



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DE PLANOS DE MOBILIDADE URBANA DE  
CAPITAIS BRASILEIRAS**

**Rafaella Gelape de Abreu**

**Belo Horizonte**

**2022**

**Rafaella Gelape de Abreu**

**ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DE PLANOS DE MOBILIDADE URBANA DE  
CAPITAIS BRASILEIRAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista

Orientadora: Profa. Ms<sup>a</sup> Amanda Noronha Moreira de Carvalho

Coorientador: Prof. Dr. Guilherme de Castro Leiva

Belo Horizonte

2022

**RAFAELLA GELAPE DE ABREU**

**ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DE PLANOS DE MOBILIDADE URBANA DE  
CAPITAIS BRASILEIRAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em 08 de fevereiro de 2022

Banca examinadora:

*Amanda Noronha M de Carvalho*

Nome completo do 1º Examinador – Presidente da Banca Examinadora  
Profa. MSc. Amanda Noronha Moreira de Carvalho (CEFET-MG) – Orientadora

*Guilherme de Castro Leiva*

Nome completo  
Prof. Dr. Guilherme de Castro Leiva (CEFET-MG) – Coorientadora

*Fábio Soares dos Santos*

Nome completo do 2º Examinador  
Engº MSc. Fábio Soares dos Santos (SABESP)

*Vandeir Robson da Silva Matias*

Nome completo do 3º Examinador  
Prof. Dr. Vandeir Robson da Silva Matias (CEFET-MG)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me guiado até aqui, por colocar pessoas maravilhosas na minha vida e permitir mais uma experiência repleta de crescimento e aprendizado.

Sou grata aos meus pais, por sempre se esforçarem para me proporcionar o melhor e por terem me incentivado e dado apoio para persistir e conquistar meus objetivos.

Ao Paulo, por todo carinho, companheirismo e compreensão. Obrigada por ser meu porto seguro nos momentos bons e ruins.

Aos professores, devo muito do meu aprendizado. Todo o conteúdo e discussões promovidas foram base para a construção do meu conhecimento. Em especial à professora Amanda Carvalho, que aceitou o convite de caminhar junto comigo nesta pesquisa. Agradeço por toda a paciência, atenção e disponibilidade que foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Aos professores Guilherme de Castro e Paulo Monteiro pelas inestimáveis contribuições.

A todos meus colegas e amigos de faculdade, por tornarem essa caminhada mais leve e prazerosa, em especial: Fernanda, Júlia e Larissa.

Por fim, agradeço ao Centro Federal de Educação Tecnológica pela oportunidade de um ensino gratuito e de qualidade, e por proporcionar tantas atividades acadêmicas que contribuíram, não só para o meu crescimento profissional, mas também pessoal.

“A natureza pode suprir todas as necessidades do  
homem, menos a sua ganância.”

Mahatma Gandhi

## RESUMO

ABREU, Rafaella Gelape; CARVALHO, Amanda Noronha Moreira; LEIVA, Guilherme de Castro. **Avaliação ambiental de Planos de Mobilidade Urbana de capitais brasileiras**. 2022. 87f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

A mobilidade urbana é uma das principais pautas de planejamento das cidades modernas. A Lei nº 12.587/2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, estabelece que municípios com população acima de 20 mil habitantes elaborem e apresentem Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob), com o principal objetivo de orientar as ações do município no que se tange aos modos, serviços, infraestrutura viária e de transporte que garantam os deslocamentos de pessoas, cargas e serviços públicos em seu território. Porém, é necessário compreender o conceito de mobilidade urbana sustentável, e reconhecer a interdependência entre o sistema de transportes, a saúde, o meio ambiente e o direito à cidade, visto que um sistema de mobilidade urbana ineficiente agrava as desigualdades socioespaciais e resulta em problemas como maior tempo de deslocamento nos centros urbanos e excesso de veículos nas vias, que forçam as frágeis condições de equilíbrio ambiental no espaço urbano. Nesse sentido, foi realizada uma avaliação dos PlanMobs de Belo Horizonte, Manaus e Salvador a fim de analisar o potencial de planos de mobilidade urbana para promover o desenvolvimento sustentável, a partir de indicadores selecionados que englobam os pilares ambiental, social e econômico. Em linhas gerais, a maior parte dos indicadores selecionados foram abordados pelos planos, porém, vários deles foram apenas citados como objetivo ou diretriz e não se estabeleceu um plano para efetivá-lo. Considerando a análise de três planos de mobilidade urbana em regiões brasileiras distintas, era esperado que os planos considerassem as diferenças regionais e desenvolvessem políticas próprias, em consonância com as políticas federais, porém considerando as especificidades locais; no entanto, não foi possível identificar grandes diferenças no conteúdo dos planos. Também foram analisados cenários propostos pelo PlanMob-BH e estimados os efeitos nas emissões de gases de efeito estufa comparados ao cenário tendencial de emissões, cujo resultado obtido demonstrou uma superestimativa da redução de gases de efeito estufa esperada com a implementação das ações propostas.

**Palavras-chave:** Plano de Mobilidade Urbana. Desenvolvimento sustentável. Emissões atmosféricas veiculares. Gases de efeito estufa.

## ABSTRACT

ABREU, Rafaella Gelape; CARVALHO, Amanda Noronha Moreira; LEIVA, Guilherme de Castro. **Environmental assessment of Urban Mobility Plans in Brazilian capitals**. 2022. 87f. Bachelor's thesis (Environmental and Sanitary Engineering) – Department of Science and Environmental Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

Urban mobility is one of the main planning guidelines for modern cities. Law nº 12.587/2012, which establishes the guidelines of the National Policy on Urban Mobility, determines that municipalities with a population of over 20 thousand inhabitants prepare and present an Urban Mobility Plan (PlanMob), with the main objective of guiding their actions in regarding the modes, services, road and transport infrastructure that guarantee the movement of people and cargo, and public services in their territories. However, it is necessary to understand the concept of sustainable urban mobility, and to recognize the interdependence between the transport system, health, the environment and the right to the city, once an inefficient urban mobility system exacerbates socio-spatial inequalities and results in problems such as longer travel time in urban centers and excess vehicles on the roads, forcing the fragile conditions of environmental balance in the urban space. In this sense, an evaluation of the PlanMobs of Belo Horizonte, Manaus and Salvador was carried out in order to analyze the potential to promote sustainable development, based on selected indicators that encompass environmental, social and economic pillars. In general terms, however, several were identified as main objectives, however, being only mentioned. Considering the analysis of three urban mobility plans in different Brazilian regions, it was expected that the plans would consider regional differences and develop their own policies, in line with federal policies; however, it was not possible to identify major differences in the content of the plans. Scenarios proposed by PlanMob-BH were also analyzed and the effects on greenhouse gas emissions were estimated compared to the trend scenario of emissions, whose result obtained showed an overestimation of the reduction of greenhouse gases expected with the implementation of the proposed actions.

**Keywords:** Urban Mobility Plan. Sustainable development. Vehicle atmospheric emissions. Greenhouse gases.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
2.1	Objetivo Geral.....	16
2.2	Objetivos Específicos .....	16
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
3.1	Urbanização e planejamento urbano no Brasil.....	17
3.2	Desenvolvimento sustentável .....	19
3.2.1	<i>Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.....</i>	<i>19</i>
3.2.1.1	<i>Objetivo 11: Cidades e comunidades sustentáveis .....</i>	<i>20</i>
3.2.1.2	<i>Objetivo 13: Combate às alterações climáticas .....</i>	<i>21</i>
3.3	Mobilidade urbana .....	22
3.3.1	Externalidades negativas do padrão de mobilidade urbana atual .....	23
3.3.1.1	<i>Emissões veiculares.....</i>	<i>25</i>
3.3.2	Mobilidade urbana sustentável .....	27
3.4	Legislações .....	28
3.4.1	Constituição Federal.....	28
3.4.2	Estatuto da Cidade .....	29
3.4.3	Política Nacional sobre Mudança do Clima.....	30
3.4.4	Política Nacional de Mobilidade Urbana .....	31
3.5	Planos de Mobilidade Urbana .....	31
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>34</b>
4.1	Seleção dos municípios .....	34
4.2	Revisão bibliográfica .....	35
4.3	Análise dos planos de mobilidade urbana .....	35
4.3.1	<i>Análise inicial da abordagem ambiental dos planos.....</i>	<i>35</i>
4.3.2	<i>Análise do potencial dos PlanMobs em promover o desenvolvimento sustentável dos municípios.....</i>	<i>36</i>
4.3.3	<i>Análise das diferenças e similaridades dos planos .....</i>	<i>38</i>
4.3.4	<i>Análise de cenários propostos pelo Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte e estimativa dos efeitos nas emissões de CO<sub>2</sub> equivalente comparados ao cenário tendencial de emissões.....</i>	<i>38</i>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>46</b>
5.1	Síntese dos Planos de Mobilidade Urbana.....	46
5.1.1	<i>Belo Horizonte.....</i>	<i>46</i>
5.1.1.1	<i>Lei nº 10.134, de 18 de março de 2011. Institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana.....</i>	<i>47</i>



5.1.1.2	<i>Decreto nº 15.317, de 02 de setembro de 2013. Institui o Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte - PlanMob-BH</i> .....	47
5.1.1.3	<i>Relatório Final do PlanMob-BH</i> .....	48
5.1.1.4	<i>Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte - PlanMob 2030. Relatório síntese</i> .....	50
5.1.2	<i>Manaus</i> .....	51
5.1.2.1	<i>Lei nº 2.075, de 29 de dezembro de 2015. Institui o Plano de Mobilidade Urbana de Manaus – PlanMobManaus</i> .....	51
5.1.2.2	<i>PlanMob-Manaus – Volumes I e II</i> .....	52
5.1.3	<i>Salvador</i> .....	54
5.1.3.1	<i>Lei nº 9.374, de 05 de julho de 2018. Institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador</i> .....	55
5.1.3.2	<i>Decreto nº 29.929, de 06 de julho de 2018. Institui o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador - PlanMob Salvador</i> .....	56
5.1.3.3	<i>PlanMob Salvador – TOMO I e II</i> .....	57
<b>5.2</b>	<b>Análise dos planos de mobilidade urbana</b> .....	<b>59</b>
5.2.1	<i>Análise inicial da abordagem ambiental dos PlanMobs</i> .....	59
5.2.2	<i>Análise do potencial dos PlanMobs em promover o desenvolvimento sustentável dos municípios</i> .....	60
5.2.3	<i>Análise das diferenças e similaridades dos planos</i> .....	65
5.2.4	<i>Estimativa do efeito nas emissões de CO2 equivalente de cenários propostos pelo PlanMob-BH comparado ao cenário tendencial de emissões</i> .....	67
5.2.4.1	<i>Projeção de consumo de combustível em Belo Horizonte – Cenário tendencial</i> 67	
5.2.4.2	<i>Cálculo do efeito na emissão de GEE a partir da implementação de ações propostas no PlanMob-BH</i> .....	69
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>73</b>
<b>7</b>	<b>RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>75</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>76</b>

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 3.1</b> – Porcentagem da população urbana por região brasileira .....	17
<b>Figura 3.2</b> – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Agenda 2030 .....	20
<b>Figura 3.3</b> – Ciclo vicioso no padrão de mobilidade urbana atual .....	23
<b>Figura 3.4</b> – Distribuição percentual das viagens por modo de transporte .....	24
<b>Figura 3.5</b> – Custos internos e externos dos automóveis .....	25
<b>Figura 3.6</b> – Pontos de emissão de poluentes do ar em veículo automotor .....	26
<b>Figura 3.7</b> – Dimensões da mobilidade urbana sustentável .....	28
<b>Figura 3.8</b> – Finalidades dos Planos de Mobilidade Urbana .....	32
<b>Figura 4.1</b> – Relação entre os escopos e os setores contidos.....	40
<b>Figura 4.2</b> – Esquema do processo de elaboração de cenários exploratórios de demanda de energia .....	43
<b>Figura 5.1</b> – Síntese dos programas para implementação do PlanMob Salvador .....	58
<b>Figura 5.2</b> – Componentes de um veículo automotor de maior periculosidade ambiental .....	62
<b>Figura 5.3</b> – Índice de variação de consumo de gasolina no Brasil e em Belo Horizonte .....	67
<b>Figura 5.4</b> – Índice de variação de consumo de óleo diesel no Brasil e em Belo Horizonte ..	68
<b>Figura 5.5</b> – Índice de variação de consumo de etanol hidratado no Brasil e em Belo Horizonte .....	68

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 4.1</b> – Relação de documentos analisados.....	34
<b>Tabela 4.2</b> – Fator de emissão por tipo de combustível. ....	41
<b>Tabela 5.1</b> – Objetivos estratégicos do PlanMob-BH. ....	48
<b>Tabela 5.2</b> – Itens presentes nos planos de mobilidade urbana no que tange à mobilidade urbana sustentável. ....	60
<b>Tabela 5.3</b> – Relação entre Metas do PlanMob-BH e TOD. ....	63
<b>Tabela 5.4</b> – Avaliação econômica de cada PlanMob. ....	64
<b>Tabela 5.5</b> – Venda anual de combustível em Belo Horizonte e no Brasil. ....	67
<b>Tabela 5.6</b> – Projeção tendencial de consumo por tipo de combustível em Belo Horizonte. .	69
<b>Tabela 5.7</b> – Meta da participação modal a ser alcançada com as medidas propostas no PlanMob-BH.....	70
<b>Tabela 5.8</b> – Meta de redução de combustível a partir da mudança de modal prevista no PlanMob-BH.....	70
<b>Tabela 5.9</b> – Meta de consumo de combustível a partir da mudança de modal prevista no PlanMob-BH.....	70
<b>Tabela 5.10</b> – Estimativa da diferença de consumo de combustível entre o cenário tendencial calculado e o cenário de alcance das metas de mudança modal.....	71
<b>Tabela 5.11</b> – Emissões de GEE para a frota futura – Cenário tendencial. ....	71
<b>Tabela 5.12</b> – Emissões de GEE para a frota futura – Cenário de alcance das metas de mudança de modal (meta de consumação). ....	71
<b>Tabela 5.13</b> – Estimativa dos efeitos nas emissões de GEE para a frota futura – Cenário tendencial subtraído do cenário de alcance das metas de mudança de modal.....	72

## SIGLAS E ABREVIATURAS

ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
ASI	<i>Avoid, Shift and Improve Methodology</i>
BHTRANS	Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>
CF/88	Constituição Federal de 1988
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FE	Fator de Emissão
GEE	Gases de efeito estufa
GPC	<i>Global Protocol for Community – Scale GHG Emissions</i>
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICLEI	Governos Locais pela Sustentabilidade
IEMA	Instituto de Energia e Meio Ambiente
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PCI	Poder Calorífico Inferior
PDE 30	Plano Decenal de Expansão de Energia 2030
PlanMob	Plano de Mobilidade Urbana
PMU	Plano de Mobilidade Urbana
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNMU	Política Nacional de Mobilidade Urbana
PREGEE	Plano Municipal de Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa
PL	Projeto de Lei
SPE	Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético
SPG	Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
Tep	Toneladas equivalentes de petróleo

tCO <sub>2e</sub>	Tonelada de dióxido de carbono equivalente
tGEE	Tonelada de Gases de Efeito Estufa
TOD	<i>Transit Oriented Development</i>
VLT	Veículos Leves sobre Trilhos
WRI	<i>World Resources Institute</i>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização das cidades brasileiras ocorreu de forma intensa e rápida em meados do século XX e, desde então, tem provocado muitas transformações ao espaço urbano, sobretudo no tocante às questões sociais, econômicas, culturais e ambientais dos municípios (ROSA, 2014). Vale destacar dois aspectos importantes desse processo, a formação de grandes regiões metropolitanas e a concentração da maior parte da população em um número reduzido de cidades (BOARETO, 2018).

As metrópoles são caracterizadas por fortes aspectos de insustentabilidade associados aos processos de expansão da área urbana, como a elevada necessidade de insumos para o seu funcionamento, a alta descarga de resíduos e a grande frota de veículos destinados ao transporte de passageiros (BOARETO, 2018; VIEIRA *et al.*, 2019). O último aspecto influencia fortemente no grau de mobilidade da população e na qualidade do ar, devido ao grande volume de emissões de gases na atmosfera, visto que as frotas veiculares são consideradas a principal fonte de emissão de gases poluentes no espaço urbano (TEIXEIRA *et al.*, 2008).

Um sistema de mobilidade urbana ineficiente agrava as desigualdades socioespaciais e resulta em problemas como maior tempo de deslocamento nos centros urbanos e excesso de veículos nas vias, que forçam as frágeis condições de equilíbrio ambiental no espaço urbano (CARVALHO *et al.*, 2011). A construção de uma mobilidade urbana sustentável demanda a adoção de políticas públicas por parte dos governantes, com o intuito de melhoria da qualidade de vida da população e impactos positivos ao meio ambiente.

Nesse sentido, a Constituição Federal de 1988 foi o marco inicial para a política de mobilidade urbana no Brasil (BRASIL, 1988). A Carta Magna colocou como competência da União “[...] instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos” (Art. 21, inciso XX). Ainda, concedeu autonomia aos municípios e, na área de transporte urbano, determinou a essa esfera de poder a competência pela gestão e operação dos serviços locais de transporte público (MORAIS *et al.*, 2020).

No entanto, apenas 24 anos depois o Brasil registrou avanços na legislação, com o decreto pelo Congresso Nacional da Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), dotada de um conjunto de diretrizes para a ação dos governos municipais, estaduais e federal (BOARETO, 2018). Por meio dessa lei, foi registrada obrigatoriedade de elaborar e aprovar Plano de Mobilidade Urbana (PMU) os

municípios com mais de 20.000 (vinte mil) habitantes, definido como um instrumento de efetivação das diretrizes estabelecidas pela PNMU, por meio do estabelecimento de projetos de curto, médio e longo prazo para solucionar os problemas de mobilidade vivenciados pela comunidade (BOARETO, 2018).

É válido ressaltar as diferenças regionais, bem como a multiplicidade dos problemas de mobilidade urbana enfrentados atualmente. Dessa forma, há a necessidade de desenvolver políticas próprias, em consonância com as políticas federais, porém considerando as especificidades locais (COSTA, 2008).

Entende-se como mobilidade urbana sustentável o conjunto de políticas de transporte e circulação que busca conceder o acesso amplo democrático ao espaço urbano, por meio da priorização dos modos de transporte coletivo e não-motorizados de maneira eficiente (COSTA, 2008), de forma a produzir efeitos cumulativos a longo prazo, relacionados à criação de metas ambientais, econômicas e sociais de sustentabilidade.

Uma política urbana de mobilidade sustentável atrelada a um Plano de Mobilidade Urbana eficiente é uma das formas mais expressivas de estímulo à qualidade de vida nas cidades, pois possibilita, além da diminuição dos impactos ambientais diretos e indiretos, a redução de congestionamentos e acidentes no trânsito (CARVALHO, 2016). Dessa forma, constitui-se um tema fundamental quando se discute desenvolvimento urbano (CARVALHO, 2016).

Diante da importância do tema para o meio ambiente, saúde pública e planejamento urbano, este trabalho pretende analisar a abordagem ambiental dos PMU de capitais brasileiras e avaliar a eficiência em solucionar aspectos de insustentabilidade relacionados à urbanização e problemas de mobilidade urbana.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Apresentar o panorama dos planos de mobilidade urbana de capitais brasileiras, com relação aos aspectos ambientais.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar as diferenças e particularidades dos planos de mobilidade urbana em três regiões do país, bem como os pontos em comum;
- Analisar o potencial de planos de mobilidade urbana para promover o desenvolvimento sustentável; e
- Estimar o efeito nas emissões de CO<sub>2</sub> equivalente de cenários propostos pelo Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte, a partir do cenário tendencial de emissões.

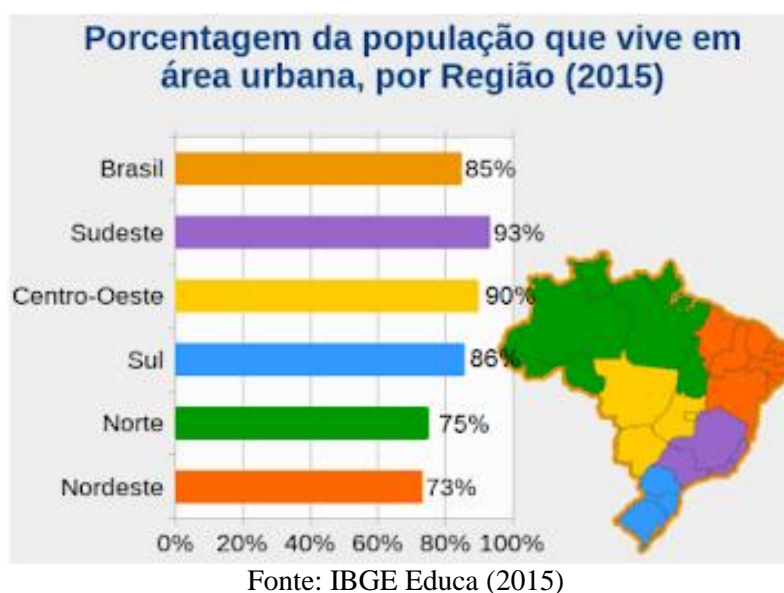


### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Urbanização e planejamento urbano no Brasil

Segundo Júnior (2012), as relações de trabalho no campo e na cidade, a partir da década de 1960, sofreram alterações que tiveram como umas das principais consequências o êxodo rural e o crescimento das cidades brasileiras, como pode ser observado pelos dados do IBGE, visto que em 1940 a população urbana era de 31,2% e em 2015 passou a ser de 84,72%, com algumas variações regionais, como pode ser observado na Figura 3.1. Esse fenômeno proporcionou o processo de metropolização, seguido da formação de grandes regiões metropolitanas e a concentração da maior parte da população em um número reduzido de cidades (BOARETO, 2018).

**Figura 3.1** – Porcentagem da população urbana por região brasileira



Tal processo favoreceu uma nova complexidade de organização espacial no território nacional e as atividades relacionadas ao planejamento urbano se intensificaram, sob um período marcado por elevadas taxas de crescimento econômico e um contexto político centralizador, que constatava que o rápido processo de urbanização se alastrava por todo o território nacional e ocasionava profundas transformações na sociedade brasileira (FERNANDES, 2013). Diante das circunstâncias, o Brasil conhecia as primeiras tentativas de se estabelecer políticas genuinamente urbanas.

Ao se estudar a história do planejamento urbano no Brasil, período que vai do final do século XIX até o início do século XXI, é possível identificar três grandes períodos, com abordagem

dos problemas das cidades e propostas para sua solução com ênfases distintas (BOARETO, 2018). Segundo Villaça (1998), o primeiro período, de 1875 a 1930, é marcado pelos planos de melhoramentos e embelezamento orientados a implantar formas urbanas monumentais de exaltação à burguesia, inspirados nas intervenções que modificaram tecidos urbanos medievais na Europa.

Conforme Villaça (1998), o segundo período, de 1930 a 1990, é marcado pela ideologia do planejamento enquanto técnica de base científica e indispensável para a solução dos problemas urbanos. Destacam-se abordagens concebidas de maneira integrada e totalizante, resultando em proposições estruturantes baseadas em redes de transporte público e, principalmente, por grandes obras viárias. A percepção do distanciamento dos interesses das massas populares ao conteúdo dos planos e do discurso dominante torna-se então evidente, e as amplas propostas constituintes dos planos (que supostamente tratam de todo o território de forma equivalente) mostram-se totalmente alienadas da real possibilidade de sua implantação pela administração pública.

Cruz (2011) destaca que o terceiro e último período, de 1990 em diante, é marcado pela reação à esta visão técnico-científica do segundo período, que viria a ser reforçado com a promulgação do Estatuto da Cidade em 2001 e seus mecanismos de participação popular para elaboração de planos diretores municipais e inclusão de princípios da função social da cidade. Desde então, os resultados gerados pelo planejamento são acompanhados de perto pelo poder público municipal e os municípios brasileiros passaram a ser considerados unidades de planejamento no espaço. Os governos locais ganharam maior autonomia na gestão de seu ordenamento territorial, por meio da formulação de um plano diretor, possibilitando responder de forma mais eficaz às necessidades da comunidade (CARVALHO, 2016).

