the proposition of a governance model based on the results.

Keywords: Smart mobility, climate change, multilevel governance, sustainable sociotechnical transition.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABVE – Associação Brasileira do Veículo Elétrico
AEA – Associação Brasileira de Engenharia Automotiva
ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil
ANEA – Aliança Nacional dos Entregadores de Aplicativos
ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRT – *Bus Rapid Transit*
C40 – Cities Climate Leadership Group
CAN – The Climate Action Network
CET – Companhia de Engenharia de Tráfego
CETESB – Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental
CIGA – Comitê Intersecretarial de Governo Aberto
CMSP – Câmara Municipal de São Paulo
CMTT – Conselho Municipal de Trânsito e Transporte
CMUV – Comitê Municipal de Uso do Viário
CNT – Conselho Nacional do Transporte
CO₂e – Dióxido de carbono equivalente
COEP – Comitê de Ética em Pesquisa
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONIT – Conselho Nacional de Integração de Política de Transporte
CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito
COP – Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas
CPTM – Companhia Paulista de Trens Urbanos
CQNUMC – Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas
CTB – Código de Trânsito Brasileiro
DEMOB – Departamento de Projetos de Mobilidade e Serviços Urbanos
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DTC – Divisão de Transporte de Cargas
DTD – Divisão de Cadastro e Controle do Transporte Diferenciado
DTEG – Divisão de Transporte Escolar Gratuito
DTP – Departamento de Transportes Públicos
DIF – Divisão de Inspeção e Fiscalização
DSUP – Divisão de Suporte à Fiscalização do Trânsito
DSV – Departamento de Operação do Sistema Viário
EMTU – Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
EPL – Empresa de Planejamento e Logística (EPL)
GEE – Gases de efeito estufa
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICLEI – International Council for Local Environmental Initiatives
IEA – International Energy Agency
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change
IPVA – Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores
LGPD – Lei de Proteção de Dados
MaaS – Mobility as a Service
MCom – Ministério das Comunicações

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional
MI – Ministério da Infraestrutura
MME – Ministério de Minas e Energia
MP – Medida Provisória
MtCO_{2e} – Toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente
NDC – Contribuições Nacionalmente Determinadas
OC – Observatório do Clima
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OECD – Organization for Economic Cooperation and Development
ONG – Organização não governamental
ONU – Organização das Nações Unidas
OTTC – Operadora de Tecnologia de Transporte Credenciada
PAC – Plano Anual de Contratações
PCPV – Plano de Controle de Poluição Veicular
PDDT – Plano Diretor de Desenvolvimento dos Transportes
PIB – Produto Interno Bruto
PL – Projeto de Lei
PMMC – Política Municipal de Mudanças Climáticas
PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo
PNMC – Política Nacional sobre Mudanças do Clima
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PP – Política Pública
PRODAM – Empresa de Tecnologia da Informação e Comunicação do Município de São Paulo
RMSP – Região Metropolitana de São Paulo
SAE BRASIL – Sociedade de Engenharia Automotiva
SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa
SETRAM – Secretaria Executiva de Transporte e Mobilidade Urbana
SINDIPECAS – Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores
SMMT – Secretaria Municipal de Mobilidade e Trânsito
SPAM – Sistema de Planejamento e Administração Metropolitano
SPTrans – Secretaria Municipal de Transportes Metropolitanos
SPUrbanuss – Sindicato das Empresas de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros de São Paulo
SRTT – Special Report on Technology Transfer
STF – Supremo Tribunal Federal
STRN – Sustainability Transitions Research Network
SVMA – Secretaria do Verde e do Meio Ambiente da Cidade de São Paulo
TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação
UCCRN – Urban Climate Change Research Network
ULL – Urban Living Labs
UN-Habitat – Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos
UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar
UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change
WGSUT – Working Group on Sustainable Urban Transport
WMCCC – World Mayors Council on Climate Change
WRI – World Resources Institute

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Emissões de gases de efeito estufa do Brasil de 1990 a 2020 (GtCO ₂ e).....	17
Figura 2. Esquema de um sistema integrado de clima, ecossistemas e sociedade para garantir a transição do risco climático para um desenvolvimento resiliente ao clima.....	21
Figura 3. Emissões de gases de efeito estufa no setor de energia (1970-2020).....	23
Figura 4. Rede viária da cidade de São Paulo.....	28
Figura 5. Trânsito na Marginal do Rio Pinheiros.....	31
Figura 6. Características de uma cidade inteligente.....	35
Figura 7. Emissões brasileiras por setor antes e depois da PNMC.....	48
Figura 8. Consumo de combustíveis na atividade de transporte.....	34
Figura 9. Emissões de gases de efeito estufa do Brasil de 1990 a 2021 (GtCO ₂ e).....	49
Figura 10. Perspectiva multinível adaptada ao sistema de mobilidade de passageiros.....	62
Figura 11. Grupos sociais que compõem um sistema sociotécnico multinível.....	63
Figura 12. Série histórica de aumento da frota de automóveis no Brasil (2008-2018).....	65
Figura 13. Mapa sociotécnico do sistema de mobilidade de São Paulo.....	66
Figura 14. Divisão dos lotes de concessionárias de coletivos por área e distrito.....	69
Figura 15. Bicicletas compartilhadas do programa Bike Itaú no <i>campus</i> da Universidade de São Paulo.....	71
Figura 16. Trânsito no Elevado Presidente João Goulart, no centro de São Paulo.....	74
Figura 17. Emissões de gases de efeito estufa no setor de energia (1970-2020).....	113
Figura 18. Linha do tempo de marcos regulatórios climáticos com impacto em mobilidade na cidade de São Paulo.....	115
Figura 19. Participação dos setores nas emissões de GEE acumuladas 2010-2018.....	116
Figura 20. Comparativo de extensão e população da rede metroviária em países em desenvolvimento.....	118
Figura 21. Mapa rodoviário do município de São Paulo nos 32 distritos sob gestão da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET).....	134
Figura 22. <i>Framework</i> “evitar-mudar-melhorar” da Declaração de Bogotá.....	135
Figura 23. Os quatro caminhos de atuação para avançar na agenda da mobilidade inteligente e de baixo carbono.....	140
Figura 24. Proposta de modelo de governança multinível para a mobilidade inteligente e de baixo carbono.....	162

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Medidas para mobilidade urbana sustentável e cobenefícios.....	21
Quadro 2. Resumo da estrutura geral da pesquisa.....	46
Quadro 3. Impactos potenciais do clima sobre a infraestrutura e mobilidade urbana.....	53
Quadro 4. As seis dimensões que caracterizam uma cidade inteligente.....	55
Quadro 5. Levantamento de atores e organizações por modal complementar à figura 13.....	66
Quadro 6. Medidas de adaptação e mitigação no setor de transporte urbano de passageiros e diretrizes da Política Setorial de Transportes.....	76
Quadro 7. Inovações em mobilidade.....	78
Quadro 8. Responsabilidades entre os diferentes níveis de governo e aspectos internacionais e transnacionais da administração pública do transporte.....	94
Quadro 9. Instrumentos políticos que convergem ação climática e mobilidade no município de São Paulo.....	111
Quadro 10. Oportunidades e limites das políticas de mobilidade sustentável no município de São Paulo com base nos instrumentos regulatórios analisados na pesquisa.....	126
Quadro 11. Termos da pesquisa associados às diretrizes da OCDE para uma boa governança e características de cidades inteligentes.....	140

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
1.1. O clima urbano e o desafio da mobilidade nas cidades.....	20
1.2. Mobilidade e transporte: dois significados e uma agenda comum.....	22
1.3. O papel da governança nas medidas de mitigação e adaptação climáticas.....	24
1.4. São Paulo: lições de uma cidade congestionada.....	28
1.5. Mas, afinal, o que define uma mobilidade inteligente?.....	32
2. OBJETIVOS.....	39
3. JUSTIFICATIVA.....	39
4. MÉTODOS DE PESQUISA.....	41
5. ESTRUTURA DA TESE.....	44
ARTIGO 1 – Medidas para descarbonizar o transporte e destravar a mobilidade inteligente.....	47
1. Introdução.....	47
1.1. Estratégias de adaptação e mitigação no transporte.....	52
1.2. Cidade e mobilidade inteligentes.....	54
1.3. Tecnologias de descarbonização no transporte.....	57
1.3.1. Compartilhamento de viagens.....	57
1.3.2. Veículos elétricos e autônomos.....	58
1.3.3. Energia renovável.....	59
1.4. Transição para uma mobilidade inteligente e sustentável em sistemas sociotécnicos.....	60
2. Métodos de pesquisa.....	64
3. Resultados e discussão.....	64
Estudo de caso: os desafios da mobilidade urbana em São Paulo.....	64
3.1. Atores e instituições.....	65
3.1.1. Empresas.....	67
3.1.2. Sociedade civil.....	71
3.1.3. Governo.....	75
4. Considerações finais.....	80
ARTIGO 2 – O papel da governança climática multinível na mobilidade inteligente e sustentável.....	82
1. Introdução.....	82
1.1. A relevância dos governos locais na governança climática.....	85
1.2. O papel da governança multinível das mudanças climáticas.....	87
1.3. A perspectiva multinível em regimes sociotécnicos.....	89

1.4. <i>Smart Governance</i> ou como governar cidades inteligentes.....	90
1.5. Novos atores: a influência de comunidades epistêmicas na agenda pública.....	91
2. Métodos de pesquisa.....	93
3. Resultados e discussão.....	93
3.1. Estrutura institucional para definição de políticas de mobilidade.....	94
3.2. Processos públicos participativos.....	97
3.3. Atores: diversidade <i>versus</i> corporativismo.....	100
4. Considerações finais.....	106
ARTIGO 3 – Avanços e limites das políticas de mobilidade de baixo carbono na cidade de São Paulo.....	109
1. Introdução.....	109
2. Métodos de pesquisa	114
3. Resultados e discussão	114
3.1. Políticas com impacto no transporte urbano de baixo carbono.....	117
3.1.1. Política Municipal de Mudança do Clima (PMMC).....	120
3.1.2. Plano Diretor Estratégico (PDE).....	121
3.1.3. Plano de Mobilidade Urbana do Município de São Paulo (PlanMob SP).....	124
3.1.4. Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (PlanClima SP).....	125
4. Considerações finais.....	128
ARTIGO 4. Proposta de modelo de governança multinível para avançar na agenda climática de cidades inteligentes.....	131
1. Introdução.....	131
1.1. O futuro da mobilidade como serviço e orientado ao transporte sustentável.....	136
1.2. Governança multinível para uma mobilidade inteligente e sustentável.....	137
2. Métodos de pesquisa.....	138
3. Resultados e discussão.....	139
3.1. Planejamento integrado.....	141
3.1.2. Baseado em dados e evidências.....	143
3.1.3. Planos de longo prazo.....	145
3.2. Coprodução de conhecimentos.....	147
3.2.1. Processos participativos.....	148
3.2.2. Inserção de novas comunidades epistêmicas.....	150

3.2.3. Inclusão e diversidade.....	150
3.3. Experimentos em governança.....	152
3.3.1. Reduzir o corporativismo.....	152
3.3.2. Laboratórios para testar novas tecnologias.....	154
3.3.3. Capacitação de gestores para cidades inteligentes.....	156
3.4. Novos meios de financiamento.....	157
3.4.1. Adequar a infraestrutura.....	157
3.4.2. Tributação verde.....	158
3.4.3. Investimento em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.....	160
3.5. Estrutura conceitual de governança multinível para a mobilidade inteligente.....	161
4. Considerações finais.....	163
CONCLUSÃO.....	165
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	175
APÊNDICE A – Questionário de entrevistas.....	194
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	195
APÊNDICE C – Lista de entrevistados.....	196
ANEXO I – Imagens históricas do transporte urbano na cidade de São Paulo.....	197
ANEXO II – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).....	208

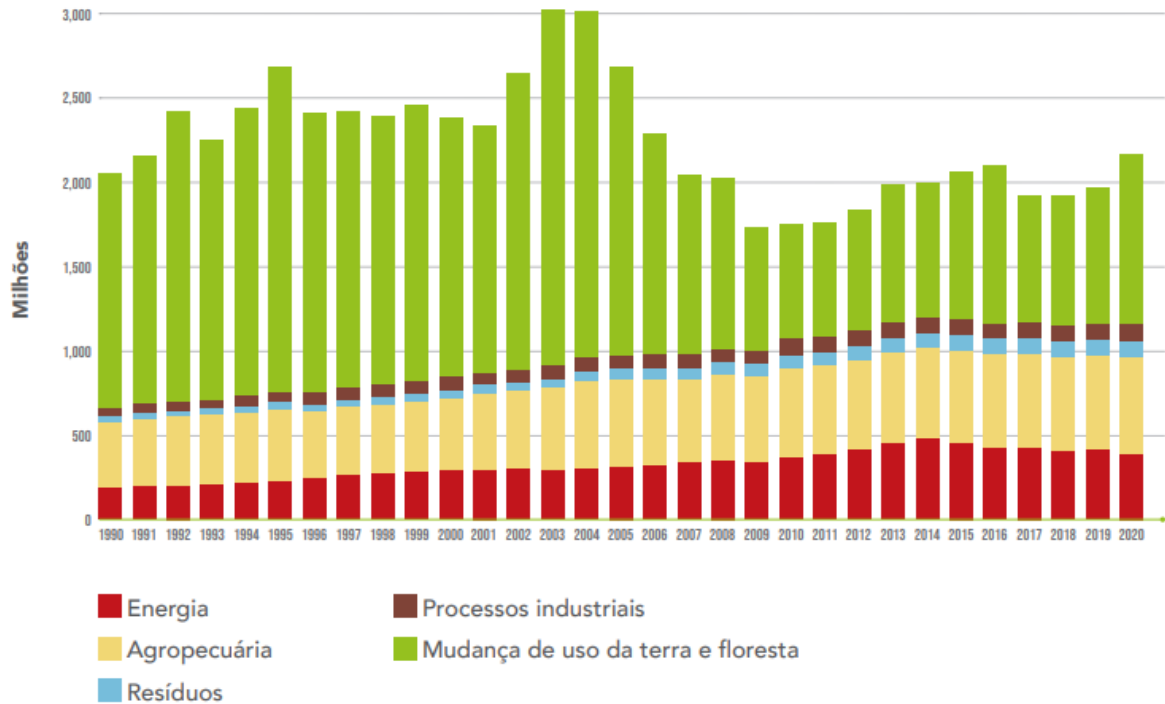
1. INTRODUÇÃO

A movimentação de pessoas e cargas é uma tarefa essencial da atividade econômica e do convívio social nas cidades. Ao mesmo tempo, o setor de mobilidade, com seus diferentes modais, apresenta desafios complexos em termos de impactos ambientais, especialmente relacionados à qualidade do ar e ao consumo de energia, e sociais, como saúde pública, segurança viária, uso do solo e acesso a empregos e serviços. Em relação às mudanças climáticas, a transição para uma mobilidade de baixo carbono é crucial para mitigar e adaptar os impactos do clima e de reduzir o uso intensivo de combustíveis fósseis e emissões de gases de efeito estufa (GEE), como o dióxido de carbono, a fim de que as metas do Acordo de Paris¹ sejam alcançadas.

Ainda muito dependente dos combustíveis fósseis, como diesel (43%) e gasolina (27%), o modal rodoviário é o principal meio de deslocamento urbano no país (EPE, 2020), responsável por 63% das locomoções com mais de 1 milhão de habitantes em 2018 (ANTP, 2020). Em relação à demanda de energia, o transporte é o terceiro setor de maior consumo e o de mais rápido crescimento, respondendo por 28% da demanda, seguido de agricultura, florestas e uso do solo (figura 1). Somente os automóveis são responsáveis por 60% do total do consumo energético, embora representem apenas 25% das viagens (SEEG, 2021; EPE, 2020; ANTP, 2020). Desse total, 94% da energia utilizada nos transportes é proveniente de combustíveis fósseis (SEEG, 2021). No que diz respeito às emissões de CO₂, é o setor que menos avança em mitigação nos países desenvolvidos, ficando atrás de outros setores no uso de energias renováveis (ARIOLI *et al.*, 2020; LAH, 2019; HARVEY, 2013).

Figura 1. Emissões de gases de efeito estufa do Brasil de 1990 a 2020 (GtCO₂e)

¹ O Acordo de Paris é um tratado mundial assinado em 2015 para reduzir o aquecimento global. Acordado internacionalmente na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), foi discutido entre 195 países durante a COP21, em Paris. O compromisso internacional foi aprovado em 12 de dezembro de 2015 e entrou em vigor em 4 de novembro de 2016. Seu objetivo principal é reduzir as emissões de gases de efeito estufa para limitar o aumento médio de temperatura global a 2 °C, quando comparado a níveis pré-industriais, além de estimular o suporte e a cooperação financeira e tecnológica de países desenvolvidos para os mais vulneráveis. Fonte: ONU (2015).



Fonte: SEEG (2021).

Por se tratar de um tema de interesse global com soluções aplicáveis a todos os países, medidas para minimizar os impactos ambientais da mobilidade urbana, como a integração de modais de transporte, eficiência energética e eletrificação veicular, além de um transporte público eficiente, requerem uma agenda pública que implique a seleção, o desenho e a implementação de políticas que conectem diferentes atores e níveis de governo. Para compreender os avanços e desafios dessa agenda, esta tese visa complementar a literatura existente neste campo ao apurar o papel da tecnologia e como ela se conecta com a estrutura de governança climática e arranjos institucionais como impulsionadora de uma mobilidade inteligente e sustentável.

Os resultados revelam uma nova perspectiva sobre a governança climática na sua interseção com tecnologia, políticas públicas, participação social e estrutura institucional. A pesquisa também identificou o potencial para ações de mitigação e adaptação dos impactos das mudanças climáticas em mobilidade urbana numa perspectiva multinível, suplantando uma visão tecnicista limitada à viabilidade técnica e econômica e à tomada de decisão governamental baseada em poder e controle. Por isso, em um setor tão complexo, uma abordagem de governança climática que explore cenários e caminhos possíveis para a descarbonização é basilar.

A principal conclusão deste trabalho é que existe uma conexão direta entre estruturas institucionais e desenho de políticas públicas, mas sua efetividade depende de uma governança climática integrada, multinível, uma visão de longo prazo, e a coprodução de conhecimento para transferir e integrar a tecnologia na governança climática.

Alguns autores já concluíram que o arcabouço político-institucional desempenha um papel relevante na efetividade de medidas de mitigação e adaptação climática, ao orientarem a governança ambiental e a tomada de decisões a partir de parcerias e redes de apoio (BARBIERI; FERREIRA, 2018; DEWULF *et al.*, 2015; DI GIULIO; FERREIRA, 2013; NEWELL *et al.*, 2012). Este trabalho, no entanto, contribui com a área de estudo da governança climática ao identificar os direcionadores de políticas públicas que utilizam a tecnologia na transição para uma economia de baixo carbono a partir do estudo de caso do setor de mobilidade na cidade de São Paulo.

Outros pesquisadores analisaram o potencial da tecnologia para descarbonizar o setor de transportes, com destaque para a bioenergia e a eletrificação (MEZA *et al.*, 2014; ARIOLI *et al.*, 2020). Segundo a Agência Internacional de Energia, seguir esse caminho pode trazer benefícios diretos e indiretos que superam os custos – uma economia entre US\$ 50 e US\$ 100 trilhões em combustível, redução na compra de veículos e nos custos em infraestrutura (IEA, 2012). De uma perspectiva climática, as tecnologias fornecem o maior potencial de mitigação (KHAN RIBEIRO; DE ABREU, 2008), mas uma visão mais integrada que combine o potencial tecnológico para descarbonização e governança climática ainda configura um vácuo na literatura científica.

As interdependências das políticas locais e nacionais requerem uma coordenação entre os diferentes níveis de governo e consenso entre os públicos de interesse para garantir adesão pública, já que requerem investimentos que tragam retorno em médio e longo prazos (IPCC, 2014). As 22 entrevistas realizadas com gestores públicos e privados mostram que as principais barreiras para a adoção de medidas de mobilidade sustentável em cidades inteligentes são: a) falta de investimento em infraestrutura, b) desinteresse político, c) falta de conhecimento dos gestores públicos sobre tecnologias adequadas, d) baixo nível de participação social, e) baixo nível de transparência (gerando assimetrias de poder nas tomadas de decisão).

Esta pesquisa partiu da hipótese de que a inovação e a tecnologia para mitigar e adaptar os impactos do clima ainda não são suficientes para tornar a mobilidade mais sustentável. Nota-se que os diferentes níveis de governo ainda respondem à emergência

climática com altos investimentos em infraestrutura e projetos de longo prazo, geralmente em caráter remediador após desastres ambientais, como os causados por secas e enchentes.

Assim, uma abordagem de política integrada capaz de gerar consenso entre as partes interessadas e suas respectivas demandas pode ajudar a superar barreiras de implementação, minimizar efeitos-rebote e motivar pessoas, empresas e comunidades (VON STECHOW *et al.*, 2015). Esse tipo de abordagem política integrada é especialmente relevante porque as medidas atuais de redução de GEE sozinhas podem contribuir positivamente, mas não conseguirão alcançar os níveis de redução necessários para cumprir com o compromisso brasileiro no Acordo de Paris (*Nationally Determined Contribution* – NDC²) e atualizado em 2022 (redução de até 37% nas emissões de GEE em relação aos níveis de 2005 até 2025 e 43% até 2030).

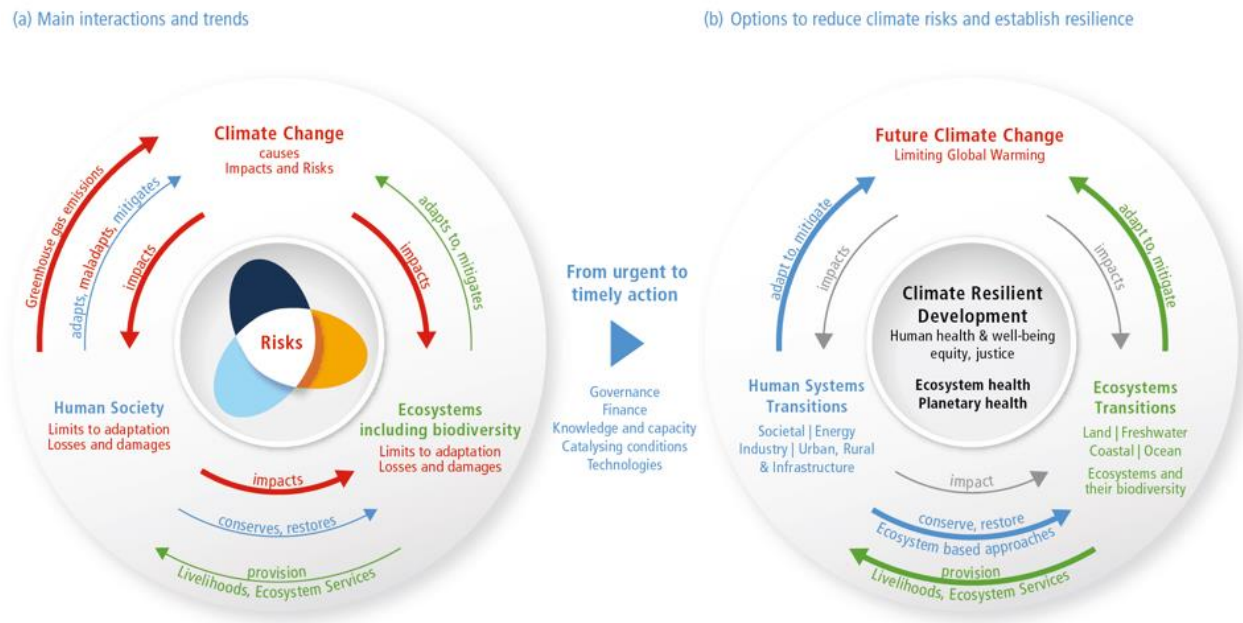
1.1. O clima urbano e o desafio da mobilidade nas cidades

As mudanças climáticas afetam as cidades em dois aspectos que se destacam: a alta crescente de emissões de GEE, em razão da elevada densidade populacional, e a maior sinergia entre a política climática e o desenvolvimento sustentável, que estimula inovações sociotécnicas para responder mais rapidamente às variações e impactos no clima urbano. Seja pela tecnologia, ou pelo investimento em energias alternativas, a melhoria da infraestrutura do transporte público é crucial.

Em 2022, o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas enfatizou a preocupação dos cientistas com as emissões geradas nas cidades, em especial com os gases oriundos dos escapamentos de veículos motorizados, assentamentos informais, acesso limitado a serviços básicos e governança fraca (IPCC, 2022). O relatório destaca ainda que, embora a intensidade das emissões de carbono do setor industrial e da queima de combustíveis fósseis (total de CO₂ por unidade de energia produzida) tenha caído 0,3% ao ano na última década, essa queda precisaria ser de 7,7% ao ano para que a meta de 1,5°C de temperatura seja alcançada. Em consonância com o tema desta pesquisa, governança e tecnologia passaram a ser catalisadores da transição de um cenário de riscos climáticos para cidades a um mais resiliente, como indica a figura 2.

² O Brasil definiu que as NDCs – compromissos voluntários de cada país signatário do Acordo de Paris – serão definidas com base no mais recente Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa com metas progressivas e mais ambiciosas, indicando valores absolutos para as reduções de emissões por meio de planos setoriais de mitigação e adaptação. Fonte: Agência Senado. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/noticias>. Acesso em 13 de março de 2022.

Figura 2. Esquema de um sistema integrado de clima, ecossistemas e sociedade para garantir a transição do risco climático para um desenvolvimento resiliente ao clima



Fonte: IPCC (2022).

O relatório do IPCC AR6 mostra que o transporte urbano de passageiros desempenha um papel importante na descarbonização do setor (quadro 1). Os espaços urbanos podem se aproximar da emissão líquida zero por meio de mudanças no consumo energético e de material, eletrificação do transporte e sequestro de carbono no meio ambiente urbano. Sem medidas de mitigação, as urbes passarão de 29 para 40 bilhões de toneladas de CO₂ e metano emitidos até 2050, não atingindo a meta estabelecida. É válido ressaltar que eventos climáticos extremos, como enchentes, alagamentos e deslizamentos, também afetam a locomoção da população e diferentes atividades econômicas (PBMC, 2013; SANTOS, 2014).

Quadro 1. Medidas para mobilidade urbana sustentável e cobenefícios

Medidas de mobilidade de baixo carbono	Potencial de redução de emissões	Benefícios	Atores que influenciam a tomada de decisão em PPs
Mobilidade ativa (caminhadas, bicicleta, patinetes); cidades	Redução de até 30% no consumo de energia.	Redução de mortes no trânsito e doenças ocasionadas pela má	Prefeitura, Secretarias: Transporte, Planejamento Urbano.

compactas e gestão inteligente do uso do solo.		qualidade do ar. Redução do tempo de viagem e maior acesso a serviços e empregos.	
Energias alternativas e sustentáveis (hidrogênio, bioenergia, entre outras).	Ganho em eficiência energética e redução do consumo de energia.	Diversificação de combustíveis de origem não fóssil contribui para a saúde física/planetária.	Ministérios: Transporte e Finanças.
Integração multimodal.	Melhoria no acesso a empregos e serviços e redução de tráfego.	Equidade no acesso a empregos e serviços e melhor qualidade de vida.	Secretaria de Transporte e Finanças e parcerias com a iniciativa privada.

Fonte: Adaptado de IPCC (2014).

Com base no problema da fraca integração de tecnologias de mobilidade inteligentes e de baixo carbono no setor de transportes, esta tese respondeu a duas perguntas de pesquisa:

- a) Qual é o papel das tecnologias de mobilidade na agenda climática de mitigação e adaptação na cidade de São Paulo?
- b) Quais atores estruturam uma governança de mobilidade inteligente e de baixo carbono e como se articulam com a agenda climática?

1.2. Mobilidade e transporte: dois significados e uma agenda comum

Esta tese enquadra a análise no transporte de pessoas, com ênfase na experiência do usuário, e utiliza a visão sistêmica de mobilidade, sendo por várias vezes confundida como sinônimo de transporte. É importante salientar que mobilidade não se resume a transporte, mas à capacidade de acessar serviços básicos e equipamentos sociais, como escola, trabalho e hospitais, por meio de uma visão sistêmica que inclui diferentes modais (WRI, 2018). Portanto, não foi objetivo desta investigação abranger características de outros tipos de transporte, como o de carga, ou outros modais, como o marítimo e o aéreo.

Historicamente, o termo mobilidade ganhou visibilidade após a instituição da Política Nacional de Mobilidade Urbana³ (PNMU), em janeiro de 2012, e a exigência da

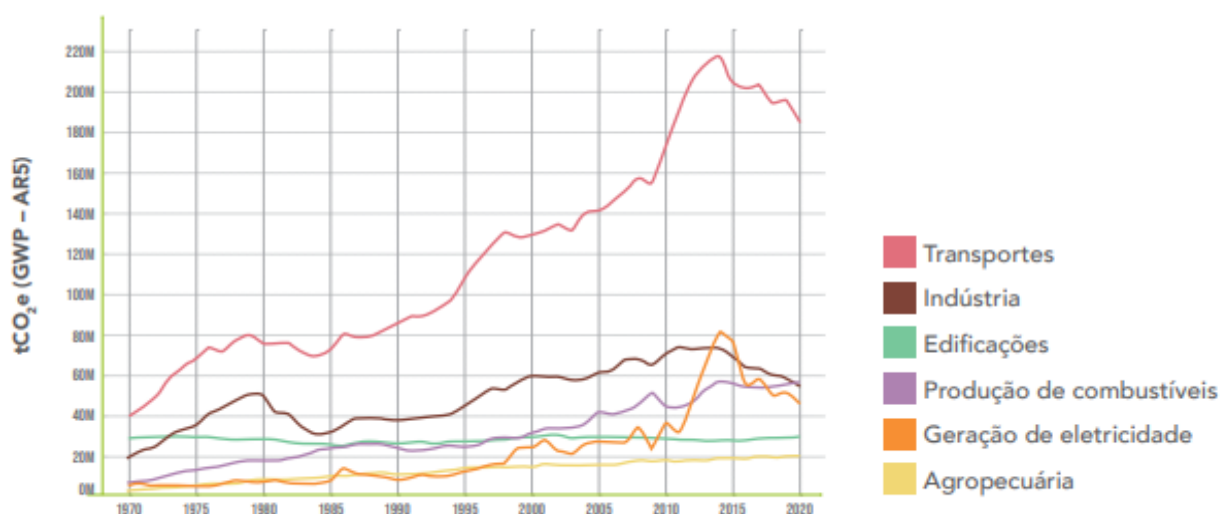
³A criação da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) é resultado de um longo debate no Congresso Nacional sobre os transportes coletivos, iniciado em 1995, no qual diversas ideias foram anexadas ao projeto original, e a proposta passou a abranger aspectos mais gerais da mobilidade urbana. Aprovada em 2012, a Lei de Mobilidade Urbana estabelece princípios, diretrizes e instrumentos para orientar os municípios no planejamento

elaboração de Planos de Mobilidade Urbana nas cidades brasileiras. A Lei de Mobilidade Urbana também configura um importante instrumento de planejamento para apoiar a definição de objetivos, ações e projetos para solucionar problemas e alcançar as metas traçadas em relação ao sistema de mobilidade urbana municipal. Entre os principais objetivos dessa política estão a redução das desigualdades e a promoção da inclusão social, por meio do acesso a serviços básicos e equipamentos sociais, além do desenvolvimento sustentável, a partir da mitigação e adaptação dos impactos socioambientais resultantes dos deslocamentos de pessoas e cargas (CARAGLIU; DEL BO, 2022).

A legislação brasileira busca, da mesma forma, consolidar a coconstrução de iniciativas que aprimorem a gestão democrática da mobilidade urbana. Assim, os cidadãos são incentivados a participar do processo de elaboração do Plano de Mobilidade e podem monitorar, avaliar e fiscalizar sua implementação. Mesmo com sua importância, apenas 5,5% (311) dos municípios brasileiros têm planos de mobilidade urbana, mas, consoante às regras estabelecidas pelo decreto, cerca de 3.342 cidades já deveriam ter esses planos em ação. Esses municípios representam 35% da população nacional, a maioria (245) localizados nas regiões Sul e Sudeste (SEMOB, 2019). Essa baixa adesão inviabiliza investimentos federais nos municípios que não cumprirem a legislação, dificultando a resolução dos crescentes problemas de mobilidade.

Entre as atividades econômicas, o transporte e a produção de combustíveis são as que mais geram emissões em comparação com o consumo industrial, a eletricidade e as edificações (figura 3). Destaca-se a redução de emissões na atividade de transporte no ano de 2020 devido à retração das atividades no período crítico de pandemia de COVID-19 (de 196,5 em 2019 para 185,4 milhões de toneladas de CO₂e em 2020, um decréscimo de 11,1 milhões de toneladas).

Figura 3. Emissões de gases de efeito estufa no setor de energia (1970-2020)



Fonte: SEEG (2021).

1.3. O papel da governança nas medidas de mitigação e adaptação

Martins e Ferreira (2010) descrevem que transformações necessárias em termos de mitigação e adaptação em áreas urbanas podem levar décadas para acontecer e, muitas vezes, dependem de mudanças na forma pela qual as cidades são planejadas e governadas. Ações de mitigação podem reduzir o impacto ambiental em áreas urbanas e transformar infraestruturas e padrões de consumo, melhorando o meio ambiente de modo geral. Já as medidas de adaptação buscam aumentar a resiliência das cidades e sua população em relação aos impactos e riscos causados por eventos climáticos (DAWSON, 2007; PRASAD *et al.*, 2009 *apud* MARTINS; FERREIRA, 2010).

A plataforma governamental de informações sobre mudanças climáticas AdaptaClima (2021), coordenada e operada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), reforça a necessidade de sinergia entre ações de mitigação e adaptação para a efetividade de uma economia menos intensiva em carbono e mais resiliente com a seguinte explicação:

Enquanto ações de mitigação atuam no sentido de reduzir o risco climático pela redução do perigo (no caso, emissões de GEE para reduzir a probabilidade de ocorrência de evento climático extremo), as ações de adaptação têm a possibilidade de influenciar o risco por meio da redução da vulnerabilidade e/ou exposição dos sistemas (ADAPTA CLIMA, 2021).

Medidas de adaptação e mitigação no setor de mobilidade buscam priorizar o uso do transporte público coletivo e promover o uso de combustíveis renováveis e energias limpas

para a melhoria das condições climáticas nas cidades. A Prefeitura de São Paulo destaca que o investimento em sistemas de média e alta capacidade de transporte (metrô, trens e corredores exclusivos), a recuperação dos sistemas, com a renovação da frota atual, e a racionalização do sistema de baixa capacidade (ônibus e micro-ônibus) estão entre as principais diretrizes do Plano de Ação da Cidade de São Paulo para Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas⁴, além de priorizar pedestres e ciclistas.

Riscos e incertezas já configuram características do viver urbano; resultado do embate entre tradição e modernidade nas práticas cotidianas. Ao mesmo tempo, as cidades representam a possibilidade de reinvenção da modernidade industrial, no momento em que esta já não responde aos anseios dos cidadãos.

Na transição para uma modernidade reflexiva⁵, novas práticas sociais ajudam a redesenhar o futuro (BECK *et al.*, 1997). No Antropoceno⁶, a legitimidade das instituições políticas passa a ser questionada (CRUTZEN; STOERMER, 2000), já que o cidadão migra da passividade política para a conscientização sobre seu papel diante dos riscos naturais e antropogênicos (GIDDENS, 2009).

O projeto civilizatório da sociedade globalizada do risco passou a demandar uma transição de governo para governança (BECK, 2010), conceito reinterpretado ao longo das últimas décadas, de uma perspectiva vertical, liderada por autoridades estatais (JACOBI; SINISGALLI, 2012), para modelos menos hierárquicos e mais horizontais.

Como um fenômeno subpolítico⁷ que descentraliza as estruturas do *modus operandi* da política tradicional, Beck (2011) compreende que a estrutura institucional e arranjos de governança multinível são fundamentais. Esta é a proposta da presente análise teórico-crítica, que identificará os mecanismos que influenciam a inovação do sistema sociotécnico⁸ de transporte urbano de passageiros na megacidade de São Paulo a partir de

⁴ Diretrizes para o Plano de Ação da Cidade de São Paulo para Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (2011). Disponível em <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/noticias/?p=42933>. Acesso em 14 de março de 2023.

⁵ O termo modernidade reflexiva, proposto por Beck *et al.* (1997), trata das transformações de um mundo cada vez mais reflexivo, que estimula a crítica ativa e autoconfrontação em um processo em que tradição, natureza e sociedade são constantemente contestados pelo conhecimento humano reflexivo, imprimindo o caráter de imprevisibilidade e risco do mundo atual.

⁶ O conceito de Antropoceno foi popularizado em 2000 pelo químico holandês Paul Crutzen para designar uma nova época geológica caracterizada pelo impacto do homem na Terra (CRUTZEN; STOERMER, 2000).

⁷ O sociólogo Ulrich Beck traduz a subpolítica como uma nova forma de fazer política que surge com a modernização reflexiva e que se distingue do *status quo* ao permitir que agentes externos ao sistema exerçam influência no planejamento social e, simultaneamente, à constituição de uma nova cultura política, incluindo a esfera privada, a partir das condutas individuais.

⁸ Sistemas sociotécnicos compõem a corrente das ciências sociais que explica como processos políticos são moldados por aspectos técnicos, da mesma forma que as definições técnicas são produzidas por pressões e

suas dinâmicas institucionais e atores que influenciam o processo de descarbonização do setor. Como na modernidade reflexiva público e privado se hibridizam, com novas possibilidades de ação política ou subpolítica (BECK, 1997), atores não estatais passam a interferir direta ou indiretamente no processo de tomada de decisão política, enquanto os governos mantêm seu papel regulador (BULKELEY; BETSILL, 2013, 2005; BETSILL; BULKELEY, 2003).

A adaptação às mudanças climáticas é estabelecida em diferentes níveis de governança e com uma variedade de atores e setores governamentais com interesses e prioridades distintos (ADGER *et al.*, 2005). A presença dos atores estatais segue decisiva para o desenvolvimento e a implementação de políticas nas cidades, ao serem os agentes que levam a questão climática para a agenda urbana (BULKELEY; NEWELL, 2023; BULKELEY; BETSILL, 2013; 2005; BROTO, 2013; BULKELEY; KERN, 2006; BETSILL; BULKELEY, 2003). Entretanto, suas ações podem ser limitadas devido ao contexto institucional ou por outros níveis governamentais (ROMERO LANKAO, 2007; SETZER, 2009).

Bulkeley e Kern (2006) concluíram que a política local de mudança do clima, para ganhar eficiência, precisa ser complementada por quatro modos de governança: i) por autogoverno (capacidade do governo local de reger suas próprias atividades), ii) por habilitação (coordenação e facilitação de parcerias com atores não estatais), iii) por recursos (infraestrutura e financiamento) e iv) por autoridade (via regulação e sanções).

De fato, uma maior participação democrática nas decisões políticas relacionadas ao clima e ao meio ambiente que tenham impacto direto no cotidiano dos cidadãos em curto e longo prazos também dá à política mais legitimidade (NICHII; ZULLO, 2021). A coprodução⁹ e circulação de conhecimentos no processo decisório podem evitar que as decisões tomadas não agradem a nenhum dos lados, gerando insatisfação e boicotes (JASANOFF, 2015).

Quanto à transição em sistemas sociotécnicos¹⁰, Smith e Raven (2012) examinaram, no setor energético, como a inovação pode gerar mudanças incrementais ou disruptivas. Os autores reconhecem a importância das narrativas e dos atores para impulsionar

poderes sociais e políticos, integrando sistemas técnicos e sociais, políticos e científicos (LATOUR, 1994; CALLON *et al.*, 2004).

⁹ A coprodução é uma perspectiva de análise social crítica para investigar aspectos sociais da interseção entre ciência, tecnologia, política e sociedade, entendidas como indissociáveis da produção de conhecimento (JASANOFF, 2015).

¹⁰ Segundo Geels e Schot (2007), a transição para sistemas sociotécnicos envolve não apenas mudanças de uma tecnologia para outra, mas também mudanças em outros elementos, como regulamentações, infraestruturas, padrões culturais, etc., em uma perspectiva multinível.

transformações em regimes políticos estabelecidos. Para tanto, melhorias na governança e colaboração multinível devem ser as primeiras iniciativas para apoiar os países nos seus compromissos climáticos em forma de planos, políticas e legislação em nível local. Mesmo assim, um caminho percorrido tem sido aderir a iniciativas e metas estabelecidas globalmente, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável¹¹ (ODS), que fornecem uma estrutura clara para que a política de desenvolvimento local tenha sinergia com as metas internacionais de mudança do clima.

Entre coligações e alianças internacionais, muitas cidades têm realizado inventários de emissões de GEE como parte de redes transnacionais, como Governos Locais pela Sustentabilidade¹² (ICLEI), ou da Nova Agenda Urbana¹³, resultado da Conferência Habitat III, para orientar a urbanização sustentável até 2036. Políticas urbanas que focam no uso misto do solo, cidades mais compactas e desenvolvimento orientado para o trânsito são algumas das soluções apontadas para viabilizar a mobilidade sustentável¹⁴.

Por ser um sistema complexo, harmonizar os interesses de gestores públicos e de empresas privadas responsáveis pela operação do transporte é fator *sine qua non* (GARRISON; LEVINSON, 2014). Neste sentido, o entendimento de padrões históricos que levaram à constituição desses sistemas é essencial para o planejamento na gestão pública, enquanto na iniciativa privada captar a lógica político-administrativa faz com que as empresas entendam as estratégias públicas consideradas, por vezes, contraditórias (KOPPENJAN, 2005). Por isso, as relações de poder entre Estado, iniciativa privada e sociedade civil requerem a arquitetura de alianças transpostas por conflitos resultantes de assimetrias entre as organizações e os atores que as compõem (JACOBI, 2004).

¹¹Parte dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável precisa ser implementada em nível local, apesar de apenas o ODS 11 ser específico para cidades e comunidades locais. Também conhecida como Agenda 2030, traz estratégias para reduzir a desigualdade, estimular o crescimento econômico, preservar florestas e oceanos e combater os impactos das mudanças climáticas. Fonte: United Nations, Sustainable Development Goals. Disponível em <https://sdgs.un.org/goals>. Acesso em 16 de março de 2022.

¹²Rede global de mais de 2.500 governos locais e regionais comprometida com o desenvolvimento urbano sustentável. Ativos em mais de 125 países, influenciam as políticas de sustentabilidade e a ação local para o desenvolvimento de baixo carbono. Disponível em <https://americadosul.iclei.org/quem-somos/>. Acesso em 14 de março de 2022.

¹³A Nova Agenda Urbana foi adotada na Conferência da ONU sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III) em Quito (Equador), em 2016, e incentiva todos os níveis de governo, assim como a sociedade civil, a tomarem parte dos compromissos pelo desenvolvimento urbano sustentável. Disponível em <https://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Portuguese.pdf>. Acesso em 20/09/2021.

¹⁴Banister (2008) define mobilidade sustentável urbana como aquela que favorece a redução de viagens, incentiva a transferência modal, reduz a duração das viagens e incentiva uma maior eficiência no sistema de transporte.

1.4. São Paulo: lições de uma cidade congestionada

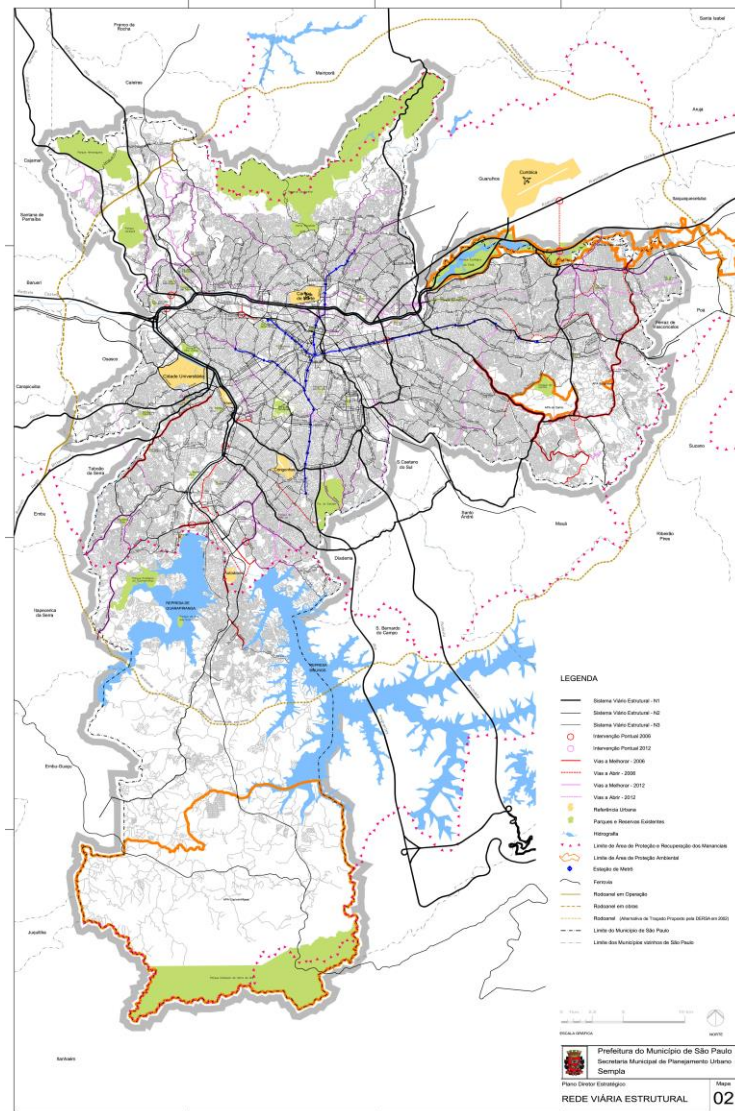
O Estado de São Paulo abriga 21,8% (45 milhões) da população brasileira e a capital homônima conta com 12 milhões de habitantes. A cidade de São Paulo é o maior aglomerado urbano da América do Sul (IBGE, 2022) e uma das 31 megacidades do mundo, com perspectiva de chegar a 22 milhões de habitantes até 2050 (ONU, 2018). O município de São Paulo conta com uma frota de 8,6 milhões de veículos, o equivalente a 7,4 para cada 10 habitantes (CET, 2018). A frota contratada de ônibus é de 13.945 veículos, considerando aqueles em operação e os de reserva, para transportar uma média de 7 milhões de passageiros por dia útil (SPTRANS, 2021). Neste cenário, as maiores emissões de GEE em São Paulo vêm dos transportes, com um crescimento do nível de emissão de 8,36 milhões de toneladas em 2010 para 9,57 milhões de toneladas em 2017 (SÃO PAULO, 2021).

Mesmo com maior capacidade financeira para empreender ações de mudança climática, com 12% do PIB nacional, São Paulo ainda enfrenta dificuldades para planejar o uso da terra, prevenir e responder aos impactos relacionados ao clima (MARTINS; FERREIRA, 2011). As projeções climáticas são preocupantes e indicam um aumento da temperatura entre 1,5 °C e 2 °C e de precipitações entre 15% e 20% em meados do século (2041-2070), e ao fim do século (2071-2100) esses números deverão subir para 2,5 °C e 3 °C e entre 25% e 30%, respectivamente (AMBRIZZI *et al.*, 2012).

São Paulo adotou como meta contribuir com um aquecimento global abaixo de 1,5 °C, equivalente a um declínio de 45% das emissões de CO₂ até 2030 em relação a 2010, atingindo zero emissões em 2050. Como forma de se preparar para esse objetivo, a cidade conta com a Política Municipal de Mudanças Climáticas e o Plano Diretor Estratégico¹⁵ (PDE). O atual PDE, de 2014, orienta o adensamento nas regiões que possuem infraestrutura de transporte com metrô, trem e/ou corredores de ônibus, a fim de reduzir a distância entre moradia e trabalho e desincentivar o uso do carro na sua infraestrutura viária (figura 4). Além disso, indica diretrizes para limitação do número de vagas de garagem e para a eliminação de requisitos mínimos para construção de estacionamentos.

Figura 4. Rede viária da cidade de São Paulo

¹⁵ O Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, de 31 de julho de 2014, é uma lei municipal que orienta o desenvolvimento e o crescimento da cidade até 2029. Disponível em <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/plano-diretor/>. Acesso em 16 de março de 2022.



Fonte: Plano Diretor Estratégico de São Paulo. Disponível em <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/plano-diretor/arquivos/>. Acesso em 22 de março de 2023.

As mudanças climáticas configuram parte da agenda de São Paulo desde 2003, quando a cidade aderiu à campanha Cidades pelo Clima. Em 2005, ingressou no Cities Climate Leadership Group (C40) entre as cidades comprometidas a reduzir as emissões de GEE e mitigar impactos climáticos. Ambas as redes incentivaram a cidade a assumir outros compromissos, incluindo um inventário de GEE (SETZER *et al.*, 2015).

Por ser uma cidade global, São Paulo é fonte de inovação e grandes transformações, liderando os processos de adaptação no país (MARTINS; FERREIRA, 2011; BARBI, 2015; SETZER *et al.*, 2015; DI GIULIO *et al.*, 2017). Em 2009, tornou-se a primeira cidade brasileira a lançar uma Política de Mudança do Clima com metas que incluíam a obrigatoriedade de redução de emissões. Essa iniciativa influenciou a aprovação da Política

do Estado de São Paulo, que influenciou a política nacional sobre mudanças climáticas (BARBI; FERREIRA, 2013).

Outras políticas ambientais se somam a essa agenda: a Política de Compras Verdes (2007), o Plano de Controle de Poluição Veicular (2007) e o Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima (2013). Mais recentemente, lançou o Comitê Gestor do Programa de Acompanhamento da Substituição de Frota por Alternativas Mais Limpas (2019) e, em junho de 2021, o Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (PlanClima), desenvolvido em parceria com a C40, com 43 ações para zerar as emissões de GEE até 2050, cujas estratégias incluem melhorias de “caminhabilidade” no percurso ao ponto de ônibus, até o aumento de atratividade do sistema municipal de ônibus.

Tradicionalmente, o modelo de urbanização da cidade de São Paulo foi marcado pela especulação imobiliária, no qual lotes centrais eram deixados vazios como investimentos e os localizados em regiões periféricas eram vendidos para a população mais pobre. Esse processo ocasionou o crescimento fragmentado e o espalhamento da cidade (BACELLI *apud* BARBOSA, 2001). Como consequência, a acessibilidade espacial ainda gera congestionamentos, superlotação do transporte coletivo e falta de acesso a equipamentos públicos nas periferias, impulsionando a “exclusão territorial” (ROLNIK, 1999), já que a população mais vulnerável enfrenta viagens longas e desconfortáveis para trabalhar e acessar os serviços urbanos.

A partir de 1920, o modelo rodoviário tornou-se o foco das políticas de desenvolvimento na cidade, privilegiando o transporte individual motorizado. No início do século XXI, o transporte coletivo recebeu grande quantidade de investimentos públicos, mas uma parte considerável foi usada em subsídios em vez de aumentar a capacidade de transporte (ROLNIK; KLINTONWITZ, 2011). Em 2014, São Paulo iniciou um amplo processo de implantação de ciclovias; contudo, essa iniciativa não foi acompanhada de uma política pública consistente em toda a cidade.

Desde o início, na década de 1950, a indústria automotiva no Brasil adotou a política de “substituição de importações”, que trouxe fábricas de multinacionais em vez de desenvolver tecnologias locais. Atualmente, o setor passa por um momento de crise, simbolizado pela saída da montadora norte-americana Ford do país, em 2019, onde estava desde 1919. Mas a aposta no setor continua a guiar ambições políticas, como o pacote bilionário de incentivos para a indústria automobilística em São Paulo, o IncentivAuto, que

prevê descontos de até 25% no ICMS para empresas que investirem ao menos R\$ 1 bilhão em fábricas e no desenvolvimento de produtos. Outro exemplo recente é a aprovação, em nível federal, do projeto Rota 2030, que concede desoneração fiscal à indústria automobilística, com a contrapartida de investimentos em veículos elétricos e autônomos. Mas esse tipo de solução atende a apenas um problema ambiental: a queima de combustíveis fósseis. Independentemente da tecnologia, automóveis ocupam espaço, atendem a poucos e reforçam o deslocamento por longas distâncias.

Em contraste com a escassez de investimentos em outros modais, Cintra (2014) estima que não ter uma infraestrutura adequada de transporte gere prejuízos em produtividade e saúde, devido aos níveis de congestionamento, que na metrópole chegam a 1% do PIB brasileiro todos os anos (figura 5). Os gastos gerados pela perda produtiva por conta do trânsito em São Paulo passaram de R\$ 17 bilhões, em 2002, para R\$ 40 bilhões, em 2012. Além disso, os custos relacionados a acidentes e mortes no trânsito crescem em todo o país. A cada ano, 50 mil pessoas morrem no trânsito e cerca de 15% das internações em hospitais públicos são decorrentes de acidentes de trânsito.

Figura 5. Trânsito na Marginal do Rio Pinheiros



Foto: Marcos Santos/USP Imagens.

Os efeitos antropogênicos no clima em São Paulo puderam ser verificados a partir da pandemia de COVID-19. Na capital, a migração para cidades do litoral e interior e o fechamento de lojas e escritórios fizeram com que a poluição caísse 50% e o índice de poluentes que desencadeiam doenças respiratórias tivesse uma redução de 30% (CETESB, 2020). Além disso, houve queda de 31,3% de mortes em acidentes de trânsito (68 mortes contra 99) no Estado de São Paulo entre 24 e 31 de março de 2020, início da quarentena como medida para enfrentar o coronavírus, na comparação com o período homólogo (INFOSIGA SP, 2020).

Mesmo com o retorno das atividades e do fluxo ao trafegar pela cidade, é possível garantir um transporte urbano sustentável a partir de medidas viáveis, como a redução de viagens motorizadas, a priorização de modais menos intensivos em energia fóssil e o melhoramento do desempenho dos veículos com tecnologias mais modernas (WGSUT, 2004). A Declaração de Bogotá para um Transporte Sustentável (BOGOTA, 2011), da qual o Brasil é um dos países signatários, adota a abordagem “evitar-mudar-melhorar” para alinhar o transporte aos Princípios do Desenvolvimento Sustentável e implica soluções similares ao do Working Group on Sustainable Urban Transport (WGSUT): i) evitar viagens ineficientes ou desnecessárias, ii) mudar o modal de transporte para opções menos poluentes e iii) gerar soluções de transporte de baixo carbono por meio de melhorias em tecnologia, regulação, operação e infraestrutura para tornar a oferta mais ambientalmente eficiente.

A adesão às tecnologias digitais tem transformado o cotidiano nas cidades, com grande impacto na mobilidade e nos transportes. As tecnologias de informação e comunicação (TICs) permitem o teletrabalho, que substitui as viagens para esse fim. Em paralelo, sistemas de compartilhamento de carros, bicicletas e transporte sob demanda, além da melhoria da eficiência das redes de transporte com informações em tempo real aos passageiros e centros de gestão de tráfego e sistemas integrados de bilhetes eletrônicos facilitam a mobilidade.

1.5. Mas, afinal, o que define uma mobilidade inteligente?

Com o acelerado crescimento populacional e o adensamento das cidades, cresce também a demanda por soluções mais eficientes para a movimentação de pessoas e mercadorias. Novas tendências de mobilidade sustentável surgem a cada ano e uma das mais conhecidas é a transição para veículos elétricos e outras fontes de energia limpa. Mesmo os tradicionais sistemas de transporte público passaram a ser aprimorados com tecnologias como

pagamento eletrônico e monitoramento de ônibus em tempo real, garantindo maior eficiência e conforto aos usuários. A mobilidade como serviço (MaaS) envolve a oferta de um pacote integrado de serviços de transporte, como aluguel de carros, bicicletas e transporte público, por meio de aplicativos ou plataforma digital, reduzindo a necessidade de aquisição de um veículo individual e o consequente congestionamento nas vias.

Embora o conceito de Modernização Ecológica¹⁶ aborde o pressuposto da inovação tecnológica no campo macroambiental como uma iniciativa de prevenção aos riscos ambientais (MOL, 2003), a alegação de que avanços tecnológicos reduzirão os impactos climáticos e ambientais ainda é um tema controverso. Algumas pesquisas empíricas contrariaram essa afirmação – por exemplo, há evidências de que melhorias em eficiência energética muitas vezes não resultam em efeitos na escala geral dos problemas ambientais porque a redução de emissões *per capita* pode ocorrer, mas o uso total de energia aumenta (JORGENSEN, 2009; YORK, 2006, 2010; YORK *et al.*, 2009 *apud* DUNLAP; BRULLE, 2015). Entretanto, as conexões causais nesses padrões (aumento de eficiência e crescimento do consumo) podem não ser diretas, mas o que fica evidente é que simplesmente desenvolver tecnologias verdes sem mudar o contexto em que são aplicadas não se provou eficaz na redução dos problemas ambientais (DUNLAP; BRULLE, 2015). Em relação à digitalização, alguns autores questionaram a efetividade de redução de GEE em tecnologias de compartilhamento, já que estariam diretamente associadas ao aumento do uso do carro privado (BAI *et al.*, 2018; BONDOROVÁ; ARCHER, 2017). Os autores concluem, no entanto, que os resultados positivos superam as externalidades negativas. A cada carro compartilhado, por exemplo, reduz-se a circulação de 5 a 15 carros e impactos na fabricação e nos espaços dedicados aos estacionamento. Em comum, os autores defendem ser imprescindível integrar esse recurso de mobilidade a um modelo multimodal de transporte sustentável.

Um desenvolvimento urbano que visa aprimorar a mobilidade dos cidadãos está relacionado à adoção de novas tecnologias somada ao novo comportamento dos passageiros, que buscam alternativas inteligentes e sustentáveis para se locomover nas cidades. Esse tipo de mudança tende a levar a uma reconfiguração das infraestruturas urbanas, tornando as cidades mais sustentáveis e inteligentes, também denominadas *smart cities*, ou seja, cidades

¹⁶ O conceito de Modernização Ecológica (ME) refere-se a um processo de transformação socioeconômica que busca conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental ao repensar os sistemas de produção, consumo e governança para promover um modelo de desenvolvimento mais sustentável. Fonte: Mol, 2003.

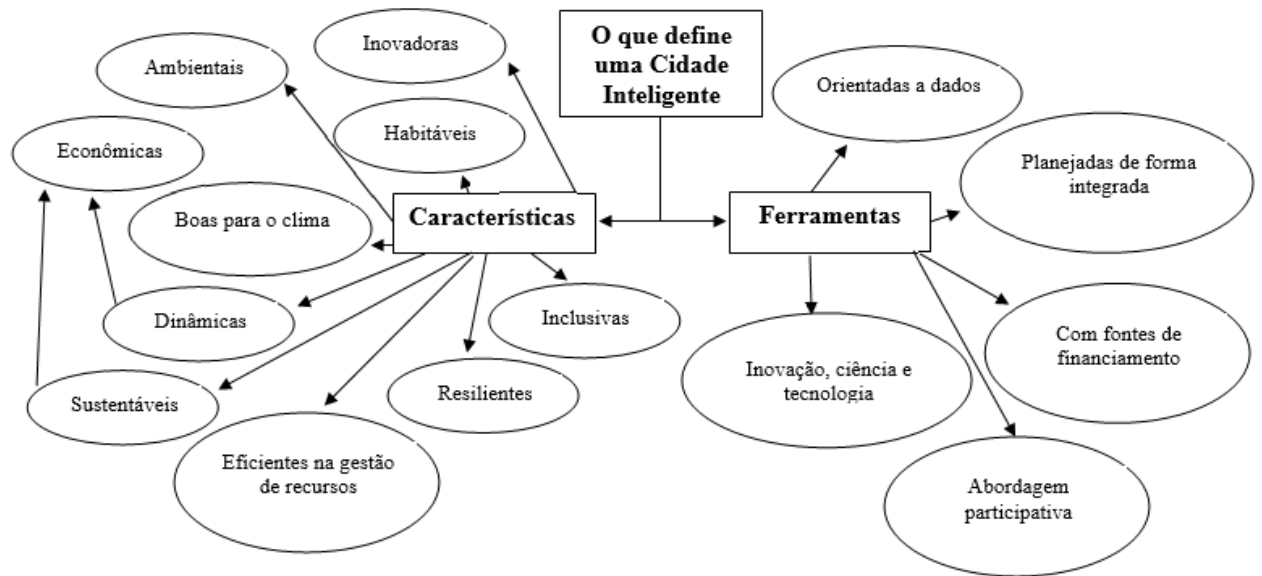
que utilizam tecnologias para melhorar o operacional e oferecer serviços públicos com maior qualidade e eficiência. Os aspectos que qualificam uma cidade como inteligente incluem implementar tecnologias de informação e comunicação (TICs), entre elas Internet das Coisas (IoT), Wi-fi, *Big Data* e computação na nuvem. Um exemplo é o aplicativo TOP, que funciona como uma bilheteria digital para compras de passagens de metrô ou trem da CPTM em São Paulo.

Há, além disso, aplicativos suportados por infraestruturas de fibra óptica, redes móveis 4G e 5G e automatização de serviços. Aplicativos de transporte compartilhado, como Uber e 99, se tornaram populares em todo o mundo e podem ajudar a reduzir a poluição. Adicionalmente, a implementação de sistemas inovadores de transporte, como semáforos inteligentes e monitoramento de tráfego em tempo real, melhora o fluxo do trânsito e reduz acidentes e congestionamentos. O compartilhamento de localização em tempo real, por exemplo, tornou-se medida de segurança em corridas de aplicativos, principalmente para mulheres. E em aplicativos de ônibus, como o Moovit, a localização dos veículos é facilitada, reduzindo o tempo de espera do passageiro, que pode se programar antes de chegar ao ponto e encontrar trajetos mais curtos até o seu destino.

Mesmo com essas evoluções, o conceito de cidades inteligentes é ainda difuso e frequentemente reduzido a avanços tecnológicos, como acesso a dados e sensores, mas essas ferramentas não são suficientes para resolver problemas estruturais das cidades. A integração de cidades inteligentes com tecnologias emergentes (ZANELLA, 2014; BATTY, 2012; SCHAFFERS *et al.*, 2011) é apenas um dos aspectos desse campo de estudo. Outros autores abordam o tema priorizando a integração de tecnologias com pessoas e instituições (HOLLANDS, 2008; NAM; PARDO, 2011; NEIROTTI *et al.*, 2014), e sistemas sociais e ambientais (GIFFINGER *et al.*, 2007; CARAGLIU *et al.*, 2011; AHVENNIEMI *et al.*, 2017).

Uma abordagem mais adequada para integrar a tríade tecnologia-mobilidade-clima é a de Giffinger *et al.* (2007), que aponta seis características ou setores prioritários em uma cidade inteligente: economia, pessoas, governança, mobilidade, ambiente e vida inteligentes. A figura 6 destaca as características e ferramentas de uma cidade inteligente, cujo planejamento integrado, dados e abordagem participativa, além de resiliência, inclusão, sustentabilidade e clima, são algumas das características de uma *smart city*.

Figura 6. Características de uma cidade inteligente



Fonte: Adaptado de Van Warmerdam (2016). Tradução própria.

Nesse sentido, a cidade de São Paulo também se apropria da agenda das Cidades Inteligentes e Sustentáveis. Pelo segundo ano consecutivo, ela é a primeira colocada no *ranking* Connected Smart Cities 2021. No *ranking* de 2022, o município ocupou o terceiro lugar, depois de Curitiba e Florianópolis, respectivamente. Elaborado pela Urban Systems, o *ranking* mapeia todos os 677 municípios brasileiros com mais de 50 mil habitantes para identificar as cidades com maior potencial de desenvolvimento inteligente do Brasil a partir de 75 indicadores, como conectividade, serviço público digitalizado e mobilidade.

No quesito Mobilidade e Acessibilidade, a cidade também se sobressai pela diversidade de modais e inovações, como o bilhete eletrônico, semáforos inteligentes, 600 km de ciclovias, e uma frota de veículos de baixa emissão. Em contraposição, no eixo Governança, que considera participação, investimentos e transparência, a cidade está posicionada na 70ª colocação, com baixa pontuação em Transparência e Lei de Zoneamento e Uso do Solo (CONNECTED SMART CITIES, 2022).

Para fortalecer a agenda de inovação, foi lançada em 2009 a Câmara das Cidades 4.0, criada pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) e o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), que compreende uma câmara técnica voltada a Cidades Inteligentes e Sustentáveis. Seu objetivo é propor ações que estimulem o desenvolvimento de soluções tecnológicas para melhorar os ambientes urbanos e a qualidade

de vida da população. Como resultado, fornece subsídios para o Programa Nacional de Cidades Inteligentes e Sustentáveis.