Um dos aspectos mais relevantes da breve revisão da história do planejamento urbano no Brasil é a mudança na discussão do plano e sua elaboração dos verdadeiros objetivos. Seu formato e conteúdo foram lentamente transitados, partindo da relação de intervenções para embelezamento, passando pelas obras de infraestrutura, grande abrangência territorial e temática e, finalmente, um conjunto de princípios, diretrizes e objetivos com o intuito de coordenar as ações referentes ao desenvolvimento urbano (BOARETO, 2018).

É importante destacar que existe uma relação direta entre a urbanização, o planejamento urbano e o meio ambiente. A urbanização implica na concentração de pessoas e as atividades produtivas

em um espaço limitado, o que inevitavelmente terá um impacto coordenado e duradouro sobre o meio ambiente e no planejamento urbano. Embora haja outras atividades que também possuem um grande impacto negativo sobre o meio ambiente, como agricultura, pecuária, mineração e produção de energia, a urbanização produz impactos ambientais de forma concentrada e os espalha para além dos limites da cidade, o que merece uma análise particular (JATOBÁ, 2011).

### **3.2 Desenvolvimento sustentável**

A globalização, assim como diversos outros fatores, carrega consigo grandes problemas ambientais, visto que o crescimento econômico tem tendência a aumentar a utilização dos recursos naturais não renováveis, e, por conseguinte, impactar o meio ambiente (SALDANHA, 2019). Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável tornou-se um termo de efeito popular no discurso do desenvolvimento contemporâneo (MENSAH, 2019) e é incluído no jargão dos planejadores do desenvolvimento, nos temas de conferências e trabalhos acadêmicos, bem como no slogan de ativistas ambientais e de desenvolvimento (HANAI, 2011).

A pesquisa e o debate sobre o desenvolvimento sustentável têm ganhado espaço ao longo dos anos. Como forma de ampliar esse debate, conferências internacionais, como Estocolmo (1972), Eco (1992), Rio + 10 (2002) e Rio + 20 (2012), empenham-se em defender o meio ambiente e promover discussões que busquem a redução das desigualdades sociais e o crescimento econômico (SALDANHA, 2019). O termo “desenvolvimento sustentável” foi cunhado pela primeira vez em 1987 no Relatório Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento pertencente a ONU (Organizações das Nações Unidas), e faz referência a um novo modelo de desenvolvimento que pode prevenir a degradação ambiental e tem responsabilidades e obrigações sociais.

#### *3.2.1 Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*

Em setembro de 2015, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável foi adotada por todos os Estados-Membros da ONU, fornecendo um plano compartilhado para a paz e a prosperidade para as pessoas e o planeta, agora e no futuro. Em seu cerne estão 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), 244 indicadores e 169 metas, que são um apelo urgente à ação de todos os países – desenvolvidos e em desenvolvimento – em uma parceria global (ONU, 2015), que vão desde a eliminação da pobreza até o combate às mudanças

climáticas, educação, igualdade para as mulheres, defesa do meio ambiente ou configuração das cidades, como pode ser observado na Figura 3.2.

**Figura 3.2** – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Agenda 2030.



Fonte: Organização das Nações Unidas (2015).

Há o reconhecimento que a erradicação da pobreza e outras deficiências devem ser acompanhadas de estratégias que aprimorem a saúde e a educação, diminua a desigualdade e estimule o crescimento econômico, concomitantemente ao combate às mudanças climáticas e preservação dos oceanos e florestas (ONU, 2015). Segundo a ONU (2015), os objetivos e metas são integrados e indivisíveis, e equilibram as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental.

### 3.2.1.1 *Objetivo 11: Cidades e comunidades sustentáveis*

O objetivo 11 dos ODS é transformar as cidades e os assentamentos humanos em locais mais inclusivos, seguros, sustentáveis e resilientes a desastres ou a eventos incomuns, através de 7 metas. Segundo a página Visões de Futuro (2017), a pobreza extrema tende a se concentrar nos espaços urbanos, e os governos estaduais e municipais se esforçam para se adaptar ao crescimento populacional nessas áreas. Se não for alterada significativamente a forma como é construído e administrado o espaço urbano, não será possível alcançar o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, tornar as cidades seguras e sustentáveis significa garantir o acesso a moradias seguras e acessíveis e melhorar os assentamentos precários. Também envolve

investimento em transporte público, criação de espaços verdes públicos e melhoria do planejamento e gestão urbana de forma participativa e inclusiva.

Sendo assim, destacam-se as metas 11.2, 11.3 e 11.6 da ONU (2015):

Meta 11.2: Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos.

Meta 11.3: Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e a capacidade para o planejamento e a gestão participativa, integrada e sustentável dos assentamentos humanos, em todos os países.

Meta 11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros (ONU, 2015).

O Brasil, membro da ONU, se propôs a cumprir a meta 11.2 a partir da priorização de modos de transporte não motorizados e coletivo de massa, seguindo as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, além da inclusão da ideia de acesso à cidade por meio de sistemas de mobilidade e transporte socialmente inclusivo. O foco, segundo IPEA (2019), portanto, é a melhoria da segurança viária e o acesso à cidade por meio de sistemas de mobilidade urbana mais sustentáveis, inclusivos, eficientes e justos, priorizando o transporte público de massa e o transporte ativo.

Conforme IPEA (2019), a meta 11.3 será atingida no Brasil através da implementação de planejamento integrado e gestão participativa e urbanização sustentável, que aborda desde a adoção de soluções de energia renovável, sistemas de transporte mais ecológicos e a gestão sustentável dos recursos naturais. Já a meta 11.6 poderá ser alcançada ao melhorar os índices de qualidade do ar e a gestão de resíduos sólidos até 2030, com foco na redução do impacto ambiental *per capita* nas cidades.

### **3.2.1.2 Objetivo 13: Combate às alterações climáticas**

O objetivo 13 dos ODS é o combate às alterações climáticas, visto que os efeitos drásticos das mudanças climáticas são mundiais. As emissões de gases de efeito estufa aumentam continuamente e agora são 50% maiores do que em 1990 (MARQUES, 2021). Além disso, o aquecimento global está causando alterações duradouras em nosso sistema climático e, se não forem tomadas ações imediatas, as consequências serão irreversíveis.

Segundo a página *Visões de Futuro* (2019), a perda média anual causada por terremotos, tsunamis, ciclones tropicais e inundações totaliza centenas de bilhões de dólares, exigindo um investimento anual de 6 bilhões de dólares na gestão do risco de desastres naturais. A meta, portanto, era arrecadar 100 bilhões de dólares americanos a cada ano a partir de 2020 para atender às necessidades dos países em desenvolvimento e ajudar a mitigar desastres climáticos. O desenvolvimento do ODS 13 apenas para tratar de questões climáticas é visto como uma estratégia para mobilizar atores que possam promover as mudanças necessárias para evitar que essas previsões se tornem realidade.

Conforme IPEA (2019), os indicadores utilizados para caracterizar e medir o nível dos objetivos são a quantidade de países que comunicaram o estabelecimento ou a operacionalização de uma política/estratégia/plano integrado que amplie a sua capacidade de adaptação aos impactos adversos das mudanças climáticas e promova a resiliência climática e o desenvolvimento de emissões de gases de efeito estufa baixas de maneira que não ameacem a produção alimentar. No Brasil, a meta para atingir esse objetivo é integrar a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) às políticas, estratégias e planejamentos nacionais.

### **3.3 Mobilidade urbana**

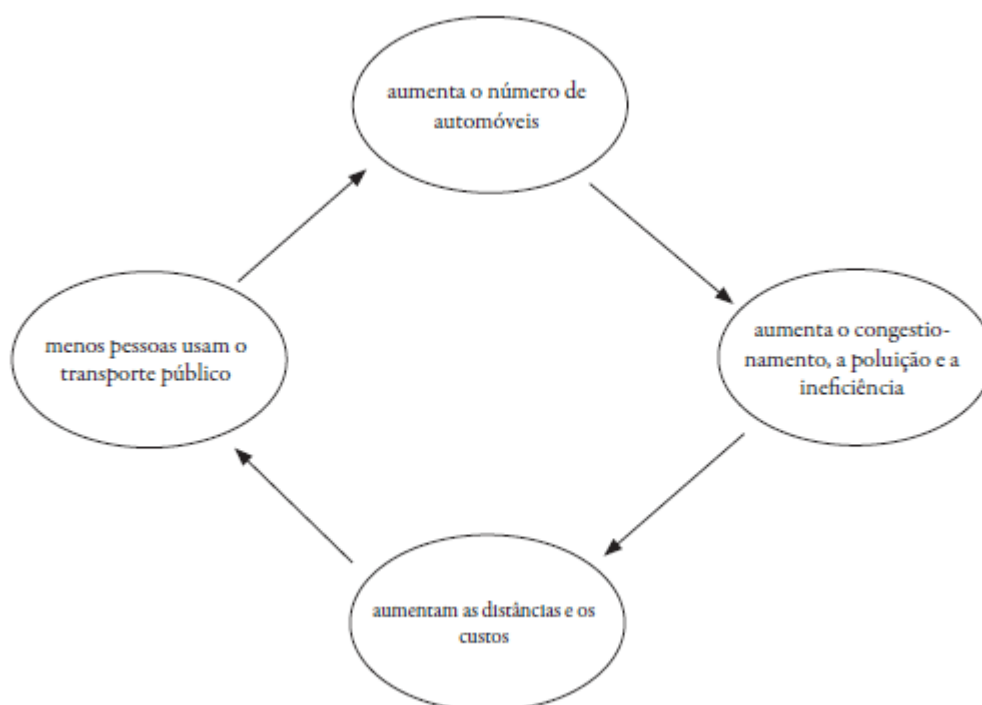
Nos preceitos do direito urbano, a mobilidade urbana está intrinsecamente relacionada às questões de planejamento urbano, pois o desenvolvimento das cidades afeta desde os meios de transporte até a disposição das pessoas (KUREKE *et al.*, 2019). A cidade deve permitir que pessoas e bens fluam harmoniosamente com base em um sistema de fluxo apropriado. Nesse sentido, a mobilidade urbana é uma das principais pautas dentro do planejamento urbano, visto que o acesso aos serviços essenciais se encontra dificultado e tal situação tem provocado grandes congestionamentos e diminuído significativamente a qualidade de vida nas cidades (MONDINI *et al.*, 2017).

O Caderno de Referência para elaboração do Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob-BR) aprovado pelo Ministério da Cidade (BRASIL, 2007) considera para três fatores que justificam a inclusão do tema da mobilidade no debate sobre a construção de cidades sustentáveis: (1) A mobilidade é um fator importante para todas as atividades humanas; (2) é o fator decisivo para o desenvolvimento da economia e qualidade de vida, (3) desempenha um papel decisivo na inclusão social e justiça da cidade e todos os serviços da cidade.

O padrão de mobilidade urbana da população brasileira vem se transformando, reflexo sobretudo do intenso e acelerado processo de urbanização ocorrido no país e do crescimento das viagens urbanas motorizadas (CARVALHO, 2016). Segundo Carvalho (2016), há mais de sessenta anos, a movimentação de pessoas na maior cidade do Brasil era realizada principalmente por via pública coletiva, com foco no sistema ferroviário, principalmente nos bondes elétricos, e transporte não motorizado, porque as cidades tinham dimensões menores e eram mais compactas.

Atualmente, a mobilidade urbana é caracterizada pelo uso do automóvel com um incremento acentuado e constante e o apelo simbólico intenso como representação social, gerando um ciclo vicioso, como pode ser observado na Figura 3.3. Segundo Zandonade *et al.* (2012), quem mais sofre os efeitos da opção pelo automóvel é a população com menor poder aquisitivo, que não possui automóvel e para se locomover precisa andar a pé, de bicicleta ou do transporte público.

**Figura 3.3** – Ciclo vicioso no padrão de mobilidade urbana atual.



Fonte: ZANDONADE *et al.* (2012).

### 3.3.1 Externalidades negativas do padrão de mobilidade urbana atual

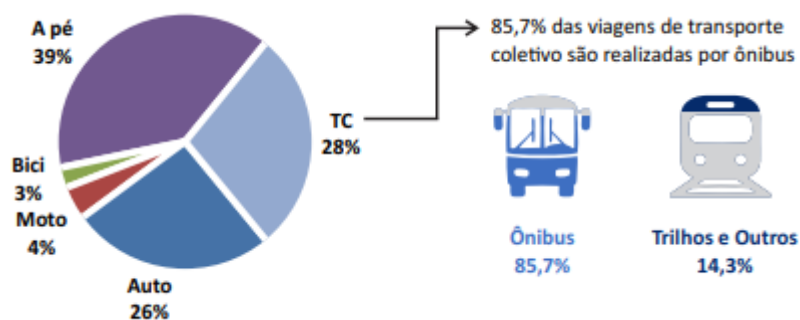
Um dos grandes problemas da sociedade moderna é a vida urbana e todos os problemas adjacentes que ela traz à comunidade (LIMA, 2014). Um dos principais aspectos da vida urbana é a locomoção do cotidiano. Há um crescimento acelerado da frota de automóveis nas grandes cidades, com o conseqüente aumento do tráfego nas vias e a saturação dos principais eixos

(ALOUICHE, 2008). A opção pelo carro como principal meio de se deslocar nas cidades gera cada vez mais obstáculos, desde a degradação das áreas centrais, em função de seu difícil acesso e à expansão das cidades para as periferias e subúrbios, até a diminuição da qualidade de vida da população (LIMA, 2014; ALOUCHE, 2008).

Conforme Lima (2014), o sistema de transporte baseado no transporte motorizado particular é uma expressão de como nossa sociedade sustenta um sistema de consumo individualizado que é em grande parte intensivo no uso de energia e recursos naturais, impraticável de ser reproduzido em escala mundial. Este modelo de consumo individualizado está totalmente relacionado com as políticas econômicas do capitalismo avançado e é um exemplo típico do que conhecemos hoje como insustentável.

A Figura 3.4 apresenta a distribuição percentual das viagens por modo de transporte no Brasil. A partir dela, vale destacar a elevada taxa de transporte motorizado particular e a deficiência do transporte público no que tange ao metrô e trem, além disso, é perceptível a baixa utilização da bicicleta como meio de transporte.

**Figura 3.4** – Distribuição percentual das viagens por modo de transporte.

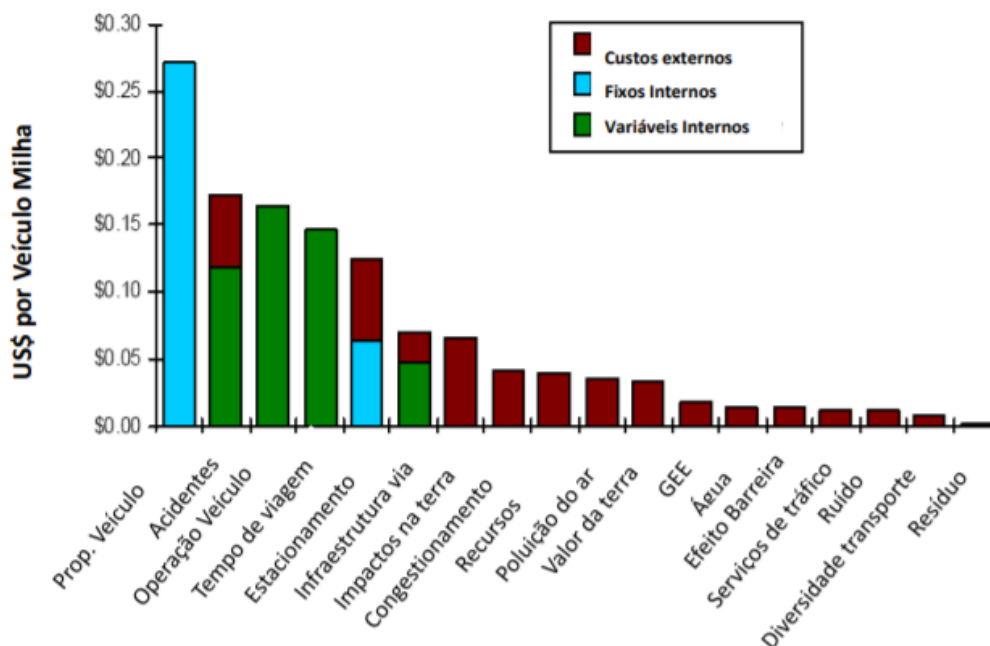


Fonte: Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP (2018).

As externalidades são efeitos dos carros que não estão incluídas no custo individual de cada usuário. Portanto, seu uso irá causar impacto ambiental, que deveria ser considerado para cada utilização do automóvel. No entanto, os incentivos oferecidos ao público são distorcidos porque as pessoas optam por usar o carro, não só porque não cobram da sociedade o custo total do uso, mas também porque a infraestrutura construída na cidade leva ao uso de automóveis (LIMA, 2014). A Figura 3.5 apresenta os custos internos e externos do automóvel.



**Figura 3.5** – Custos internos e externos dos automóveis.



Fonte: LITMAN (2009).

Boa parte da má qualidade de vida das cidades que priorizam o transporte motorizado particular pode ser explicada pelos impactos que os veículos trazem (LIMA, 2014). Dentre os impactos, pode-se citar, portanto, os acidentes de trânsito com vítimas, congestionamento da cidade, ruídos e poluentes veiculares que tornam as cidades mais sujas e a população mais propensa a doenças respiratórias (LIMA, 2014; CARVALHO, 2016).

### 3.3.1.1 Emissões veiculares

A poluição do ar é um dos maiores problemas ambientais da atualidade e afeta a saúde e a qualidade de vida das pessoas. Nas áreas metropolitanas, as emissões atmosféricas veiculares, geradas por carros, ônibus, caminhões e motocicletas, são uma das principais fontes de poluição (CETESB, 2011). À medida que as emissões atmosféricas aumentaram nas últimas décadas, o impacto da poluição do ar nas comunidades e no meio ambiente se torna cada vez mais significativo, visto que a qualidade do ar é diretamente afetada pela distribuição de emissões automotivas e industriais (CETESB, 2011).

As emissões veiculares podem ser originadas de alguns pontos: emissões de gases e partículas pelo escapamento do veículo (emissões diretas a partir dos processos de combustão), emissões evaporativas de combustível, emissões de gases do cárter do motor (subprodutos da combustão que passam pelos anéis de segmento do motor e por vapores do óleo lubrificante), e emissões

de partículas provenientes do desgaste de pneus, freios e embreagem (MENDES, 2004). A figura 3.6 apresenta alguns desses pontos:

**Figura 3.6** – Pontos de emissão de poluentes do ar em veículo automotor.



Fonte: LOUREIRO (2005).

As emissões diretas geradas pelo escapamento ocorrem devido à queima de combustíveis no interior dos motores, a partir do processo de combustão. A queima do combustível para geração de energia forma produtos da combustão completa, como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), vapor d'água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e nitrogênio ( $\text{N}_2$ ). No entanto, como na prática, a relação combustível/ar não é a ideal para proporcionar somente a combustão completa, também são formados produtos da combustão incompleta, como: monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), aldeídos ( $\text{RCHO}$ ), material particulado ( $\text{MP}$ ), carbono elementar ( $\text{C}$ ), hidrocarbonetos totais ( $\text{HCT}$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e hidrocarboneto não metano ( $\text{NMHC}$ ) (INEA, 2013). Muitos desses gases possuem potencial de intensificar o processo natural de efeito estufa global, sendo denominados gases de efeito estufa (GEE). Os principais gases representantes são o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), clorofluorcarbonetos (CFCs), ozônio ( $\text{O}_3$ ) e vapor d'água ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Os GEE são substâncias gasosas, naturalmente presentes na atmosfera, que absorvem parte da radiação infravermelha, emitida principalmente pela superfície terrestre, e dificultam seu escape para o espaço (LEGNAIOLI, 2017). Esse efeito, que é um fenômeno natural, impede que ocorra uma perda demasiada de calor para o espaço, mantendo a Terra aquecida. O aumento dos gases estufa na atmosfera, no entanto, têm potencializado esse fenômeno natural, causando mudanças climáticas no planeta.

Nesse sentido, o CO<sub>2</sub> equivalente, ou CO<sub>2e</sub>, é uma medida métrica internacionalmente aceita utilizada para comparar as emissões de vários gases de efeito estufa baseado no potencial de aquecimento global de cada um (IPAM, 2015). O dióxido de carbono equivalente é o resultado da multiplicação das toneladas emitidas de gases de efeito estufa pelo seu potencial de aquecimento global (*Global Warming Potential* – GWP, na sigla em inglês). O GWP dos GEE é relacionado à capacidade de cada um deles de absorver calor na atmosfera em um determinado tempo, comparada à mesma capacidade de absorção de calor do CO<sub>2</sub> (ECYCLE, 2015).

Cabe destacar que a eletrificação do carro, ou seja, a substituição de um motor de combustão interna por um motor elétrico alimentado por baterias, ainda que de forma híbrida, pode ajudar a reduzir emissões poluentes e consequentemente as mudanças climáticas, que estão diretamente relacionadas ao tema (DARÉ, 2021).

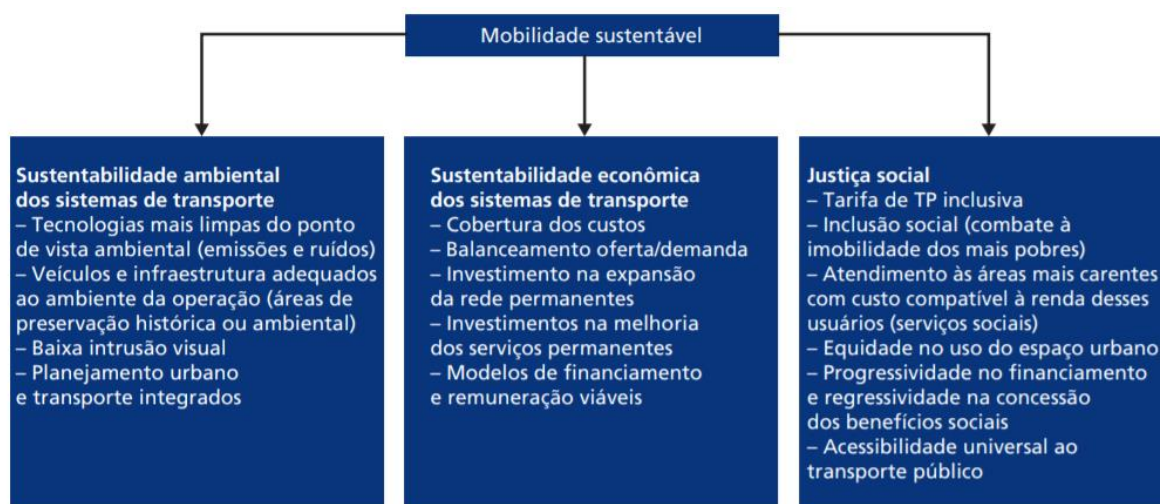
### 3.3.2 Mobilidade urbana sustentável

Segundo Carvalho (2016), muito se tem discutido no Brasil sobre a necessidade de se buscarem parâmetros de sustentabilidade para se aplicar no planejamento dos sistemas de mobilidade urbana. De modo geral, a mobilidade urbana sustentável se refere à promoção do equilíbrio entre a satisfação das necessidades humanas com a proteção do ambiente natural.

Segundo Lima (2014), um passo essencial para promover a mobilidade urbana sustentável foi dado pelo Governo Federal, através do Ministério das Cidades que conceituou mobilidade sustentável como: “o resultado de um conjunto de políticas de transporte e circulação que visa proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, através da priorização dos modos não motorizados e coletivos de transportes, de forma efetiva, que não gere segregações espaciais e seja socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável.” (BRASIL, 2012).

A mobilidade sustentável é um fenômeno complexo e bastante difícil de operacionalizar; é por isso que os pesquisadores de transporte geralmente se concentram em problemas ambientais, sociais e econômicos e suas possíveis soluções usando múltiplas estratégias (SILVA *et al.*, 2007). Nesse sentido, podem-se delinear os pressupostos básicos de uma mobilidade urbana sustentável, nos quais a proteção ambiental, a sustentabilidade econômica e a justiça social se tornam condicionantes importantes no processo de planejamento (CARVALHO, 2016), como pode ser observado na Figura 3.7.

**Figura 3.7** – Dimensões da mobilidade urbana sustentável.



Fonte: CARVALHO (2016).