Tornar, construir ou adequar cidades inteligentes parece ser um caminho natural para os grandes centros urbanos. Inserir a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) na construção de um ambiente urbano com serviços e infraestrutura mais eficientes requer uma transição sociotécnica. Broto e Bulkeley (2013) apontam a experimentação como uma tendência global na governança climática urbana nesse paradigma social, na qual governos municipais formulam intervenções, processos e instrumentos que ajudam a acelerar a ação climática em nível local. Complementarmente, Geels *et al.* (2016) argumentam que a transformação pode ocorrer quando os atores mudam a direção estratégica para abarcar uma mudança, dependendo de elementos organizacionais reajustados a partir de hábitos, crenças e valores subjacentes. Aqui, transformação é interpretada como um conjunto de processos por meio dos quais os regimes existentes são gradualmente modificados em termos de tecnologias, instituições e cultura.

As tecnologias digitais têm um papel fundamental nas transformações urbanas, influenciando novas formas de governança, pois o acesso ampliado à Internet e às plataformas tecnológicas e de dados abertos tende a fortalecer a democracia participativa e a ação política. O Plano Diretor Estratégico de São Paulo, que incentiva a participação popular, incluindo grupos heterogêneos, como movimentos sociais, representantes do mercado, acadêmicos e ambientalistas é um exemplo dessa difusão. Giaretta e Di Giulio (2018) apontam que a participação social mediada pelas TICs caracteriza um novo movimento social, uma vez que as interações virtuais geram novos significados, transformando os territórios e a sociedade ao reivindicar o direito à cidade nas arenas de decisão. Por isso, as autoras ressaltam a importância de integrar as plataformas digitais aos espaços formais e tradicionais de representação. Além de ampliar os processos de participação social, as TICs ajudam a organizar diferentes percepções dos indivíduos sobre o ambiente e os riscos a que estão expostos (DI FELICE, 2013), assim como alteraram os modos de vida e relações entre os indivíduos no espaço urbano a partir de novas configurações sociais, culturais, comunicacionais e políticas (LEVY, 2010).

O espaço urbano aglutina diferentes necessidades relacionadas à movimentação de pessoas, mercadorias, e novas soluções de mobilidade surgem impulsionadas pela tecnologia para tentar equilibrar as necessidades de oferta e demanda e reduzir os impactos socioambientais causados pelo excesso de veículos automotores. Portanto, novos modelos de

negócio e a economia compartilhada são necessários para dinamizar a atual infraestrutura de transportes, ainda orientada ao modal rodoviário, altamente dependente de combustíveis fósseis. A revolução digital permite o acesso a dados em tempo real sobre viagens, o compartilhamento de viagens e a otimização de trajetos integradamente.

A transição para a mobilidade urbana de baixo carbono requer priorizar o planejamento centrado no uso e ocupação do solo, investimentos em transporte público de alta capacidade movido a energia limpa e priorização de mobilidade ativa, que inclui o caminhar e o pedalar na matriz de mobilidade. Desta maneira, incentivar soluções tecnológicas e sustentáveis e estabelecer um modelo de governança que harmonize a implementação dessas inovações, alinhadas às necessidades e expectativas dos cidadãos, são premissas para desenvolver iniciativas para que as cidades se tornem, de fato, inteligentes e sustentáveis.

Considerações finais

A crescente urbanização e os impactos antropogênicos no clima trazem inúmeros desafios. Após os impactos socioeconômicos enfrentados durante a pandemia de COVID-19, as mudanças climáticas são a grande crise a ser combatida. Evoluir para uma cidade inteligente e sustentável implica uma visão integrada do espaço e dos diferentes atores e setores urbanos. Para isso, a governança climática deve equilibrar as tomadas de decisão do setor público com os interesses do mercado e as demandas dos cidadãos, especialmente os mais vulneráveis, a fim de moldar o futuro da mobilidade urbana inteligente, bem como rever a lógica atual de urbanização e desenvolvimento.

O Brasil visa cumprir com as metas do Acordo de Paris e renovou sua intenção na Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP26) em 2021, em Glasgow, Escócia, de investir em um plano de desenvolvimento sustentável de longo prazo com foco em financiamento climático, mercado de carbono e transferência de tecnologias de baixa emissão. Por isso, reduzir emissões não é suficiente, é preciso identificar como garantir um desenvolvimento que seja sustentável para o país.

Inovação e tecnologia geram empregos e aplicam o conhecimento científico a favor da sociedade. Em um momento em que a agenda Ambiental, Social e de Governança (ESG, na sigla em inglês) ganha amplitude estratégica em todos os setores, é oportuno haver maior integração entre as políticas nacionais para que os atores e instituições de interesse possam colocar suas demandas e competências a favor de uma agenda climática inclusiva e justa para todos.

Esse é o objetivo desta pesquisa, com o enfoque de compreender como as tecnologias voltadas para a baixa emissão de carbono podem, de fato, contribuir com esse objetivo, não apenas pela posição de vantagem do Brasil em relação à sua biodiversidade, mas também por seu potencial inovador e científico na busca por soluções que resultem na mitigação e adaptação climáticas, e garantir mais qualidade no viver urbano.

Esta tese identifica as conexões e os caminhos de descarbonização, desenho de políticas, atores e estruturas institucionais por meio das novas tecnologias. Os resultados da análise trazem contribuições originais ao campo de estudo ao demonstrar que há três fatores críticos e quatro principais barreiras para avançar na agenda de políticas de inovação voltada à mobilidade urbana de baixo carbono:

1. A descarbonização do setor de transportes requer uma concertação entre níveis e atores – incluindo novas comunidades epistêmicas formadas por empresas, *startups*, especialistas em tecnologia da informação e comunicação e técnicos especializados – desde o planejamento.
2. A participação social pode influenciar positivamente a agenda pública climática com foco em soluções inovadoras, desde que centradas nas demandas dos cidadãos e previamente testadas.
3. Soluções isoladas tendem a gerar oposição com a maior participação social, exigindo políticas públicas integradas e de longo prazo que não sejam interrompidas a cada troca de gestão governamental.

As principais barreiras para a adoção de medidas de mobilidade sustentável em cidades inteligentes são:

- a) necessidade de um planejamento integrado multinível, baseado em dados e de longo prazo;
- b) falta de investimento em infraestrutura, capacitação de gestores, e pesquisa, desenvolvimento e inovação para novas tecnologias climáticas de mobilidade;
- c) baixo nível de inclusão, diversidade e participação social e de comunidades epistêmicas nas tomadas de decisão em políticas públicas e;

- d) alto nível de corporativismo e assimetrias de poder no processo político.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

2. OBJETIVOS

A partir de uma abordagem interdisciplinar, esta pesquisa de caráter qualitativo propõe explorar estratégias e modelos de governança para integrar tecnologias de mobilidade inteligentes e de baixo carbono no setor de transportes a partir da análise de políticas públicas, tecnologias e infraestruturas necessárias para promover a transição sociotécnica sustentável da mobilidade em cidades inteligentes. Quanto aos objetivos específicos estão:

I) compreender como os processos de governança têm avançado no setor de mobilidade urbana inteligente e sustentável no município de São Paulo;

II) identificar os instrumentos de participação social nesse processo;

III) investigar os fatores institucionais que explicam os avanços e desafios nas tomadas de decisão do setor e no desenvolvimento de políticas públicas voltadas ao transporte de baixo carbono para passageiros.

Para tanto, duas perguntas de pesquisa foram propostas:

- 1) Qual é o papel das tecnologias de mobilidade na agenda climática de mitigação e adaptação na cidade de São Paulo?
- 2) Quais atores estruturam uma governança de mobilidade inteligente e de baixo carbono e como se articulam com a agenda climática?

3. JUSTIFICATIVA

Estudos que consideram os dilemas das cidades em países em desenvolvimento têm aumentado nos últimos anos na literatura acadêmica das mudanças climáticas. Mas as

análises privilegiam a compreensão dos processos de governança em nível internacional, dada a atenção ao Protocolo de Kyoto, aos relatórios do IPCC e à repercussão das Conferências do Clima (BETSILL; BULKELEY, 2003).

No entanto, é em nível local, onde estão os cidadãos urbanos que sofrem com as consequências diretas do clima, que os compromissos serão assumidos pelos governos e as soluções podem e poderão ser efetivamente testadas. Portanto, um estudo de caso emblemático como o da megacidade de São Paulo, por sua complexidade, tamanho e população, além do desagradável congestionamento com alto impacto na vida de seus residentes, permite identificar mecanismos institucionais e políticos que promovam a agenda climática. Políticas públicas que integram tecnologia serão cada vez mais frequentes. Portanto, esta tese traz evidências sobre como soluções de mitigação e adaptação às mudanças climáticas em áreas urbanas podem ser beneficiadas com os avanços tecnológicos que as universidades, centros de pesquisa e empresas têm desenvolvido.

Outra lacuna na literatura nacional sobre transporte urbano é a ausência de conhecimento sobre os reais impactos das mudanças climáticas no setor (SANTOS, 2014). Além disso, parte considerável da literatura sobre adaptação às mudanças climáticas tem como foco as áreas rurais, onde as pessoas são mais dependentes de recursos naturais para manter sua subsistência. Mas, como já destacado, a maior compreensão tanto das vulnerabilidades como das alternativas de adaptação e mitigação em áreas urbanas é premente, especialmente onde os níveis de pobreza e as taxas de crescimento populacional são mais elevados (SATTERTHWAITE *et al.*, 2007). Adicionalmente, a literatura atual sobre possibilidades de adaptação e mitigação no transporte tem-se concentrado principalmente no Norte Global. Portanto, estudos em regiões do Sul Global podem ser relevantes para medidas de mitigação e adaptação adequadas à sua realidade: menor financiamento, infraestrutura desatualizada, densidade populacional, características geoclimáticas, instituições fragmentadas, políticas de ocupação e uso do solo, falta de consciência pública sobre sustentabilidade, baixo preparo técnico das autoridades e relações políticas clientelistas –, mais propensa a extremos climáticos e mais vulnerável aos impactos das mudanças climáticas.

Como resultado, espera-se caracterizar novos arranjos sociopolíticos que contribuam com a agenda sociopolítica do clima e, com isso, apresentar uma proposta de governança para cidades inteligentes que supere as limitações das abordagens existentes. Reforça-se que as parcerias intersetoriais (empresas, governo e organizações da sociedade

civil) são fundamentais, pois os processos participativos fortalecem a democracia e possibilitam que diferentes experiências e realidades sejam integradas às soluções técnicas. Como medida adaptativa, a tecnologia tem a vantagem de incorporar a mudança climática no planejamento de novas infraestruturas, sendo mais viável e menos dispendioso do que tentar adaptar sistemas existentes já defasados.

Por fim, a transição sociotécnica para a mobilidade urbana sustentável em megacidades em desenvolvimento não é examinada contundentemente na literatura. O contexto de desenvolvimento entre cidades do Sul e Norte Globais apresenta amplas diferenças em relação ao ambiente regulatório, arranjos e práticas de governança, que podem variar.

4. MÉTODOS DE PESQUISA

A pesquisa qualitativa aborda dados sobre a estrutura político-institucional do governo local para compreender limites e campos de atuação. Além disso, foram analisados dados de documentos oficiais (projetos de lei, relatórios, programas e estudos). Os dados secundários foram coletados por meio de artigos científicos, documentos, relatórios e estudos de órgãos públicos e privados.

A sondagem de fontes primárias e secundárias serviu de base para a fase da pesquisa de campo que, a partir de entrevistas semiestruturadas com alguns dos principais agentes do setor público, privado e da sociedade civil, trouxe insumos para uma discussão mais aprofundada, usando técnicas de estudo de caso único para “uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de realidade” (YIN, 2015). Yin acrescenta, ainda, que estudos de caso são também parte da etapa exploratória na pesquisa de fenômenos pouco investigados ou como piloto para orientar o *design* de estudos de casos múltiplos.

O caso da mobilidade urbana de passageiros na cidade de São Paulo foi considerado a premissa de estudo de caso único que, segundo Yin (2015), se justifica ao ser decisivo para testar uma teoria bem formulada, seja para confirmá-la, seja para contestá-la, seja ainda para estender a teoria.

A interação com as partes interessadas tornou-se uma estratégia fundamental na pesquisa e formulação de políticas climáticas. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007) estabeleceu que o diálogo com as partes interessadas é essencial para

melhorar as decisões e a conscientização sobre as mudanças climáticas, e o conhecimento global do sistema climático precisa ser integrado ao conhecimento local.

O conceito de *stakeholder* não conta com uma única definição, mas é usado no manejo de recursos naturais (REED *et al.*, 2009). No contexto das mudanças climáticas, as partes interessadas são geralmente divididas entre aqueles afetados pelos impactos diretos e indiretos do clima e possuem algo de valor (financeiro ou não financeiro), bem como tomadores de decisões em processos de adaptação (IPCC, 2007). Adaptação significa tanto construir quanto entregar ações voltadas a capacidades adaptativas por meio de pesquisas, coleta de dados, sensibilização e mudanças em estruturas institucionais para gerenciar riscos e oportunidades climáticas (ADGER *et al.*, 2005).

A amostra foi definida a partir de um mapeamento criterioso do cenário das partes interessadas e identificação de atores relevantes em diferentes níveis por meio de critérios do método de identificação e análise de *stakeholders* em processos de adaptação às mudanças climáticas de André *et al.* (2012). O método segue uma análise de funções, interesses e influência das partes interessadas em cinco etapas:

- i) Tipos: a partir de um amplo inventário fundamentado em critérios funcionais, geográficos, de conhecimentos, habilidades e nível hierárquico, a partir de fontes secundárias;
- ii) Funções: o envolvimento dos atores em processos participativos de adaptação climática;
- iii) Seleção e classificação: considera os papéis, dimensões e critérios;
- iv) Papéis: funções variáveis, entre reguladores, tomadores de decisão, provedores, disseminadores, apoiadores, especialistas, entre outros, no ecossistema do setor estudado;
- v) Influência e interesses: neste aspecto o método de amostragem não probabilística “bola de neve” foi utilizado, permitindo uma dupla checagem, já que utiliza uma corrente de referências. Apesar de suas limitações, este tipo de amostragem permite pesquisar grupos difíceis de serem acessados, quando não há precisão sobre sua quantidade, ou estudar questões delicadas de âmbito privado e que requerem o conhecimento dos atores que pertencem ao grupo ou são por eles legitimados (VINUTO, 2014).

Os entrevistados e entrevistadas responsáveis pela gestão de mobilidade em diferentes funções e momentos acompanharam de perto o processo de formulação, implementação e monitoramento de políticas públicas de mobilidade inteligente e sustentável, seja em funções de assessoria e planejamento, em níveis de liderança com relação direta ou

indireta a aspectos fundamentais desta pesquisa. O roteiro do questionário foi organizado a fim de abarcar os seguintes aspectos:

- 1) experiência e envolvimento com a agenda de clima e tecnologia em mobilidade;
- 2) entendimento sobre a percepção e conhecimento dos impactos climáticos nas leis relacionadas às mudanças climáticas e às de mobilidade urbana da cidade de São Paulo;
- 3) descrição das relações institucionais que contemplam aspectos de governança de multiatores e multinível;
- 4) obstáculos e desafios para a efetividade do avanço da agenda de mobilidade de baixo carbono na agenda climática de mitigação e adaptação.

No total, 30 profissionais foram contatados, dos quais 22 responderam ao questionário completamente, 4 não retornaram e outros 4 responderam parcialmente, invalidando a análise do respondente (Apêndice C). Dentre os entrevistados (atores-chave) constam aqueles responsáveis pelas áreas ou ações pertinentes aos temas sob estudo:

- agentes do Poder Executivo do município de São Paulo;
- gestores de empresas privadas e organizações com fins lucrativos;
- representantes de entidades de classe e sociedade civil organizada.

As entrevistas foram realizadas pela pesquisadora em encontros presenciais e *online*, gravadas com o consentimento prévio do entrevistado. Por opção metodológica, os nomes dos entrevistados não serão identificados ao longo da tese. A metodologia de coleta, sistematização e análise dos dados resultantes das entrevistas foi realizada por meio da técnica de Análise de Conteúdo (AC). A metodologia de análise de conteúdo se destina a classificar e categorizar informações a fim de reduzi-las a elementos-chave para fins de comparabilidade e inclui o agrupamento e a categorização de termos-chave para criar padrões de informação por meio da interpretação e codificação dos conteúdos extraídos das entrevistas (BARDIN, 2011). Para esse fim, foi utilizado o software *QSR NVivo* para apoiar a análise qualitativa a partir do que foi decupado das entrevistas. A etapa final gerou quatro macrotemas que respondem às perguntas de pesquisa desta tese: i) oportunidades em mobilidade inteligente para a ação climática, ii) estrutura de governança multinível, iii) avanços e limites das políticas climáticas com interseção de mobilidade de baixo carbono e iv) o que é preciso em termos de governança multinível para avançar na agenda de mobilidade inteligente e de baixo carbono.

5. ESTRUTURA DA TESE

A tese está organizada em formato de quatro artigos independentes e uma conclusão. *A priori*, este formato tende a repetir algumas informações e dados, pois o método de estudo é unificado, embora a opção por trabalhar em artigos individuais não invalide o delineamento inicial da pesquisa. A conclusão tem como função conectar os diferentes artigos e estruturar as proposições resultantes da investigação.

A parte introdutória foi parcialmente publicada no livro *A Emergência Climática: Governança Multinível e Multiatores no Contexto Brasileiro*. Ferreira L. C.; Seleguim F. B. (Org.). 2023. 1ª ed. Curitiba: CRV, v. 1, p. 1-198. Esta produção é resultado do projeto de pesquisa do Laboratório de Dimensões Sociais das Mudanças Ambientais Globais no Hemisfério Sul (LABGEC), vinculado ao Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (Nepam) da Unicamp, em parceria com o Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) e com a Universidade de São Paulo (USP), para analisar o desafio da governança das mudanças climáticas no Estado de São Paulo (Fapesp – processo 2022/10220-7), e do qual participei como pesquisadora.

O artigo 1, intitulado “Medidas para descarbonizar o transporte e destravar a mobilidade inteligente”, tem como enfoque os arranjos institucionais e sua evolução ao longo do tempo na agenda de mobilidade em São Paulo. O artigo contempla análises sobre a importância do setor de transportes nas mudanças climáticas, estratégias de adaptação, mitigação e inovações para a redução de emissões de GEE. Os resultados indicam que uma abordagem política integrada na política de transporte multinível é fundamental para um transporte de baixo carbono. Essas políticas, igualmente, devem conectar tecnologia e inovação para impulsionar o desenvolvimento sustentável por meio de soluções como modais de transporte mais eficientes, compartilhamento de viagens, absorção de tecnologias de desempenho de veículos, energia e combustíveis pouco poluentes. Investimentos em infraestrutura e planejamento urbano são premissas que devem acompanhar essas discussões.

O artigo 2, cujo título é “O papel da governança climática multinível na mobilidade inteligente e sustentável”, visa identificar os padrões de institucionalização da política climática, ainda volátil. Este artigo aspira lançar luz sobre a relação entre as estruturas político-institucionais na governança climática brasileira. Por se tratar de um setor de extrema relevância econômica e social, o transporte, além de ser um dos principais emissores de CO₂, com alta demanda de energia, também gera pressão na segurança, na saúde e no

comportamento dos usuários. Mesmo com essas variáveis, resultados inconsistentes em políticas públicas são identificados, afetando o tempo e a escala de respostas políticas que possam mitigar e adaptar os impactos do clima. Desse modo, a formulação de políticas e sua efetividade e os principais fatores que influenciam o ambiente político nesse setor, são objetos de investigação desta pesquisa. Parte deste artigo 2 foi aprovado em 12 de julho de 2023 para apresentação no XI Encontro Nacional da ANPPAS, com o título *“O papel da governança climática multinível na mobilidade inteligente e sustentável”*. Área temática: GT 03 – Dimensões sociais e políticas da emergência climática, em coautoria com Leila da Costa Ferreira, Fabiana Barbi Seleguim e Gabriela Marques Di Giulio.

O artigo 3, “Avanços e limites das políticas de mobilidade de baixo carbono na cidade de São Paulo”, tem o objetivo de analisar oportunidades e entraves nos compromissos públicos de descarbonização do setor de transportes e a atuação de atores em diferentes níveis. Para tanto, este artigo enquadra os principais obstáculos para garantir uma mobilidade mais sustentável e o que é necessário para superá-los para além da eficiência energética e a falta de financiamento em um campo em que fatores sociais e comportamentais têm alta incidência na escolha dos modais de transporte, na estratificação social e na cultura associada ao seu uso, com consequências coletivas nos espaços urbanos. O artigo 3 foi submetido ao evento SIS 2023 - Sustentabilidade: integrando Ciência, Tecnologia, Engajamento e Justiça, do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade (PPGSUS) da EACH-USP, que será realizado de 26 a 29 de setembro de 2023. O conteúdo foi revisado e conta com a coautoria de Jurandir Zullo Júnior.

O artigo 4 propõe um modelo de governança climática para cidades inteligentes e sustentáveis. Intitulado “Proposta de modelo de governança multinível para avançar na agenda climática de cidades inteligentes”, traz um modelo de governança que abarque fatores técnicos, institucionais e as dinâmicas de poder entre os públicos de interesse. A proposição busca refletir o panorama contemporâneo da mobilidade sustentável a partir das transformações no campo associadas com inovações tecnológicas que prometem impulsionar baixas emissões de carbono e, ao mesmo tempo, seja socialmente inclusiva. O quadro 2 sintetiza os aspectos estruturais da pesquisa. O artigo 4 está em tradução para o inglês para posterior submissão à revista *Cities*, publicação da Elsevier especializada artigos que abordam aspectos de planejamento urbano e políticas públicas.

Quadro 2. Resumo da estrutura geral da pesquisa

Quadro-resumo da pesquisa			
Problema e hipótese	Objetivos	Quadro teórico de referência	Metodologia e amostra
Problema: Fraca integração de tecnologias de mobilidade inteligentes e de baixo carbono no setor de transportes. Hipótese: A inovação e a tecnologia para mitigar e adaptar os impactos do clima ainda não são suficientes para tornar a mobilidade mais sustentável.	Geral: Explorar estratégias e modelos de governança para integrar tecnologias de mobilidade inteligentes e de baixo carbono no setor de transportes a partir da análise de políticas, tecnologias e infraestruturas necessárias para promover a transição sociotécnica sustentável da mobilidade em cidades inteligentes.	i) Modernização reflexiva e subpolítica Beck (1992, 1995, 1999); Giddens (1991, 2005, 2009); Beck <i>et al.</i> (1997). ii) Mobilidade inteligente e sustentável Hollands (2008); Chourabi <i>et al.</i> (2012); Harrison <i>et al.</i> (2010); Caragliu (2011); Nilssen (2019). iii) Governança climática urbana Bulkeley e Newell (2023); Barbi e Ferreira (2013, 2018); Dewulf <i>et al.</i> (2015); Ferreira (2017, 2018); Newell <i>et al.</i> (2012, 2012); Di Giulio e Ferreira (2013, 2018); Di Giulio (2014). iv) Transição sociotécnica multinível (Geels (2019, 2018, 2012, 2011, 2004); Geels e Schot (2007); Bulkeley <i>et al.</i> (2014); Canitez (2019); Dwyer (2011). v) Comunidades epistêmicas (Haas (1992); Dunlop (2000).	Pesquisa qualitativa e exploratória com estudo de caso único sobre o setor de transporte urbano na cidade de São Paulo. Amostra: 22 gestores dos setores público, privado e de organizações da sociedade civil com atuação direta nas políticas de mobilidade urbana inteligente e sustentável.
Perguntas de pesquisa			Métodos
1) Qual é o papel das tecnologias de mobilidade na agenda climática de mitigação e adaptação na cidade de São Paulo? 2) Quais atores estruturam uma governança de mobilidade inteligente e de baixo carbono e como se articulam com a agenda climática?	Específico: Verificar como essas políticas dialogam nos diferentes níveis e setores e como se articula a rede de atores envolvidos.		· Pesquisa bibliográfica; · Identificação e análise de <i>stakeholders</i> em processos de adaptação às mudanças climáticas (André <i>et al.</i>, 2012) e “bola de neve”; · Entrevistas semiestruturadas; · Análise de Conteúdo (AC); · Uso do software QSR NVivo para codificação do conteúdo extraído das entrevistas; · Uso do programa Canva para elaboração dos gráficos.

Fonte: Autoria própria.

Em atendimento às normas sobre ética em investigações científicas que envolvem seres humanos (Resolução CNS nº 466/12), esta pesquisa contou com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UNICAMP (nº CAAE 12948419.9.0000.8142 – Anexo II). A participação dos 22 entrevistados esteve condicionada à aceitação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B).

ARTIGO 1 – Medidas para descarbonizar o transporte e destravar a mobilidade inteligente

Resumo

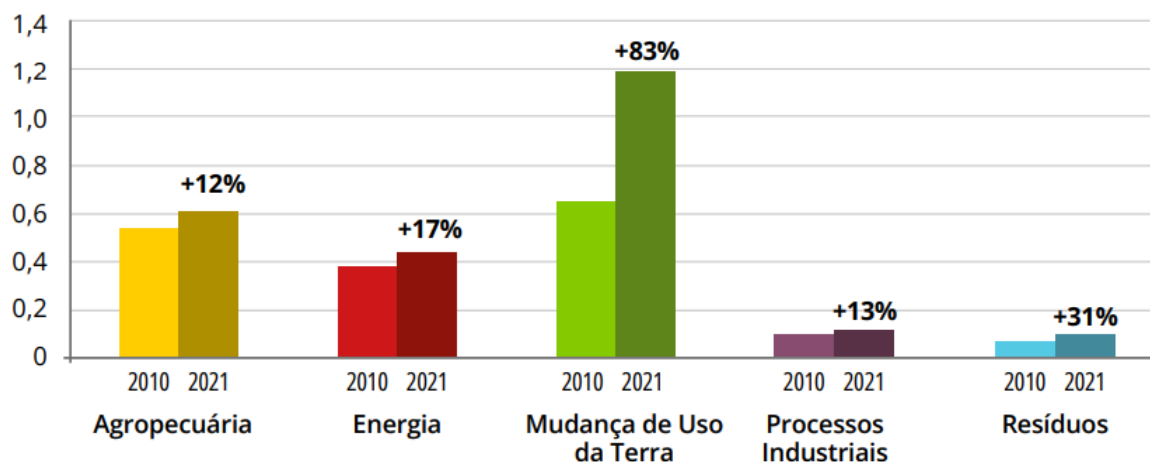
O setor de transportes desempenha um papel relevante nas estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, já que apenas no Brasil é responsável por 65% do consumo de energia. Somente o modal rodoviário responde por cerca de 13% dos 44,5% das emissões de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) do setor, sendo o principal emissor no segmento de energia. Além de planejamento urbano, o potencial de redução de emissões em sistemas de mobilidade requer uma política integrada que combine uma governança multinível e tecnologias de baixo carbono. Cidades mais compactas, energia limpa e integração entre modais, com priorização do transporte público, são algumas das soluções denominadas inteligentes e sustentáveis. A partir de uma revisão teórica, este artigo visa sintetizar a literatura recente sobre mobilidade inteligente e impactos climáticos e compreender as oportunidades e desafios a partir da abordagem de transição sociotécnica multinível. Essa perspectiva é aplicada ao estudo de caso do sistema de mobilidade da cidade de São Paulo para compreender as barreiras e oportunidades para a transição a um transporte de carbono neutro.

Palavras-chave: transição sociotécnica, mobilidade inteligente, transporte urbano, mudanças climáticas, governança multinível.

1. Introdução

Ao longo do século XX, a indústria automobilística se desenvolveu com base na produção de veículos para uso privado movidos a combustíveis fósseis. Como resultado, em 2021 o setor de transportes foi responsável por 64,5% do consumo mundial de petróleo e por 37% das emissões de CO₂ dos setores de uso final, mesmo tendo sido um dos segmentos mais afetados pela pandemia de COVID-19 nesse período (IEAa, 2022). No Brasil, segundo o Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), do Observatório do Clima (OC), as emissões cresceram 40% desde 2010, de 1,7 para 2,3 bilhões de toneladas em 2021 (figura 7), quando o país regulamentou a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Esses resultados devem dificultar o cumprimento das metas de Contribuições Nacionalmente Determinadas¹⁷ (NDC, na sigla em inglês), sendo atualizadas em 2022 para 37% de redução em emissões até 2025, e 43% até 2030.

¹⁷ O Brasil definiu que as NDCs – compromissos voluntários de cada país signatário do Acordo de Paris – serão definidas com base no mais recente Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa com metas progressivas e mais ambiciosas, indicando valores absolutos para as reduções de emissões por meio de planos setoriais de mitigação e adaptação. Fonte: Agência Senado. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/noticias>. Acesso em 13 de março de 2022.

Figura 7. Emissões brasileiras por setor antes e depois da PNMC

Fonte: SEEG (2023).

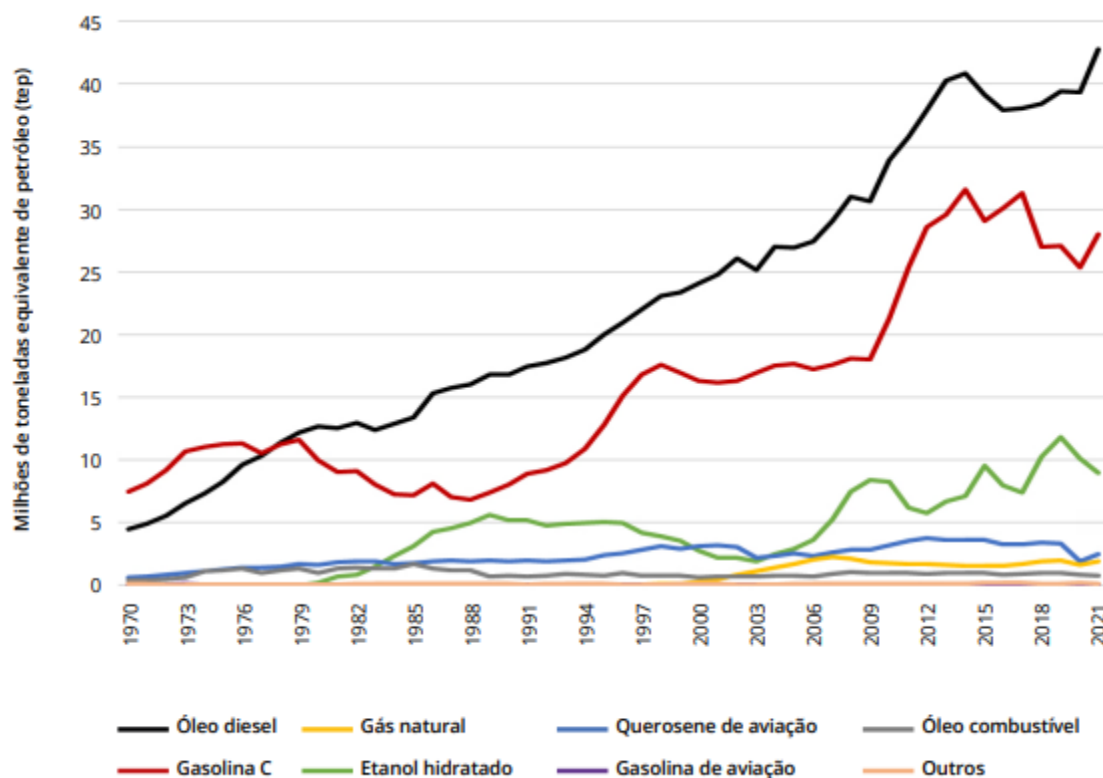
No que diz respeito à mobilidade urbana, a transição para a descarbonização em megacidades em desenvolvimento é ainda mais complexa. Em novembro de 2022 o mundo atingiu a marca de 8 bilhões de habitantes em um momento de múltiplas crises, como a pandemia de COVID-19, que matou mais de 6 milhões de pessoas (UNFPA, 2023). Nesse cenário, os centros urbanos respondem por cerca de 75% do consumo global de energia e por 70% das emissões de GEE¹⁸, mesmo ocupando apenas 2% da massa do globo terrestre. São 4,5 bilhões de pessoas vivendo em cidades, com perspectiva de que até 2050 esse número seja duplicado. Isso significa que até a metade do século mais de 1,6 bilhão de pessoas sofrerão com temperaturas que podem chegar a até 35 °C em perímetros urbanos (ONU, 2021).

Com isso, o deslocamento de mercadorias e passageiros adensados na urbe evidencia o papel da mobilidade no cumprimento das metas globais de emissão e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Em consonância com o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), cujo objetivo é tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, a Conferência do Clima (COP21) em 2015, em Paris, e a Nova Agenda Urbana, aprovada em 2016 na Cúpula Habitat III, no Equador, enfatizaram o papel das cidades na implementação da ação climática local a fim de limitar o aquecimento global a 1,5 °C.

¹⁸ Os GEEs cobertos pelo Protocolo de Kyoto incluem dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF₆), trifluoreto de nitrogênio (NF₃). Fonte: PNUMA (2022).

O Relatório Síntese 2022 da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2022) aponta que o transporte é o setor que mais utiliza energia no Brasil (32,5%). Desse total, 95% correspondem ao modal rodoviário, com quase metade (45,1%) utilizando o óleo diesel como fonte (figura 8).

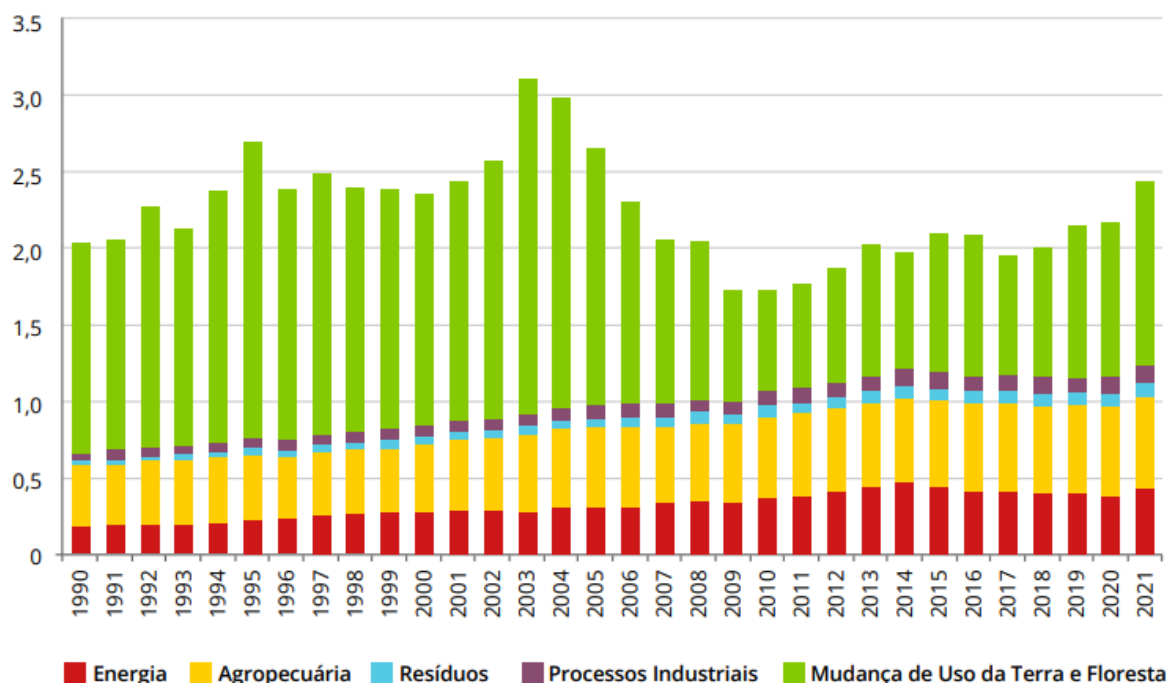
Figura 8. Consumo de combustíveis na atividade de transporte



Fonte: SEEG (2023).

O segmento rodoviário (mercadorias e passageiros) é o mais utilizado no Brasil. Com 110.333 km de extensão, representa 6% do Produto Interno Bruto (PIB) e gera 1,2 milhão de postos de trabalho diretos e indiretos e capacidade instalada de 4,5 milhões de unidades, colocando o país na 8ª posição no *ranking* global de produção automotiva (CNTb, 2022; ANFAVEA, 2023). Somente em 2021, 2 milhões de veículos leves novos foram licenciados no país, 1,1% a mais que em 2020, revelando a pujança desse mercado e a preferência desse modal pelos brasileiros (EPE, 2020). Como consequência, 13% das emissões nacionais são originadas nesse segmento, apresentando crescimento de 5% ao ano (figura 9). A maioria dessa energia é consumida por caminhões pesados e ônibus (55%), seguidos por automóveis (36%).

Figura 9. Emissões de gases de efeito estufa (GEE) do Brasil de 1990 a 2021 (GtCO₂e)



Fonte: SEEG (2023).

Como enfrentamento à alta da demanda de energia para a locomoção de pessoas e mercadorias nas cidades, as organizações internacionais reconhecem cada vez mais o papel da tecnologia no potencial de mitigação e adaptação aos impactos climáticos. O Centro Climático do PNUMA-Copenhague, em colaboração com a Diretoria de Cooperação para o Desenvolvimento da OCDE, identificou as tecnologias climáticas prioritárias, seu nível de maturidade e fluxos financeiros necessários para sua transferência no relatório *Technology Transfer for Climate Mitigation and Adaptation*¹⁹. Complementarmente, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) lançou o *The Climate Technology Progress Report 2022*, com foco no desenvolvimento e progresso de tecnologias para a ação climática numa perspectiva local e global. No Brasil, o PNUMA se uniu ao Ministério da Ciência,

¹⁹ O Relatório Especial do IPCC sobre Questões Metodológicas e Tecnológicas sobre Transferência de Tecnologia (SRTT) refere-se ao termo “transferência de tecnologia” como um conjunto de processos que cobrem os fluxos de experiência e equipamentos para mitigar e se adaptar às mudanças climáticas, não apenas conhecimento patentado, mas difusão e cooperação tecnológica entre e dentro dos países e o processo de aprendizagem, uso e replicação da tecnologia. Disponível em https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch2s2-7-3.html.

Tecnologia e Inovação (MCTI) em 2021 para lançar o primeiro *Relatório de Avaliação de Necessidades Tecnológicas para Implementação de Planos de Ação Climática no Brasil*,²⁰ dividido por setores. Em comum, esses relatórios enfatizam as necessidades de tecnologia climática nos países em desenvolvimento:

“Todas as Partes [...] deverão: (c) Promover e cooperar no desenvolvimento, aplicação e difusão, incluindo a transferência de tecnologias... que controlam, reduzem ou previnem as emissões antrópicas de gases de efeito estufa [...]” – Artigo 4, parágrafo 1.

“As Partes de países desenvolvidos devem tomar todas as medidas possíveis para promover, facilitar e financiar, conforme apropriado, a transferência ou acesso a tecnologias e *know-how* ambientalmente saudáveis a outras Partes, particularmente Partes de países em desenvolvimento, para que possam implementar as disposições da Convenção [...]” – Artigo 4, parágrafo 5 (UNFCCC, 2022).

Sobre os impactos da tecnologia na sociedade, as Ciências Sociais têm-se concentrado no desenvolvimento, na difusão e, principalmente, nas consequências de tecnologias específicas, como a máquina a vapor (Revolução Industrial) ou o computador (Revolução Digital). Mas uma característica importante da tecnologia moderna é a existência de grandes e complexos sistemas (redes sociotécnicas) espacialmente estendidos e funcionalmente integrados, como o sistema de mobilidade, que tiveram um papel central no processo de industrialização e desenvolvimento econômico, contribuindo para uma mudança significativa no comportamento e estilo de vida da sociedade. Para além dos benefícios, esses sistemas geram externalidades negativas que influenciaram o campo de pesquisa no qual os cientistas sociais passaram a analisar seu funcionamento e evolução (HUGHES, 1987).

Mas, no mundo contemporâneo, a tecnologia tornou-se um componente transversal da vida moderna, influenciando todas as práticas sociais, do trabalho aos relacionamentos interpessoais, da educação à saúde. A catástrofe climática não fica imune a essa influência, dada a desinformação impulsionada pela tecnologia. Seis entre sete pessoas em todo o mundo se dizem inseguras em relação ao futuro (UNEP, 2022), sugestionadas por notícias sombrias sobre as mudanças climáticas veiculadas pelas redes sociais e aplicativos de mensagens, enquanto o negacionismo climático pode ser usado como justificativa para a inação e a deslegitimação do conhecimento científico sobre o tema (NICHI, 2021).

Numa perspectiva interdisciplinar, compreender a dinâmica institucional e política associada ao processo de descarbonização do transporte por meio de tecnologias climáticas

²⁰ Disponível em: <https://repositorio.mcti.gov.br/handle/mctic/4973>.

requer uma análise mais acurada do melhor caminho para as mudanças serem estruturais e sistêmicas (KERN, 2012; BANISTER, 2008). Por exemplo: mesmo com um alto impacto socioambiental, um carro médio fica sem uso por mais de 90% do tempo, carrega em média uma pessoa e ocupa 15m² do espaço urbano, além do alto custo de manutenção e impostos, e ainda é um modal que atrai a maioria dos usuários de transporte pela percepção de *status* e comodidade (BONDOROVÁ; ARCHER, 2017).

Com base em aspectos sociais, econômicos e políticos, somados ao potencial de mitigação e adaptação climática com a introdução de novas tecnologias no setor de transportes, este artigo investiga os elementos e condições favoráveis para a regulamentação, investimento e adoção de políticas fundamentadas nos cenários de emissão de carbono no Brasil. O objetivo é sintetizar a literatura recente sobre mobilidade inteligente e mudanças climáticas e compreender as oportunidades e desafios dessa abordagem para o enfrentamento aos impactos climáticos no transporte urbano de passageiros. Para tanto, o enfoque será dado a soluções que se enquadrem na abordagem “evitar-mudar-melhorar” (DALKMANN; BRANNIGAN, 2007), sendo:

- Evitar: redução de viagens por meio do gerenciamento da demanda e do planejamento urbano e tecnologias de automação e de dados que permitam evitar viagens;
- Mudar: medidas que estimulem modais coletivos e mais eficientes, como o transporte público e o deslocamento a pé ou de bicicleta;
- Melhorar: uso de combustíveis e veículos mais eficientes ou sua eletrificação.

1.1. Estratégias de adaptação e mitigação no transporte

Efeitos decorrentes de eventos climáticos, como alagamentos e inundações, elevação ou queda de temperatura, ventos, chuvas e deslizamentos, além da maior propensão a mortes e acidentes, tendem a ser um desafio maior nas cidades, onde está concentrada 61% da população (124,1 milhões de pessoas) de mais de 203 milhões de brasileiros (IBGE, 2022).

Dificuldades no deslocamento de passageiros e no escoamento de produtos, somadas à instabilidade em serviços de sinalização, equipamentos e instalações de trânsito, prejudicam o sistema logístico, com alto impacto nas atividades econômicas (quadro 3). Adicionalmente, os custos para a recuperação da infraestrutura danificada oneram e atrasam o financiamento de soluções climáticas.

Quadro 3. Impactos potenciais do clima sobre a infraestrutura e mobilidade urbana

Impactos climáticos	Impactos na infraestrutura	Impactos na mobilidade
<i>Aumento de temperatura</i>	Deterioração e deformação de pavimentos e trilhos, pontes e viadutos; Instabilidade de taludes; Superaquecimento e sobrecarga de equipamentos.	
<i>Aumento da precipitação e de eventos extremos</i>	Danos à infraestrutura; Danos em equipamentos e sistemas elétricos; Deterioração de estruturas; Deslizamentos; Quedas de árvores; Queda de sinalização e controle; Sobrecarga de sistemas de drenagem; Redução de visibilidade e aderência de veículos; Restrições à navegabilidade.	Redução da segurança e/ou de desempenho dos modos de transporte; Redução do conforto de passageiros, pedestres e ciclistas; Aumento do tempo de viagem; Bloqueio de vias; Restrições na logística de produtos e serviços; Aumento de custos operacionais; Redução da participação de modos de transporte coletivo e não motorizado.
<i>Elevação e sobre-elevação do nível do mar</i>	Danos à infraestrutura; Erosão e corrosão de estruturas e materiais; Danos a camadas de suporte das vias.	
<i>Redução da precipitação</i>	Restrições à navegabilidade.	

Fonte: Adaptado do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (2016) e BRASIL 2040: cenários e alternativas de adaptação à mudança do clima (2015).

Quanto à capacidade adaptativa no setor de transportes, a diversificação dos modais, a qualidade do sistema de transporte, o planejamento viário e de uso e ocupação do solo são algumas das medidas de adaptação mais reconhecidas. Soluções técnicas que minimizem os impactos de eventos extremos, como sistemas de alerta meteorológicos e alternativas de rotas, também se configuram como adaptativas, assim como a qualificação do transporte coletivo e modais não motorizados como alternativas de deslocamento (LAH, 2019). O autor pontua que essas medidas, isoladamente, são insuficientes para a transição a

uma mobilidade de baixo carbono e que são necessárias políticas que incluam impostos sobre combustíveis e veículos integrados ao planejamento urbano compacto. Além disso, investimentos vultosos em infraestrutura de transporte, em geral, têm prazos de validade mais curtos e, dado o rápido avanço dos impactos climáticos, podem ser pouco resilientes (KOETSE; RIETVELD, 2012).

A Declaração de Bogotá para um Transporte Sustentável (BOGOTA, 2011), da qual o Brasil é um dos países signatários, adota a abordagem “evitar-mudar-melhorar” para alinhar o transporte aos Princípios do Desenvolvimento Sustentável e implica soluções similares ao do *Working Group on Sustainable Urban Transport* (WGSUT): evitar viagens ineficientes ou desnecessárias, mudar o modal de transporte para opções menos poluentes e gerar soluções de transporte de baixo carbono por meio de melhorias em tecnologia, regulação, operação e infraestrutura para tornar a oferta mais ambientalmente eficiente.

1.2. Cidade e mobilidade inteligentes

Embora a definição e a conceituação de cidades inteligentes tenham surgido na década de 1990, a literatura científica não traz um consenso (NEIROTTI *et al.*, 2014). No entanto, reduzir a ideia de inteligente (ou *smart*²¹) a ferramentas tecnológicas não traduz o potencial desse modelo de urbanidade em iniciativas sustentáveis e socialmente inclusivas. Ainda assim, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) representam o alicerce de uma cidade inteligente (CARAGLIU; DEL BO, 2019; KITCHIN, 2015; BATTY *et al.*, 2012; NAM; PARDO, 2011). As TICs possibilitaram, inclusive, que o mundo se estruturasse como uma sociedade em rede, na qual os fenômenos econômicos e sociais acontecem de forma quase instantânea (CASTELLS, 2007). Um exemplo recente dessa revolução digital foi a pandemia de COVID-19, que acelerou novos hábitos, como o trabalho remoto (teletrabalho ou *home office*) e a flexibilização do horário de trabalho, principal motivo dos deslocamentos cotidianos, configurando também uma mudança de paradigma possibilitada pela tecnologia.

Ainda assim, a integração tecnológica com aspectos socioambientais só foi aprofundada a partir de Giffinger *et al.* (2007), que amplificou as características de uma cidade inteligente a partir de seis enfoques: i) economia inteligente, ii) pessoas inteligentes, iii) governança inteligente, iv) mobilidade, v) ambiente inteligente e vi) vida inteligente

²¹ A expressão *smart city* surgiu nos anos 90 pela IBM, quando passava por um período de crise com a chegada de novas empresas de tecnologia, como Microsoft e Apple. A empresa observou no crescimento das cidades potencial para novos negócios e inovações. Fonte: Söderström *et al.* (2014).

(quadro 4). Os autores apontam, ainda, a necessidade de um transporte acessível e sustentável, bem como o uso equilibrado dos recursos naturais nesse setor.

Bai *et al.* (2018) definem as cidades inteligentes e as TICs como um novo e importante conceito entre as prioridades para enfrentar os impactos do clima e o aquecimento global nas cidades. Entre as tecnologias disruptivas, os autores citam o controle digital de recursos, como energia, água e transporte, para evitar que os riscos climáticos atinjam esses sistemas simultaneamente. Por exemplo, interrupções concomitantes levam à escassez de alimentos, dinheiro e combustíveis, como aconteceu em Nova York após o furacão Sandy, em 2012. Materiais como cimentos, que absorvem CO₂ – a produção de cimento é a terceira maior fonte de emissões na indústria (5,6%), depois da queima de combustíveis fósseis e de mudanças no uso da terra –, podem ser soluções sustentáveis e de baixo custo (BAI *et al.*, 2018).

Quadro 4. As seis dimensões que caracterizam uma cidade inteligente

Dimensão	Características
Economia inteligente (competitividade)	Espírito inovador; Empreendedorismo; Imagem econômica e marca; Produtividade; Mercado de trabalho flexível; Inserção internacional; Habilidade de transformar.
Pessoas inteligentes (capital humano e social)	Nível de qualificação; Afinidade com “ <i>life long learning</i> ”; Diversidade étnica e social; Flexibilidade; Criatividade; Espírito cosmopolita e “mente aberta”; Participação na vida pública.
Governança inteligente (participação)	Participação nas tomadas de decisão; Serviços públicos e sociais; Transparência; Estratégias e perspectivas políticas.
Mobilidade inteligente (transporte e TIC)	Acessibilidade local; Acessibilidade internacional; Infraestrutura de TIC disponível; Sistemas de transporte seguros, sustentáveis e inovadores.
Meio ambiente inteligente (recursos naturais)	Atratividade dos recursos naturais; Condições;

	Poluição; Proteção ao meio ambiente; Gestão sustentável.
Estilo de vida inteligente (qualidade de vida)	Serviços culturais; Condições de saúde; Segurança individual; Qualidade habitacional; Serviços de educação; Atratividade turística; Coesão social.

Fonte: Traduzido e adaptado de Giffinger *et al.* (2007).

No desenvolvimento dessa concepção, outros autores destacaram o papel da colaboração entre os atores públicos e privados para incentivar inovações em cidades inteligentes (AHVENNIEMI *et al.*, 2017) e a participação da sociedade civil nas tomadas de decisão (DEAKIN; AL WAER, 2011), com uma visão mais centrada nas pessoas com a tecnologia como suporte para melhorar a qualidade de vida nas cidades (NEIROTTI *et al.*, 2014; ANGELIDOU, 2015).

Tornar, construir ou adequar cidades inteligentes parece ser um caminho natural para os grandes centros urbanos. Inserir a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) na construção de um ambiente urbano com serviços e infraestrutura mais eficientes requer uma transição sociotécnica (ST). Broto e Bulkeley (2013) apontam a experimentação como uma tendência global na governança climática urbana nesse paradigma social, na qual governos municipais formulam intervenções, processos e instrumentos que ajudam a acelerar a ação climática em nível local. Complementarmente, Geels *et al.* (2016) argumentam que a transformação pode ocorrer quando os atores alteram a direção estratégica para abarcar uma mudança, dependendo de elementos organizacionais reajustados a partir de hábitos, crenças e valores subjacentes. Aqui, transformação é interpretada como um conjunto de processos por meio dos quais os regimes existentes são gradualmente modificados em termos de tecnologias, instituições e cultura.

A Carta Brasileira para Cidades Inteligentes²² é uma iniciativa da Coordenação-Geral de Apoio à Gestão Regional e Urbana da SMDRU/MDR para definir um conceito de “cidades inteligentes” para o Brasil e uma agenda para a transformação digital das cidades brasileiras de forma sustentável. O documento foi escrito de forma colaborativa com o apoio

²² Disponível em <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-urbano/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes/CartaBrasileiraparaCidadesInteligentes2.pdf>. Acesso em 12 de maio de 2021.

da Agência de Cooperação Alemã GIZ e em parceria com o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), com o Ministério das Comunicações (MCom), além de 126 instituições públicas e privadas envolvidas com políticas públicas de desenvolvimento territorial, tecnológico e ambiental, chegando à seguinte definição:

“Cidades inteligentes são cidades comprometidas com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentáveis, em seus aspectos econômico, ambiental e sociocultural, que atuam de forma planejada, inovadora, inclusiva e em rede, promovem o letramento digital, a governança e a gestão colaborativas e utilizam tecnologias para solucionar problemas concretos, criar oportunidades, oferecer serviços com eficiência, reduzir desigualdades, aumentar a resiliência e melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas, garantindo o uso seguro e responsável de dados e das tecnologias da informação e comunicação.”

Um dos problemas mais discutidos em cidades inteligentes diz respeito à mobilidade inteligente (*smart mobility*), que já está mudando o sistema de transporte com iniciativas como eletrificação, conectividade, compartilhamento de viagens e autonomia de veículos. Mas esse campo de estudo é permeado por controvérsias. Obringer e Nategui (2021), por exemplo, em um artigo de revisão do conceito de cidades inteligentes no Antropoceno²³, apontam os desafios associados à pegada ambiental das tecnologias inteligentes, como o aumento do uso de energia e da geração de lixo eletrônico, como baterias. Ainda assim, a maioria das pesquisas conclui que a tecnologia é benéfica para o processo de reduzir as emissões de carbono no setor (LAH, 2017; BONDOROVÁ; ARCHER, 2017; NAKAMURA; HAYASHI, 2013).

1.3. Tecnologias de descarbonização no transporte

1.3.1. Compartilhamento de viagens

No eixo de sistemas compartilhados, Uber e 99 são as marcas mais conhecidas pelos brasileiros e operam sistemas chamados de redes de transporte porta a porta. Fulton *et al.* (2017) concluíram que a frota global de automóveis poderia ser reduzida em um terço se o compartilhamento fosse amplamente adotado.

Alguns autores questionaram a efetividade dessa redução, já que o compartilhamento está diretamente associado ao aumento do uso do carro privado e compartilhado, além de reduzir o impacto de fabricação e estacionamentos, mas é

²³ O termo “Antropoceno” foi proposto por Paul Crutzen e Eugene Stoermer para definir a era geológica que sucederia o Holoceno. Uma de suas premissas seria a de que o ser humano teria se tornado uma força geológica e teria papel decisivo nas mudanças climáticas já em curso (Crutzen e Stoermer, 2000).

imprescindível integrar esse recurso de mobilidade a um modelo multimodal de transporte sustentável (BAI *et al.*, 2018; BONDOROVÁ; ARCHER, 2017).

1.3.2. Veículos elétricos e autônomos

As vendas de carros elétricos dobraram em 2021 para um novo recorde, de 6,6 milhões (IEAb, 2022). Mas o futuro deste mercado depende da diversificação de baterias e suprimentos minerais, como lítio, cobalto, grafite e níquel, para reduzir os riscos de gargalos e o aumento de preços. Embora seja boa a perspectiva internacional, a eletrificação da frota no Brasil encontra desafios. A oferta de infraestrutura para carregamento das baterias nas cidades e nas residências e a comercialização da energia elétrica necessária para o abastecimento dos veículos representam barreiras para a sua implementação em escala.

A vocação brasileira para o etanol é a maior justificativa dos que defendem a postergação da entrada do veículo elétrico no Brasil, e alguns órgãos do setor começam a apoiar a ideia de desenvolvimento da tecnologia híbrida *flex*, que associaria o motor elétrico ao motor *flex*, possibilitando o aproveitamento da infraestrutura da indústria sucroalcooleira já instalada em território nacional.

Um relatório da McKinsey e Bloomberg New Energy Finance sustenta uma visão integrada para o futuro da mobilidade que aponta para três eixos de inovação: compartilhamento, eletrificação e autônomos, e prevê que as mudanças deverão ocorrer em nível local, nos grandes centros urbanos (BOUTON *et al.*, 2017). Em linha com essa tendência, as principais montadoras tradicionais já contam com projetos de veículos autônomos e elétricos. O principal obstáculo na eletrificação diz respeito à matriz energética dos países que produzem as baterias e seu descarte, já que sua reciclagem é complexa e requer tecnologia específica.

Veículos autônomos têm potencial de redução de até 94% das emissões de GEE por quilômetro até 2030, em comparação com veículos convencionais movidos a combustão (LAH, 2019). Eles também geram repercussão por registros de acidentes fatais ocorridos nos últimos anos e requerem um processamento intensivo de dados de múltiplos sensores em tempo real para a execução de tarefas de percepção do ambiente externo, e encarecendo esse tipo de solução.

Ainda assim, o futuro para esse mercado no Brasil é visto com otimismo com a chegada das empresas chinesas BYD, que anunciou investimento²⁴ de R\$ 3 bilhões em três fábricas na Bahia para lançar o primeiro carro 100% elétrico produzido no país, e TEVX Higer, montadora de ônibus e caminhões elétricos, que terá duas fábricas no país²⁵. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) também vai disponibilizar R\$ 200 milhões para infraestrutura e mobilidade sustentável,²⁶ no âmbito do programa Rota 2030, criado pelo Governo Federal em 2018 para apoiar a produção de carros híbridos, ônibus elétricos e produtos relacionados.

1.3.3. Energia renovável

Os resultados históricos demonstram que a participação de energia renovável na atividade de transporte de passageiros (automóveis e comerciais leves) no Brasil é significativa, sendo o país pioneiro no uso de cana-de-açúcar para a produção de combustível. Quanto ao biodiesel, o país tem 59 usinas, com capacidade instalada de produção de 13,8 bilhões de litros anuais. A principal matéria-prima do biodiesel produzido no Brasil é o óleo de soja (70%), seguido por gordura animal (20%) e óleo de cozinha reciclado, e sazonalmente óleos de dendê (palma) e de algodão (10%) (EPE, 2020).

As emissões evitadas pelo uso de etanol de primeira geração, biodiesel e bioeletricidade de cana-de-açúcar em 2021 foram de 47,9 MtCO₂e, 19,0 MtCO₂e e 4,3 MtCO₂e, respectivamente, somando 71,2 MtCO₂e. Quanto ao biogás, destaca-se que sua capacidade instalada em geração distribuída alcançou 43 MW, tendo como insumo resíduos agroindustriais, de animais e urbanos. Ademais, sua participação na oferta interna de energia (0,12%) apresentou crescimento de 22% ao ano no último quinquênio.

Em 2021, a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) concluiu o seu primeiro ciclo completo de operacionalização em mercado organizado. Até dezembro de 2021, 272 unidades produtoras estavam certificadas, sendo a maioria de etanol. Por intermédio da Resolução CNPE nº 17, de outubro de 2021, definiu metas compulsórias anuais de redução de emissões de GEE para a comercialização de combustíveis. A aprovação do governo para o aumento da mistura de biodiesel no diesel de origem fóssil (de 10% para 12%, em 2023), com previsão de chegar a 15% em 2026, faz parte de um programa que estabelece

²⁴Disponível em <https://www.capitalreset.com/byd-sera-primeira-a-fabricar-carro-eletrico-no-brasil>.

²⁵Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/colunas/eduardosodre/2023/07/fabricante-chinesa-de-onibus-eletricos-confirma-segunda-fabrica-no-brasil.shtml>.

²⁶Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/colunas/painel/2023/07/bndes-disponibiliza-r-200-milhoes-para-cadeia-de-carros-hibridos-e-onibus-eletricos.shtml>.

metas obrigatórias para uma redução das emissões. Como resultado, o país deve deixar de importar e queimar 1 bilhão de litros em 2023, chegando a até 4 bilhões em 2026 (EPE, 2020), a fim de alcançar a meta definida pela RenovaBio²⁷. Mas essa solução também envolve controvérsias em relação à matéria-prima, que requer muita água no cultivo de suas plantações e, além disso, as monoculturas empobrecem o solo.

Na cidade de São Paulo, a Lei de Mudanças Climáticas de 2009 determinava que toda a frota de ônibus fosse renovada para ser movida a energia limpa até 2018, mas pela justificativa de que hoje somente 1% atende à legislação, essa determinação foi dispensada e existe um novo projeto de lei no Legislativo alterando o prazo para a implementação gradual até 2037 (NICHI; ZULLO, 2021). São 13.945 coletivos, considerando os veículos em operação e de reserva, para transportar uma média de 7 milhões de passageiros por dia útil (SPTRANS, 2021).

1.4. Transição para uma mobilidade inteligente e sustentável em sistemas sociotécnicos

Problemas como as mudanças climáticas não podem ser resolvidos por melhorias incrementais, mas requerem alterações sistêmicas, também denominadas transições sustentáveis, que englobam modificações nos padrões de produção e consumo relacionados aos setores de energia e transportes (MARKARD *et al.*, 2012).

Essas alterações implicam a evolução de estruturas estáveis atreladas a fatores políticos, econômicos, sociais, culturais, mercadológicos e técnicos, e configuram sistemas sociotécnicos. Estilos de vida, regulamentos e arranjos institucionais estabilizam esses sistemas em regimes que podem levar décadas para se consolidarem por seu caráter não linear, aberto, e revelam o caráter multidimensional dos processos de transição sustentável (STRN, 2019; MARKARD *et al.*, 2012; DWYER, 2011; HUGHES, 1989).

Entre as principais dimensões da transição sociotécnica estão as agências e políticas, a governança e a participação da sociedade civil. Para além dos enfoques analíticos associados à inovação tecnológica como tema central de análise, são considerados aspectos institucionais e aqueles relacionados aos atores do sistema (MARKARD *et al.*, 2012; RIP; KEMP, 1998). A perspectiva multinível em sistemas sociotécnicos compreende a inovação como um processo moldado por contextos sociais mais amplos, em que regras e instituições

²⁷ RenovaBio é uma iniciativa do Ministério de Minas e Energia (MME), lançada em dezembro de 2016, que visa expandir a produção de biocombustíveis, fundamentada na previsibilidade e sustentabilidade ambiental, econômica e social. É guiada por três eixos estratégicos: 1) Metas de Descarbonização, 2) Certificação da Produção de Biocombustíveis e 3) Crédito de Descarbonização (CBIO).

configuram estruturas que são tanto o contexto quanto o resultado das ações dos atores, incluindo níveis de governo (GEELS, 2019; GEELS; SCHOT, 2007). Essa análise também é estratégica para gestores públicos em processos de transição que aglutinam diversos grupos sociais (empresas, usuários e organizações da sociedade civil), com preferências, estratégias e recursos distintos na formulação da agência, como a criação de sentido, aprendizados, colaboração, competição, investimentos e compra, em estruturas sociais conformadas por regras e instituições (GEELS, 2019).

Assim, para compreender de que forma a transição tecnológica converge com a governança climática pública, este artigo trabalha com o conceito de governança sociotécnica complementada pelo conceito de governança multinível convergente a soluções multiescalares para problemas complexos, como as mudanças climáticas, e que, por isso, deve ser administrada nos diversos níveis de governo com impactos transversais (DEWULF *et al.*, 2015; NEWELL *et al.*, 2012).

Sob a perspectiva multinível, Geels (2019) comenta que as disrupções surgem em nichos (desenvolvimentos exógenos que influenciam o regime vigente), regimes sociotécnicos (estruturação institucional de sistemas por meio de processos de aprendizagem e apoio de grupos de poder) ou paisagem sociotécnica (desenvolvimentos exógenos que influenciam a dinâmica de nicho e regime criando janelas de oportunidade para inovações). Nichos de mercado, por exemplo, funcionam como laboratórios onde os usuários têm demandas especiais e estão dispostos a apoiar inovações emergentes. As cidades também podem caracterizar laboratórios, segundo Broto e Bulkeley (2013), que as denominam “experimentos de mudanças climáticas” imaginados por (ou em nome de) uma comunidade urbana para testar intervenções técnicas e sociais voltadas à mitigação e adaptação aos impactos do clima. Ou ainda, laboratórios vivos urbanos (*Urban Living Labs*), como espaços de experimentação para o planejamento das cidades (NICHI; CORTESE, 2022).

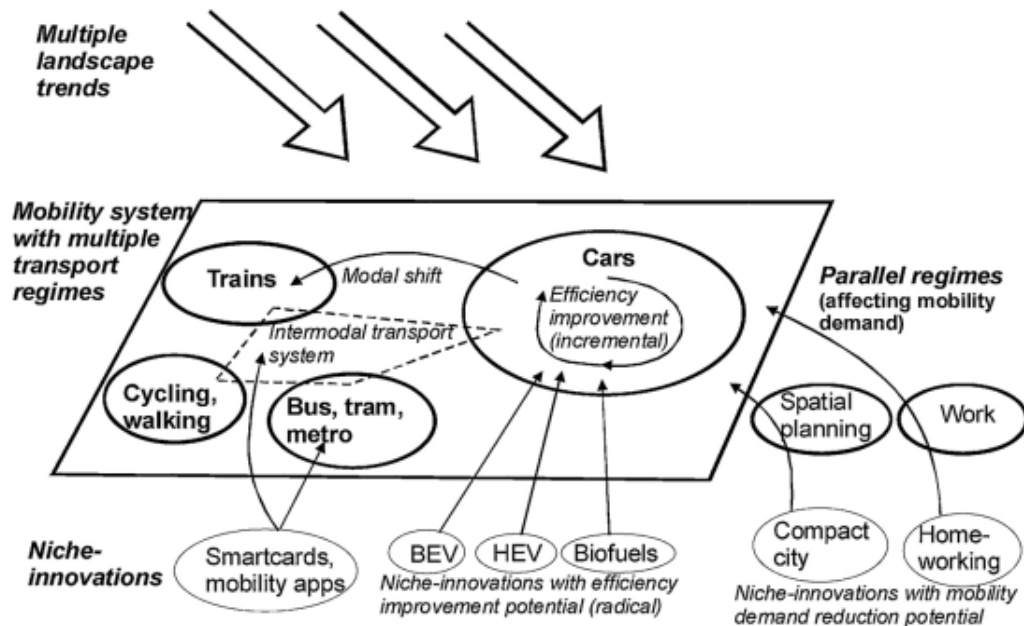
Esse processo pode ser guiado por três caminhos, conforme Geels (2011): i) articulação de expectativas e visões para atrair atenção e financiamento de atores externos, ii) construção de redes para ampliar a base de atores e recursos e iii) processos de aprendizagem e articulação que englobam demandas do mercado, preferência dos usuários, infraestrutura, modelos de negócio, políticas públicas e representações simbólicas, como cultura e crenças. O autor destaca, ainda, que a participação de atores com poder político ou socioeconômico ajuda a legitimar as inovações. Por fim, a soma do conjunto de regras que orientam os grupos são

meio e resultado da ação de atores que compartilham práticas, capacidades, modos de vida e valores que configuram arranjos institucionais e regulatórios (GIDDENS, 1984).

Como um sistema de mobilidade urbana também é constituído pela interrelação entre os processos técnicos e sociais, a transição para um futuro de mobilidade urbana sustentável pode ser conceituada como um sistema sociotécnico (CANITEZ, 2019; NYKVIST; WHITMARSH, 2008). Neste contexto, a análise incorpora as regras e instituições que permitem e restringem os atores que impulsionam inovações. Marletto (2014) é um dos autores que abordam a mobilidade urbana e o transporte de uma perspectiva da teoria da transição sociotécnica para comprovar que o futuro da mobilidade urbana depende da participação de atores que apoiam sistemas de transporte alternativos.

A análise dos resultados deste artigo segue a premissa de Geels (2014), que sugere uma distinção analítica entre sistema sociotécnico, atores e instituições/regras para adaptar o mapa sociotécnico do sistema de mobilidade urbana de São Paulo a fim de representar o posicionamento dos atores (figura 10).

Figura 10. Perspectiva multinível adaptada ao sistema de mobilidade de passageiros



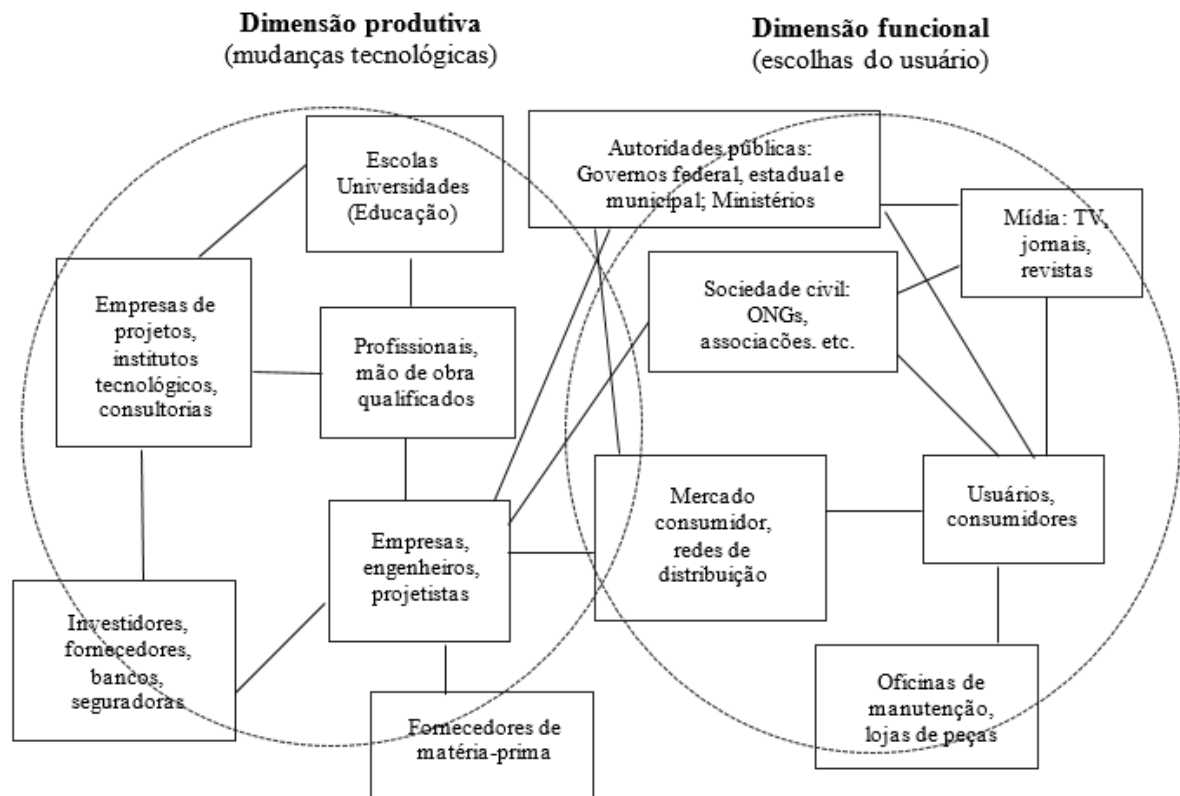
Fonte: Geels (2014).

Uma transição sociotécnica, assim como a governança ambiental climática, requer uma atuação multiescala, multiator e multinível. A governança multiescala refere-se às diferentes escalas do problema de adaptação às mudanças climáticas, responsabilidades nos

diferentes níveis de governança, e em como lidar com a tensão entre escala e adaptação (BARBIERI; FERREIRA, 2018; DEWULF *et al.*, 2015; NEWELL *et al.*, 2012). Com relação às mudanças tecnológicas, regulamentos e políticas, infraestrutura viária, uso de TIC, mercados e práticas de usuários, indústria e redes de estrutura e manutenção, e até as visões de mundo dos atores, bem como as instituições que moldam essas visões, são igualmente relevantes (CANITEZ, 2019; BANISTER, 2008).

Vale mencionar que a referência a múltiplos atores diz respeito não somente à esfera pública, mas a empresas, cientistas, mídia, sociedade civil e ONGs (figura 11), sendo todos eles fundamentais na condução da governança ambiental, por vezes atuando em rede, por meio de parcerias e coalizões (DEWULF *et al.*, 2015; GEELS, 2014).

Figura 11. Grupos sociais que compõem um sistema sociotécnico multinível



Fonte: Traduzido e adaptado de Geels (2004).

Experimentos em mudanças climáticas são sociotécnicos porque tentam mudar, intencionalmente, os arranjos materiais, culturas, normas e convenções que determinam as

emissões de GEE e as vulnerabilidades climáticas na cidade (BULKELEY *et al.*, 2011). Desta forma, a perspectiva de transição sociotécnica multinível apresenta um arcabouço conceitual fecundo para compreender o processo de adoção de novas tecnologias permeadas por aspectos políticos, econômicos, sociais e culturais e atores heterogêneos com interesses particulares em todos os níveis (GEELS, 2014).

2. Métodos de pesquisa

Por meio de uma abordagem qualitativa, este estudo faz uma revisão teórica a partir de dados secundários baseados nas principais fontes de informações macroeconômicas de organizações públicas brasileiras e internacionais sobre o setor de transportes e clima. O foco da revisão foi a natureza do processo de desenvolvimento e gestão de mobilidade em cidades inteligentes e seus efeitos associados à mitigação e adaptação aos impactos climáticos.

Para explorar empiricamente o potencial dessa abordagem, foram analisados características e histórico da transição de baixo carbono na mobilidade de passageiros da cidade de São Paulo a partir da dinâmica do regime sociotécnico e seus atores (empresas, governo e sociedade civil).

Os principais argumentos teóricos foram aplicados com base em três objetivos:

- 1) identificar as características de tecnologias de transporte urbano de passageiros que visam mitigar e adaptar a emissão de CO₂;
- 2) detectar quais atores e instituições estão envolvidos nessa dinâmica no âmbito do estudo de caso da cidade de São Paulo;
- 3) compreender a interseção dessas tecnologias na transição sustentável do sistema sociotécnico de mobilidade.

3. Resultados e discussão

Estudo de caso: os desafios da mobilidade urbana em São Paulo

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é uma das maiores aglomerações urbanas do mundo, composta por 39 municípios e mais de 20 milhões de habitantes, concentrados em uma área urbanizada superior a 2.200 km². Devido à sua extensão e densidade, a região padece de consequências negativas inerentes ao uso intensivo do transporte motorizado: poluição, congestionamentos, intervenções viárias, acidentes e mortes.

A maior participação de viagens com duração de mais de 60 minutos está no transporte coletivo, totalizando aproximadamente 6.054 mil viagens. Somente na cidade de São Paulo, entre 2010 e 2022, a frota de automóveis leves aumentou de 5 milhões para mais de 9 milhões (IBGE, 2022), representando cerca de 7,4 veículos para cada 10 habitantes paulistanos (CET, 2018). Em todo o país, a frota chegou a 60,4 milhões de automóveis em 2022 (MI, 2023). Esse crescimento é contínuo e, entre 2008 e 2018, a taxa de motorização no Brasil passou de 19,6 automóveis para cada 100 habitantes para 29,7 em 2018 (figura 12).

Figura 12. Série histórica de aumento da frota de automóveis no Brasil (2008-2018)



Fonte: Observatório das Metrôpoles com dados do Denatran (2019).

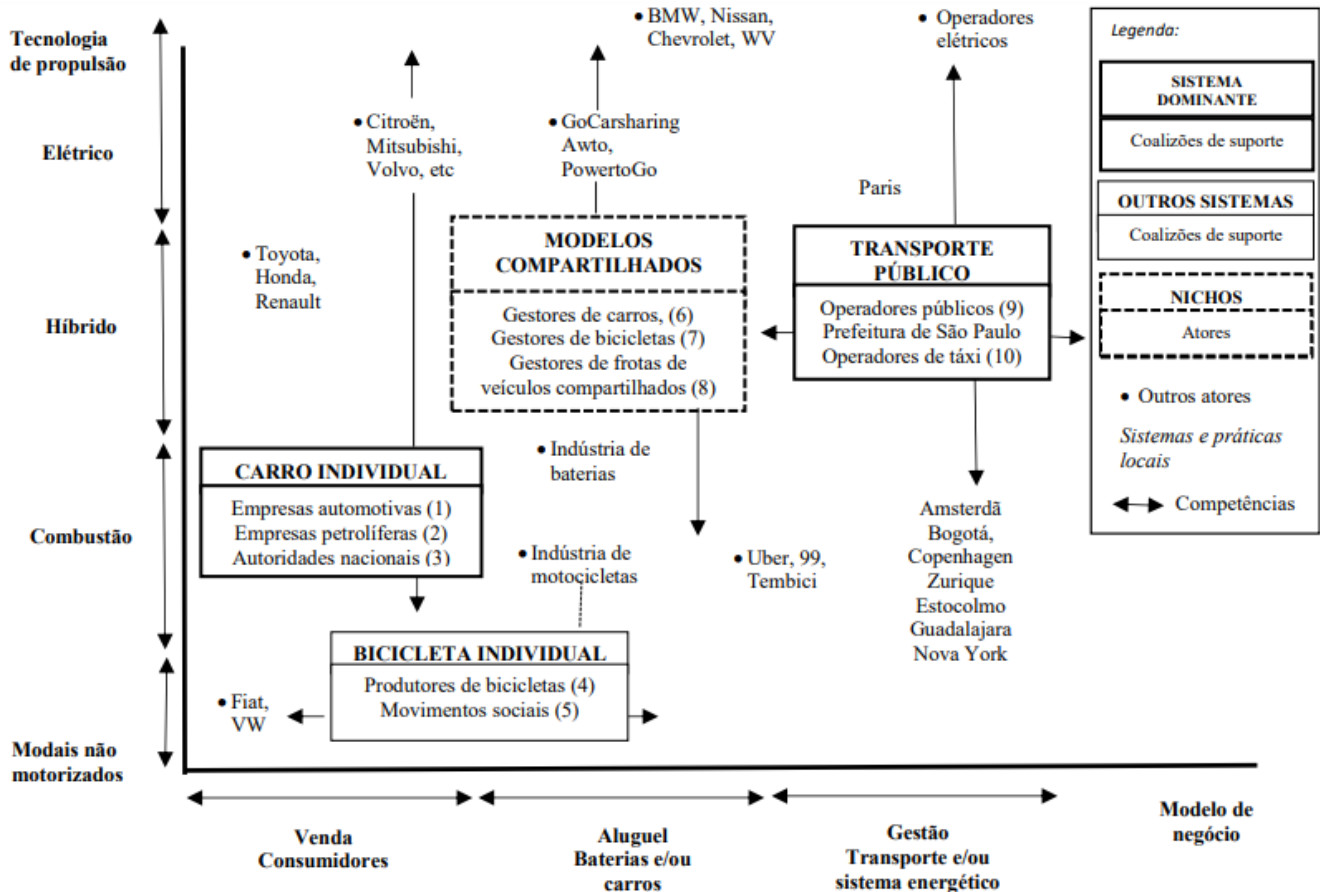
A discrepância entre o número de viagens nos modais coletivo e individual traduz o desequilíbrio territorial que reforça as desigualdades sociais ao “empurrar” os mais pobres para as franjas da cidade. Aqueles com menor renda, em sua maioria, utilizam o transporte coletivo diariamente, percorrendo grandes distâncias em um longo período de deslocamento para ir e voltar do trabalho, em geral localizado no centro expandido de São Paulo, onde estão concentradas as atividades econômicas.

3.1. Atores e instituições

Esta seção usa a perspectiva multinível para analisar as oportunidades e barreiras para uma transição sociotécnica a partir da reconfiguração do sistema de transporte de baixo

carbono na cidade de São Paulo com o levantamento de atores e instituições que compõem seu sistema de mobilidade. Após esse enquadramento por atores, a perspectiva multinível foi configurada para desvelar o sistema de mobilidade de baixo carbono conforme a abordagem de transição sociotécnica (figura 13; quadro 5).

Figura 13. Mapa sociotécnico do sistema de mobilidade de São Paulo



Fonte: Autoria própria, adaptado de Geels (2017).

Quadro 5. Levantamento de atores e organizações por modal complementar à figura 13

Sistema/Modal	Atores/Instituições	Empresas/Organizações
CARRO INDIVIDUAL	(1) Empresas automotivas	AGCO, Caterpillar, CNH New Holland, Chery, Chevrolet, Honda, Great Wall, Hyundai, Komatsu, Mercedes-Benz, Scania, Toyota, Valtra, VW, John Deere.
	(2) Empresas petrolíferas	Petrobras, Ecogen, Grupo Sol, Equinor, Karoon, Total, Shell, Cosan, BP do Brasil, Chevron, Engevix, Exxon Mobil, Maersk Oil, OGX, Nord Oil and Gas, Repsol Sinopec.

	(3) Autoridades nacionais	Secretaria Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento Regional e Urbano, Departamento de Projetos de Mobilidade e Serviços Urbanos, Departamento Nacional de Trânsito (Denatran), Ministério das Cidades, Detran (Departamento de Trânsito).
BICICLETA INDIVIDUAL	(4) Produtores de bicicletas	Alvoteg, Athor Bikes, Dream Bike, GTSM1, KSW Bikes, Track Bikes, Vela Bikes, Vzan.
	(5) Movimentos sociais	Vá de Bike, Bicicletada, CicloBR, Ciclocidade, Pedal Verde, Pedalinas, União de Ciclistas do Brasil, Bike dos Anjos, Ciclistas do Brasil, Bike Tour SP, Ciclocentro, Sampa Bike, Bike Amigo.
MODELOS COMPARTILHADOS	(6) Gestores de carros	Uber, 99, MobilizaSP, PrimeYou, Lyft, BlaBlaCar, Waze Carpool, Zazcar, MoObi, Letz, Turbi, Lady Driver, inDrive.
	(7) Gestores de bicicletas	Yellow, Chica, MoBike, Tembici, BikeSampa, CicloSampa/PegBike, Jump, Tembici, Bike Itaú, Scoo.
	(8) Gestores de frotas de veículos compartilhados	Turbi, Ostengo, BMW i3, Awto, Beepbeep, Joycar, Golfleet, Fleet Mobility, Plantech, NEXTFleet, Fleety, PegCar, ALD Sharing, Ucorp, Scoo, Riba Share.
TRANSPORTE PÚBLICO	(9) Operadores públicos	Companhia Paulista de Trens Urbanos (CPTM), Metrô SP – Companhia do Metropolitano de São Paulo, ViaQuatro, Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU), Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU); concessionárias de ônibus: Sambaíba, Consórcio Bandeirante de Mobilidade, Viação Metrôpole Paulista, Via Sudeste, Viação Metrôpole Paulista, Viação Gatusa, etc.
	Prefeitura de São Paulo	Secretaria Municipal de Mobilidade e Trânsito: Secretaria Executiva de Transporte e Mobilidade Urbana (SETRAM), Departamento de Transportes Públicos (DTP), Divisão de Inspeção e Fiscalização (DIF), Divisão de Cadastro e Controle do Transporte Diferenciado (DTD), Divisão de Transporte Escolar Gratuito (DTEG), Divisão de Transporte de Cargas (DTC), Divisão de Suporte à Fiscalização do Trânsito (DSUP), Conselho Municipal de Trânsito e Transporte (CMTT), Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), São Paulo Transporte (SPTrans), entre outras divisões.
	(10) Operadores de táxi	Rádio Táxi, Associação Delta, Cooperativa UniãoServ, Táxi Top, Táxi Aviso, Italtaxi, Cooperativa MT, Use Táxi, Táxi Aviso, Teletáxi, Jowal, CooperTax.

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Geels (2014, 2018).

3.1.1. Empresas

As montadoras de automóveis que receberam incentivos fiscais e financeiros nas últimas décadas enfrentam problemas para se manterem competitivas diante da subutilização de fábricas e pressões de custos, saturação do mercado em países desenvolvidos e novas

gerações²⁸ menos interessadas em adquirir um carro. Em resposta, essas empresas se concentraram em custos, fusões, melhorias em eficiência de produção, economias emergentes e inovação tecnológica relacionada a desempenho, conforto e segurança (GEELS, 2018). As montadoras também enfrentam pressões da sociedade e dos governos quanto aos impactos da sua atuação sobre a variabilidade climática, principalmente em nível local, e buscam melhorar gradualmente seus motores a combustão e desenvolver veículos movidos a combustíveis alternativos ou elétricos. Resultados de uma pesquisa²⁹ divulgada em junho de 2023 com dados de 2022 reforçam o papel dos governos na agenda climática: 79% dos brasileiros se preocupam com as mudanças climáticas e 74% acham que a principal causa é a ação humana, sendo que a maioria acredita que a maior contribuição para resolver o problema deve vir dos governos e das empresas. Mais da metade dos 2,6 mil entrevistados afirmou ter votado em algum político por conta de suas propostas ambientais.

A relevância do setor imobiliário na economia do município de São Paulo é resultado do modelo de sua urbanização, marcado pela especulação imobiliária, no qual lotes centrais eram deixados vazios como investimentos e aqueles localizados em regiões periféricas eram vendidos para a população mais pobre. Esse processo resultou no crescimento fragmentado e no espalhamento da cidade (BACELLI *apud* BARBOSA, 2001). Como consequência, a acessibilidade espacial ainda gera congestionamentos, superlotação do transporte coletivo e falta de acesso a equipamentos públicos nas periferias, impulsionando a “exclusão territorial” (ROLNIK, 1999), já que a população mais vulnerável enfrenta viagens longas e desconfortáveis para trabalhar e acessar serviços urbanos.

A partir de 1920, o modelo rodoviário tornou-se o foco das políticas de desenvolvimento na cidade, privilegiando o transporte individual motorizado. No início do século XXI, o transporte coletivo recebeu uma abundância de investimentos públicos, mas grande parte foi gasta em subsídios em vez de aumentar a capacidade de transporte (ROLNIK; KLINTONWITZ, 2011).

Desde o início, na década de 1950, a indústria automotiva no Brasil adotou a política de “substituição de importações”, que trouxe fábricas de multinacionais em vez de desenvolver tecnologias locais. Atualmente, o setor passa por um momento de crise,

²⁸ Disponível em: <https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/noticias/geracao-z-deixara-de-comprar-250-mil-carros-em-2030/>.

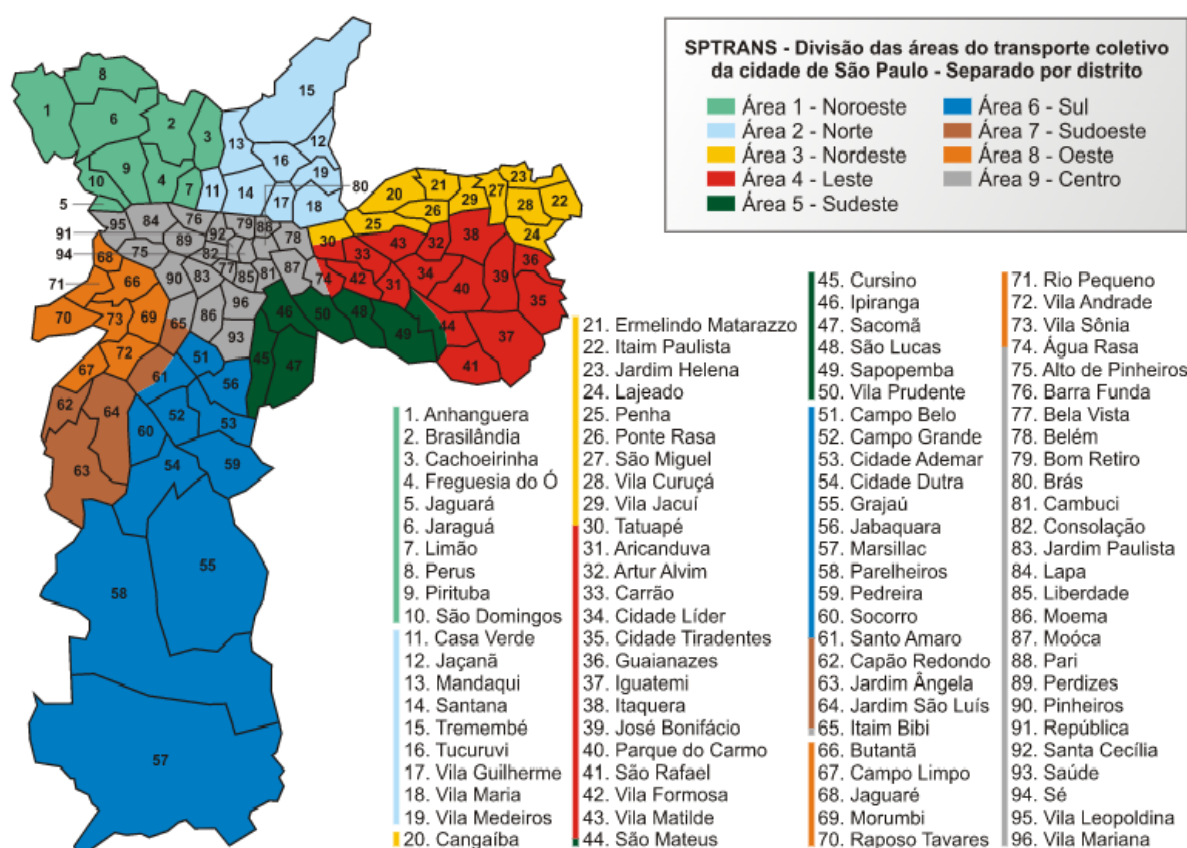
²⁹ Pesquisa Mudanças Climáticas na Percepção dos Brasileiros – 2022, realizada pela Inteligência em Pesquisa e Consultoria Estratégica (IPEC) a pedido do Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio (ITS). Disponível em https://itsrio.org/wp-content/uploads/2023/06/221715_PERCEP%C3%87%C3%83O-SOBRE-QUEIMADAS_R3_15.03.pdf. Acesso em 6 de julho de 2023.

simbolizado pela saída da montadora norte-americana Ford do país, em 2019, onde estava desde 1919. Mas a aposta no setor continua a guiar ambições políticas, como o pacote bilionário de incentivos para a indústria automobilística em São Paulo, o IncentivAuto, que prevê descontos de até 25% no ICMS para empresas que investirem ao menos R\$ 1 bilhão em fábricas e no desenvolvimento de produtos. Outro exemplo recente é a aprovação, em nível federal, do projeto Rota 2030, que concede desoneração fiscal à indústria automobilística, com a contrapartida de investimentos em veículos elétricos e autônomos. Mas é relevante apontar que esse tipo de solução atende a apenas um problema ambiental: a queima de combustíveis fósseis. Independentemente da tecnologia, automóveis ocupam espaço, atendem a poucos e estimula o deslocamento em longas distâncias.

Quanto ao transporte público, circulam todos os dias pela capital paulista 11.312 ônibus, que transportam cerca de 2,15 milhões de passageiros, correspondendo a 65% da demanda registrada antes da chegada da pandemia. Um indicativo do impacto do distanciamento social decorrente da COVID-19 em termos de desemprego e mudança no modelo de trabalho.

Consoante o Sindicato das Empresas de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros de São Paulo (SPUrbanuss), atualmente a cidade conta com 32 terminais de ônibus urbanos e 23 empresas concessionárias do transporte público autorizadas a operar em lotes, que dividem os 96 distritos em 9 áreas (figura 14).

Figura 14. Divisão dos lotes de concessionárias de coletivos por área e distritos



Fonte: Denis Gomes com dados da SPTrans. Creative Commons. Extraído de https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Paulo_Transporte.

Nas linhas intermunicipais, 500 trajetos atendem às cidades da Região Metropolitana de São Paulo, gerenciados pelo Governo Estadual por meio da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU), com 19 mil pontos de parada. Já no sistema de trens, a Região Metropolitana conta com 74,3 km de vias férreas, distribuídas em cinco linhas ligadas por 64 estações (58 operadas pelo Metrô e 6 pela ViaQuatro), responsáveis por administrar 150 trens, que transportam quase 900 mil pessoas todos os anos.

Em relação a medidas para restringir o deslocamento e melhorar a mobilidade, o município instituiu o rodízio de veículos, também chamado de Operação Horário de Pico (Lei Municipal 12.490/1997), que limita a circulação de veículos automotores entre 7h e 10h, e das 17h às 20h, divididos por dia da semana e número de final de placas correspondentes. Mas uma das iniciativas mais celebradas foi o processo de instalação de ciclovias em 2014, chegando aos 667,1 quilômetros atuais, embora não seja uma política consistente em toda a cidade, já que a maioria dos pontos de coleta estão concentrados no centro expandido da cidade (figura 15).

Figura 15. Bicicletas compartilhadas do programa Bike Itaú no *campus* da Universidade de São Paulo



Foto: Marcos Santos/USP Imagens.

O Plano Ciclovitário da cidade de São Paulo prevê uma rede de 1.800 km até 2028, com prioridade de conexão com o transporte público e a ampliação da capilaridade da rede para todas as regiões da cidade (CET, 2023). Todavia, nota-se que a estratégia intermodal (carro, metrô e bicicleta) ainda é limitada às regiões centrais da cidade.

3.1.2. Sociedade civil

A (i)mobilidade na cidade de São Paulo é afetada pela má qualidade e desníveis nas calçadas e asfaltos, semáforos insuficientes ou danificados, falta de vias acessíveis, problemas de segurança para mulheres, pedestres e ciclistas, entre outras falhas de infraestrutura que inviabilizam o pleno uso do espaço público em modais ativos, como caminhada e bicicleta.

O custo das viagens é outro componente crítico. O Brasil está na 36ª posição do *ranking* de países com valor mensal de ônibus, metrô e trem mais caros do mundo. Considerando apenas o custo atual da tarifa municipal (R\$ 4,40), o gasto com transporte

coletivo de ida e volta em 20 dias úteis representa cerca de 17% do salário-mínimo. Na comparação com grandes cidades, como Nova York (7,70%) e Paris (4,58%), o transporte é um dos serviços que mais oneram os trabalhadores brasileiros, segundo dados do Numbeo³⁰. Ademais, a qualidade do transporte coletivo público de passageiros³¹ requer melhorias em todo o país, por ser sobrecarregado e com registros de acidentes rotineiros. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) estima um custo de R\$ 50 bilhões em gastos relacionados a acidentes e mortes no trânsito, com 15% das internações em hospitais públicos de vítimas de acidentes de trânsito e 45 mil vítimas todos os anos (IPEA, 2015).

Entre 2007 e 2021, o Atlas da Acidentalidade no Transporte Brasileiro³² contabilizou 1,9 milhão de acidentes, com um total de 104.745 mortes, 4.716 somente no Estado de São Paulo. No âmbito municipal, o índice de mortes divulgado pelo Observatório Mobilidade Segura³³ em 2020 foi de 806 mortes e sinistros de trânsito (6,56 mortes a cada 100 mil habitantes), o que motivou a Prefeitura a incluir no Programa de Metas³⁴ 2021-2024 o objetivo de reduzir esse índice para 4,5 mortes para cada 100 mil habitantes.

Outros prejuízos resultantes da falta de infraestrutura adequada de transporte afetam a produtividade e a saúde devido aos níveis de congestionamento, que na metrópole chegam a 1% do PIB brasileiro (CINTRA, 2014). Os gastos gerados pela perda produtiva por conta do trânsito em São Paulo passaram de R\$ 17 bilhões em 2002 para R\$ 40 bilhões em 2012. Ainda que a cidade ocupe a 48ª posição entre as que têm o pior trânsito do mundo, o paulistano fica, em média, 56 horas por ano parado no trânsito, em uma velocidade média de 22,4 km por hora (38 km/h em horários de pico). Assim, bem distante da líder no *ranking*, a cidade de Londres, em que os condutores podem passar até 156 horas por ano em congestionamentos (INRIX, 2022).

Os efeitos antropogênicos no clima em São Paulo puderam ser verificados a partir da pandemia de COVID-19. Na capital, a migração para cidades do litoral e interior e o fechamento de lojas e escritórios fizeram com que a poluição caísse 50% e o índice de

³⁰ Disponível em: <https://www.numbeo.com/cost-of-living/>.

³¹ O transporte coletivo público de passageiros é serviço público essencial, e a organização e a prestação competem ao município, conforme disposto na Constituição Federal (artigo 30, inciso V) e na Lei Orgânica do Município de São Paulo (artigo 172). A organização desse serviço na cidade de São Paulo está descrita na Lei nº 13.241, de 12 de dezembro de 2001, que considera que o Poder Público está representado pela Prefeitura do Município de São Paulo por meio da Secretaria Municipal de Transportes (SPTRANS, 2023).

³² Disponível em: <https://www.atlasacidentesnotransporte.com.br/>.

³³ Disponível em: <http://mobilidadessegura.prefeitura.sp.gov.br/>.

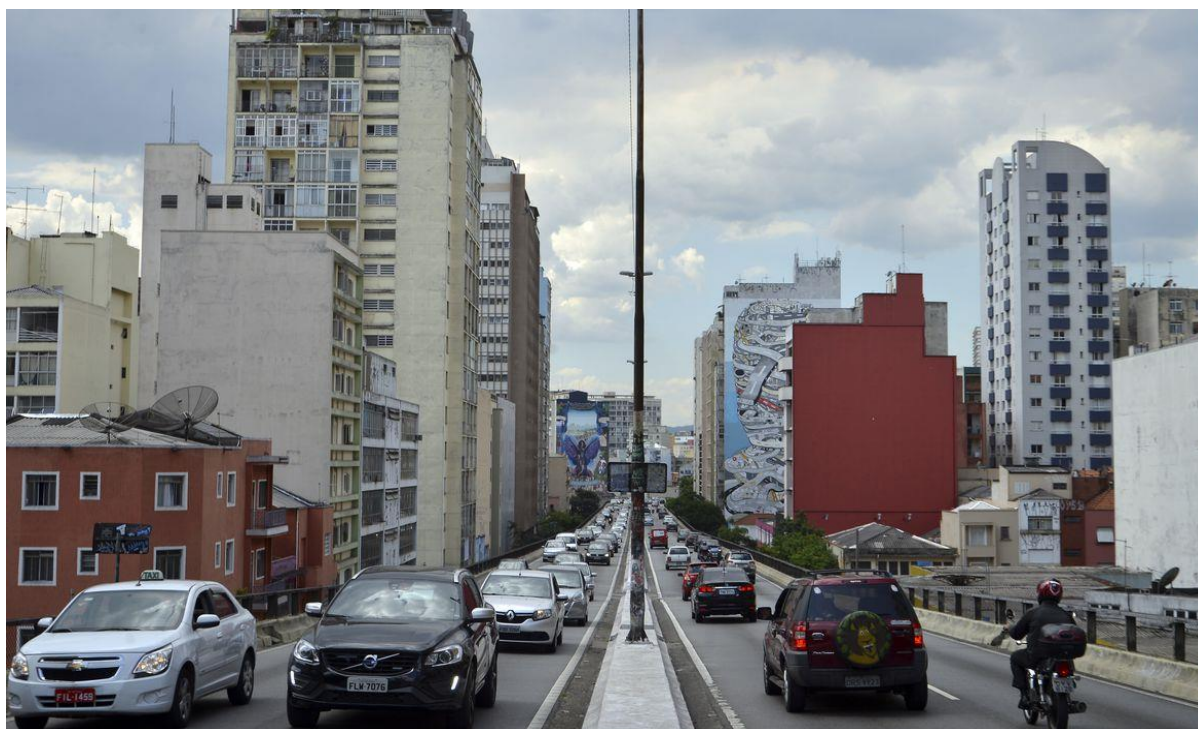
³⁴ O Plano de Metas é um instrumento de planejamento e gestão que auxilia as prefeituras a definir as prioridades e ações estratégicas do governo ao longo dos quatro anos de mandato. Disponível em https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/governo/planejamento/programa_de_metas_20212024/. Acesso em 21 de abril de 2023.

poluentes que desencadeiam doenças respiratórias tivesse uma redução de 30% (CETESB, 2020). Além disso, houve queda de 31,3% de mortes em acidentes de trânsito (68 mortes contra 99) no Estado de São Paulo entre 24 e 31 de março de 2020, início da quarentena, como medida para enfrentar o coronavírus, na comparação com o período homólogo (INFOSIGA SP, 2020).

O modelo urbanístico da capital paulista apresenta diversos exemplos de políticas que privilegiam o veículo automotor em detrimento dos cidadãos. Um dos mais emblemáticos é o “Minhocão” (Elevado Presidente João Goulart), erguido em 1971 pelo então governador Paulo Maluf para solucionar problemas viários na interligação Leste-Oeste. Com 2,8 km de extensão, a via é alvo de discussões sobre a sua relevância e por problemas gerados para os moradores da região. A sua derrubada foi aprovada pela Comissão de Constituição e Justiça em 2019 (PL 98/2018) e em 2021 o Tribunal de Justiça considerou procedente um pedido feito pelo Ministério Público para barrar a construção de um parque na região por falta de planejamento urbanístico no projeto da Prefeitura. Os vereadores, então, recorreram e o caso será julgado pelo Supremo Tribunal Federal (STF).

A criação de um parque no “Minhocão” é um indicador de que São Paulo avançou em políticas de direito à cidade. Em 2016, a Avenida Paulista passou a ser fechada a carros aos domingos e feriados, promovendo atividades culturais e de lazer em toda a sua extensão. O próprio Elevado (figura 16) é fechado para uso exclusivo de pedestres aos sábados, domingos e feriados.

Figura 16. Trânsito no Elevado Presidente João Goulart, no centro de São Paulo



Fonte: Rovena Rosa, Agência Brasil.

O setor de transportes também catalisou demandas de movimentos sociais, muitas mediadas pelas TICs, como acesso a informações e transparência de dados, pressão por aumento da oferta e redução de preço. As manifestações de 2013 organizadas pelas redes sociais emergiram da insatisfação da população com o aumento da passagem de ônibus. As “Jornadas de Junho”, como ficaram conhecidas, revelam novos formatos de participação popular e controle social mediados pela tecnologia (GIARETTA; DI GIULIO, 2018). Entretanto, embora o país conte com uma alta porcentagem da população com acesso à Internet³⁵, há barreiras para a universalização do serviço, seja pelo custo de Internet móvel, seja por fragilidades técnicas (FÓRUM MOBI, 2018).

O uso intensivo de tecnologia, como a digitalização de serviços, os aplicativos, sensores e câmeras, especialmente no celular, gera um volume massivo de dados que ajudam a compreender a realidade e identificar novas demandas da população por serviços e produtos. A interpretação e o cruzamento desses dados, se usados de maneira estratégica, pode apoiar as tomadas de decisão em políticas a partir de uma análise sistêmica atualizada em tempo real.

³⁵ O número de domicílios com acesso à Internet no Brasil chegou a 90%, segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Em termos absolutos, são 65,6 milhões de domicílios conectados. No Estado de São Paulo a porcentagem é de 85% (13,2 milhões de residências). No entanto, 28,2 milhões de brasileiros (3,6 milhões deles, estudantes) ainda não estão conectados (IBGE, 2022).

Entretanto, a necessidade de regulação do uso desses dados gera debate em torno da propriedade dessas informações. Nesse âmbito, o marco regulatório da Lei de Proteção de Dados (LGPD) – nº 13.709/2018 – tem em vista garantir a privacidade e a segurança dos usuários. Da mesma forma, Batty *et al.* (2012) indicam que as regulamentações governamentais devem proteger o desenvolvimento de dados e modelos, interfaces apropriadas, segurança de quem pode ou não acessar o material *online*, questões de confidencialidade, privacidade e direitos de propriedade intelectual em uma estrutura de cidade inteligente.

3.1.3. Governo

O transporte no Brasil é pautado como um direito do cidadão na Constituição Federal de 1988, que estabelece que o sistema de transporte público é serviço essencial, tendo sua gestão transferida aos municípios, mas sem mencionar a fonte de recursos para qualquer ente federado (VASCONCELLOS *et al.*, 2011).

A legislação esclarece as competências dos três níveis de governo: à União compete estabelecer leis e normas de trânsito; aos Estados licenciar veículos e motoristas; e aos municípios ser responsável pela construção e manutenção das vias públicas, regulamentar o uso, gerir o sistema e fiscalizar o cumprimento da legislação e normas de trânsito (OCDE, 2014). O orçamento da Secretaria Municipal de Mobilidade e Trânsito é de cerca de R\$ 5 bilhões e do Fundo Municipal de Desenvolvimento de Trânsito é próximo de R\$ 1,5 bilhão. Em 2021, porém, o custo operacional do transporte público foi de R\$ 7,7 bilhões, um desequilíbrio que reforça a lógica neoliberal que tende a gerar respostas seletivas aos riscos climáticos e um interesse limitado em mudar as condições estruturais do regime automotivo tradicional.

Ainda assim, as mudanças climáticas configuram parte da agenda de São Paulo. Em 2003, a cidade aderiu à campanha Cidades pelo Clima; em 2005, ingressou no *Cities Climate Leadership Group* (C40), entre as cidades comprometidas a reduzir as emissões de GEE e mitigar impactos climáticos. Ambas as redes incentivaram o município a assumir outros compromissos, incluindo um inventário de GEE (SETZER *et al.*, 2015), o que denota que a pressão de organizações internacionais estimula o comprometimento socioambiental em nível local.

Por ser uma cidade global, São Paulo é fonte de inovação e grandes transformações, liderando os processos de adaptação no país (BARBI, 2018; SETZER *et al.*,

2015; DI GIULIO *et al.*, 2017; MARTINS; FERREIRA, 2011). Em 2009, tornou-se a primeira cidade brasileira a lançar uma Política de Mudança do Clima com metas que incluem a obrigatoriedade de redução de emissões. Essa iniciativa influenciou a aprovação da Política do Estado de São Paulo que, por sua vez, motivou a criação da política nacional sobre mudanças climáticas (BARBI; FERREIRA, 2013).

Outras políticas ambientais se somam a essa agenda: a Política de Compras Verdes (2007), o Plano de Controle de Poluição Veicular (2007) e o Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima (2013). Mais recentemente, lançou o Comitê Gestor do Programa de Acompanhamento da Substituição de Frota por Alternativas mais Limpas (2019) e, em junho de 2021, o Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (PlanClima), desenvolvido em parceria com a C40, com 43 ações para zerar as emissões de GEE até 2050, cujas estratégias incluem melhorias de “caminhabilidade” no percurso ao ponto de ônibus, até o aumento de atratividade do sistema municipal de ônibus (quadro 6).

Quadro 6. Medidas de adaptação e mitigação no setor de transporte urbano de passageiros e diretrizes da Política Setorial de Transportes

Medidas de adaptação	Medidas de mitigação	Iniciativas locais – São Paulo
. Novos modais de transporte e infraestrutura mais inteligente; . Sistemas de emergência hídrica para túneis e metrô; . Adequação de rodovias e diques para criar compartimentos; . Proteção de infraestrutura; . Desenhar o ordenamento do território – construir novas habitações e infraestruturas.	. Combustíveis mais eficientes; . Linhas rápidas de ônibus BRT; . Estagnação do volume absoluto de veículos; . Gerenciamento ativo do tráfego de veículos; . Promoção do transporte público; . Maior utilização de combustíveis alternativos; . Melhoria tecnológica de veículos e motores; . Planejamento urbano.	. Plano de Controle de Poluição Veicular – PCPV (2011); . Instalação de sistemas inteligentes de tráfego para veículos e rodovias; . Pesquisa Origem/Destino da Movimentação de Cargas e Passageiros no Município de São Paulo, cujos resultados subsidiam medidas de otimização de viagens e fluidez do trânsito; . Restrição ao Trânsito de Veículos Automotores no Município de São Paulo (Rodízio Municipal de Veículos) – Lei Municipal nº 12.490/97 e Decreto nº 37.085/97; . Novos modais de viagens estão em implantação, como linhas de metrô e BRTs; . Ampliação da oferta de transporte público e estímulo ao uso de meios de transporte com menor potencial poluidor e emissor de gases de efeito estufa; . Programa ECOFROTA, que introduz na frota de transporte público do município ônibus que utilizem tecnologias menos poluentes (Lei nº 14.933/09); . Estímulo ao transporte não motorizado, com ênfase no uso da bicicleta; . Implantação de corredores e faixas exclusivas de

		ônibus coletivos e trólebus (570 km de faixas exclusivas e 131,2 km de corredores até 2022) – SPTrans (2023); · Regulamentação de circulação, parada e estacionamento de ônibus fretados por meio de portarias da SMT; · Faixas exclusivas para veículos com taxa de ocupação igual ou superior a dois passageiros; · A PMSP só adquire ou contrata serviços de transporte com veículos <i>flex</i> e utilização de etanol; · A PMSP, por meio da SMT, firmou protocolo de intenções com a ELETROPAULO e a RENAULT/NISSAN com o intuito de estudar e viabilizar projetos que possibilitem a introdução do veículo elétrico na cidade de São Paulo; · A SMT, por meio da CET, vem substituindo as lâmpadas dos grupos semafóricos por LEDs; · Programa de Inspeção e Manutenção Veicular para toda a frota de veículos automotores, inclusive motocicletas.
--	--	--

Fonte: Adaptado de Koetse e Rietveld (2012), Wolff *et al.* (2017); Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM, 2013); Secretaria Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento Regional e Urbano (SEMOB, 2019).

No transporte, a Prefeitura também investe em conectividade, e entre as soluções mais reconhecidas está o sistema de Bilhete Único, que permite a integração tarifária do transporte público na Região Metropolitana. Com o controle eletrônico, é possível a integração gratuita entre quatro ônibus municipais em um período de até três horas, além de desconto na integração com o sistema sobre trilhos (SPTRANS, 2023). É válido mencionar que a esta inovação de nicho também é imputada a culpa pela possível eliminação de postos de trabalho de cobradores e metroviários. Em 2021, por exemplo, o governo anunciou o fechamento das bilheterias das estações do Metrô e da CPTM com a expectativa de economizar R\$ 100 milhões por ano e modernizar os meios de pagamento, que poderia ser realizado via aplicativo, celular e máquinas de autoatendimento instaladas nas estações. Contudo, houve diversas reclamações de passageiros sobre problemas técnicos e falta de papel para imprimir o bilhete, e até acusações de exclusão digital, pois muitos dos usuários não tinham familiaridade com esses dispositivos. Outros serviços de transporte foram digitalizados com rápida adesão pela população, como a Zona Azul Digital da CET em São Paulo (estacionamento rotativo pago da Prefeitura) – que antes era controlado por papel e fiscalização presencial – e o Sem Parar, meio de pagamento automático de pedágios, estacionamentos e postos de combustíveis.

Para estimular essa agenda de inovação, a Prefeitura criou o Laboratório de Inovação Aberta em Mobilidade Urbana (MobiLab+), por meio da Secretaria de Inovação e Tecnologia e da Empresa de Tecnologia da Informação e Comunicação do Município de São Paulo (PRODAM). O projeto funciona como um laboratório para novas soluções, em parceria com *startups*³⁶, para incorporar novas tecnologias à gestão da mobilidade urbana. Paralelamente, a Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU) criou o [E] LAB para pesquisar inovações tecnológicas focadas na eficiência do transporte por ônibus.

O crescimento exponencial de soluções tecnológicas e aplicativos (quadro 7) trata a mobilidade sob a perspectiva de um serviço (*Mobility as a Service* – MaaS), termo que define a revolução digital na indústria dos transportes, vista como um ecossistema de serviços agregados para conectar pessoas e atividades no espaço urbano eficientemente (KARLSSON *et al.*, 2020; KAMARGIANNI *et al.*, 2016) e centrado no usuário (GOODALL *et al.*, 2017).

Quadro 7. Inovações em mobilidade

Tipo de solução	Aplicativos
Monitoramento do transporte e planejamento de rotas	Moovit, Coletivo, CittaMobi, Onde está meu ônibus?, Cadê o ônibus?, Busão SP, Vá de ônibus, Urbanoide, ÔnibusSP e Trafti
Aplicativos para pessoas com deficiência informando a qualidade de acessibilidade do transporte e de calçadas	Guia de Rodas, BioMob
Uso mais eficiente do veículo individual	Easy Taxi, 99, Uber, Sidecar, Lyft e Lady Driver, inDrive
Compartilhamento de caronas	Zipcar, Blablacar, Autolib, Caronetas, Bynd e Zump
Aluguel de carro entre particulares	Moobie, Zipcar, Communauto, Zazcar, DriveNow, Lya, AutoLib, Car2Go
Sistemas de compartilhamento de bicicletas	Yellow, Chica, MoBike, Tembici, BikeSampa, CicloSampa
Denúncias de assédio no transporte	Chega de fiiu fiiu, Mapa do Acolhimento
Caronas corporativas	Bynd, Coletivo Corporativo, WiiMove
Dados abertos sobre transporte	Citymapper, OpenStreetMap, Google Maps, Waze

Fonte: Adaptação própria.

³⁶ *Startup* é uma empresa nova com um modelo de negócio escalável que nasce em torno de uma ideia inovadora e em condições de incerteza para provocar um impacto positivo na sociedade, seja com um produto ou um serviço que resolve um problema. Fonte: Sebrae. Disponível em <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-uma-startup.6979b2a178c83410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em 8 de abril de 2023.

Pesquisa do Fórum Mobi (2018) indica que a cidade de São Paulo conta com a maior quantidade de usuários e usuárias de aplicativos de mobilidade do mundo (3,5 milhões). São 500 milhões de quilômetros monitorados mensalmente, o que levou a empresa de geotecnologia Waze a fazer uma parceria com a Prefeitura de São Paulo para disponibilizar os dados produzidos para monitoramento público, permitindo, por exemplo, que os usuários reportem problemas de sinalização, garantindo agilidade na intervenção técnica da Prefeitura.

Este cenário sugere que uma política de transporte de baixo carbono deve ser mais fortemente incentivada em nível local, onde é possível efetuar uma mudança mais sistêmica e intensa na integração de modais. Isso exigiria uma governança multinível robusta com o governo, em nível nacional, mais envolvido no debate de políticas e financiamentos para os municípios. Neste caso, a horizontalidade nas tomadas de decisão entre planejadores urbanos, gestores de transporte, finanças, meio ambiente, compras e inovação tem o potencial de fazer emergir políticas públicas mais eficazes na ação climática, integrando paralelamente a governança multiatores para a população ter voz em suas demandas por mobilidade. Neste quesito, as tecnologias digitais têm um papel fundamental nas transformações urbanas, influenciando novas formas de governança, já que o acesso ampliado à Internet e a plataformas tecnológicas e de dados abertos tende a fortalecer a democracia participativa e a ação política. Um exemplo positivo dessa prática é o do Plano Diretor Estratégico de São Paulo³⁷ (PDE), que incentiva a participação popular, incluindo grupos heterogêneos, como movimentos sociais, representantes do mercado, acadêmicos e ambientalistas.

Entre as cidades brasileiras que usam a tecnologia para promover um desenvolvimento urbano mais próximo do cidadão, São Paulo ocupou o primeiro lugar no *ranking Connected Smart Cities 2021*³⁸ por dois anos consecutivos (2020 e 2021). Elaborado pela Urban Systems, o *ranking* mapeia todos os 677 municípios brasileiros com mais de 50 mil habitantes para identificar as cidades com maior potencial de desenvolvimento inteligente do Brasil a partir de 75 indicadores, como conectividade, serviço público digitalizado e mobilidade.

³⁷O Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo é uma lei municipal criada em 2014 para orientar o desenvolvimento e o crescimento da cidade até 2029. Elaborado com a participação da sociedade, o PDE direciona as ações dos produtores do espaço urbano, públicos ou privados, para que o desenvolvimento da cidade seja feito planejadamente e atenda às necessidades coletivas de toda a população. Disponível em <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/plano-diretor/>. Acesso em 21 de abril de 2023.

³⁸ Disponível em: <https://connectedsmartcities.com.br/>.

No quesito Mobilidade e Acessibilidade, o município também se sobressai pela diversidade de modais e inovações, como o bilhete eletrônico, semáforos inteligentes, 600 km de ciclovias, e uma frota de veículos de baixa emissão. Em contraposição, no eixo Governança, que considera participação, investimentos e transparência, a cidade está na posição 70, com baixa pontuação em Transparência e Lei de Zoneamento e Uso do Solo, ainda em fase de atualização (CONNECTED SMART CITIES, 2022). Em março de 2023, a Prefeitura de São Paulo iniciou o cadastramento de motoristas para o mobizapSP³⁹, um aplicativo de viagens compartilhadas baseado em inteligência artificial e com preços menores se comparado com outras plataformas.

Conclui-se, portanto, que uma reconfiguração profunda no sistema de transporte local é ainda dificultada por relações de poder assimétricas entre os níveis nacional e local e que a política de mobilidade de São Paulo segue orientada pelo interesse das grandes empresas automotivas por uma dependência tributária. Esse padrão ajuda a explicar, por exemplo, as recorrentes alterações em projetos de lei ambientalmente favoráveis, com a extensão de prazos de regulamentação de níveis de poluição no transporte público. Desta forma, é possível inferir que o regime de mobilidade deve permanecer fortalecido e que a transferência modal se mantenha limitada, incluindo políticas de transporte mais estruturais (ciclovias, ônibus híbridos, cidades compactas). Uma das explicações para essa tendência é que o financiamento do setor é fragmentado e, muitas vezes, remanejado para outras prioridades. Essas mudanças são, em geral, associadas às trocas de gestão governamental e interesses políticos difusos, impedindo o aumento de escala por falta de planejamento e comprometimento político de longo prazo, pois torna difícil para as autoridades municipais planejar com décadas de antecedência (BAI *et al.*, 2018).

4. Considerações finais

Os resultados deste artigo sugerem que inovações disruptivas de nicho, como veículos elétricos e autônomos, ainda não contribuíram para a redução das emissões na cidade de São Paulo, ao estarem distantes de serem escaladas. Contudo, inovações incrementais em biocombustíveis, compartilhamento de viagens e regulações no controle de emissões veiculares trouxeram melhorias efetivas para mitigar e adaptar os impactos climáticos relacionados à mobilidade no município.

³⁹ Disponível em: <https://mobizapsp.com.br/>.

Ainda assim, para cumprir as metas de redução de CO₂ no longo prazo, o sistema de mobilidade paulistano requer uma transição estruturada, considerando as dimensões técnicas na interseção com atores e instituições impactados pelo setor de transportes. Lah (2018) assinala que muitas pesquisas sobre transição sociotécnica concentram-se em inovações de nicho, que podem inferir erroneamente que são elas que impulsionam as transformações em estruturas sociais convergentes com a tecnologia. Não obstante, essa é apenas uma das forças motrizes na reconfiguração do sistema em sua totalidade, e não necessariamente a mais importante. Algumas inovações que não são necessariamente consideradas tecnológicas, como cidades de 15 minutos⁴⁰ e ciclovias, ainda são incipientes no Brasil, mas já são amplamente difundidas em países como França, Holanda e Dinamarca, que de forma prática impulsionaram o reordenamento urbano.

Em termos de generalização, a estruturação de um sistema de mobilidade inteligente e sustentável pode ser aplicada a outros sistemas que, marcadamente, afetam a variabilidade climática, como agricultura, construção civil, resíduos sólidos e saneamento. Mas a análise empírica foi interpretada conforme as especificidades do estudo de caso.

O artigo apresenta limitações que pesquisas futuras podem abordar. Primeiramente, pode-se aprofundar algumas soluções de nicho com potencial para reconfigurar os sistemas de transporte sustentável, como carros e bicicletas compartilhados, carros autônomos e aplicativos de mobilidade na cidade de São Paulo. Outras perguntas de pesquisa em relação a cobenefícios na transição do transporte de baixo carbono poderiam ser investigadas, como a correlação entre saúde e poluição do ar, congestionamentos e impactos socioeconômicos, acessibilidade e mobilidade ativa, ou uso do solo e estacionamentos, considerando múltiplas escalas e práticas sociais e culturais.

Em suma, estudos centrados nos atores e instituições de um sistema sociotécnico podem impulsionar mudanças em políticas, regulações e governança para apoiar os processos de tomadas de decisão a partir de redes e coalizões com poder para apoiar ou vetar inovações (GEELS, 2014). Com isso, a governança multinível tem o potencial de coproduzir conhecimentos que podem gerar e redistribuir recursos e incentivos que estimulem a escalabilidade de inovações de nicho e mobilizem políticas públicas aderentes a uma economia neutra em carbono.

⁴⁰ Moreno *et al.* (2021) definem como “cidade de 15 minutos” uma abordagem para construir uma nova forma de viver nas cidades, na qual a maioria das necessidades diárias pode ser atendida a pé ou de bicicleta.

ARTIGO 2 – O papel da governança climática multinível na mobilidade inteligente e sustentável

Resumo

Ao longo do século XX, a indústria automobilística se desenvolveu com base na produção de veículos para uso privado, movidos a combustíveis fósseis. Como resultado, o setor de transportes é o que mais utiliza energia no Brasil (32,5%) e o segundo que mais emite gases de efeito estufa (GEE), chegando a 13% do total das emissões nacionais. Os principais desafios na transição para a descarbonização nesse segmento estão nas cidades brasileiras, onde vive 84% da população e cujo modal rodoviário é predominante no deslocamento de pessoas e mercadorias. Como medida de adaptação e mitigação dos impactos climáticos, os governos locais apostam em novas tecnologias de mobilidade, como compartilhamento de viagens, biocombustíveis e veículos elétricos e autônomos. Mas a convergência entre a transição tecnológica e as políticas climáticas ainda é difusa e fragmentada, requerendo processos de governança integrados e multinível. Para aprofundar a compreensão desse cenário no contexto brasileiro, este artigo planeja identificar os principais atores envolvidos no processo de transição para a sustentabilidade no setor de mobilidade brasileiro, com ênfase na abordagem da perspectiva multinível (MLP) em sistemas sociotécnicos, complementada por dois outros conceitos: governança multinível (MLG) e governança inteligente (SG). A partir de uma revisão sistemática da literatura aplicada ao estudo de caso da mobilidade urbana de passageiros na megacidade de São Paulo, a análise deve contribuir para uma melhor compreensão dos aspectos relevantes da estrutura institucional na qual as ações climáticas em mobilidade inteligente estão sendo tratadas a fim de apoiar a implementação e a consolidação de políticas públicas efetivas e sustentáveis nesse setor.

Palavras-chave: mudanças climáticas, governança multinível, transição sociotécnica, mobilidade inteligente, governos locais.

1. Introdução

A governança climática pode ser compreendida como processos em curso nos diferentes níveis de governo e setores da sociedade para administrar as causas e os efeitos dos impactos das mudanças do clima, incluindo tratados internacionais, normas, regulamentos, mecanismos de fiscalização e financiamento, assim como a participação de atores não estatais (BULKELEY; BETSILL, 2003). Essa agenda ganhou consistência a partir da assinatura da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, na sigla em inglês) na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992 (Rio 92), considerada a primeira ação global coordenada para o enfrentamento ao aquecimento global.

O consenso científico dos efeitos antropogênicos no aumento da variabilidade climática e a crescente alta de emissões de GEE influíram na criação do Protocolo de Kyoto, em 2005, com execução sob responsabilidade dos governos nacionais. O resultado foi o marco na agenda internacional do clima, em 2015, na 21ª Conferência das Partes (COP21), em Paris. A ratificação dos 195 países signatários da UNFCCC estabeleceu um acordo centrado em três macro objetivos: i) manter o aumento da temperatura média global abaixo de 2 °C e limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais; ii) aumentar as capacidades adaptativas e a resiliência aos impactos adversos das mudanças climáticas; e iii) promover o financiamento consistente com um caminho de baixas emissões de GEE e de desenvolvimento resiliente ao clima (UNFCCC, 2015). Para o alcance do objetivo final do Acordo de Paris, os governos nacionais construíram seus próprios compromissos a partir das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC, na sigla em inglês), em que cada país apresentou sua contribuição de redução de emissões com base nas suas características socioeconômicas.

O Brasil assumiu o compromisso em 2016, após a aprovação pelo Congresso Nacional. A NDC brasileira foi definida com base no Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, com compromissos atualizados em 2022 para redução de 37% das emissões em 2025 e 43% em 2030, ambos tendo como base os níveis de 2005. Para tanto, o país prometeu aumentar em 18% a participação de bioenergia sustentável e chegar a 45% em energias renováveis na composição de sua matriz energética até 2030, além de restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas (MMA, 2023). A partir dos compromissos internacionais assumidos, o Brasil tem como um dos principais pilares de desenvolvimento sustentável a revisão da sua matriz energética. Por isso, o uso de energia no transporte é fator imprescindível para o alcance desse objetivo, já que esse setor é o que tem maior demanda no país (32,5%) e o segundo maior emissor de GEE (13% do total nacional).

O setor de transportes apresenta desafios complexos, como impactos ambientais, especialmente os relacionados à qualidade do ar e ao consumo de energia, e sociais, como saúde pública, segurança viária, uso do solo e acesso a empregos e serviços. A transição para uma mobilidade de baixo carbono é crucial para mitigar e adaptar esses impactos ao reduzir o uso intensivo de combustíveis fósseis, responsáveis pela maior parte das emissões. O Brasil é altamente dependente de combustíveis fósseis no segmento automotivo, especialmente o diesel (43%) e a gasolina (27%), já que o modal rodoviário é o principal meio de

deslocamento urbano no país, responsável por 63% das locomoções com mais de 1 milhão de habitantes (EPE, 2020; ANTP, 2020). Em relação ao uso de energia, o transporte é o terceiro setor de maior consumo e o que mais cresce, respondendo por 28% da demanda total, sendo 60% direcionada aos automóveis, embora estes representem somente 25% das viagens (SEEG, 2021; EPE, 2020; ANTP, 2020).

Essas características apresentam desafios na transição para um novo paradigma de mobilidade sustentável, que requer uma mudança profunda no atual modelo de mobilidade e que diz respeito não só à governança, mas às mudanças no comportamento dos usuários, na integração de modais, no compartilhamento de viagens e em inovações tecnológicas ecoeficientes (BANISTER, 2008). Com esse fim, medidas de adaptação e mitigação devem priorizar o uso do transporte público coletivo de energias renováveis em linha com os objetivos da Agenda 2030 da ONU (2015), que preconizam cinco prioridades:

- i. o planejamento integrado em níveis de governo e entre modais, territórios e setores;
- ii. novas estruturas institucionais, legais e de regulação;
- iii. influenciar o engajamento dos cidadãos a partir de dados e informações;
- iv. estabelecer estruturas de monitoramento e avaliação de dados; e
- v. promover tecnologias de transporte sustentável via parcerias público-privadas.

A adaptação às mudanças climáticas estabeleceu-se em diferentes níveis de governança e com uma variedade de atores e setores governamentais com interesses e prioridades variadas (ADGER *et al.*, 2005). Mas o Estado continua sendo decisivo no desenvolvimento e na implementação de políticas públicas (PPs), ao ser o agente que leva a questão climática para a agenda urbana (BULKELEY; NEWELL, 2023; BROTO, 2013; BULKELEY; BETSILL, 2013, 2005; BULKELEY; KERN, 2006; BETSILL; BULKELEY, 2003).

Com características centradas no fortalecimento de políticas favoráveis ao sistema de mobilidade, o setor de transportes brasileiro testemunha o debate crescente sobre o papel das tecnologias de mobilidade. A adoção de aplicativos de compartilhamento, o desenvolvimento de biocombustíveis e de tecnologias de eletrificação e automação de veículos abarcam questões críticas sobre como os cobenefícios e as externalidades negativas são governados, o que tem demandado novos experimentos em governança. Essas experiências são consideradas sociotécnicas porque alteram os arranjos materiais, culturas,

normas e convenções que caracterizam as emissões de GEE e as vulnerabilidades climáticas nas cidades (BULKELEY *et al.*, 2011). Além disso, tecnologias, serviços e políticas urbanas ainda contam com poucas alternativas para o sequestro de carbono no setor de transportes, ainda muito centrado em projetos de infraestrutura (BROTO; BULKELEY, 2013).

Com o intenso processo de urbanização, a mobilidade ocupa um papel central nas medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas e configura um campo de interesse para a avaliação de estratégias de tomada de decisões e na formulação de políticas públicas que envolvam a interseção entre tecnologia e sociedade com vistas a uma transição sociotécnica sustentável (KERN, 2012; GEELS; SCHOT, 2010). Adicionalmente, a perspectiva multinível da transição sociotécnica (MLP) mostra-se relevante para a análise da mobilidade inteligente porque considera os aspectos sociais que permeiam as inovações tecnológicas de nicho, incluindo os diferentes interesses e pontos de vista dos atores envolvidos.

A partir desse cenário, este artigo avaliou o papel da governança multinível com foco maior no nível local para a implementação e gestão de políticas públicas que incluem o uso de tecnologias climáticas no setor de transporte urbano de passageiros. Numa abordagem qualitativa com base na revisão de literatura, a primeira fase da pesquisa buscou compreender como a transição sociotécnica converge com a governança climática pública a partir do arcabouço teórico da perspectiva multinível (MLP) complementada por dois outros conceitos: governança multinível (MLG) e governança inteligente (SG). O pressuposto é de que essas teorias podem complementar e estender o modelo MLG de Gells (2012) direcionado ao setor de transportes. Na segunda fase da investigação, esses conceitos foram aplicados à estrutura de governança do atual sistema de mobilidade urbana da cidade de São Paulo, megacidade com 11,5 milhões de habitantes e problemas crônicos de congestionamento e poluição com uma alta taxa de motorização individual: 8,6 milhões de veículos, ou 7,4 carros para cada 10 habitantes (CET, 2018). A análise deve contribuir para uma melhor compreensão dos aspectos relevantes do ambiente político, dos atores e das estruturas institucionais nas quais as ações climáticas em mobilidade sustentável estão sendo tratadas, apoiando o desenho e a implementação de políticas de inovação climática nesse setor.

1.1. A relevância dos governos locais na governança climática

Os centros urbanos respondem por cerca de 75% do consumo global de energia e por 70% das emissões de GEE⁴¹, mesmo ocupando apenas 2% da massa do globo terrestre. São 4,5 bilhões de pessoas vivendo em cidades, com a perspectiva de que até 2050 esse número seja duplicado. Isso significa que até a metade do século, mais de 1,6 bilhão de pessoas sofrerão com temperaturas que podem chegar a até 35 °C em perímetros urbanos (ONU, 2021). Além disso, a maioria das atividades antropogênicas que contribuem para a variabilidade climática acontece em nível local, que, conseqüentemente, também é o mais afetado por seus impactos (BULKELEY; NEWELL; 2023; BARBI; FERREIRA, 2017; FERREIRA; BARBI, 2016).

As administrações de Estados subnacionais controlam medidas políticas que lidam com cerca de 30% a 40% das emissões globais, sendo que sua influência sobre esses processos varia conforme as circunstâncias nacionais, podendo incluir fornecimento e gestão de energia, oferta e demanda de transporte e planejamento do uso do solo, entre outras (BARBI, 2014), e as sinergias entre políticas climáticas, governança urbana e desenvolvimento sustentável podem, ainda, influenciar inovações sociais, tecnológicas e de gestão (ROMERO-LANKAO; DODMAN, 2011).