Segundo Foltýnová *et al.* (2020), nenhuma das definições de mobilidade sustentável pode, no entanto, capturar todas as possíveis interpretações matizadas do significado deste conceito. Pontos de vista semelhantes sobre a visão de longo prazo podem ser esperados de partes interessadas que se identificam com a mesma definição de mobilidade urbana sustentável, isso prenunciaria uma discussão política tranquila sobre a implementação dessa visão entre eles.

Todavia, é fato que um bom programa de política urbana, visando à mobilidade sustentável, deve considerar a coordenação de ações conjuntas para produzir efeitos no longo prazo atrelado ao balanceamento de metas ambientais, econômicas e sociais de sustentabilidade (BOHUSCH, 2014), como indicador da qualidade de vida da população.

### 3.4 Legislações

#### 3.4.1 Constituição Federal

Antes da promulgação da Constituição Federal em 1988, não existia um tratamento constitucional adequado das questões urbanas e ambientais e das políticas urbanas, o que fazia com que o desenvolvimento das cidades brasileiras não tivesse um marco legal que permitisse o controle efetivo do processo de desenvolvimento urbano (FARIA, 2010). Sendo assim, a Constituição Federal de 1988 (CF/88) foi o marco inicial para a política de mobilidade urbana no Brasil (BRASIL, 1988).

A Carta Magna define o papel da União no transporte e na mobilidade urbana (BRASIL, 1988). Nela, em seu artigo 21, inciso XX, é determinado que a União institua diretrizes para os transportes urbanos no conceito maior de desenvolvimento urbano. Também é função da União

legislar sobre transporte e trânsito de uma maneira geral, e estabelecer e implantar a política de educação para segurança de trânsito em conjunto com os estados e os municípios.

O artigo 182 da CF/88, por sua vez, prevê que a política de desenvolvimento urbano executada pelo poder público municipal deverá seguir as mencionadas diretrizes fixadas em lei, para se ordenar “o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes”. Ainda, concedeu autonomia aos municípios e, na área de transporte urbano, determinou a essa esfera de poder a competência pela gestão e operação dos serviços locais de transporte público (MORAIS *et al.*, 2020).

#### 3.4.2 *Estatuto da Cidade*

Destaca-se a criação do Estatuto das Cidades – Lei nº 10.257 de 10 de julho do ano de 2001, que traz em seu bojo a efetivação e o cumprimento dos artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 2001). Segundo Pimenta (2016), a lei disponibiliza instrumentos e meios de ordenação e planejamento urbano com intuito de facilitar para gestão urbana o cumprimento de seus objetivos e diretrizes gerais, de ordem pública e interesse social, que têm por intuito regular o ordenamento territorial de modo a assegurar o direito à cidade, “em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental” (BRASIL, 2001).

Nele, o plano diretor é tratado como tema central, ao contrário das leis anteriores, em que ele era assunto periférico, regulado apenas na sua interface com outros temas. Conforme Feltran (2016), o Diploma Legislativo pertinente à ordenação da cidade – Estatuto da Cidade – alcançou o objetivo de traduzir os desígnios almejados pela sociedade como cidades justas, humanas, saudáveis e democráticas, ou seja, incorporando os direitos humanos também na esfera de governança das cidades.

Portanto, segundo Rosa (2014), o Estatuto da Cidade estipula que o desenvolvimento das cidades deverá ocorrer de forma sustentável e a ocupação do espaço de forma ordenada. Dessa forma não haverá desordem, destruição e degradação do ambiente natural, onde todos tenham o direito coletivo do atendimento das suas necessidades por meio dos equipamentos e serviços públicos, para possibilitar uma vida urbana digna, num meio ambiente ecologicamente equilibrado.

### 3.4.3 *Política Nacional sobre Mudança do Clima*

Em 2009, foi aprovada a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) instituída pela Lei Federal nº 12.187/2009 e regulamentada pelo Decreto nº 7.390/2010. Além de amparar a posição do Brasil nas discussões multilaterais e internacionais sobre o aquecimento global, a PNMC é um marco legal que regulamenta as ações de mitigação e adaptação no país (MOTTA, 2011). Marco esse que desenvolve princípios, diretrizes e ferramentas para atingir esses objetivos, independentemente de como os acordos climáticos globais evoluam.

O principal objetivo do PNMC é atenuar o impacto da poluição atmosférica e controlar fontes de energia não renováveis (como petróleo e seus derivados), a partir do incentivo ao uso das chamadas energias limpas para substituí-las, como a energia eólica, energia solar, e biocombustíveis (SILVA, 2017). Dentre os demais objetivos citados na lei em seu artigo 4º, cabe destacar: compatibilizar o desenvolvimento econômico e social com a proteção do sistema climático; reduzir as emissões antrópicas de GEE por suas diversas fontes; fortalecer as remoções antrópicas de GEE por sumidouros no território nacional; promover a adaptação à mudança do clima; preservar, conservar e recuperar os recursos ambientais; consolidar e expandir as áreas legalmente protegidas e incentivar reflorestamentos e a recomposição da cobertura vegetal; e estimular o desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE) (BRASIL, 2009).

Portanto, esses objetivos tendem a ser objetivos comuns: melhoria ambiental, desenvolvimento econômico do Brasil, erradicação da pobreza e redução das desigualdades sociais. Dessa forma, ressalta-se que as ações do PNMC visam mitigar as mudanças climáticas nos níveis local, regional e nacional, enquanto promove o desenvolvimento sustentável.

A PNMC oficializou o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de redução de emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020 (MMA, 2012). Em novembro de 2021, o Senado aprovou o projeto de lei (PL) nº 6539/2019 que modifica a Lei 12.187/2009 para incluir os compromissos assumidos pelo Brasil no Acordo de Paris, instrumento assinado em 2015, de metas absolutas de redução de emissões de gases de efeito estufa, medidas de atenuação e adaptação e meios de implementação. No Acordo de Paris, os países se comprometeram a revisar suas metas de diminuição de emissão de gases periodicamente com o objetivo de conter

o aumento da temperatura média global. Até 2050, o Brasil deverá neutralizar 100% das suas emissões de gases de efeito estufa na forma da Estratégia Nacional de Longo Prazo.

#### *3.4.4 Política Nacional de Mobilidade Urbana*

A Lei 12.587 foi publicada em 2012 e instituiu as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), através de um processo que demorou 17 anos tramitando para ser aprovado. Inicialmente existiam projetos de lei isolados que tratavam do tema do transporte coletivo, até que em 2007, a partir de uma discussão com a participação do Conselho das Cidades, foi proposto um projeto de lei para a mobilidade urbana com uma abordagem mais abrangente e completa do tema. Esse foi encaminhado ao Congresso por meio do PL 1687/2007 que, após apreciação e modificações feitas pela Câmara, foi enviado em 2010 ao Senado e aprovado em dezembro de 2011, sem alterações (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

No artigo 1º da Lei nº 12.587/2012, o legislador propôs o objetivo da lei, que é integrar os diferentes meios de transporte e melhorar a acessibilidade e mobilidade de pessoas e bens nos territórios municipais, sendo que o parágrafo 3º estipula sobre o Sistema Nacional de Mobilidade Urbana, que é conjunto organizado e coordenado dos modos de transporte, de serviços e de infraestrutura para garantir os deslocamentos de pessoas e cargas (BRASIL, 2012).

Dentre as principais conquistas da nova legislação estão: a priorização dos modos não motorizados e do transporte público coletivo, o estabelecimento de padrões de emissão de poluentes, a gestão democrática e o controle social do planejamento e da avaliação da política de mobilidade, uma nova gestão sobre as tarifas de transporte e a integração de políticas de desenvolvimento urbano (BRASIL, 2012).

Assim como se determina a Constituição Federal de 1988, os princípios, diretrizes e objetivos da Lei nº 12.587/12 são de observância obrigatória pelos municípios no momento da elaboração das normas. Com isso, garante-se que as políticas e os planejamentos feitos no âmbito municipal estejam de acordo com os demais entes da Federação.

### **3.5 Planos de Mobilidade Urbana**

O Plano de Mobilidade Urbana tornou-se o instrumento de efetivação da Política Nacional de Mobilidade (BRASIL, 2012). Dentre os principais pontos da PNMU está a exigência legal para as cidades que possuem população superior a 20 mil habitantes elaborar um Plano de

Mobilidade Urbana (PMU), integrado e compatível com os respectivos planos diretores ou neles inseridos, como condição para receber recursos federais destinados a projetos de mobilidade urbana. (BRASIL, 2012; MACHADO *et al.*, 2018).

De acordo com a Lei nº 12.587/2012, o planejamento do tráfego urbano deve contemplar a movimentação de pessoas e mercadorias, não apenas de veículos, e priorizar os pedestres e o transporte público, e não apenas os automóveis. A orientação também enfatiza que o planejamento deve estar vinculado às regulamentações da cidade, às metas ambientais e ao princípio da acessibilidade universal na cidade (WRI BRASIL, 2018). Sendo assim, os Planos de Mobilidade Urbana foram projetados para lidar com problemas relacionados ao transporte em áreas urbanas de maneira mais eficiente.

Segundo o Caderno de Referência para elaboração do Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob-BR), a própria mobilidade urbana é uma novidade e é um avanço nos métodos tradicionais de manuseio isolado de transporte, planejamento e supervisão de transporte público, distribuição e logística de carga, construção de infraestrutura viária e calçadas. Em vez disso, uma visão sistemática de todo o movimento de bens e pessoas deve ser adotada, incluindo todos os padrões e todos os elementos que geram essas necessidades de migração. Desse ponto de vista, as finalidades dos PMU estão descritas na Figura 3.8.

**Figura 3.8** – Finalidades dos Planos de Mobilidade Urbana.



Fonte: IEMA (2011).



O artigo 24 da Lei 12.587/2012 estabelece o conteúdo a ser contemplado no Plano de Mobilidade Urbana, bem como princípios e diretrizes:

- I – os serviços de transporte público coletivo;
- II – a circulação viária;
- III – as infraestruturas do sistema de mobilidade urbana, incluindo as ciclovias e ciclofaixas;
- IV – a acessibilidade para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade;
- V – a integração dos modos de transporte público e destes com os privados e os não motorizados;
- VI – a operação e o disciplinamento do transporte de carga na infraestrutura viária;
- VII – os polos geradores de viagens;
- VIII – as áreas de estacionamentos públicos e privados, gratuitos ou onerosos;
- IX – as áreas e horários de acesso e circulação restrita ou controlada;
- X – os mecanismos e instrumentos de financiamento do transporte público coletivo e da infraestrutura de mobilidade urbana; e
- XI – a sistemática de avaliação, revisão e atualização periódica do Plano de Mobilidade Urbana em prazo não superior a 10 (dez) anos (BRASIL, 2012).

É válido enfatizar que o PMU deve ser visto como uma ferramenta eficaz para a melhoria da cidade, não apenas uma exigência legal. Os municípios precisam antecipar custos, riscos, possibilidades de financiamento e acesso a recursos para viabilizar as recomendações incluídas no documento. Para tanto, é necessário considerar as reais condições locais e formular um plano de ação viável. Independentemente de mudanças políticas, a participação da sociedade civil na construção do plano também é a base para a continuidade das ações (WRI BRASIL, 2018).

O prazo máximo inicial para elaboração do PMU era de 3 anos após a promulgação da Política Nacional de Mobilidade Urbana, no entanto, segundo Machado (2018), em abril de 2015, fim do prazo para entrega do PMU, apenas 30% das cidades haviam entregado seus PMUs. Das cidades que possuem o plano, 69% são capitais, indicando a dificuldade de atender a essa demanda pelos municípios menos estruturados, os de pequeno e médio porte.

Desde que a PNMU entrou em vigor, ocorreram sucessivas prorrogações de prazo para que os municípios concluíssem esse processo (CALDEIRA *et al.*, 2018). A prorrogação mais recente foi através da Lei 14.000 de 2020, com prazo de até 12 de abril de 2022 para as cidades com mais de 250 mil habitantes e de 12 de abril de 2023 para as cidades com população de até 250 mil habitantes.

## 4 METODOLOGIA

Dado o recente decreto da Política Nacional de Mobilidade Urbana e, conseqüentemente, a carência de trabalhos sobre o assunto, especificamente no que tange aos planos de mobilidade urbana e a relação com a abordagem ambiental, foi realizado o desenvolvimento de pesquisa exploratória e descritiva por meio de análise de planos de mobilidade urbana elaborados por capitais brasileiras, com olhar sobre a temática ambiental (CARNEIRO, 2018). Para tanto, foram utilizados os métodos indutivo e comparativo, tendo como objeto de estudo os planos de mobilidade urbana selecionados.

A metodologia adotada neste trabalho foi baseada em Boareto (2018) e Shen (2018) e teve o intuito de analisar os planos de mobilidade urbana qualitativa e quantitativamente.

### 4.1 Seleção dos municípios

Para atingir o objetivo proposto, a primeira etapa foi determinar os municípios que seriam objeto de estudo do trabalho. Para isso, foram analisados os PMU de capitais com população semelhantes e superiores a 2 milhão de habitantes, conforme as estimativas populacionais do IBGE em 2020, a fim de padronizar a análise.

Para identificar os planos que foram institucionalizados formalmente, conforme previsto no artigo 24 da Política Nacional de Mobilidade Urbana, foi necessário pesquisar nas páginas oficiais das prefeituras municipais e câmaras municipais (BOARETO, 2018). Ao fim do levantamento, identificou-se as capitais Belo Horizonte, Manaus e Salvador que instituíram legalmente seus planos de mobilidade urbana, seja por meio de um decreto do Poder Executivo local ou lei aprovada pelos vereadores.

Os documentos analisados para cada município estão listados na Tabela 4.1 abaixo.

**Tabela 4.1** – Relação de documentos analisados.

Cidade	Documentos analisados
Belo Horizonte	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Lei Nº 10.134, de 18 de março de 2011 “Institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana”</li> <li>● PlanMob-BH. Relatório Final. Agosto de 2011</li> <li>● Decreto Nº 15.317, de 02 de setembro de 2013. Institui o Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte – PlanMob-BH e estabelece as diretrizes para o acompanhamento e o monitoramento de sua implementação, avaliação e revisão periódica.</li> <li>● PlanMob-BH 2030. Relatório Síntese. Agosto de 2017</li> </ul>

Manaus	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Lei nº 2.075, de 29 de dezembro de 2015. Institui o Plano de Mobilidade Urbana de Manaus – PlanMobManaus – e estabelece as diretrizes para o acompanhamento e monitoramento de sua implementação, avaliação e revisão periódica.</li> <li>● PlanMobManaus Volume 1</li> <li>● PlanMobManaus Volume 2</li> </ul>
Salvador	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Lei nº 9.374, de 05 de julho de 2018. Institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador, institucionaliza as determinações do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador e dá outras providências</li> <li>● Decreto nº 29.929, de 06 de julho de 2018. Institui o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador - PLANMOB Salvador.</li> <li>● PlanMob – Salvador TOMO I</li> <li>● PlanMob – Salvador TOMO II</li> </ul>

## 4.2 Revisão bibliográfica

Para realizar a análise do plano, foi necessário um aprofundamento sobre a temática de planejamento urbano no Brasil, mobilidade urbana e desenvolvimento sustentável das cidades, a fim de buscar um maior conhecimento sobre os impactos ambientais diretos e indiretos gerados por uma mobilidade urbana eficiente e sustentável e poder avaliar os PMU mais rigorosamente.

## 4.3 Análise dos planos de mobilidade urbana

Considerando os pontos tratados na revisão da literatura, procedeu-se à análise dos planos de mobilidade urbana, com foco na abordagem ambiental. Inicialmente, foi realizada uma leitura geral de cada plano de mobilidade urbana e documentos relacionados, e os dados foram sistematizados por meio de um fichamento, para permitir uma síntese dos documentos (BOARETO, 2018).

### 4.3.1 Análise inicial da abordagem ambiental dos planos

O fichamento também foi utilizado para a etapa inicial de avaliação da eficiência dos Planos de Mobilidade em solucionar aspectos de insustentabilidade relacionados à urbanização, a partir da identificação de respostas relacionadas à quatro perguntas (BOARETO, 2018):

(i) Há identificação de algum problema ambiental no plano?

(ii) Há proposta de solução de um problema ambiental por meio de uma ou mais medidas/projetos/ações?

(iii) É possível identificar resultados ambientais atribuídos aos projetos implementados, mesmo que não tenham este objetivo primário?

(iv) Há alguma meta ambiental no plano?

#### 4.3.2 *Análise do potencial dos PlanMobs em promover o desenvolvimento sustentável dos municípios*

O tripé do desenvolvimento sustentável compreende os aspectos ambientais, sociais e econômicos, que devem estar integrados. Para a avaliação do potencial dos planos de mobilidade urbana em promovê-lo, foram definidos indicadores de cada aspecto, baseados em Boareto (2018) e em Carvalho (2016), e analisada a inserção de cada indicador nos PlanMobs.

Os aspectos ambientais consideraram a proposta de adoção a metodologia ASI (GTZ, 2008) que sintetiza os objetivos de evitar a geração de viagens motorizadas (*Avoid*), estimular a alteração de viagens de modos mais intensivos de uso de energia – automóveis e motos – para outros mais eficientes – transporte público e não motorizado – (*Shift*), bem como aprimorar as tecnologias de combustíveis e veículos usados no transporte de passageiros (*Improve*).

Dentre as medidas propostas no relatório do IPCC (2014), que também foram consideradas para a seleção dos indicadores, destacam-se: transferência de modal para transportes de baixa emissão de carbono, incentivo a investimentos em transportes públicos para tornarem-se mais atraentes para os usuários e minimizar o tempo de viagem e a distância; redução do consumo energético por passageiro através da melhoria do desempenho dos motores, materiais mais leves e novas tecnologias (TOLEDO, 2019). Portanto, foram selecionados os seguintes indicadores para a avaliação da sustentabilidade ambiental no sistema de transporte:

1. Desestímulo à utilização do transporte individual motorizado
2. Mudança de viagens para modos de transporte público coletivo e não motorizados
3. Inovações tecnológicas nos veículos
4. Uso de energias limpas/renováveis
5. Programas e sistemas de controle, monitoramento e fiscalização de emissão de poluentes e ruídos em veículos automotores
6. Redução de poluentes locais/Melhoria da qualidade do ar
7. Redução de resíduos

8. Redução de ruídos
9. Redução de vibração
10. Redução de poluição visual
11. Redução de emissões líquidas
12. Redução ou compensação de emissões de gases de efeito estufa
13. Desenvolvimento orientado pelo transporte (*Transit Oriented Development - TOD*)
14. Monitoramento do plano

Os sistemas de mobilidade, especialmente o transporte público, devem fornecer equilíbrio econômico-financeiro, caso contrário, os serviços podem se degradar ao longo do tempo e do espaço. Portanto, os custos do serviço devem ser alocados de forma adequada pelo governo, com políticas de financiamento e cálculo de custos claras e transparentes (CARVALHO, 2016). Dessa forma, os indicadores de sustentabilidade econômica dos sistemas de transportes consideraram o balanceamento da oferta e demanda, de forma a compatibilizar a oferta e a demanda por transportes nessa área, seja com relação aos serviços, seja com relação à infraestrutura (KNEIB *et al.*, 2007). Também foram considerados a busca por modelo de financiamento viáveis e o cálculo dos custos sociais, ambientais e econômicos, como custos de implementação, custos com acidentes e custos das emissões atmosféricas.

Quanto aos aspectos econômicos, também foi avaliado se os planos calculavam a relação Benefício/Custo (B/C), que é um indicador que relaciona os benefícios de um projeto ou proposta e o seus custos; a Taxa Interna de Retorno, que é uma taxa usada para indicar se um projeto econômico é viável ou não, além ser uma forma de analisar projetos e indicar se eles terão ou não lucro (CAPITAL RESEARCH, 2020); e o Valor Presente Líquido (VPL), que é utilizado para medir a viabilidade econômica de um projeto, sendo um dos métodos mais confiáveis e práticos para esse tipo de análise (CAPITAL RESEARCH, 2020). Dessa forma, os seguintes indicadores foram avaliados:

1. Balanceamento da oferta/demanda
2. Modelos de financiamento viáveis
3. Cobertura dos custos
4. Custos de implantação
5. Custos operacionais
6. Custos com acidentes
7. Custo do tempo

8. Custo das emissões
9. Mitigação de custos ambientais, sociais e econômicos
10. Relação Benefício/Custo (B/C)
11. Taxa Interna de Retorno (TIR)
12. Valor Presente Líquido (VPL)

A sustentabilidade social dos sistemas de transportes se refere basicamente aos princípios de acessibilidade universal, qualidade de vida, equidade nas condições de deslocamento, segurança pública e tarifas justas (CARVALHO, 2016). Dessa forma, os seguintes indicadores foram selecionados:

1. Tarifa de transporte público inclusiva
2. Acessibilidade universal ao transporte público
3. Redução de acidentes/vítimas do trânsito (circulação calma)
4. Melhoria da qualidade do transporte público
5. Promoção de segurança viária
6. Diminuição do tempo de deslocamento
7. Diversificação dos modos de transporte
8. Integração entre modos de transporte
9. Acessibilidade para portadores de deficiência física
10. Participação na tomada de decisão

#### *4.3.3 Análise das diferenças e similaridades dos planos*

É válido ressaltar que devido às diferenças regionais, bem como a multiplicidade dos problemas de mobilidade urbana enfrentados atualmente, há a necessidade de desenvolver políticas próprias, em consonância com as políticas federais, porém considerando as especificidades locais. Considerando a análise de três PlanMobs de regiões brasileiras distintas, foi possível verificar se os planos consideram suas peculiaridades e aspectos urbanos e culturais. Também foram analisados os pontos em comum dos Planos de Mobilidade Urbana analisados.

#### *4.3.4 Análise de cenários propostos pelo Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte e estimativa dos efeitos nas emissões de CO<sub>2</sub> equivalente comparados ao cenário tendencial de emissões.*

O Plano de Mobilidade de Belo Horizonte fez projeções de viagens para o horizonte de 2025 e 2030, estimando o número de viagens conforme as tendências observadas e a sua redução com

a implementação das ações nele previstas (WAYCARBON, 2020). A partir desses dados e de estimativas realizadas no Plano de Redução de Gases de Efeito Estufa (PREGEE) que consideraram as ações propostas no PlanMob-BH, foi possível analisar os efeitos nas emissões de CO<sub>2</sub> equivalente comparando o cenário de alcance de metas e o cenário tendencial de emissões, que compreende a projeção de consumo de combustível no município que ocorreria sem um esforço político adicional para sua redução. Essa análise quantitativa foi realizada apenas para o município de Belo Horizonte, pois é o único Plano de Mobilidade Urbana que estabelece metas claras de redução de GEE, análise que será aprofundada no próximo capítulo, e o único que possui estudos relacionados, como o PREGEE.

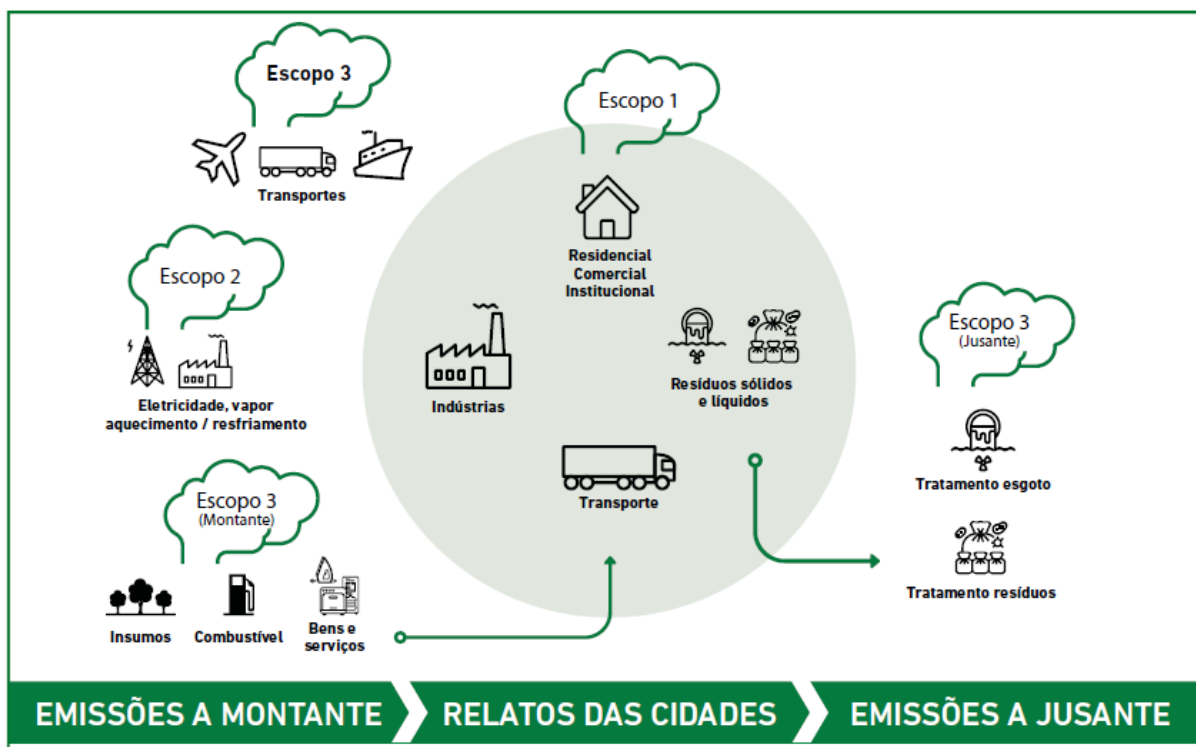
Para o cálculo de gases de efeito estufa emitido foi utilizado o método do *Global Protocol for Community – Scale GHG Emissions (GPC)*, sendo hoje o método mais utilizado mundialmente pelas empresas e governos para a realização de inventários de GEE. Nesse sentido, o Programa Brasileiro GHG Protocol foi criado em 2008 para adaptar a metodologia à realidade brasileira e desenvolver ferramentas de cálculo para estimativa de emissões de gases de efeito estufa.

O método especifica as emissões que ocorrem dentro dos limites administrativos de um governo local e as emissões que ocorrem fora dos limites, mas que são resultado das atividades internas da cidade. Essa classificação com base nas fronteiras geopolíticas operacionais é chamada de escopo.

- Escopo 1: Emissões diretas de gases de efeito estufa dentro dos limites cidade;
- Escopo 2: Emissões indiretas de gases de efeito estufa geradas a partir do uso de eletricidade;
- Escopo 3: Emissões indiretas de gases de efeito estufa que ocorrem fora dos limites da cidade como resultado de atividades que ocorrem dentro dos limites da cidade.

Além disso, o método estabelece cinco setores de atividade potencialmente emissoras, que ainda podem ser subdivididos em subsetores com base nas atividades realizadas em cada local, são eles: Combustão Estacionária; Transporte; Resíduos; Agricultura, Silvicultura e Uso do Solo; e Processos Industriais e Uso do Produto. A Figura 4.1 mostra a relação entre os escopos e os setores neles contidos.

**Figura 4.1** – Relação entre os escopos e os setores contidos.



Fonte: GHG PROTOCOL (2014)

A Ferramenta de Cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol disponibilizada no site da iniciativa é uma calculadora de carbono que foi desenvolvida utilizando uma planilha eletrônica. Cada aba da planilha foi programada utilizando a fórmula e o fator de emissão para a quantificação da emissão, apresentando, no final, a emissão por escopo e sua sumarização (SANQUETTA, 2013). No início da planilha deve ser inserido o ano inventariado, com opção de 2006 até 2019, foi selecionado o ano de 2019 por ser mais atualizado. Esta escolha é essencial, pois há fatores de emissão que variam com base no ano escolhido.

O cálculo para emissões de GEE do Escopo 1 para combustão móvel, referente aos modais rodoviário, ferroviário, hidroviário e aéreo, pode ser realizado por 3 opções:

- Opção 1: Cálculo por tipo e ano de fabricação da frota de veículos;
- Opção 2: Cálculo por tipo de combustível;
- Opção 3: Cálculo por distância percorrida.

A opção 1 é mais precisa que a opção 2 e a opção 2 é mais precisa que a opção 3. Por disponibilidade de dados e pela maior facilidade em projetar cenários futuros, foi adotada a opção 2. Para calcular as emissões de GEE do modal rodoviário a partir dessa opção, foi



necessário, portanto, compreender como é calculado o Fator de Emissão (FE) e obter os dados dos combustíveis consumidos.

O fator de emissão utilizado pela Ferramenta de Cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol é tabelado e utiliza a base de dados do MMA (2014) e do IPCC (2006). Os fatores de emissão estão relacionados ao tipo de combustível e ao tipo de tecnologia de queima do combustível, e é calculado a partir da Equação 1.

$$\text{Fator de emissão} \left( \frac{tGEE}{L} \right) = PCI \left( \frac{TJ}{Gg} \right) \times \text{Densidade} \left( \frac{kg}{m^3} \right) \times FE \frac{kg \frac{GEE}{TJ}}{10^9} \quad (\text{Equação 1})$$

- Fator de Emissão (tGEE/L) – Fator de emissão associado ao tipo de GEE produzido dado um certo combustível consumido em uma certa tecnologia.
- PCI (TJ/Gg) – Poder Calorífico Inferior
- Densidade (kg/m<sup>3</sup>) – Densidade do combustível consumido
- Fator de emissão em kg de GEE produzido por TJ (unidade de energia) de um certo combustível ao ser consumido em uma certa tecnologia.

Os fatores de emissão de CO<sub>2</sub> utilizados na ferramenta para o uso de gasolina só contemplam as emissões da Gasolina A (pura) presente na Gasolina Comum (que também contém Etanol Anidro em sua mistura). Já os fatores de emissão de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, por sua vez, levam em conta as emissões da Gasolina Comum (mistura de Gasolina A com Etanol Anidro). Os fatores de emissão de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O para o uso de Óleo Diesel contemplam as emissões da mistura de Óleo Diesel que é comercializada no Brasil (composta por Óleo Diesel derivado de petróleo e biodiesel, em proporções definidas pela legislação brasileira).

Os fatores de emissão por tipo de combustível utilizados na ferramenta estão apresentados na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2** – Fator de emissão por tipo de combustível.

Fator de emissão (kg GEE/un.)			
Tipo de combustível	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Gasolina automotiva (pura)	2,212	0,0008	0,00026
Óleo diesel	2,603	0,0001	0,00014
Etanol hidratado	1,457	0,0004	0,00001

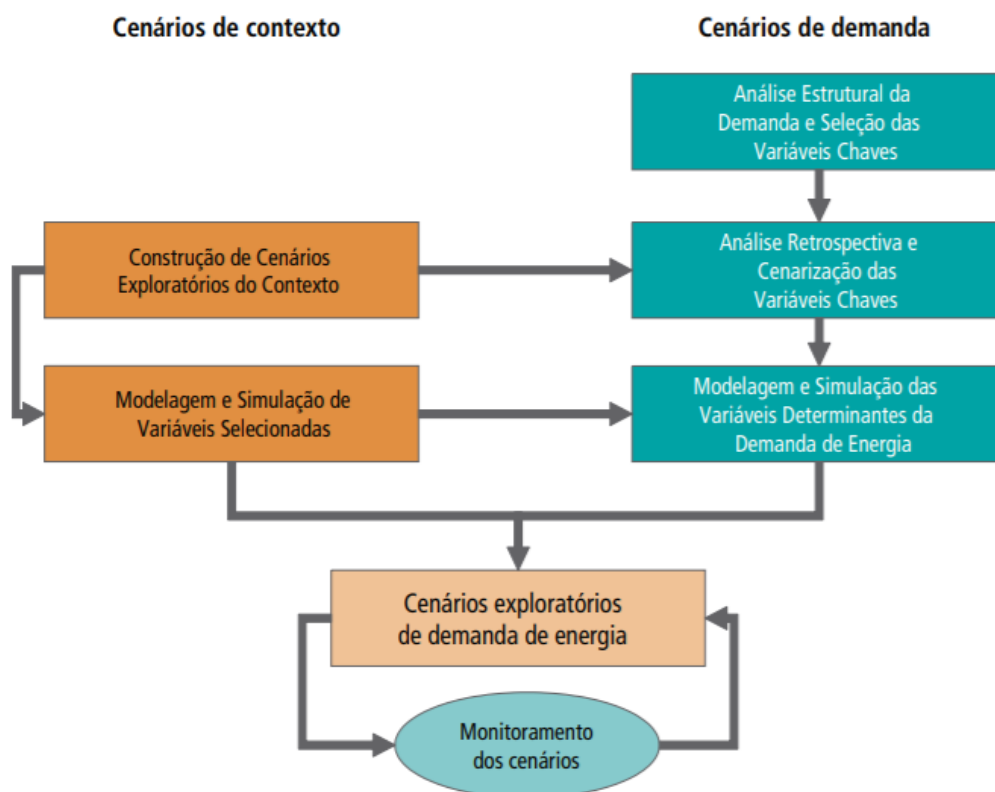
Fonte: MMA (2014); IPCC (2006).

Para estimar a possível redução de emissão de GEE de cenários futuros propostos pelo PlanMob-BH, em princípio foi verificado se a tendência de consumo de combustíveis do Brasil era similar com Belo Horizonte, visto que não existe tal dado disponível diretamente para o município. Foi realizada a análise das vendas de derivados de petróleo e biocombustíveis entre 2010 e 2019 do país e do município e verificada a correlação dos dados pelo coeficiente de correlação de Pearson, que mede a relação estatística entre duas variáveis contínuas. O coeficiente de correlação Pearson ( $r$ ) varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis, quanto mais próximo dos extremos (-1 ou 1), maior é a força da correlação (FILHO *et al.*, 2009).

Foi escolhido como base os dados estatísticos fornecidos pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), visto que esta fornece dados anuais dos combustíveis vendidos em cada município do país. Foram selecionados os combustíveis: Gasolina Comum (Gasolina C), Etanol Hidratado e Óleo Diesel para análise, já que se tratam dos combustíveis mais utilizados nos transportes rodoviários em Belo Horizonte.

Em seguida, foi utilizada a projeção nacional do consumo de combustível no setor de transporte estabelecida no Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 (PDE 2030), cujo planejamento foi elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) sob as diretrizes e o apoio das Secretarias de Planejamento e Desenvolvimento Energético (SPE) e de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (SPG) do Ministério de Minas e Energia (MME), para calcular o cenário tendencial municipal. A projeção realizada no PDE 2030 compreende as seguintes etapas descritas na Figura 4.2.

**Figura 4.2** – Esquema do processo de elaboração de cenários exploratórios de demanda de energia.



Fonte: EPE (2007).

A etapa de elaboração dos cenários de contexto compreende as seguintes fases: análise retrospectiva da evolução recente do ambiente objeto dos cenários (mundial e nacional); pesquisa qualitativa de coleta de percepções e expectativas sobre o futuro do objeto de cenários; identificação das condicionantes de futuro do contexto (tendências e incertezas); seleção das incertezas críticas - variáveis centrais de futuro altamente incerto; formulação de hipóteses plausíveis de desempenho das incertezas críticas; geração dos cenários exploratórios; quantificação das variáveis sociais e econômicas relevantes (EPE, 2007).

Já a etapa de elaboração dos cenários de demanda compreende as seguintes fases: análise estrutural de mapeamento das variáveis centrais que determinam a demanda de energia sob condições socioeconômicas, tecnológicas e políticas; hierarquização e seleção das variáveis de maior poder de determinação direta da demanda (rede de causalidade); análise retrospectiva do desempenho da demanda como um todo e das variáveis-chave; formulação de hipóteses plausíveis de desempenho das variáveis-chave nas condições dos cenários do contexto; geração

e desenvolvimento dos cenários exploratórios de demanda de energia; quantificação da demanda de energia (EPE, 2007).

É válido destacar que o principal objetivo dessas projeções é indicar, e não propriamente determinar, as perspectivas, sob a ótica do governo da expansão do setor de energia, dentro de uma visão holística. Tal visão permite extrair importantes elementos para o planejamento do setor de energia, com benefícios em termos de aumento de confiabilidade, redução de custos de produção e redução de impactos ambientais (EPE, 2021).

Ao fim, para estimar efetivamente o efeito nas emissões de GEE com a implementação das ações previstas no PlanMob-BH, foi utilizado o PREGEE como referência, visto que o documento avalia o cenário de redução para 11 ações propostas no plano de Belo Horizonte, que possuem metas claras e quantificáveis. O PREGEE calculou a projeção tendencial de consumo de combustível a partir do crescimento do PIB municipal, e a meta de redução de consumo de combustível para os anos de 2022, 2025 e 2030, a partir da implementação das ações e possível transferência de modal no município (que considera a redução do consumo para veículos individuais e aumento do consumo para veículos coletivos); a partir desses dados, foi possível obter a meta de consumo no cenário proposto. As ações analisadas no referido trabalho são:

- Promover a qualificação das centralidades do município, com diversidade de usos, incluindo habitação de interesse social nessas áreas;
- Promover o adensamento e a diversidade de usos de forma compatível com a disponibilidade de equipamentos urbanos, áreas verdes e com as infraestruturas e serviços de mobilidade urbana;
- Implementar Operações Urbanas de forma a incentivar o Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável.

Considerando a projeção tendencial de consumo de cada combustível calculada por este trabalho e a meta de consumação estabelecida no PREGEE a partir de cenários propostos pelo PlanMob-BH, foi calculada a diferença entre os dados, para verificar o efeito no consumo. Em seguida, utilizando a mesma Ferramenta de Cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol, foi calculado o efeito nas emissões de GEE. É de conhecimento que possuem metodologias mais precisas para quantificar as emissões de GEE, como a *Bottom-up*, na qual se considera a distância anual percorrida para cada tipo de veículo, além da quantidade de veículos, o fator de

emissão, a autonomia e o volume de combustível consumido; porém, devido a restrições de dados atualizados e pela maior dificuldade em projetar cenários futuros, foi adotada a metodologia descrita acima.

O trabalho buscou recalcular uma variável que, a princípio, já se tem no PREGEE, pois este considera uma metodologia mais complexa e que necessita de mais variáveis para ser reproduzida. Este trabalho adotou uma metodologia simplificada, sendo uma alternativa de cálculo realizada a partir de dados facilmente encontrados.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Síntese dos Planos de Mobilidade Urbana**

#### *5.1.1 Belo Horizonte*

A cidade de Belo Horizonte, capital de Minas Gerais, atualmente possui cerca de 2.530.701 habitantes, conforme estimativa do IBGE (2021). A frota de veículos é de 2.335.376, sendo 67% representado por automóveis (BRASIL, 2021). Se o ritmo médio de crescimento da frota veicular e da população se mantiverem, a cidade pode ter mais veículos do que pessoas em 2022 (CAMILO, 2019).

A Prefeitura de Belo Horizonte realizou a primeira versão do PlanMob-BH entre 2003 e 2010 em parceria com a Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS), tendo como horizonte o ano de 2020 (PBH, 2018). O relatório final do plano foi publicado em agosto de 2011, mesmo ano da promulgação da Lei nº 10.134, de 18 de março de 2011, que instituiu a Política Municipal de Mobilidade Urbana. Em 2013, ele foi formalmente estabelecido pelo Decreto nº 15.317, de 3 de setembro de 2013, que institui o Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte - PlanMob-BH - e estabelece as diretrizes para o acompanhamento e o monitoramento de sua implementação, avaliação e revisão periódica.

O Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte foi formulado devido a determinação do Estatuto da Cidade que estabelece que municípios com mais de 500 mil habitantes devem elaborar um Plano Diretor de Mobilidade e propõe listar intervenções físicas e operacionais e políticas públicas, que se aplicadas de forma abrangente e sistemática, podem maximizar o progresso da mobilidade urbana da cidade (HENRIQUES, 2016).

Em agosto de 2017 foi publicada a revisão do PlanMob-BH. Esse documento constitui um instrumento fundamental que visa fornecer aos gestores municipais e moradores de Belo Horizonte subsídios necessários para a compreensão do problema e dos maiores desafios para a construção de uma Mobilidade Urbana Sustentável, e possam desenvolver uma solução adequada. É proposto, ainda, apresentar brevemente o panorama da mobilidade urbana da cidade e as principais propostas para revisão do PlanMob-BH até 2030 (PBH, 2017).

A análise do Plano de Mobilidade de Belo Horizonte demandou, portanto, a leitura dos quatro documentos listados.

#### ***5.1.1.1 Lei nº 10.134, de 18 de março de 2011. Institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana***

Em 18 de março de 2011, através da lei nº 10.134, foi instituída a Política Municipal de Mobilidade Urbana em Belo Horizonte. A lei é constituída de 7 artigos e define mobilidade urbana como "o conjunto de deslocamentos de pessoas e bens, com base nos desejos e nas necessidades de acesso ao espaço urbano, mediante a utilização dos vários meios de transporte".

Como objetivo da Política Municipal de Mobilidade Urbana, tem-se “proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, priorizando os meios de transporte coletivos e não motorizados, de forma inclusiva e sustentável”. Quanto aos aspectos ambientais, o artigo 3º estabelece os princípios da lei, sendo um deles com foco na sustentabilidade ambiental nos deslocamentos urbanos.

A lei apresenta como diretrizes com relação direta com o meio ambiente o estímulo ao uso de combustíveis renováveis e menos poluentes; e o fomento a pesquisas a respeito da sustentabilidade ambiental e da acessibilidade no trânsito e no transporte. De forma indireta, tem-se a priorização de deslocamento a pé e outros meios de transportes não motorizados; e a criação de medidas de desestímulo à utilização do transporte individual por automóvel.

#### ***5.1.1.2 Decreto nº 15.317, de 02 de setembro de 2013. Institui o Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte - PlanMob-BH***

O PlanMob-BH foi formalmente instituído pelo Decreto nº 15.317, em 02 de setembro de 2013. O decreto é composto por 27 artigos, subdivididos em 4 capítulos, sendo eles: Disposições gerais; do Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte - PlanMob-BH, da Sistemática de Monitoramento, Avaliação e Revisão Periódicas do PlanMob-BH e Disposições Finais e Transitórias.

No primeiro capítulo é apresentada a finalidade do plano que é “orientar as ações do Município de Belo Horizonte no que se refere aos modos, serviços e infraestrutura viária e de transporte que garantem os deslocamentos de pessoas e cargas em seu território, com vistas a atender as necessidades atuais e futuras de mobilidade da população de Belo Horizonte”.

O decreto apresenta como objetivos estratégicos do PlanMob:

I - tornar o transporte coletivo mais atrativo do que o transporte individual, tendo como meta ampliar o percentual de viagens em modos de transporte coletivos em relação ao total de viagens em modos motorizados;

II - promover a melhoria contínua dos serviços, equipamentos e instalações relacionados à mobilidade;

III - promover a segurança no trânsito;

**IV - assegurar que as intervenções no sistema de mobilidade urbana contribuam para a melhoria da qualidade ambiental e estimulem o uso de modos não motorizados;**

V - tornar a mobilidade urbana um fator positivo para o ambiente de negócios da cidade;

VI - tornar a mobilidade urbana um fator de inclusão social (BELO HORIZONTE, 2013).

O decreto, ainda, estabelece que serão definidas metas de curto, médio e longo prazo para cumprimento desses objetivos estratégicos; e apresenta as estratégias que serão utilizadas com vistas a atingir tais objetivos, que são detalhados no PlanMob-BH.

#### **5.1.1.3 Relatório Final do PlanMob-BH**

O Relatório Final do Plano Diretor de Mobilidade Urbana possui 7 capítulos, que compreendem o diagnóstico e prognóstico da mobilidade urbana, seus objetivos estratégicos e instrumentos de planejamento, respectivamente o *Transit Oriented Development* (TOD), a implantação de uma rede de BRTs e medidas de desestímulo ao uso do automóvel (BOARETO, 2018).

O plano foi elaborado com base em diversos estudos e análises das condições atuais e futuras da mobilidade, tanto em Belo Horizonte quanto em outros municípios da região metropolitana. Sendo assim, o plano propõe elencar intervenções físicas e operacionais e políticas públicas, a serem aplicadas de forma integrada e sistemática, que maximizem a mobilidade urbana da cidade.

Para os objetivos estratégicos do plano, foram apresentadas estratégias associadas, que estão listadas na Tabela 5.1.

**Tabela 5.1 – Objetivos estratégicos do PlanMob-BH.**

<b>Objetivos estratégicos</b>	<b>Estratégias associadas</b>
Tornar o transporte coletivo mais atrativo frente ao transporte individual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantar rede estruturante do transporte coletivo, integrando sistemas de alta e média capacidade;</li> <li>• Ampliar as intervenções de prioridades ao transporte coletivo no sistema viário;</li> </ul>



Objetivos estratégicos	Estratégias associadas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modernizar os sistemas de informação sobre o transporte coletivo;</li> <li>• Ampliar a integração física, operacional e tarifária do transporte coletivo em Belo Horizonte e na RMBH;</li> <li>• Diversificar os modos de transporte coletivo;</li> <li>• Desestimular, onde necessário, o uso do automóvel de modo articulado à melhoria do transporte coletivo.</li> </ul>
Promover a segurança no trânsito para melhoria da saúde e garantia da vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assegurar espaços adequados e direitos preferenciais aos pedestres nas intervenções no sistema de mobilidade;</li> <li>• Priorizar iniciativas, projetos e investimentos que potencializem a segurança no trânsito.</li> </ul>
Assegurar que as intervenções no sistema de mobilidade urbana contribuam para a melhoria da qualidade ambiental e estimulem os modos não motorizados de transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorar a evolução tecnológica dos meios de transporte e induzir a adoção de tecnologias limpas ou menos poluentes pelos prestadores de serviços de transporte público;</li> <li>• Estimular o uso de transportes não motorizados, por meio do gerenciamento da demanda, da integração aos demais modos e da melhoria da oferta de infraestrutura e equipamentos.</li> </ul>
Tornar a mobilidade urbana um fator positivo para o ambiente de negócios da cidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regular os serviços de mobilidade no sentido de torná-los economicamente viáveis e de garantir a qualidade para os usuários e a modicidade das tarifas;</li> <li>• Adequar o planejamento, ordenamento e operação da logística urbana, atuando em cooperação com entidades públicas e privadas e em consonância com as políticas de uso e ocupação do solo, desenvolvimento econômico e gestão da mobilidade.</li> </ul>
Tornar a mobilidade urbana um fator de inclusão social.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover política tarifária do transporte coletivo com vistas a proporcionar maior inclusão social;</li> <li>• Garantir a cobertura espacial e temporal para atendimento aos usuários de transporte público.</li> </ul>

Fonte: PlanMob-BH (2011).

Na tabela da página 139 no PlanMob-BH é apresentada a correlação entre cada objetivo estratégico e respectivamente as componentes do sistema de mobilidade capazes de possibilitar o monitoramento da evolução de cada objetivo. Para tanto, são apresentados ainda os indicadores de acompanhamento de tais estratégias, sendo alguns deles, o Índice de Mobilidade em Modos Coletivos; Taxa de Motorização Geral e Concentrações atmosféricas (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, material particulado).

Considerando os objetivos e estratégias apresentados, é possível perceber que o Plano de Mobilidade de Belo Horizonte possui um enfoque na expansão do transporte público e na viabilidade dos meios de transporte não motorizado. Ainda, é previsto garantir conforto e segurança para os usuários, melhoria da qualidade ambiental, inclusão social e sustentabilidade econômica do sistema de transporte.

#### ***5.1.1.4 Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte - PlanMob 2030. Relatório síntese***

O PlanMob-BH passou por uma revisão técnica em 2016, com base nas contribuições coletadas na IV Conferência Municipal de Política e na participação da sociedade civil organizada por meio do Observatório da Mobilidade, que foi publicada em agosto de 2017. Desde então, o Plano passou a ter oito eixos, 23 programas, 175 medidas, metas claras para melhoria da mobilidade e diversos indicadores para acompanhar sua execução para a gestão da demanda e melhoria da oferta, distribuídos em três horizontes temporais.

É válido destacar a participação social no processo de revisão do PlanMob-BH, com o intuito de disseminar os problemas atuais e futuros, suas consequências e propostas de ações para os horizontes de curto, médio e longo prazo, além de receber contribuições da comunidade (PBH, 2017).