Com a emergência climática, ficaram evidentes os limites do modelo de governança no qual o nível nacional liderava a definição e a implementação de PPs soberanamente (BIERMANN; PATTBERG, 2012; OSTROM, 2010), já que é no âmbito local que são geridos os serviços públicos de interesse social, sendo, portanto, o nível de governo mais próximo dos cidadãos (GOMIDE, 2008; FERREIRA, 2000). No mesmo sentido, Barbi e Ferreira (2017) enfatizam que os governos subnacionais representam fóruns importantes para a governança climática internacional porque estão interligados por redes políticas, descentralizando o monopólio dos Estados-nação na formulação de políticas ambientais. Isso se reflete no protagonismo dos atores locais nas respostas aos riscos climáticos, uma vez que são agentes relevantes para delinear regras, instituições e modos de governança apropriados para lidar com esse problema em diferentes níveis e escalas (BULKELEY; NEWELL; 2023; BARBI; FERREIRA, 2017; FERREIRA; BARBI, 2016). Em geral, porém, os governos subnacionais não reconhecem os riscos climáticos como um problema de âmbito local, dificultando a ação política efetiva em razão da característica de longo prazo do problema, em contraponto a uma agenda de curto prazo pautada por mandatos quadrienais (MARTINS; FERREIRA, 2010).

⁴¹ Os GEEs cobertos pelo Protocolo de Kyoto incluem dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF₆), trifluoreto de nitrogênio (NF₃). Fonte: PNUMA (2012).

A implementação de políticas públicas municipais de adaptação climática requer arranjos de governança, capacidades institucionais e disponibilidade de recursos não limitados a financeiros, mas facilidades ou bases de poder a que o agente tem acesso para influenciar os demais atores (GIDDENS, 2003). Mas, sem uma estrutura de governança capaz de equilibrar essas forças e interesses, as oportunidades de participação e de acesso a recursos tornam-se insuficientes para gerar resultados efetivos.

É evidente que os governos locais sozinhos não conseguirão responder a desafios complexos como o das mudanças climáticas, mas sua liderança é central para conduzir medidas e planos de adaptação e mitigação nos territórios urbanos. Enquanto os governos estaduais e federal apoiam o alinhamento em relação às diretrizes dos planos nacionais e estaduais, a troca de experiências e conhecimentos entre as iniciativas em curso é crucial diante do declínio do protagonismo das políticas federais na ação climática (VIOLA, 2000).

1.2. O papel da governança multinível das mudanças climáticas

O termo governança é descrito por Rosenau (2000) como um conjunto de atividades que abrange instituições governamentais, incluindo mecanismos informais, individuais e organizações não governamentais (empresas, sindicatos, academia, entre outras) com objetivos comuns, independentemente de regras ou fiscalização. Essa definição engloba relações entre a sociedade, o mercado, a política e as instituições, conformando regras, padrões e comportamentos que refletem os valores dos atores inseridos no arcabouço regulatório (JACOBI; SULAIMAN, 2016). Adicionalmente, a participação de atores não estatais tem sido cada vez mais presente e sua contribuição para os esforços de mitigação das mudanças climáticas caracteriza uma cooperação mais descentralizada para englobar ações em nível municipal (BULKELEY; BETSILL, 2013, 2005; BETSILL; BULKELEY, 2003).

O projeto civilizatório da sociedade de risco demandou uma evolução de governo para governança como um fenômeno subpolítico⁴² que descentralizou o *modus operandi* da política tradicional para arranjos de governança multinível (BECK, 2010). Ao longo das últimas décadas, o conceito de governança foi sendo reinterpretado de uma perspectiva vertical, liderada por autoridades estatais, para modelos mais horizontais e menos

⁴² O sociólogo Ulrich Beck traduz a subpolítica como uma nova forma de fazer política que surge com a modernização reflexiva e que se distingue do *status quo* ao permitir que agentes externos ao sistema exerçam influência no planejamento social e, simultaneamente, na constituição de uma nova cultura política, incluindo a esfera privada, a partir de condutas individuais.

hierarquizados (JACOBI; SULAIMAN, 2016). Assim, como na modernidade reflexiva⁴³, público e privado se hibridizam, com novas possibilidades de ação política ou subpolítica (GIDDENS, 2010; BECK, 1997; BECK *et al.*, 1997) em que atores não estatais passam a interferir direta ou indiretamente no processo de tomadas de decisão, enquanto os governos mantêm *pari passu* seu papel regulador (BULKELEY; BETSILL, 2013, 2005; BETSILL; BULKELEY, 2003).

A abordagem conceitual da governança multinível surgiu justamente para investigar o desenvolvimento, a implementação, a eficácia e a responsabilidade das PPs em uma clara hierarquia de níveis de governo para incorporar os atores, as instituições e suas dinâmicas de poder na arena sociopolítica, colocando as cidades no centro do desenvolvimento de inovações em governança (BULKELEY; BETSILL, 2013, 2005; BETSILL; BULKELEY, 2003). Mas essa abordagem em governos subnacionais apresenta desafios acentuados pela OCDE (2017):

“As reformas em governança multinível representam um tipo particularmente complexo de governança pública, por deverem considerar e coordenar uma ampla gama de atores com variados interesses e visões políticas, muitas vezes opostos. Tais reformas são geralmente conduzidas por governos centrais que precisam adotar uma abordagem de governança sistêmica e integradora, considerando todos os níveis de governo e suas interações. Frequentemente, geram controvérsias e resistência por parte de funcionários do governo em todos os níveis, e também podem enfrentar resistência por cidadãos e grupos empresariais locais.” (OCDE, 2017, p. 13, tradução própria)

Para ganhar eficiência, Bulkeley e Kern (2006) concluíram que quatro modos de governança devem complementar a política local de mudança do clima: i) por autogoverno (capacidade do governo local de reger suas próprias atividades), ii) por habilitação (coordenação e facilitação de parcerias com atores não estatais/*bottom-up*), iii) por recursos (infraestrutura e financiamento) e iv) por autoridade (via regulação e sanções/*top-down*). Devido à complexidade da questão climática, as soluções precisam ser multiescalares, descentralizadas, policêntricas e coordenadas, ou seja, o modelo *top-down*, de comando e controle, não é suficiente para lidar com a abrangência e o tempo necessários para medidas de adaptação e mitigação eficientes. Com isso, a participação de atores não estatais em uma perspectiva *bottom-up* é considerada a mais indicada para a governança do tema

⁴³ O conceito “modernização reflexiva” foi cunhado por Beck em 1986 e se debruça sobre as transformações do mundo atual a partir da reflexividade, que representa uma reinvenção da modernidade e de suas formas sociais e industriais em um mundo cada vez mais reflexivo, que estimula a crítica e a autoconfrontação ante os riscos.

(BULKELEY, 2013; GIDDENS, 2011; OSTROM, 2009), principalmente em sistemas intrincados e multissetoriais, como o da mobilidade urbana, que engloba variados aspectos econômicos, políticos e sociais.

Para alcançar uma mobilidade de carbono neutro⁴⁴ são necessárias estratégias integradas de governança multinível a fim de evoluir para um futuro carbono zero⁴⁵ (*net zero*). Por isso, esta análise visa fornecer subsídios para um debate mais amplo sobre políticas climáticas, destacando aspectos de governança multinível e seu potencial sobre a transição para uma mobilidade inteligente e de baixa emissão de carbono. O foco, em particular, será na rede de atores e arranjos institucionais que conformam essa rede sociotécnica⁴⁶.

1.3. A perspectiva multinível em regimes sociotécnicos

Problemas complexos como as mudanças climáticas não podem ser resolvidos por melhorias incrementais, mas requerem transições sistêmicas, também denominadas transições sustentáveis, já que englobam modificações nos padrões de produção e consumo (MARKARD *et al.*, 2012). Em um sistema sociotécnico, essa transição implica a evolução de estruturas políticas, econômicas, sociais, culturais, mercadológicas e técnicas já estabilizadas. Estilos de vida, regulamentos e arranjos institucionais determinam um regime que pode levar décadas para se consolidar, pelo caráter não linear, aberto e multidimensional dos processos de transição sustentável (STRN, 2019; MARKARD *et al.*, 2012; DWYER, 2011; HUGHES, 1989).

Um sistema sociotécnico (STS) combina tecnologia, atores e instituições que trabalham juntos para um determinado objetivo, constituindo uma trajetória ou caminho cujas dimensões incluem as agências e políticas, a governança, e a participação da sociedade civil (HUGHES, 1989; GEELS, 2011). Para além dos enfoques analíticos associados à inovação

⁴⁴ A neutralidade de carbono é atingida quando a quantidade de emissões de GEE é balanceada com formas de absorção de CO₂. Ela pode ser alcançada por meio da redução das emissões de CO₂, da compensação das emissões ou por uma combinação dessas duas técnicas.

⁴⁵ O *net zero* envolve a não adição de novas emissões, mas requer também a eliminação das emissões indiretas geradas por toda a cadeia produtiva, desde os fornecedores até os clientes.

⁴⁶ Redes sociotécnicas compõem a corrente das ciências sociais que explica como processos políticos são moldados por aspectos técnicos, da mesma forma que as definições técnicas são produzidas por pressões e poderes sociais e políticos, integrando sistemas técnicos e sociais, políticos e científicos (LATOUR, 1994; CALLON *et al.*, 2004).

tecnológica, são considerados aspectos institucionais e aqueles relacionados aos atores⁴⁷ do sistema (MARKARD *et al.*, 2012; RIP; KEMP, 1998).

Os trabalhos de Geels (2005 e 2012) sobre STS representam um ponto de partida singular para investigar mudanças de regime orientadas para a inovação, como tecnologias inteligentes no sistema de mobilidade, a fim de compreender como elas emergem e se consolidam para suceder o regime dominante. Essas soluções não se restringem a tecnologias disruptivas, como carros autônomos, mas incluem inovações incrementais, como semáforos inteligentes, materiais mais sustentáveis para a infraestrutura, monitoramento *online* de frotas e alerta sobre riscos de chuvas e alagamentos. O autor reconhece que no desenvolvimento de qualquer tecnologia, aspectos subjetivos como conhecimento, comportamento de usuários, cultura local e simbologias permeiam a política e as instituições que participam dessa arena, compreendendo o caráter multinível de sistemas sociotécnicos (MLP). Neles, regras e instituições configuram estruturas que influenciam as ações dos atores (GEELS, 2019; GEELS; SCHOT, 2007), que perseguem diferentes estratégias e representam forças assimétricas de poder, apesar de dependerem uns dos outros para alcançar objetivos comuns (WEYER *et al.*, 1997). Nessa dinâmica, não há uma única força propulsora em uma transição por ser um processo não linear resultante de interações entre diferentes atores em três níveis analíticos: i) paisagem sociotécnica (contexto exógeno), ii) regime sociotécnico (regras que permitem e restringem os atores) e iii) nichos (onde surgem inovações disruptivas). O nível de nicho é aquele no qual as novas tecnologias são inicialmente desenvolvidas na estrutura dominante e, quanto mais apoiadas por atores, mais recebem recursos e são socialmente legitimadas (GEELS, 2012; GEELS; SCHOT, 2007; RIP; KEMP, 1998).

1.4. *Smart governance* ou como governar cidades inteligentes

Estudos sobre cidades inteligentes amplificaram-se com foco em diferentes aspectos, mas ainda há um número reduzido de estudos empíricos focados na governança dessas iniciativas (MEIJER, 2017; NAM; PARDO, 2011). Há, porém, um consenso de que tanto as cidades inteligentes quanto os esforços de mitigação e adaptação às mudanças climáticas dependem de forças políticas e formas de governança que garantam cidades mais resilientes e sustentáveis (BOLÍVAR; MEIJER, 2016).

⁴⁷Nesta análise, atores configuram uma aliança de diferentes grupos (principalmente organizações) que apoiam e promovem o sistema sociotécnico, criando caminhos dinâmicos e, em última análise, reforçando o regime (WEYER *et al.*, 1997).

Com o uso crescente das tecnologias de informação e comunicação (TICs) no funcionamento dos sistemas urbanos, os governos passaram a repensar o seu papel em uma sociedade baseada no conhecimento e no uso massivo de tecnologias móveis. Para ganhar legitimidade, os governos precisam dar respostas mais sustentáveis e democráticas à população. Meijer e Bolívar (2016), ao revisarem a literatura sobre cidades inteligentes, identificaram seis elementos-chave para uma governança inteligente:

- i. governança eletrônica ou democracia eletrônica: uso de novos canais de comunicação para a participação cidadã;
- ii. colaboração e participação externas: entre departamentos e comunidades para promover o crescimento econômico e tornar operações e serviços centrados no cidadão;
- iii. coordenação interna: gestão da comunicação para atingir objetivos coletivos por meio da colaboração;
- iv. processos de tomada de decisões: sistemas inteligentes de governança que integrem três etapas – diagnóstico, planejamento e execução;
- v. administração eletrônica: capacidade das agências governamentais de interagir com o público *online* na prestação de serviços públicos; e
- vi. resultados que garantam a inclusão social dos residentes nos serviços públicos urbanos.

Conforme novas tecnologias de mobilidade são adotadas, novas políticas e regulamentações surgem para dar suporte a essas inovações a fim de resolver limitações do setor (HOFFMANN *et al.*, 2017). Novas formas de colaboração por meio de TICs despontam em processos mais abertos e transparentes de governo (MEIJER; BOLÍVAR, 2016). Essa perspectiva se distancia de uma visão determinista do uso de tecnologias em cidades inteligentes para abarcar processos decisórios políticos que tendem a superar as burocracias das formas tradicionais de governabilidade; portanto, exigem formas mais inovadoras de governança (MEIJER *et al.*, 2016).

1.5. Novos atores: a influência de comunidades epistêmicas na agenda pública

O conceito de comunidade epistêmica é utilizado no campo da ciência política e da regulamentação. Seu enfoque está em uma rede de profissionais que trabalha sobre valores compartilhados com experiência reconhecida em um campo particular e uma reivindicação em comum (HAAS, 1992) e exercem influência junto aos gestores públicos a partir de uma

reivindicação política (ZITO, 2001) e em questões cientificamente complexas (DUNLOP, 2010).

A base de uma comunidade epistêmica é o conhecimento especializado a partir de duas características principais: i) valores compartilhados, crenças comuns e visão de mundos similares e ii) um conjunto de regras ou normas de conduta que impulsionam a ação de seus membros e definem os objetivos da comunidade e os meios a serem utilizados para alcançá-los (HAAS, 1992). O conhecimento de comunidades epistêmicas passa por áreas mais científicas do que políticas, incluindo problemas ambientais, como a proibição do uso do CFC como agente propelente em aerossóis, e apresentam quatro características comuns, segundo Zito (2001):

- i) princípios normativos e métodos acordados que fornecem valores racionais para os membros da comunidade;
- ii) crenças partilhadas derivadas de suas análises para contribuir para um conjunto de problemas dentro de seu domínio de atuação e cujos resultados esperados têm conexão com ações políticas;
- iii) noções partilhadas de validação;
- iv) uma política comum em que há medidas associadas a determinados problemas aos quais suas competências são requisitadas.

Os integrantes de uma comunidade epistêmica têm prestígio que lhes permite acessar o sistema político que, por sua vez, legitima ou autoriza suas ações com base em sua experiência em uma área valorizada pela sociedade e pelos tomadores de decisões. O propósito dessas comunidades é gerar conhecimento para influenciar a agenda pública. Consequentemente, esses profissionais passam a aconselhar os gestores públicos graças ao seu reconhecido conhecimento e experiência (CARAYANNIS *et al.*, 2011). As razões que levam os gestores públicos a consultar comunidades epistêmicas se justificam quando a tomada de decisão envolve relações de causa-efeito e alto grau de incerteza. Portanto, seus integrantes têm a função de compreender a complexidade do problema no processo político e os resultados esperados caso determinadas decisões sejam tomadas, auxiliando na formulação de políticas com uma abordagem técnico-científica (DUNLOP, 2010).

A participação de comunidades epistêmicas nos processos de decisões políticas pode acontecer de forma direta ou indireta. Na primeira, os membros dessas comunidades participam no processo político como membros ou representantes dos governos; na segunda, ela ocorre por meio de consultorias, participação em conselhos, imprensa, ou qualquer

posição que permita que essas comunidades influenciem o processo decisório (DUNLOP, 2010; ANTONIADES, 2003).

Durante o processo político, o papel das comunidades epistêmicas passa por diferentes fases. A primeira inclui a compreensão do problema político, a segunda por promover soluções para esse mesmo problema e, numa terceira etapa, os membros exercem influência na seleção das políticas públicas e ainda apresentam inovações que alteram os resultados da política no futuro (MARIER, 2008). As formas de influenciar os processos políticos incluem métodos indiretos, como a organização e participação em conferências, seminários, matérias publicadas na imprensa, palestras, publicações técnicas, entre outros (ANTONIADES, 2003), ou ainda argumentos em torno de um dado conhecimento para conter objeções de interesses econômicos e políticos (ZITO, 2001).

Com base nessas características, este artigo considera a influência da participação de especialistas de tecnologia representantes de empresas e *startups* como comunidade epistêmica na elaboração de normas e na emergência de novos padrões de governança em cidades inteligentes.

2. Métodos de pesquisa

A presente pesquisa tem caráter qualitativo a partir da análise de dados secundários alinhados ao objetivo de compreender como se configuram os arranjos de governança sociotécnica multinível nas iniciativas de mobilidade inteligente e sustentável da cidade de São Paulo. A unidade de análise foi centrada nas iniciativas em nível local em interlocução com os demais níveis.

A análise concentrou-se na atuação da cidade de São Paulo devido à sua escala e representatividade na economia do país, além de seu histórico em políticas climáticas inovadoras, incluindo a articulação com redes transnacionais e o governo federal (MACEDO, 2017; BARBI; FERREIRA, 2013).

3. Resultados e discussão

Com base na literatura, esta seção explora o processo de transição para uma mobilidade inteligente e sustentável a partir da perspectiva de governança multinível. Para tanto, serão avaliados três aspectos de governança no sistema de mobilidade de passageiros da cidade de São Paulo, a saber: estrutura institucional, processos participativos e atores.

3.1. Estrutura institucional para definição de políticas de mobilidade

Garantido na Constituição Federal como um direito, o sistema de transportes no Brasil é caracterizado como um serviço essencial no qual cabe i) à União estabelecer leis e normas de trânsito, ii) aos Estados licenciar veículos e motoristas e iii) aos municípios construir e executar a manutenção das vias públicas, regulamentar seu uso, gerir o sistema e fiscalizar o cumprimento da legislação e normas de trânsito (VASCONCELLOS *et al.*, 2011).

O serviço de transporte público é administrado pelas prefeituras e pode haver órgãos específicos em regiões metropolitanas. Já os serviços de transporte privado, como táxis, carros de aplicativo e transporte por fretamento, são regulados pelos governos estaduais e municipais. No município de São Paulo, a Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes (SMT) é o órgão executivo responsável por elaborar e coordenar as políticas públicas de mobilidade urbana, sendo composta por coordenações e departamentos que atuam em diferentes áreas da gestão do transporte, tais como a Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), o Metrô de São Paulo, a Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA) e a Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos (STM). Mas vale registrar que a estrutura de mobilidade no Brasil é complexa e tem variações consoante a cidade e a região (quadro 8).

Quadro 8. Responsabilidades entre os diferentes níveis de governo e aspectos internacionais e transnacionais da administração pública do transporte

Infraestrutura de transporte		
Federal	Estadual	Municipal
– Coordenação de políticas nacionais de transporte por meio do Ministério da Infraestrutura; – Regularização e fiscalização de serviços de transporte terrestre, aquaviário e aéreo em todo o país via ANTT para transporte rodoviário; – Gestão e manutenção das rodovias federais e obras de infraestrutura de transporte via DNIT; – Concessão e renovação de autorizações para empresas de transporte; – Regulação do transporte aéreo no Brasil via ANAC;	– Gestão dos sistemas de transporte dentro de seus limites territoriais, incluindo rodovias, ferrovias, portos e aeroportos estaduais; – Coordenação e integração do transporte intermunicipal e interestadual.	– Gestão financeira e contábil do orçamento municipal, coleta e gestão de impostos, licenciamentos e taxas; – Elaboração e coordenação de PPs de mobilidade urbana via SMT; – Gestão do trânsito e do sistema viário da cidade, incluindo o planejamento e a implantação de infraestrutura de trânsito e transporte, a fiscalização do tráfego, a implantação de programas de segurança viária e a gestão do sistema de transporte coletivo de passageiros via DSV; – Gestão do sistema de transporte

– Fiscalização e regulação de atividades das empresas aéreas e aeroportos; – Desenvolvimento de projetos de infraestrutura de transporte em âmbito nacional via EPL e outras empresas.		público de passageiros, incluindo a concessão e a fiscalização das empresas de ônibus, táxis e transporte escolar, a elaboração de políticas de integração tarifária e a implantação de programas de melhoria da qualidade do transporte público via DTP; – Elaboração e coordenação do planejamento estratégico de trânsito e transporte na cidade, incluindo a elaboração de planos de mobilidade urbana, monitoramento e avaliação, e projetos de melhoria da infraestrutura de transportes.
---	--	---

Fonte: Elaboração própria com base na PNMU (MDR, 2022).

Desde que foi instituído o Estatuto da Cidade, em 2001, os municípios com mais de 500 mil habitantes são obrigados a desenvolver planos de mobilidade urbana em articulação com os planos diretores, tratando da mobilidade urbana em âmbito municipal. A partir de 2012, com a aprovação da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), a obrigatoriedade foi ampliada para municípios com mais de 20 mil habitantes. O planejamento deve contemplar parâmetros de infraestrutura, serviços de transporte público coletivos e mecanismos de financiamento, com avaliação e revisão periódica.

Em 2022, o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) divulgou as cidades que concluíram o Plano de Mobilidade Urbana. Dentre os municípios com mais de 250 mil habitantes, 72% (84) declararam ter elaborado o documento. Entretanto, ao menos 2.024 municípios devem elaborar e aprovar o PMU e somente 69% (1.391) enviaram informações ao Departamento de Projetos de Mobilidade e Serviços Urbanos (DEMOB). Para apoiar os municípios na elaboração de seus planos, o MDR, em parceria com a Frente Nacional de Prefeitos, capacita representantes de cidades com mais de 250 mil habitantes. O órgão também criou o Projeto AcessoCidades para qualificar as políticas de mobilidade urbana como ferramenta para a integração das políticas de desenvolvimento urbano sustentável e a redução das desigualdades sociais, raciais e de gênero em cinco eixos de atuação: i) governança, ii) diagnóstico e capacitação, iii) planejamento e iv) viabilização de boas práticas; e v) engajamento (MDR, 2022).

Com a função de garantir unidade aos esforços nacionais e locais de mobilidade urbana, o Poder Executivo, em nível federal, integra: i) dois Ministérios, o das Cidades e o dos Transportes, que atuam na pauta da mobilidade urbana, ii) a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) como reguladora, iii) instâncias colegiadas de monitoramento das políticas, como o Conselho Nacional de Integração de Política de Transporte (CONIT), e iv) empresas executoras de serviços públicos, como a Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU). Em 2012, para incentivar a inovação e a sustentabilidade na infraestrutura, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) criou o Programa de Tecnologias para Cidades Sustentáveis com o fim de fomentar soluções em mobilidade e transporte público, além de construções sustentáveis, saneamento ambiental e sistemas eficientes de energia.

Já em nível estadual, o Poder Executivo exerce um papel integrador ao implementar as políticas relativas à mobilidade fora dos limites da capital paulista, fiscalizando o trânsito do Estado, sobretudo na Região Metropolitana, com duas Secretarias: a das Cidades e a dos Transportes Metropolitanos do Estado de São Paulo.

O Estado de São Paulo adotou a concessão de empresas privadas para dar conta do serviço de transporte público, inicialmente com a Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô), em 1966, e o Sistema de Planejamento e Administração Metropolitana (SPAM), em 1974. Em 1976 foi criado o Sistema Metropolitano de Transportes Urbanos, que deu origem à Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU). Na década de 1990, foi criada a Secretaria de Transportes Metropolitanos (STM), responsável pela política de transportes na Região Metropolitana de São Paulo. Ainda nesse período, a Companhia Paulista de Transportes Metropolitanos (CPTM) e o Fundo Metropolitano de Financiamento foram instituídos. Dada a estrutura administrativa da gestão do transporte, não existe um sistema coordenado entre as municipalidades da RM de São Paulo e da STM, embora os sistemas vinculados à STM estejam integrados entre si (MOTTA; COSTA, 2013 *apud* LIMA NETO; ORRICO FILHO, 2015).

No âmbito municipal, o PlanClima SP – Plano de Ação Climática do Município de São Paulo – preconiza, no quesito mobilidade, o aumento dos investimentos em mobilidade ativa (pedestres e ciclistas), sistemas de média e alta capacidade de transporte (metrô, trens e corredores exclusivos), renovação da frota e racionalização do sistema de baixa capacidade (ônibus e micro-ônibus), além de priorizar pedestres e ciclistas. Os objetivos do Plano consistem em empreender ações para reduzir em 50% as emissões do município até

2030, em comparação com os níveis de 2017, e implementar medidas adaptativas para diminuir as vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais (SÃO PAULO, 2021).

São Paulo é a única região metropolitana brasileira que realiza pesquisas de origem-destino desde 1967. O primeiro planejamento foi realizado em 1978, seguido do Plano Diretor de Desenvolvimento dos Transportes (PDDT) do Estado de São Paulo em 1986, e que já estabelecia como prioridade a integração via corredores, e o PDDT-Vivo 2000-2020, voltado ao desenvolvimento econômico ainda sem foco na dinâmica de deslocamentos metropolitanos. Na década de 1990, foi desenvolvido o Plano Integrado de Transportes Urbanos (PITU), em 1997, que estabelecia investimentos em infraestrutura, fontes de recursos divididos entre os três níveis de governo, além da participação do setor privado e de concessões urbanísticas (MOTTA; COSTA, 2013 *apud* LIMA NETO; ORRICO FILHO, 2015).

No que se refere ao financiamento do setor, o governo federal ainda é responsável por fomentar investimentos em infraestrutura de transporte por meio do Plano Anual de Contratações (PAC), sendo a maioria direcionada à implantação de corredores de transporte e obras viárias. Em São Paulo, os investimentos estão vinculados à rede de transporte e ao sistema viário sob responsabilidade do governo estadual para financiamento de faixas exclusivas e BRTs. Segundo Lima Neto e Orrico Filho (2015), esta relação entre o agente de planejamento e o território permite uma melhor distribuição espacial dos recursos.

3.2. Processos públicos participativos

Dados são a matéria-prima mais valiosa em um sistema inteligente porque estruturam a oferta e a demanda de mobilidade por meio da digitalização de serviços, o uso de aplicativos, sensores e câmeras, gerando um volume massivo de informações que ajudam a compreender a realidade e identificar as necessidades da população por serviços e produtos. A interpretação e o cruzamento desses dados, se usados de maneira estratégica, podem apoiar as tomadas de decisão em políticas a partir de uma análise sistêmica atualizada em tempo real. Entretanto, a necessidade de regulação do uso desses dados gera debate em torno da propriedade dessas informações. Nesse âmbito, o marco regulatório da Lei de Proteção de Dados (LGPD) – nº 13.709/2018 – tem em vista garantir a privacidade e a segurança dos usuários. Da mesma forma, Batty *et al.* (2012) defendem que as regulamentações governamentais devem proteger o desenvolvimento de dados e modelos, interfaces

apropriadas, segurança de quem pode ou não acessar o material *online*, confidencialidade e privacidade e direitos de propriedade intelectual em uma estrutura de cidade inteligente.

A Prefeitura de São Paulo organiza a gestão da tecnologia por meio da Política Municipal de Tecnologia da Informação e Comunicação, instituída pelo Decreto Municipal nº 57.653/2017. O município conta com um plano estratégico de tecnologia visando consolidar o seu uso nos diversos órgãos e entidades que compõem a prefeitura e fortalecer São Paulo como uma cidade inteligente. Por meio de diagnósticos, incluindo uma escala que avalia o nível de maturidade na gestão tecnológica de cada entidade do governo municipal, são realizadas orientações técnicas e capacitações a partir de recomendações e sugestões baseadas em boas práticas. Os treinamentos acontecem continuamente para servidores municipais que atuam com TIC a fim de aprimorar competências técnicas desses profissionais (SÃO PAULO, 2023).

A interação da inovação social e tecnológica tem potencial para transformar a governança urbana, atendendo a uma demanda crescente de participação pública pelos cidadãos, cada vez mais informados e informatizados. A Prefeitura Municipal de São Paulo iniciou um processo de abertura de dados com o projeto “São Paulo Aberta”, com vistas a articular, integrar e fomentar ações de governo aberto na cidade com o uso de tecnologia para ampliar o diálogo com os cidadãos mediante ferramentas que conformam o autodenominado “Gabinete Aberto”. A criação do São Paulo Aberta é a meta 116 do Programa de Metas⁴⁸ no eixo “Gestão Transparente, Participativa e Descentralizada”. Para a implantação dessa meta foi estruturado o Comitê Intersecretarial de Governo Aberto (CIGA-SP), composto por 13 secretarias municipais e a Empresa Municipal de Tecnologia, para articular, orientar e sistematizar dados na Prefeitura.

O uso e o desenvolvimento de ferramentas abertas abrangem uma mudança cultural da gestão pública e do monitoramento pela sociedade virtualmente pelo Portal de Gestão Urbana⁴⁹, o primeiro portal da Prefeitura, criado em 2013, com foco na participação popular e acesso à informação. Lá estão registrados dados referentes à revisão do Plano

⁴⁸ O Programa de Metas 2021-2024 representa o encontro entre a visão estratégica de cidade e as propostas e contribuições feitas pela sociedade civil durante seu processo de elaboração. O resultado é um documento com a pactuação de 6 eixos, 27 objetivos estratégicos, 77 metas e seus respectivos indicadores. O eixo SP Global e Sustentável apresenta um conjunto de metas e iniciativas que busca posicionar São Paulo junto a outras cidades globais no alinhamento a diretrizes internacionais de sustentabilidade e promoção da qualidade ambiental. Disponível em:

https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/governo/planejamento//programa_de_metas_20212024/index.php?p=330192. Acesso em 2 de maio de 2023.

⁴⁹ Disponível em: www.gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br.

Diretor Estratégico, da Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, além de projetos urbanos disponibilizados ao público em uma biblioteca virtual. Também foi a primeira plataforma do governo em nível local a criar a minuta participativa, o que permitiu a discussão inciso por inciso na revisão dos marcos legais do município com transmissão *online*.

Embora o movimento de dados abertos ofereça oportunidades para um processo decisório mais inteligente e participativo, já que os dados são resultantes de milhares de interações entre os usuários, há um risco sobre o controle desses dados e do poder a eles associado. Assim, em janeiro de 2023 o município consolidou a Política Municipal de Dados Abertos e Transparência Ativa⁵⁰ na Lei nº 17.901/2023, com disposições acerca da utilização e abertura de dados e da política de transparência a ser adotada na cidade.

Como o Estado já não é a principal fonte de conhecimento sobre os padrões de viagens no sistema de mobilidade, as operadoras de telefonia e empresas de geotecnologia apreendem essas informações, gerando uma assimetria na gestão desses dados. Para oferecer mais transparência e engajar os cidadãos, a Prefeitura passou a investir em plataformas abertas, como o Portal de Dados Abertos⁵¹, que reúne e disponibiliza informações de todos os órgãos da Prefeitura, como equipamentos públicos, contratos e convênios, pedidos de informação respondidos, execução orçamentária, perfil do funcionalismo, fluxo de caixa das empresas, entre outras, totalizando 182 conjuntos de dados em 15 grupos de temas, incluindo transporte e mobilidade. A plataforma permite a construção de aplicativos, como APIs, por interessados nos temas de Gestão Pública, gerando um modelo de inovação aberta.

Outro exemplo de participação mediada pela tecnologia é o “Café Hacker”,⁵² em que cidadãos, servidores e técnicos da Prefeitura debatem e acessam dados e informações de uma área específica cujo tema varia a cada encontro. Sua metodologia permite a formulação de demandas com a proposição de soluções concretas. Depois dos eventos, devolutivas são organizadas por meio de documentos em que todas as dúvidas, críticas e sugestões levantadas são respondidas pelos respectivos órgãos responsáveis.

Já o Laboratório de Mobilidade Urbana e Protocolos Abertos (MobiLab) enfoca soluções para a gestão do transporte, do trânsito e da mobilidade urbana em São Paulo. O MobiLab, a Secretaria Municipal de Transporte, por meio da SPTrans e da CET, permite o acesso e troca de conhecimentos para a construção de tecnologias para o setor.

⁵⁰ Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-17901-de-11-de-janeiro-de-2023>.

⁵¹ Disponível em: <http://dados.prefeitura.sp.gov.br/>.

⁵² Disponível em: <http://cafehacker.prefeitura.sp.gov.br>.

3.3. Atores: diversidade versus corporativismo

A indústria automotiva gera e reproduz aspectos de dominação devido a uma relevância econômica e social que lhe garante uma posição privilegiada na agenda pública (URRY, 2004). Com altos custos de produção, esse mercado configura um regime estável suportado por uma rede de atores empresariais que financiam esse sistema sociotécnico. Todavia, novos *players* de setores de negócios até então distantes do tema da mobilidade urbana passaram a atuar e a desafiar o atual modelo de mobilidade, como empresas de tecnologia, incluindo *startups*, conforme mostra o estudo de caso.

As montadoras de automóveis vêm recebendo incentivos fiscais e financeiros nas últimas décadas, mas recentemente têm enfrentado problemas para se manterem competitivas diante da subutilização de fábricas e pressões de custos, saturação do mercado em países desenvolvidos e novas gerações menos propensas a ter um carro como propriedade. As montadoras também enfrentam pressões da sociedade e governos quanto aos impactos da sua atuação em mudanças climáticas e a saúde pública, principalmente em nível local, e buscam, gradualmente, melhorar suas tecnologias a combustão, além de desenvolver novos projetos de veículos elétricos, autônomos, ou movidos a biocombustíveis.

Em resposta, essas empresas têm-se concentrado em custos, fusões, melhorias em eficiência de produção, economias emergentes e inovação tecnológica relacionada a desempenho, conforto e segurança (GEELS, 2018). Os riscos climáticos também se apresentam como ameaças ao setor, não apenas como infraestrutura, mas na inserção de tecnologias alternativas de propulsão, o compartilhamento de viagens e a promoção de serviços multimodais, que acabam por desafiar a liderança do motor a combustão (NYKVIST; WHITMARSH, 2008).

Historicamente, o setor de transportes no Brasil é influenciado por arranjos institucionais corporativistas caracterizados por uma forte relação entre grandes grupos de poder. Esses arranjos permitem que os tomadores de decisões negociem políticas de maneira diferenciada e menos pluralista. Em geral, esses grupos de interesse são parte integrante do processo político e criam um alto nível de continuidade, por seus investimentos de longo prazo (LEHMBRUCH, 2019). Tal situação também impede o Estado de ter uma visão mais ampla sobre a tributação de novas formas de mobilidade, não apenas para aumentar a receita pelo uso de serviços de mobilidade inteligente, mas também para aproveitar melhor a infraestrutura urbana que implica alto custo de manutenção para o contribuinte.

A Prefeitura de São Paulo, sem capacidade técnica de desenvolver algumas soluções, tem estabelecido parcerias com a iniciativa privada para garantir sua participação na agenda de inovação e tecnologia, como fez com a Waze para ter acesso a dados produzidos para a empresa para monitoramento público, permitindo, por exemplo, que os usuários reportem problemas de sinalização para garantir agilidade nas intervenções técnicas da Prefeitura. Afinal, os paulistanos configuram o maior número de usuários de aplicativos de mobilidade do mundo (3,5 milhões), gerando dados de monitoramento em mais de 500 milhões de quilômetros mensais (FÓRUM MOBI, 2018).

Mesmo com esse tipo de parceria, a adoção de inovações em mobilidade constitui novos desafios de governança à medida que a demanda cresce. Exemplos recentes na cidade de São Paulo incluem a proibição de patinetes elétricos e dos *tuk-tuks* (triciclos) que já circulavam pelas ruas da cidade. Os patinetes, por exemplo, começaram a ser apreendidos por guardas de trânsito. Esses veículos podem circular desde que não ultrapassem 40 km por hora, mas, por falta de diálogo e de uma legislação específica, as autoridades tendem a adotar medidas arbitrárias, como a apreensão dos equipamentos.

Com a maior adesão a esse modal, a Prefeitura aprovou o Decreto nº 58.907/2019 para disciplinar o uso de patinetes elétricos em São Paulo. A medida fixa limites, como velocidade, idade mínima do condutor, equipamentos de segurança e locais permitidos para a sua condução. A Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE), entidade civil de direito privado sem fins lucrativos, prioriza a atuação junto às autoridades e entidades empresariais relacionadas ao setor automotivo para incentivar o desenvolvimento e uso de veículos elétricos. Entre as categorias monitoradas pela ABVE estão os chamados veículos levíssimos, que incluem motocicletas, bicicletas, dicitos, triciclos, quadriciclos, *scooters*, *skates*, patinetes e até empilhadeiras. No entanto, com a falta de um marco legal, a locação de patinetes monitorados por sistema de geotecnologia não prosperou e a maioria das empresas deixou o país. Foi o caso da Grow (fusão da brasileira Yellow com a mexicana Grin), que chegou a ter um ativo de R\$ 15 milhões em bicicletas e R\$ 36 milhões em patinetes⁵³ em 2020. Em pouco tempo a Grow contraiu uma dívida maior que esse valor em ações trabalhistas.

A Prefeitura tentou regulamentar esse modal depois que as locações já estavam sendo realizadas, o que inviabilizou testes e melhorias antes de oficializar sua

⁵³Disponível em <https://integra.dataprom.com/mobilidade/entenda-por-que-a-locacao-de-patinetes-ainda-nao-vingou-no-brasil/>.

regulamentação. Outro caso emblemático da falta de planejamento foi a chegada dos patinetes elétricos. Antes da fusão, os patinetes elétricos da Yellow e da Grin se popularizaram rapidamente em São Paulo, com o registro de problemas na mesma proporção. Como o sistema de locação e devolução se baseia em tecnologia *dockless*, que não utiliza estações de travamento, já que o aparelho possui seu próprio sistema de bloqueio, o usuário podia liberar ou devolver o equipamento em áreas predefinidas da cidade por meio de aplicativos. No entanto, com o tempo, patinetes e bicicletas passaram a ficar amontoados sobre as calçadas, concentrados em poucos pontos, onde eram furtados ou vandalizados. Outra queixa foi o custo para o usuário final, que pagava 3 reais somente para destravar um patinete da Grin e mais R\$ 0,50 por minuto de uso.

Uma situação mais recente foi a proibição da circulação de *tuk-tuks* da empresa Grilo Mobilidade na cidade. A Prefeitura paulista barrou essa espécie de triciclo elétrico por considerar o serviço próximo ao de mototáxi, também proibido. A empresa começou a atuar na capital paulista em 13 de abril de 2023, na região da Avenida Paulista, oferecendo viagens de até 6 km, mas dez dias depois o serviço foi banido pela Prefeitura.

Em janeiro de 2023, o Uber Moto⁵⁴ (serviço de caronas em motocicletas) foi suspenso na cidade de São Paulo após um decreto municipal com a justificativa de que as mortes em acidentes que envolvem motocicletas na cidade aumentaram quase 30% em 2022, na comparação com o ano anterior. A 99 recuou do lançamento de seu mototáxi após o posicionamento da Prefeitura, que chegou a criar um grupo de trabalho técnico para discutir esse modal, mas apenas no dia seguinte ao início da operação da Uber Moto, o que denota que a governança da mobilidade inteligente não chega na mesma velocidade das soluções existentes nesse setor.

Atualmente, a Prefeitura de São Paulo, por meio do Comitê Municipal de Uso do Viário (CMUV), órgão responsável por avaliar serviços para exploração de atividade econômica privada de transporte, cadastra apenas operadoras de transporte por aplicativo para automóveis, conduzidos por motoristas com CNH do tipo B. Aspectos jurídicos desse tipo de operação realizada por empresas como Uber, 99 e InDrive são gerenciados pela Operadora de Tecnologia de Transporte Credenciada (OTTC), instituídos pelo Decreto nº 56.981/2016, mas a partir dos casos relatados denota-se que a jurisdição é limitada ao não contemplar outras

⁵⁴Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2023/01/uber-moto-e-suspenso-na-cidade-de-sao-paulo>.

alternativas de modal e não aprofundar estudos sobre novos serviços como esses já proibidos por falta de legislação.

Aspectos regulatórios perpassam outros aspectos sociais, como direitos trabalhistas dos motoristas de aplicativos. Essa modalidade crescente de atividade econômica deu origem ao termo “uberização do trabalho”, como sinônimo de trabalho flexível ou que precariza as condições dos trabalhadores. A falta de diálogo entre o governo e as empresas tem causado divergências públicas, como demonstra a fala do Ministro do Trabalho, Luiz Marinho (PT), em entrevista para o jornal Valor Econômico de 6 de fevereiro de 2023⁵⁵, quando questionado sobre a hipótese de a Uber deixar o país caso a regulamentação trabalhista ocorra: “Me falaram: ‘E se o Uber sair?’ Problema da Uber. Não estou preocupado. Posso chamar os Correios, sendo uma empresa logística, e dizer para criar um aplicativo e substituir. Aplicativo tem aos montes no mercado.”

Situação similar ocorre com os entregadores de aplicativos como Rappi e iFood. A insatisfação com as plataformas de entrega levou milhares de entregadores de aplicativos a uma mobilização no chamado “Breque dos Apps”, em julho de 2020. Um dos fundadores da Aliança Nacional dos Entregadores de Aplicativos (ANEA), criada em dezembro de 2022, em entrevista⁵⁶ para a revista Carta Capital, disse sentir-se enganado pelo governo: “O que me decepcionou foi que o governo não fez um diálogo direto com os trabalhadores. A gente sai com uma promessa de que a gente fará parte do processo e que era para a gente começar a trabalhar nossas pautas e apresentar pro ministro do Trabalho, o Luiz Marinho. [...] Só que de lá para cá não teve mais contato com ninguém.”

Dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEAc, 2023) indicam que há 1,7 milhão de brasileiros trabalhando na chamada “*Gig Economy*”, termo que caracteriza relações laborais entre funcionários e empresas que contratam mão de obra para realizar serviços esporádicos sem vínculo empregatício. Após a pandemia, houve um aumento significativo desses trabalhadores (1,2 milhão de motoristas e 385 mil entregadores), em sua maioria homens jovens e negros. Na mesma proporção, houve um aumento do número de acidentes: 122 mil em 2022, tendo sido de 88 mil em 2013 (CEBRAP, 2023).

A falta de serviços e capacidade técnica para atender à população paulistana pelo governo local tem feito surgir novas empresas e soluções inovadoras com oferta de serviços

⁵⁵ Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2023/02/06/marinho-elege-minimo-aplicativos-e-reforma-trabalhista-como-prioridades.ghtml>.

⁵⁶ Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/politica/lider-de-entregadores-de-aplicativo-diz-que-se-sentiu-enganado-por-governo-sobre-regulamentacao/>.

básicos, como entrega de mercadorias adquiridas em lojas virtuais. Os Correios, por exemplo, não conseguem chegar a alguns endereços considerados de risco, estimulando o surgimento de novas *startups*, como a Favela Brasil Xpress⁵⁷ e naPorta⁵⁸, criadas por jovens periféricos que contratam pessoas da própria comunidade para fazer as entregas porta a porta.

Esses exemplos refletem a necessidade de se repensar como o sistema de transporte articula com a comunidade epistêmica formada pelas empresas de tecnologia que apresentam novos serviços de mobilidade urbana que ainda não foram mapeadas pela gestão pública, que, portanto, não está preparada para absorvê-los, seja no aspecto jurídico e regulatório, seja no âmbito tributário e social.

Uma nova governança deliberativa que estimule a coprodução de conhecimento no conceito habermasiano de esfera pública exige uma gestão mais integrada do território com ênfase no processo participativo e na transparência e acesso a informações baseadas na ciência, já que a produção científica também é política (JASANOFF, 2015).

Soluções sociais e tecnológicas resultantes de um processo mais horizontal de governança fortalecem políticas mais eficazes, ao serem legitimadas socialmente (BULKELEY, 2013; GIDDENS, 2011; OSTROM, 2009; BULKELEY; KERN, 2006). O uso das TICs no *locus* de aprendizagem possibilita a ampliação da participação popular e a prestação de contas por parte do governo, permitindo que os cidadãos fiscalizem e participem do processo decisório sobre orçamento, planejamento e projetos para a cidade. Entre os cobenefícios, ganhos de eficiência na gestão pública, desburocratização de processos e melhor fluxo de informações aumentam a qualidade dos serviços públicos. O formato virtual ainda potencializa o acesso e a participação da população e evita deslocamentos físicos, ajudando a minimizar custos, congestionamentos e emissões atmosféricas.

Um conjunto bastante variado de atores sociais participa com níveis diferenciados de influência na definição de estratégias de políticas em um amplo processo de disputa de interesses em um cenário de recursos limitados (GIDDENS, 2003), mas a inserção de novos atores não estatais e comunidades epistêmicas faz emergir demandas e tendências que os governos ainda não estão preparados ou aptos a absorver e gerenciar.

No que se refere à sociedade civil, diversos atores e grupos influenciam a política local de mobilidade urbana de passageiros, e coletivos de mobilidade urbana cresceram com o uso de TIC. As manifestações de 2013, por exemplo, conhecidas como “Jornadas de Junho”,

⁵⁷ Disponível em: <https://g1.globo.com/politica/noticia/2021/11/22/o-jovem-de-paraisopolis-que-criou-sistema-para-fazer-entregas-onde-os-correios-nao-entram.ghtml>.

⁵⁸ Disponível em: <https://startup.com.br/entregas-naporta-das-periferias/>.

foram emblemáticas ao revelar novos formatos de participação popular e controle social mediados pelas redes sociais (GIARETTA; DI GIULIO, 2018). Outros grupos passaram a defender o uso de bicicletas na cidade, como o coletivo Bike Anjo, que ensina as pessoas a andarem de bicicleta na cidade com a ajuda de voluntários, e a Ciclocidade, que apoia a criação de políticas públicas voltadas à mobilidade por bicicleta, como a instauração de faixas exclusivas para ciclistas, ou os grupos pró-mobilidade ativa, como a Cidade a Pé e o SampaPé, que promovem a “caminhabilidade” e a qualidade das vias e calçadas (GIARETTA; DI GIULIO, 2018).

Um novo ator relevante no sistema de mobilidade identificado na análise bibliográfica é o setor imobiliário, que cria uma nova dinâmica de mobilidade nas cidades. O notável crescimento vertical de São Paulo pode ser creditado ao Plano Diretor e à Lei de Zoneamento, que estabeleceu que edifícios altos só podem ser erguidos em áreas próximas ao transporte público e a restrição a uma vaga de garagem por unidade em empreendimentos próximos a estações de trem, metrô e corredores de ônibus.

A ampliação da rede de metrô, mudanças nas trajetórias de linhas de ônibus, criação de centros comerciais, novas vias e pontos de acessos à cidade estimularam as construtoras a investirem em determinadas áreas, influenciadas pelos novos hábitos pós-pandemia, em que as pessoas passaram a trabalhar em casa. Com a nova dinâmica das residências como local de trabalho, o perfil dos lançamentos imobiliários foi adequado para a oferta de serviços que reduzem a necessidade de deslocamento, como academias, lavanderias, áreas para *coworking* e espaço para carregamento de carros e bicicletas elétricos, já que desde março de 2020 a Lei nº 17.336 tornou obrigatória a oferta desse tipo de sistema de recarga em novos edifícios.

Nota-se que esse movimento imobiliário esconde um problema que caracteriza um novo desafio no ordenamento espacial via Lei de Zoneamento: os microapartamentos. Com até 30 m², a oferta desse tipo de empreendimento se multiplicou nos últimos anos e inclui os chamados *studios*, apartamentos compactos sem divisão de cômodos. No entanto, a maior fatia de compradores desse tipo de imóvel são investidores imobiliários. O resultado é que esses imóveis se tornaram opção para aluguéis de curta temporada e as vagas de garagem foram vendidas ou alugadas, frustrando a expectativa de que os moradores passassem a se locomover de transporte público⁵⁹.

⁵⁹ Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2023/02/27/sp-prefeitura-sugere-mudar-lei-para-frear-construcao-de-microapartamentos.htm>.

Os grupos empresariais se destaquem por uma atuação em nível nacional, como a cadeia produtiva de derivados do petróleo e a indústria automobilística, que inclui montadoras, redes de serviços e indústria de peças automotivas, influenciam o sistema em nível local. As concessionárias de transporte público, por exemplo, conseguiram tramitar o Projeto de Lei nº 300/2017, denominado “PL da Poluição”, para adiar para 2027 a obrigação de as empresas de ônibus alterarem ou renovarem seus veículos para uso de combustíveis limpos, contrariando as diretrizes da PMMC (NICHI; ZULLO, 2021).

A suspensão da inspeção veicular pelo Denatran, que seria obrigatória a partir de 2019 para verificar as condições de segurança e as emissões de poluentes dos veículos em circulação, é outro exemplo de política ambiental descontinuada sem maiores justificativas. Ou a pressão das demissões em massa e fechamentos de fábricas, como as da Ford, em 2021, com a perda de 5 mil postos de trabalho e impacto no PIB brasileiro.

Com isso, a característica corporativista segue relevante com atores com maior poder para influenciar a estrutura de mobilidade em nível local, mas a iniciativa privada já começa a absorver a demanda de um desenvolvimento sustentável. Uma referência de coalizão para advogar essa causa é o Movimento MSBC (Mobilidade Sustentável de Baixo Carbono⁶⁰), união técnico-científica de organizações como a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA), o Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (SINDIPEÇAS), a Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA) e a Sociedade de Engenharia Automotiva (SAE BRASIL), além de acadêmicos.

4. Considerações finais

A natureza multiatores, multinível e multiescalar de uma transição sociotécnica já tem apresentado mudanças profundas no modelo de deslocamento de passageiros. Embora muito progresso tenha sido feito, tanto em infraestrutura de transporte quanto em esforços para ampliar a participação dos cidadãos, o equilíbrio de forças ainda é um problema, pois a equidade e a diversidade de participação não apresentam equilíbrio, indicando que os atores privados ainda têm forte influência no processo de tomadas de decisão. Para o enfrentamento da crise climática, as comunidades mais vulneráveis precisam participar desse diálogo e ainda não estão posicionadas nessa interlocução com o governo, refletindo a difusão desigual das

⁶⁰ Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2021/10/27/movimento-msbc-e-lancado-para-criar-solucoes-de-transporte-de-baixo-carbono/>.

TICs. Essa característica tende a aprofundar as desigualdades socioeconômicas em cidades inteligentes (CARAGLIU; DEL BO, 2022), já tão arraigadas na sociedade brasileira.

Os resultados indicam que os instrumentos tecnológicos implementados em nível local no Brasil já foram testados em nível internacional, o que infere que já estariam “prontos” para serem realocados em países em desenvolvimento. Mas, na contramão dessa hipótese, a prática mostra que a falta de pilotos e experimentação em nível local, considerando aspectos jurídicos, culturais, econômicos, políticos e sociais, não recebe a devida atenção. Como resultado, temos visto, como mostra o estudo de caso, diversos projetos frustrados por incongruências legislativas e falta de diálogo entre empresas de tecnologia e governo, especialmente quando se trata de novas modalidades, como patinetes elétricos e compartilhamento de veículos.

Como o estudo de caso demonstra, a influência das empresas de tecnologia aumentou notavelmente nos últimos anos, posicionando esta comunidade epistêmica como um dos *players* mais importantes da arena, “forçando” a descontinuidade do regime sociotécnico da mobilidade ao promover inovações de nicho. No entanto, o governo, especialmente em nível local, perde oportunidades de protagonizar essa pauta como uma importante ação climática ao evitar estabelecer diálogos sistemáticos que evoluam para medidas regulatórias e políticas públicas. Da mesma forma, a iniciativa privada pode contribuir para o aprendizado no uso e aplicação de tecnologias, não apenas provendo softwares e hardwares, mas aglutinando inovações em serviços e produtos alinhados com as necessidades de mitigação e adaptação climáticas, como edificações inteligentes, matéria-prima mais sustentável, ou desburocratizar a gestão pública ao digitalizar serviços e canais de comunicação que reduzem a necessidade de deslocamentos, para citar alguns exemplos. Essa direção também consegue minimizar a dependência do setor de transportes de outros economicamente poderosos, como o petrolífero e o automotivo, que ainda conseguem infringir acordos climáticos por meio de *lobby*.

A inovação deve favorecer a gestão pública; portanto, a discussão vai além do embate entre atores, mas em como integrar esses novos públicos, como *startups* e empresas e especialistas de TI, para assegurar que a governabilidade da tecnologia atenda aos interesses da população em primeiro lugar. O comportamento passivo e responsivo do Estado ao não dialogar com esses novos atores faz com que o poder público seja “atropelado” por situações externas e seu papel fique limitado a proibir a adoção de novas tecnologias, como no caso relatado dos patinetes elétricos e *tuk-tuks* na cidade de São Paulo.

A análise aponta que a urgência de um planejamento de longo prazo que extrapole soluções de infraestrutura tradicional, como a construção de estradas, mas inclua desde o início a comunidade epistêmica das empresas e especialistas em tecnologia de mobilidade na estrutura de governança pública, será um suporte para entender os melhores caminhos para a inserção de tecnologia e inovação no setor com resultados benéficos para todos. Sem isso, ao reduzir as opções de deslocamento, a reputação e a legitimidade do Estado são questionadas e, perde-se a possibilidade de ampliar a arrecadação para além de combustíveis e veículos com a tributação sobre novos modais e serviços, impactando toda uma cadeia de valor.

Quanto às limitações da pesquisa, esta abordagem teórica foi testada por meio de um estudo de caso único e exploratório. Para o resultado ser cabível a outros casos, seriam necessários mais estudos focalizados em realidades distintas no país, ainda que a transição sociotécnica da mobilidade no Brasil tenha evoluído apenas nos grandes centros urbanos das Regiões Sul e Sudeste, situação que espelha a assimetria socioeconômica das cidades brasileiras.

ARTIGO 3 – Avanços e limites das políticas de mobilidade de baixo carbono na cidade de São Paulo

Resumo

As cidades são os principais emissores de gases de efeito estufa (GEE), e o setor de transportes é responsável por uma das maiores parcelas de emissões nas grandes cidades. A mobilidade urbana demanda políticas que contribuam para mitigar e adaptar os impactos climáticos, visando garantir uma transição para um futuro de emissões de zero carbono. Nos últimos anos, diversas políticas de mitigação e adaptação climáticas foram implementadas com foco nos meios de transporte. No entanto, a instabilidade política e a dependência de um modelo consolidado de mobilidade baseado em projetos de infraestrutura dispendiosos e de longo prazo impactam o progresso na gestão pública do transporte. Nesse contexto, o presente artigo visa avaliar os avanços e limitações dos instrumentos políticos de planejamento urbano, no âmbito municipal, como ferramentas para enfrentar os impactos climáticos na mobilidade. O estudo concentra-se nos instrumentos regulatórios específicos da cidade de São Paulo, como a Política Municipal de Mudanças Climáticas (PMMC), o Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob SP), o Plano Diretor Estratégico (PDE) e o Plano de Ação Climática (PlanClima SP). Essas políticas regulam medidas adaptativas por meio de planejamento, gestão da mobilidade e uso do solo no município. A análise revela que São Paulo possui instrumentos relevantes de planejamento que contemplam soluções para a crise climática no transporte urbano, mas que ainda necessitam de ajustes para incorporar novos modais e tecnologias com potencial para descarbonizar o setor. Dentre os principais desafios identificados, destacam-se limitações econômicas e regulatórias para impulsionar o uso de tecnologia, incluindo a tributação de novos modais, a ampliação da frota de veículos mais sustentáveis e a adoção de biocombustíveis.

Palavras-chave: mobilidade sustentável, políticas públicas, mudanças climáticas, São Paulo, transporte urbano.

1. Introdução

Com uma população de 12,33 milhões de habitantes, o município de São Paulo é um modelo emblemático de megacidade que cresceu exponencialmente e não foi planejado. Um dos principais impactos dessa rápida urbanização está no sistema de mobilidade urbana, influenciado por uma política de favorecimento ao uso do automóvel individual. Com a saturação desse modelo, a população tem cobrado dos gestores públicos a adoção de políticas públicas que promovam a melhoria da qualidade do transporte público e a redução das externalidades socioambientais negativas oriundas desse setor, como poluição, congestionamentos e insegurança viária.

É notável o empenho do poder público municipal em São Paulo na adesão a políticas regulatórias e tributárias para promover a integração e inovações em modais de

mobilidade e no incentivo aos biocombustíveis na matriz energética do setor, além de instrumentos de planejamento urbano, a saber: a Política Municipal de Mudanças Climáticas (PMMC, 2009), que visa promover a mitigação e adaptação aos impactos climáticos para garantir a resiliência urbana; o Plano Diretor Estratégico (PDE, 2014), com diretrizes para o planejamento urbano com a redução das emissões de GEE nos transportes; o Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob SP, 2015), que visa desestimular o uso do automóvel individual na cidade; e o Plano de Ação Climática (PlanClima SP, 2021), que objetiva identificar ações que apoiem a implementação dos compromissos assumidos em 2015, no Acordo de Paris.

Esses instrumentos, apesar de relativamente recentes, foram fortalecidos após a promulgação do Estatuto da Cidade, em 2001, que estabeleceu a obrigatoriedade do Plano Diretor em cidades com mais de 20 mil habitantes, visando ordenar o uso do solo e garantir a acessibilidade ao transporte público (BRASIL, 2013). A Lei de Mobilidade Urbana, de 2012, definiu as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, priorizando o transporte coletivo e não motorizado. Além disso, o Estatuto da Metrópole contribuiu para a organização do planejamento e da gestão pública em regiões metropolitanas, com o apoio da União.

A partir da necessidade de aprimorar a gestão do espaço público, foram implementadas melhorias na experiência de deslocamento no município de São Paulo, incluindo a criação de corredores exclusivos, a modernização dos trens, a instalação de faixas prioritárias para ônibus e a introdução do bilhete eletrônico com integração tarifária. No entanto, essas inovações mostraram-se pouco eficazes na solução do problema crônico dos congestionamentos.

No que diz respeito aos investimentos no setor, o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) em 2007 impulsionou a destinação de recursos para grandes obras de infraestrutura, incluindo o desenvolvimento e a modernização de corredores de ônibus (BRT) e Veículos Leves sobre Trilhos (VLT) nas 12 capitais que sediaram a Copa do Mundo em 2014. Contudo, muitas dessas obras não foram concluídas, conforme apontado por Gomide e Galindo (2013).

Posteriormente, a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) definiu instrumentos para a implementação de inventários de emissões, mecanismos de financiamento e planos setoriais de mitigação e adaptação climáticas, visando cumprir o compromisso voluntário assumido pelo governo brasileiro em 2009 de reduzir entre 36% e 39% das emissões em relação a 2020. Essas medidas procuram enfrentar os efeitos da mudança do clima por meio de ações de mitigação e adaptação. Entre os inventários setoriais, destaca-se o

Plano Setorial de Transporte e Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima (PSTM, 2013), que reconhece o papel central desse setor nas emissões antropogênicas de gases de efeito estufa (GEE).

Entre os marcos institucionais da mobilidade urbana paulista, a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC), de 2009, alinhada à PNMC, subsidiou o Plano de Transporte Sustentável do Estado de São Paulo para priorizar investimentos multimodais, com maior participação dos modais ferroviário, hidroviário, ciclovário e dutoviário. Da mesma forma, o Plano Diretor de Desenvolvimento dos Transportes (PDDT) e o Plano Integrado de Transporte Urbano (PITU) tinham como objetivo equilibrar a eficiência energética entre as matrizes de transporte de carga e passageiros (SÃO PAULO, 2013).

Quadro 9. Instrumentos políticos que convergem ação climática e mobilidade no município de São Paulo

Normatização	Política pública	Objetivos
Planejamento urbano	PDE (2014)	O Plano Diretor Estratégico orienta o crescimento e o desenvolvimento urbano do município.
	LPUOS (2016)	Regula o parcelamento, uso e ocupação do solo.
Gestão do transporte	PlanMob (2015)	Planejamento dos modos público e não motorizados, como bicicletas; monitoramento do sistema viário; gerenciamento dos estacionamentos; restrição de velocidade.
	Lei nº 16.738/2017	Altera a lei anterior, nº 14.266/2007, que regulamentava as ciclovias e ciclofaixas na cidade.
Regulamentação	Lei nº 12.240/1997	Permite que o Executivo restrinja a circulação de veículos automotores no município de São Paulo.
	Decreto nº 49.487/2008	Regulamenta o trânsito de caminhões na Zona de Máxima Restrição de Circulação – ZMRC
Tributação	Lei nº 13.296/2008	Estabelece o tratamento tributário do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA.
	Medida Provisória nº 843/2018	Estabelece requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos no Brasil, institui o Programa Rota 2030.
	Lei nº 11.494/2007	Devolução da quota-parte do IPVA (Imposto sobre Propriedades de Veículos Automotores) de carros movidos a energia de propulsão elétrica, a

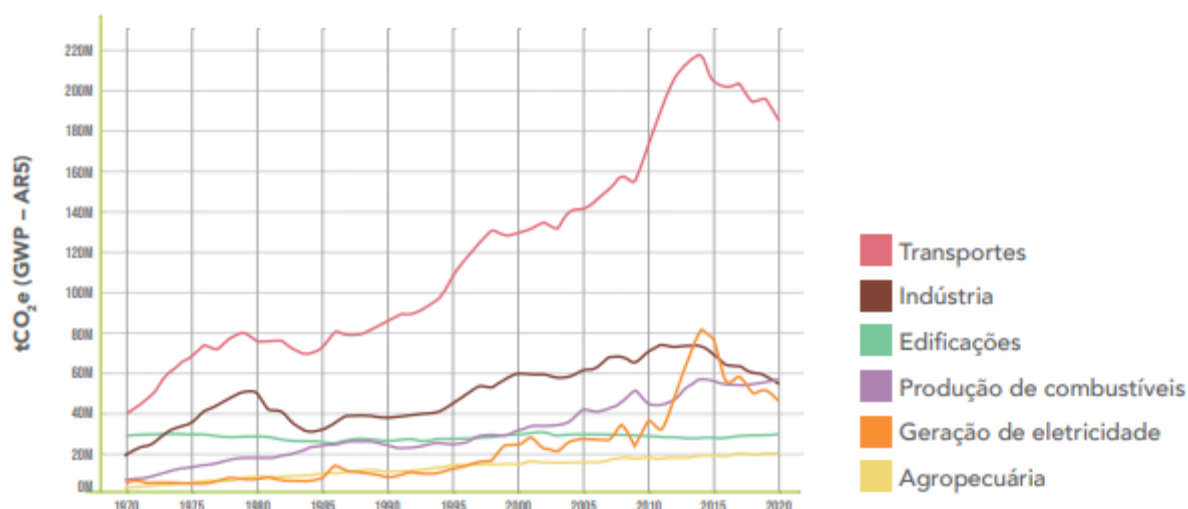
		hidrogênio ou híbrido.
Tecnologias verdes	Lei nº 13.576/2017	Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio).
	Lei nº 16.802/2018	Revê o artigo 50 da Lei nº 14.933/2009, que dispõe sobre o uso de fontes motrizes de energia menos poluentes e menos geradoras de gases de efeito estufa na frota de transporte coletivo.
	Projeto de Lei nº 643/2017	Propõe que a partir de 2023 seja proibida a circulação de veículos movidos a diesel.
	Projeto de Lei nº 300/2017	Propõe adiar por 20 anos o prazo para que as empresas de ônibus da cidade adotem combustíveis limpos em sua frota.

Fonte: Autoria própria. Adaptado com os dados da pesquisa.

Mesmo com todos esses instrumentos regulatórios, o Brasil, devido ao seu modelo predominantemente rodoviário, ainda enfrenta desafios relacionados à matriz modal e energética, bem como à baixa qualidade da infraestrutura viária, resultando em altas taxas de acidentes e mortes. O modelo de governança também é um aspecto complexo, uma vez que, conforme a Constituição de 1988, a operação do transporte urbano foi atribuída aos municípios, porém regulada pela União e pelos Estados (SEABRA *et al.*, 2013).

O Relatório Síntese de 2022 da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2022) indica que o setor de transportes continua sendo o maior consumidor de energia no Brasil, representando 32,5%. Dessa parcela, 95% é atribuída ao modal rodoviário, sendo que cerca de 45,1% utiliza o óleo diesel como fonte energética. Como resultado, esse segmento é responsável por 13% das emissões nacionais, com um crescimento anual de 5%. A maior parte desse consumo de energia é relacionada a caminhões pesados e ônibus, representando 55%, seguidos pelos automóveis, com 36%. O transporte e a produção de combustíveis são os maiores emissores, quando comparados com outras atividades econômicas, como o consumo industrial, a eletricidade e as edificações (figura 17).

Figura 17. Emissões de gases de efeito estufa no setor de energia (1970-2020)



Fonte: SEEG (2021).