Dentre as principais alterações dessa revisão estão:

- Prazo das ações: no plano inicial estavam previstos dois marcos temporais: 2014, devido a Copa do Mundo e 2020. Na revisão as ações passam a ser trabalhadas em três prazos de curto, médio e longo prazo, sendo eles, 2020, 2025 e 2030, respectivamente;
- Adotou-se como meta de redução de emissão poluentes no PlanMob-BH 2030 a meta estabelecida pelo Plano de Redução de Gases de Efeito Estufa;
- Maior participação popular;
- Os custos de investimento foram recalculados, considerando cada eixo da mobilidade e o escopo preliminar de cada medida (para valorar o escopo das medidas, foram considerados os grandes itens: projeto, obras, manutenção, operacionalização, desapropriação).

O principal conceito estrutural do plano é a estratégia de gestão da demanda, na qual se pretende alterar as decisões do dia-a-dia quanto ao uso do transporte, resultando em uma matriz modal

mais sustentável baseada em modelos ativos e coletivos. O modo individual motorizado ainda será um componente do sistema de mobilidade, porém ele será projetado para complementar os demais meios de transporte, de forma a priorizar os meios mais sustentáveis (PBH, 2017).

### 5.1.2 *Manaus*

A cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, possui atualmente população estimada de 2.255.903 pessoas, área territorial de 11.401.092 km<sup>2</sup> e densidade demográfica de aproximadamente 158,06 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2021). Dentre os desafios enfrentados na mobilidade urbana no município estão a ausência de diversificação e integração dos meios de transporte (EM TEMPO, 2020).

Em Manaus, o PlanMob foi publicado em 2015 por meio da Lei municipal nº 2.075, de 29 de dezembro, que instituiu o Plano de Mobilidade Urbana em cumprimento às previsões determinadas na Política Nacional de Mobilidade Urbana. Essa lei, além de instituir o plano, também estabeleceu diretrizes para sua implementação, acompanhamento, monitoramento, avaliação e revisão periódica de suas proposições. Ainda, definiu os objetivos estratégicos, programas e instrumentos de gestão necessários à sua execução (DUTRA *et al.*, 2019).

#### **5.1.2.1 *Lei nº 2.075, de 29 de dezembro de 2015. Institui o Plano de Mobilidade Urbana de Manaus – PlanMobManaus***

Em 29 de dezembro de 2015, através da lei municipal nº 2.075, foi instituído o Plano de Mobilidade Urbana de Manaus. A lei possui 31 artigos que formam 4 capítulos. Dentre as diretrizes que orientam as ações do plano, está a redução dos impactos ambientais da mobilidade urbana, conforme inciso IX do artigo 6º da lei.

O artigo 8º da lei apresenta os 6 objetivos estratégicos contemplados no PlanMob-Manaus. É válido destacar o inciso IV, que possui relação direta com o meio ambiente: “assegurar que as intervenções no Sistema de Mobilidade Urbana contribuam para a melhoria da qualidade ambiental e estimulem o uso de modos não motorizados”.

Há outros objetivos estratégicos que beneficiam a qualidade ambiental e a qualidade de vida da população, que também merecem destaque

I - tornar o transporte coletivo mais atrativo do que o transporte motorizado, tendo como meta ampliar a participação das viagens em modos de transportes coletivos em relação ao total de viagens em modos motorizados;

II - promover a melhoria contínua dos serviços, equipamentos e instalações relacionadas à mobilidade;

III - promover a segurança no trânsito;

VI - tornar a mobilidade urbana um fator de inclusão social (MANAUS, 2015).

Observa-se nestes objetivos estratégicos o intuito de ampliar a participação do transporte público coletivo no conjunto de deslocamentos da população, a promoção da segurança, a melhoria da qualidade ambiental e a inclusão social (BOARETO, 2018). Os artigos 9º, 10º, 11º, 12º, 13º e 14º estabelecem estratégias com vistas a atingir tais objetivos.

O artigo 12º trata especificamente das estratégias para melhoria da qualidade ambiental e estímulo ao uso dos transportes não motorizados.

I - difusão, na sociedade, do conceito de mobilidade urbana sustentável, enfatizando a sua importância para o meio ambiente e qualidade de vida;

II - acompanhamento da evolução tecnológica dos meios de transporte e indução da adoção de tecnologias limpas ou menos poluentes pelos prestadores de serviços de transporte público;

III - atuação articulada com órgãos reguladores e gestores do meio ambiente, com vistas a reduzir as emissões veiculares e a poluição sonora e visual;

IV - garantia da valorização do espaço urbano nas intervenções de mobilidade, atuando em parceria com os demais órgãos e entidades públicos;

V - estímulo ao uso de transportes não motorizados, por meio do gerenciamento da demanda, da integração aos demais modos de transporte e da melhoria da oferta de equipamentos e infraestrutura, especialmente calçadas e ciclovias (MANAUS, 2015).

O capítulo III destaca a necessidade de acompanhamento, controle e revisão periódica do plano através de um conjunto de indicadores da prestação dos serviços e os processos de trabalho requeridos para o seu processamento. Há ainda o estabelecimento do Observatório da Mobilidade Urbana com o intuito de coletar e processar informações que servirão como subsídio às discussões na sociedade, de forma a fomentar a participação social.

#### **5.1.2.2 PlanMob-Manaus – Volumes I e II**

O PlanMob-Manaus é composto por 2 volumes, ambos de 9 capítulos. Ele possui como finalidade a orientação das ações do município no que se tange aos modos, serviços, infraestrutura viária e de transporte que garantam os deslocamentos de pessoas, cargas e serviços públicos em seu território, com vistas a atender às necessidades atuais e futuras de mobilidade para a população da cidade de Manaus.

O volume I é estruturado de forma a apresentar processo de elaboração, o diagnóstico, prognóstico e as propostas de intervenções. No diagnóstico do plano são identificados problemas relacionados à mobilidade urbana na cidade, como a ausência de condições adequadas para se andar a pé na cidade, deficiência de infraestrutura para os ciclistas, elevada emissão de poluentes locais e alto índice de acidentes no trânsito.

No prognóstico, as previsões do modelo de geração de viagens indicam que nos próximos vinte anos haverá um crescimento de 22% no fluxo de veículos, que representa um acréscimo de quase 20.000 veículos. Esse cenário mostra-se bastante impactante nas condições de circulação da cidade, sobretudo na hora pico da manhã. Como consequência de um maior fluxo de tráfego e a não ampliação da capacidade viária, ou outras medidas que a elevem, o prognóstico também prevê um aumento nos tempos de viagem e redução das velocidades.

As simulações indicam que a emissão de gases poluentes decorrentes da circulação de automóveis, é atualmente de 1.633 toneladas diárias. Em 2035 estas emissões passarão para 2.635 toneladas, representando um crescimento de 33%. Em valores monetários, o custo social das emissões é da ordem de R\$ 348 mil por dia, passando para R\$ 464 mil em 2035.

Na análise de prognóstico, bem como nas avaliações subsequentes das alternativas, foram calculados, além dos custos da mobilidade motorizada considerando a emissão de gases nocivos à saúde e de efeito estufa, os custos do tempo das pessoas de acidentes e de custos operacionais em geral. A confrontação destes indicadores com aqueles derivados da simulação das propostas, permitiu uma análise dos benefícios.

As propostas do plano são referentes à introdução de novos equipamentos de integração, além de corredores preferenciais para o transporte coletivo, que serão objeto da introdução dos BRTs, e que atualmente é uma solução muito utilizada no Brasil como de serviço de transporte coletivo por ônibus, mediante a articulação de um conjunto de componentes de infraestrutura, tecnologias, veículos e rede de serviços, que proporciona à população uma mobilidade rápida, confortável, segura e eficiente.

No plano, também é proposto de maneira intensiva a recuperação das calçadas e a implantação de uma malha cicloviária, com o intuito de favorecer o transporte ativo e desestimular o transporte individual motorizado. O transporte hidroviário é abordado como um objeto de atenção de futuros projetos de mobilidade no município, de modo a permitir a diversificação de transportes, integração entre os modos e uma maior acessibilidade da população.

O volume II apresenta a análise de modos de transporte coletivo de média capacidade. Os sistemas que se enquadram nesse conceito são os Metrô Leves, VLTs ou VLPs e os BRTs. As análises comparativas de alternativas tecnológicas consideraram o dimensionamento, investimento, custo operacional, avaliação financeira a valor presente.

Com o estudo de demanda e as simulações da rede de transporte coletivo realizadas no plano, observa-se que a soma do carregamento das linhas estruturais em 2035 nos dois principais eixos atingirá valores na ordem de 20 mil passageiros. Com o carregamento nessa ordem, a solução BRT é a que apresenta menores custos totais, de investimento e de custeio, dessa forma, sendo a opção mais viável.

O volume II também apresenta as informações do processo de participação social. Todo o processo desenvolvido, com o intuito de garantir espaço de debate e para coleta de contribuições para o PlanMob Manaus, envolveu 30 eventos, dos quais participaram 1.082 pessoas, resultando na obtenção de 251 sugestões.

Após consolidar as proposições formuladas no processo de participação social, obteve-se um conjunto de 63 sugestões, sendo que 50 delas já estavam contempladas no estudo apresentado nas audiências. As demais tratam de sugestões que devem ser estudadas para a inclusão de novos programas ou ações a serem desenvolvidos e incluídos no escopo do plano.

### *5.1.3 Salvador*

A cidade de Salvador, capital do estado da Bahia, possui atualmente população estimada em 2.900.319 habitantes, conforme estimativa do IBGE (2021), correspondendo hoje, à quarta cidade mais populosa do Brasil. Assim como outras grandes metrópoles brasileiras, Salvador se expandiu de forma desordenada e não foi projetada para comportar tal população.

Devido a esse crescimento acelerado da população, a cidade enfrenta grandes desafios no que tange a mobilidade urbana (PORTAL DO TRÂNSITO, 2019). Os últimos anos foram essenciais na tentativa de melhorar o fluxo do trânsito e as demais externalidades que envolvidas.

O Plano de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador – PlanMob Salvador – foi elaborado sob coordenação da Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana de Salvador (SEMOB), atendendo às determinações da Lei Federal nº 12.587/12. A Política Municipal de Mobilidade

Urbana Sustentável de Salvador foi instituída em 05 de julho de 2018, pela lei municipal nº 9.374 e o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável foi institucionalizado por meio do decreto 29.929, de 06 de julho de 2018.

A análise do Plano de Mobilidade de Salvador demandou, portanto, a leitura dos três documentos listados.

#### ***5.1.3.1 Lei nº 9.374, de 05 de julho de 2018. Institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador***

A lei municipal nº 9.374, de 05 de julho de 2018, institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador, institucionaliza as determinações do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador e dá outras providências. A lei é composta por 23 artigos divididos em 4 capítulos. Em seu artigo 2º estabelece que “a Política Municipal de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador tem por objetivo proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, priorizando os meios de transporte coletivos e não motorizados, de forma inclusiva e sustentável”.

O artigo 6º traz 12 diretrizes para o PlanMob Salvador dentre os quais merecem destaque

- I - assegurar a qualidade dos serviços, a segurança e a proteção dos usuários, em especial das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida e vulnerabilidade social;
- II - priorizar os deslocamentos a pé e valorizá-los nos planos e projetos;
- IV - priorizar a bicicleta, nos deslocamentos de curta e média distância, como meio de transporte;
- V - priorizar a circulação dos veículos do transporte público coletivo em relação ao transporte privado individual, no uso do sistema viário;
- VI - estimular o uso de combustíveis renováveis e menos poluentes, de forma a contribuir para a mitigação das mudanças climáticas;
- VII - estabelecer uma melhor articulação viária do território, como forma de reduzir a sobrecarga de fluxos desnecessários nas vias principais, visando à segurança viária, conforto e redução dos tempos de deslocamento;
- X - promover a coordenação e integração entre os diversos modos de transporte;
- XI - reduzir as externalidades negativas provocadas pela mobilidade urbana (SALVADOR, 2018);

A partir de tais diretrizes destacadas, observa-se a prioridade de estimular a transferência de modal do município, para modos de transporte público coletivo e não motorizados. As diretrizes sustentam-se também nos princípios de sustentabilidade, acessibilidade, segurança e eficiência.

O artigo 13º define as estratégias com vistas a atingir o objetivo estratégico de assegurar que as intervenções no sistema de mobilidade urbana contribuam para a melhoria da qualidade ambiental urbana e estimulem o uso de modos não motorizados. Dentre as estratégias, é válido ressaltar o acompanhamento da evolução tecnológica dos meios de transporte e indução da adoção de tecnologias limpas ou menos poluentes pelos gestores e prestadores de serviços de transporte público; a atuação articulada com órgãos reguladores e gestores do meio ambiente, com vistas a reduzir as emissões veiculares e a poluição sonora e visual; e o estímulo ao uso de transportes não motorizados, por meio do gerenciamento da demanda, da integração aos demais modos de transporte e da melhoria da oferta de equipamentos e infraestrutura, especialmente calçadas, equipamentos de circulação vertical e infraestrutura cicloviária.

O capítulo 3 prevê o acompanhamento e a revisão periódica do PlanMob Salvador, que inclui a avaliação do progresso de indicadores de desempenho a serem definidos, relacionados à situação dos modos, serviços e infraestrutura do transporte; ainda, serão avaliadas as tendências do sistema de mobilidade urbana, que deverá considerar horizontes de curto, médio e longo prazo; e analisadas novas tecnologias de mobilidade e dos seus impactos na cidade.

#### ***5.1.3.2 Decreto nº 29.929, de 06 de julho de 2018. Institui o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador - PlanMob Salvador***

Em 06 de julho de 2018, o Plano de Mobilidade Urbana de Salvador foi instituído por meio do decreto nº 29.929. O decreto possui 5 artigos e segue as determinações contidas na lei municipal nº 9.374/2018, sintetizada no item anterior. Nele, são destacadas a ampla participação social para elaboração do plano e as contribuições mais relevantes resultantes do processo de elaboração do PlanMob, como a atualização da base de dados da mobilidade de Salvador para o ano de 2017; e a proposta de criação de uma Rede Única Multimodal e Integrada de Transporte, através da integração dos diversos modais rodoviários, ferroviários, hidroviários, não-motorizados e verticais da Cidade.

O decreto também estabelece a finalidade do plano de orientar as ações do município, no que tange aos modos, serviços e infraestrutura viária e de transporte e que garantam os deslocamentos de pessoas e bens em seu território, além da gestão e operação do sistema de mobilidade; e define o ano horizonte de 2049, com revisões e atualizações periódicas em prazo não superior a 10 (dez) anos.



### **5.1.3.3 PlanMob Salvador – TOMO I e II**

O PlanMob Salvador foi elaborado em 2017 e é constituído por 2 volumes. O objetivo do plano é desenvolver projetos de políticas e ações para o sistema viário e o sistema de transporte em suas diferentes modalidades, capazes de possibilitar que os deslocamentos de pessoas e bens na cidade ocorram de forma sustentável, contribuindo para o seu desenvolvimento econômico e social, colocando cada modo de transporte na função mais apropriada às suas características.

O primeiro volume possui a caracterização do município e o prognóstico, já o segundo volume apresenta as propostas para o sistema de mobilidade de Salvador, os programas de ação e a viabilidade socioeconômica do plano. O PlanMob foi desenvolvido contemplando projeções para o ano horizonte 2049, tendo como horizontes intermediários os anos de 2025 (prazo de revisão do plano) e 2032.

No prognóstico do plano são identificados aspectos relacionados à circulação dos pedestres, como a deterioração das calçadas e precariedade na infraestrutura de pedestres; o aumento do número de acidentes nas calçadas pelas condições do passeio; o aumento de atropelamento de pedestres, e a exclusão de pessoas com mobilidade reduzida.

As propostas para o sistema de mobilidade de Salvador são subdivididas por modalidade de transporte, sendo elas: ativo – pedestres e bicicleta, coletivo e sistema viário; e também abordam as questões ligadas ao desenvolvimento urbano. A Figura 5.1 sintetiza os programas recomendados pelo PlanMob.

**Figura 5.1** – Síntese dos programas para implementação do PlanMob Salvador.

EIXO DO PROGRAMA		PROGRAMA
Transporte Ativo	Pedestres	Medidas associadas à gestão pública do setor de mobilidade a pé
		Requalificação de calçadas em eixos viários de acesso ao transporte coletivo
		Melhoria da microacessibilidade vertical e entre cumeadas
		Sinalização e semaforização específica para pedestres
	Bicicleta	Articulação dos agentes promotores da mobilidade por bicicleta
		Gestão da oferta de infraestrutura viária
		Indução da mobilidade cicloviária
		Promoção de intermodalidade
Transporte Coletivo	Políticas de Infraestrutura	Implantação da Rede Integrada Multimodal de Transporte Coletivo
		Projeto, construção, implantação e operação de dispositivos de transferência (Terminais de Transferência)
		Projeto, construção e manutenção dos dispositivos viários de tratamento do sistema de transporte coletivo (BRT, BRS e Faixas Exclusivas)
		Planejamento de adequação das linhas metropolitanas de transporte coletivo
	Políticas de Gestão	Implantação, administração, supervisão e operação do sistema de bilhetagem eletrônica com integração tarifária em âmbito multimodal
		Gestão integrada, monitoramento e fiscalização dos serviços de transporte coletivo em conformidade com as melhores práticas
		Planejamento e melhoria contínua dos componentes da rede
Sistema Viário	Infraestrutura do Espaço Público	Obras Viárias
		Trânsito
		Otimização do Espaço Utilizado para Estacionamento
		Ação Imediata para a Regulamentação de Estacionamento
		Sinalização de Tráfego
		Circulação de Cargas
		Segurança Viária
	Operação do Espaço Público	Acessibilidade Urbana
		Controle de Estacionamento
		Fiscalização e Controle de Circulação
		Gestão de Demanda
		Educação de Trânsito
Uso do Solo	Adensamento, Polos Geradores de Viagens e Habitação de Interesse Social	Programa de Ordenamento Territorial e Mobilidade
		TUL - Transformação Urbana Localizada
		Centralidades de Salvador

Fonte: PLANMOB SALVADOR (2018).

Observa-se em tais programas o enfoque em promover o incentivo ao transporte ativo, a estruturação do sistema de transporte público coletivo e a implementação de medidas para otimizar a circulação, segurança, acessibilidade e educação no trânsito.

## 5.2 Análise dos planos de mobilidade urbana

### 5.2.1 Análise inicial da abordagem ambiental dos PlanMobs

Para identificar os aspectos ambientais dos planos, foi realizada uma análise inicial que busca identificar a existência de problemas ambientais e respectivas soluções, além de resultados ambientais atribuídos aos projetos implementados e metas ambientais. Na análise, foi possível perceber que, de maneira geral, os planos e os documentos relacionados abordam a necessidade em promover a melhoria da qualidade ambiental urbana, a partir da adoção de tecnologias limpas ou menos poluentes e redução das emissões veiculares. Porém, ao analisar as propostas e programas, observa-se que essa melhoria ambiental está relacionada principalmente à transferência de modal para modos de transporte público coletivo e não motorizados, a partir do desestímulo à utilização do transporte individual motorizado.

Os problemas ambientais identificados nos planos são:

- Belo Horizonte: Poluição atmosférica e sonora; degradação da paisagem; aumento no consumo de combustíveis (Relatório síntese 2030 - página 24)
- Manaus: Elevada emissão de poluentes (PlanMob Manaus - Volume I - página 13)
- Salvador: Problemas de drenagem em algumas zonas do município (PlanMob Salvador - TOMO I - página 48)

Para solucionar tais problemas citados, o PlanMob-BH 2030 espera reduzir a tendência de aumento de emissões de gases de efeito estufa. As ações visando esta redução compreendem, principalmente, estipular padrões de emissões de poluentes para acessar e circular em locais e horários determinados, fiscalizar as emissões da frota circulante de veículos movidos a diesel, prospectar e promover a substituição gradativa da frota de transporte público por veículos com menor potencial de emissão de gases de efeito estufa, além de acompanhar a política ambiental e garantir sua articulação com as ações de mobilidade.

O Plano de Mobilidade Urbana de Manaus apresenta soluções indiretas para o problema de elevada emissão de poluentes pelo setor de transportes, como propostas para desestímulo à utilização do transporte individual motorizado e transferência de modal para modos não motorizados e coletivos de transporte. Dessa forma, a redução de gases de efeito estufa não é citada com ênfase, mas aparece como um item de monitoramento de implementação do plano. A ênfase é a promoção da qualidade ambiental como um todo (BOARETO, 2018). Porém,

mesmo que indiretamente, com a implementação do plano, espera-se uma redução mínima de 323 toneladas diárias lançadas na atmosfera pelos automóveis e ônibus em 2030.

Para os problemas de drenagem em algumas zonas do município de Salvador, são propostos os programas “Eu Curto Meu Passeio” e “Degrau Legal”, visando a melhoria das condições de mobilidade aos pedestres e obras de recuperação da rede de drenagem pluvial. Além disso, mesmo sem o objetivo primário de redução de poluentes atmosféricos, espera-se a redução dos custos com emissão de gases como sintetizado no gráfico da página 750 (PlanMob Salvador - TOMO II) através de medidas para desestímulo à utilização do transporte individual motorizado e utilização do transporte ativo (não motorizado) como prioritário na definição das políticas públicas.

Apenas na revisão do Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte é possível identificar metas ambientais diretas. O PlanMob-BH prevê a redução de 20% da tendência de crescimento das emissões até 2030, em relação ao ano base 2007. Os demais planos apresentam apenas metas de implantação de infraestrutura, que estão condicionadas à disponibilidade de recursos financeiros e podem não se efetivar.

### 5.2.2 *Análise do potencial dos PlanMobs em promover o desenvolvimento sustentável dos municípios*

Para a identificação do potencial dos PlanMobs em promover o desenvolvimento sustentável foi organizada uma lista de 36 itens, subdividida em aspectos relacionados à sustentabilidade ambiental, social e econômica dos sistemas de transporte (Apêndice A). A síntese da análise pode ser observada na Tabela 5.2 abaixo.

**Tabela 5.2** – Itens presentes nos planos de mobilidade urbana no que tange à mobilidade urbana sustentável.

ANÁLISE PLANMOBS		Belo Horizonte	Manaus	Salvador
Sustentabilidade ambiental dos sistemas de transportes	Desestímulo à utilização do transporte individual motorizado	x	x	x
	Mudança de viagens para modos de transporte público coletivo e para os não motorizados	x	x	x
	Inovações tecnológicas nos veículos	x	x	x
	Uso de energias limpas/renováveis	x	x	x

<b>ANÁLISE PLANMOBS</b>		<b>Belo Horizonte</b>	<b>Manaus</b>	<b>Salvador</b>
	Programas e sistemas de controle, monitoramento e fiscalização de emissão de poluentes e ruídos em veículos automotores	x		
	Transferência de modal para transportes de baixa emissão de carbono	x	x	x
	Redução de poluentes locais/Melhoria da qualidade do ar	x	x	x
	Redução de resíduos			
	Redução de ruídos	x	x	x
	Redução de vibração			
	Redução de poluição visual	x	x	x
	Redução de emissões líquidas			
	Redução ou compensação de emissões de GEE	x	x	x
	Desenvolvimento Orientado pelo Transporte (TOD)	x		
	Monitoramento do plano	x	x	x
Sustentabilidade econômica dos sistemas de transportes	Balanceamento oferta/demanda	x	x	x
	Modelos de financiamento viáveis	x	x	x
	Cobertura dos custos	x		
	Cálculo dos custos de implantação	x	x	x
	Cálculo dos custos operacionais		x	x
	Cálculo dos custos com acidentes		x	x
	Cálculo do custo do tempo	x	x	x
	Cálculo do custo das emissões		x	x
	Mitigação de custos sociais, ambientais e econômicos	x	x	x
	Cálculo da relação Benefício/Custo (B/C)	x		
	Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR)	x		x
Cálculo do Valor Presente Líquido (VPL)	x		x	
Sustentabilidade social dos sistemas de transportes	Tarifa de transporte público inclusiva	x	x	x
	Acessibilidade universal ao transporte público	x	x	x
	Redução de acidentes/vítimas do trânsito (circulação calma)	x	x	x
	Melhoria da qualidade do transporte público	x	x	x
	Promoção de segurança viária	x	x	x
	Diminuição do tempo de deslocamento	x	x	x
	Diversificação de modos de transporte	x	x	
	Integração entre modos de transporte	x	x	x

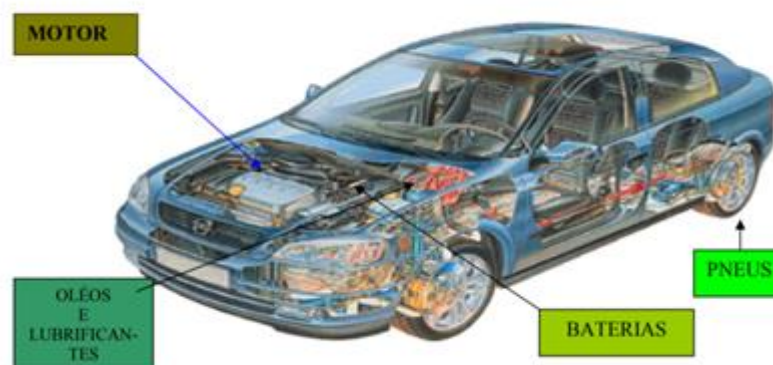
ANÁLISE PLANMOBS		Belo Horizonte	Manaus	Salvador
	Acessibilidade para portadores de deficiência física	x	x	x
	Participação na tomada de decisão	x	x	x

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Observa-se a partir da análise da tabela que em linhas gerais, a maior parte dos indicadores selecionados foram abordados pelos planos ou legislações relacionadas. Na análise da sustentabilidade ambiental dos sistemas de transportes, é possível perceber que alguns aspectos foram desconsiderados por todos os PlanMobs, como a redução de resíduos, vibração e emissões líquidas.