Esse cenário impõe desafios à transição para um transporte de baixo carbono, conforme estabelecido pelas diretrizes da Declaração de Bogotá para um Transporte Sustentável (BOGOTA, 2011), da qual o Brasil é signatário, cuja abordagem é “evitar-mudar-melhorar”. Alinhada aos Princípios do Desenvolvimento Sustentável, essa abordagem, segundo Dalkmann e Brannigan (2007), corresponde a:

- Evitar: redução de viagens por meio do gerenciamento da demanda e do planejamento urbano e tecnologias de automação e de dados que permitam evitar viagens;
- Mudar: envolve a implementação de medidas que estimulem o uso de modais coletivos e mais eficientes, como o transporte público e a locomoção a pé ou de bicicleta;
- Melhorar: uso de combustíveis e veículos mais eficientes ou sua eletrificação.

A partir desse cenário, o objetivo deste artigo é responder à seguinte pergunta: quais foram os avanços e os desafios das políticas urbanas municipais de São Paulo em relação ao enfrentamento da emergência climática no setor de mobilidade?

O aspecto legislativo é particularmente relevante nas medidas de redução de emissões de GEE, pois o setor de transportes é altamente descentralizado e envolve diferentes modais, setores e atores, tornando-se o mais desafiador para descarbonizar. Energia limpa e

transporte sustentável são fundamentais para enfrentar o desafio de adaptar e mitigar os impactos das mudanças climáticas.

2. Métodos de pesquisa

Como ferramenta metodológica, foi realizada uma análise da legislação em vigor no Brasil em relação a medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, além de políticas de planejamento urbano. Os procedimentos metodológicos foram divididos em duas etapas na pesquisa exploratória: i) levantamento bibliográfico e ii) identificação de políticas públicas aplicáveis à cidade de São Paulo que contemplassem medidas de redução das emissões de GEE no setor de transportes, incluindo legislação, planejamento, programas municipais e políticas que abordem tributação e tecnologias verdes, com o intuito de evidenciar princípios relacionados à mobilidade sustentável.

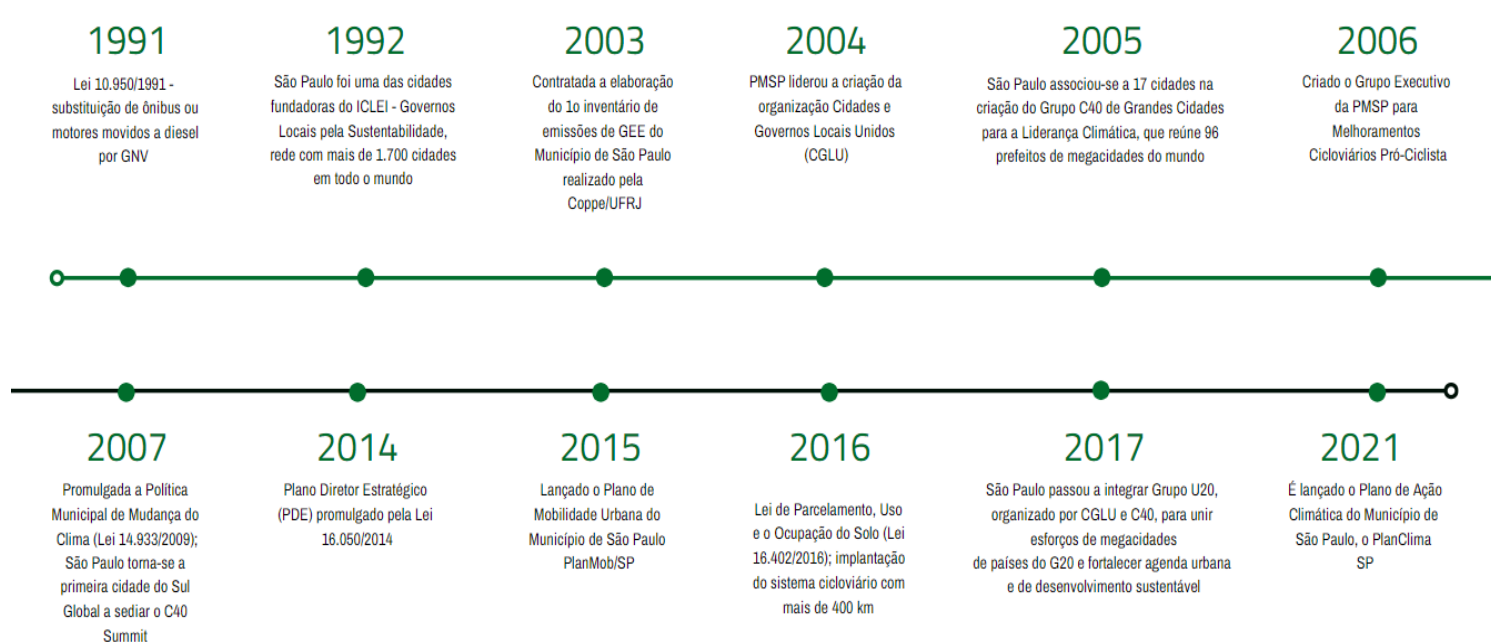
3. Resultados e discussão

A participação da Prefeitura Municipal de São Paulo em redes transnacionais desde 1994 impulsionou a elaboração e adoção da Lei de Clima (SETZER; MACEDO, 2014). Em 2003, com a criação da Secretaria de Relações Internacionais (SRI), a PMSP consolidou o foco em uma agenda ambiental e climática internacional ao aderir à campanha “Cidades pela Proteção do Clima” (CCP) (ICLEI, 2004). Em 1991, São Paulo apoiou a fundação do ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade – e, em 1998, a rede Mercocidades, que reúne 286 cidades localizadas nos países do Mercosul. No ano de 2004, o município liderou a criação da organização Cidades e Governos Locais Unidos (CGLU) e, no ano seguinte, uniu-se à Associação Metrôpoles, braço metropolitano da CGLU que se dedica ao fortalecimento da governança em grandes metrôpoles.

Em 2005, São Paulo associou-se a outras 17 cidades na criação do Grupo C40 de Grandes Cidades para a Liderança Climática. O Grupo C40 reúne, atualmente, 96 prefeitos de megacidades do mundo inteiro, que representam 11% da população e 25% do Produto Interno Bruto (PIB) mundiais. Em 2017, São Paulo passou a integrar o Grupo U20, organizado por CGLU e C40, a fim de unir esforços de grandes cidades de países do G20, grupo composto pelos 20 países mais ricos do mundo, com o intuito de fortalecer a agenda urbana e de desenvolvimento sustentável nas mesas de negociação do G20. Em setembro de 2018, após a assinatura do Compromisso Prazo 2020 da C40 (*Deadline 2020*), a cidade passou a receber assistência técnica do Programa para Planejamento de Ação Climática para a América Latina

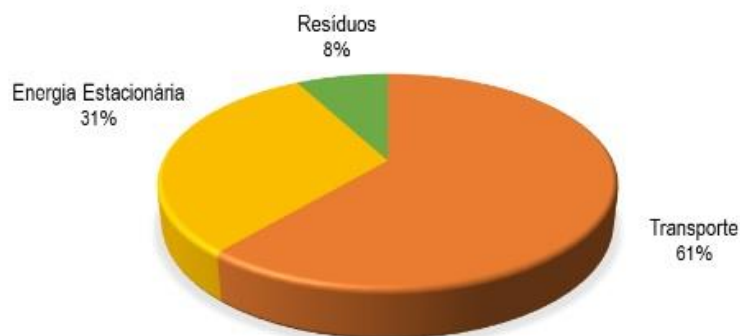
da C40, financiado pelo governo do Reino Unido. A figura 18 sintetiza a linha do tempo dos principais marcos regulatórios do município de São Paulo relacionados à mudança do clima.

Figura 18. Linha do tempo de marcos regulatórios climáticos com impacto em mobilidade na cidade de São Paulo



Fonte: Elaboração própria com base no PlanClima (2021).

O primeiro Inventário de Gases de Efeito Estufa do Município de São Paulo foi realizado em 2005, e em 2011 foi apresentado o segundo. Tais dados subsidiaram a PMMC, que determinou a elaboração de inventários a cada cinco anos desde 2009. Em 2022, a Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) apresentou o último Relatório do Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Município de São Paulo 2010-2018. Os dados revelam que a maioria das emissões no município é proveniente do setor de transportes, principalmente do transporte rodoviário, em decorrência do uso de combustíveis fósseis (gasolina e diesel), com destaque para o transporte individual motorizado (figura 19).

Figura 19. Participação dos setores nas emissões de GEE acumuladas 2010-2018

Emissões de GEE totais e por setores de emissão relativas ao período 2010 – 2018:

Setor	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
10 ³ tCO _{2e}									
Transporte	8.360	9.209	9.827	9.680	9.858	9.128	9.327	9.577	8.470
Energia Estacionária	3.934	3.369	4.525	5.391	6.467	5.669	4.298	4.584	3.985
Resíduos	1.071	1.065	1.068	1.176	1.200	1.233	1.286	1.257	1.292
Total	13.365	13.643	15.420	16.247	17.525	16.030	14.911	15.418	13.747

Fonte: SVMA (2022).

Em 2017 foi lançado o Programa de Metas 2017-2020, instrumento que organiza as prioridades do município durante os quatro anos de mandato municipal, conforme a Lei Orçamentária Municipal (LOM), com 14 metas e 20 projetos voltados ao Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Guiado pelas diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, o programa passou a ser atualizado semestralmente para a população acompanhar as metas alcançadas por meio do programa Planeja Sampa. No ano seguinte, em 2018, o município de São Paulo se comprometeu com o “Programa Prazo 2020” da C40, com metas para o atingimento de emissões líquidas zero e resiliência à mudança do clima até 2050. Esse compromisso deu início à elaboração do Plano de Ação Climática de São Paulo (PlanClima SP), estabelecido em 2021. Já em 2019 São Paulo implementou o Comitê Gestor do Programa de Acompanhamento da Substituição da Frota por Alternativas mais Limpas, em cumprimento às disposições normativas da Política Municipal de Mudança do Clima (PMMC).

No cenário mais recente, Pinhate *et al.* (2022) consideram dois momentos cruciais na perspectiva da mobilidade do município paulista: as eleições municipais de 2012, que elegeram Fernando Haddad como prefeito e que apoiaram novas estratégias de mobilidade

urbana, e as manifestações de 2013 contra o aumento da tarifa de ônibus, que se estenderam para outros Estados em protestos sobre as condições de desigualdades socioeconômicas, o direito à cidade, o fim da corrupção e melhoria dos serviços públicos. Segundo os autores, essas efemérides criaram janelas de oportunidade para novas políticas de mobilidade urbana em nível local, mais sustentáveis e inovadoras.

Em suma, quatro legislações são particularmente importantes para lidar com as externalidades negativas trazidas pelo desenvolvimento orientado para a mobilidade individual no município de São Paulo. São elas: i) Política Municipal de Mudanças Climáticas (2009), ii) Plano Diretor Estratégico (2014), iii) Plano de Mobilidade Urbana (2015) e iv) Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (2020). Essas políticas, especificamente, enfatizam medidas voltadas à mobilidade urbana sustentável e serão discutidas nesta seção.

3.1. Políticas com impacto no transporte urbano de baixo carbono

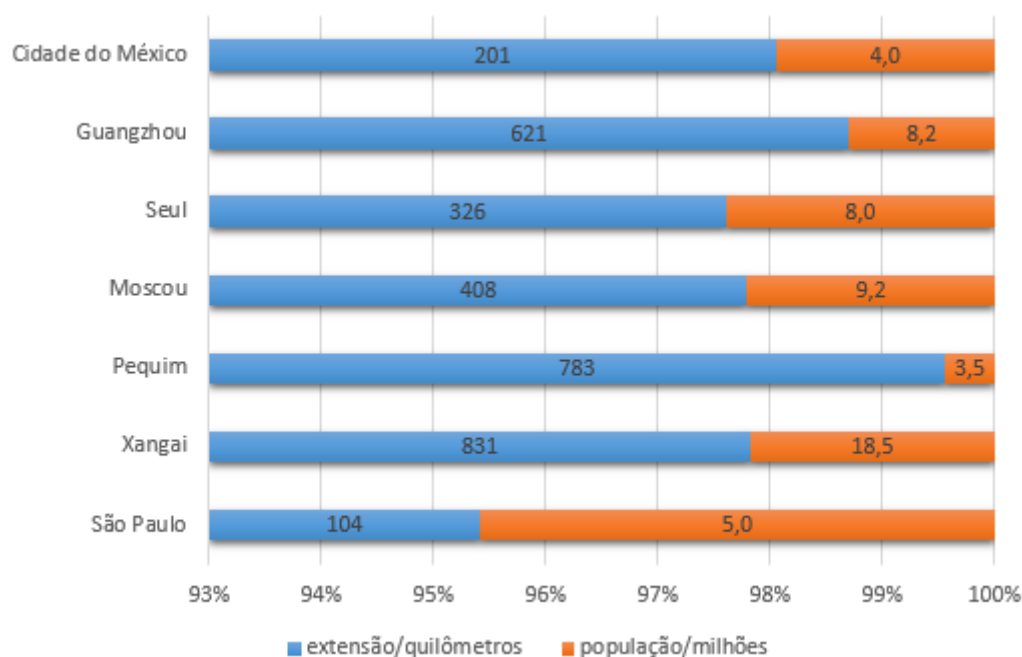
Um planejamento urbano mais inteligente e sustentável engloba aspectos de mobilidade adequados a uma cidade compacta, ou seja, que reduzam a necessidade de deslocamentos, ampliem e melhorem o transporte público e estimulem os modais ativos (caminhadas e bicicletas), além de alternativas menos poluentes, como compartilhamento de viagens e eletrificação da frota (GIZ, 2014). O planejamento orientado ao transporte público (TOD, na sigla em inglês) visa otimizar o uso misto do solo por meio do desenvolvimento imobiliário, da acessibilidade a serviços e atividades diárias e habitação em regiões com fácil acesso, ou próximas, ao transporte público (LANE, 2017; BANISTER *et al.*, 2011).

Nesse sentido, o Plano Diretor Estratégico (PDE, 2014) e a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS, 2016) preconizam a organização espacial com proximidade a eixos de deslocamento viário, sendo que São Paulo é uma das 54 cidades latino-americanas a adotar um planejamento estruturante para gerir o crescimento urbano (IPCC, 2018).

Quanto ao transporte público, o Plano de Mobilidade de São Paulo (PLANMOB SP, 2015) estabeleceu a ampliação e a melhoria da infraestrutura do setor para incentivar o aumento de usuários no transporte público. Entre as iniciativas implementadas estão a ampliação dos corredores exclusivos de ônibus (BRT, na sigla em inglês) e, ao nível estadual, a expansão do transporte de alta capacidade, como o metroviário. Essa política, por exemplo, incentivou o crescimento de 53% em viagens diárias feitas por metrô entre 2007 e 2017 (METRÔ, 2018), mesmo com uma rede limitada em relação ao tamanho do território e a

quantidade de passageiros (104,4 km para atender a mais de 5 milhões de usuários diariamente). Essa limitação é evidenciada na comparação com outras cidades de países em desenvolvimento⁶¹ (figura 20).

Figura 20. Comparativo de extensão e população da rede metroviária em países em desenvolvimento



Fonte: Elaboração própria com base em dados do Advanced Public Transport⁶² (UITP) e atualização dos dados via sites dos sistemas de metrô.

Os modais não motorizados apresentam crescimento na América Latina com experiências de sucesso, como o de Bogotá⁶³, na Colômbia, que incentivou o ciclismo como política e conseguiu ampliar significativamente o uso de bicicletas por meio da melhoria e desenvolvimento da malha cicloviária, chegando a 550 km de ciclovias (um crescimento de 0,58% em 1996 para 9,10% em 2017). São Paulo vem expandindo a construção de ciclovias desde 2015, com a criação da Câmara Temática de Bicicleta, com conselheiros e conselheiras que discutem as políticas cicloviárias e com incentivos durante a gestão do então prefeito Fernando Haddad, que concluiu a promessa de criar 400 km de ciclovias e autorizou o

⁶¹ Disponível em: <https://viatrolebus.com.br/2019/04/as-10-maiores-redes-de-metro-do-mundo-2/>.

⁶² Disponível em: <https://www.uitp.org/>.

⁶³ Disponível em <https://www.mobilize.org.br/noticias/12256/bogota-aposta-em-mais-ciclovias-para-reduzir-trafego-de-carros.html>.

transporte de bicicletas nos modais públicos. Atualmente, a infraestrutura ciclovitária conta com 493 km, com planos de expansão para chegar a 800 km até 2030 (PLANMOB, 2015).

Consoante à última pesquisa Origem Destino (OD), maior consulta de mobilidade urbana do país, realizada a cada 10 anos pelo Metrô de São Paulo, a micromobilidade (bicicleta ou caminhada) representa 13,2 milhões de viagens (32% do total). Essa porcentagem é considerada baixa em relação a 2007, representando um crescimento de 2%, que até então totalizava 12,9 milhões de viagens. Desse total, a bicicleta corresponde a apenas 0,9% ou 400 mil viagens/dia, mesmo com a regulamentação da intermodalidade (PDE, 2014), que em teoria facilitaria a integração dos modos ativos para o transporte público.

Em relação a patinetes e bicicletas compartilhados, mesmo com a rápida adesão no município paulista, seu uso é limitado pela falta de regulamentação. Como consequência, o desequilíbrio tarifário e problemas como vandalismo e furtos, além de insegurança viária, geraram a desconfiança da população a esses modais. Alternativas surgiram, como a proposta do Uber Moto (serviço de caronas em motocicletas da empresa Uber), em janeiro de 2023, que foi suspenso em São Paulo após um decreto municipal com a justificativa de que as mortes em acidentes que envolvem motocicletas na cidade aumentaram quase 30% em 2022, na comparação com o ano anterior. A Prefeitura chegou a criar um grupo de trabalho técnico para discutir a introdução de mototáxis na cidade, mas apenas no dia seguinte ao início da operação do Uber Moto, denotando a falta de agilidade na governança da mobilidade inteligente no município.

Em relação aos instrumentos regulatórios, estes tendem a gerar uma pressão para restringir os deslocamentos em modais motorizados individuais via gestão de tráfego, oferta de estacionamentos, restrição de velocidade e zonas de baixa emissão (LEZ, na sigla em inglês), proibindo a circulação de veículos em locais específicos da cidade ou em certos dias e horários da semana (GIZ, 2014). O rodízio de veículos, por exemplo, foi adotado em dezenas de cidades do mundo, como Atenas, Manila, Bogotá, Cidade do México, Medelim, Nova Deli e Seul, em São Paulo foi instituído pela Lei nº 12.490/1997, com limites de horários para circulação de carros e caminhões na área central da cidade (SLOCAT, 2018).

A regulamentação da oferta de estacionamentos é outra medida de restrição adotada e inclui o regramento de apenas uma vaga de garagem para novos empreendimentos imobiliários, medida já utilizada em cidades como Amsterdam (Holanda), Madrid (Espanha), Munique (Alemanha), Viena (Áustria) e Hamburgo (Alemanha), e a restrição ao número de vagas de estacionamento nas áreas centrais da cidade (GIZ, 2014; PLANMOB, 2015).

Uma medida adicional com impacto no congestionamento foi a redução da velocidade máxima de 60 km/h para 50 km/h como limite padronizado, inclusive nas marginais Tietê e Pinheiros, desde 2011. Essa redução foi estendida gradualmente para diversas vias arteriais que ligam o Centro aos bairros e contribuiu para diminuir os acidentes e mortes no trânsito. Apenas na região da Avenida Paulista houve queda de 70% em acidentes e 40% no número de mortes depois da mudança de velocidade de 70 para 50 km/hora estabelecida devido a morte de uma ciclista⁶⁴ por atropelamento, em 2012.

3.1.1. Política Municipal de Mudança do Clima (PMMC)

A Política Municipal de Mudança do Clima (PMMC), instituída pela Lei nº 14.933/2009, representa um marco na ação climática local por ser a primeira do gênero no Brasil resultante de anos de articulação (SETZER; MACEDO, 2014; MARTINS; FERREIRA, 2011). Seu artigo 6 estabelece que todas as políticas de mobilidade urbana em São Paulo devem incluir medidas para mitigar as emissões de GEE e outros poluentes, bem como racionalizar e redistribuir a demanda do espaço viário, melhorando o fluxo de tráfego, reduzindo congestionamentos e incentivando o uso de energia renovável. Além disso, a política exige a priorização do transporte público por meio da implementação de medidas como corredores exclusivos para ônibus e a promoção da mobilidade ativa. Uma segunda inovação trata do uso da terra ao estabelecer que o governo local deve garantir a urbanização sustentável ao promover um desenho compacto de cidade, equilibrando a infraestrutura existente, o transporte e o ambiente natural (PMMC, 2009).

A PMMC preconiza a redução gradual do uso de combustíveis fósseis nos ônibus, o desenvolvimento de ciclovias e a oferta de estacionamento, bem como a expansão do sistema de compartilhamento de bicicletas em São Paulo. O plano também propõe a análise de um novo arranjo institucional para gerir a circulação de pedestres, incluindo vias caminháveis.

Uma das inovações da Política foi a implementação, em 2008, do programa de inspeção veicular ambiental obrigatória, cujo objetivo era fiscalizar a frota de veículos motorizados no município de São Paulo. A empresa Controlar fez a gestão do processo durante cinco anos, mas em 2013 foi suspensa pelo então prefeito Fernando Haddad, com a alegação de problemas contratuais e denúncias de desvio de receita, pois muitos motoristas estavam emplacando o carro em outros municípios para fugir da inspeção anual. Cortese

⁶⁴ Disponível em: <https://summitmobilidade.estadao.com.br/guia-do-transporte-urbano/sao-paulo-saiba-como-a-reducao-de-velocidade-diminuiu-acidentes>.

(2013) aponta, no entanto, que a manutenção periódica dos veículos motorizados é uma importante ferramenta para o controle de emissões de poluentes, além de estimular a revisão recorrente da frota.

Macedo (2017) lembra, ainda, de outra controvérsia na aprovação da PMMC em torno de um artigo sobre a possibilidade de restrição à circulação de veículos privados, interpretada como a possibilidade de adoção do “pedágio urbano”. A Prefeitura acabou excluindo o artigo para garantir a aprovação da lei, evitando o desagrado aos motoristas.

3.1.2. Plano Diretor Estratégico (PDE)

O Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo configura um conjunto de iniciativas que visam guiar o desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir bem-estar e qualidade de vida aos cidadãos. Aprovado sob a Lei Municipal nº 16.050, de 2014, substitui a Lei Municipal nº 13.430, de 2002, que definia o ano de 2012 como limite para a concretização de suas metas. Sua elaboração ficou a cargo da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (SMDU-SP), com a participação de departamentos e secretarias setoriais, além de representantes da sociedade civil.

O período de elaboração do PDE foi marcado por conflitos com a sociedade civil, como a ação movida por entidades civis em 2008, que ocasionou a invalidação do projeto apresentado pelo Poder Executivo. Com isso, em 2013, o prefeito Fernando Haddad decidiu rever o fluxo de desenvolvimento do PDE no município. A própria constituição do PDE é resultado de manifestações populares, tendo sido elaborada por meio de um amplo processo participativo, considerado o maior da história da Região Metropolitana de São Paulo, já que envolveu 114 audiências públicas, cerca de 25 mil participantes e 10 mil contribuições populares, sendo reconhecido como modelo de participação pública pelas Nações Unidas (DI GIULIO *et al.*, 2018). Fortalecer a participação da sociedade civil no processo de tomada de decisão continua sendo uma estratégia-chave do PDE por meio de órgãos e instrumentos para fortalecer o diálogo com a população, incluindo um sistema de informação *online* (SÃO PAULO, 2021).

A revisão do plano foi incluída como meta 120 do Programa de Metas 2013-2016, como parte da política urbana para “realizar o marco regulatório do desenvolvimento urbano de forma participativa”. A composição do Conselho Municipal de Política Urbana deve ser formada majoritariamente por representantes da sociedade civil e um conselho paritário para

gerir o Fundo de Desenvolvimento Urbano⁶⁵ (FUNDURB), que deve direcionar 30% dos recursos em investimentos de mobilidade urbana (transportes ativos e coletivos), e regulamentar o Sistema de Monitoramento do PDE.

Na sua formulação, o PDE enfocou o desenvolvimento urbano sustentável e a mobilidade urbana, mas ainda com pouca ênfase em medidas de mitigação das mudanças climáticas. Di Giulio *et al.* (2018) apontam que a poluição do ar e da água e as desigualdades socioeconômicas captaram mais atenção no plano do que os impactos climáticos. Atualmente, o PDE está estruturado em torno de dez estratégias relacionadas ao ordenamento territorial, com a definição de eixos de estruturação urbana associados a corredores de transporte público e alta participação e controle social. Parte dessas estratégias está correlacionada com o desenvolvimento orientado ao transporte sustentável, incentivando o uso misto do solo voltado ao crescimento da cidade em áreas com boa infraestrutura de transporte público (MOURA *et al.*, 2016).

Uma das principais estratégias do PDE é a melhoria da mobilidade urbana em São Paulo com a expansão da rede de transportes de média e alta capacidade e a promoção de modais ativos não motorizados, com melhoria das condições de “caminhabilidade” da cidade e manutenção de 1,5 milhão de metros quadrados de calçadas, utilizando como base o Plano Emergencial de Calçadas (PEC), via Decreto nº 58.845/2019, além de redesenhos urbanos com foco pedonal e acessibilidade para inclusão de pessoas com deficiência, idosos e crianças. Já para o ciclista, o plano de metas prevê a continuidade da expansão da rede cicloviária para chegar a uma ampliação de 300 km.

Para alcançar um sistema de mobilidade sustentável e resiliente aos impactos do clima, o PDE preconiza o uso de fontes de energia renováveis, reconhecendo a relação intrínseca entre o sistema de mobilidade e o clima:

O Sistema de Mobilidade é definido como o conjunto organizado e coordenado dos modos de transporte, serviços, equipamentos, infraestruturas e instalações operacionais necessários à ampla mobilidade de pessoas e deslocamento de cargas pelo território municipal, visando garantir a qualidade dos serviços, a segurança e a proteção à saúde de todos os usuários, principalmente daqueles em condição de vulnerabilidade social, além de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas. (SÃO PAULO, 2014, artigo 225).

⁶⁵ O Fundo de Desenvolvimento Urbano (FUNDURB) é um fundo de natureza contábil vinculado à Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (SMDU), cujos recursos são aplicados com a finalidade de realizar investimentos em consonância dos objetivos, diretrizes, planos, programas e projetos urbanísticos e ambientais integrantes ou decorrentes do Plano Diretor Estratégico (Lei Municipal nº 16.050, de 31 de julho de 2014).

A priorização do uso de tecnologias limpas nos transportes públicos e da renovação da frota com veículos movidos a energia renovável faz parte das diretrizes, que também apoiam a redução do transporte privado motorizado, do número de vagas de estacionamento e dos limites de velocidade em toda a cidade. A mobilidade ativa e o compartilhamento de viagens também são mencionados como alternativas sustentáveis, assim como a estruturação de uma rede de transporte com a integração de modais (SÃO PAULO, 2014).

O PDE também regulamenta a Lei de Zoneamento de São Paulo e o uso do solo na cidade (Lei nº 16.402/2016). O adensamento em áreas ao longo de eixos estruturantes deve ser acompanhado de melhorias no território, como a ampliação de passeios pedonais, a promoção de fachadas ativas para tornar as ruas mais seguras e atrativas e a redução de vagas de estacionamento ao longo dos eixos.

Em 2023 o PDE foi revisado com a participação da população e aprovado em primeiro turno, em maio, na Câmara Municipal. Mas uma denúncia⁶⁶ da Folha de S. Paulo, em maio, de que um vereador pediu contrapartida do setor imobiliário por acatar pedidos na revisão do plano gerou diversas manifestações públicas para revogação. No entanto, o texto final foi aprovado em 26 de junho na Câmara Municipal, com várias críticas de urbanistas, que apontam tendência de aumento do número de veículos na cidade por mudanças como a liberação da oferta das vagas de garagem para apartamentos de mais de 30 metros quadrados próximos ao transporte público e prédios mais altos perto de estações de metrô, trem e corredores de ônibus. O texto passa agora para a sanção do prefeito Ricardo Nunes.

De modo geral, o balanço de resultados da primeira década de vigência do PDE demonstra que a gestão está longe de alcançar as metas estabelecidas. A Rede Nossa São Paulo (2023) aponta que a mobilidade foi a área mais prejudicada na revisão do PDE: 9 das 12 metas (66,6%) não foram executadas ou seu nível de execução foi abaixo de 25%. Além disso, os compromissos da Prefeitura passaram de “implantação” para “viabilização”, o que significa que a meta poderá ser considerada cumprida apenas se a elaboração de estudos e a contratação dos serviços forem realizados. Outros retrocessos incluem a exclusão de metas, como a redução de mortes no trânsito (a meta era de 4,5 mortes/100 mil habitantes – em 2020 eram 6,5), e a possibilidade de não implantação de corredores e terminais de ônibus.

⁶⁶ Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/colunas/painel/2023/06/vereador-pede-contrapartida-de-construtoras-para-nunes-por-plano-diretor.shtml>.

A sociedade civil se reuniu para tentar revogar a nova proposta do PDE, aprovada por 42 votos a favor e 12 contra. Conforme a campanha do Minha Sampa, junto a outras organizações da sociedade civil, intitulada “SP não está à venda⁶⁷”, durante o processo de revisão foram realizadas cinco audiências em horários que dificultavam a participação da população. A campanha contou com mais de 4 mil assinaturas para pressionar o projeto substitutivo do PDE. Em 19 de junho, houve recuo de alguns pontos, como a outorga onerosa paga por obras, o distanciamento de novas construções em eixos de transporte e zonas de concessão. No entanto, em 26 de junho o projeto foi aprovado e segue para sanção do prefeito Ricardo Nunes, mesmo com a discordância de urbanistas, associações de bairros, movimentos sociais e a sociedade civil organizada por descaracterizar o propósito urbanístico aprovado em 2014. As reivindicações pediam o adiamento da votação visando à elaboração de um novo texto com respaldo técnico e da sociedade, em conformidade com o Estatuto da Cidade.

3.1.3. Plano de Mobilidade Urbana do Município de São Paulo (PlanMob SP)

O Plano de Mobilidade Urbana do Município de São Paulo (PlanMob SP) visa orientar o desenvolvimento e a gestão da mobilidade urbana. Suas diretrizes vão ao encontro do PDE para desenvolver melhorias na infraestrutura de transporte, a ampliação da oferta e qualidade do transporte público, segurança viária e fomento aos modais não motorizados, assim como incentivar a integração entre os diferentes meios de transporte.

Instituído pela Lei Municipal nº 16.673, de 2017, o PlanMob segue as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana e tem em vista melhorar a qualidade de vida da população, promover a acessibilidade, reduzir as desigualdades sociais e contribuir para a redução das emissões de GEE. Para este fim, propõe o Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (TOD, na sigla em inglês) e a Gestão da Demanda de Transporte (TDM, na sigla em inglês). Ambos configuram medidas, estratégias e táticas que buscam alterar o comportamento de viagens das pessoas a fim de reduzir ou redistribuir a demanda de viagens.

O PlanMob tem como propósito universalizar o acesso ao transporte público ao promover a acessibilidade a uma ampla rede de transportes, compreendendo a mobilidade urbana como uma política de gestão e reconhecer os efeitos antropogênicos da mobilidade na geração de externalidades ambientais negativas. Entre as principais recomendações estão a priorização do uso de ônibus em detrimento de veículos individuais, o estímulo à construção

⁶⁷ Disponível em: <https://www.spnaoestaavenda.minhasampa.org.br/>.

de corredores e faixas exclusivas, bem como a reorganização do sistema de ônibus com a racionalização de rotas para reduzir o tempo de chegada e deslocamento dos veículos. A política está, desta maneira, alinhada ao PDE e ao PMMC no sentido de desenvolver um sistema sustentável de mobilidade urbana de passageiros.

3.1.4. Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (PlanClima SP)

O Plano de Ação Climática do Município de São Paulo, também conhecido como PlanClima SP, foi elaborado pela Prefeitura para enfrentar os desafios das mudanças climáticas em nível local. O Plano compõe um conjunto de diretrizes e medidas para mitigar e adaptar as emissões de GEE e garantir uma cidade mais resiliente aos impactos das mudanças climáticas. Em relação à mobilidade sustentável, as diretrizes do PlanClima incentivam o uso de energias renováveis e a promoção do uso de transporte coletivo e público, modais não motorizados e a melhoria de infraestrutura viária e cicloviária.

A idealização do PlanClima remete a 2019, a partir do Grupo de Trabalho Intersecretarial (GTI) formado por técnicos de 21 secretarias, autarquias e empresas municipais e posteriormente institucionalizado pela Portaria nº 509/2019. O GTI foi coordenado por uma equipe técnica do Comitê Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) visando identificar iniciativas que apoiassem os compromissos assumidos pelos governos nacionais (NDC⁶⁸) no Acordo de Paris, em 2015. Esse objetivo, alinhado ao PMMC, que estipula que se deve assegurar a contribuição do município de São Paulo no cumprimento dos propósitos da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, foi institucionalizado pelo Decreto nº 60.290/2021.

O PlanClima contou com a colaboração de 246 pessoas, entre técnicos municipais, representantes da sociedade civil, empresas e academia, em um intenso diálogo desde o início de sua elaboração até a conclusão do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa, em outubro de 2018. A inserção da variável climática no processo decisório público em nível local deve estar em sinergia com a legislação que rege o PDE.

Como resultado desse processo, o Plano traz metas detalhadas que contemplam as ações de curto (2021 a 2024), médio (2025 a 2032) e longo (2033 a 2050) prazos, assim como

⁶⁸ O Brasil definiu que as NDCs – compromissos voluntários de cada país signatário do Acordo de Paris – serão definidas com base no mais recente Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa com metas progressivas e mais ambiciosas, indicando valores absolutos para as reduções de emissões por meio de planos setoriais de mitigação e adaptação. Fonte: Agência Senado. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/noticias>. Acesso em 13 de março de 2022.

legislações a elas vinculadas, e as secretarias responsáveis por sua implementação e indicadores para avaliação de resultados. Adicionalmente, foi criado o Conselho Municipal de Transportes e Trânsitos (CMTT) para incentivar a participação da sociedade civil no planejamento da mobilidade urbana, estabelecendo novos espaços de articulação com a sociedade civil (SÃO PAULO, 2021).

No início de 2020, foram identificadas as estratégias a partir de um diagnóstico debatido em uma oficina com 43 técnicos da Prefeitura com foco na promoção do desenvolvimento inclusivo e no engajamento de grupos vulneráveis no processo de planejamento urbano, totalizando 43 ações para mitigar e adaptar os impactos climáticos.

A partir da análise detalhada do marco regulatório de mobilidade urbana sustentável, o quadro 10 sintetiza as principais oportunidades e limites regulatórios divididos em três aspectos-chave: i) institucionais e de governança, ii) financeiros e iii) planejamento urbano.

Quadro 10. Oportunidades e limites das políticas de mobilidade sustentável no município de São Paulo com base nos instrumentos regulatórios analisados na pesquisa

Desafios regulatórios	Oportunidades	Limites
Aspectos institucionais e de governança	Governança multinível	
	– A falta de integração entre os níveis de governo e de padronização regulatória dificulta a análise sistêmica da mobilidade em todos os centros urbanos do país.	– O nível federal ainda não prioriza nem apoia diretamente o desenvolvimento da mobilidade urbana sustentável.
	– Os governos subnacionais podem dialogar com o setor privado para alinhar estratégias e parcerias para a mobilização de recursos privados em projetos de mobilidade de interesse social.	– A participação de atores da iniciativa privada no setor de transportes ainda é baseada em interesses comerciais e requer maior regulação e fiscalização.
	Inovação climática e tecnologias verdes	
	– Uma alternativa para facilitar a implementação de tecnologias inovadoras poderiam ser experimentos prévios em ambientes de testagem (<i>sandbox</i> ⁶⁹), <i>testbeds</i> ⁷⁰ (plataforma de testes), laboratórios vivos urbanos (<i>ULL</i> , ⁷¹ na sigla em inglês), com a realização de testes em um ambiente de simulação controlado.	– Fraco arcabouço regulatório para aderir a novos modais compartilhados e inovações tecnológicas no setor, como veículos autônomos e elétricos.
	– A inovação tecnológica em transportes pode priorizar a descarbonização a partir de seu uso em vez de focar apenas na conveniência para o consumidor.	– O PlanMob ainda é pouco propositivo em relação às TICs, abordando superficialmente algumas soluções tecnológicas, sem um projeto consolidado e de longo prazo para a adoção de inovações no setor.
	Processos participativos	
	– Ampliar o debate público e sensibilizar a população sobre iniciativas socioambientais deve ser mediado por uma comunicação pública clara e de fácil compreensão a fim de angariar maior adesão aos processos públicos participativos.	– Esforços para ampliar os espaços de participação estão sendo promovidos pela Prefeitura de São Paulo nos últimos anos, como no PDE; no entanto, nota-se ainda uma concentração de representantes da sociedade civil organizada, como ONGs e institutos.
	– Uma gestão municipal responsiva e aberta à coconstrução de soluções em conjunto com a sociedade e o mercado deve incluir as empresas e <i>startups</i> de tecnologia como comunidade epistêmica relevante na introdução de inovações.	– A gestão pública ainda não conta com aparato técnico, regulatório e tributário para lidar com a comunidade epistêmica formada pelas empresas de tecnologia e absorver com efetividade os novos serviços de mobilidade.
	Novos modelos de tributação e receita	
	– A tributação diferenciada de novos modais de mobilidade inteligente pode ajudar a financiar a adequação da infraestrutura para um modelo multimodal integrado.	– O orçamento federal continua direcionado para a infraestrutura voltada à mobilidade, como obras e manutenção viárias.
	– Melhoria da eficiência da frota de	– Os impostos sobre os combustíveis ainda

⁶⁹O conceito de *sandbox* originou-se na indústria de tecnologia da informação para criar ambientes de testes para o desenvolvimento de novos produtos e *softwares*, reduzindo riscos antes de serem lançados no mercado. Fonte: Banco Mundial. Disponível em <https://documents1.worldbank.org/curated/en/912001605241080935/pdf/Global-Experiences-from-Regulatory-Sandboxes.pdf>. Acesso em 21 de maio de 2023.

⁷⁰Um *testbed* é uma plataforma para conduzir experimentos replicáveis de teorias científicas, novas tecnologias e rede que, quando combinados, permitem a coleta e análise de dados a partir de protótipos sobre o funcionamento de um ou mais elementos de um sistema. Fonte: IEEE (2002). Disponível em <https://ieeexplore.ieee.org/document/159342>. Acesso em 21 de maio de 2023.

⁷¹*Urban Living Labs* configuram um modelo de experimentação urbana sustentável para testar soluções em tempo real em coprodução de conhecimentos entre pesquisa, inovação e política. Fonte: Bulkeley *et al.* (2016).

Aspectos financeiros	veículos com políticas descontinuadas, como a inspeção veicular obrigatória, que pode estimular o financiamento de tecnologias limpas.	não internalizam as externalidades ambientais, como as emissões de GEE.
	– Parcerias público-privadas podem financiar pesquisas para o desenvolvimento de combustíveis renováveis e garantir a transferência de tecnologia entre países.	– Os subsídios para a compra de veículos individuais ainda são altos, pois a indústria está diretamente atrelada ao desempenho do PIB nacional.
	– A destinação de 30% do Fundurb para investimentos em infraestrutura de transporte sustentável deve estimular a ampliação dos modais ativos e não motorizados. Investir em novas subcentralidades tem o potencial de descongestionar as áreas do centro expandido da cidade e gerar mais empregos e oportunidades de negócio.	– Estímulo à centralidade de atividades econômicas ao redor de vias arteriais, como as avenidas Faria Lima, Paulista, Berrini, 23 de Maio, Santo Amaro e 9 de Julho, e as marginais Tietê e Pinheiros, provoca o deslocamento pendular com forte concentração de tráfego e falta de vagas.
Aspectos de planejamento urbano	– A regulamentação do planejamento urbano via PDE e eixos de estruturação territorial que preconizam a proximidade e a adesão aos sistemas de transporte público contribui para o desenvolvimento compacto da cidade e a diversidade de perfis socioeconômicos em regiões da macrometrópole paulista.	– A maioria das cidades ainda não produz relatórios regulares sobre suas emissões de carbono, incluindo as de mobilidade urbana, limitando o planejamento e a ação política no setor.
	– O conceito DOTS (Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável) vem sendo aplicado com medidas como redução de vagas de estacionamento e contribui para o adensamento, o uso misto e o desenvolvimento compacto da cidade.	– A criação de espaços públicos seguros e com diversidade de serviços básicos em escala local para descentralizar e evitar os deslocamentos pendulares ainda é incipiente e desestimula a mobilidade ativa.
	– A criação de Zonas de Baixa Emissão, já contempladas em cidades como Londres, com restrição de circulação de carros, tem potencial de reduzir o uso de automóveis.	– A meta do PlanMob de criação de uma central integrada para a gestão inteligente de semáforos e de monitoramento das vias ainda não foi implementada e poderia contribuir com a gestão inteligente do tráfego.
	– A ampliação das ciclofaixas pode promover, de forma concomitante, a melhor ocupação do espaço público, tornando-o convivencial e não somente de passagem. Para isso, é preciso investir na segurança para ciclistas.	– A política cicloviária foi importante para estimular a adesão a este modal ativo, mas ainda não é consistente em toda a cidade, privilegiando as áreas mais centrais.

Fonte: Elaboração própria com base na avaliação do PDE, do PlanMob SP, do PMMC e do PlanClima SP.

4. Considerações finais

A cidade de São Paulo está dotada de bons instrumentos políticos de planejamento e ordenação do território com interseção em medidas de ação climática. Essas políticas públicas em nível local são complementadas com algumas iniciativas em âmbito federal, com

interseção com medidas de adaptação e mitigação climática voltadas à mobilidade urbana de baixo carbono. Por outro lado, o sucesso de implementação da legislação depende de esforços conjuntos em uma governança multinível com equilíbrio de forças de poder e interesses, aos quais a gestão municipal ainda apresenta limitações.

Os desafios mais visíveis estão relacionados a questões tributárias e regulatórias. Também há uma janela de oportunidade para ampliar a adesão de soluções tecnológicas com potencial para contribuir para a descarbonização do setor de transportes. A tributação diferenciada para aquisição de veículos híbridos e elétricos, por exemplo, prevista em lei, ainda não foi suficiente para tornar essas soluções mais atrativas a partir de preços mais competitivos em relação aos veículos movidos a combustíveis fósseis.

Os resultados da pesquisa sugerem que alguns dos principais desafios na transição para um sistema de mobilidade urbana sustentável estão relacionados à necessidade de integração de modais e de planejamento territorial. Em geral, as soluções tecnológicas, o planejamento urbano e a diversidade de modais privilegiam o centro expandido, sendo pouco disseminadas nas franjas da cidade. Esse aspecto acaba por reforçar o regime de mobilidade já dominante em uma cidade com contínuo espraiamento urbano e grande desigualdade social.

Cabe reforçar que foi identificado na análise que as políticas públicas de âmbito local com incidência no setor de transportes na cidade de São Paulo – a Política Municipal de Mudanças Climáticas (PMMC), o Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob SP), o Plano Diretor Estratégico (PDE) e o Plano de Ação Climática (PlanClima SP) – seguem as mesmas diretrizes para a redução das emissões de GEE. No entanto, as metas e iniciativas apontadas nos instrumentos regulatórios avaliados ainda são insuficientes para mitigar os impactos do clima na velocidade e demanda necessárias para o alcance dos objetivos do Acordo de Paris. A maioria das recomendações só trará resultados em longo prazo, já que a cultura de deslocamento ainda é fortemente centrada no transporte individual motorizado. Os custos incidentes na mobilidade de passageiros ainda recaem sobre os usuários, em especial aqueles que utilizam o transporte público, sendo a maioria pessoas de baixa renda.

A ascensão e boa aderência da população aos modais de mobilidade ativa, como caminhadas, bicicletas e patinetes, bem como o uso de aplicativos de compartilhamento de viagens, contribuem com esses esforços, mas requerem mais agilidade e estruturação regulatória para evitar controvérsias e resultados não esperados, como problemas com segurança e as atuais reivindicações trabalhistas dos motoristas e entregadores de aplicativos.

Ao investigar o engajamento do município paulista na elaboração e adoção de legislação climática associado à sua participação em redes transnacionais, Setzer (2009) identificou três fatores que favoreceram essa evolução: o comprometimento de atores envolvidos no diálogo, o acesso a recursos financeiros e a competência da municipalidade na ação climática por meio de um bom planejamento e gestão do uso e ocupação do solo, do uso de energia e do transporte urbano. Contudo, as ações do PlanClima e do PlanMob, por exemplo, ainda são concentradas em diretrizes estruturais que, na prática, não são aplicadas de forma sistêmica e em escala, embora estejam diretamente correlacionadas com os princípios de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS) em regiões com alta densidade urbana, priorizando o transporte público e menos poluente.

No aspecto institucional, o processo de tomadas de decisão tem contado com uma maior articulação com a população, mas o acompanhamento de resultados da mobilidade sustentável ainda é incipiente e faltam ferramentas e inteligência de dados que conformem uma base de inteligência que apoie o desenvolvimento e o monitoramento de políticas públicas de forma estratégica e em tempo real.

Em suma, houve evolução na disseminação de conceitos e mecanismos políticos em prol de uma mobilidade de baixo carbono; no entanto, os resultados devem ser verificados em longo prazo por se tratar de um campo complexo, que engloba noções de desenvolvimento social e tecnológico (BULKELEY *et al.*, 2010) e uma perspectiva multinível que precisa articular de forma equilibrada os interesses e poderes dos atores envolvidos em prol de uma transição sociotécnica sustentável que incorpore não apenas políticas, mas também o ambiente político-institucional (LAH, 2017) para reverter as externalidades negativas do modelo vigente, intensivo em carbono.

Como já mencionado, uma alternativa para facilitar a implementação de tecnologias inovadoras com potencial de efetividade poderiam ser experimentos prévios em governança, já defendidos por Broto e Bulkeley (2013), e regulação em *sandbox*, *testbeds* ou laboratórios vivos urbanos (ULL, na sigla em inglês) com a realização de testes em tempo real em um ambiente de simulação controlado. Igualmente importante é uma gestão municipal responsiva e aberta à coprodução de conhecimentos para que soluções em conjunto com a academia, a sociedade civil e o mercado possam emergir, o que parece ser a única maneira de administrar problemas tão complexos e multidisciplinares como a mobilidade de baixo carbono.

ARTIGO 4 – Proposta de modelo de governança multinível para avançar na agenda climática de cidades inteligentes

Resumo

O setor de transportes é responsável por cerca de 55% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE), gerando, além da poluição, outras externalidades negativas, como acidentes viários e congestionamentos com impacto na rotina de quem vive nas grandes cidades. O objetivo deste artigo é discutir a aplicação e o uso de novas tecnologias de mobilidade como medida de adaptação e mitigação climática no contexto de cidades inteligentes do Sul Global. A análise documental associada a 22 entrevistas semiestruturadas com gestores que trabalham com tecnologias de mobilidade nos setores público, privado e em organizações da sociedade civil, configurou um modelo propositivo de governança multinível para uma mobilidade inteligente e de baixo carbono tendo como base o estudo de caso da cidade de São Paulo. A hipótese de que a inovação e a tecnologia para mitigar e adaptar os impactos do clima ainda não são suficientes para tornar a mobilidade mais sustentável foi confirmada. Os resultados indicam quatro aspectos relevantes para o avanço de uma agenda climática em cidades inteligentes: planejamento integrado, coprodução de conhecimentos, experimentos em governança e novos meios de financiamento para garantir a transição sociotécnica sustentável do setor.

Palavras-chave: mobilidade urbana; políticas públicas; mudanças climáticas; cidades inteligentes; governança multinível.

1. Introdução

O transporte representa 55% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) e é um dos principais responsáveis por colocar o Brasil na quinta posição entre os países que mais emitem carbono (PNUMA, 2022). Além da má qualidade do ar, outras externalidades negativas, tais como congestionamentos, acidentes e mortes, e problemas de saúde decorrentes da poluição atmosférica, passaram a pautar políticas no setor por se tratar de um dos principais fatores antropogênicos das mudanças climáticas.

É certo que a adoção em massa de veículos individuais motorizados, considerada uma das principais transformações socioeconômicas do século XX (GEELS, 2012; URRY, 2004), influenciou todas as atividades econômicas, do mercado imobiliário à logística varejista, sendo determinante no acesso a oportunidades educacionais, profissionais e de saúde (DOCHERTY *et al.*, 2018). No entanto, dada a saturação da infraestrutura e o mau uso do solo, e a necessidade de mitigar e adaptar os impactos climáticos decorrentes do deslocamento de pessoas e mercadorias, políticas públicas urbanas vêm sendo estabelecidas em todo o mundo a fim de contribuir com a redução das emissões de carbono com diferentes

níveis de ambição e capacidades (BULKELEY; NEWELL, 2023; BROTO; BULKELEY, 2013).

Por se tratar de um setor complexo, a transição para uma economia de baixo carbono enfrenta desafios que vão da falta de investimentos a estruturas de governança pouco eficientes. Bulkeley (2023) é uma das autoras que defendem experimentos em governança como um modelo capaz de gerar respostas escaláveis para a crise climática, contrariando a política iniciada na década de 1990, centrada em metas, cronogramas, planos e impostos.

A partir de uma nova dinâmica, na qual a coprodução de conhecimentos e a descentralização do governo como autoridade desafiam as estruturas verticais de tomadas de decisão diante da emergência climática, a experimentação em novas governabilidades configura um caminho viável no contexto da transição sociotécnica para uma mobilidade influenciada pela tecnologia e pelas pressões climáticas (BULKELEY, 2023; SENGERS *et al.*, 2021; BULKELEY; BROTO, 2014).

O fluxo contínuo de inovações tecnológicas demanda novas configurações para garantir políticas públicas capazes de tornar as cidades mais resilientes aos riscos climáticos em regimes sociotécnicos. Da mesma forma, o papel da experimentação como um novo modo de governança climática aponta para a importância de novos arranjos institucionais, alianças, parcerias, coalizões e integração entre os diferentes níveis de governo e os variados atores, tanto no estabelecimento quanto na transmissão desses experimentos (BULKELEY, 2023).

O trabalho de Frank Geels sobre a transição de sistemas sociotécnicos (STS) a partir da perspectiva multinível (MLP) é um bom ponto de partida para explorar caminhos para uma mobilidade pautada pela tecnologia e pelo conhecimento baseado em dados a fim de evitar a emissão de carbono em um sistema de mobilidade já bem consolidado (GEELS, 2012, 2011). O conceito de STS é particularmente interessante porque compreende aspectos abrangentes e inter-relacionados que vão além da tecnologia para integrar a interseccionalidade entre infraestrutura, mercado, instituições, conhecimentos, hábitos e cultura dos usuários e atores envolvidos na coprodução e operação de determinada tecnologia de nicho. Essa abordagem permite compreender de forma holística os fatores que contribuem, ou não, com a evolução de um novo sistema que engloba tecnologia e sociedade ao perpassar aspectos materiais da tecnologia com a negociação de normas sociais, costumes e práticas (DOCHERTY *et al.*, 2018).

A partir da revisão bibliográfica, fica evidente que a maioria das soluções e estudos sobre cidades inteligentes⁷² é centrada em realidades urbanas do Norte Global. Países desenvolvidos, no entanto, têm necessidades e características sociodemográficas muito distintas da realidade urbana de países em desenvolvimento. Assim, este artigo busca ampliar o campo de estudo de cidades inteligentes adaptadas à realidade das cidades do Sul Global. Neste sentido, São Paulo representa uma referência na criação e implementação de soluções para cidades inteligentes e sustentáveis em contraste com problemas estruturais históricos relacionados ao transporte urbano. Em pouco mais de dez anos, entre 2010 e 2022, a frota de automóveis leves aumentou de 5 milhões para mais de 9 milhões (IBGE, 2022), representando cerca de 7,4 veículos para cada 10 habitantes paulistanos (CET, 2018). Como consequência, 13% das emissões nacionais são originadas do transporte, majoritariamente rodoviário (figura 21), com crescimento anual de 5%, sendo este o setor que mais utiliza energia (32,5%) no Brasil (EPE, 2022).

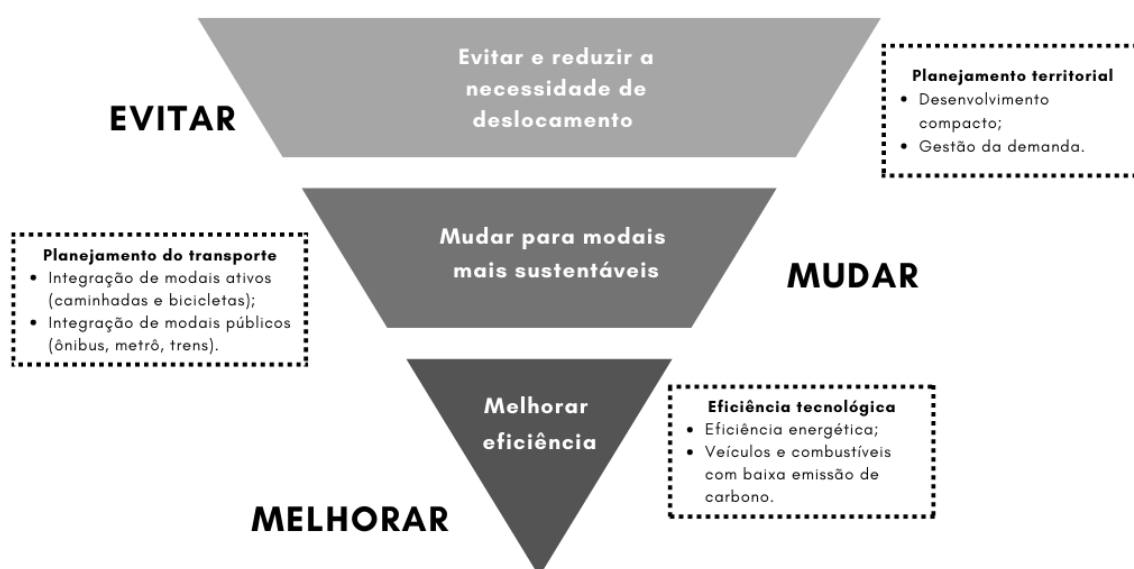
Figura 21. Mapa rodoviário do município de São Paulo nos 32 distritos sob gestão da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET)

⁷² Uma cidade inteligente pode ser entendida como aquela centrada em pessoas e apoiada por infraestrutura urbana e TIC para impulsionar o crescimento econômico sustentável, a qualidade de vida dos cidadãos, com gestão inteligente dos recursos naturais por meio de uma governança colaborativa (CARAGLIU *et al.*, 2011). Isso significa que o conceito de cidade inteligente não se limita ao uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs), mas a um conjunto de métodos e técnicas usados na transmissão, recepção e processamento de informação em plataformas digitais, como aplicativos móveis, *data centers*, redes sociais, motores de busca, mapas digitais e serviços *online*.

Paralelamente, o município conta com políticas de planejamento com interseção com medidas de adaptação e mitigação climática, como a Política Municipal de Mudanças do Clima (PMMC, 2009), o Plano Diretor Estratégico (PDE, 2014) e o Plano de Mobilidade (PLANMOB SP, 2015), tendo como ponto em comum incentivos ao uso do transporte público. Mesmo com esses marcos regulatórios significativos, as emissões oriundas do transporte continuam crescendo. Somente os automóveis são responsáveis por 60% do total do consumo energético, embora representem apenas 25% das viagens (SEEG, 2021; EPE, 2020, ANTP, 2020). Desse total, 94% da energia utilizada é proveniente de combustíveis fósseis (SEEG, 2021).

As diretrizes do governo local para um transporte sustentável são baseadas na abordagem “evitar-mudar-melhorar” (*avoid-shift-improve*), da Declaração de Bogotá para um Transporte Sustentável (BOGOTÁ, 2011), da qual o Brasil é um dos países signatários. Ela propõe evitar viagens ineficientes ou desnecessárias, mudar o modal de transporte para opções menos poluentes e melhorar a tecnologia, a regulação, a infraestrutura e a operação para tornar a oferta mais ambientalmente eficiente (figura 22).

Figura 22. Framework “evitar-mudar-melhorar” da Declaração de Bogotá



Fonte: Elaboração própria com dados do SLOCAT (2018) e Bogotá (2011).

Há que se enfatizar, porém, as disparidades nos perfis das cidades brasileiras, já que São Paulo não é uma cidade-padrão de desenvolvimento para o restante do país. Assim,

são necessários modelos de governança que considerem as estruturas desiguais dos 5.570 municípios do país (IBGE, 2022) para evitar o risco de implementar iniciativas padronizadas de cidades inteligentes não condizentes com a realidade local; caso contrário, as desigualdades sociais tendem a se intensificarem.

1.1. O futuro da mobilidade como serviço e orientado ao transporte sustentável

Com o crescimento exponencial de soluções tecnológicas e aplicativos, a mobilidade passa, cada vez mais, a ser vista sob a perspectiva de um serviço (*Mobility as a Service* – MaaS, na sigla em inglês). A mobilidade como serviço define a revolução digital na indústria dos transportes como um ecossistema de soluções agregadas para conectar pessoas e atividades no espaço urbano eficientemente (KAMARGIANNI *et al.*, 2016) e centrada no usuário (GOODALL *et al.*, 2017). A transição de um paradigma no qual o carro é visto como propriedade para um serviço de deslocamento é considerada crítica para uma mobilidade inteligente (WOCKATZ; SCHARTAU, 2015 *apud* DOCHERTY *et al.*, 2018).

O MaaS igualmente muda o foco em planejamento de infraestrutura para uma rede de serviços integrados de modais e tarifas, sendo uma oportunidade de inovação que equilibra a gestão inteligente de oferta e demanda de transporte com modais mais eficientes e sustentáveis, incluindo a mudança de comportamento e percepção dos usuários (KARLSSON *et al.*, 2020; GOODALL *et al.*, 2017; KAMARGIANNI *et al.*, 2016). Isso porque o MaaS propõe uma plataforma integrada de transporte que pode incluir serviços de compartilhamento, transporte público e táxis, possibilitando o planejamento e pagamento de viagens em uma única interface, visando reduzir a dependência de veículos particulares.

Do mesmo modo, o futuro da mobilidade está associado ao Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS), que preconiza a integração entre mobilidade urbana e uso misto do solo a partir de diretrizes que evitem o espraiamento urbano e promovam o uso eficiente da infraestrutura, aproximando áreas de habitação a empregos e transporte coletivo (WRI, 2020). Como as cidades brasileiras cresceram dispersamente, em geral com baixa densidade populacional, as perspectivas DOTS e MaaS no planejamento da mobilidade urbana são imprescindíveis para minimizar as externalidades sociais e ambientais negativas e a segregação social resultante desse modelo de desenvolvimento territorial não planejado.

Atualmente, há algumas soluções que se enquadram nesse perfil de serviço, como o aplicativo israelense Moovit, com informações do transporte público e de navegação em

tempo real. Mas os provedores privados de serviços de transporte para gestão de estacionamento e compartilhamento de caronas, por exemplo, são geridos individualmente, com mecanismos de pagamento separados, e cada aplicativo se relaciona de forma independente com o usuário, reduzindo a capacidade de uma resposta mais rápida aos diferentes perfis de deslocamento.

A mudança de paradigma no setor passa igualmente por uma transformação na atuação do Estado, de um ator central para um facilitador de uma rede cada vez mais complexa de atores e níveis de governo. Nesse sentido, um exemplo de articulação intersetorial e multiescalar é o da União Europeia, que criou a *MaaS Alliance*⁷⁴, em 2017. Trata-se de uma parceria público-privada para facilitar a troca de conhecimento entre os diferentes atores de interesse nessa agenda, organizada em quatro grupos de trabalho (jurídico, técnico, impacto social e desenvolvimento de mercado) para facilitar o compartilhamento de conhecimento aberto no setor.

1.2. Governança multinível para uma mobilidade inteligente e sustentável

O debate contemporâneo sobre as tecnologias emergentes no setor de transportes, como aplicativos de compartilhamento de viagens, veículos elétricos e autônomos, semáforos inteligentes e biocombustíveis mais eficientes, são soluções da chamada mobilidade inteligente. No contexto da transição sociotécnica, há questões críticas em termos de governança para garantir uma mobilidade urbana com baixa emissão de carbono em um setor altamente complexo como o transporte (BANISTER, 2008).

Uma mobilidade inteligente e sustentável conecta as infraestruturas física, de rede e dados, social e de negócios, em uma lógica de integração entre modais com potencial de reduzir as emissões de GEE. Nam e Pardo (2011) enfatizam, ainda, a participação cidadã em uma visão horizontal de gestão urbana. Os autores destacam a importância de cidadãos inteligentes, adeptos à aprendizagem ao longo da vida, a pluralidade étnica e social, a criatividade e a flexibilidade para participar da vida pública como impulsionadores de uma cidade inteligente. Nesse sentido, o Estado precisa entender quando, com quem, sobre o que e como agir para conduzir a transição sociotécnica a fim de englobar uma gama heterogênea de atores com interesses que, muitas vezes, competem entre si (DOCHERTY *et al.*, 2018).

Quanto à governança inteligente, é preciso conectar os sistemas tecnológicos e sociais para consolidar um modelo multinível com a interlocução entre os níveis de governo e

⁷⁴ Disponível em: <https://maas-alliance.eu/>.

os diferentes atores equilibradamente no processo decisório (MEIJER, 2017; CUNHA *et al.*, 2016). Com o protagonismo dos governos subnacionais, o acesso a recursos financeiros para enfrentar as mudanças climáticas e legitimar sua liderança na ação climática tem crescido diante dos níveis nacional e supranacional (BETSILL; BULKELEY, 2003), podendo também negociar diretamente com a indústria para estimular mudanças tecnológicas (DOCHERTY *et al.*, 2018) em pleitos menos hierárquicos.

A partir desse cenário, o objetivo desta análise é desenvolver um modelo de governança multinível apropriado para avançar na agenda de cidades inteligentes e de baixo carbono. Para tanto, parte-se da hipótese de que inovação e tecnologia para mitigar e adaptar os impactos do clima ainda não são suficientes para promover uma evolução do atual modelo de desenvolvimento para um mais sustentável. O objetivo do trabalho é endereçar oportunidades e entraves para caminhos que possibilitem a evolução do atual modelo de desenvolvimento para um futuro mais inclusivo e de baixo carbono.

2. Métodos de pesquisa

Adotou-se como metodologia o estudo de caso da cidade de São Paulo para desenvolver um modelo de governança multinível apropriado para avançar na agenda de cidades inteligentes e de baixo carbono. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 22 profissionais que ocupam cargos de gestão em organizações responsáveis pela formulação, implementação e/ou execução de políticas e projetos relacionados à mobilidade inteligente nos setores público, privado e da sociedade civil em nível local (Apêndice C). As entrevistas foram realizadas entre 2020 e 2022, utilizando o mesmo roteiro (Apêndice A), e abrangeram aspectos operacionais, arranjos institucionais e de governança e o processo de implementação de tecnologias de mobilidade inteligente e de baixa emissão de carbono. Os entrevistados foram escolhidos seguindo o procedimento chamado de “bola de neve”⁷⁵, com base em sugestões de especialistas em transporte urbano quanto a quem entrevistar, respeitando as cotas predeterminadas para cada categoria de respondentes. A verificação foi complementada com dados secundários (políticas, relatórios técnicos, artigos e matérias).

A sistematização dos dados foi feita com o apoio do software QSR NVivo para triangulação e a codificação qualitativa foi realizada por meio da técnica de Análise de

⁷⁵ Método de amostragem não probabilística que utiliza uma corrente de referências para pesquisar grupos difíceis de serem acessados, quando não há precisão sobre sua quantidade, ou para estudar questões delicadas de âmbito privado e, portanto, que requerem o conhecimento dos atores que pertencem ao grupo ou são legitimados por ele (VINUTO, 2014).

Conteúdo⁷⁶ (AC), cujos resultados foram categorizados a partir de termos-chave extraídos das entrevistas (BARDIN, 2011). Por fim, foram gerados quatro agrupamentos temáticos para guiar a proposição de um modelo de governança apropriado para avançar na agenda de mobilidade inteligente e de baixo carbono: i) planejamento integrado, ii) coprodução de conhecimentos, iii) experimentos em governança e iv) novos meios de financiamento.

3. Resultados e discussão

Esta seção detalha a análise de aspectos relevantes para a proposição de uma estrutura de governança inteligente e revela os padrões dos componentes extraídos das 22 entrevistas realizadas em relação a aspectos que influenciam o ambiente político e as tomadas de decisão em políticas públicas de mobilidade inteligente e sustentável. Os dados foram equalizados conforme termos e palavras-chave apurados nas entrevistas e codificados segundo o respectivo setor: Governo (GV) – 8 entrevistas, Sociedade Civil (SC) – 7 entrevistas e Iniciativa Privada (IP) – 7 entrevistas (Apêndice C). Os entrevistados apresentaram visões diferentes sobre a mobilidade inteligente: “integração de modais” (GV-2), “melhoria no deslocamento” (IP-3), “otimização de processos participativos” (GV-1), “maior eficiência” (IP-6), “estar mais próximo dos cidadãos” (SC-5), “garantir o acesso a oportunidades” (SC-2), “promover o desenvolvimento sustentável” (IP-7), “gerar inovação e novos negócios tecnológicos” (IP-2) e “tornar-se uma cidade global e inovadora” (GV-8).

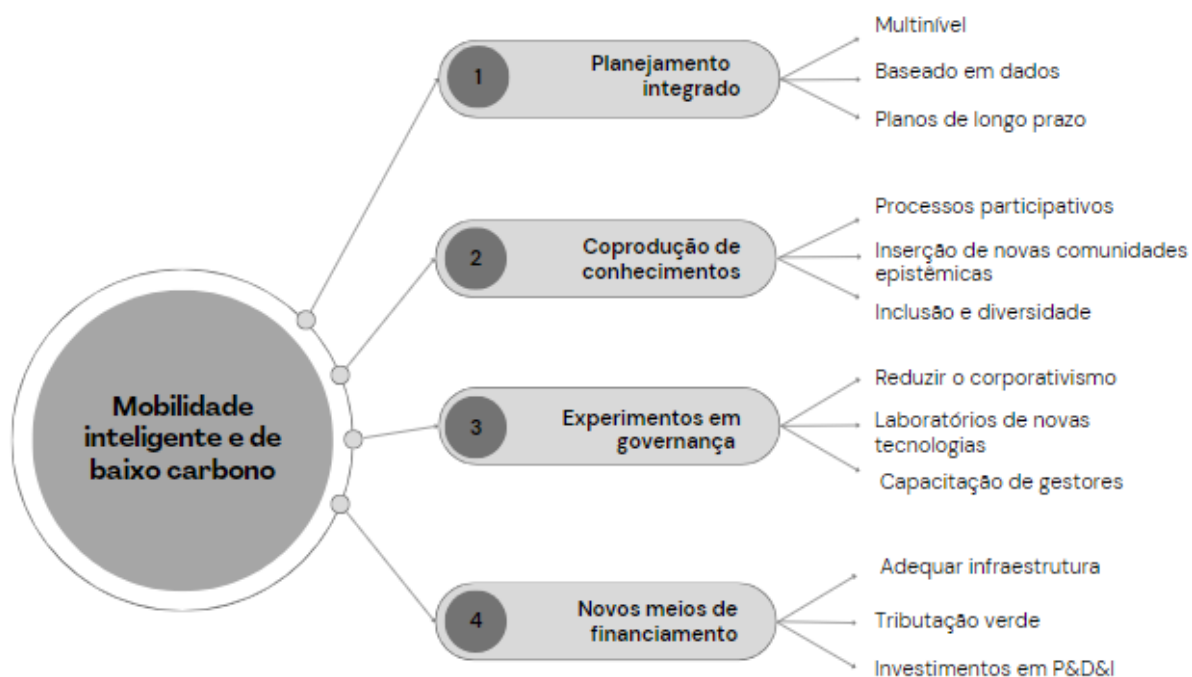
O trabalho identificou trajetórias possíveis para acelerar a agenda de mobilidade inteligente e de baixo carbono em uma transição sociotécnica sustentável. Essas trajetórias são descritas a partir de quatro eixos de atuação com potencial de destravar esse campo no Brasil (figura 23):

1. **Planejamento integrado:** a) multinível, b) baseado em dados, c) de longo prazo;
2. **Coprodução de conhecimentos:** a) processos participativos, b) inserção de novas comunidades epistêmicas (especialistas e empreendedores em tecnologia), c) inclusão e diversidade;
3. **Experimentos em governança:** a) reduzir o corporativismo, b) laboratórios para testar novas tecnologias (regulação, políticas e evidências), c) capacitação de gestores para cidades inteligentes;

⁷⁶ A metodologia de análise de conteúdo se destina a classificar e categorizar informações a fim de reduzi-las a elementos-chave para fins de comparabilidade e inclui o agrupamento e categorização de termos-chave para criar padrões de informação por meio da interpretação e codificação dos conteúdos extraídos das entrevistas (BARDIN, 2011).

4. **Novos meios de financiamento:** a) para adequar infraestrutura, b) tributação verde, c) investimento em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I).

Figura 23. Os quatro caminhos de atuação para avançar na agenda da mobilidade inteligente e de baixo carbono



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das entrevistas.

Para a definição desses termos, além dos resultados das entrevistas e da revisão bibliográfica, foi feita uma triangulação com as diretrizes de uma boa governança multinível da OCDE (2019) e dos aspectos de governança de uma cidade inteligente (GIFFINGER *et al.*, 2007), como indicado no quadro 11.

Quadro 11. Termos da pesquisa associados às diretrizes da OCDE para uma boa governança e características de cidades inteligentes

Termos da pesquisa	OCDE	Cidades inteligentes
Planejamento integrado	· Responsabilidades claras entre os diferentes níveis de governo; · Apoiar as capacidades subnacionais; · Construir mecanismos de coordenação adequados entre os	· Inserção internacional; · Estratégias e perspectivas políticas.

	níveis de governo; · Apoiar a cooperação entre jurisdições; · Permitir e aproveitar ao máximo a descentralização assimétrica dos arranjos; · Fortalecer as políticas nacionais de desenvolvimento regional. .	
Coprodução de conhecimentos	· Promover o engajamento dos cidadãos; · Melhorar a transparência e a coleta de dados; · Fortalecer o monitoramento de desempenho.	· Participação nas tomadas de decisão; · Diversidade étnica e social; · Participação na vida pública; · Transparência.
Experimentos em governança	· Fortalecer a governança; inovadora e experimental.	· Espírito inovador; · Empreendedorismo.
Novos meios de financiamento	· Ter capacidade de financiamento; · Fortalecer a autonomia fiscal subnacional.	· Produtividade; · Infraestrutura de TIC disponível.

Fonte: Autoria própria com base na OCDE (2009) e Giffinger *et al.*, (2017).

3.1. Planejamento integrado

O planejamento integrado para a gestão pública do transporte visa coordenar e conectar as ações e decisões do setor em diferentes níveis de governo, a fim de promover uma gestão mais eficiente do sistema. Da mesma forma, o aspecto multinível reconhece a complexidade de atores e níveis de poder em diferentes escalas. Assim, a integração, a coordenação e a colaboração são igualmente relevantes na administração de um tema complexo como a mobilidade. A integração com mecanismos de avaliação, monitoramento e aferição de desempenho também foi apontada como essencial para avaliar a efetividade de políticas públicas e possibilitar a melhoria de sua trajetória ao identificar desafios e obstáculos a partir de dados. Características relacionadas ao longo prazo de políticas climáticas também emergiram nas entrevistas como crítica ao modelo curto-prazista focado em mandatos, que gera poucos resultados eficientes e duradouros.

3.1.1. Abordagem multinível

No sistema federativo brasileiro, políticas de longo prazo, integração entre modais e financiamento para o transporte são definidos no nível federal. No nível estadual, são

implementadas políticas e diretrizes adaptadas às necessidades e demandas da região em maior escala, assim como o monitoramento de concessões e licenciamentos. Já o nível local é o mais próximo dos municípios, estando à frente da gestão do transporte público, do planejamento da gestão do tráfego e da manutenção da infraestrutura viária (MDR, 2022). Segundo a OCDE (2017), esse tipo de descentralização, com os entes federativos tendo atribuições e deveres distintos, gera uma relação de dependência e, com isso, algumas lacunas, preenchidas com mecanismos compulsórios, como leis, ou facultativos, como consultas públicas, que ajudam a preservar a legitimidade e a construção de políticas multinível.

No Brasil, todos os níveis de governo têm papel estruturante na governança multinível, com responsabilidade compartilhada pela efetividade da implementação de políticas. Por isso, coordenação e cooperação são palavras mais apropriadas do que hierarquia. No entanto, as evidências indicam que faltam mecanismos de comunicação e coordenação entre os níveis de governo no Brasil, geridos de forma setorializada e hierarquizada, como indica uma das fontes: “Ainda não há canais de comunicação muito bem estabelecidos entre os níveis de governo, mas acredito que poderia haver comitês ou fóruns de discussão permanentes, além das reuniões, que hoje são muito pontuais. O compartilhamento de informações e melhores práticas ajudaria a nossa gestão a avaliar possibilidades de atuação conjunta.” (GV-2).

Os mecanismos de coordenação entre os níveis de governo buscam harmonizar os interesses dos entes nacionais e subnacionais quando há responsabilidades compartilhadas, garantindo investimentos e políticas coerentes e efetivas. Esses mecanismos podem abranger atores informais, ou seja, que não pertencem à estrutura governamental (OCDE, 2019).

“A governança que inclui os diferentes níveis depende muito da capacidade administrativa e financeira de cada nível. Se esse perfil for discordante, é muito difícil definir, estruturar, implementar e monitorar a política de forma sistêmica.” (GV-1). Outro entrevistado (GV-4) ressaltou que as diferenças entre realidades de municípios no país dificultam a integração multinível: “É difícil falar em integrar quando sabemos que a capacidade financeira e administrativa entre os governos locais é muito destoante para garantir a implementação de políticas e, às vezes, até serviços básicos.”

Uma indicação de como apoiar a construção da capacidade dos governos subnacionais é apontada na entrevista SC-7: “Disponibilizar diretrizes e orientações formais e padronizadas para planejamento, avaliação e monitoração de projetos, por exemplo, já teria

um resultado muito interessante na integração entre os entes governamentais, já que hoje os órgãos e departamentos atuam de forma setorizada e, muitas vezes, não temos ideia do que está sendo discutido ou planejado.” Outra demanda apontada na entrevista GV-6 é a de ampliação de ferramentas digitais para ajudar os governos a gerenciar os recursos e dados de forma mais eficiente: “O e-governo precisa chegar quanto antes. Acho que melhorou muito nos últimos anos, mas ainda é preciso melhorar as relações entre o governo central e os subnacionais, e a comunicação digital pode ajudar muito, inclusive o relacionamento com os cidadãos.”

3.1.2. Baseado em dados e evidências

O apoio de dados para embasar a formulação de políticas públicas pode facilitar a priorização de projetos e prover informações relevantes sobre os impactos ambientais e socioeconômicos com dados sobre rotas, preços, tráfego, sinalização, informações climáticas, entre outros, em tempo real. Em geral, esses dados são obtidos por meio de sensores, câmeras, sistemas de posicionamento global (GPS) e outras fontes, para monitorar as condições de tráfego e permitir uma melhor tomada de decisões.

Os governos devem incentivar a produção, a coleta e a distribuição de dados em nível local por meio de tecnologias de informação e comunicação (TIC) e e-governo (ferramentas de governo eletrônico) a fim de produzir evidências que apoiem a gestão. Indicadores claros de resultados permitem estabelecer metas, melhorar a eficiência das políticas, otimizar o uso de recursos naturais e financeiros e a oferta de serviços. Uma das premissas para alcançar uma gestão de transporte baseada em dados abertos depende do comprometimento dos governos com a transparência. Nesse sentido, é importante que a comunicação com os cidadãos e outras partes interessadas seja constante, promovendo uma das funções do Estado ao prestar contas à sociedade (*accountability*).

A falta de informação é uma das principais barreiras à implementação de uma mobilidade inteligente no Brasil. Ainda não há no país um banco de dados atualizado e integrado nacionalmente, prejudicando o planejamento e a execução de políticas públicas, como reforça a entrevista IP-3: “As informações sobre planos, projetos e orçamentos precisam ser disponibilizadas para o público de forma acessível. Isso ajudaria a aproximar os cidadãos por meio de participação ativa e tirar essa percepção de que o Estado só lida com burocracia.”

Alguns entrevistados avaliam que a gestão pública ainda não faz uso apropriado das informações já disponíveis e, ainda, que muitos dados não são disponibilizados de forma

transparente: “A gestão pública precisa ir além de aspectos políticos ou opiniões sem embasamento empírico. Digo isso porque ainda falta mais participação de empresas de TI, que poderiam fornecer conhecimento especializado. Já tentamos oferecer esse tipo de serviço à administração pública, mas eles nem entendem do que se trata.” (IP-6).

A Prefeitura de São Paulo trabalha com ferramentas e plataformas de dados, como (i) Portal de Dados Abertos⁷⁷, que reúne dados de todas as secretarias, subprefeituras e empresas públicas municipais; (ii) ObservaSampa⁷⁸ (Observatório de Indicadores da Cidade de São Paulo), uma base de dados para mensurar a qualidade de vida dos paulistanos, o acesso a equipamentos e indicadores de desempenho; (iii) Infocidade⁷⁹, da Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento (SMUL), que disponibiliza seus registros; e (iv) GeoSampa⁸⁰, com informações georreferenciadas da cidade. O entrevistado SC-2, porém, acredita que esses canais de diálogo com a população ainda são unidirecionais: “A maioria dos participantes ainda são funcionários públicos e os cidadãos acabam sendo passivos no uso dessas plataformas; então, essa interação é limitada e não tão interativa quanto parece.”

A Prefeitura de São Paulo, sem capacidade técnica de desenvolver algumas soluções, tem estabelecido parcerias com a iniciativa privada para garantir sua participação na agenda de inovação. Como exemplo, cita-se a parceria que fez com a Waze para ter acesso a dados produzidos pela empresa para monitoramento público, permitindo, por exemplo, que os usuários reportem problemas de sinalização para garantir agilidade em intervenções técnicas. “Já há muitos dados disponíveis, mas falta maior conhecimento do território; então, se tivermos avaliações baseadas em dados, em tempo real, já será possível identificar as prioridades de ação por meio de sistemas já implantados, como câmeras e sensores” (SC-4). “Um bom exemplo são os alertas de temporais enviados pela Prefeitura por WhatsApp, mas daria para identificar zonas de riscos com antecipação para reavaliar a circulação de veículos, pedestres, semáforos, velocidade média e vários outros indicadores.” (GV-7).

Outro aspecto no qual os dados geram melhorias na experiência do usuário é a adequação de oferta e demanda. Um exemplo são as informações em tempo real que auxiliam a escolha sobre o modo, a hora e o local da viagem. “A Via 4 (Linha Amarela do Metrô de São Paulo), por exemplo, oferece um serviço premiado que informa a quantidade de pessoas em cada vagão do trem seguinte, auxiliando o usuário a se reorganizar nas plataformas para

⁷⁷Disponível em: http://dados.prefeitura.sp.gov.br/pt_PT/.

⁷⁸Disponível em: <http://observasampa.prefeitura.sp.gov.br/>.

⁷⁹Disponível em: <http://infocidade.prefeitura.sp.gov.br/>.

⁸⁰Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx.

pegar os vagões mais vazios.” (IP-4). Iniciativas baseadas em dados de transporte permitem maior flexibilidade na operação, equilibrando o uso de infraestrutura. “Na prática, São Paulo já conta com uma gama enorme de dados de câmeras e de radares que geram informações que poderiam ser usadas para planejar e monitorar melhor o tráfego a partir do cruzamento com outros indicadores.” (SC-6).

Em nível nacional, ainda não há um banco de dados integrado, como lembra um dos entrevistados: “O governo federal deveria criar um Portal do Transporte com todas as informações de forma transparente, incluindo custos, receitas e problemas em toda a rede de transporte no país com o apoio de dados georreferenciados que já existem no mercado.” (SC-3). “Da mesma maneira, os governos municipais devem informar com clareza os processos de licitação e contratos de concessão, que ainda são vistos com desconfiança pela população.” (IP-3). “Uma colaboração saudável entre os setores público e privado requer a abertura dos dados de transporte com qualidade e completos, incluindo metadados e dados processáveis.” (GV-4).

Nesse sentido, basear as políticas em evidências pode trazer ganhos consideráveis para a mobilidade inteligente e de baixo carbono, visto que o diagnóstico e a resolução de problemas podem ser mais assertivos quando apoiados em dados integrados, aumentando o nível de confiança e gerando maior adesão da população ao transporte público. Além disso, dados são a matéria-prima da inovação e um facilitador para a emergência de novas soluções de mobilidade de baixo carbono. Mas outro entrevistado sugere que “ainda é preciso avaliar a regulação sobre o uso dessa inteligência; afinal, conhecimento é poder e, por isso, precisa ser usado com parcimônia.” (IP-2).

3.1.3. Planos de longo prazo

Uma das principais críticas ao modelo político baseado em mandatos é a falta de compromissos de longo prazo, tanto de políticas quanto de investimentos. Em relação ao transporte, há a predominância de melhorias incrementais com foco em infraestrutura viária, em detrimento de soluções tecnológicas que demandam menor investimento, mas requerem uma adequação da infraestrutura vigente. Em uma era de rápido progresso tecnológico, o modelo tradicional de governança mostra-se inadequado para fazer emergir inovações disruptivas de nicho. Ainda assim, o entrevistado GV-1 entende que a questão climática já é entendida como um problema que deve ser gerido em curto, médio e longo prazos: “Eu vejo que agora há uma compreensão mais ampla da questão climática, embora nem sempre seja

clara a responsabilidade do setor de transportes em relação às altas emissões de carbono no Brasil. Muita gente acha que é só uma questão meteorológica e não humana.” (SC-4).

“O planejamento urbano no Brasil precisa ter uma visão de longo prazo e adequar os projetos ao objetivo de descarbonização. Se você tem um transporte público ou um desenho urbano caótico, as pessoas vão preferir usar o carro para se ‘blindar’ de problemas.” (SP-3). Outro aspecto apontado como entrave para a ação climática de longo prazo é a volatilidade política: “A alternância de poder é parte do processo democrático, mas a falta de continuidade de projetos implementados durante uma gestão pelos governos sucessores é um ponto crítico na política brasileira.” (GV-5). “Prefeitos entram e saem e não há garantias de continuidade dos projetos ao longo dos anos e das gestões. Isso é um absurdo. Às vezes, acontece até de deixar de lado todo um programa em andamento porque o prefeito antecessor é do partido de oposição.” (GV-2). Uma visão de longo prazo é igualmente relevante para outros setores, como o setor industrial: “Se tivermos metas e compromissos climáticos de longo prazo, com certeza nós, fabricantes de veículos, vamos investir cada vez mais em novas tecnologias de baixa emissão de carbono porque sabemos que há um plano de governo para sustentar essas inovações.” (IP-2)

Um ponto interessante surgido nas entrevistas diz respeito à percepção sobre a emergência climática. Apesar de haver incerteza sobre a escala espacial e temporal dos seus efeitos, as evidências científicas já foram incorporadas à cultura política. Uma evidência do protagonismo da emergência climática na agenda política foi o resultado do processo participativo do Plano Plurianual (PPA) 2023-2027, do governo federal. O processo mobilizou mais de 4 milhões de brasileiros, com 8.254 propostas de melhorias em políticas públicas e 1,5 milhão de votos, entre 11 de maio e 16 de julho de 2023. Entre os seis programas governamentais mais votados no *site* Brasil Participativo⁸¹ está o “Enfrentamento da Emergência Climática”, junto de outras propostas relacionadas à saúde, trabalho e segurança alimentar. Isso se traduz não apenas em projetos e planos, mas na afirmação dos gestores entrevistados de que não há mais dúvidas ou questionamentos sobre a importância de considerar a ação climática em todos os planejamentos. A entrevista SC-7 evidencia essa afirmação: “Não há como não adotar uma abordagem de precaução, dados os indícios sobre os efeitos das mudanças climáticas hoje. Basta se lembrar dos inúmeros desastres recentes relacionados a chuvas, furacões, tornados, queimadas, ondas de frio e calor atípicas em todo o

⁸¹Disponível em: www.gov.br/brasilparticipativo.

mundo. O problema do clima é o nosso presente e não dá para ficar falando de futuro. Isso é fato.”

Os entrevistados confirmam que termos desconhecidos recentemente agora são comuns no planejamento urbano: “carbono zero” (IP-5), “*net zero*” (IP-7 e GV-1), “emissões” (GV-2), “gases de efeito estufa” (SC-7 e GV-5), “mudanças climáticas” (GV-1, SC-5, SC-7, IP-3, IP-6), e “descarbonização” (IP-5). Ainda assim, com essa abordagem já consolidada nas argumentações dos entrevistados, houve recorrência de falas sobre a necessidade de um ambiente político estável para garantir políticas de mobilidade sustentável de longo prazo: “Projetos que envolvem infraestrutura, como os de transporte, precisam de um ambiente político estável porque é muito complicado intervir em temas polêmicos e complexos como tributação de combustíveis e veículos, ainda mais quando há interesses econômicos envolvidos.” (GV-4). “As políticas sustentáveis precisam de um forte compromisso político tanto para entrar na agenda quanto para permanecer nela por um longo período, garantindo que os investimentos e projetos perdurem no médio e no longo prazos.” (SC-1). “Mas é praxe o foco permanecer apenas nos quatro anos de mandato do prefeito e depois ser tudo esquecido quando entra um novo mandatário.” (GV-8).

3.2. Coprodução de conhecimentos

A coprodução é uma perspectiva de análise social crítica para investigar aspectos sociais da interseção entre ciência, tecnologia, política e sociedade, entendidas como indissociáveis da/na produção de conhecimento (JASANOFF, 2015). Há uma necessidade crescente de que o conhecimento seja compatível com a demanda da sociedade por políticas climáticas mais justas, participativas e inclusivas. A coprodução de conhecimentos problematiza os fatos em um espaço fluido de investigação que, segundo Jasanoff (2021), não pode ser tratado somente com o “pluralismo” ou a “interação” entre atores se não há objetivos claros e comuns a serem debatidos. Mesmo o IPCC passou a reconhecer ser mister a adesão do conhecimento tradicional, como o indígena, em suas avaliações de impacto (IPCC, 2017).

No contexto da coprodução de conhecimentos e da participação social, a questão da desigualdade é um componente importante da governança multinível ao tratar da descentralização de políticas, especialmente as sociais, e da melhor distribuição de recursos entre os níveis de governo. Os resultados da pesquisa sugerem que alguns dos principais desafios para a transição a um sistema de mobilidade urbana inteligente e sustentável estão relacionados à necessidade de integração de modais e de planejamento territorial com fins de

transformar o já consolidado cenário de desigualdade social brasileiro. Outro indicador significativo sobre esse tópico nas entrevistas diz respeito à influência de novos atores e a necessidade de uma estrutura de governança que contemple a participação de uma nova comunidade epistêmica formada por *startups* e profissionais de tecnologia da informação.

3.2.1. Processos participativos

A coprodução de conhecimento baseada em contextos plurais e processos interativos é um pilar expressivo no desenvolvimento de soluções de interesse socioambiental. Sabe-se, no entanto, que essa construção colaborativa é um exercício complexo. A OCDE (2020) defende que mecanismos de coordenação, verticais ou horizontais, facilitam o alinhamento de objetivos e a superação de sobreposição de pautas divergentes, duplicação ou lacunas de responsabilidade, possibilitando corrigir disparidades territoriais.

Jasanoff (2021) destaca que a dicotomia entre a polivalência desse processo e o debate sobre métodos mais restritos e baseados em evidências, a favor e contra posições particulares, é resultado de rupturas no senso de justiça das pessoas, seja pela maior vulnerabilidade aos riscos climáticos, seja pela necessidade de mudança no estilo de vida já consolidado em países desenvolvidos.

Da mesma maneira, as definições atualizadas de cidades inteligentes enfatizam que as novas tecnologias devem ser centradas nos cidadãos e não nas ferramentas, e requerem uma ampla participação social. Contudo, algumas entrevistas salientaram que, mesmo com a abertura dialógica entre o Estado e os diferentes atores, muitos ainda se encontram alijados desse processo: “A discussão tecnológica não é trivial. E, em muitos casos, é algo que só se entende quando estamos envolvidos nos projetos; então, seria importante que todos os públicos fossem incluídos desde o início das discussões e não só quando a tecnologia já está pronta.” (IP-4).

A escolha e implementação de uma solução de viés tecnológico em uma cidade terá melhores resultados se a gestão pública municipal aderir a uma governança colaborativa, tendo em conta que os municípios serão os usuários finais e podem direcionar a trajetória mais adequada às suas demandas (CARAGLIU *et al.*, 2009). Mas os dados revelam que a capacidade do Estado em estabelecer cooperação e parcerias, especialmente com empresas e universidades, ainda é limitada: “Temos diferentes parcerias com universidades para projetos para cidades inteligentes, mas ainda não há integração de pessoal e análises mais aprofundadas porque o governo apoia financeiramente, mas não há relatórios ou reuniões de

acompanhamento sobre o trabalho que está sendo feito na academia. Parece que a ideia é só afirmar que sim, o Estado apoia a inovação e a ciência.” (GV-7). “Não adianta só ter vontade política ou individual. Para alcançar uma ação coletiva é preciso unir empresas, governos, universidades, ONGs e cidadãos. Para resumir, são as empresas e as universidades que concentram os melhores profissionais e podem investir em inovações.” (IP-1).

Nos últimos anos tem havido esforços da iniciativa pública para garantir processos participativos no planejamento urbano, inclusive por ser uma diretriz do Estatuto da Cidade (2001). Isso se dá por meio de consultas e audiências públicas, debates, conselhos participativos, audiências e grupos de trabalho. No entanto, são considerados insuficientes por parte dos entrevistados: “O envolvimento de todas as partes interessadas é fundamental no processo político, mas vejo que os cidadãos são apenas informados e entram nas discussões numa fase já muito avançada em vez de serem ativamente envolvidos na cocriação das soluções.” (SC-3).

Ao participar da formulação, implementação e avaliação de políticas, as chances de a população legitimá-las é maior, inclusive por prevenir disputas entre visões opostas que podem impedir ou atrasar o andamento do processo. A entrevista SC-7, porém, reitera a entrevista GV-3 ao afirmar que a participação não é sistêmica, mas pontual: “A abordagem colaborativa é uma imagem mais para fora porque a administração pública ainda é muito dividida em silos, ou seja, não conseguimos colaborar nem entre departamentos, imagine com a população!”

Do mesmo modo, a colaboração entre os municípios foi citada como uma iniciativa relevante para a troca de experiências e aprendizados em cidades inteligentes: “Não dá para se tornar uma cidade inteligente de forma isolada. Precisamos unir forças com outras cidades porque hoje sequer temos uma rede 5G suficiente para testar tecnologias muito inovadoras.” (IP-5). “Então, a participação das empresas de telecomunicações, por exemplo, é essencial.” (IP-2). Um gestor público enfatiza o processo de internacionalização das políticas públicas locais, já que há diversos acordos e alianças com cidades de outros países para uma agenda mais sustentável: “Precisamos responder às metas do Acordo de Paris, do C40, do ICLEI⁸², da Rede Nossa São Paulo⁸³ [...] Meu dever é garantir que a nossa cidade seja um

⁸² ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade – é uma rede global de mais de 2.500 governos locais e regionais comprometida com o desenvolvimento urbano sustentável em 130 países. Seu trabalho tem em vista influenciar políticas de sustentabilidade. Disponível em <https://americadosul.iclei.org/>.

⁸³ A Rede Nossa São Paulo (RNSP) é uma organização da sociedade civil que visa mobilizar diversos segmentos da sociedade em parcerias público-privadas para construir e se comprometer com uma agenda e metas sustentáveis, democráticas e justas para São Paulo. Disponível em <https://www.nossasaopaulo.org.br/>.

exemplo à frente dessas alianças e coalizões para, inclusive, garantir mais financiamento.” (GV-6).

3.2.2. Inserção de novas comunidades epistêmicas

O conceito de comunidade epistêmica é utilizado no campo da ciência política como sinônimo de uma rede de profissionais com valores compartilhados e reconhecida experiência em determinado campo, com uma reivindicação em comum (HAAS, 1992). Essas comunidades exercem influência junto aos gestores públicos a partir de uma reivindicação política (ZITO, 2001), com questões cientificamente complexas (DUNLOP, 2010).

As inovações na agenda do transporte sustentável deslocam um grupo emergente de novos atores à prática política: as *startups* e os profissionais de tecnologia da informação e comunicação. Sua participação se dá tanto pela oferta de tecnologias de nicho quanto por recursos de digitalização dos serviços públicos.

Argumenta-se, por intermédio das entrevistas realizadas nesta pesquisa, que as comunidades epistêmicas são vitais no fornecimento de dados e conhecimentos que permitam a ação climática apoiada por tecnologia: “Construir alianças e parcerias com tecnólogos desde a concepção até a implementação de soluções ajudaria a incorporar com profundidade as necessidades e expectativas da sociedade.” (GV-5). “As *startups* de mobilidade reúnem diferentes competências para cidades inteligentes com objetivos estratégicos concretos, mas não conseguem se inserir no campo político porque ainda há um distanciamento entre governo e negócios.” (IP-7).

Outra capacidade dinâmica identificada é a falta de entendimento do potencial das tecnologias: “O serviço público é muito analógico, não só na prática, como na visão de mundo; então, não é fácil transcender a camada da burocracia estatal para despertar a criatividade.” (GV-2). “Como *startup*, temos diversas ideias de novos negócios para a mobilidade inteligente, mas, quando avaliamos a infraestrutura, a legislação, a burocracia, precisamos trazer respostas menos disruptivas e mais incrementais.” (IP-6).

3.2.3 Inclusão e diversidade

Haja vista que as soluções tecnológicas, o planejamento urbano e os modais mais diversos são concentrados em regiões privilegiadas da cidade, a falta de inclusão e diversidade são aspectos que acabam por reforçar o regime de mobilidade dominante. Para o enfrentamento da crise climática, as populações mais vulneráveis precisam ser incluídas na

interlocução com o governo. A desigualdade no acesso à Internet também tende a aprofundar as desigualdades socioeconômicas em cidades inteligentes (CARAGLIU; DEL BO, 2022).

Muitas entrevistas enfatizam o aspecto da inclusão e da diversidade no processo político a partir de termos recorrentes, como vulnerabilidade social (SC-4, SC-5 e GV-2), gênero (SC-4, IP-1, GV-2 e SC-7) e etnia (SC-4 e SC-7). “São Paulo apresenta grandes desigualdades sociodemográficas, de renda, escolaridade, moradia, saneamento, saúde, enfim [...] São os governos subnacionais que possuem capacidades administrativas e fiscais para executar políticas que cheguem a todos.” (GV-4). Outra entrevista manifesta que a tecnologia pode reforçar as desigualdades caso não contemple todas as camadas e perfis populacionais: “O objetivo de uma transformação digital deve ser a de garantir mais igualdade de oportunidades e promover o desenvolvimento sustentável da nossa cidade e não só posicioná-la como um local de inovação e negócios.” (GV-5). “Também não adianta articular apenas com o setor privado ou com as ONGs. A comunidade preta e periférica é a principal usuária do transporte público e precisa decidir também.” (SC-5). “Geralmente, nos fóruns de que eu participo vejo sempre as mesmas ONGs e lideranças defendendo suas bandeiras. É preciso ter canais mais amplos e democráticos para garantir outras participações.” (SC-2).

Algumas falas remetem à distribuição desigual de modais e a falta de integração, em especial nas áreas periféricas: “Para garantir um sistema eficiente de mobilidade como serviço em São Paulo, primeiro é preciso absorver as demandas de transporte coletivo. As desigualdades socioespaciais impedem que as periferias, por exemplo, tenham acesso a ciclovias, estações de metrô, um acesso mais equitativo e igualitário aos equipamentos culturais e serviços básicos, como saúde e educação.” (SC-7). “Eu sei que nem o Uber, por exemplo, quer ir para algumas áreas da cidade porque tem medo de assaltos. Muitos motoristas não saem da área central, é justamente onde tem mais opções, como bicicletas compartilhadas, patinetes, pontos de táxi, estações de metrô, inclusive ruas mais tranquilas e arborizadas para caminhar [...]” (SC-7 e SC-3).

O custo das viagens é outro componente crítico. O Brasil está na 36ª posição do *ranking* de países com valor mensal de ônibus, metrô e trem mais elevado do mundo. Considerando apenas o custo atual da tarifa municipal (R\$ 4,40 em julho de 2023), o gasto com transporte coletivo de ida e volta em 20 dias úteis representa cerca de 17% do salário-mínimo. Quando comparado com o de grandes cidades, como Nova York (7,70%) e Paris (4,58%), o transporte é um dos serviços que mais oneram os trabalhadores brasileiros, de

acordo com dados do Numbeo⁸⁴. Segundo a entrevista SC-6, os operadores de transporte têm muita liberdade para definir tarifas e rotas, nem sempre adequadas ao que a população precisa.

Além disso, a adoção de tecnologias também enfrenta um desnível de acesso às redes de Internet móvel: “A exclusão social também se dá pela exclusão digital. A população de baixa renda tem problemas com Internet móvel, além de ser um serviço caro. Precisamos pensar nessa questão e, quem sabe, ter tecnologias que não sejam custosas e sejam *offline*.” (GV-8). Sobre este ponto, em 20 de junho de 2023 a Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania da Câmara dos Deputados aprovou a PEC nº 47/2021⁸⁵, que instituiu a inclusão digital como direito fundamental, com o dever do poder público de promover políticas públicas que visem ampliar o acesso à Internet em todo o território nacional.

3.3. Experimentos em governança

Em se tratando de governança, a coordenação de atores e interesses no processo decisório político tende a facilitar resultados mais equilibrados e favoráveis às reduções de emissões no setor de transportes. Assim, a diminuição da prática corporativista, a capacitação de gestores para cidades inteligentes e o financiamento de inovações em mobilidade por meio de tributos ou preços, tarifas públicas e outras formas de precificar que custeiem as externalidades socioambientais negativas de atividades e produtos relacionados ao deslocamento e degeneram os serviços ambientais são condições citadas como iniciativas capazes de impulsionar respostas positivas aos compromissos climáticos.

3.3.1. Reduzir o corporativismo

Hollands (2008) aponta para uma preocupação sobre as cidades inteligentes serem influenciadas pelas corporações dado o interesse comercial intrínseco à inserção de tecnologias pelas empresas em detrimento de propósitos socioambientais. Em países caracterizados por estruturas institucionais corporativistas, as decisões políticas são mediadas entre diferentes grupos de interesse, como sindicatos, empresas e indústrias.

No Brasil, historicamente, grupos de interesse são parte do processo político e buscam direcionar a administração pública por meio de alianças e coalizões, retroalimentando o processo político (KATZENSTEIN, 1978 *apud* LAH, 2017). Um exemplo recente dessa

⁸⁴ Disponível em: <https://www.numbeo.com/cost-of-living/>.

⁸⁵ Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2263371.

influência foi a denúncia⁸⁶ do jornal Folha de S. Paulo, de 5 de junho de 2023, de um vereador que pediu contrapartida de construtoras para acatar pedidos na revisão do Plano Diretor Estratégico, aprovado⁸⁷ em 26 de junho na Câmara Municipal. O texto aprovado foi alvo de críticas de urbanistas e da sociedade civil organizada, que se uniu em torno da campanha “SP não está à venda”⁸⁸, que angariou mais de 4 mil assinaturas para pressionar mudanças no substitutivo do PDE. Os pontos revisados abrem brechas para o aumento do número de veículos na cidade por cláusulas como a liberação da oferta das vagas de garagem para apartamentos com mais de 30 m² próximos ao transporte público, e prédios mais altos perto de estações de metrô, trem e corredores de ônibus. O texto ainda deve passar para a sanção do prefeito Ricardo Nunes.

Dados levantados pelo instituto de pesquisa Datafolha⁸⁹ revelaram que 46% das doações (R\$ 2,8 milhões) aos atuais vereadores de São Paulo na campanha eleitoral de 2020 foram efetuadas por executivos e empresários do setor imobiliário, gerando custos políticos, já que a prática não é ilegal. Dos 26 vereadores contemplados, 19 votaram a favor do novo texto do PDE, o que confirma que a prática do corporativismo ainda rege o balanço de forças na política brasileira.

Em 2022, os subsídios da Prefeitura para as concessionárias de ônibus da cidade de São Paulo cresceram 50% (R\$ 5,1 bilhões). A SPTrans justifica no seu Relatório Integrado de Administração 2022⁹⁰, divulgado em 24 de abril de 2023, que o aumento foi necessário para manter a tarifa em R\$ 4,40 e que o crescimento se deu, principalmente, em consequência do aumento de 74% no preço do diesel.

Essas diferentes forças de poder e de interesses podem ser balanceadas por meio de uma governança inteligente que garanta uma maior participação cidadã e evite que interesses privados se sobreponham às demandas da sociedade, uma necessidade mencionada em algumas das entrevistas: “Muitas decisões sobre transporte ainda ficam nas mãos das empresas, como o aumento das tarifas de ônibus, mostrando como a gestão ficou refém das corporações.” (GV-3). “Há uma relação estreita entre gestores do governo e aliados

⁸⁶ Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/colunas/painel/2023/06/vereador-pede-contrapartida-de-construtoras-para-nunes-por-plano-diretor.shtml>.

⁸⁷ Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2023/06/26/revisao-plano-diretor-sp-aprovada.htm>.

⁸⁸ Disponível em: <https://www.spnaoestaavenda.minhasampa.org.br/>.

⁸⁹ Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2023/06/metade-das-doacoes-de-campanha-a-vereadores-de-sao-paulo-foram-do-setor-imobiliario.shtml>.

⁹⁰ Disponível em: <https://www.sptrans.com.br/relatorio-integrado-da-administracao-2022/>. Acesso em 20 de maio de 2023.

empresariais. A população acaba ficando em segundo plano, num papel de usuário de serviços privados e não de cidadãos.” (SC-1). Outro relato destaca a necessidade de romper com o corporativismo para criar espaços para a inovação aberta: “Uma cidade que se denomina inteligente não pode ficar atrelada a uma prática que se assemelha a um ‘cartel’, ou seja, é difícil inovar quando há interesses tradicionais em jogo que destoam de ideias mais transgressoras.” (GV-5).

3.3.2. Laboratórios para testar novas tecnologias

Tecnologias climáticas dependem de um ambiente regulatório e infraestruturas físicas adequadas para serem viáveis (UNFCCC, 2022). É compreensível que os suportes estruturais no Brasil ainda não sejam adequados a uma transição inteligente e de baixo carbono porque foram, na maioria, criados em um período em que o uso de automóveis foi (e ainda é) predominante. Essa característica pode constituir uma barreira à entrada ou à transferência de tecnologias de mobilidade em países em desenvolvimento. Por isso é crucial identificar as tecnologias mais adequadas ao contexto climático e social local (LAH, 2019).

A Prefeitura de São Paulo já conta com iniciativas para incentivar a agenda de inovação. Recentemente, criou o Laboratório de Inovação Aberta em Mobilidade Urbana (mobiLab+) para testar soluções em parceria com *startups*⁹¹ e incorporar novas tecnologias à gestão da mobilidade. Paralelamente, a Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU) idealizou o [E] LAB para pesquisar inovações tecnológicas focadas na eficiência do transporte por ônibus. Mesmo com exemplos como esses, a pesquisa traz evidências de que a administração municipal ainda não está preparada para gerir com agilidade as crescentes soluções induzidas pela tecnologia.

Alguns entrevistados ressaltam que a abertura e a prontidão para a inovação são necessárias para emergirem respostas criativas que devem ser previamente testadas a partir de novas abordagens de governança, incluindo experimentos sobre aspectos regulatórios, culturais, sociais, financeiros e políticos de dada solução. “O poder público pode e deve adotar uma postura proativa em relação à inovação. Mais do que investir financeiramente, é preciso se posicionar como facilitador desse processo, criando um ambiente propício a esses avanços.” (IP-1).

⁹¹ Uma *startup* é uma empresa nova com um modelo de negócios escalável, que nasce em torno de uma ideia inovadora e em condições de incerteza para provocar um impacto positivo na sociedade, seja com um produto ou um serviço que resolva um problema. Fonte: Sebrae. Disponível em <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-uma-startup,6979b2a178c83410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em 8 de abril de 2023.

“Já é possível ‘prototipar’ tecnologias em centros de inovação, em modelos baseados em incubar projetos para criar um MVP (Mínimo Produto Viável) no molde das *startups*, com rápida mudança de rota, caso necessário. Esses testes podem ser monitorados e validados, ou descartados, de acordo com os resultados almejados.” (GV-4). O entrevistado IP-5 lembra, ainda, que aspectos regulatórios também geram entraves: “O que está na contramão da inovação no Brasil é o arcabouço legal, que não acompanha a evolução tecnológica na mesma rapidez.”

Segundo três entrevistados, a estratégia digital pode, da mesma forma, apoiar processos participativos durante as fases de experimentação: “Eu estou pilotando alguns projetos em plataforma digital onde os cidadãos podem interagir com outros na cidade, registrando suas percepções sobre serviços e propostas, e que pode ser um bom diagnóstico para monitorar a efetividade de políticas.” (IP-2). Outro respondente sugeriu que a iniciativa privada tem condições de liderar testes em laboratórios em parceria com a Prefeitura: “A nossa empresa tem uma meta de vender 1,5 milhão de veículos elétricos por ano até 2026, mas, comparado ao que produzimos atualmente – cerca de 10 milhões de unidades por ano –, isso representa apenas 15% da capacidade total da empresa. Mesmo assim, daqui a 20 anos as ruas estarão cheias dessas máquinas, o que vai mudar totalmente a forma pela qual as pessoas se locomovem. Então, o governo precisa estar a par do que está sendo desenvolvido para adequar a infraestrutura e os serviços nessa direção.” (IP-7).

3.3.3. Capacitação de gestores para cidades inteligentes

Uma cidade inteligente também diz respeito a como seus governos operam de uma forma inteligente (HOLLANDS, 2008). A falta de capacidades técnicas é um dos principais desafios da governança multinível e inteligente, que requer dos gestores públicos habilidades analíticas e abertura à inovação. Ao decupar o resultado das entrevistas, é notória a percepção de que os gestores não estão preparados para descarbonizar ou gerir uma cidade inteligente. Capacitar os gestores revelou-se um dos principais componentes para qualificar a oferta de serviços inteligentes e sustentáveis: “Na Prefeitura, temos um grande interesse em digitalizar o serviço público, mas tenho a percepção de que estamos sempre tentando replicar o que uma outra cidade já desenvolveu e provou que dá certo. Falta arriscar mais e criar nossas próprias soluções, mas não temos o conhecimento necessário ou um corpo técnico especializado.” (GV-3). “[...] Há ainda o gargalo da acessibilidade que gera ‘analfabetos

digitais’, e esse é um fator que justifica ficarmos aquém de uma cidade realmente inteligente.” (SC-5).

A análise dos dados revelou que quase todos os entrevistados consideram que inovar significa questionar padrões e regras estabelecidas para criar algo novo, mas que o dia a dia da administração pública não permite questionar o *status quo*: “O processo de inovar acaba ficando restrito aos polos de inovação, como o CITInova⁹², porque ainda temos uma grande necessidade de atualização de *softwares* e *hardwares*, de integração de sistemas, e faltam gestores qualificados para lidar com uma gestão ágil ou metodologias *agile*.” (SC-6).

A próxima citação incide na dificuldade dos gestores em lidar com a cultura de inovação, orientada ao risco e à resiliência ao erro: “Estamos mais preocupados com a burocracia do que em criar serviços novos. O governo é bastante avesso ao risco, até porque em quatro anos não dá para errar e arriscar uma possível reeleição.” (GV-7). Outros dois entrevistados reafirmam essa declaração: “É preciso ter coragem para arriscar em pilotos [...] testar, experimentar, falhar [...] Então, precisamos mudar a cultura dos gestores e da própria administração pública para desenvolver esse *mindset*.” (GV-5 e GV-7).

Um gestor público destaca: “A maioria dos funcionários públicos quer continuar trabalhando como há 20 anos porque eles já estão acomodados e sabem o que funciona ou não no atual modelo. Mas não tem como evitar o fato de que precisamos ter uma atitude mais empreendedora porque a tecnologia já exige que a gente se adapte (GV-6). Outro apontamento relevante foi trazido por um funcionário de carreira da Prefeitura, que observou que também falta capacidade técnica para compreender a interseccionalidade entre tecnologia, mudanças climáticas e mobilidade: “A compreensão da problemática do clima nem sempre é entendida entre os gestores do transporte. As pessoas estão acostumadas a ouvir dizer que é importante, mas na prática, se você perguntar o que são mudanças climáticas, as respostas serão as mais variadas.” (GV-2). Um executivo analisa o que chamou de “alfabetização digital” do poder público: “Treinamentos contínuos são necessários porque a tecnologia muda todos os dias e está difícil acompanhar mesmo quem, como eu, trabalha com TI.” (IP-4).

Ao fim, sobressaem-se opiniões de que os gestores de cidades inteligentes precisam passar por capacitações que contribuam para uma transição sociotécnica sustentável e promover a cooperação inter/extradepartamental.

⁹² O CITInova é coordenado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) para a promoção de sustentabilidade nas cidades brasileiras por meio de tecnologias inovadoras e planejamento urbano integrado. Com financiamento do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF, na sigla em inglês), este projeto é implementado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Disponível em <https://citinova.mcti.gov.br/>.

3.4. Novos meios de financiamento

Uma palavra que apareceu com regularidade entre os entrevistados foi “investimento”, tanto para financiar novos produtos e serviços inteligentes com potencial de mitigar e adaptar emissões quanto para aperfeiçoar a infraestrutura atual a fim de que se torne aderente às novas tecnologias climáticas.

Quanto ao financiamento do setor de transportes, o preço das viagens, pedágios, estacionamentos e a tributação de combustíveis e veículos requerem um esforço adicional para eliminar os subsídios aos combustíveis fósseis (GIZ, 2014). Na prática, o governo federal não tomou medidas concretas para apoiar os governos subnacionais com financiamento adicional ou a juros mais baixos para aumentar a capacidade de transporte, mas priorizou a viabilidade econômica da indústria automobilística (ROLNIK; KLINTONWITZ, 2011). Assim, os custos do transporte público continuam a ser financiados, predominantemente, pelas tarifas pagas pelos usuários. Investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I) também foram apontados como fator imprescindível na transição sociotécnica para uma mobilidade inteligente e de baixo carbono, tendo em vista que grande parte do desenvolvimento de melhorias e inovações tecnológicas tem seu início em universidades e centros de pesquisa. A cooperação e os convênios entre governos e universidades e instituições de pesquisa devem ser incentivados a partir de metas e responsabilidades claras.

3.4.1. Adequar a infraestrutura

A maioria dos entrevistados entende que recursos para a infraestrutura devem permitir a melhoria de serviços em uma cidade inteligente, mas que a tecnologia de rede instalada é insuficiente para abarcar novos serviços que demandam tecnologia 5G⁹³ de qualidade e com amplo acesso em toda a cidade: “Os projetos e processos em cidades inteligentes são complexos, e consequentemente mais morosos, porque dependem de uma adequação da infraestrutura, em geral instituída em uma época em que a tecnologia e a ideia de mobilidade praticamente não existiam.” (SC-6).

Um dos entrevistados sustenta que as intervenções em infraestrutura são custosas e morosas, tanto para implementação quanto para manutenção (GV-7), dificultando a aposta em soluções tecnológicas. O aperfeiçoamento da infraestrutura viária demanda a maior parte

⁹³ A tecnologia 5G é a quinta geração de Internet móvel com maior alcance e velocidade, permitindo a interconexão de equipamentos e dispositivos e possibilitando diversos equipamentos com base na Internet das Coisas (IoT). Fonte: Portal da Indústria. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/5g-no-brasil/>.

dos recursos no setor de transportes: “Se em vez de construirmos mais estradas utilizarmos os recursos tecnológicos para integrar os modais, inclusive em termos de pagamentos, poderíamos reduzir custos e garantir mais eficiência operacional.” (GV-7); “...estimulando mais pessoas a usarem o transporte público.” (SC-1).

Essas narrativas denotam um entendimento compartilhado de que a taxaço de combustíveis e impostos especiais de consumo que considerem as externalidades ambientais negativas, como as emissões de GEE, teriam impacto na demanda de viagens, reduzindo o uso de veículos individuais e gerando mais recursos para reinvestir no setor.

O governo federal segue priorizando projetos de rodovias, e a falta de verba pública e de interesse privado impede a expansão de ferrovias⁹⁴, por exemplo, que seriam uma alternativa mais limpa de mobilidade. Atualmente, há seis projetos de concessões de trilhos em andamento e 21 de estradas sendo preparados, segundo dados da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT).

3.4.2. Tributação verde

O aumento crescente de responsabilidades por parte dos governos locais leva a uma necessidade de ampliação de sua capacidade de recursos financeiros para garantir políticas climáticas de longo prazo que podem ter ciclos de vida que durem décadas (UNEPCC, 2019).

No sistema brasileiro, as autoridades locais não têm poderes legislativos e dependem do governo federal para a transferência de recursos para o transporte público urbano, em grande medida baseado na receita tarifária, gerando insatisfação popular a cada aumento no valor das passagens. Na última década verificou-se uma redução da arrecadação em função do avanço do transporte individual, o que torna a tarifa alta para compensar a redução do número de pagantes, induzindo novas perdas de demanda (CARVALHO *et al.*, 2013).

O município de São Paulo ainda representa uma exceção nesse modelo de financiamento exclusivo via tarifas, ao contar com subvenções pagas pela população por meio do orçamento geral do município e do Estado, que cobrem cerca de 20% dos custos de operação dos sistemas, mas bem abaixo dos níveis necessários. Já os subsídios

⁹⁴ Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2023/07/falta-de-verba-publica-e-de-interesse-privado-travam-expansao-de-ferrovias.shtml>.

governamentais ao transporte privado ao longo das últimas décadas ocasionaram o aumento sistemático das tarifas praticadas (VASCONCELLOS *et al.*, 2011).

A análise das entrevistas mostra que a capacidade da administração municipal de gerir recursos é requisito primordial para lidar com os desafios da transição sociotécnica para uma mobilidade inteligente e de baixo carbono. A Constituição brasileira define as responsabilidades de tributação para cada ente federativo e estabelece regras para a arrecadação distribuída às diversas políticas públicas. Uma das demandas que mais emergiram como pré-requisito para avançar nessa agenda é a criação de ferramentas de financiamento harmonizadas entre Estados e municípios com o apoio do governo federal a fim de garantir mais eficiência na alocação de recursos e evitar a profusão de investimentos insustentáveis em nível subnacional.

Alguns entrevistados postularam que a falta de medidas políticas que reforcem ganhos de eficiência na tributação desestimula o investimento em tecnologias climáticas: “Atualmente, a forma em que os combustíveis são tributados são um dos principais problemas. Precisamos de medidas fiscais integradas para alcançar resultados realmente positivos.” (GV-1). Outro entrevistado lembra que os subsídios à indústria automobilística são recorrentes e denotam o poder que essa indústria ainda exerce na economia nacional: “Mesmo com o fechamento de diversas fábricas no país, as montadoras ainda empregam muita gente e o governo acaba oferecendo vantagens para que essas empresas continuem a produzir e não haja demissão em massa. Assim, o brasileiro continua comprando mais carro e trocando o seu por um novo a cada cinco anos.” (SC-5).

O cofundador de uma *startup* acredita que ausência de impostos sobre os impactos negativos que um carro gera acaba onerando os mais pobres: “Quem pode andar de carro continuará dessa forma enquanto não tiver que pagar a mais pelas externalidades ambientais que o seu deslocamento gera. Carros enormes circulam em São Paulo com uma única pessoa. É uma emissão gigantesca de carbono para deslocar um único passageiro.” (SC-7).

Um dos entrevistados sugere ideias para diversificar a tributação do transporte baseado em energia fóssil: “Taxas de congestionamento ou tarifas de variação de tempo por quilômetro rodado poderiam ser aventadas como alternativas para lidar com os impactos ambientais e sociais que o trânsito causa.” (GV-2). O comentário seguinte reforça a necessidade de repensar a forma pela qual o sistema de transporte é financiado: “A infraestrutura física e de redes nas quais os serviços de mobilidade do futuro irão operar foi construída pelo governo com tributos tradicionais, mas o balanço entre impostos, taxas e

subsídios hoje é um problema complexo que desequilibra a balança.” (SC-4). “É preciso pensar em novas formas de receita com a tributação de modais alternativos. Esse valor adicional deve ser investido na adequação da infraestrutura atual para soluções mais inteligentes e integradas.” (IP-3).

De acordo com uma das fontes, a redução de impostos sobre energia deve acontecer com a introdução em massa de veículos elétricos e autônomos, mais eficientes em termos energéticos em comparação com aqueles movidos a combustão. A fonte reitera que esse tipo de tecnologia é “três vezes mais eficiente em termos de gastos energéticos quando comparado com os tradicionais, movidos a energia fóssil. Isso pode representar a redução de impostos sobre a energia para um terço do total. E o imposto sobre o uso de eletricidade é um décimo do imposto sobre combustíveis fósseis. Claro que precisamos avaliar essas mudanças no médio prazo em termos de carga tributária!” (IP-7).

3.4.3. Investimento em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

A pesquisa climática hoje não sofre de desinteresse ou recursos e as principais universidades iniciaram programas de pesquisa interdisciplinares que integram as ciências naturais e sociais (JASANOFF, 2021). A autora acrescenta que os esforços do Norte Global, no entanto, continuam mais inclinados à busca de soluções técnicas e materiais do que em aspectos normativos que envolvem as mudanças climáticas. Essa descrição cabe ao Brasil, que no cenário global está em uma posição periférica no que diz respeito a investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I), ocupando a 66ª colocação entre 129 países no Índice Global de Inovação (IPEA, 2017). Mesmo sob um marco legal (Lei nº 13.243/2016) de Ciência, Tecnologia e Inovação, as empresas ainda investem pouco em soluções inovadoras baseadas na ciência.

A entrevista GV-4 confirma que o trabalho conjunto entre governo e universidades tem sido cada vez mais frequente e sistemático, buscando incorporar as demandas sociais: “Trabalhamos muito de perto com as universidades. Fizemos muitos financiamentos voltados à inovação, como inteligência artificial, *big data*, internet das coisas e *deep learning*, mas sempre com vistas a atender às necessidades da população e incluir os mais vulneráveis nessa conversa.” Outros quatro entrevistados citaram a importância de investimentos em pesquisa e desenvolvimento para a inovação ser uma alavanca da economia brasileira e estimular a mobilidade do futuro, como sugere um dos relatos: “A economia brasileira é muito pautada em *commodities* e precisamos mudar essa perspectiva investindo

em ciência e pesquisa de ponta para gerar valor agregado. Temos boas universidades, mas vejo uma ‘fuga de cérebros’ para outros países porque não se valoriza a pesquisa científica no Brasil.” (IP-2).

Uma das narrativas aborda os investimentos em pesquisas aplicadas de curto prazo em detrimento de investigações que demandam mais tempo para amadurecer: “É muito difícil obter recursos para desenvolver tecnologias de longo prazo. O foco é sempre curto-prazista, até porque as mudanças climáticas viraram uma emergência e o dinheiro tem vindo mais de empresas e *venture philanthropy* do que de organizações governamentais nas três instâncias de governo.” (SC-3). “Além disso, precisamos de bons cientistas de dados e especialistas em segurança da informação, difíceis de achar no mercado. Isso quer dizer que formar novos profissionais para o futuro baseado em tecnologia é essencial para garantir uma cidade inteligente.” (GV-5).

A incorporação de um financiamento de longo prazo para pesquisa e desenvolvimento, conforme citaram dois entrevistados, tem papel fundamental como agente de mudança para incentivar o uso de novas tecnologias de mobilidade sustentáveis: “[...] pode ser já nos editais de licitação. [...] incluir incentivos à pesquisa científica por meio de benefícios econômicos ou fiscais, de repente, um IPVA verde, por exemplo [...] mas precisa ser via comando e controle porque, senão, não funciona no Brasil.” (GV-7).

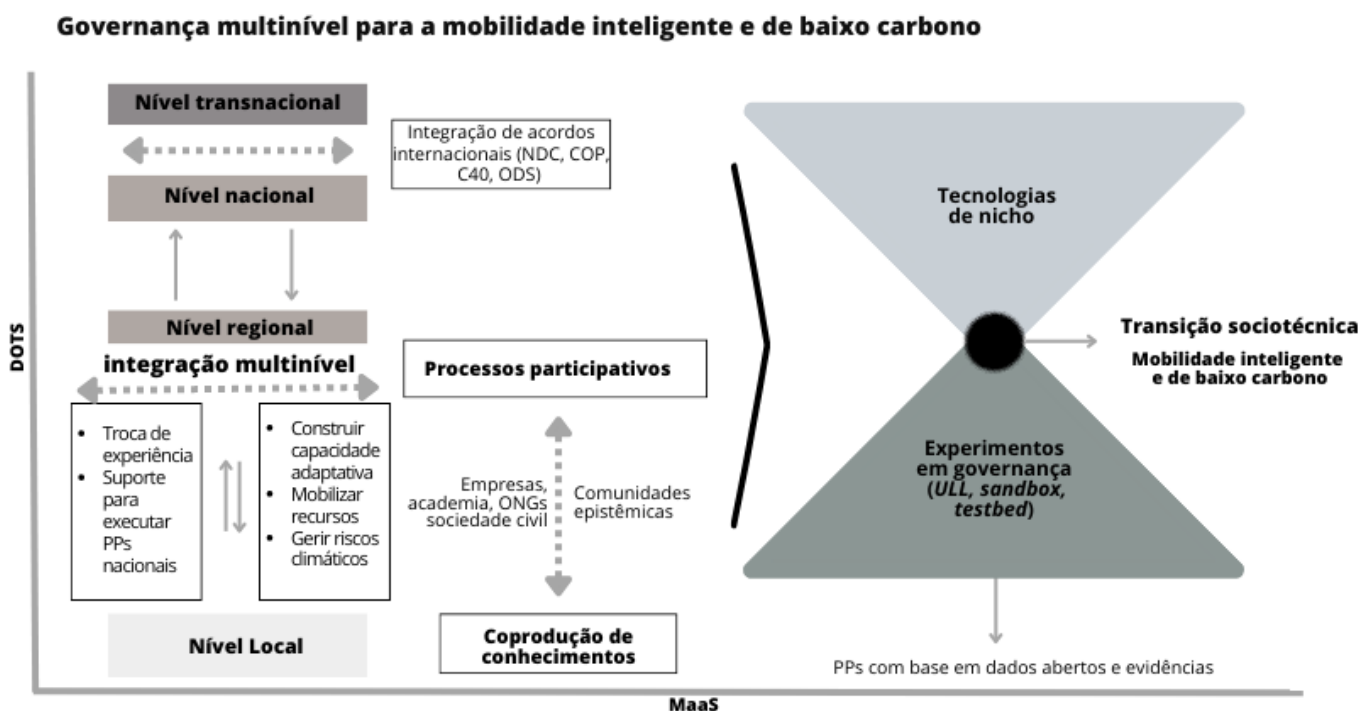
Outra narrativa remete a medidas de incentivo à ciência em vez de punições que prejudiquem o consumidor final, como a elevação de preços ou impostos: “Acredito que parcerias público-privadas para incentivar P&D podem gerar mais competitividade no mercado de produtos de baixo carbono. A Shell e a Petrobras, por exemplo, já falam em zerar as emissões com iniciativas voluntárias para investir na diversificação do seu portfólio, incluindo a produção de energia limpa, como a eólica e a solar, além de postos com estrutura para carregamento de carros elétricos, o que mostra que os *players* do mercado já estão se preparando para a mobilidade verde. Só é preciso lembrar que baterias também geram resíduos de difícil descarte e podem se tornar um novo problema ambiental.” (IP-1).

3.5. Estrutura conceitual de governança multinível para a mobilidade inteligente

Nesta seção, buscou-se integrar e sintetizar os resultados descritos acima embasados na literatura referenciada e nas entrevistas semiestruturadas a fim de propor um modelo de governança multinível para a mobilidade inteligente e de baixo carbono (figura 24). De maneira articulada, os direcionadores de Desenvolvimento Orientado ao Transporte

Sustentável (DOTS), aliados às diretrizes de Mobilidade como Serviço (MaaS), são eixos transversais para garantir a transição sociotécnica sustentável do setor.

Figura 24. Proposta de modelo de governança multinível para a mobilidade inteligente e de baixo carbono



Fonte: Autoria própria com base nos dados das entrevistas.

O processo de transição sociotécnica é desafiador e não linear; portanto, deve considerar o amadurecimento de tecnologias, novas políticas e regulamentações, e mudanças comportamentais e culturais em um processo contínuo de revisão e aprimoramento. Compreende-se que o caminho de uma governança multinível capaz de absorver, na velocidade necessária, as novas tecnologias de nicho depende da participação ativa dos tomadores de decisões estatais em parceria com os públicos de interesse e, em especial, com as novas comunidades epistêmicas que surgem nesse cenário, a saber, as *startups* e profissionais de TIC. Essa premissa garante legitimidade ao processo com resultados baseados em evidências, evitando rupturas ou efeito-rebote de políticas públicas. No entanto, essa não é uma tarefa fácil, especialmente em setores complexos como o do transporte urbano de passageiros, dada a heterogeneidade de atores e interesses próprios desse sistema.

Nesse sentido, uma das principais fases do modelo recomendado inclui a prototipagem de novas tecnologias de nicho com usuários reais em pilotos realizados em estruturas de testes já consolidadas em ambientes de simulação controlados, como laboratórios vivos urbanos (*Urban Living Labs* ou *ULL*), espaços de experimentação para o planejamento urbano (NICHI; CORTESE, 2022), *sandbox*⁹⁵ ou *testbeds*⁹⁶. Essa testagem deve ir além das capacidades técnicas, mas incluir as externalidades socioambientais e político-econômicas em uma abordagem participativa, ágil, mais tolerante a erros e com melhor simetria de poder entre os atores. Isso porque processos iterativos que incluem a cocriação de multiatores devem ser flexíveis e abertos a mudanças em todas as fases, por isso a etapa de testagem de projetos em processos experimentais de governança deve ser considerada (BROTO; BULKELEY, 2013). Assim, sugere-se a criação de espaços de fomento à inovação ao promover a integração de novas comunidades epistêmicas que podem colaborar diretamente com a Prefeitura na geração de novos modelos de negócio e tecnologias de nicho em um modelo horizontal de tomadas de decisão.

4. Considerações finais

Instituir mecanismos de governança multinível e integrar políticas mais sustentáveis e inteligentes é fundamental para garantir que serviços como os de mobilidade urbana permitam o acesso justo e equitativo às oportunidades no território.

O entendimento sobre os fatores antropogênicos nos impactos climáticos já está consolidado socialmente, ainda que as teorias negacionistas insistam em perdurar diante das contundentes evidências científicas. Um exemplo recente é o do secretário de Mudanças Climáticas da cidade de São Paulo, que disse em um evento que o “planeta se salva sozinho do aquecimento global”, além de criticar pesquisas científicas na área. A repercussão negativa das declarações de Antônio Fernando Pinheiro Pedro, dadas durante um fórum de advogados que debatia justamente o impacto das tragédias ambientais decorrentes das mudanças climáticas, resultou na sua exoneração em 14 de julho de 2023, após seu pedido de

⁹⁵ O conceito de *sandbox* originou-se na indústria de tecnologia da informação para criar ambientes de testes para o desenvolvimento de novos produtos e *softwares*, reduzindo riscos antes que eles fossem lançados no mercado. Fonte: Banco Mundial. Disponível em <https://documents1.worldbank.org/curated/en/912001605241080935/pdf/Global-Experiences-from-Regulatory-Sandboxes.pdf>. Acesso em 21 de maio de 2023.

⁹⁶ Um *testbed* é uma plataforma para conduzir experimentos replicáveis de teorias científicas, novas tecnologias e rede que, quando combinados, permitem a coleta e análise de dados a partir de protótipos sobre o funcionamento de um ou mais elementos de um sistema. Fonte: IEEE (2002). Disponível em <https://ieeexplore.ieee.org/document/159342>. Acesso em 21 de maio de 2023.

demissão⁹⁷. Se os tomadores de decisões não estiverem familiarizados com os aspectos técnicos de um problema específico ou duvidarem da emergência climática, como poderão desenvolver soluções viáveis?

Planejamentos de longo prazo, embasados em experimentos de governança e evidências, capacitação técnica dos gestores à frente das políticas públicas, investimentos para a descarbonização do setor e maior participação pública, podem agilizar a transição para um regime sociotécnico de mobilidade mais inteligente, sustentável e democrático, como mostram os resultados. Com isso, este trabalho ampliou a compreensão das dinâmicas sociais em que as cidades inteligentes se enquadram sob a perspectiva do processo decisório por meio da sua estrutura institucional e de governança e confirmou a hipótese de que a inovação e a tecnologia para mitigar e adaptar os impactos do clima ainda não são suficientes para tornar a mobilidade mais sustentável.

Ainda há um longo caminho a percorrer para que São Paulo e outras cidades brasileiras possam, de fato, tornar-se cidades inteligentes e sustentáveis. A análise das entrevistas com 22 gestores com atuação em aspectos da mobilidade inteligente no governo, nas empresas e em organizações da sociedade civil permitiu identificar quatro fatores percebidos como pré-requisitos para a transição sociotécnica sustentável no setor: i) planejamento integrado (multinível, baseado em dados e de longo prazo), ii) coprodução de conhecimentos (via processos participativos, inserção de novas comunidades epistêmicas, com inclusão e diversidade), iii) experimentos em governança (para reduzir o corporativismo, testar novas tecnologias e capacitação de gestores para cidades inteligentes) e iv) novos meios de financiamento (para adequar infraestrutura, gerar tributos verdes e investir em pesquisa e desenvolvimento).