A geração de resíduos deve ser considerada ao se tratar de mobilidade urbana sustentável, haja vista que a poluição das vias quando indivíduos descartam erroneamente seus resíduos nas ruas e calçadas é um problema recorrente, desde as pequenas até as grandes cidades. Além disso, cabe destacar os componentes de um veículo automotor que possuem maior probabilidade de causar impactos ambientais (Figura 5.2). A maior parte desses resíduos, por serem considerados perigosos, exigem um maior cuidado ao serem descartados. Uma boa alternativa para esses componentes automotivos é a reciclagem, que evita uma possível contaminação dos solos e águas subterrâneas. A indústria de reciclagem automotiva é considerada, atualmente, a 16ª maior dos Estados Unidos, perfazendo o montante de aproximadamente 25 milhões de dólares por ano (MARDEL, 2008).

**Figura 5.2** – Componentes de um veículo automotor de maior periculosidade ambiental



Fonte: Modificado de GENERAL MOTORS (2006).

A energia vibratória gerada pelo tráfego de veículos é uma fonte de poluição pouco estudada no Brasil (BRITO *et al.*, 2013), sendo, muitas vezes, subestimada. Dentre os efeitos causados pela vibração, pode-se citar desde o incômodo à população, até danos estruturais em edificações. A forma mais eficaz de atenuar a energia vibratória é aumentar a distância entre o receptor e a fonte, o que geralmente é obtido por meio das leis de zoneamento urbano e da definição de faixa de servidão para ferrovias e rodovias (BRITO *et al.*, 2013).

A redução de emissões líquidas de GEE, ao mais próximo possível de zero, é necessária para evitar os piores impactos nas mudanças climáticas que já estão ocorrendo. Quando todas as emissões de gases de efeito estufa ainda causadas pelo homem forem equilibradas com a remoção de gases da atmosfera (um processo chamado remoção de carbono), alcançaremos zero emissões líquidas (WRI BRASIL, 2019). Apesar de não estar mencionados nos Planos de Mobilidade Urbana, recentemente os governos de Belo Horizonte, Manaus e Salvador aderiram à campanha *Race to Zero* é esperado que adequem suas leis e estabeleçam medidas de modo a zerar suas emissões líquidas de GEE até o ano de 2050 (ICLEI, 2021).

Apenas o PlanMob-BH aborda o Desenvolvimento Orientado pelo Transporte (TOD), cujo foco principal são os transportes não motorizados e o transporte coletivo. A política pública baseia-se em se obter desenvolvimento em torno da rede de transporte coletivo. O conceito TOD envolve a promoção de políticas de promoção de uma maior densidade de residências, empregos, comércios e serviços junto à rede de transportes coletivos, de forma a fornecer acesso fácil ao sistema e um serviço de qualidade. O suporte fornecido pelo TOD para que se atinjam as metas e políticas estabelecidas para o PlanMob-BH está apresentado na Tabela 5.3.

**Tabela 5.3** – Relação entre Metas do PlanMob-BH e TOD.

<b>Principais metas do PlanMob-BH</b>	<b>Elementos-chave do TOD</b>
Acessibilidade	Prioridade para modos coletivos e não motorizados
Segurança	Maior concentração e movimentação de pedestres
Eficiência	Maior densidade de usuários no entorno dos corredores
Qualidade de vida	Maior acessibilidade, menos poluição, mais saúde para a população
Dinamismo econômico	Usos mistos nas proximidades da rede de transporte coletivo
Ação integrada	Uso do solo conectado com transporte
Inclusão social	Melhoria da acessibilidade à população de baixa renda

Fonte: PlanMob-BH (2011).

Quanto à análise da sustentabilidade econômica dos sistemas de transportes, observa-se na Tabela 5.3 que alguns indicadores foram abordados por todos os planos, como o balanceamento da oferta e demanda, realizada, em linhas gerais, a partir de pesquisa de origem e destino; a busca por modelos de financiamento viáveis, para captar recursos para viabilizar economicamente a execução das propostas; o cálculo da redução do custo do tempo perdido em congestionamento; e a mitigação dos custos sociais, ambientais e econômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades.

Os três planos também calcularam os custos estimados para a implantação das intervenções propostas, que se referem à aplicação de recursos financeiros na cidade, independentemente da fonte dos recursos; assim, tem como objetivo estimar a ordem de grandeza dos valores das propostas. Para isso, foram estimados os custos unitários por categoria de implantação de infraestruturas nas respectivas tipologias da mobilidade. A Tabela 5.4 sintetiza a avaliação econômica dos PlanMobs, utilizando como indicadores os custos totais estimados de investimento, a relação Benefício/Custo, o Valor Presente Líquido e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

**Tabela 5.4** – Avaliação econômica de cada PlanMob.

Cidade	Ano referência	Custo de Investimento [milhões R\$]	Relação B/C	VPL [milhões R\$]	TIR [%]
Belo Horizonte	2030	22.000,00	4,31	1.917,13	42,54
Manaus	2035	2.700,00	-	-	-
Salvador	2049	14.319,70	-	1.247,00	7,2

Fonte: PlanMobs Belo Horizonte, Manaus e Salvador.

A relação do Benefício/Custo foi calculada apenas pelo PlanMob-BH. Com a implantação integral das intervenções, a relação é em torno de 4,31, nesse cenário há lucro com o investimento, pois a cada R\$ 1 investido é obtido retorno de R\$ 4,31. O VPL e o TIR foram calculados apenas pelos Planos de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte e Salvador, dessa forma, considerando esses indicadores de viabilidade econômica, o plano de Belo Horizonte é mais viável, porém ambos os projetos são vantajosos.

Quanto à análise da sustentabilidade social dos sistemas de transportes, percebe-se que todos os planos contemplam princípios de acessibilidade universal, inclusão social, melhoria do transporte público e segurança viária. Também é pretendido pelos planos a diminuição dos



tempos de deslocamento e a integração dos modos de transporte, de modo a melhorar a qualidade de vida da população.

Porém, conforme detalhamento da análise no Apêndice A, observa-se que vários desses indicadores, apesar de estarem citados nas legislações relacionadas aos planos, seja como objetivo ou diretriz, não contem um detalhamento nos respectivos PlanMobs que especifique as medidas e planos necessários para atingi-los, como a redução de ruídos e a poluição visual.

### *5.2.3 Análise das diferenças e similaridades dos planos*

Após análise e avaliação dos Planos de Mobilidade Urbana, foi possível identificar suas peculiaridades e os pontos em comum. O primeiro aspecto que chama a atenção na análise é que dentre as três cidades, o plano de Manaus foi instituído por meio de uma lei municipal, já os de Belo Horizonte e Salvador foram institucionalizados por meio da elaboração de um decreto municipal que regulamentou uma lei municipal anterior, processo que é de total responsabilidade do Poder Executivo.

Cabe destacar ainda o período de elaboração dos planos. O Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte demandou 29 meses de trabalho e o de Manaus em torno de 35 meses. Todo o processo envolveu a contratação de empresa de consultoria e a realização de vários estudos para levantamento de dados, além de pesquisas de campo. Já o processo de elaboração do PlanMob de Salvador teve início em março de 2017 e o relatório final foi apresentado na última das 3 audiências públicas, realizada em dezembro de 2017, dessa forma, todo o processo de elaboração do plano demandou 9 meses.

Outro ponto que se destaca são os anos horizontes e os prazos estabelecidos para revisão. A cidade de Belo Horizonte tinha inicialmente dois marcos temporais previstos: 2014 e 2020. Na revisão do plano as ações passam a ser trabalhadas em três prazos de curto, médio e longo prazo, sendo eles, 2020, 2025 e 2030, respectivamente. Manaus utilizou como anos horizonte do estudo do prognóstico os anos 2020, 2025, 2030 e 2035, com prazo estabelecido para revisão de 5 anos a partir da sua instituição, dessa forma, já deveria ter sido realizada. Já o PlanMob de Salvador foi desenvolvido contemplando projeções para o ano horizonte 2049, tendo como horizontes intermediários os anos de 2025 (prazo de revisão do plano) e 2032.

É válido destacar também que apesar de os municípios se localizarem em regiões brasileiras diferentes e em ambientes culturais distintos, o conteúdo dos PlanMobs é similar e segue as

diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana e o conteúdo mínimo estabelecido na legislação: diagnóstico e prognóstico da mobilidade urbana; objetivos, metas (de curto, médio e longo prazo) e ações estratégicas.

O objetivo de todos os planos, em linhas gerais, é a orientação das ações do município no que se tange aos modos, serviços, infraestrutura viária e de transporte que garantam os deslocamentos de pessoas, cargas e serviços públicos em seu território e a qualificação da mobilidade urbana; e a efetivação dos princípios, diretrizes e objetivos da Política Nacional de Mobilidade Urbana.

As propostas, em geral, se baseiam em promover a transferência de modal a partir do desestímulo ao transporte individual, tornando o transporte coletivo mais atrativo e incentivando o transporte ativo composto pelos deslocamentos a pé e pelo transporte cicloviário. Todos os planos consideram os sistemas do tipo BRT altamente viáveis, uma vez que garantem capacidades de transporte comparáveis aos sistemas sobre trilhos e exigem custos de investimento da ordem de 10 a 15% daqueles.

Também é tratado por todos os planos a necessidade de integrar os modos de transporte, segundo os aspectos físicos, operacionais e tarifários, garantindo conforto, acessibilidade aos usuários e diminuição dos tempos de deslocamento. Quanto à questão estrutural, aborda-se a requalificação das calçadas, especialmente nos PlanMobs de Manaus e Salvador, de modo a melhorar segurança, conforto ao caminhar e acessibilidade.

Dentre as poucas especificidades que podem ser citadas são o incentivo ao transporte hidroviário nos planos de Manaus e Salvador, por serem cidades que possuem o potencial para o transporte fluvial e marítimo, respectivamente; nos PlanMobs de Belo Horizonte e Salvador é mencionada a ampliação do metrô, enquanto no de Manaus, é tratada sua implantação.

No âmbito ambiental, o PlanMob-BH é o único que estabelece metas claras de redução de gases de efeito estufa. A meta estabelecida para Belo Horizonte é reduzir em 20% a tendência de crescimento das emissões até 2030 em relação ao ano base 2007, o que significa trazer a taxa de emissões de 1,31 para 1,05 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por habitante/ano. Para atingir tal objetivo, são propostas medidas de estipulação de padrões de emissões de poluentes para acessar e circular em locais e horários determinados, fiscalização das emissões da frota circulante de veículos movidos a diesel, prospecção e promoção da substituição gradativa da frota de transporte público por veículos com menor potencial de emissão de gases de efeito

estufa, além de acompanhamento da política ambiental e garantia de sua articulação com as ações de mobilidade.

#### 5.2.4 Estimativa do efeito nas emissões de CO<sub>2</sub> equivalente de cenários propostos pelo PlanMob-BH comparado ao cenário tendencial de emissões

##### 5.2.4.1 Projeção de consumo de combustível em Belo Horizonte – Cenário tendencial

As vendas anuais de combustível entre 2010 e 2019 no Brasil e em Belo Horizonte estão apresentadas na Tabela 5.5.

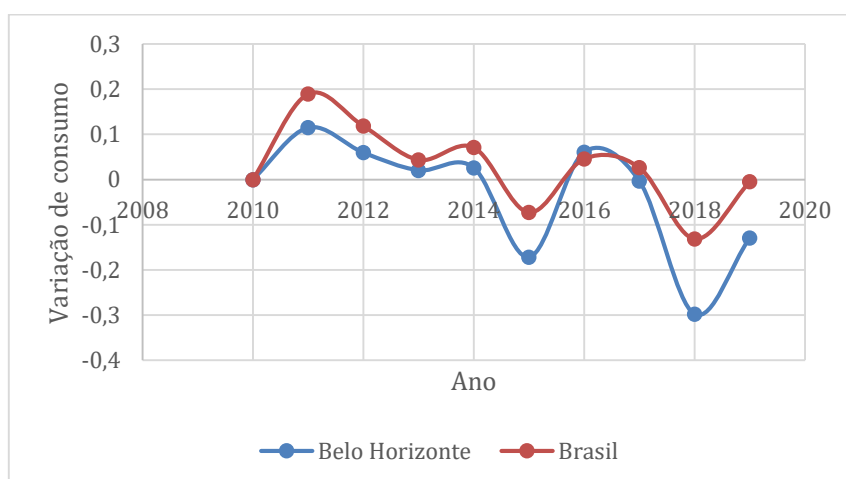
**Tabela 5.5** – Venda anual de combustível em Belo Horizonte e no Brasil.

Venda anual por tipo de combustível (L)						
Belo Horizonte			Brasil			
Ano	Gasolina	Óleo diesel	Etanol hidratado	Gasolina	Óleo diesel	Etanol hidratado
2010	723.389.258	287.301.303	172.728.615	29.843.664.982	49.239.039.243	15.074.300.487
2011	806.443.622	297.635.836	94.195.950	35.491.255.695	52.266.727.083	10.899.220.535
2012	854.669.815	264.141.394	80.515.222	39.697.714.725	55.900.363.670	9.850.180.304
2013	872.265.143	281.690.735	107.859.857	41.426.236.592	58.572.495.084	11.754.962.962
2014	895.087.689	259.832.181	107.979.530	44.364.246.808	60.031.617.589	12.994.115.490
2015	741.149.350	240.604.639	252.715.615	41.137.401.570	57.211.832.373	17.862.739.505
2016	786.302.162	238.424.673	247.598.475	43.019.081.878	54.278.570.073	14.585.844.176
2017	783.614.431	287.872.517	268.884.302	44.149.532.013	60.561.683.617	13.641.774.311
2018	550.095.405	343.019.253	475.294.065	38.351.779.262	55.629.467.172	19.384.719.173
2019	479.153.021	337.803.248	636.245.687	38.165.036.770	57.298.447.724	22.544.050.095

Fonte: ANP (2021)

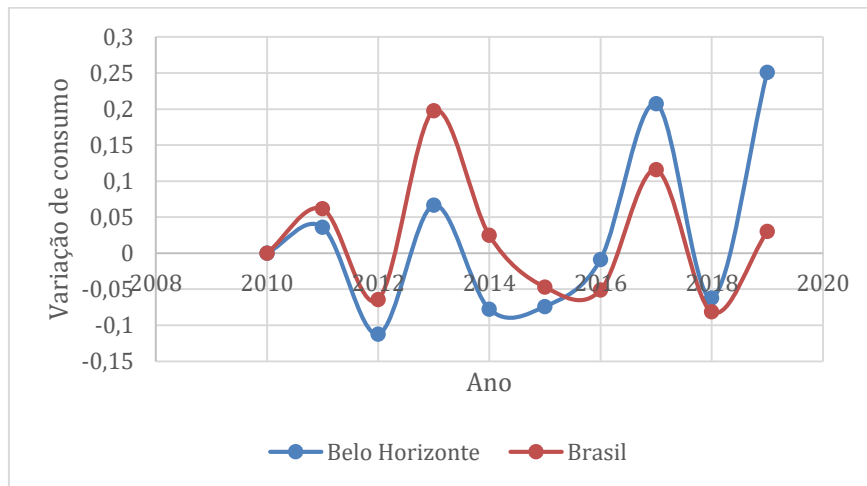
Os gráficos dos índices de variação de consumo de cada combustível estão apresentados nas Figuras 5.3, 5.4 e 5.5. O coeficiente de correlação de Pearson para os combustíveis gasolina, óleo diesel e etanol hidratado foram, 0,91; 0,72; e 0,83, respectivamente.

**Figura 5.3** – Índice de variação de consumo de gasolina no Brasil e em Belo Horizonte.



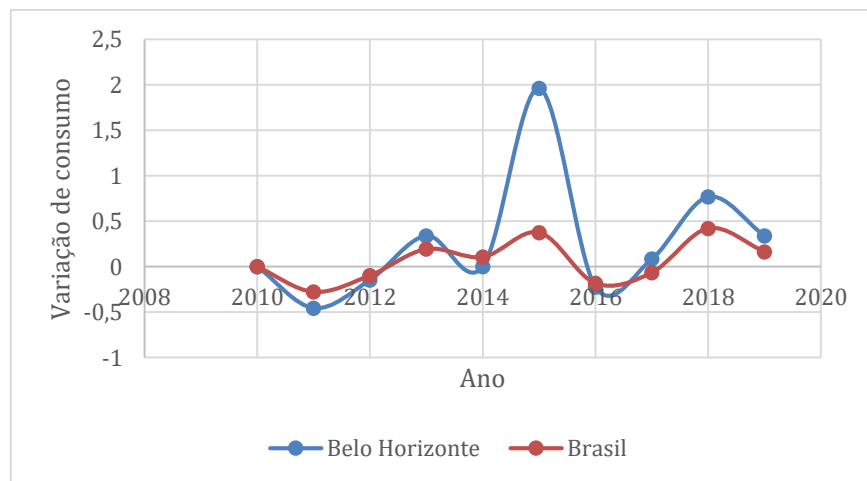
Fonte: ANP (2021) - Trabalhados pela autora.

**Figura 5.4** – Índice de variação de consumo de óleo diesel no Brasil e em Belo Horizonte.



Fonte: ANP (2021) - Trabalhados pela autora.

**Figura 5.5** – Índice de variação de consumo de etanol hidratado no Brasil e em Belo Horizonte.



Fonte: ANP (2021) - Trabalhados pela autora.

Considerando a elevada correlação entre os índices de variação de consumo de combustível do Brasil e Belo Horizonte, foi adotada a projeção de consumo calculada pela EPE em nível nacional. A variação percentual anual e a respectiva projeção encontram-se na Tabela 5.6. Conseqüentemente, é esperado que a demanda total de energia do setor de transportes aumente, em média, 1,9% ao ano entre 2019 e 2030. Em 2030, é previsto também que a gasolina C represente 25% da demanda energética total, enquanto em 2019 representava 32% da demanda; o óleo diesel passará de 34% para 35%; e o etanol hidratado passará de 14,1% para 16,3% (EPE, 2021). Cabe destacar ainda a demanda de eletricidade no setor, que apesar da elevada taxa de crescimento (2,5% a.a.), representará apenas 0,2% da demanda em 2030 (EPE, 2021).

Ressalta-se que o índice de variação da demanda de gasolina C não foi fornecido abertamente como os do óleo diesel e etanol hidratado, foi necessário calculá-lo a partir do dado fornecido de demanda em toneladas equivalentes de petróleo (tep), que recuará de 27 mil tep em 2019 para 24 mil tep em 2025; e aumentará para 26 mil tep em 2030.

**Tabela 5.6** – Projeção tendencial de consumo por tipo de combustível em Belo Horizonte.

Ano	Gasolina C		Óleo diesel		Etanol hidratado	
	Índice de variação (% a.a.)	Projeção (L)	Índice de variação (% a.a.)	Projeção (L)	Índice de variação (% a.a.)	Projeção (L)
2020	-1,9	470.049.114	+2,8	347.261.739	+3,1	655.969.303
2021	-1,9	461.118.180	+2,8	356.985.068	+3,1	676.304.352
2022	-1,9	452.356.935	+2,8	366.980.650	+3,1	697.269.787
2023	-1,9	443.762.153	+2,8	377.256.108	+3,1	718.885.150
2024	-1,9	435.330.672	+2,8	387.819.279	+3,1	741.170.590
2025	-1,9	427.059.390	+2,8	398.678.219	+3,1	764.146.878
2026	+1,56	433.721.516	+2,8	409.841.209	+3,1	787.835.431
2027	+1,56	440.487.572	+2,8	421.316.762	+3,1	812.258.329
2028	+1,56	447.359.178	+2,8	433.113.632	+3,1	837.438.338
2029	+1,56	454.337.981	+2,8	445.240.814	+3,1	863.398.926
2030	+1,56	461.425.653	+2,8	457.707.556	+3,1	890.164.293

Fonte: EPE (2021) - Trabalhos pela autora.

#### **5.2.4.2 Cálculo do efeito na emissão de GEE a partir da implementação de ações propostas no PlanMob-BH**

As metas estabelecidas no PlanMob-BH que são objeto de estudo do presente trabalho estão no subgrupo de linhas de ação: Centralidades, Adensamento e Operações Urbanas, e favorecem a construção de uma cidade mais inclusiva e mais sustentável e partem do princípio do ODS-11: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Em relação à mobilidade urbana, as orientações de descentralização da economia e sua mistura com usos residenciais, adensamento de corredores de transporte dentro dos princípios de Desenvolvimento Orientado pelo Transporte (TOD) e a previsão de operações em consórcio simplificado indicam que deve haver a longo prazo uma redução significativa no número de viagens motorizadas e de sua extensão, além de um aumento da mobilidade ativa, com a consequente redução das emissões de gases com efeito de estufa (WAY CARBON, 2020).

A partir da implementação dessas ações, é esperado, portanto, uma transferência de modal significativa. A meta da participação modal a ser alcançada com as medidas propostas no PlanMob para Belo Horizonte é apresentada na Tabela 5.7.

**Tabela 5.7** – Meta da participação modal a ser alcançada com as medidas propostas no PlanMob-BH.

<b>Modo</b>	<b>2012</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
A pé	34,84%	36%	37%	38%
Ônibus coletivo	20,86%	21%	22%	19%
Moto	4%	3,8%	3,7%	4%
Metrô	1,75%	1,8%	3%	8%
Ônibus fretado	1,04%	1%	1%	1%
Automóvel	31,45%	29%	24,2%	19%
Bicicleta	0,42%	2%	4%	6%
Escolar	4,43%	4,2%	4%	4%
Táxi	1,20%	1,2%	1,1%	1%
Total	100%	100%	100%	100%

Fonte: Dados obtidos com a BHTrans (2020).

A partir dessa transferência de modal, o Plano de Redução de Gases de Efeito Estufa calcula o consumo de combustível associado aos respectivos modos de transporte para o cenário tendencial e o cenário de alcance das metas de mudança modal, e avalia os efeitos de tais medidas. A meta considera a redução de consumo de combustível para modos individuais de transporte e o acréscimo de consumo para modos coletivos, cuja síntese dos resultados encontra-se na Tabela 5.8. Consequentemente, também calcula a meta de consumo de combustível associada a essas medidas propostas, que foi obtida com base no cenário tendencial calculado pelo plano e subtraído a meta de redução de combustível (Tabela 5.9).