Quanto às limitações do trabalho, é relevante apontar que diferentes contextos municipais devem revelar outros arranjos de governança necessários, para os quais o modelo aqui proposto deve ser adaptado. Como sugestão para novos estudos, a aplicação empírica do modelo pode ser uma oportunidade de aferir a efetividade da estrutura proposta.

⁹⁷ Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/07/13/secretario-de-mudancas-climaticas-da-cidade-de-sp-pede-demissao-apos-dizer-que-planeta-se-salva-sozinho-do-aquecimento-global.ghtml>.

Conclusão

A partir da década de 1970, as linhas de montagem automotivas entraram para a história com a organização do processo produtivo em massa, considerado uma das principais transformações socioeconômicas do século XX (GEELS, 2012; URRY, 2004). Conceitos disseminados na sociologia do trabalho – o “fordismo”⁹⁸, o “toyotismo”⁹⁹, o “volvismo”¹⁰⁰ e, mais recentemente, a “uberização”¹⁰¹ – influenciaram todas as atividades econômicas, sendo determinante no acesso a oportunidades educacionais, profissionais e de saúde (DOCHERTY *et al.*, 2018).

A indústria automotiva gera e reproduz aspectos de dominação devido a uma relevância econômica e social que lhe garante uma posição privilegiada na agenda pública (URRY, 2004). Mas a supremacia da indústria automotiva do Norte Global tem sido desafiada pela crescente crise climática e pelas externalidades negativas resultantes do uso do automóvel individual em massa. Congestionamentos, mortes e acidentes de trânsito, poluição e doenças relacionadas à má qualidade do ar, grande consumo de energia e de recursos naturais, e perturbações no espaço urbano, com piora significativa da qualidade de vida nas cidades, são problemas crescentes e não internalizados nos custos associados ao uso do carro. Com isso, políticas e medidas que incentivem formas mais sustentáveis de mobilidade, como o uso do transporte público, o compartilhamento de veículos, o ciclismo e a caminhada, além do estímulo a veículos elétricos e tecnologias limpas, são mandatórias.

À medida que o transporte de baixo carbono se torna uma necessidade urgente, a indústria passa por uma transformação sem precedentes, de um setor com foco em produtos para um que oferece mobilidade como serviço e integra toda a cadeia de valor, do *design* à gestão dos resíduos pós-consumo. Isso exigirá que a indústria automotiva faça mais do que construir e vender veículos livres de emissões, mas perseguir, com uma mentalidade de inovação, uma agenda que inclui as lentes ambientais, sociais e de governança (ESG). Afinal,

⁹⁸ O “fordismo” é um modelo de produção desenvolvido por Henry Ford na primeira metade do século XX e que se baseia em linhas de montagem altamente especializadas e em massa, em que os trabalhadores realizam tarefas repetitivas e padronizadas em sequência (FREITAS RIBEIRO, 2015).

⁹⁹ Modelo de produção desenvolvido pela Toyota na década de 1950 baseado em uma abordagem mais flexível e enxuta, adaptando a produção às demandas dos clientes para ganhar eficiência e evitar o desperdício (FREITAS RIBEIRO, 2015).

¹⁰⁰ O “volvismo” é um modelo de produção adotado pela fabricante sueca de veículos Volvo, entre 1960 e 1970, e que combina elementos do “fordismo” e do “toyotismo”, buscando equilibrar a eficiência de produção em massa e a flexibilidade na adaptação às necessidades do cliente (FREITAS RIBEIRO, 2015).

¹⁰¹ O termo “uberização do trabalho” tem sido usado como sinônimo de trabalho flexível ou que precariza as condições dos trabalhadores.

o transporte pessoal motorizado, que já foi privilégio dos muito ricos, causa maior pressão por espaço nas metrópoles com a sua massificação, gerando uma tensão entre o público e o privado e exigindo uma abordagem mais coletivista de deslocamento, relegando a percepção de *status* e poder do automóvel ao passado.

As empresas são convocadas pela sociedade a se estruturarem para atender a demandas socioambientais locais e aos anseios coletivos de forma sistêmica e não mais paliativa e de caráter compensatório, como doações, patrocínios, obras e manutenção de áreas verdes. O avanço das legislações ambientais e urbanísticas, como o Plano Diretor Estratégico e o Estatuto da Cidade, também demanda soluções eficientes e de longo prazo no território com oportunidades de parcerias público-privadas com a finalidade de promover o desenvolvimento urbano justo e sustentável. Como os municípios têm autonomia para reger o uso e a ocupação do solo, eficiência e foco na realidade da gestão local devem dialogar com as novas tecnologias disponíveis e vindouras, bem como garantir o fortalecimento das estruturas participativas.

A revolução digital tem sido amplamente influenciada pela predisposição humana de tornar a vida mais fácil e isso inclui o deslocamento (ou sua evitação) em uma sociedade de risco que se “desmaterializa” aos poucos, transmutando-se em nuvem no lugar de pó. A mobilidade não ficou imune à digitalização. A mobilidade migra para o compartilhamento de serviços em que os consumidores podem, inclusive, trocar de papel e se tornar o provedor de um serviço usando seus próprios recursos, quando e como quiserem, intermediados pelas tecnologias da informação e comunicação.

A partir desse cenário, esta tese se insere em um contexto mais amplo da problemática das mudanças ambientais globais, considerando a interseção e a interdisciplinaridade entre tecnologia, sociedade e meio ambiente para identificar as conexões e caminhos para a descarbonização na mobilidade urbana de passageiros.

Com base no problema da fraca integração de tecnologias de mobilidade inteligentes e de baixo carbono no setor de transportes, o objetivo desta pesquisa foi explorar estratégias e modelos de governança para integrar essas soluções a partir da análise de políticas, tecnologias e infraestruturas necessárias para promover a transição sociotécnica sustentável da mobilidade em cidades inteligentes. Para esse fim, a hipótese de que a inovação e a tecnologia para mitigar e adaptar os impactos do clima ainda não são suficientes para tornar a mobilidade mais sustentável, duas perguntas de pesquisa guiaram a investigação:

- 1) Qual é o papel das tecnologias de mobilidade na agenda climática de mitigação e adaptação na cidade de São Paulo?
- 2) Quais atores estruturam uma governança de mobilidade inteligente e de baixo carbono e como se articulam com a agenda climática?

Os resultados da análise trazem contribuições originais ao campo de estudo ao demonstrarem que há três fatores críticos e quatro principais barreiras para avançar na agenda política de inovação voltada à mobilidade urbana de baixo carbono:

1. A descarbonização do setor de transportes requer uma concertação entre níveis e atores – incluindo novas comunidades epistêmicas formadas por empresas, *startups*, especialistas em tecnologia da informação e comunicação e técnicos especializados – desde o planejamento, passando por transferência de tecnologia entre modais e investimentos em eficiência energética para cumprir as metas climáticas do Acordo de Paris.
2. A participação social e o consenso entre os atores podem influenciar positivamente a agenda pública climática com foco em soluções inovadoras desde que centradas nas demandas dos cidadãos e previamente testadas.
3. Soluções isoladas tendem a gerar oposição com a maior participação social, exigindo políticas integradas e de longo prazo que não sejam interrompidas a cada troca de gestão governamental.

Entre as principais barreiras para a adoção de medidas de mobilidade sustentável em cidades inteligentes estão:

- a) a necessidade de um planejamento integrado multinível, baseado em dados e de longo prazo;
- b) a falta de investimentos em infraestrutura, capacitação de gestores e pesquisa, desenvolvimento e inovação para novas tecnologias climáticas de mobilidade;
- c) baixo nível de inclusão, diversidade e participação social e de comunidades epistêmicas nas tomadas de decisão em políticas públicas; e
- d) alto nível de corporativismo e assimetrias de poder no processo político.

Essas conclusões trazem elementos para reflexões sobre como as cidades brasileiras estão se posicionando frente à crise climática a partir de medidas de mitigação e adaptação nos centros urbanos, com base na análise dos avanços e desafios no processo de governança no que diz respeito à tomada de decisão e à participação dos diferentes atores e níveis de governo. A análise enquadró o estudo de caso único (YIN, 2015) do setor de mobilidade na cidade de São Paulo e foi organizada em formato de quatro artigos independentes e uma conclusão:

- Artigo 1: “Medidas para descarbonizar o transporte e destravar a mobilidade inteligente” enfocou os arranjos institucionais e sua evolução ao longo do tempo na agenda de mobilidade em São Paulo e as estratégias de adaptação e mitigação para a redução de emissões de GEE.
- Artigo 2: “O papel da governança climática multinível na mobilidade inteligente e sustentável” buscou identificar as estruturas político-institucionais da governança climática brasileira.
- Artigo 3: “Avanços e limites das políticas de mobilidade de baixo carbono na cidade de São Paulo” analisou as oportunidades e os entraves nos compromissos públicos de descarbonização do setor de transportes e a participação de atores em diferentes níveis e setores.
- Artigo 4: “Proposta de modelo de governança multinível para avançar na agenda climática de cidades inteligentes” propõe um modelo de governança climática para cidades inteligentes e sustentáveis.

Este estudo ampliou a compreensão das dinâmicas sociais em que as cidades inteligentes se enquadram sob a perspectiva do processo decisório por meio de sua estrutura institucional e de governança. De forma geral, os resultados refletem novas dinâmicas político-institucionais em que a coprodução de conhecimentos e a descentralização do governo como autoridade desafiam as estruturas verticais de tomada de decisões diante da emergência climática. Com isso, a experimentação em governança configura um caminho viável no contexto da transição sociotécnica para uma mobilidade influenciada pela

tecnologia e pelas pressões climáticas (BULKELEY, 2023; SENGERS, TURNHEIM; BERKHOUT, 2021; BULKELEY; BROTO, 2014).

O sucesso da implementação de uma legislação que considere os impactos climáticos depende de esforços conjuntos em uma governança multinível com equilíbrio de forças de poder e interesses, aos quais a gestão municipal ainda apresenta limitações. Os desafios mais visíveis estão relacionados a questões tributárias e regulatórias. Também há uma janela de oportunidade para ampliar a adesão de soluções tecnológicas com potencial para contribuir para a descarbonização do setor de transportes. A tributação diferenciada para aquisição de veículos híbridos e elétricos, por exemplo, prevista em lei, ainda não foi suficiente para tornar essas soluções mais atrativas a partir de preços mais competitivos em relação aos veículos movidos a combustíveis fósseis.

Alguns dos principais desafios para a transição a um sistema de mobilidade urbana sustentável estão relacionados à necessidade de integração de modais e de planejamento territorial. Em geral, as soluções tecnológicas, o planejamento urbano e a diversidade de modais privilegiam o centro expandido, sendo pouco disseminadas nas franjas da cidade. Esse aspecto acaba por reforçar o regime de mobilidade já dominante em uma cidade com contínuo espraiamento urbano e grande desigualdade social.

Cabe reforçar que foi identificado na análise que as políticas públicas de âmbito local com incidência no setor de transportes na cidade de São Paulo – a Política Municipal de Mudanças Climáticas (PMMC), o Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob SP), o Plano Diretor Estratégico (PDE) e o Plano de Ação Climática (PlanClima SP) – seguem as mesmas diretrizes para a redução das emissões de GEE. No entanto, as metas e iniciativas apontadas nos instrumentos regulatórios avaliados ainda são insuficientes para mitigar os impactos do clima na velocidade e na demanda necessárias para o alcance dos objetivos do Acordo de Paris. A maioria das recomendações só trará resultados em longo prazo e a cultura de deslocamento ainda é centrada no transporte individual motorizado. Os custos incidentes na mobilidade de passageiros ainda recaem sobre os usuários, em especial aqueles que utilizam o transporte público, sendo a maioria pessoas de baixa renda.

A ascensão e boa aderência da população aos modais de mobilidade ativa, como caminhadas, bicicletas e patinetes, bem como o uso de aplicativos de compartilhamento de viagens, contribuem com esses esforços, mas requerem mais agilidade e estruturação regulatória para evitar controvérsias e resultados não esperados, como problemas com segurança e as atuais reivindicações trabalhistas dos motoristas e entregadores de aplicativos.

Ao investigar o engajamento do município paulista na elaboração e adoção de legislação climática associado à sua participação em redes transnacionais, Setzer (2009) identificou três fatores que favoreceram essa evolução: o comprometimento de atores envolvidos no diálogo, o acesso a recursos financeiros e a competência da municipalidade na ação climática por meio de um bom planejamento e gestão do uso e ocupação do solo, do uso de energia e do transporte urbano. Contudo, as ações do PlanClima e do PlanMob, por exemplo, ainda são concentradas em diretrizes estruturais que, na prática, não são aplicadas de forma sistêmica e em escala, embora estejam diretamente correlacionadas com os princípios de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS) em regiões com alta densidade urbana, priorizando o transporte público e menos poluente.

No aspecto institucional, o processo de tomada de decisões conta com uma maior articulação com a população, mas o acompanhamento de resultados da mobilidade sustentável ainda é incipiente e faltam ferramentas e dados que conformem uma base de inteligência que apoie o desenvolvimento e monitoramento de políticas públicas de forma estratégica e em tempo real.

Em suma, houve evolução na disseminação de conceitos e mecanismos políticos a favor de uma mobilidade de baixo carbono; no entanto, os resultados devem ser verificados em longo prazo por se tratar de um campo complexo que engloba noções de desenvolvimento social e tecnológico (BULKELEY *et al.*, 2010) e uma perspectiva multinível que precisa articular equilibradamente os interesses e poderes dos atores envolvidos na transição sociotécnica sustentável que incorpore não apenas políticas, mas também o ambiente político-institucional (LAH, 2017) para reverter as externalidades negativas do modelo vigente, intensivo em carbono. Portanto, confirmou-se a hipótese da pesquisa de que a inovação e a tecnologia para mitigar e adaptar os impactos do clima ainda não são suficientes para tornar a mobilidade mais sustentável.

Como já mencionado, uma alternativa para facilitar a implementação de tecnologias inovadoras com potencial de efetividade poderiam ser experimentos prévios em governança, já defendidos por Broto e Bulkeley (2013), e regulação em *sandbox*, *testbeds* ou laboratórios vivos urbanos (ULL, na sigla em inglês) com a realização de testes em tempo real em um ambiente de simulação controlado. Igualmente importante é uma gestão municipal responsiva e aberta à coprodução de conhecimentos para que soluções em conjunto com a academia, a sociedade civil e o mercado possam emergir, o que parece ser a única maneira de

administrar problemas tão complexos e multidisciplinares como a mobilidade de baixo carbono.

O entendimento sobre os fatores antropogênicos nos impactos climáticos já está consolidado socialmente, ainda que as teorias negacionistas insistam em perdurar diante das contundentes evidências científicas. Assim, instituir mecanismos de governança multinível e integrar políticas mais sustentáveis e inteligentes é fundamental para garantir que serviços como os de mobilidade urbana permitam o acesso justo e equitativo a oportunidades no território. Investimentos para a descarbonização do setor e maior participação pública também podem agilizar a transição para um regime sociotécnico de mobilidade mais inteligente, sustentável e democrático.

A tecnologia, *per se*, e inovações pontuais não serão capazes de transformar o atual regime de mobilidade (GEELS, 2019). Será necessário criar instâncias permanentes de governança para instaurar políticas de mobilidade urbana integradas às de saúde, segurança, habitação, educação e emprego, visando democratizar as oportunidades e fomentar o uso misto do solo nas cidades. Da mesma maneira, os instrumentos de planejamento e as estruturas de governança devem ser atualizados de forma contínua a fim de adaptá-las às novas demandas e inovações tecnológicas em consonância com iniciativas que fortaleçam a resiliência climática. As TICs podem apoiar a comunicação com os públicos de interesse ao institucionalizar canais de participação social permanentes, sejam conselhos, observatórios, aplicativos, portais, grupos de trabalho e consultas *online*, bem como as audiências públicas, além de disponibilizar e compartilhar dados que possibilitem o melhor planejamento urbano e o monitoramento de políticas públicas.

Ainda há um longo caminho a percorrer para que São Paulo e outras cidades brasileiras possam, de fato, tornar-se cidades inteligentes e sustentáveis. A análise das entrevistas com 22 gestores com atuação em aspectos da mobilidade inteligente no governo, nas empresas e em organizações da sociedade civil permitiu identificar quatro fatores percebidos como pré-requisitos para a transição sociotécnica sustentável no setor: i) planejamento integrado (multinível, baseado em dados e de longo prazo), ii) coprodução de conhecimentos (via processos participativos, inserção de novas comunidades epistêmicas, com inclusão e diversidade), iii) experimentos em governança (para reduzir o corporativismo, testar novas tecnologias e capacitação de gestores para cidades inteligentes) e iv) novos meios de financiamento (para adequar infraestrutura, gerar tributos verdes e investir em pesquisa e desenvolvimento).

Estudos centrados nos atores e instituições de um sistema sociotécnico podem impulsionar mudanças em políticas, regulações e governança para apoiar os processos de tomada de decisões a partir de redes e coalizões com poder para apoiar ou vetar inovações (GEELS, 2014). A governança multinível tem o potencial de coproduzir conhecimentos que podem gerar e redistribuir recursos e incentivos que estimulem a escalabilidade de inovações de nicho e mobilizem políticas públicas aderentes a uma economia neutra em carbono.

A natureza multiatores, multinível e multiescalar da transição sociotécnica sustentável já tem apresentado mudanças profundas no modelo de deslocamento de passageiros. Embora muito progresso tenha sido feito, tanto em infraestrutura de transporte quanto em esforços para ampliar a participação dos cidadãos, o equilíbrio de forças ainda é um problema, pois a equidade e a diversidade de participação não apresentam equilíbrio, indicando que os atores privados ainda têm forte influência no processo de tomada de decisões. Para o enfrentamento da crise climática, as comunidades mais vulneráveis precisam participar desse diálogo e ainda não estão posicionadas nessa interlocução com o governo, refletindo a difusão desigual das TICs. Essa característica tende a aprofundar as desigualdades socioeconômicas em cidades inteligentes (CARAGLIU; DEL BO, 2022), já tão arraigadas na sociedade brasileira.

Instrumentos tecnológicos implementados em nível local no Brasil já foram testados em nível internacional, o que infere que já estariam “prontos” para serem realocados em países em desenvolvimento. Mas, na contramão dessa hipótese, a prática mostra que a falta de pilotos e experimentação em nível local, considerando aspectos jurídicos, culturais, econômicos, políticos e sociais, não recebe a devida atenção. Como resultado, temos visto, como mostra o estudo de caso, diversos projetos frustrados por incongruências legislativas e a falta de diálogo entre empresas de tecnologia e governo, especialmente quando se trata de alternativas de modais, como patinetes elétricos e compartilhamento de veículos.

Como o estudo de caso demonstra, a influência das empresas de tecnologia aumentou notavelmente nos últimos anos, posicionando esta comunidade epistêmica como um dos *players* mais importantes da arena, “forçando” a descontinuidade do regime sociotécnico da mobilidade ao promover inovações de nicho. No entanto, o governo, especialmente em nível local, perde oportunidades de protagonizar essa pauta como uma importante ação climática ao evitar estabelecer diálogos sistemáticos que evoluam para medidas regulatórias e políticas públicas. Da mesma forma, a iniciativa privada pode contribuir para o aprendizado no uso e aplicação de tecnologias, não apenas provendo

softwares e hardwares, mas aglutinando inovações em serviços e produtos alinhados com as necessidades de mitigação e adaptação climáticas, como edificações inteligentes, matérias-primas mais sustentáveis, ou desburocratizar a gestão pública ao digitalizar serviços e canais de comunicação que reduzem a necessidade de deslocamentos, para citar alguns exemplos. Essa direção também tem a capacidade de minimizar a dependência do setor de transportes de outros economicamente poderosos, como o petrolífero e o automotivo, que inda conseguem infringir acordos climáticos por meio de *lobby*.

A inovação deve favorecer a gestão pública; portanto, a discussão vai além do embate entre atores, mas em como integrar novos públicos, como *startups* e empresas e especialistas de TI, para assegurar que a governabilidade da tecnologia atenda aos interesses da população em primeiro lugar. O comportamento passivo e responsivo do Estado ao não dialogar com esses novos atores faz com que o poder público seja “atropelado” por situações externas e seu papel fique limitado a proibir a adoção de novas tecnologias, como no caso relatado dos patinetes elétricos e *tuk-tuks* na cidade de São Paulo.

A urgência de um planejamento de longo prazo que extrapole soluções de infraestrutura tradicional, como a construção de estradas, mas inclua desde o início a comunidade epistêmica das empresas e especialistas em tecnologia de mobilidade na estrutura de governança será um suporte para entender de forma integral os melhores caminhos para a inserção de tecnologia e inovação no setor com resultados benéficos para todos. Sem isso, ao reduzir as opções de deslocamento, a reputação e a legitimidade do Estado são afetadas e, ainda, a possibilidade de arrecadação para além de combustíveis e veículos com a tributação sobre novos modais e serviços, impactando toda uma cadeia de valor.

Inovações disruptivas de nicho, como veículos elétricos e autônomos, ainda não contribuíram para a redução das emissões na cidade de São Paulo por estarem distantes de serem escaladas. Contudo, inovações incrementais em biocombustíveis, compartilhamento de viagens e regulações no controle de emissões veiculares trouxeram melhorias efetivas para mitigar e adaptar os impactos climáticos relacionados à mobilidade no município. Lah (2018) assinala que muitas pesquisas sobre transição sociotécnica concentram-se em inovações de nicho, que podem inferir erroneamente que são elas que impulsionam as transformações em estruturas sociais convergentes com a tecnologia. Não obstante, essa é apenas uma das forças motrizes na reconfiguração do sistema em sua totalidade, e não necessariamente a mais importante. Algumas inovações que não são consideradas tecnológicas, como cidades de 15

minutos¹⁰¹ e ciclovias, ainda são incipientes no Brasil, mas já são amplamente difundidas em países como França, Holanda e Dinamarca, que de forma prática impulsionaram o reordenamento urbano.

Quanto às limitações do estudo, é relevante apontar que diferentes contextos municipais devem revelar outros arranjos de governança necessários, em que modelo aqui proposto deve ser adaptado. A abordagem teórica foi testada por meio de um estudo de caso único e exploratório. Para o resultado ser cabível a outros casos, seriam necessários mais estudos focalizados em realidades distintas no país, ainda que a transição sociotécnica da mobilidade no Brasil tenha evoluído apenas nos grandes centros urbanos centrados nas Regiões Sul e Sudeste, situação que espelha a assimetria socioeconômica das cidades brasileiras.

Assim, há lacunas a serem preenchidas por pesquisas futuras. Como sugestão para novos estudos, a aplicação empírica do modelo pode ser uma oportunidade de aferir a efetividade da estrutura proposta. Comparações entre experiências em diferentes cidades também podem ajudar a compreender como e por que alguns arranjos sociopolíticos funcionam e outros não, viabilizando adequações necessárias. Sugestões para novos estudos incluem fatores que desafiam o regime, como mudanças culturais e geracionais em relação ao uso do automóvel, limitações regulatórias e de infraestrutura para veículos elétricos e autônomos, além dos potenciais e desafios para expansão do biocombustível brasileiro em nível internacional. Em termos de generalização, a estruturação de um sistema de mobilidade inteligente e sustentável pode ser aplicada a outros sistemas que, marcadamente, afetam a variabilidade climática, como agricultura, construção civil, resíduos sólidos e saneamento. Mas a análise empírica foi interpretada conforme as especificidades do estudo de caso.

Adicionalmente, é possível aprofundar algumas soluções de nicho com potencial para reconfigurar os sistemas de transporte sustentável, como carros e bicicletas compartilhados, carros autônomos e aplicativos de mobilidade na cidade de São Paulo. Outras perguntas de pesquisa em relação a cobenefícios na transição do transporte de baixo carbono poderiam ser investigadas, como a correlação entre saúde e poluição do ar, congestionamentos e impactos socioeconômicos, acessibilidade e mobilidade ativa, ou uso do solo e estacionamentos, considerando múltiplas escalas e práticas sociais e culturais.

¹⁰¹ Moreno *et al.* (2021) definem como “cidade de 15 minutos” uma abordagem para construir uma nova forma de viver nas cidades, na qual a maioria das necessidades diárias pode ser atendida a pé ou de bicicleta a partir das casas dos moradores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAPTAÇÃO à mudança do clima. AdaptaClima, [20–?]. Disponível em: <http://adaptaclima.mma.gov.br/adaptacao-a-mudanca-do-clima>. Acesso em: 14 mar. 2023.

ADGER, W. Neil; ARNELL, Nigel W.; TOMPKINS, Emma L.. Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 77-86, jul. 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005>. Acesso em: 14 mar. 2023.

AHVENNIEMI, Hannele; HUOVILA, Aapo; PINTO-SEPPÄ, Isabel; AIRAKSINEN, Miimu. What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, [S.L.], v. 60, p. 234-245, fev. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009>. Acesso em: 14 mar. 2023.

AMBRIZZI, T.; ARAUJO, M. (eds.). PBMC, 2014: Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro: COPPE, [20–?]. 464 p.

ANDRADE, Josiane Nascimento; GALVÃO, Diogo Cavalcanti. O conceito de smart cities aliado à mobilidade urbana. *Humanae: questões controversas do mundo contemporâneo*, v. 10, n. 1, p. 1-19, 2016. Disponível em: <https://revistas.esuda.edu.br/index.php/humanae/article/view/478/150>. Acesso em: 14 mar. 2023.

ANDRÉ, Karin; SIMONSSON, Louise; SWARTLING, Åsa Gerger; LINNÉR, Björn-Ola. Method Development for Identifying and Analysing Stakeholders in Climate Change Adaptation Processes. *Journal of Environmental Policy & Planning*, [S.L.], v. 14, n. 3, p. 243-261, set. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/1523908x.2012.702562>. Acesso em: 14 mar. 2023.

ANTONIADES, Andreas. Epistemic Communities, Epistemes and the Construction of (World) Politics. *Global Society*, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 21-38, jan. 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/0953732032000053980>. Acesso em: 14 mar. 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (Brasil). Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2023 - Reindustrialização. [S.l]: ANFVEA, 2023. Disponível em: <https://anfavea.com.br/anuario2023/2023.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2023.

ARIOLI, Magdala; FULTON, Lew; LAH, Oliver. Transportation strategies for a 1.5 °C world: a comparison of four countries. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, [S.L.], v. 87, p. 102526, out. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2020.102526>. Acesso em: 14 mar. 2023.

BAI, Xuemei; DAWSON, Richard J.; ÜRGE-VORSATZ, Diana; DELGADO, Gian C.; BARAU, Aliyu Salisu; DHAKAL, Shobhakar; DODMAN, David; LEONARDESEN, Lykke; MASSON-DELMOTTE, Valérie; ROBERTS, Debra C. Six research priorities for cities and

climate change. *Nature*, [S.L.], v. 555, n. 7694, p. 23-25, 27 fev. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/d41586-018-02409-z>. Acesso em: 14 mar. 2023.

BANISTER, David. The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 73-80, mar. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>. Acesso em: 14 mar. 2023.

BARBI, F. Governando as mudanças climáticas no nível local: riscos e respostas políticas. 2014. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, SP. 2014. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/dissertacoes-teses/213876/governando-as-mudancas-climaticas-no-nivel-local-riscos-e-r>. Acesso em: 15 maio 2023.

BARBI, F. Governando as Mudanças Climáticas nas Cidades: Riscos e Respostas Políticas. Diálogos interdisciplinares sobre a Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista. FAPESP. 2018. Disponível em: https://fapesp.br/eventos/2018/11685/09_11h45_Fabiana_Fapesp.pdf. Acesso em: 15 maio 2023.

BARBI, F; COSTA FERREIRA, L. da. Climate change in Brazilian cities: Policy strategies and responses to global warming. *International Journal of Environmental Science and Development*, v. 4, n. 1, p. 49-51, 2013. Disponível em: <http://ijesd.org/papers/301-H0001.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

BARBIERI, M. D; FERREIRA, L. D. C. Mudanças climáticas e governança ambiental: desafio do Antropoceno. Diálogos do Antropoceno. *ClimaCom Cultura Científica - pesquisa, jornalismo e arte*, v. 5, n. 12, jul 2018. Disponível em: http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/wp-content/uploads/2018/08/A2_Mudancas_climaticas_e_governanca_ambiental.pdf. Acesso em: 15 maio 2023.

BARBOSA, Eunice. Evolução do uso do solo residencial na área central do município de São Paulo. 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.

BATTY, M.; AXHAUSEN, K. W.; GIANNOTTI, F.; POZDNOUKHOV, A.; BAZZANI, A.; WACHOWICZ, M.; OUZOUNIS, G.; PORTUGALI, Y.. Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, [S.L.], v. 214, n. 1, p. 481-518, nov. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3>.

BECK, U. Sociedade de risco. São Paulo: Editora 34, 2010. p. 49-53.

BECK, Ulrich e GIDDENS, Anthony e LASH, Scott. Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1997.

BETSILL, M; BULKELEY, H. Cities and climate change. Londres: Routledge, 2003.

BIANCHI, Camille et al. O impacto da inovação tecnológica na mobilidade urbana da cidade de São Paulo. [São Paulo]: Fórum Mobi, 2018. Disponível em:

<https://www.mobilize.org.br/midias/pesquisas/impacto-da-inovacao-tecnologica-na-mobilidade-sp.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2021.

BIERMANN, Frank; PATTBERG, Philipp. Global Environmental Governance: taking stock, moving forward. *Annual Review Of Environment And Resources*, [S.L.], v. 33, n. 1, p. 277-294, 1 nov. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.environ.33.050707.085733>. Acesso em: 15 maio 2023.

BÖHLER-BEADEKER, Susanne; KOST, Christopher; MERFORTH, Mathias. *Urban Mobility Plans: National Approaches and Local Practice*. Germany: GIZ, 2014.

BOLÍVAR, Manuel Pedro Rodríguez; MEIJER, Albert J.. Smart Governance. *Social Science Computer Review*, [S.L.], v. 34, n. 6, p. 673-692, 3 ago. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/0894439315611088>. Acesso em: 15 maio 2023.

BONDOROVÁ, B; ARCHER, G. Does sharing cars really reduce car use. *Transport & Environment*, [S. l], p. 1-8. 2017. Disponível em: <https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/Does-sharing-cars-really-reduce-car-use-June%202017.pdf>, Acesso em: 15 maio 2023.

BOUTON, S; HANNON, E; KNUPFER, S; RAMKUMAR, S. *The future (s) of mobility: How cities can benefit*. EUA: McKinsey Global Institute, 2017.

BRASIL. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. *Sistema de Apoio à Elaboração de Planos de Mobilidade Urbana*. Portal do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, ago. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/sistema-de-apoio-a-elaboracao-de-planos-de-mobilidade-urbana-1>. Acesso em: 13 mar. 2023.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Ministério das Cidades. *Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM)*. Brasília: Ministério dos Transportes, 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. RenovaBio. Portal Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, jul. 2020. Disponível em: <https://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/acoes-e-programas/programas/renovabio>. Acesso em: 12 ago. 2022.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. *BRASIL 2040: cenários e alternativas de adaptação à mudança do clima*. Brasília, DF: Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2015. Disponível em: [https://agroicone.com.br/\\$res/arquivos/pdf/160727143013_BRASIL-2040-Resumo-Executivo.pdf](https://agroicone.com.br/$res/arquivos/pdf/160727143013_BRASIL-2040-Resumo-Executivo.pdf). Acesso em: 15 maio 2023.

BRASIL. Ministério dos Transportes. *Frota de Veículos 2022*. Gov.br, mar. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2022>. Acesso em: 12 abr. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Acordo de Paris*. Portal do Ministério do Meio Ambiente, [20-?]. Disponível em: <https://antigo.mm.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris.html>. Acesso em: 1 maio 2023.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Mobilidade e Serviços Urbanos. gov.br, [20-?]. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos>. Acesso em: 06 fev. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: volume 2: estratégias setoriais e temáticas: portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016. Brasília, DF: MMA, 2016. 2 v. 295 p. ISBN: 978-85-7738-272-9. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/arquivos-biomas/plano-nacional-de-adaptacao-a-mudanc-do-clima-pna-vol-ii.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Relatório de avaliação de necessidades tecnológicas para implementação de planos de ação climática no Brasil: mitigação. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2021.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Ministério das Cidades. Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM). Brasília, DF: [s.n], 2013. Disponível em:

BROTO, Vanesa Castán; BULKELEY, Harriet. A survey of urban climate change experiments in 100 cities. *Global Environmental Change*, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 92-102, fev. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.07.005>. Acesso em: 15 maio 2023.

BULKELEY, Harriet. The condition of urban climate experimentation. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 1-14, 31 mar. 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/15487733.2023.2188726>. Acesso em: 15 maio 2023.

BULKELEY, H; Newell, P. *Governing climate change*. 3. ed. Londres: Routledge, 2023.

BULKELEY, Harriet; COENEN, Lars; FRANTZESKAKI, Niki; HARTMANN, Christian; KRONSELL, Annica; MAI, Lindsay; MARVIN, Simon; MCCORMICK, Kes; VAN STEENBERGEN, Frank; PALGAN, Yuliya Voytenko. Urban living labs: governing urban sustainability transitions. *Current Opinion In Environmental Sustainability*, [S.L.], v. 22, p. 13-17, out. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2017.02.003>. Acesso em: 15 maio 2023.

BULKELEY, Harriet; BETSILL, Michele M.. Revisiting the urban politics of climate change. *Environmental Politics*, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 136-154, fev. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09644016.2013.755797>. Acesso em: 15 maio 2023.

BULKELEY, Harriet; BETSILL, Michele. Rethinking Sustainable Cities: multilevel governance and the 'urban' politics of climate change. *Environmental Politics*, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 42-63, fev. 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/0964401042000310178>. Acesso em: 15 maio 2023.

BULKELEY, H. A; BROTO, V. C; EDWARDS, G. A. *An urban poliTIC of climate change: experimentation and the governing of socio-technical transitions*. Londres: Routledge, 2014.

BULKELEY, H. et al. The role of institutions, governance, and urban planning for mitigation and adaptation. In: BULKELEY, H. et al. Cities and climate change: Responding to an urgent agenda. . Herndon, VA, USA: World Bank Publications, 2011. cap. 5. p. 125-159.

BULKELEY, Harriet; KERN, Kristine. Local Government and the Governing of Climate Change in Germany and the UK. *Urban Studies*, [S.L.], v. 43, n. 12, p. 2237-2259, nov. 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00420980600936491>. Acesso em: 15 maio 2023.

CALLON, M. The role of hybrid communities and socio-technical arrangements in the participatory design. *Journal of the center for information studies*, v. 5, n. 3, p. 3-10, 2004.

CANITEZ, Fatih. Pathways to sustainable urban mobility in developing megacities: a socio-technical transition perspective. *Technological Forecasting And Social Change*, [S.L.], v. 141, p. 319-329, abr. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.008>. Acesso em: 15 maio 2023.

CARAYANNIS, E. G.; PIRZADEH, A. POPESCU, D. Institutional learning and knowledge transfer across epistemic communities: new tools of global governance. New York: Springer, 2012.

CARAGLIU, Andrea; BO, Chiara F. Del. Smart Innovative Cities: The Impact Of Smart City Policies On Urban Innovation. *Technological Forecasting And Social Change*, [S.L.], V. 142, P. 373-383, Maio 2019. Disponível em: <Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Techfore.2018.07.022>. Acesso em: 15 maio 2023.

CARAGLIU, Andrea; BO, Chiara F. del. Smart cities and urban inequality. *Regional Studies*, [S.L.], v. 56, n. 7, p. 1097-1112, 21 out. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00343404.2021.1984421>. Acesso em: 15 maio 2023.

CARAGLIU, A. A.; DEL BO, C.; KOURTIT, K.; NIJKAMP, P. Comparative performance assessment of Smart Cities around the North Sea basin. *Network Industries Quarterly*, v. 13, n. 3, p. 15-17, 2011. Disponível em: http://newsletter.epfl.ch/mir/newspaper-article?np_id=270&np_eid=43&catid=0. Acesso em: 15 maio 2023.

CARVALHO, C. H. R. D; GOMIDE, A. D. Á; PEREIRA, R. H. M; MATION, L. F.; BALBIM, R. N.; LIMA NETO, V. C; GALINDO, E. P; KRAUSE, C; GUEDES, E. P. Nota Técnica n.2: Tarifação e financiamento do transporte público urbano. Brasília: IPEA, 2013

CASTELLS, M. A sociedade em rede. São Paulo: Paz e terra. 2007.

CENTRO BRASILEIRO DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO. Mobilidade urbana e logística de entregas: um panorama sobre o trabalho de motoristas e entregadores com aplicativos. [S.l]: Cebrap, [20-?]. Disponível em: <https://amobitec.org/wp-content/uploads/2023/04/Pocket-Report-AMOBITECabr2023Rev.4-1.pdf>. Acesso em: 10 maio 2023.

CINTRA, Marcos. Os custos do congestionamento na capital paulista. *Conjuntura Econômica*, p. 30-33, jun. 2008. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/14631/Os%20custos%20do%20congestionamento%20na%20capital%20paulista%20-%20Conjuntura%20Econ%C3%B4mica.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

CITIES Taking Action: How the 100RC Network Is Building Urban Resilience. Resilient cities network, aug. 2020. Disponível em: <https://resilientcitiesnetwork.org/cities-taking-action/>. Acesso em: 15 maio 2023.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (São Paulo, SP). Multas: informações gerais. [201-]. Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/consultas.aspx>. Acesso em: 12 mar. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (Brasil)a. Pesquisa CNT de Rodovias 2022 - A maior e mais completa base de dados sobre infraestrutura rodoviária brasileira. Pesquisa rodovias, Brasília, DF, [20-?]. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/foto>. Acesso em: 4 abr. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (Brasil)b. Anuário CNT dos Transportes 2022 - estatísticas consolidadas. Brasília, DF: CNT, [2022]. Disponível em: <https://cdn.cnt.org.br/>. Acesso em: 4 abr. 2023.

COHEN, Boyd. Smart cities wheel. In: SOE, Ralf-Martin. FINEST Twins: platform for cross-border smart city solutions. Conference paper, june 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Urban-Operating-System_fig4_317269039. Acesso em: 15 maio 2023.

CORTESE, T. T. P. Mudanças climáticas na cidade de São Paulo: avaliação da política pública municipal. 2013. 172 f. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CRUTZEN, Paul J.; STOERMER, Eugene F.. The ‘Anthropocene’ (2000). Paul J. Crutzen And The Anthropocene: A New Epoch in Earth’s History, [S.L.], p. 19-21, 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-82202-6_2.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. Disponível em: <https://www.metro.sp.gov.br/metro/institucional/quem-somos/>. Acesso em: 15 maio 2023.

CUNHA, M. A.; PRZEYBILOVICZ, E; MACAYA, J. F. M; SANTOS, F. B. P. D. Smart cities: transformação digital de cidades. São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania - PGPC, 2016.

DALKMANN, H.; BRANNIGAN, C. Transport and climate change - Module 5e: Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-Makers in Developing Cities. Eschborn: Deutsche Gesellschaft Fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ), 2007.

DEWULF, Art; MEIJERINK, Sander; RUNHAAR, Hens. Editorial: The Governance Of Adaptation To Climate Change As A Multi-Level, Multi-Sector And Multi-Actor Challenge. Journal Of Water And Climate Change, [S.L.], v. 6, v. 1, P. 1-8, 1 mar. 2015. Disponível Em: <http://Dx.Doi.Org/10.2166/Wcc.2014.000>.

DI GIULIO, G. M; BEDRAN-MARTINS, A. M; DA PENHA VASCONCELLOS, M; RIBEIRO, W. C. Mudanças climáticas, riscos e adaptação na megacidade de São Paulo, Brasil. Sustainability in Debate, v. 8, n. 2, p. 75-87, 2017.

DI GIULIO, Gabriela Marques di; FERREIRA, Lúcia da Costa. Governança do risco: uma proposta para lidar com riscos ambientais no nível local. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 29-39, 27 dez. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v28i0.30171>. Acesso em: 15 maio 2023.

DOCHERTY, Iain; MARSDEN, Greg; ANABLE, Jillian. The governance of smart mobility. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, [S.L.], v. 115, p. 114-125, set. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2017.09.012>.

DUNLOP, Claire. Epistemic Communities: a reply to toke. *Politics*, [S.L.], v. 20, n. 3, p. 137-144, set. 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/1467-9256.00123>. Acesso em: 15 maio 2023.

DUNLAP, R. E; BRULLE, R. J. (Eds.). *Climate change and society: Sociological perspectives*. [S. l.]: Oxford University Press. 2015.

DWYER, Catherine. Socio-technical systems theory and environmental sustainability. *Sprouts: Working Papers on Information Systems*, v. 11, n. 3, 2011. Disponível em: <http://sprouts.aisnet.org/11-3>. Acesso em: 15 maio 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Balanço Energético Nacional - relatório síntese 2022 - ano Base 2021*. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, [2022].

FARIAS, A. R.; MINGOTI, R; VALLE, L. D.; SPADOTTO, C. A; LOVISI FILHO, E. Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil. Embrapa Territorial-Comunicado Técnico (INFOTECA-E). Comunicado Técnico 4, Campinas, Maio 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/176016/1/20170522-COT-4.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

FERREIRA, L. D. C. Indicadores político-institucionais de sustentabilidade: criando e acomodando demandas públicas. *Ambiente & Sociedade*, ano 3, n. 6, p. 15-30, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/QHtc6zqtCy5ts5YTfPHj6fH/?format=pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

FERREIRA, Leila da Costa; BARBI, Fabiana. The Challenge of Global Environmental Change in the Anthropocene: an analysis of Brazil and China. *Chinese Political Science Review*, [S.L.], v. 1, n. 4, p. 685-697, 19 maio 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s41111-016-0028-9>.

FULTON, L.; MASON, J.; MEROUX, D. (2017). Three revolutions in urban transportation: how to achieve the full potential of vehicle electrification, automation, and shared mobility in urban transportation systems around the world by 2050. [S.l.]: UC DAVIS/ITDP, [20-?]. Disponível em: <https://steps.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2017/05/ITDP-3R-Report-v6.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

GARRISON, W. L.; LEVINSON, D. M. *The transportation experience: policy, planning, and deployment*. EUA: Oxford university press, 2014.

GEELS, Frank W. Socio-technical transitions to sustainability: a review of criticisms and elaborations of the multi-level perspective. *Current Opinion In Environmental Sustainability*,

[S.L.], v. 39, p. 187-201, ago. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2019.06.009>. Acesso em: 15 maio 2023.

GEELS, Frank W.. Low-carbon transition via system reconfiguration? A socio-technical whole system analysis of passenger mobility in Great Britain (1990–2016). *Energy Research & Social Science*, [S.L.], v. 46, p. 86-102, dez. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2018.07.008>. Acesso em: 15 maio 2023.

GEELS, Frank W.. A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal Of Transport Geography*, [S.L.], v. 24, p. 471-482, set. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>.

GEELS, Frank W. The multi-level perspective on sustainability transitions: responses to seven criticisms. *Environmental Innovation And Societal Transitions*, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 24-40, jun. 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>. Acesso em: 15 maio 2023.

GEELS, Frank W.. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. *Research Policy*, [S.L.], v. 33, n. 6-7, p. 897-920, set. 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>. Acesso em: 15 maio 2023.

GEELS, Frank W.; SCHOT, Johan. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, [S.L.], v. 36, n. 3, p. 399-417, abr. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>.

GIARETTA, Juliana Barbosa Zuquer; GIULIO, Gabriela Marques di. O papel das tecnologias de comunicação e informação (TIC) no urbano do século XXI e na emergência dos novos movimentos sociais. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 161, 30 nov. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22296/2317-1529.2018v20n1p161>. Acesso em: 15 maio 2023.

GIDDENS, Anthony. *Elements of the theory of structuration*. [United Kingdom]: Routledge. 1984.

GIDDENS, A. *A política da mudança climática*. Rio de Janeiro: Zahar, 2010..

GIFFINGER, R. et al. City-ranking of European medium-sized cities. *Cent. Reg. Sci., Vienna UT*, n. 9, p. 1-12, 2007. Disponível em: https://www.smart-cities.eu/download/city_ranking_final.pdf. Acesso em: 15 maio 2023.

GOMIDE, Alexandre de Ávila. Agenda governamental e o processo de políticas públicas: o projeto de lei de diretrizes da política nacional de mobilidade urbana. *Discussion Papers*, n. 1334, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1486>. Acesso em: 15 maio 2023.

GOMIDE, Alexandre de Ávila; GALINDO, Ernesto Pereira. A mobilidade urbana: uma agenda inconclusa ou o retorno daquilo que não foi. *Estudos Avançados*, [S.L.], v. 27, n. 79, p. 27-39, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142013000300003>. Acesso em: 15 maio 2023.

GOODALL, Warwick et al. The rise of mobility as a service. *Deloitte Rev*, v. 20, n. 1, p. 112-129, 2017.

HAAS, Peter M.. Introduction: epistemic communities and international policy coordination. *International Organization*, [S.L.], v. 46, n. 1, p. 1-35, 1992. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/s0020818300001442>. Acesso em: 15 maio 2023.

HARVEY, L.D.D.. Global climate-oriented transportation scenarios. *Energy Policy*, [S.L.], v. 54, p. 87-103, mar. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.053>. Acesso em: 15 maio 2023.

HOFFMANN, Sebastian; WEYER, Johannes; LONGEN, Jessica. Discontinuation of the automobility regime? An integrated approach to multi-level governance. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, [S.L.], v. 103, p. 391-408, set. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2017.06.016>. Acesso em: 15 maio 2023.

HOLLANDS, Robert G. Will the real smart city please stand up? *City*, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 303-320, 26 nov. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/13604810802479126>. Acesso em: 15 maio 2023.

HUGHES, P. T. The evolution of large technological systems. In: Bijker, W. E.; Hughes, T. P.; PINCH, T. P. (Eds.). *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*. Cambridge: MIT Press, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. PNAD - Contínua Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Tabelas 2022. ibge.gov.br, [2022]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html>. Acesso em: 28 jun. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Transport: Improving the sustainability of passenger and freight transport (2022). [S.l.: s.n], [2022]. Disponível em: <https://www.iea.org/topics/transport>. Acesso em: 2 mar. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. World Energy Outlook 2022. [S.l.: s.n], [2022]. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>. Acesso em: 4 abr. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Energy, climate change and enviroment insights 2016. [S.l.]: IEA, 2016. p. 133. Disponível em: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ECCE2016.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2021.

INRIX 2022 Global Traffic Scorecard. Disponível em: <https://inrix.com/scorecard/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

IPEA. Mobilidade urbana no Brasil (2010). In: IPEA. *Infraestrutura social e urbana no Brasil: subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas*. Brasília, DF: Ipea. 2010. p. 549-592. Disponível em: <http://goo.gl/oEFuzx>. Acesso em: 5 fev. 2022.

IPEA. Estimativa dos Custos dos Acidentes de Trânsito no Brasil - relatório de pesquisa. Brasília, DF: IPEA, 2015. Disponível em:

https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7456/1/RP_Estimativa_2015.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

IPEA. A proteção social dos trabalhadores da Gig Economy do setor de transporte no Brasil. Carta de Conjuntura, n. 58, n. 16, trim. 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/index.php/2023/02/a-protecao-social-dos-trabalhadores-da-gig-economy-do-setor-de-transporte-no-brasil/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

IPEA. Brasil 2035: cenários para o desenvolvimento. Brasília, DF: Ipea, 2017.

JACOBI, Pedro Roberto; SULAIMAN, Samia Nascimento. Governança ambiental urbana em face das mudanças climáticas. Revista Usp, [S.L.], n. 109, p. 133-142, 22 nov. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i109p133-142>. Acesso em: 15 maio 2023.

JASANOFF, Sheila. Knowledge for a just climate. Climatic Change, [S.L.], v. 169, n. 3-4, p. 1-8, dez. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-021-03275-x>. Acesso em: 15 maio 2023.

JASANOFF, Sheila. Future Imperfect: Science, Technology, and the Imaginations of Modernity. In: JASANOFF, S.; KIM, S. (ed.) Dreamscapes of Modernity: Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power. Chicago: University of Chicago Press; 2015. p.1-33. Disponível em: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.7208/9780226276663-001/html>. Acesso em: 15 maio 2023.

KAMARGIANNI, Maria; LI, Weibo; MATYAS, Melinda; SCHÄFER, Andreas. A Critical Review of New Mobility Services for Urban Transport. Transportation Research Procedia, [S.L.], v. 14, p. 3294-3303, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.277>. Acesso em: 15 maio 2023.

KARLSSON, I. C. M. et al. Development and implementation of Mobility-as-a-Service—A qualitative study of barriers and enabling factors. Transportation Research Part A: Policy and Practice, v. 131, p. 283-295, 2020.

KERN, Florian. Using the multi-level perspective on socio-technical transitions to assess innovation policy. Technological Forecasting And Social Change, [S.L.], v. 79, n. 2, p. 298-310, fev. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2011.07.004>. Acesso em: 15 maio 2023.

KINGDON, J. W. (2014). Agendas, Alternatives, and Public Policies. 2 ed. London: Pearson Education Limited, 2014.

KITCHIN, Rob. Making sense of smart cities: addressing present shortcomings. Cambridge Journal Of Regions, Economy And Society, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 131-136, 21 out. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1093/cjres/rsu027>. Acesso em: 15 maio 2023.

KIVIMAA, Paula; ROGGE, Karoline S.. Interplay of policy experimentation and institutional change in sustainability transitions: the case of mobility as a service in finland. Research Policy, [S.L.], v. 51, n. 1, p. 1-15, jan. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2021.104412>. Acesso em: 15 maio 2023.

KOETSE, Mark J.; RIETVELD, Piet. Adaptation to Climate Change in the Transport Sector. *Transport Reviews*, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 267-286, maio 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/01441647.2012.657716>. Acesso em: 15 maio 2023.

KOPPENJAN, J. (Joop) F.M. The Formation of Public-Private Partnerships: lessons from nine transport infrastructure projects in the netherlands. *Public Administration*, [S.L.], v. 83, n. 1, p. 135-157, mar. 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.0033-3298.2005.00441.x>. Acesso em: 15 maio 2023.

LAH, Oliver. Trends, Drivers, and Pathways for Sustainable Urban Mobility. *Sustainable Urban Mobility Pathways*, [S.L.], p. 1-22, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-814897-6.00001-6>. Acesso em: 15 maio 2023.

LAH, Oliver. Continuity and Change: dealing with political volatility to advance climate change mitigation strategies.:examples from the transport sector. *Sustainability*, [S.L.], v. 9, n. 6, p. 959, 6 jun. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/su9060959>. Acesso em: 15 maio 2023.

LANE, B.G. 2017. Governance in Inclusive Transit-Oriented Development in Brazil. Working Paper, Washington, DC, 2017. Disponível em: <http://www.wri.org/publication/governance-inclusive-TOD>. Acesso em: 15 maio 2023.

LATOUR, B. On technical mediation- philosophy, sociology, genealogy. *Common Knowledge*, v. 3, n. 2, p. 29-64, 1994.

LEHMBRUCH, Gerhard. The Organization of Society, Administrative Strategies, and Policy Networks. *Political Choice*, [S.L.], p. 121-158, 11 jul. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4324/9780429302145-5>. Acesso em: 15 maio 2023.

LEVY. P. *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34, 2010.

LIMA NETO, V. C; ORRICO FILHO, R. D. *A Governança Metropolitana da Mobilidade: uma análise a partir dos estados*. Rio de Janeiro: Ipea, 2015.

MACEDO, Laura Silvia Valente de. Participação de cidades brasileiras na governança multinível das mudanças climáticas. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106132/tde-18102017-203603/>. Acesso em: 15 maio 2023.

MACEDO, Laura Valente de; SETZER, Joana; REI, Fernando. Transnational Action Fostering Climate Protection in the City of São Paulo and Beyond. *Disp - The Planning Review*, [S.L.], v. 52, n. 2, p. 35-44, 2 abr. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/02513625.2016.1195582>. Acesso em: 15 maio 2023.

MARICATO, Ermínia. *O impasse da política urbana no Brasil*. [S.l]: Editora Vozes Limitada, 2017.

MARICATO, Ermínia. *Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras. São Paulo em Perspectiva*, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 21-33, out. 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-88392000000400004>. Acesso em: 15 maio 2023.

MARIER, Patrik. Empowering Epistemic Communities: specialised politicians, policy experts and policy reform. *West European Politics*, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 513-533, 8 abr. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/01402380801939800>. Acesso em: 15 maio 2023.

MARKARD, Jochen; RAVEN, Rob; TRUFFER, Bernhard. Sustainability transitions: an emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, [S.L.], v. 41, n. 6, p. 955-967, jul. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.013>. Acesso em: 15 maio 2023.

MARLETTO, Gerardo. Car and the city: socio-technical transition pathways to 2030. *Technological Forecasting and Social Change*, [S.L.], v. 87, p. 164-178, set. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2013.12.013>. Acesso em: 15 maio 2023.

MARTINS, R. D. A; FERREIRA, L. D. C. Oportunidades e barreiras para políticas locais e subnacionais de enfrentamento das mudanças climáticas em áreas urbanas: evidências de diferentes contextos. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 8, n. 2, p. 223-242, 2010. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7695024/mod_resource/content/1/Martins%20e%20Ferreira%20%282010%29.pdf. Acesso em: 15 maio 2023.

MARTINS, R. D. A. Governança climática nas cidades: reduzindo vulnerabilidades e aumentando resiliência. *Revista Geográfica Acadêmica*, v. 4, n. 2, p. 5-18, 2010. Disponível em: https://www5.pucsp.br/ecopolitica/downloads/art_2010_Governanca_climatica_cidades.pdf. Acesso em: 15 maio 2023.

MEIJER, Albert; BOLÍVAR, Manuel Pedro Rodríguez. Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance. *International Review Of Administrative Sciences*, [S.L.], v. 82, n. 2, p. 392-408, 29 abr. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/0020852314564308>. Acesso em: 15 maio 2023.

MERCIER, J; TREMBLAY-RACICOT, F; CARRIER, M.; DUARTE, F. Governance and sustainable urban transport in the Americas. [S. l.]: Palgrave Macmillan, 2019.

MEZA, M. J. F. et al. Transport. [S.l: s.n], 2014. cap. 8. p. 599-670. Disponível em: https://www.academia.edu/20562696/Transport_In_Climate_Change_2014_Mitigation_of_Climate_Change_Contribution_of_Working_Group_III_to_the_Fifth_Assessment_Report_of_the_Intergovernmental_Panel_on_Climate_Change. Acesso em: 15 maio 2023.:

MOL, A. P. Globalization and environmental reform: The ecological modernization of the global economy. [S.l]: Mit Press, 2003.

MORENO, Carlos; ALLAM, Zaheer; CHABAUD, Didier; GALL, Catherine; PRATLONG, Florent. Introducing the “15-Minute City”: sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. *Smart Cities*, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 93-111, 8 jan. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/smartcities4010006>. Acesso em: 15 maio 2023.

MOTTA, R. A.; SILVA, P. C. M. da. Desafios da mobilidade sustentável no Brasil. *Revista dos Transportes Públicos-ANTP*, Ano 34, 2012.

MOURA, I. B. D.; OLIVEIRA, G. T. D.; FIGUEIREDO, A. C. D. Plano Diretor Estratégico de São Paulo (PDE-SP): análise das estratégias sob a perspectiva do desenvolvimento orientado ao transporte sustentável. [S.l:s.n], 2016.

NAÇÕES UNIDAS. Dia do Habitat promove cidades verdes como saídas para crise climática. Portal da ONU Brasil, out. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/150289-dia-do-habitat-promove-cidades-verdes-como-sa%C3%ADdas-para-crise-clim%C3%A1tica>. Acesso em: 12 ago. 2022.

NAM, Taewoo; PARDO, Theresa A.. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. Proceedings Of The 12Th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times, [S.L.], p. 282-291, 12 jun. 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1145/2037556.2037602>. Acesso em: 15 maio 2023.

NAKAMURA, Kazuki; HAYASHI, Yoshitsugu. Strategies and instruments for low-carbon urban transport: an international review on trends and effects. Transport Policy, [S.L.], v. 29, p. 264-274, set. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.07.003>. Acesso em: 15 maio 2023.

NEIROTTI, Paolo; MARCO, Alberto de; CAGLIANO, Anna Corinna; MANGANO, Giulio; SCORRANO, Francesco. Current trends in Smart City initiatives: some stylised facts. Cities, [S.L.], v. 38, p. 25-36, jun. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010>. Acesso em: 15 maio 2023.

NEWELL, Peter; PATTBERG, Philipp; SCHROEDER, Heike. Multiactor Governance and the Environment. Annual Review Of Environment And Resources, [S.L.], v. 37, n. 1, p. 365-387, 21 nov. 2012.

NICHI, J. Negacionismo climático e outras controvérsias da retórica científica sobre o clima. ClimaCom – Diante dos Negacionismos [Online], Campinas, ano 8, n,21, p. 1-19, 2021. Disponível em:<http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/negacionismo-climatico-2/>. Acesso em: 15 maio 2023.

NICHI, J.; CORTESE, T. T. P. Parques Tecnológicos como laboratório vivo para cidades inteligentes e sustentáveis. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, XIX, 2022, Blumenau. Anais [...] Blumenau: Fundação Regional Universidade de Blumenau, 2022. Disponível em: https://sisgeenco.com.br/anais/enanpur/2022/arquivos/GT6_SEM_179_452_20211127122347.pdf. Acesso em: 15 maio 2023.

NICHI, J.; ZULLO JUNIOR, J. Governança multinível: o papel da sociedade civil na transição para um transporte de baixo carbono em sistemas sociotécnicos. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 3, p. 29803-29821, 2021.

NYKVIST, Björn; WHITMARSH, Lorraine. A multi-level analysis of sustainable mobility transitions: niche development in the uk and sweden. Technological Forecasting And Social Change, [S.L.], v. 75, n. 9, p. 1373-1387, nov. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2008.05.006>. Acesso em: 15 maio 2023.

OBRINGER, Renee; NATEGHI, Roshanak. What makes a city 'smart' in the Anthropocene? A critical review of smart cities under climate change. *Sustainable Cities And Society*, [S.L.], v. 75, p. 103278, dez. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2021.103278>. Acesso em: 15 maio 2023.

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. Mapa da Motorização Individual no Brasil 2019. Rio de Janeiro: [s.n], 2019. Disponível em: https://www.observatoriodasmetrolopes.net.br/wp-content/uploads/2019/09/mapa_moto2019v2.pdf. Acesso em: 12 abr. 2022.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Making decentralisation work: a handbook for policy-makers. Paris: OECD Publishing, 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Multi-Level Governance Reforms in OECD Countries. Paris: OECD Publishing, 2017. Disponível em: <https://www.oecd.org/publications/multi-level-governance-reforms-9789264272866-en.htm>. Acesso em: 1 maio 2023.

OSTROM, Elinor. Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change*, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 550-557, out. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.07.004>. Acesso em: 15 maio 2023.

OSTROM, Elinor. Governing the commons: The evolution of institutions for collective action. Cambridge university press, 1990.

PACHAURI, Rajendra K. et al. Climate Change 2014: Synthesis Report. Geneva, Switzerland: IPCC, 2015. 151 p. Disponível em: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf. Acesso em: 15 maio 2023.

PALOMO-NAVARRO, Álvaro; NAVÍO-MARCO, Julio. Smart city networks' governance: the spanish smart city network case study. *Telecommunications Policy*, [S.L.], v. 42, n. 10, p. 872-880, nov. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.telpol.2017.10.002>. Acesso em: 15 maio 2023.

PANGBOURNE, K. Smart mobility governance. In: *THE ROUTLEDGE Handbook of Public Transport*. United Kingdom: Routledge, 2021. p. 568-582.

PARRY, Martin (eds.) et al. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf. Acesso em: 15 maio 2023.

PEREIRA, Gabriela Viale; CUNHA, Maria Alexandra; LAMPOLTSHAMMER, Thomas J.; PARYCEK, Peter; TESTA, Maurício Gregianin. Increasing collaboration and participation in smart city governance: a cross-case analysis of smart city initiatives. *Information Technology For Development*, [S.L.], v. 23, n. 3, p. 526-553, 3 jul. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/02681102.2017.1353946>.

PINHATE, Tarcísio Barbosa; PARSONS, Meg; FISHER, Karen; CREASE, Roa Petra; BAARS, Roger. A crack in the automobility regime? Exploring the transition of São Paulo to

sustainable urban mobility. *Cities*, [S.L.], v. 107, p. 1-8, dez. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2020.102914>. Acesso em: 15 maio 2023.

POTENZA, Renata Fragoso et al. Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970-2021. Plataforma SEEG Brasil, 2023. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br>. Acesso em: 13 mar. 2023.

PÖRTNER, H.-O. (eds.) et al. *Climate change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. p. 1–3676.

PRITCHARD, James. MaaS to pull us out of a car-centric orbit: principles for sustainable mobility-as-a-service in the context of unsustainable car dependency. *Case Studies On Transport Policy*, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 1483-1493, set. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cstp.2022.08.004>. Acesso em: 15 maio 2023.

REDE Nossa São Paulo (2023). Mobilidade é a área mais afetada na revisão do Programa de Metas de São Paulo. Portal Rede Nossa São Paulo, abr. 2023. Disponível em: <https://www.nossasaopaulo.org.br/2023/04/24/mobilidade-e-a-area-mais-afetada-na-revisao-do-programa-de-metas-de-sao-paulo/>. Acesso em: 22 jun. 2023.

REED, Mark S. Stakeholder participation for environmental management: a literature review. *Biological Conservation*, [S.L.], v. 141, n. 10, p. 2417-2431, out. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.014>. Acesso em: 15 maio 2023.

RIBEIRO, A. de F. Taylorismo, fordismo e toyotismo. *Lutas Sociais*, [S. l.], v. 19, n. 35, p. 65–79, 2015. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/ls/article/view/26678>. Acesso em: 15 maio 2023.

RIBEIRO, Suzana Kahn; ABREU, Adriana Andrade. Brazilian transport initiatives with GHG reductions as a co-benefit. *Climate Policy*, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 220-240, jan. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3763/cpol.2007.0431>. Acesso em: 15 maio 2023.

RIP, A.; KEMP, R. Technological change. *Human choice and climate change*, v. 2, n. 2, p. 327-399, 1998.

RODRIGUES, C. C. N., AUGUSTO, L. P., & LEAL, É. D. A. S. Mapa Sociotécnico da mobilidade Urbana da Cidade de Vitória-ES. In: SIMPÓSIO EM EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 13, Vitória-Es, Anais [...], Vitória-ES, 2016. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/28224306.pdf>. Acesso em 15 maio 2023.

ROLNIK, Raquel. Exclusão territorial e violência. *São Paulo em perspectiva*, v. 13, p. 100-111, 1999.

ROLNIK, Raquel; KLINTOWITZ, Danielle. (I) Mobilidade na cidade de São Paulo. *Estudos avançados*, v. 25, p. 89-108, 2011.

ROMERO-LANKAO, Patricia; DODMAN, David. Cities in transition: transforming urban centers from hotbeds of ghg emissions and vulnerability to seedbeds of sustainability and resilience. *Current Opinion In Environmental Sustainability*, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 113-120, maio 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2011.02.002>.

ROSENAU, J. N. Governança, ordem e transformação na política mundial. In: Governança sem governo: ordem e transformação na política mundial. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2000.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014. Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002. Disponível em: https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/PDE-Suplemento-DOC/PDE_SUPLEMENTO-DOC.pdf. Acesso em: 2 maio 2023

SÃO PAULO. Governança de Tecnologia - COMO ORGANIZAR O USO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA CIDADE? Tecnologia Cidade de São Paulo, [2017]. Disponível em: https://tecnologia.prefeitura.sp.gov.br/?page_id=1161. Acesso em: 2 maio 2023;

SÃO PAULO (Município). PlanClima SP - Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050. (2021). Portal da Prefeitura de São Paulo, 2021. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/PlanClimaSP_BaixaResolucao.pdf. Acesso em: 08 nov. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Departamento Estadual de Trânsito. Frota de Veículos em São Paulo. Portal do DETRAN-SP, [20-?]. Disponível em: <https://www.detran.sp.gov.br/wps/portal/portaldetran/detran/estatisticatransito/sa-frotaveiculos/>. Acesso em: 11 abr. 2022.

SÃO PAULO (Município). Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. Relatório do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa 2010 – 2018. [S.l:s.n], [2018]. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/. Acesso em: 15 maio 2023.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 14.933, de 5 de junho de 2009. Institui a Política de Mudança do Clima no Município de São Paulo. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-14933-de-05-de-junho-de-2009>. Acesso em: 16 maio 2023.

SCHAFFERS, Hans; KOMNINOS, Nicos; PALLOT, Marc; TROUSSE, Brigitte; NILSSON, Michael; OLIVEIRA, Alvaro. Smart Cities and the Future Internet: towards cooperation frameworks for open innovation. The Future Internet, [S.L.], p. 431-446, 2011. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-20898-0_31.

SCHIPPER, L.; MARIE-LILLIU, C.; GORHAM, R. Flexing the Link between Transport and Greenhouse Gas Emissions-A Path for the World Bank. Paris: International Agency of Energy, 2000.

SEABRA, L. O; TACO, P. W. G; DOMINGUEZ, E. M. Sustentabilidade em transportes: do conceito às políticas públicas de mobilidade urbana. Revista dos Transportes Públicos-ANTP, ano 35, 2013.

SENGERS, Frans; TURNHEIM, Bruno; BERKHOUT, Frans. Beyond experiments: embedding outcomes in climate governance. Environment And Planning C: Politics and Space, [S.L.], v. 39, n. 6, p. 1148-1171, 31 ago. 2020. SETZER, J. Subnational and

transnational climate change governance: Evidence from the state and city of São Paulo, Brazil. In: FIFTH URBAN RESEARCH SYMPOSIUM, 2009. p. 28-30.

SILVA, Livia Corrêa; TOLEDO FILHO, Romildo Dias; CALDAS, Lucas. Tecnologias disruptivas de para setores-chave no Brasil BAIXO CARBONO - Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas.

SÖDERSTRÖM, Ola; PAASCHE, Till; KLAUSER, Francisco. Smart cities as corporate storytelling. *City*, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 307-320, 4 maio 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/13604813.2014.906716>. Acesso em: 15 maio 2023.

SPTRANS. São Paulo Transporte S/A. Disponível em: <https://www.sptrans.com.br/>. Acesso em: 8 abr. 2023

STRN. Sustainability Transitions Research Network. [S.l: s.n], 2019. Disponível em: <https://transitionsnetwork.org/>. Acesso em: 8 abr. 2023.

TURNHEIM, B.; KIVIMAA, P.; BERKHOUT, F. *Innovating Climate Governance: Moving Beyond Experiments*. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia. Base científica das mudanças climáticas - volume 1 - Primeiro relatório de avaliação nacional. In: PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2014.

UNITED NATIONS. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development* (UN, New York). New York: [s.n], 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 13 mar. 2023.

UNITED NATIONS. ENVIRONMENT PROGRAMME (2022). *World Headed for Climate Catastrophe Without Urgent Action: UN Secretary-General*. Nairobi: UNEP, 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/world-headed-climate-catastrophe-without-urgent-action-un-secretary-general>. Acesso em: 13 mar. 2023.

UNITED NATIONS. Climate change. Annual report 2021. Portal United Nations Climate Change, apr. 2022. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/202202251552>. Acesso em: 15 maio 2023.

UNITED NATIONS. Environment Programme. Copenhagen Climate Centre. *From Needs to Implementation: Stories from the Technology Needs Assessments*. [S.l]: UNEP DTU, 2019. Disponível em: <https://tech-action.unepccc.org/publications/from-needs-to-implementation-stories-from-the-technology-needs-assessments-2019/>. Acesso em: 13 mar. 2023.

UNITED NATIONS. Framework Convention on Climate Change. *Enabling Environments and the Challenges to Technology Development and Transfer*, UNFCCC, Technology Executive Committee, Climate Change Secretariat. [S.l:s.n], 2022. Disponível em: <https://unepccc.org/wp-content/uploads/2022/11/finalproof-tech-transfer-policy-brief-oecd.pdf>. Acesso em: 22 abr. de 2023

UNITED NATIONS. Framework Convention on Climate Change. Acordo de Paris sobre o Clima. [S.l:s.n], 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/88191-acordo-de-paris-sobre-o-clima>. Acesso em: 12 ago 2022.

UNITED NATIONS. United Nation Population Fund. State of the world population. [título]. [S.l:s.n], 2023. Disponível em: <https://www.unfpa.org/swp2023>. Acesso em 22 de abril de 2023.

UNITED NATIONS. Environment Programme. The Emissions Gap Report 2022. Unep.org, oct. 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022>. Acesso em: 12 dez. 2022. <https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80076/Transporte.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2022.

URBINATTI, Alberto Matenhauer; FERREIRA, Leila da Costa. As políticas climáticas e seus desafios em megacidades. *Idéias*, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-25, 12 ago. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20396/ideias.v10i0.8656195>.

URRY, John. The ‘System’ of Automobility. *Theory, Culture & Society*, [S.L.], v. 21, n. 4-5, p. 25-39, out. 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/0263276404046059>. Acesso em: 15 maio 2023.

VAN WARMERDAM, Ronald. TRANSFORM - Transformation Agenda for Low Carbon Cities - FP7 Project. *Impact*, [S.L.], v. 2016, n. 1, p. 39-41, 18 jun. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21820/23987073.2016.1.39>.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. Transporte e mobilidade urbana. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/ IPEA, 2011. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 34).

VIGNA, Leandro; , GE, Mengpin; FRIEDRICH, Johannes. 4 Charts Explain Greenhouse Gas Emissions by Countries and Sectors. World Resources Institute, Feb. 2020. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/4-charts-explain-greenhouse-gas-emissions-countries-and-sectors>. Acesso em: 4 abr. de 2023.

VINUTO, Juliana. A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa. *Tematicas*, [S. L.], v. 22, n. 44, p. 203-220, 30 dez. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20396/tematicas.v22i44.10977>. Acesso em: 15 maio 2023.

VIOLA, E. *The Global Political of Climatic Change: How Strong are the Forces Supporting Sustainability?*. Rio de Janeiro: ISA, 2000.

WEBSTER, C. William R.; LELEUX, Charles. Smart governance: opportunities for technologically-mediated citizen co-production. *Information Polity*, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 95-110, 11 fev. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3233/ip-170065>. Acesso em: 15 maio 2023.

WOLFRAM, M. Expert Working Group on Sustainable Urban Transport Plans; [S.l]: [S. n.], 2004. Disponível em: <https://www.evonymos.org/files1/153SUSTAINABLE%20URBAN%20TRANSPORT.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

WOLFF, M. C., LIMA, G. B., & CALDAS, M. A. F. Análise das estratégias de mitigação das emissões de gases do efeito estufa no transporte rodoviário com apoio da revisão sistemática. *Revista Espacios*, Caracas, VE, v. 38, n. 23, p. 1-20, 2017.

WRI Brasil, 2018. MOBILIDADE não é sinônimo de transporte. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/mobilidade-nao-e-sinonimo-de-transporte>. Acesso em: 13 mar. 2023.

WUENNENBERG, Laurin. COVID-19 recovery: a game-changer for sustainable urban mobility? ISPI, jun. 2020. Disponível em: <https://www.ispionline.it/en/publication/covid-19-recovery-game-changer-sustainable-urban-mobility-26589>. Acesso em: 18 maio 2023.

YIN, R. K. Estudo de Caso: Planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman editora, 2015.

ZAWIESKA, Jakub; PIERIEGUD, Jana. Smart city as a tool for sustainable mobility and transport decarbonisation. *Transport Policy*, [S.L.], v. 63, p. 39-50, abr. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.11.004>. Acesso em: 15 maio 2023.

ZIONI, S. Transportes e mobilidade urbana: desafios da adaptação às mudanças climáticas na Macrometrópole Paulista. *Governança e Planejamento Ambiental: adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista*. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2019.

ZITO, Anthony R. Epistemic communities, European Union governance and the public voice. *Science And Public Policy*, [S.L.], v. 28, n. 6, p. 465-476, 1 dez. 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3152/147154301781781183>. Acesso em: 15 maio 2023.

APÊNDICE A – Questionário de entrevistas

Questionário para entrevistas semiestruturadas com atores relevantes na problemática da tese. As dez perguntas buscaram examinar os mecanismos de governança multinível da mobilidade inteligente e de baixo carbono na cidade de São Paulo.

1. Como você percebe os impactos da mobilidade urbana na ação contra as mudanças climáticas?
2. Qual é o papel dos governos locais, empresas e organizações da sociedade civil frente às mudanças climáticas em relação à mobilidade urbana de passageiros?
3. Quais fatores são decisivos no planejamento urbano para mitigar e adaptar os impactos climáticos no setor de mobilidade?
4. Que mecanismos são utilizados na coordenação entre os diferentes níveis de governo e atores das iniciativas pública, privada e da sociedade civil organizada na agenda de inovação nesse setor?
5. São Paulo é considerada uma cidade inteligente. O que isso significa para você?
6. Qual é o papel das tecnologias de mobilidade em relação ao transporte urbano de passageiros? O que tem sido feito até o momento?
7. Quais são os fóruns para tomada de decisão de projetos e ações que envolvem tecnologia para o setor de transporte urbano? Eles funcionam?
8. Quais são as principais barreiras enfrentadas para avançar na agenda de mobilidade inteligente e de baixo carbono?
9. Como se dá o processo participativo para a tomada de decisões que envolvem políticas de mobilidade e tecnologia? O que pode melhorar?
10. Como você vê a participação dos diferentes atores envolvidos em aspectos de mobilidade inteligente e sustentável na cidade de São Paulo? Quais atores mais influenciam a agenda?

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Declaro que concordei em ser entrevistado(a) para a pesquisa “Cidades inteligentes como estratégia de mobilidade de baixo carbono: o caso do transporte urbano de São Paulo”, desenvolvida pela doutoranda Jaqueline Nichi, do programa de pós-graduação em Ambiente e Sociedade, do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais da Unicamp.

Minha colaboração se fará de forma anônima, por meio de entrevista semiestruturada.

Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com objetivos estritamente acadêmicos.

O uso das informações foi submetido às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde.

O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pela pesquisadora e/ou seu(s) orientador(es).

Atesto o recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da CONEP.

Campinas, ____ de _____ de ____

Assinatura do(a) participante: _____

APÊNDICE C – Lista de entrevistados

Setor	Organização	Função	Identificador
Governo	Secretaria Municipal de Mobilidade e Transporte	Coordenador Técnico	GV-1
Governo	Secretaria Municipal de Verde e Meio Ambiente	Vereador	GV-2
Governo	Denatran	Diretora	GV-3
Governo	SPTrans	Consultor Técnico	GV-4
Governo	Cetesb	Diretora de Avaliação de Impacto Ambiental	GV-5
Governo	Câmara Municipal de São Paulo	Vereador	GV-6
Governo	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano	Coordenador de Ecoeficiência	GV-7
Governo	Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia – SMIT	Coordenador de Gestão e Governança de TIC	GV-8
Sociedade civil	Governos Locais pela Sustentabilidade – ICLEI	Secretário Executivo Adjunto	SC-1
Sociedade civil	World Resources Institute (WRI Cidades)	Diretora Executiva	SC-2
Sociedade civil	Rede Nossa São Paulo	Coordenadora do Programa Cidades Sustentáveis	SC-3
Sociedade civil	Institute for Transportation and Development Policy – ITDP	Coordenadora de Gestão da Mobilidade	SC-4
Sociedade civil	Minha Sampa	Diretora Executiva	SC-5
Sociedade civil	Observatório Brasileiro das Cidades Inteligentes	Coordenador Técnico	SC-6
Sociedade civil	Ciclocidade	Diretor Geral	SC-7
Iniciativa privada	IBM	Gerente de Mobilidade	IP-1
Iniciativa privada	Telefônica Tech	Consultor Especialista	IP-2
Iniciativa privada	Peugeot	Gerente de Sustentabilidade	IP-3
Iniciativa privada	Cisco	Coordenador de Inteligência	IP-4
Iniciativa privada	99Táxi	Líder de Relações Públicas	IP-5
Iniciativa privada	Bynd	CEO	IP-6
Iniciativa privada	Toyota	Consultor de Engenharia e Mobilidade	IP-7

ANEXO I

Imagens históricas do transporte urbano na cidade de São Paulo

Fonte: Museu dos Transportes Públicos Gaetano Ferolla, em São Paulo-SP.



Bonde na Rua José Paulino, no centro de São Paulo, 1920.



Passageiros no Aeroporto de Congonhas, 1940. Crédito: Museu do Transporte.



Viagem inaugural do bonde elétrico, linha Bom Retiro, em 13 de maio de 1900. Crédito: Museu do Transporte.



Primeiro ônibus da linha Jardim São Paulo, 1940.



Bonde de tração animal, 1894.



Chegada ao Porto de Santos do primeiro ônibus importado da GM pela Viação Cometa, 1954.



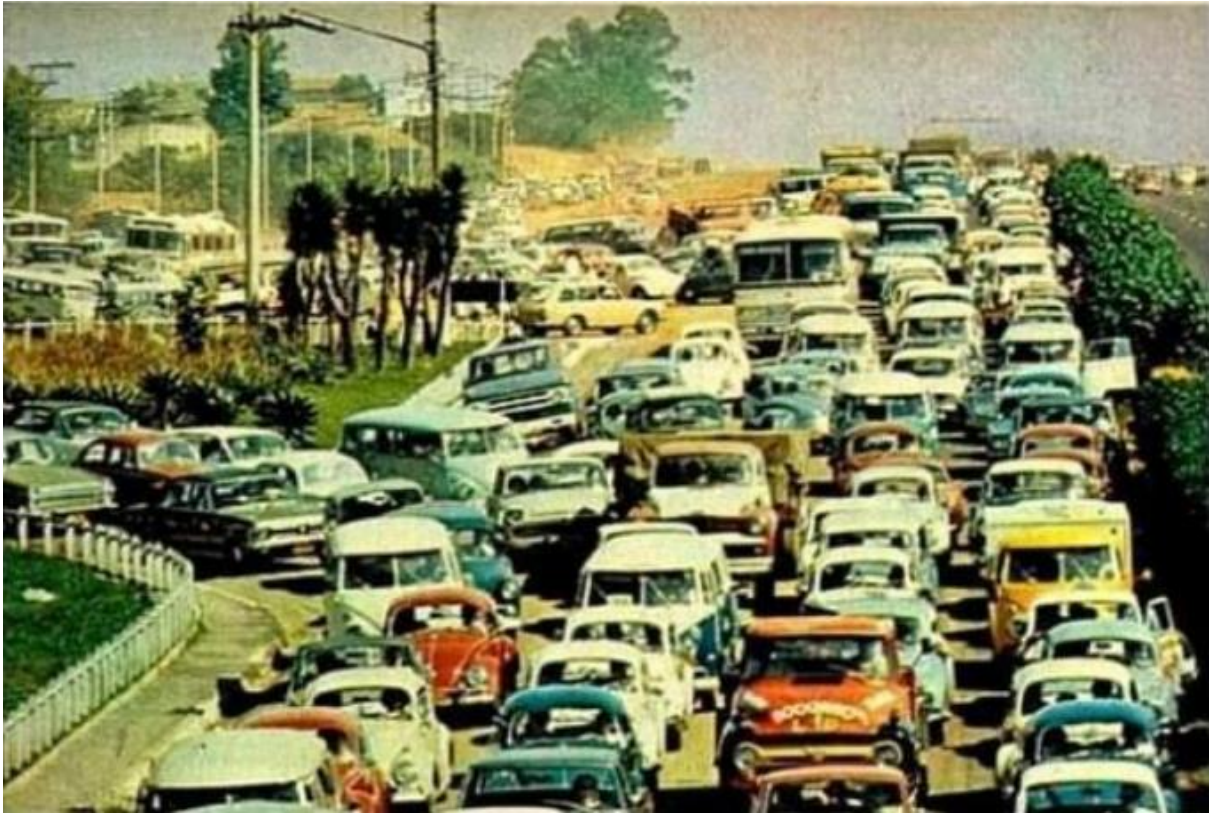
Policial de trânsito operando o primeiro radar móvel na Marginal Tietê, 1975.



Primeira fábrica da General Motors no Brasil, 1920.



Linha de montagem da fábrica de jardineiras da General Motors em São Paulo, 1920.



Congestionamento na Rodovia dos Imigrantes, sentido litoral, 1970.



Congestionamento na Rodovia dos Imigrantes sentido litoral, 2020. Foto: Divulgação Ecovias.



Corredor de ônibus da Av. 9 de Julho, Centro, 1995.



Corredor de ônibus da Av. 9 de Julho reformado em 2019.



Av. Rebouças em 1919. Crédito: Instituto São Paulo Antiga.



Av. Rebouças hoje. Crédito: Alexandre Giesbrecht.



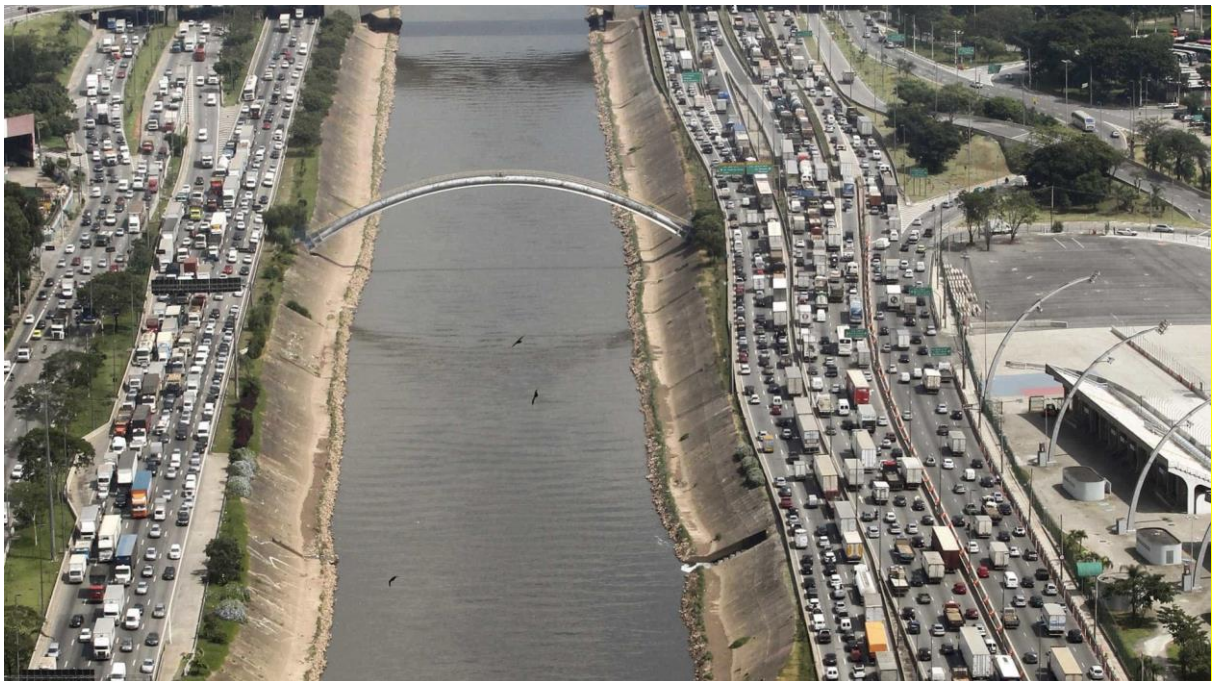
Av. Paulista em 1952. Fonte: São Paulo Secreto.



Av. Paulista em 2022. Crédito: Paulista Cultural.



Marginal Tietê, década de 1920. Fonte: Instituto São Paulo Antiga.



Marginal Tietê em 2018. Crédito: Paulo Whitaker/Reuters.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Cidades Inteligentes como estratégia de mobilidade de baixo carbono: o caso do transporte urbano de São Paulo

Pesquisador: Jaqueline Nichi

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 12948419.9.0000.8142

Instituição Proponente: Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.558.927

Apresentação do Projeto:

Introdução: Se a antiga polis foi a origem do conceito de política, qual é a política que emerge nas cidades contemporâneas? As paisagens urbanas do século 21 são moldadas por processos biofísicos e químicos que transformam matéria e energia feitos e refeitos por mudanças no sistema climático para fornecer as condições necessárias à vida. No entanto, essa correlação vive um descontrole com as rápidas e extremadas mudanças do clima em todo o mundo.

O aquecimento global e as mudanças climáticas tornaram-se presentes no debate público como um dos grandes desafios a ser enfrentado no século XXI (GIDDENS, 2009). A temática é permeada por controvérsias científicas, disputas de interesses e diferentes visões (RIBEIRO, 2008). No centro deste debate está o nível crescente de emissões de dióxido de carbono (CO₂) e outros gases de efeito estufa (GEE) decorrentes de atividades humanas. As cidades representam espaços estruturais quando o assunto é mudanças climáticas, pois concentram a maior parte da população mundial, do consumo de energia, e das emissões de gases de efeito estufa. Dentre os vários desafios, um dos principais é o do transporte motorizado. A formulação de políticas públicas nesse setor implica uma agenda governamental e de inovação para impulsionar smart cities, - cidades que usam tecnologia e inteligência na gestão pública - tarefa que demanda articulação entre Estado, empresas e sociedade civil. Mas, até onde essas tecnologias contribuem, de fato, para soluções de mobilidade de baixo carbono?

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

CEP: 13.083-865

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br



UNICAMP - PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE CAMPINAS -
CHS/UNICAMP



Continuação do Parecer: 3.558.927

No contexto da institucionalização desta temática, a mobilidade urbana sustentável é central na discussão de como as cidades podem se adaptar aos riscos climáticos, já que a emissão de gases de efeito estufa está diretamente relacionada ao uso intensivo de veículos motorizados. Alguns efeitos começam a surgir. Segundo pesquisa publicada em 2015 na revista Science, a humanidade já ultrapassou quatro dos nove limites planetários e um deles, a alteração de ciclos biogeoquímicos (fósforo e nitrogênio), evidencia que a poluição química resultante de novas tecnologias está alterando rapidamente a superfície terrestre. A partir dessa análise, o conceito de governança enquanto agente regulatório e instrumento de análise é utilizado para investigar os principais atores e seus papéis na governança climática. Também serão apurados seu quadro institucional e como interagem as esferas internacional, nacional e subnacional da gestão do transporte urbano. No nível local, o levantamento da área pesquisada e do município contempla aspectos históricos, socioambientais e políticos relevantes para apreender o atual cenário e sua relação com a governança climática.

A forma como esses riscos são governados não se limita mais às instâncias políticas e hierárquicas, mas implica um novo tipo de governança multi-ator em que atores não-estatais participam na formulação e implementação de políticas públicas. Entretanto, a governança ambiental configura condições controversas para definir novos espaços institucionais e processos decisórios sugestões de pesquisas futuras. Como resultado, espera-se caracterizar novos arranjos sociopolíticos que contribuam na mitigação e adaptação às mudanças climáticas nos centros urbanos e, com isso, propor um desenho de governança para cidades inteligentes que supere as limitações das abordagens existentes.

A agenda da política ambiental

As mudanças climáticas configuram o problema ambiental global de maior notoriedade nos últimos anos, dado que fatores como desastres naturais (secas, enchentes, elevação do nível do mar, etc.), segurança alimentar e qualidade de vida estão diretamente atrelados à temática (IPCC, 2015). Porém, a agenda ambiental sofre maior resistência a ser integrada em políticas públicas porque suas consequências de longo prazo são difíceis de prever. Mapear os atores envolvidos nessa estrutura, como propõe este projeto de tese, permitirá aprofundar o entendimento de como avançamos, ou não, na agenda política sustentável do setor de transporte. Além disso, é preciso considerar que as condições institucionais afetam, de um lado, o grau de pressão sobre agentes público e, de outro, a orientação da política adotada pelas agências reguladoras. Por isso a proposta deste trabalho, de avaliar quais são as novas forças sociais capazes de influenciar de forma efetiva a gestão ambiental diante do enfraquecimento da legitimidade do Estado.

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

CEP: 13.083-865

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br



UNICAMP - PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE CAMPINAS -
CHS/UNICAMP



Continuação do Parecer: 3.558.927

O Acordo de Paris surge como uma nova arquitetura de governança ambiental global transversal e duradoura, com metas ousadas, que busca aplicar o "imperativo cosmopolita: cooperar ou falhar!" (BECK, 2009, p. 258). Assinado por 195 de 197 países (exceto Síria e Nicarágua) tem como objetivo manter o aumento das temperaturas médias globais "muito abaixo" dos 2°C em relação à era pré-industrial. Curiosamente, no ano seguinte, na COP 22, em Marrakesh, a vitória do negacionista Donald Trump nos Estados Unidos gerou a saída desse país do acordo em junho de 2017. Esta decisão representa um problema global, já que os norte-americanos estão em segundo lugar na lista dos maiores emissores de CO₂ do mundo (15% das emissões globais). À época, Trump alegou que o pacto climático "é desvantajoso para os interesses da economia e dos trabalhadores americanos." Em contrapartida, há que mostram que algumas projeções do IPCC estavam muito abaixo do que os fatos têm demonstrado, como é o caso do aumento do nível do mar. Logo, ainda há muitas incertezas sobre o alcance e rapidez dessas alterações e seu poder de devastação no denominado "efeito estufa ampliado", ou seja, o reconhecimento de que a temperatura da terra é passível de oscilação cíclica no longo prazo (BECK; GIDDENS, 2009). A articulação de possíveis soluções só é viável em se considerando a integração com aspectos mercadológicos, políticos e sociais (FERREIRA et al., 2012), por consequência, a teoria social sobre mudanças climáticas entende essas interações não dentro de cadeias causais claras, mas como ligações heterogêneas entre o natural, o social e o tecnológico (ZEHR, 2014). Para Yearley (2009), por exemplo, a construção social dos riscos pode ser percebida de três maneiras: pela projeção sobre o comportamento futuro em que o conhecimento ainda está em construção; por estes riscos dependerem de absorção e atitudes do governo, empresas e cidadãos e, portanto, de seu comportamento, que afeta a magnitude destes riscos; e o desenho das instituições nas quais as projeções dos riscos são geradas e negociadas. Ryan (2015) argumenta que os governos locais são mais propensos a desenvolver e promover políticas favoráveis ao clima se puderem enquadrar-se em relação aos problemas locais e gerar outros benefícios socioeconômicos ou ambientais. Essa capacidade de governança passaria também pela relação dos governos locais com outros atores e da sua habilidade em criar um ambiente favorável para a ação da sociedade, da iniciativa privada, de instituições de pesquisa e de universidades, de modo a aproximá-los ante as mudanças ambientais (DI GIULIO; VASCONCELLOS, 2014).

A colaboração desses diferentes agentes e grupos sociais para influenciar de políticas públicas de adaptação é fundamental para um processo mais participativo, que absorva os riscos climáticos nos diversos segmentos da sociedade (BARBIERI; VIANA, 2013). Importante salientar que as

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

CEP: 13.083-865

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br

Continuação do Parecer: 3.558.927

respostas políticas são influenciadas por variáveis sociais, escolhas tecnológicas, políticas públicas de desenvolvimento, o comportamento dos consumidores. Logo, o que é central para a política atual é a capacidade de auto-organização, que significa a subpolitização (reflexiva) da sociedade em que as novas iniciativas não podem ser restringidas às velhas fórmulas. “Subpolítica, então, significa moldar a sociedade de baixo para cima” (BECK, 1997, pg.35). A contribuição das cidades para o aquecimento global

Em 2007, pela primeira vez na história da humanidade, a população urbana superou a rural. Dez anos depois, mais da metade da humanidade – 3,8 bilhões de pessoas – vive nas cidades. A Organização das Nações Unidas (ONU) prevê que em 2030, 60% da população mundial viverá em áreas urbanas. Este é um dado preocupante, dado que as cidades ocupam apenas 2% de espaço da Terra, mas utilizam entre 60% e 80% do consumo de energia. Some-se a isso o fato de que poucos países concentram metade da população urbana do mundo. O resultado é a emissão de 75% de carbono proveniente da ação do homem. Um exemplo desta tendência é que na última década as emissões de GEE dos transportes cresceram a taxas mais elevadas que as de qualquer outro setor (KAHN RIBEIRO et al., 2007), o que impacta setores como o de saúde pública. Estima-se que 7 milhões de mortes são causadas pela má qualidade do ar, segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2015).

Segundo relatório do IPCC (2007), as áreas urbanas devem registrar maior frequência e intensidade de ondas de calor, tendo como consequência uma piora na qualidade do ar e o aumento de áreas de risco, especialmente em cidades tropicais, mais sujeitas às chuvas e alagamentos. Estas áreas são grandes vetores de emissão de gases de efeito estufa gerados pela concentração de pessoas em busca de bens e serviços e empregos, o que eleva o uso de energia. Porém, o acesso a ambientes adequados é restrito a parcela mínima da população ainda que, segundo Ribeiro (2008), seja a que mais colabora para a emissão de gases de efeito estufa devido ao uso de transporte individual e maior consumo de bens e energia, embora sejam os menos afetados pelas mudanças climáticas.

O principal desafio das cidades é criar condições que assegurem qualidade de vida sem impactar de forma negativa o meio ambiente e prevenir a degradação, em especial, nas regiões mais carentes e de maior vulnerabilidade humana (JACOBI, 1999). O atual modelo de desenvolvimento das áreas urbanas requerem adaptações para que os governos busquem melhorias sociotécnicas para mitigar os impactos climáticos e garantir a resiliência desses espaços (BULKELEY; BETSILL, 2003; BULKELEY, 2006; LANKAO, 2007). O processo de urbanização “motorizada” da cidade de São Paulo

Urbanização no Brasil é um fenômeno recente, marcado por ritmo intenso, falta de planejamento e especulação imobiliária. Como resultado, loteamentos em áreas de risco, favelas e a ocupação

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

CEP: 13.083-865

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br



UNICAMP - PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE CAMPINAS -
CHS/UNICAMP



Continuação do Parecer: 3.558.927

irregular de margens ou leitos de rios, córregos e represas, muitos em áreas de proteção ambiental, são algumas das consequências visíveis. Para reverter este quadro, foi aprovado em 2012 o Estatuto da Cidade como instrumento de regulação da vida urbana por meio de medidas de participação popular na gestão e estudos de impacto. Outro avanço foi a aprovação da Política de Mudança do Clima (Lei n. 14.933/2009), que estabelece como meta a redução de 30% das emissões de GEE na cidade e prioriza transportes públicos e redução do uso de combustíveis fósseis. Além destas, vale citar o Plano de Controle de Poluição Veicular (2007); frota de táxis com tecnologias de combustível e motor mais limpas, incluindo veículos elétricos, etanol e combustível flex (2012); e o Plano Municipal de Mobilidade (Lei n. 12.587/2015) (MARTINS & FERREIRA, 2011; BARBI, 2015; DI GIULIO & VASCONCELLOS, 2014; DI GIULIO, MARTINS, VASCONCELLOS E RIBEIRO, 2017).

A política econômica desenvolvimentista no Brasil, baseada na meta de crescimento da produção industrial e da infraestrutura com incentivos ao consumo e a participação ativa do estado na Economia foi predominante desde o Estado Novo, por meio do chamado "milagre econômico". Essa abordagem tem predominado até os recentes governos de Dilma Rousseff (2011 a 2016), de Michel Temer (2016 a 2018) e, até o momento, o atual governo de Jair Bolsonaro.

Inicialmente voltadas ao comércio e à distribuição de mercadorias, o surgimento das indústrias alterou o perfil das cidades brasileiras, que passaram à função de produtora de mercadorias, com uso intensivo de mão de obra e serviços urbanos, como foi o caso da região metropolitana de São Paulo, no século 20. Para abrigar parques industriais, foram projetadas vias e sistemas de distribuição de energia e alojamentos para funcionários próximos ao local de trabalho, ou vilas operárias, que hoje refletem suas características arquitetônicas em bairros paulistanos tradicionais como Mooca, Luz, Barra Funda e Bom Retiro.

Nas primeiras décadas do século 20, milhares de imigrantes vinham anualmente para a capital paulista em busca de emprego nas fábricas. Em 1920, a indústria representava 55% de toda a riqueza produzida na cidade. Hoje, São Paulo se consolidou como polo de serviços e as indústrias representam apenas 17% da riqueza da capital em um país em que mais de 84% dos habitantes vivem em áreas urbanas (IBGE, 2016). O efeito dessa migração foi o aumento do número de habitantes, que cresceu 18 vezes em 80 anos, segundo dados do IBGE. Em 1920, São Paulo era uma capital estadual com 579.033 habitantes; em 1960, chegou a quase 4 milhões e, em 2000, São Paulo passou para mais de 10 milhões de habitantes. A oferta de trabalho foi o principal atrativo para imigrantes estrangeiros e de outros Estados brasileiros. Apenas em 1935, chegaram à capital paulista mais de 20 mil estrangeiros. Hoje, a capital do Estado de São Paulo é o principal

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

CEP: 13.083-865

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br

Continuação do Parecer: 3.558.927

centro financeiro e corporativo da América do Sul e a cidade mais populosa do continente americano, com uma área de 1.521 km². A escolha da capital paulista como objeto de estudo foi motivada pelo fato de que São Paulo reúne as principais características de um ambiente urbano que cresceu de forma rápida e sem grande planejamento, o que constitui um desafio ainda maior para a problemática ambiental.

A infraestrutura viária se configurou tendo automóveis como modelo de mobilidade urbana. São Paulo tem o sexto pior trânsito do mundo e 6 milhões de carros para uma população de quase 12,1 milhões de habitantes (IBGE, 2017). Estes dados são preocupantes se considerarmos que pouco mais da metade da população brasileira (56,5% ou 117,2 milhões de habitantes) vive em apenas 5,6% dos municípios com mais de 100 mil habitantes. Essa alta densidade gera problemas. Em 2016, os motoristas de São Paulo passaram, em média, 77 horas presos em congestionamentos, sendo que a cidade registra trânsito parado em 20% do tempo. A expansão do sistema metroviário e a modernização do sistema ferroviário na região praticamente estagnaram. No caso do Metrô, nos últimos 18 anos, foram estendidos apenas 27 quilômetros de trilhos, totalizando menos de 75 km. Quanto ao controle de emissão de poluentes, a cidade de São Paulo implantou uma política desde 2007, mas, apesar de seu impacto como instrumento de controle, a poluição está mais presente no ar devido aos aumentos da frota de carros e do trânsito.

A retirada de vegetação e a impermeabilização do solo nas cidades reduz drasticamente a infiltração das águas de chuva no solo. Com isso, inundações, alagamentos e deslizamentos, estão muito relacionados com o padrão de crescimento e de ocupação urbana pouco controlado. Nesse sentido, medidas estruturais realizadas com o objetivo de mitigar o problema são geralmente relacionadas com infraestrutura ou zoneamento urbano (JACOBI, 2013). Mas a prefeitura paulistana realizou diversas ações no período entre 2013 e 2016 priorizando a melhoria da mobilidade urbana sustentável: aumentou o número de corredores de ônibus e ampliou a rede cicloviária para cerca de 400 km, por exemplo. Mas será que essas evoluções representam uma melhoria efetiva para promover um sistema de transporte de baixo carbono? Recentemente, tanto o documento resultante da Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, Rio+20, denominado “O Futuro que Queremos” (UNCSD, 2012) como os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), incluem tópicos específicos em relação às cidades, relatórios que reconhecem a mobilidade como tema central para o desenvolvimento sustentável. O transporte sustentável auxilia no crescimento econômico e na acessibilidade, sendo, portanto, um meio de se atingir a equidade social, melhorar a saúde e qualidade de vida, além da resiliência das cidades por meio de linhas e corredores de ônibus e metrô, aumento de ciclovias, redução do uso

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.**Bairro:** Cidade Universitária "Zeferino Vaz"**CEP:** 13.083-865**UF:** SP**Município:** CAMPINAS**Telefone:** (19)3521-6836**E-mail:** cepchs@unicamp.br

Continuação do Parecer: 3.558.927

de carros particulares, uso de energia renovável, regulamentação no limite de emissão de veículos, e promoção de tecnologias avançadas de transporte de baixo carbono (ITDP, 2016). Mas é importante ressaltar que a busca por um sistema de transporte adequado a uma nova realidade inclui novas tecnologias, tanto de veículos como combustíveis e infraestrutura, mas também novas práticas e padrões de consumo (KAHN RIBEIRO, 2015). Governança da mobilidade urbana

Martins e Ferreira (2011) ressaltam que é praticamente impossível obter respostas, sejam de mitigação ou adaptação, sem enfrentar a discussão sobre cidades, urbanização e governança local. A literatura científica contemporânea já engloba muitos estudos sobre a atuação de governos locais como atores fundamentais na implementação de ações de iniciativas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, de forma isolada, ou em conjunto com outros atores, especialmente porque é a instância política mais próxima da população (BULKELEY; KERN, 2006; STORBJÖRK, 2007; PUPPIM DE OLIVEIRA, 2009; BULKELEY et al., 2009). Afinal, os governos locais podem lidar de forma mais eficiente com a infraestrutura urbana e políticas públicas voltadas para a qualidade de vida da população, além de serem capazes de regular e controlar ações de indivíduos e empresas em nível local (SATTERTHWAITE et al., 2007). Apesar disso, o Brasil pouco avançou desde a adoção da Convenção do Clima, no Rio de Janeiro em 1992, e não influenciou, como era esperado, a tendência de aumento do aquecimento global (CASTRO; FUTEMA, 2015).

Em setembro de 2016, o Brasil assinou a validação do Acordo de Paris e representantes da indústria do transporte se comprometeram a construir mais sistemas de transporte sustentáveis. Entretanto, as questões ambientais não podem ser analisadas apenas pela dicotomia entre Estado e o não estatal, pois nessa esfera as formas de governar são múltiplas e incluem processos e instituições, bem como redes de atores. Por isso, a governança do clima requer a análise de todos os níveis, do global ao local, levando em consideração as maneiras em que processos sociais e políticos interagem entre os diferentes níveis e sistemas de governança. Não obstante, a autoridade local possui uma responsabilidade regulatória para dirigir atividades que contribuam para as mudanças climáticas (BULKELEY E BETSILL, 2003).

Arranjos institucionais e estruturas de governança são fatores estruturais para tornar possíveis medidas de mitigação e adaptação no nível local (BULKELEY et al., 2009; BARTLETT et al., 2009). Esta reflexão está claramente relacionada ao argumento desenvolvido pela governança policêntrica (OSTROM, 2009), que enfatiza a necessidade de que as questões climáticas sejam abordadas por meio de projetos institucionais que incluem diferentes unidades organizacionais e escalas de intervenção. Com isso, os governos locais tornaram-se os principais atores políticos das mudanças climáticas nos últimos 20 anos, a partir de programas nacionais que apoiam iniciativas locais e

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.**Bairro:** Cidade Universitária "Zeferino Vaz"**CEP:** 13.083-865**UF:** SP**Município:** CAMPINAS**Telefone:** (19)3521-6836**E-mail:** cepchs@unicamp.br

Continuação do Parecer: 3.558.927

maior atuação dos governantes e da sociedade civil nesta agenda.

As capacidades de governo variam, de acordo com Bulkeley e Kern (2006), entre quatro formas: a) autogoverno; b) parcerias com entidades privadas e iniciativas para motivar a participação da comunidade; via persuasão e incentivos; c) oferta de serviços e recursos de infraestrutura específicos; e d) regulamentação, como controle e uso de sanções. Embora esses modos de governo possam se sobrepor, essas distinções fornecem uma estrutura para a análise da governança do clima nos municípios. Em políticas de mitigação, quatro setores são cruciais: eficiência energética, transportes mais ecologicamente viáveis, reciclagem de resíduos sólidos - menos utilizada como parte da política climática local – e uso do solo. Estes autores apresentam estes aspectos como responsabilidades centrais das autoridades locais. No setor de transporte, foco deste estudo, é comum que os municípios adquiram veículos alternativos, como carros movidos a biogás ou gás natural e ônibus coletivos, com a finalidade de "ecologizar" suas frotas; iniciativas autônomas locais que colocam a proteção climática na agenda política (BULKELEY; KERN, 2006).

Nessa direção, a teoria institucional propõe contribuições ao transcender a abordagem de recursos materiais, tecnologia e capital para incluir o sistema de crenças e normas que passam a ser institucionalizadas. Enquanto o velho institucionalismo utiliza abordagens políticas e econômicas em ambientes de pequenas comunidades, o novo institucionalismo abarca setores e entidades governamentais, estruturas de dominação e padrões de coalizão, além de maior interação entre os atores (DIMAGGIO e POWELL, 1991). As instituições afetam o comportamento individual por influenciarem políticas de forma instrumental ou cultural, recorrendo a modelos já consolidados. Não somente regras, procedimentos ou normas são considerados, mas também símbolos, esquemas cognitivos e modelos morais que fornecem padrões de significação que orientam o comportamento e prática humana (HALL, TAYLOR, 2003). Ryan (2016) reforça que algumas dificuldades em relação à agenda climática na gestão governamental: a transversalidade da agenda climática, a perspectiva de longo prazo em face dos prazos mais curtos dos ciclos políticos, a assimetria de poder frente a outras áreas do governo, e os déficits de implementação das políticas climáticas.

As instituições influenciam o poder dos diferentes atores em um processo político e tendem a impactar seu acesso e ação (HALL e TAYLOR, 1996). Desta forma, projetos institucionais podem fortalecer ou enfraquecer os diferentes atores envolvidos em um processo de formulação, implementação ou monitoramento da agenda climática. A transversalidade dos problemas climáticos se manifesta na necessidade de integrar e articular agendas e políticas climáticas com

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

CEP: 13.083-865

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br

Continuação do Parecer: 3.558.927

políticas setoriais e econômicas. Caso contrário, o impacto que as medidas de mitigação e de adaptação podem ter é limitado.

Quanto ao uso das tecnologias, a governança incrementa as interações sociais, transformando governos, pois promovem a transparência, melhorias nos serviços e a comunicação entre os diferentes atores que convivem nas cidades (CHOURABI, 2012). A governança por atores nãoestatais e multistakeholder já se configura uma prática usual em setores produtivos críticos como o agroflorestal e o agropecuário. Para mitigar riscos socioambientais, estes grupos procuram compensar a ineficiência do Estado em prover soluções por meio de políticas capazes de interferir de forma eficaz no desempenho dos mercados (ABRAMOVAY, 2010). Mas essa forma de governança não tenta substituir a soberania do Estado, pois sua atuação não tem fins de regular o cumprimento das regras. Transporte urbano em cidades inteligentes (smart cities) O conceito de smart city tem se tornado popular diante de um movimento de urbanização marcado pela revolução digital, a partir das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Este processo influencia a relação entre máquinas e cidadãos, abrindo espaço para uma sociedade colaborativa. Mas há muitas definições encontradas na literatura para cidade inteligente, entretanto essas ainda são consideradas imprecisas (HOLLANDS, 2008). Uma cidade inteligente se forma quando investimentos em capital humano e social tradicional se une a tecnologias de comunicação que impulsionam crescimento econômico e sustentável, traduzido em maior qualidade de vida por meio de uma governança participativa (CARAGLIU, DEL BO e NIJKAMP, 2011; CHOURABI, 2012). A mobilidade (dispositivos móveis), as mídias sociais, a computação em nuvem e o big data estão gerando um mundo hiperconectado - entre pessoas, coisas e máquinas - e uma sociedade colaborativa, com novos modelos de relação.

Na sociedade da informação, foram criadas formas de organização em rede que não se ajustam à lógica de centralização dos polos de decisão tradicionais. O crescimento das relações horizontais, que transcendem fronteiras, substituiu a tradicional hierarquia estatal, em uma sociedade em rede (CASTELLS, 2001), em que as tecnologias digitais e a sociedade colaborativa figuram como as principais dimensões dessa "revolução digital". Dados que corroboram esta tendência foram divulgados neste ano pela União Internacional de Telecomunicações (ITU, 2017). Mais de 3 bilhões de pessoas usam a Internet no mundo atualmente, mas cerca de 3,7 bilhões de pessoas ainda não têm acesso a este serviço e 90% deste total vivem em países em desenvolvimento, principalmente em áreas rurais. Todavia, 95% da população global — ou 7 bilhões de pessoas — vive em áreas com serviços de rede. No consolidado, os países em desenvolvimento respondem pela maior parte dos usuários (2,5 bilhões), comparados aos países desenvolvidos (1 bilhão).

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.**Bairro:** Cidade Universitária "Zeferino Vaz"**CEP:** 13.083-865**UF:** SP**Município:** CAMPINAS**Telefone:** (19)3521-6836**E-mail:** cepchs@unicamp.br

Continuação do Parecer: 3.558.927

Com a digitalização, indivíduos e organizações viram-se compelidos a interagir de forma virtual por meio das diferentes mídias sociais (Facebook, Twitter, Instagram, etc.), fazendo com seu uso seja o primeiro motivo do acesso à Internet. Esse movimento tem influenciado o compartilhamento mais transparente de informações, pressuposto de uma cidade inteligente. Funcionalidades digitais deram lugar a um universo de aplicativos (apps) que fazem uso de sensores de localização (GPS), computação na nuvem (cloud computing), dados abertos (open data), entre outras aplicações. Para exemplificar, o Uber, sistema de serviço de transporte que conecta motoristas e usuários por meio de um aplicativo, divulgou em outubro de 2017, mais de 500 mil motoristas cadastrados no Brasil (no mundo, são mais de 2 milhões ativos), realizando cerca de um milhão de viagens por dia para 17 milhões de usuários brasileiros (UBER, 2017). Contudo, uma cidade inteligente vai além de sensores e redes, mas implica uma nova forma de viver, gerir e usufruir do espaço urbano, ou seja, cria um novo modelo de relações com novas formas de participação cidadã, mais ágeis e transparentes, conectando diversos atores. A palavra sustentável foi incluída na denominação de cidades inteligentes, pois espera-se que garantam soluções que reduzam o consumo de recursos naturais. Criar cidades inteligentes promovem uma evolução orientada a serviços e desenvolvimento socioeconômico em que se busca não a substituição das estruturas físicas, mas a harmonização entre o mundo material com o mundo virtual no melhor interesse dos atores que atuam nas cidades (NAM e PARDO, 2011).

No âmbito da mobilidade, a tecnologia coloca-se a serviço de um sistema logístico e de transporte integrado para a cidade, eficaz e de baixo impacto ambiental. São sistemas de transporte sustentáveis, seguros e interconectados que integram ônibus, trens, metrô, bicicletas e pedestres, permitindo aos cidadãos mudar facilmente de modalidade de transporte, priorizando opções não motorizadas. É importante proporcionar informação útil e em tempo real aos usuários para que possam economizar tempo, fazer as conexões mais rapidamente e reduzir sua pegada de carbono. Incluem-se também as infraestruturas urbanas correspondentes à exploração e ao funcionamento desses sistemas de transporte, assim como um conjunto de serviços urbanos (WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2017). A vantagem inclui o retorno dos usuários em tempo real, permitindo aos gestores um serviço mais eficiente e melhor planejamento. Vale pontuar críticas a algumas cidades chamadas inteligentes, mas que apenas priorizam os interesses das empresas de tecnologia (HOLLANDS, 2008). A gestão das cidades muda com mais informação em tempo real. Os cidadãos passam a participar da gestão de sua cidade e querem que os processos e serviços sejam mais eficientes e ágeis. Dessa forma, um “governo inteligente” e integrado passa a ser necessário para garantir essa interação da com agentes públicos e privados. Isso supõe um

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.**Bairro:** Cidade Universitária "Zeferino Vaz"**CEP:** 13.083-865**UF:** SP**Município:** CAMPINAS**Telefone:** (19)3521-6836**E-mail:** cepchs@unicamp.br

Continuação do Parecer: 3.558.927

novo paradigma, que migra do planejamento público de serviços para soluções participativas. Tradicionalmente, as cidades se baseavam em dados estatísticos ou pesquisas para observar os padrões de comportamento dos pedestres, usuários de transporte e motoristas. Com a análise da informação obtida por redes, esses padrões podem ser obtidos em tempo real, contribuindo para melhorar a qualidade dos serviços e a gestão da cidade, onde a tomada de decisão torna-se mais dinâmica. Um exemplo brasileiro é a iniciativa São Paulo Aberta, do governo municipal, que visa integrar e fomentar ações de governo aberto, por meio da tecnologia, participação e transparência (SÃO PAULO ABERTA, 2015).

A indústria automobilística tem sido a que mais investe em tecnologia por conta da forte concorrência, mudança nos hábitos dos consumidores e pressão regulatória. Veículos elétricos, conectados e autônomos são termos frequentes no setor com a meta de oferecer melhores serviços, com redução da emissão de gases poluentes, custos e tempo de viagem. Atender à demanda da sociedade por alternativas multimodais nos centros urbanos vai ao encontro dessas soluções. Segundo dados do último relatório do Sistema de Informações da Mobilidade Urbana (ANTP, 2014), em apenas uma década, o volume de deslocamentos feitos sobre duas rodas dobrou no Brasil. Em 2004, 1 bilhão de viagens foram feitas de moto em 468 cidades, e 1,3 bilhão foram feitas de bicicleta; em 2014, os números cresceram para para 2,6 bilhões nos dois modais. As informações da dinâmica urbana – tráfego, condições meteorológicas, qualidade do ar, transportes públicos, são disponibilizadas na internet e também nas redes sociais, o que permite aos cidadãos o acesso às principais informações sobre as condições de operação da cidade. O uso de

tecnologias pode ser um antídoto contra o desinteresse e a freqüente apatia da população com relação à participação são generalizados, resultado do pequeno desenvolvimento de sua cidadania e do descrédito dos políticos e das instituições (Jacobi, 2003). Mas não basta assegurar legalmente à população o direito de participar da gestão ambiental, estabelecendo-se conselhos, audiências públicas, fóruns, procedimentos e práticas, é preciso ver suas demandas colocadas em prática. Transporte em São Paulo e a Política Nacional de Mobilidade Urbana

Para mitigar as emissões dos transportes não basta reduzir as emissões provenientes de veículos, mas também de políticas públicas integradas para evitar os deslocamentos motorizados, melhorar a qualidade dos sistemas de transporte e reduzir a poluição desse setor ao introduzir novas tecnologias limpas e renováveis.

Em 1998, a Agência Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA), instituiu, de forma pioneira no país, a Política Estadual de Controle da Poluição Veicular e de Transporte Sustentável. O objetivo era introduzir nas políticas públicas de trânsito

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.**Bairro:** Cidade Universitária "Zeferino Vaz"**CEP:** 13.083-865**UF:** SP**Município:** CAMPINAS**Telefone:** (19)3521-6836**E-mail:** cepchs@unicamp.br

Continuação do Parecer: 3.558.927

aspectos não relacionados somente com a tecnologia veicular, mas também seu impacto no meio ambiente e na saúde dos paulistanos. Embora esse projeto tenha sido abandonado, se tornou referência em modelo de para gestores públicos no enfrentamento dos problemas de congestionamentos e qualidade do ar. Desde então, políticas públicas de gestão da mobilidade urbana pouco avançou para controlar e mitigar as emissões de veículos.

A cidade de São Paulo já tem uma Política Municipal de Mudanças Climáticas (PMMC), lei 14.933, criada em 2009, durante o governo de Gilberto Kassab (2006 a 2012). Este dispositivo regulatório foi criado para evitar casos como o da Volkswagen, que ficou conhecido como Dieseldieselgate, escândalo que envolveu várias técnicas fraudulentas para reduzir as emissões de gás carbônico e óxido de nitrogênio de seus motores nos testes regulatórios de poluentes nos Estados Unidos, entre 2015 e 2017, ou o recuo, em 2018, na substituição dos ônibus a diesel do Município de São Paulo por alternativas de menor impacto ambiental, conforme previsto no artigo 50 da Lei Municipal 14.933/2009.

Na área de tecnologia veicular pouco foi feito para ampliar a inspeção técnica de veículos obrigatória por lei federal, desde 1997 ou soluções alternativas como filtros adaptados para veículos a diesel, com capacidade de reduzir a emissão de material particulado cancerígeno. Por outro lado, vemos alguns avanços em modais não motorizados, como bicicletas e Veículo Leve sobre Trilho (VLT) no Rio de Janeiro. Já no campo da gestão da demanda de deslocamentos motorizados, há o rodízio de veículos já ineficiente em São Paulo, e a discussão paralisada sobre pedágio urbano, que poderia gerar aporte financeiro para soluções de mobilidade urbana e minimizar o congestionamento na região central. Por outro lado, a criação das diretrizes da Lei 12.587/2012 da Política Nacional de Mobilidade Urbana prevê a inoculação de iniciativas de transporte sustentável de baixo carbono.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Analisar a eficácia da política de mobilidade baseada no uso de tecnologia de uma smart city na mitigação e adaptação às mudanças climáticas na cidade de São Paulo. Objetivo Secundário: Verificar como essas políticas dialogam nos diferentes níveis e setores e como se articula a rede de atores envolvidos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: não há riscos previsíveis

Benefícios: não há benefícios diretos

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

CEP: 13.083-865

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br

Continuação do Parecer: 3.558.927

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Este protocolo se refere ao Projeto de Pesquisa intitulado "Cidades Inteligentes como estratégia de mobilidade de baixo carbono: o caso do transporte urbano de São Paulo", cuja Pesquisadora responsável é a doutoranda em Ambiente e Sociedade Jaqueline Nichi. A Instituição Proponente é o Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (Nepam/ Unicamp). Segundo as Informações Básicas do Projeto, a pesquisa conta com financiamento próprio e orçamento estimado em R\$ 300,00 (trezentos reais) e o cronograma apresentado contempla início do estudo em outubro de 2019 e término em novembro de 2020. A pesquisa fará uma análise qualitativa para entender os desafios e oportunidades para adaptação da cidade de São Paulo às mudanças climáticas no setor de transporte urbano. Serão levantados dados sobre a estrutura político-institucional do governo local para compreender limites e campo de atuação. Além disso, serão analisados dados de documentos oficiais (projetos de lei, relatórios, programas, estudos). Os dados secundários serão coletados por meio de artigos científicos, documentos, relatórios e estudos de órgãos públicos e privados. A sondagem de fontes primárias e secundárias servirão de base para a fase da pesquisa de campo que, a partir de entrevistas semiestruturadas com os principais agentes do setor público, privado e da sociedade civil, trarão insumos para uma discussão mais aprofundada, fazendo uso de técnicas de estudo de caso de forma a permitir "uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real" (YIN, 2005, p. 32). O roteiro do questionário foi organizado a fim de abarcar os seguintes aspectos: 1) experiência dos grupos de interesse envolvidos; 2) o entendimento sobre a noção dos objetivos das leis de Mudança Climática e de Mobilidade Urbana da cidade de São Paulo; 3) a descrição de casos institucionais envolvendo governança multiatores e multinível; 4) obstáculos e desafios para a efetividade de cumprimento da mobilidade sustentável na agenda climática. A amostra foi definida com base na análise do mercado, com 23 gestores relevantes na problemática da tese (Anexo I). Os entrevistados foram categorizados em quatro segmentos: 1) gestão pública (servidores de órgãos governamentais); 2) empresas (gestores envolvidos na temática e projetos correlatos); 3) sociedade civil organizada (representantes de organizações não governamentais que tratam do tema da mobilidade).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram analisados os seguintes documentos de apresentação obrigatória:

1. Folha de Rosto Para Pesquisa Envolvendo Seres Humanos: Foi apresentado o documento "Folha_de_Rosto_CEP.pdf" de 19/03/2019 devidamente preenchido, datado e assinado.

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.**Bairro:** Cidade Universitária "Zeferino Vaz"**CEP:** 13.083-865**UF:** SP**Município:** CAMPINAS**Telefone:** (19)3521-6836**E-mail:** cepchs@unicamp.br

Continuação do Parecer: 3.558.927

- 2 - Projeto de Pesquisa: Foram analisados os documentos "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1309767.pdf" de 27/08/2019 e "Projeto_doutorado_CEP_JaquelineNichi.pdf" de 26/08/2019. Adequados.
- 3 - Orçamento financeiro e fontes de financiamento: Informações sobre orçamento financeiro incluídas nos documentos "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1309767.pdf" de 27/08/2019. Adequados.
- 4 - Cronograma: Informações sobre o cronograma incluídas nos documentos "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1309767.pdf" de 27/08/2019 e "Projeto_doutorado_CEP_JaquelineNichi.pdf" de 26/08/2019. Adequados.
- 5 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido: "TCLE_JaquelineNichi.pdf" de 26/08/2019. Adequado.
- 6 - Currículo do pesquisador: Consta endereço do Currículo Lattes na página 2 do documento "Projeto_doutorado_CEP_JaquelineNichi.pdf" de 26/08/2019.
- 7 - Declaração de Instituição e Infraestrutura: Não se aplica.
- 8 - Outros documentos que acompanham o Protocolo de Pesquisa: - AtestadoMatricula.pdf
- Cartaresposta.pdf

Recomendações:

No item Contato do documento "TCLE_JaquelineNichi.pdf" recomenda-se que a pesquisadora informe o seu endereço profissional na Unicamp.

O cronograma das entrevistas presentes no "Projeto_doutorado_CEP_JaquelineNichi.pdf" de 26/08/2019 está desatualizado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As solicitações de n. 1 a 4 (listadas abaixo) foram atendidas conforme os documentos "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1309767.pdf" de 27/08/2019 e "Projeto_doutorado_CEP_JaquelineNichi.pdf" de 26/08/2019.

O TCLE está adequado e seguiu as orientações abaixo. Foi apresentado conforme o documento "TCLE_JaquelineNichi.pdf" de 26/08/2019.

As adequações e recomendações foram respondidas, em carta resposta (com resposta pontual a

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

CEP: 13.083-865

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br

Continuação do Parecer: 3.558.927

cada um dos questionamentos) anexada a Plataforma Brasil, com concomitantes correções nos respectivos documentos, apresentadas em destaque (tarja amarela).

Em relação aos documentos “PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1309767.pdf” de 15/04/2019 e “Projeto_doutorado_NEPAM_JaquelineNichi.pdf” de 19/03/2019

1. Sugere-se alteração do item Riscos. Se não houver riscos previsíveis, apenas dizer que “não há riscos previsíveis”.
2. Em relação ao item "Benefícios", é mais adequado indicar que não "Não há benefícios diretos".
3. De acordo com o item "Cronograma de Execução" verifica-se que as entrevistas já se iniciaram em março de 2019. Cabe ressaltar que a conduta do CEP é não emitir parecer para pesquisas concluídas ou em andamento, baseando-se no fato de que o parecer não é algo meramente burocrático, e sim uma contribuição para a adequação do projeto de pesquisa às normas éticas vigentes, protegendo, assim, os interesses dos participantes de pesquisa e, conseqüentemente, de todos os envolvidos no processo: pesquisador, instituição proponente, o CEP e a própria CONEP (Resolução CNS nº 466 de 2012 item XI.2.a). Diante do exposto, solicitam-se esclarecimentos e readequação do cronograma sobre esta questão.
4. Sugere-se a reelaboração do Projeto de Pesquisa e a inserção dos seguintes itens:

CAPA

- Título do Projeto;
- Nomes completos dos Pesquisadores e Orientadores (se houver);
- Finalidade: tese de Mestrado, Doutorado, pesquisa de Iniciação Científica, Outra;
- Local onde será realizado (Instituição, Unidade, Sub-Unidade, Setor);
- Patrocinadores (se houver); • Data de apresentação (ou reapresentação) ao Comitê de Ética em Pesquisa.

PRIMEIRA PÁGINA (após a capa)

- Nome, função, local de trabalho, endereço e telefones para contato, de cada um dos pesquisadores [aluno(s) e orientador(es) no caso de pós-graduação, especialização e graduação], informar endereço currículo plataforma lattes (informar identificação: <http://lattes.cnpq.br/> (nº de identificação do currículo).

ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

RESUMO

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

CEP: 13.083-865

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br



UNICAMP - PRÓ-REITORIA DE PESQUISA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - CHS/UNICAMP



Continuação do Parecer: 3.558.927

INFORMATIVO

SUMÁRIO

ANTECEDENTES NA LITERATURA ou INTRODUÇÃO

JUSTIFICATIVA

OBJETIVOS

HIPÓTESES

SUJEITOS E MÉTODOS

Cronograma Orçamento

Resultados esperados.

Descreva os resultados científicos que se espera obter com a pesquisa.

Quanto ao Termo de Consentimentos Livre e Esclarecido (TCLE):

- Sugere-se a submissão do TCLE na Plataforma Brasil. Informa-se que o pedido de dispensa do TCLE foi indeferido, uma vez que a pesquisadora alega como risco que “o entrevistado pode não querer o seu nome associado a opiniões críticas ao governo ou instituições”. Esta questão pode ser contornada desde que os nomes dos participantes e seus cargos sejam mantidos em sigilo ou por meio do uso de pseudônimos. Cabe ao participante da pesquisa decidir se irá participar ou não da pesquisa a partir das informações apresentadas no TCLE.

As pesquisas que não serão registradas nem avaliadas pelo sistema CEP/CONEP devem se enquadrar na Resolução 510/16 que define em seu artigo 1º:

I – pesquisa de opinião pública com participantes não identificados; II – pesquisa que utilize informações de acesso público, nos termos da Lei no 12.527, de 18 de novembro de 2011; III – pesquisa que utilize informações de domínio público; IV - pesquisa censitária; V - pesquisa com bancos de dados já existentes, cujas informações são agregadas, sem possibilidade de identificação individual; e VI - pesquisa realizada exclusivamente com textos científicos para revisão da literatura científica; VII - pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o participante; e VIII – atividade realizada com o intuito exclusivamente de educação, ensino ou treinamento sem finalidade de pesquisa científica, de alunos de graduação, de curso técnico, ou de profissionais em especialização. A Resolução CNS 466/12 permite a dispensa do TCLE, mas a pesquisa proposta não se enquadra na especificação abaixo: “IV.8 - Nos casos em que seja inviável a obtenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ou que esta obtenção signifique riscos substanciais à privacidade e confidencialidade dos dados do participante ou aos vínculos de confiança entre pesquisador e pesquisado, a

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

CEP: 13.083-865

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br



UNICAMP - PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE CAMPINAS -
CHS/UNICAMP



Continuação do Parecer: 3.558.927

dispensa do TCLE deve ser justificadamente solicitada pelo pesquisador responsável ao Sistema CEP/CONEP, para apreciação, sem prejuízo do posterior processo de esclarecimento” (Resolução CNS 466/12).

A seguir, os itens obrigatórios que devem constar no TCLE. A estrutura do modelo do TCLE foi elaborada para que a decisão de participação seja autônoma e esclarecida:

- 1) Justificativa e objetivos
- 2) Procedimentos
- 3) Desconfortos e riscos: informar de potenciais desconfortos e riscos, caso haja.
- 4) Benefícios
- 5) Acompanhamento e assistência
- 6) Armazenamento de material - os dados coletados serão guardados por pelo menos 05 (cinco) anos e estarão sob a responsabilidade do pesquisador responsável. A Resolução 466/12 (item XI.
- 6) define que o pesquisador responsável deve “manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa”.
- 7) Ressarcimento e Indenização: Art. 9º São direitos dos participantes: VI – ser indenizado pelo dano decorrente da pesquisa, nos termos da Lei; e VII – o ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa
- 8) Sigilo e privacidade.

Estrutura do TCLE (CEP-CHS): https://1drv.ms/w/s!AtkUNJcnB_YUkMkf6QjhakpDY8olpA

Modelos dos demais documentos: https://www.prp.unicamp.br/sites/default/files/3_estrutura_basica_tcle-versao_09outubro2015_disponivel_site.docx

Considerações Finais a critério do CEP:

1. Vale lembrar que as pesquisas só podem ser iniciadas a partir da aprovação da pesquisa. Os cronogramas de geração/coleta de dados devem acompanhar os relatórios parcial e final de pesquisa;
2. Cabe enfatizar que, segundo a Resolução CNS 510/16, Art.28 Inciso IV, o pesquisador é responsável por “(...) manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa;
3. O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

CEP: 13.083-865

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br

Continuação do Parecer: 3.558.927

cuidado (quando aplicável);

4. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas e aguardando a aprovação do CEP para continuidade da pesquisa;

5. Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente seis meses após a data deste parecer de aprovação e ao término do estudo;

6. Caso a pesquisa seja realizada ou dependa de dados a serem observados/coletados em uma instituição (ex. empresas, escolas, ONGs, entre outros), essa aprovação não dispensa a autorização dos responsáveis. Caso não conste no protocolo no momento desta aprovação, estas autorizações devem ser submetidas ao CEP em forma de notificação antes do início da pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1309767.pdf	27/08/2019 00:09:40		Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Cartaresposta.pdf	27/08/2019 00:09:08	Jaqueline Nichi	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_JaquelineNichi.pdf	26/08/2019 23:51:31	Jaqueline Nichi	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_doutorado_CEP_JaquelineNichi.pdf	26/08/2019 23:06:29	Jaqueline Nichi	Aceito
Declaração de Pesquisadores	AtestadoMatricula.pdf	15/04/2019 20:09:50	Jaqueline Nichi	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_CEP.pdf	19/03/2019 15:28:29	Jaqueline Nichi	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.**Bairro:** Cidade Universitária "Zeferino Vaz"**CEP:** 13.083-865**UF:** SP**Município:** CAMPINAS**Telefone:** (19)3521-6836**E-mail:** cepchs@unicamp.br



UNICAMP - PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE CAMPINAS -
CHS/UNICAMP



Continuação do Parecer: 3.558.927

CAMPINAS, 06 de Setembro de 2019

Assinado por:
Sandra Fernandes Leite
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Betrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

CEP: 13.083-865

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br