**Tabela 5.8** – Meta de redução de combustível a partir da mudança de modal prevista no PlanMob-BH.

<b>Ano</b>	<b>Gasolina C (L)</b>	<b>Óleo diesel (L)</b>	<b>Etanol hidratado (L)</b>
2022	168.104.375	6.146.126	57.438.640
2025	410.813.380	9.262.435	140.367.162
2030	609.485.152	29.065.813	208.244.033

Fonte: WAY CARBON (2020)

**Tabela 5.9** – Meta de consumo de combustível a partir da mudança de modal prevista no PlanMob-BH.

<b>Ano</b>	<b>Gasolina C (L)</b>	<b>Óleo diesel (L)</b>	<b>Etanol hidratado (L)</b>
2022	649.841.553	221.820.837	222.052.630
2025	474.967.141	237.610.480	162.302.790
2030	402.083.457	252.864.077	137.407.531

Fonte: WAY CARBON (2020)

Ao comparar a projeção tendencial de consumo de combustível calculada (Tabela 5.6) com a meta de consumo em Belo Horizonte apresentada no PREGEE são obtidos os seguintes efeitos apresentados na Tabela 5.10.

**Tabela 5.10** – Estimativa da diferença de consumo de combustível entre o cenário tendencial calculado e o cenário de alcance das metas de mudança modal.

Ano	Gasolina C (L)	Óleo diesel (L)	Etanol hidratado (L)
2022	- 197.484.618	145.159.812	475.217.157
2025	- 47.907.751	161.067.738	601.844.088
2030	59.342.192	204.842.479	752.756.762

Fonte: EPE (2021); WAY CARBON (2020) - Trabalhados pela autora.

Considerando os valores da tabela acima, observa-se que a estimativa apresentada no Plano de Redução de Gases de Efeito Estufa para o cenário tendencial, possivelmente não considerou a queda do consumo de gasolina C e a alta demanda de etanol hidratado nos últimos anos, haja vista que apesar da revisão do PREGEE em 2020, as projeções não foram atualizadas e consideram o cenário de 2017, ano da última revisão do PlanMob-BH.

A projeção tendencial de consumo de combustíveis do PREGEE considerou as projeções de crescimento da economia nacional da época (PIB nacional) como base para uma análise da dinâmica local (PIB local), e logo após, se associou às estimativas de emissões dos setores econômicos, como o setor de transporte, e utilizando o fator de emissão de cada combustível, foi estimado o consumo de cada um. Dessa forma, a projeção realizada não considerou a queda do PIB nos anos posteriores, fato que pode explicar os resultados obtidos.

No entanto, foi calculado o efeito nas emissões para esse cenário obtido (Tabela 5.13), considerando a projeção de consumo tendencial calculada (Tabela 5.11) e o cenário de alcance de metas apresentado no PREGEE (Tabela 5.12)

**Tabela 5.11** – Emissões de GEE para a frota futura – Cenário tendencial.

Emissões de GEE por combustível (t CO <sub>2e</sub> )				
Ano	Gasolina C	Óleo diesel	Etanol hidratado	Total
2022	763.721,64	871.804,54	9.355,88	1.644.882,07
2025	721.011,38	947.105,74	10.253,23	1.678.370,38
2030	779.032,51	1.087.336,69	11.944,12	1.878.313,35

Fonte: EPE (2021) - Trabalhados pela autora.

**Tabela 5.12** – Emissões de GEE para a frota futura – Cenário de alcance das metas de mudança de modal (meta de consumo).

Emissões de GEE por combustível (t CO <sub>2e</sub> )				
Ano	Gasolina C	Óleo diesel	Etanol hidratado	Total
2022	1.097.138,16	526.960,79	2.979,47	1.627.078,42
2025	801.894,82	564.470,89	2.177,76	1.368.543,53
2030	678.844,10	600.707,56	1.843,56	1.281.395,29

Fonte: WAY CARBON (2020).

**Tabela 5.13** – Estimativa dos efeitos nas emissões de GEE para a frota futura – Cenário tendencial subtraído do cenário de alcance das metas de mudança de modal.

<b>Emissões de GEE por combustível (t CO<sub>2e</sub>)</b>				
<b>Ano</b>	<b>Gasolina C</b>	<b>Óleo diesel</b>	<b>Etanol hidratado</b>	<b>Total</b>
2022	+ 333.416,52	- 344.843,75	- 6.376,41	- 17.803,64
2025	+ 80.883,44	- 382.634,85	- 8.075,47	- 309.826,88
2030	- 100.188,40	- 486.626,76	- 10.106,40	- 596.921,56

Fonte: EPE (2021); WAY CARBON (2020) - Trabalhados pela autora.

Ressalta-se que o sinal negativo representa uma redução nas emissões, enquanto o sinal positivo, um acréscimo. Portanto, conforme apresentado na tabela acima, mesmo com a falta de atualização dos dados, observa-se uma redução de emissões totais de GEE no setor de transportes, para os cenários propostos pelo PlanMob-BH nos anos de 2022, 2025 e 2030, porém, os valores poderiam ser mais representativos, o que reforça a necessidade de constante monitoramento e revisão dos planos e estudos relacionados, para maior veracidade dos dados.

Considerando o cenário apresentado, a meta PlanMob-BH 2030 de reduzir em 20% as emissões de gases de efeito estufa em relação ao valor projetado para 2030 foi alcançada, visto que tendencialmente as emissões seriam de 1.878.313,35 tCO<sub>2e</sub>, portanto o valor apresentado representa uma redução de 31,78% para 2030. Porém, o PREGEE calcula uma redução de 1.163.796,46 tCO<sub>2e</sub>, que representaria uma redução de 45,98% nas emissões em relação ao cenário tendencial, o que demonstra superestimação da redução calculada.



## 6 CONCLUSÃO

A realização do presente trabalho teve como objetivo principal verificar se os Planos de Mobilidade Urbana dos municípios Belo Horizonte, Manaus e Salvador consideram a interdependência entre o sistema de transportes e o meio ambiente e fazem jus ao papel dos planos como instrumentos de melhoria da qualidade do ambiente, assim como é proposto na Política Nacional de Mobilidade Urbana. A análise inicial buscou identificar a existência de problemas ambientais e respectivas soluções, além de resultados ambientais atribuídos aos projetos propostos e metas ambientais.

Na análise, foi possível perceber que, de maneira geral, apesar de todos os planos apresentarem nas suas diretrizes e objetivos o intuito de fomentar a mobilidade urbana sustentável, os benefícios ambientais não são fatores norteadores dos planos; normalmente, são consequências indiretas da transferência de modal proposta pelos planos e não são identificados problemas e metas ambientais diretas, com exceção do PlanMob-BH, que possui a meta de redução de emissões de poluentes locais e gases de efeito estufa. Dessa forma, é necessário o desenvolvimento e consolidação de uma metodologia que estabeleça uma conexão entre os temas.

A segunda etapa da análise buscou avaliar o potencial dos PlanMobs para promover o desenvolvimento sustentável, a partir de indicadores selecionados que englobam a sustentabilidade ambiental, social e econômica, visto que, um bom programa de política urbana deve integrar os três pilares para produzir efeitos no longo prazo. Em linhas gerais, a maior parte dos indicadores selecionados foram abordados pelos planos, porém, vários deles foram apenas citados como objetivo ou diretriz e não se estabeleceu um plano para efetivá-lo.

Não foi possível identificar grandes diferenças no conteúdo dos planos e todos contêm pelo menos o conteúdo mínimo em conformidade com a legislação: diagnóstico e prognóstico da mobilidade urbana; objetivos, metas (de curto, médio e longo prazo) e ações estratégicas. É válido enfatizar que o PMU deve ser visto como uma ferramenta eficaz para a melhoria da cidade, não apenas uma exigência legal. Os municípios precisam antecipar custos, riscos, possibilidades de financiamento e acesso a recursos para viabilizar as recomendações incluídas no documento. Para tanto, é necessário considerar as reais condições locais e formular um plano de ação viável.

Entre as diversas relações entre mobilidade urbana e meio ambiente, vale ressaltar o efeito nas mudanças climáticas a partir das emissões atmosféricas, cujo setor de transportes é responsável por grande parte delas, sobretudo nas grandes cidades. Dessa forma, o trabalho também buscou analisar cenários propostos pelo Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte e estimar os efeitos nas emissões de gases de efeito estufa comparados ao cenário tendencial de emissões, utilizando como base de dados o Plano de Redução de Efeito Estufa. Como resultado, obteve-se uma superestimação da redução de gases de efeito estufa esperada com a implementação das ações propostas, porém, a meta de redução de 20% da tendência de crescimento das emissões até 2030 foi alcançada.

Ressalta-se a importância da Ferramenta de Cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol disponibilizada no site da iniciativa, visto que ela possibilita, de maneira simplificada, que as empresas vislumbrem oportunidades de novos negócios no mercado de carbono, atraiam novos investimentos, ou ainda, planejem processos que garantam eficiência econômica, energética ou operacional. Com base em seus inventários, as organizações podem definir estratégias de redução e gestão de suas emissões de GEE e utilizar instrumentos distintos para compensar, neutralizar ou zerar as suas emissões. Ainda, favorece o desenvolvimento de vários estudos relacionados ao tema, como o presente trabalho, que recalculou um dado, em princípio, já obtido no PREGEE, a partir de uma metodologia mais simplificada.

É válido ressaltar que a realidade futura da mobilidade urbana no município depende mais da cultura local e da configuração dos setores políticos com interesses sobre as questões envolvidas, que das soluções técnicas à disposição no momento do desenvolvimento do plano ou da disponibilidade de recursos para investimentos prioritários. Aí reside a importância de se ampliar à sociedade em geral os debates no processo de elaboração e, posteriormente, garantir o controle social no processo de vigência do mesmo.

## 7 RECOMENDAÇÕES

A continuidade do estudo proposto de analisar o potencial dos PlanMobs em promover o desenvolvimento sustentável pode ser realizada utilizando novos indicadores e critérios. Além disso, a incorporação de mais capitais e de cidades de menor porte aumentaria a complexidade do problema e seria mais representativo para o panorama brasileiro como um todo.

O desenvolvimento dos cálculos dos efeitos nas emissões de gases de efeito estufa de cenários propostos pelo Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte e do cenário tendencial de emissões exigiu uma série de simplificações técnicas e a adoção de hipóteses de longo prazo, para que os objetivos centrais assumidos fossem alcançados. Logo, como sugestão de trabalhos futuros, a proposta é a adoção de uma metodologia mais precisa para quantificar as emissões de GEE, como a *Bottom-up*, na qual se considera a distância anual percorrida para cada tipo de veículo, além da quantidade de veículos, o fator de emissão, a autonomia e o volume de combustível consumido. Também é recomendado que seja considerada a projeção dessas variáveis própria para o município.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALOUCHE, P. **VLT: um transporte moderno, sustentável e urbanisticamente correto para as Cidades Brasileiras**. 2008. Disponível em: <http://www.aeamesp.org.br/biblioteca/stm/14SMTF0809T09.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.

AMORIM, I. C. O. N. **Avaliação do potencial de planos de mobilidade urbana para o desenvolvimento sustentável de cidades e regiões metropolitanas**. Universidade Federal de Pernambuco. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/33205/1/DISSERTA%20Cristina%20de%20Oliveira%20Magalh%20Amorim.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2021.

ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público**. 2018. Disponível em: < <http://files.antp.org.br/simob/sistema-de-informacoes-da-mobilidade--simob--2018.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2021.

BELO HORIZONTE. **Lei nº 10.134, de 18 de março de 2011**. Institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana”. Belo Horizonte, MG, 2011.

BELO HORIZONTE. **Decreto Nº 15.317, de 02 de setembro de 2013**. Institui o Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte – PlanMob-BH e estabelece as diretrizes para o acompanhamento e o monitoramento de sua implementação, avaliação e revisão periódica. Belo Horizonte, MG, 2013.

BOARETO, R. **A abordagem ambiental dos planos de mobilidade urbana das maiores cidades brasileiras**. Faculdade Latino-americana de Ciências Sociais. São Paulo. 2018. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/10469/16616>>. Acesso em: 02 jul. 2021.

BOHUSCH, G. **Mobilidade Urbana Sustentável: Um ensaio sobre o conceito**. Geosul, Florianópolis, v. 29, n. 57, p 157-176, jan./jun. 2014. Disponível em: < <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2014v29n57p157>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

BRASIL 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília/DF. 1988. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 15 ago. 2021.

BRASIL 2001. **Lei 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. 2001. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm#:~:text=LEI%20No%2010.257%20DE%20JULHO%20DE%202001.&text=182%20e%20183%20da%20Constitui%C3%A7%C3%A3o,urbana%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.&text=Art.,aplicado%20o%20previsto%20nesta%20Lei](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm#:~:text=LEI%20No%2010.257%20DE%20JULHO%20DE%202001.&text=182%20e%20183%20da%20Constitui%C3%A7%C3%A3o,urbana%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.&text=Art.,aplicado%20o%20previsto%20nesta%20Lei)>. Acesso em: 15 ago. 2021.

BRASIL 2007. **PlanMob: Construindo a cidade sustentável**. Caderno de referência para a elaboração de plano de mobilidade urbana. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Brasília/DF. 2007. Disponível em: < <http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/planmob.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2021

BRASIL 2009. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília/DF. 2009. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm)>. Acesso em: 10 jan. 2022

BRASIL 2012. **Lei 12.587 de 03 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília/DF. 2012. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm)>. Acesso em: 15 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. **Frota de veículos – 2021**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2021>. Acesso em: 20 dez. 2021

BRITO, L. A.; SOARES, A. M. S.; NAZARI, B.; **Vibração: fonte de incômodo à população e de danos às edificações no meio urbano**. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000100009>. Acesso em: 02 jan. 2022

CALDEIRA, G; BASTOS, J. T. **Planos de Mobilidade Urbana e a segurança viária: uma análise das capitais brasileiras**. Anais do 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes - AMPET. 2018. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/330837072\\_PLANOS\\_DE\\_MOBILIDADE\\_URBANA\\_E\\_A\\_SEGURANCA\\_VIARIA\\_UMA\\_ANALISE\\_DAS\\_CAPITAIS\\_BRASILEIRAS](https://www.researchgate.net/publication/330837072_PLANOS_DE_MOBILIDADE_URBANA_E_A_SEGURANCA_VIARIA_UMA_ANALISE_DAS_CAPITAIS_BRASILEIRAS)>. Acesso em: 27 jul. 2021.

CAMILO, J. V. Com o ritmo atual de crescimento da frota, BH deve ter mais carro do que gente em 2022. **Hoje em dia**, Belo Horizonte, 14 nov. 2019. Disponível em: <[hojeemdia.com.br/horizontes/com-o-ritmo-atual-de-crescimento-da-frota-bh-deve-ter-mais-carro-do-que-gente-em-2022-1.756689](http://hojeemdia.com.br/horizontes/com-o-ritmo-atual-de-crescimento-da-frota-bh-deve-ter-mais-carro-do-que-gente-em-2022-1.756689)>. Acesso em: 31 dez. 2021.

CAPITAL RESEARCH. **TIR: saiba o que é a Taxa Interna de Retorno e como calcular**. 2020. Disponível em: < <https://www.capitalresearch.com.br/blog/investimentos/tir/>> Acesso em: 16 dez. 2021

CARNEIRO, F. **Análise de planos de mobilidade urbana sob a ótica de segurança no trânsito**. Brasília/DF. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/33783>>. Acesso em: 08 ago. 2021.

CARVALHO, C. **Infraestrutura Social e Urbana no Brasil subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas: A mobilidade urbana no Brasil**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Brasília/DF. v. 2, p. 549–589, 2011. Disponível em: < [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/42543\\_Livro\\_Infraestrutura\\_Social\\_vol2.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/42543_Livro_Infraestrutura_Social_vol2.pdf)>. Acesso em: 04 ago. 2021.

CARVALHO, C. **Mobilidade urbana: Avanços, desafios e perspectivas**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Brasília/DF. 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9186>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

CETESB. **Emissões veiculares**. 2011. Governo do Estado de São Paulo – Secretaria do Meio Ambiente, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, SP. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/>>. Acesso em: 11 jan. 2022.

COSTA, M. S. **Um índice de mobilidade urbana sustentável**. 2008. Tese (Doutorado em Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. doi:10.11606/T.18.2008.tde-01112008-200521. Acesso em: 07 ago. 2021.

CRUZ, D. **As faces do planejamento urbano**. Revista Pegada, São Paulo, v. 12, n.2. 2011. DOI: 10.33026 / peg.v12i2.938. Acesso em: 13 jul. 2021.

DUTRA, J; RELVAS, H; CANALEZ, G; PINHEIRO, H; WAICHMAN, A; LOPES, M. **Inconsistências entre as estimativas de emissões de gases de efeito estufa dos transportes e o Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Manaus**. Revista do Departamento de Geografia. Portal de Revistas da USP. Volume 38 (2019). Disponível em: <DOI:10.11606/rdg.v38i1.151533>. Acesso em: 27 dez. 2021.

EM TEMPO. **Desafios da Mobilidade Urbana em Manaus**. 2020. Disponível em: < <https://emtempo.com.br/amazonas/267603/desafios-da-mobilidade-urbana-em-manaus?d=1>>. Acesso em: 27 dez. 2021.

ECYCLE. **Carbono equivalente: o que é?**. 2015. Disponível em: < <https://www.ecycle.com.br/carbono-equivalente/>>. Acesso em: 12 jan. 2022

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de Energia 2030**. MME : EPE, 2007. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Proje%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2030**. Brasília: MME/EPE, 2021. Disponível em: < [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/PDE%202030\\_RevisaoPosCP\\_rv2.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/PDE%202030_RevisaoPosCP_rv2.pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2022

FARIA, R. **O Estatuto da Cidade e o Transporte Público Coletivo Como Instrumento para a Implementação da Mobilidade Urbana Sustentável**. Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte/MG. 2010. Disponível em: <[https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/FJP\\_69767daa0e85ef579fe1c8cad2608a9d](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/FJP_69767daa0e85ef579fe1c8cad2608a9d)>. Acesso em 28 jul. 2021.

FELTRAN, F. **Instrumentos de efetivação do direito à cidade: a lei 12.587/2012 - Política Nacional de Mobilidade Urbana como instrumento de efetivação do direito à cidade**. Revista Direito e Dialogicidade. 2016. Disponível em: < <http://periodicos.urca.br/ojs/index.php/DirDialog/article/view/1036/1060>>. Acesso em 23 jul. 2021.

FERNANDES, M. **Entraves do planejamento urbano no Brasil: dos planos de desenvolvimento integrado às fragmentações das políticas urbanas na RMSP**. Universidade de São Paulo. São Paulo/SP. 2013. DOI: 10.11606/D.16.2013.tde-10072013-112805. Acesso em: 07 ago. 2021.

FILHO, D. B. F.; JÚNIOR, J. A. S. **Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)**. Revista Política Hoje, Vol. 18, n. 1, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/politica hoje/article/viewFile/3852/3156>>. Acesso em: 20 jan. 2022

FOLTÝNOVÁ, H. B.; VEJCHODSKÁ, E.; RYBOVÁ, K.; KYETON, V.. **Sustainable urban mobility: One definition, different stakeholders' opinions**. 2020. DOI: 10.1016/j.trd.2020.102465. Acesso em: 08 ago. 2021.

HENRIQUES, A. **Mobilidade urbana em Belo Horizonte: A evolução da mobilidade urbana em Belo Horizonte a partir do Estatuto da Cidade**. 2016. Disponível em: <<http://monografias.fjp.mg.gov.br/bitstream/123456789/2182/1/Mobilidade%20urbana%20em%20Belo%20Horizonte%20a%20evolu%C3%A7%C3%A3o%20da%20mobilidade%20urbana%20em%20Belo%20Horizonte%20a%20partir%20do%20Estatuto%20da%20Cidade.pdf>> Acesso em 20 dez. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Plataforma IBGE Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

IBGE Educa. **Conheça o Brasil: População rural e urbana**. 2015. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html#:~:text=A%20Grande%20Regi%C3%A3o%20com%20maior,rurais%2C%206%2C88%25>>. Acesso em 06 jul. 2021.

ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade. **Belo Horizonte reforça seu compromisso com o desenvolvimento baixo em carbono**. Disponível em <<https://americadosul.iclei.org/belo-horizonte-reforca-seu-compromisso-com-o-desenvolvimento-baixo-em-carbono/>>. Acesso em 4 ago. 2021.

IEMA - Instituto de Energia e Meio Ambiente. **Finalidades dos Planos de Mobilidade Urbana**. 2011. Disponível em: <<http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/planmob.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Inventário de emissões veiculares**. Rio de Janeiro/RJ. 2013. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Invent%C3%A1rio-de-Emiss%C3%B5es-de-Fontes-Veiculares.pdf>>. Acesso em 11 jan. 2022.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – A primer, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Miwa K., Srivastava N. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM). **CO2 equivalente (CO2e)**. 2015. Disponível em: <<https://ipam.org.br/glossario/co2-equivalente-co2e/>>. Acesso em: 12 jan. 2022

IPCC. Climate Change 2014 - Synthesis Report. Climate Change 2014: Synthesis Report. **Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva, Switzerland, 151 pp: [s.n.], 2014.

Disponível em: <

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)>

Acesso em: 16 jul. 2021.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Objetivos de**

**Desenvolvimento Sustentável**. Brasília/DF. 2019. Disponível em: <

[https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=33895&Itemid=433](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=33895&Itemid=433)>. Acesso em: 02 ago. 2021.

JATOBÁ, S. **Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Brasília/DF. 2011. Disponível em: <

[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5567/1/BRU\\_n05\\_urbanizacao.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5567/1/BRU_n05_urbanizacao.pdf)>. Acesso em 30 jul. 2021.

JÚNIOR, J. **Urbanização brasileira, planejamento urbano e planejamento da paisagem**.

Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) - Universidade Estadual Paulista. São Paulo/SP. 2012. Disponível em: <

<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geografia/article/view/764>>. Acesso em: 06 jul. 2021.

LEGNAIOLI, S. **O que são os gases do efeito estufa?**. ECycle. 2017. Disponível em:

<https://www.ecycle.com.br/gases-do-efeito-estufa/>. Acesso em: 15 jan. 2022,

LIMA, M. **Externalidades do Transporte e a mobilidade urbana do Distrito Federal**.

Universidade de Brasília Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação - FACE. Brasília/DF. 2014. Disponível em: <

[https://bdm.unb.br/bitstream/10483/7924/1/2014\\_MateusFonsecaLima.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/7924/1/2014_MateusFonsecaLima.pdf)>. Acesso em: 05 ago. 2021.

LITMAN, T. **Mobility As A Positional Good: Implications for Transport Policy and Planning**. Victoria Transport Policy Institute. 2009. Acesso em 15 ago. 2021.

KNEIB, E. C.; SILVA, P. C. M. **Relação entre demanda e oferta de transporte público coletivo: Uma análise estratégica utilizando SIG e estatística espacial**. 2007. Brasília/DF.

Disponível em: < <http://www.redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/es/produccion/articulos-cientificos/2007-1/316-demanda-oferta-tranp-coletivo-sig-anpet-2/file>>. Acesso em: 16 dez. 2021

KUREKE, B. M. C. B.; BERNARDINIS, M. A. P. **A utilização de índices e indicadores na efetividade da política nacional de mobilidade urbana brasileira**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. Taubaté, São Paulo/SP. 2019. Disponível em: <

<https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/5182>>. Acesso em: 09 ago. 2021.

MACHADO, L.; PICCININI, L. S. **Os desafios para a efetividade da implementação dos planos de mobilidade urbana: uma revisão sistemática**. Revista Brasileira de Gestão Urbana. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR), Porto Alegre/RS. 2018. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/urbe/a/G3p9WZVdz4yqYzL5CQzHjgs/?format=pdf&lang=pt>>.

Acesso em 01 ago. 2021.



MANAUS. **Lei nº 2.075, de 29 de dezembro de 2015**. Institui o Plano de Mobilidade Urbana de Manaus – PlanMobManaus – e estabelece as diretrizes para o acompanhamento e monitoramento de sua implementação, avaliação e revisão periódica. Manaus, AM, 2015.

MARDEL, R. **Cemitério de Máquinas**. Discovery Channel. Exibido em: 20 jun. 08.

MENDES, F.E. **Avaliação de programas de controle de poluição atmosférica por veículos leves no Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Estratégico) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 179 p. 2004.

MENSAH, J. **Desenvolvimento sustentável: Significado, história, princípios, pilares e implicações para a ação humana: Revisão da literatura**, Ciências Sociais Cogent. 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Política Nacional de Desenvolvimento Urbano**. Brasília/DF. 2004. Disponível em: <<https://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/103/titulo/Cadernos+MCidades+1-+Politica+Nacional+de+Desenvolvimento+Urbano>>. Acesso em: 16 jul. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Política Nacional sobre Mudança do Clima**. 2012. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima.html>. Acesso em 10 jan. 2022

MONDINI, R; ROSSETTO, A. M. **Critérios de Avaliação para planos de Mobilidade Urbana Segundo a Lei 12.587/2012**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.17271/2318847252920171521>. Acesso em: 18 jul. 2021.

MORAIS, A. C. M.; SANTOS, E. M. **Avaliação das estruturas organizacionais dos organismos gestores da mobilidade diante da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Recife. 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/urbe/a/kMxztV4m6dxsyDSQJCN5xyF/?lang=pt>>. Acesso 19 ago. 2021.

MOTTA, R. S. **A Política Nacional sobre Mudança do Clima: Aspectos Regulatórios e de Governança**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Brasília/DF, p. 31-42, 2011. Disponível em: [http://fmclimaticas.org.br/wp-content/uploads/2014/03/livro-IPEA-Mudan\\_as-do-clima-no-Brasil-aspectos-econ\\_micos-sociais-e-regulat\\_rios.pdf#page=30](http://fmclimaticas.org.br/wp-content/uploads/2014/03/livro-IPEA-Mudan_as-do-clima-no-Brasil-aspectos-econ_micos-sociais-e-regulat_rios.pdf#page=30). Acesso em: 10 jan. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL (ONU). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em 28 jul. 2021.

PIMENTA, V. H. R.; FARIA, T. C. A. **O Estatuto da Cidade e a Política Nacional de Mobilidade Urbana: Suas contribuições na formulação de cidades sustentáveis**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa/MG. 2016. Disponível em: <[http://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1467317083\\_ARQUIVO\\_ENG2016\\_ArtigoCompleto\\_VHRP.pdf](http://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1467317083_ARQUIVO_ENG2016_ArtigoCompleto_VHRP.pdf)>. Acesso em: 16 ago. 2021.

PORTAL DO TRÂNSITO. **Planejamentos, desafios e futuro: mobilidade urbana em Salvador**. 2019. Disponível em: <https://www.portaldotransito.com.br/noticias/planejamentos-desafios-e-futuro-mobilidade-urbana-em-salvador-2/>. Acesso em 28 dez. 2021

ROSA, M. **O processo de urbanização e a qualidade de vida: Observações sobre o espaço urbano de Brasília**. Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento - ICPD. Brasília. 2014. Disponível em: < <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/7835/1/51302834.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SALDANHA, G. **Desenvolvimento local sustentável: Um comportamento à sustentabilidade**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte/MG. Brasil 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/32303>. Acesso em: 27 jul. 2021.

SALVADOR. **Lei nº 9.374, de 05 de julho de 2018**. Institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador, institucionaliza as determinações do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador e dá outras providências. Salvador, BA, 2018.

SALVADOR. **Decreto nº 29.929, de 06 de julho de 2018**. Institui o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador - PLANMOB Salvador. Salvador, BA, 2018.

SANQUETTA, C. S.; FLIZIKOWSKI, L. C.; CORTE, A. P. D.; MOGNON, F.; MAAS, G. C. B. **Estimativa das emissões de gases de efeito estufa em uma obra de construção civil com a metodologia GHG Protocol**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba/PR. Brasil 2013. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/agrarias/Estimativa%20das%20emissoes.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2022.

SHEN, Y. J. **Valoração das emissões veiculares de gases de efeito estufa na região metropolitana de Belo Horizonte – MG**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte/MG. 2019. Disponível em: < <https://www.dcta.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/21/2020/02/Yu-Ju-TCC-Final-corrigida.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2022

SILVA, C. R. **Análise da Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, Lei nº 12.187/09, e seus impactos socioeconômicos (1900-2014)**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza/CE. 2017. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/61268/1/2017\\_tcc\\_crsilva.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/61268/1/2017_tcc_crsilva.pdf). Acesso em: 10 jan. 2022

SILVA, A. N. R.; COSTA, M. S.; MACEDO, M. H. **Multiple Views of Sustainable Urban Mobility in Developing Country - The Case of Brazil**. 11th World Conference on Transport Research. 2007. DOI: 10.1016 / j.tranpol.2008.12.003. Acesso em: 12 ago. 2021.

TEIXEIRA, E. C.; FELTES, S.; SANTANA, E. R. R. **Estudo das emissões de fontes móveis na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000200010>. Acesso em: 04 ago. 2021.

TOLEDO, A. **Emissões de gases de efeito estufa na mobilidade urbana: O caso de Natal**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro/SP. 2019. Disponível em: <

[http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/doutorado/Andr%C3%A9\\_Toledo\\_DOUTORADO-2019.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/doutorado/Andr%C3%A9_Toledo_DOUTORADO-2019.pdf)>. Acesso em: 02 ago. 2021.

HANAI, F. Y. **Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade do turismo: conceitos, reflexões e perspectivas**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. 2011. Disponível em: < <https://www.sustenta.ufscar.br/arquivos/artigos/hanai-desenv-sust-turismo.pdf> >. Acesso em: 06 ago. 2021.

MARQUES, L. **Do Acordo de Paris à COP 26. O que nos diz o dinheiro**. Jornal da UNICAMP. 2021. Disponível em: < <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/artigos/luiz-marques/do-acordo-de-paris-cop-26-o-que-nos-diz-o-dinheiro>>. Acesso em: 15 nov. 2021.

VIEIRA, B. S.; ALMEIDA, H. R.; BACELAR, J. F.; TEIXEIRA, C. N. **A segregação socioespacial e a insustentabilidade em uma metrópole da Amazônia brasileira**. Universidade da Amazônia (Unama). Amazônia. 2019. Disponível em: < <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/1466>>. Acesso em: 26 jul. 2021.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Nobel, 1998. Acesso em: 24 jul. 2021.

VISÕES DE FUTURO. **ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis**. 2017. Disponível em: <<http://visoesdefuturo.fundacaotelefonica.org.br/ods-11-cidades-e-comunidades-sustentaveis/>>. Acesso em: 14 ago. 2021

WAYCARBON. **Plano Municipal de Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa – PREGEE**. 2020. Disponível em: < [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-degoverno/meio-ambiente/2021/sumario-executivo\\_pregee-29-dez-2020.-versao-final.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-degoverno/meio-ambiente/2021/sumario-executivo_pregee-29-dez-2020.-versao-final.pdf)>. Acesso em 20 out. 2021.

ZANDONADE, P. **O padrão de mobilidade de São Paulo e o pressuposto de desigualdade**. Universidade Federal do ABC. São Paulo/SP. 2012. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612012000100004>> Acesso em: 08 ago. 2021.

**APÊNDICE A - Avaliação dos PlanMobs em promover o desenvolvimento sustentável**

ANÁLISE PLANMOBS	Belo Horizonte	Manaus	Salvador
Desestímulo à utilização do transporte individual motorizado	Decreto nº 15.317/2013: Artigo 5º, II; Artigo 10º, VI  PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Definição da estratégia de gestão da demanda de viagens (pag 28); Resultados esperados (pag 44)	Lei nº 2.075/2015: Artigo 8º, I; Artigo 9º, V; Artigo 16º, III	PlanMob Salvador - TOMO II: Fase 1: Rede de Máxima Oferta em 2025 – Gestão da Demanda (pag 638)  Lei nº 9.374/2018: Artigo 10º, VIII; Artigo 13º, VI; Artigo 16º, I, III e IV
Mudança de viagens para modos de transporte público coletivo e para os não motorizados	Relatório final do PlanMob-BH: Objetivo estratégico (pag 32); Item 5.3. Melhoria da qualidade ambiental e estímulo aos modos não motorizados (pag 89)  Lei 10.134/2011: Artigo 4º, I-III; Artigo 5º, V  Decreto nº 15.317/2013: Artigo 5º, I; Artigo 6º, I; Artigo 7º, V; Artigo 8º, I, IV; Artigo 13º, V; Artigo 16º, VII  PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Objetivos fundamentais (pag 24); Eixo cidade sustentável (pag 36); Resultados esperados (pag 44)	PlanMob Manaus - Volume I: Das diretrizes (pag 16); Item 7.1.3.1. Benefícios do BRT (pag 199); Item 7.6.3. Organizar o planejamento e projetos de mobilidade na escala local (pag 260)  Lei nº 2.075/2015: Artigo 6º, I-IV; Artigo 8º, I; Artigo 12º, V; Artigo 16º, III e XII	PlanMob Salvador - TOMO II: Item 7.1. 1. DTAP 01 (pag 426); Item 7.1. 2. DTAC 01 (pag 428); Item 7.1.3. DTC 01 e 02 (pags 429-430).  Lei nº 9.374/2018: Artigo 6º, II, I e V; Artigo 8º, VI; Artigo 9º, I e IV; Artigo 10º, I a XIV; Artigo 13º, VI; Artigo 16º, I, III e IV
Inovações tecnológicas nos veículos	Decreto nº 15.317/2013: Artigo 13º, II	Lei nº 2075/2015: Artigo 12º, II	PlanMob Salvador - TOMO I: Item 3.7. Novas tecnologias (pag 29)
Uso de energias limpas/renováveis	Lei nº 10.134/11: Artigo 4º, item IV  Relatório final do PlanMob-BH: Indiretamente no Objetivo Estratégico C (pag 32)  Decreto nº 15.317/2013: Artigo 5º, X; Artigo 13º, II	Lei nº 2075/2015: Artigo 12º, II	PlanMob Salvador - TOMO II: Item 7.1.3. DTC 06 (pag 430).  Lei nº 9.374/2018: Artigo 6º, VI; Artigo 13º, III
Programas e sistemas de controle, monitoramento e fiscalização de emissão de poluentes e ruídos em veículos automotores	PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Medida 19 para qualificação ambiental da mobilidade (pag 60)		
Transferência de modal para transportes de baixa emissão de carbono	Relatório final do PlanMob-BH: Indiretamente a partir dos objetivos estratégicos de tornar o transporte coletivo mais atrativo frente ao transporte individual e estímulo aos modos não motorizados de transporte (pag 32)  Lei 10.134/2011: Artigo 4º, I-III; Artigo 5º, V  Decreto nº 15.317/2013: Artigo 5º, I; Artigo 6º, I; Artigo 7º, V; Artigo 16º, VII; Artigo 8º, I, IV  PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Objetivos fundamentais (pag 24); Eixo cidade sustentável (pag 36); Resultados esperados (pag 44)	PlanMob Manaus - Volume I: Das diretrizes (pag 16); Item 7.1.3.1. Benefícios do BRT (pag 199)  Lei nº 2.075/2015: Artigo 6º, I-IV; Artigo 8º, I; Artigo 16º, III e XII	PlanMob Salvador - TOMO II: Item 7.1. 1. DTAP 01 (pag 426); Item 7.1. 2. DTAC 01 (pag 428);  Lei nº 9.374/2018: Artigo 6º, II, I e V; Artigo 8º, VI;

<b>Sustentabilidade ambiental dos sistemas de transportes</b>	Redução de poluentes locais/Melhoria da qualidade do ar	Relatório final do PlanMob-BH: Associado ao Rodízio de Placas/redução do uso do automóvel (pag 40); Concentração de poluentes locais foi um dos indicadores de monitoramento do Plano (pags 136-139).  Decreto nº 15.317/2013: Artigo 13º, II e III; Artigo 16º, II e VII	PlanMob Manaus - Volume I: Capítulo 8. Cita de forma geral e estimula impacto das medidas  Lei nº 2.075/2015: Artigo 12º, II e III; Artigo 16º, II	Lei nº 9.374/2018: Indiretamente no Artigo 5º, X; Artigo 6º, VI; Artigo 8º, V; Artigo 16º, II
	Redução de resíduos			
	Redução de ruídos	Relatório final do PlanMob-BH: Item 5.3.2.1. Vantagem do BRT. (pag 94)  Decreto nº 15.317/2013: Artigo 13º, III.	Lei nº 2.075/2015: Artigo 12º, III	Lei nº 9.374/2018: Artigo 13º, IV;
	Redução de vibração			
	Redução de poluição visual	Decreto nº 15.317/2013: Artigo 13º, III.	Lei nº 2.075/2015: Artigo 12º, III	Lei nº 9.374/2018: Artigo 13º, IV;
	Redução de emissões líquidas			
	Redução ou compensação de emissões de GEE	Relatório final do PlanMob-BH:Item 5.3.2.1. Vantagem do BRT (pag 94)  Decreto nº 15.317/2013: Artigo 7º, V; Artigo 16, VII  PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Objetivos fundamentais (pag 24); Eixo cidade sustentável (pag 36)	PlanMob Manaus - Volume I: Capítulo 8. Cita de forma geral e estimula impacto das medidas  Lei nº 2.075/2015: Artigo 16º, VI	Lei nº 9.374/2018: Artigo 13º, II e IV; Artigo 16º, II e VI;
<b>Sustentabilidade econômica dos sistemas de transportes</b>	Desenvolvimento Orientado pelo Transporte Público (TOD)	Relatório final do PlanMob-BH: Item 4.3.1. TOD - Transit Oriented Development (pags 33-36)		
	Monitoramento do plano	Relatório final do PlanMob-BH: Item 6.3. Monitoramento (pags 135-139)  Decreto nº 15.317/2013: Artigo 7º, III; Artigo 17º; Artigo 18º, I  PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Eixo gestão, fiscalização e operação (pag 36)	PlanMob Manaus - Volume I: Das diretrizes (pag 16); Item 7.6.4. Organizar o planejamento e projetos de mobilidade na macro escala da cidade (pag 261)  Lei nº 2.075/2015: Artigo 7º, X; Artigo 18º, § 1º e 2º; Artigo 23º; Artigo 24º, I e II;	Lei nº 9.374/2018: Artigo 17º; Artigo 18º; Artigo 19º; Artigo 20º
	Balaceamento oferta/demanda	Relatório final PlanMob-BH: Item 6.3.2. Definição dos indicadores de monitoramento (pag 138)  Decreto nº 15.317/2013: Artigo 5º, IX	PlanMob Manaus - Volume I: Item 3. Estudo de demanda (pags 115-124)	PlanMob Salvador - TOMO I: Equilíbrio de Viagens Produzidas e Atraídas (pag 278)
	Modelos de financiamento viáveis	Lei 10.134/2011: Artigo 4º, X; § 1º, VI  Decreto nº 15.317/2013: Artigo 5º, XII; Artigo 7º, XV	PlanMob Manaus - Volume II: Conclusão (pags 38-39)	PlanMob Salvador - TOMO II: Item 7.1.4. DTIO 01 (pag 433)
	Cobertura dos custos	Relatório final do PlanMob-BH: Estratégia associada ao objetivo de tornar a mobilidade urbana fator positivo para o ambiente de negócios da cidade e fator de inclusão social (pag 104)		

<b>Sustentabilidade econômica dos sistemas de transportes</b>	Cálculo dos custos de implantação	Relatório final do PlanMob-BH: Item 6.1. Custos de investimento (pags 122-128) PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Estimativa de custos e prazo (pag 39)	PlanMob Manaus - Volume I: Capítulo 9. Estimativa de investimentos (pag 311)	PlanMob Salvador - TOMO II: Item 10.1. Previsão de investimentos (pags 737-739);
	Cálculo dos custos operacionais		PlanMob Manaus - Volume I: Capítulo 8 (pags 273 e 288)	PlanMob Salvador - TOMO II: Tabelas 217 e 218. Custos operacionais para ônibus e automóveis (pag 741)
	Cálculo dos custos com acidentes		PlanMob Manaus - Volume I: Capítulo 8 (pags 274 e 290)	PlanMob Salvador - TOMO II: Tabela 216. Custos paramétricos de acidentes (pag 741)
	Cálculo do custo do tempo	PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Cálculo dos tempos em congestionamento para automóveis (pag 45)	PlanMob Manaus - Volume I: Capítulo 8 (pags 267 e 284)	PlanMob Salvador - TOMO II: Tabela 215. Custos paramétricos de Valor do Tempo (pag 741)
	Cálculo do custo das emissões		PlanMob Manaus - Volume I: Capítulo 8 (pags 272 e 287)	PlanMob Salvador - TOMO II: Tabela 214. Parâmetros de Emissão de Gases Poluentes (pag 740)
	Mitigação de custos sociais, ambientais e econômicos	PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Eixo logística urbana (pag 33)	PlanMob Manaus - Volume I: Capítulo 8 (pags 262-298)	PlanMob Salvador - TOMO II: Item 10. Viabilidade socioeconômica do PlanMob Salvador (pags 737-
	Cálculo da relação Benefício/Custo (B/C)	Relatório final do PlanMob-BH: Aspecto econômico (pags 112 e 113)		
	Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR)	Relatório final do PlanMob-BH: Aspecto econômico (pags 112 e 114)		PlanMob Salvador - TOMO II: Tabela 230 (pag 760)
	Cálculo do Valor Presente Líquido (VPL)	Relatório final do PlanMob-BH: Aspecto econômico (pags 112 e 115)		PlanMob Salvador - TOMO II: Tabela 230 (pag 760)
<b>Sustentabilidade social dos sistemas de transportes</b>	Tarifa de transporte público inclusiva	Relatório final do PlanMob-BH: Objetivos estratégicos (pag 32) Decreto nº 15.317/2013: Artigo 14º, I; Artigo 15º, I; Artigo 16º, XII PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Eixo mobilidade coletiva (pag 30); Eixo acessibilidade universal (pag 35); Resultados esperados (pag 44)	Lei nº 2.075/2015: Artigo 8º, VI; Artigo 13º, I; Artigo 14º, I; Artigo 16º, XV;	PlanMob Salvador - TOMO II: Item 7.1.3. DTC 11 (pag 430). Lei nº 9.374/2018: Artigo 9º, VI; Artigo 15º, I; Artigo 16º, IX;
	Acessibilidade universal ao transporte público	Principais metas do PlanMob-BH. Relatório final do PlanMob-BH (pag 35) Lei 10.134/2011: Artigo 3º, II Decreto nº 15.317/2013: Artigo 4º, II; Artigo 15º, II PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Eixo mobilidade coletiva (pag 30); Resultados esperados (pag 44)	Lei nº 2.075/2015: Artigo 14º, II;	PlanMob Salvador - TOMO II: Item 7.1. 1. DTAP 05 (pag 426); Item 7.1. 2. DTAC 05 (pag 428) Lei nº 9.374/2018: Artigo 7º, XI;

**Sustentabilidade social dos sistemas de transportes**

Redução de acidentes/vítimas do trânsito (circulação calma)	Relatório final do PlanMob-BH: Objetivo Estratégico (pag 32); Indicador de Monitoramento do plano (pag 139)  Decreto nº 15.317/2013: Artigo 24º, V.  PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Objetivos fundamentais (pag 24); Eivo circulação calma (pag 31)	PlanMob Manaus - Volume I: Capítulo 8. Estima impacto das medidas; Capítulo 9. Uma das diretrizes estratégicas e tem ações previstas  Lei nº 2.075/2015: Artigo 5º, VI; Artigo 7º, V; Artigo 8º, III	PlanMob Salvador - TOMO II: Item 7.1.3. DTC 02 (pags 429-430); Item 7.1.5 DTIS 01 a 05 (pag 435)  Lei nº 9.374/2018: Artigo 7º, VI;
Melhoria da qualidade do transporte público	Relatório final do PlanMob-BH: Estratégia associada ao objetivo de tornar o transporte coletivo mais atrativo frente ao transporte individual (pag 32)  Decreto nº 15.317/2013: Artigo 8º, II; Artigo 14º, I  PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Eixo mobilidade coletiva (pag 30)	PlanMob Manaus - Volume I: Das diretrizes (pag 16);  Lei nº 2.075/2015: Artigo 8º, II; Artigo 13º, I	PlanMob Salvador - TOMO II: Item 7.1.3. DTC 04, 05 e 09 (pag 430).  Lei nº 9.374/2018: Artigo 6º, I; Artigo 9º, II; Artigo 11º, I a X;
Promoção de segurança viária	Relatório final do PlanMob-BH: Objetivo estratégico (pags 32,136)  Lei 10.134/2011: Artigo 3º, V; Artigo 4º VI  Decreto nº 15.317/2013: Artigo 4º, VIII; Artigo 8º, III; Artigo 12º, III, V  PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Eixo mobilidade coletiva (pag 30); Resultados esperados (pag 44)	Lei nº 2.075/2015: Artigo 8º, III; Artigo 11º; Artigo 28º, III	PlanMob Salvador - TOMO II: Item 7.1.5 DTIS 01 a 05 (pag 435)  Lei nº 9.374/2018: Artigo 5º, V; Artigo 6º, I e VII; Artigo 9º, III; Artigo 12º, I a VII;
Diminuição do tempo de deslocamento	Relatório final do PlanMob-BH: Estratégias da prefeitura e medidas adotadas no Plano de Mobilidade para “tornar o transporte coletivo mais atrativo frente ao transporte individual” (pag 45)  PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Resultados esperados (pag 44)	PlanMob Manaus - Volume I: Das diretrizes (pag 16); Item 7.1.3.1. Benefícios do BRT (pag 199)  Lei nº 2.075/2015: Artigo 6º, V	PlanMob Salvador - TOMO II: Item 7.1.3. DTC 02 (pags 429-430).  Lei nº 9.374/2018: Artigo 6º, VII;
Diversificação de modos de transporte	Relatório final do PlanMob-BH: Estratégias da prefeitura e medidas adotadas no Plano de Mobilidade para “tornar o transporte coletivo mais atrativo frente ao transporte individual” (pag 45); Item 5.1.2.2. Diversificação dos modos (pags 65-71)  Decreto nº 15.317/2013: Artigo 10º, V	PlanMob Manaus - Volume I: Item 7.2.1. Premissas de projeto (pag 222)	

<b>Sustentabilidade social dos sistemas de transportes</b>	Integração entre modos de transporte	<p>Relatório final do PlanMob-BH: Estratégias da prefeitura e medidas adotadas no Plano de Mobilidade para “tornar o transporte coletivo mais atrativo frente ao transporte individual” (pag 45); Item 4.3.2. BRT (Bus Rapid Transit) (pag 38)</p> <p>Lei nº 10.134/2011: Artigo 4º, V.</p> <p>Decreto nº 15.317/2013: Artigo 5º, IV e VIII; Artigo 7º, XI; Artigo 10º, I e IV; Artigo 13º, V</p> <p>PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Resultados esperados (pag 44)</p>	<p>PlanMob Manaus - Volume I: Das diretrizes (pag 16); Item 7.1.1. Concepção (pag 194); Item 7.1.4. Equipamentos de integração (pags 206-209)</p> <p>Lei nº 2.075/2015: Artigo 6º, VII; Artigo 9º, II; Artigo 12º, V</p>	<p>PlanMob Salvador - TOMO II: Item 7.1.2. DTAC 07 (pag 428); Item 7.1.3. DTC 14 e 15 (pag 430);</p> <p>Lei nº 9.374/2018: Artigo 6º, X; Artigo 7º, VIII; Artigo 8º, XI</p>
	Acessibilidade para portadores de deficiência física	<p>Relatório final do PlanMob-BH: Item 4.3.2. BRT (Bus Rapid Transit) (pag 38)</p> <p>Lei 10.134/2011: Artigo 3º, IV</p> <p>Decreto nº 15.317/2013: Artigo 4º, III; Artigo 7º, X; Artigo 15º, II</p> <p>PlanMob-BH 2030 - Relatório síntese: Eixo acessibilidade universal (pag 35)</p>	<p>PlanMob Manaus - Volume I: Das diretrizes (pag 16).</p> <p>Lei nº 2.075/2015: Artigo 6º, VIII; 7º, III; Artigo 14º, III</p>	<p>PlanMob Salvador - TOMO II: Item 7.1.3. DTC 17 (pag 430);</p> <p>Lei nº 9.374/2018: Artigo 5º, I; Artigo 6º, I e III; Artigo 8º, X</p>
	Participação na tomada de decisão	<p>Decreto nº 15.317/2013: Artigo 19º; Artigo 22º</p>	<p>PlanMob Manaus - Volume II: Capítulo 5. Resultados das audiências públicas (pags 62-75)</p> <p>Lei nº 2.075/2015: Artigo 19º; Artigo 21º, § 1º e 2º; Artigo 22º</p>	<p>Lei nº 9.374/2018: Artigo 17º</p>