

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
CENTRO DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO EM SUSTENTABILIDADE**

RENATA COVISI PEREIRA

**MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL:
ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA O
TRANSPORTE COLETIVO URBANO NO MUNICÍPIO
DE CAMPINAS/SP**

**CAMPINAS
2017**

RENATA COVISI PEREIRA

**MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL:
ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA O
TRANSPORTE COLETIVO URBANO NO MUNICÍPIO
DE CAMPINAS/SP**

Dissertação apresentada como exigência final para conclusão do Programa de Pós Graduação *Stricto Sensu* - Mestrado em Sustentabilidade do Centro de Economia e Administração da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Orientadora: Profa. Dra. Bruna Angela Branchi;
Co-orientadora: Profa. Dra. Denise Helena Lombardo Ferreira.

**PUC-CAMPINAS
2017**

Ficha catalográfica elaborada por Marluce Barbosa – CRB 8/7313
Sistemas de Bibliotecas e Informação – SBI – PUC-Campinas

t711.4
P436m

Pereira, Renata Covisi.

Mobilidade urbana sustentável: alternativas energéticas para o transporte coletivo urbano no município de Campinas/SP / Renata Covisi Pereira. - Campinas: PUC-Campinas, 2017.
108f.

Orientadora: Bruna Angela Branchi.

Coorientadora: Denise Helena Lombardo Ferreira

Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Economia e Administração, Pós-Graduação em Sustentabilidade.

Inclui anexo e bibliografia.

1. Planejamento urbano. 2. Mobilidade de pessoal. 3. Política de transporte urbano - Campinas (SP). 4. Políticas públicas. 5. Sustentabilidade. I. Branchi, Bruna Angela. II. Ferreira, Denise Helena Lombardo. III. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Economia e Administração. Pós-Graduação em Sustentabilidade. IV. Título.

CDU – t711.4

RENATA COVISI PEREIRA

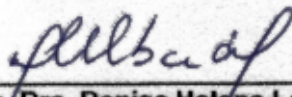
**MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL: ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA O
TRANSPORTE COLETIVO URBANO NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS/SP**

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação de Mestrado em Sustentabilidade da PUC-Campinas, e aprovada pela Banca Examinadora.

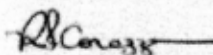
APROVADA: 19 de dezembro de 2017.



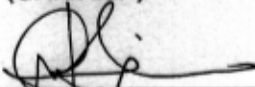
Profa. Dra. Bruna Ângela Branchi
(Orientadora - PUC-CAMPINAS)



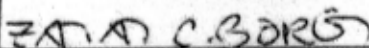
Profa. Dra. Denise Helena Lombardo
(Co-Orientadora PUC-CAMPINAS)



Profa. Dra. Rosana Icassatti Corazza
(UNICAMP)



Prof. Dr. José Roberto Merlin
(PUC-CAMPINAS)



Prof. Dr. Izaías de Carvalho Borges
(PUC-CAMPINAS)

À minha mãe Daisy e ao meu pai Ademir (*in memoria*) que sempre me incentivaram a ser e fazer tudo que eu quisesse para crescer de forma profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por toda a força e coragem, além dos talentos que me foram dados para a caminhada desta vida e por cada dia dentro deste curso, que me proporcionou crescimento pessoal e profissional sem medida. À minha família, principalmente a minha mãe, por tantos momentos perdidos de convivência para que este trabalho pudesse ser feito, como também por todo o apoio emocional durante este processo e ao meu tio, sempre com uma palavra de incentivo para que eu continuasse no caminho certo. Ao meu namorado, Alex, que chegou na reta final deste mestrado, mas que me deu a força final para encerrar bem esta pesquisa. Agradeço a Pontifícia Universidade Católica de Campinas pela oferta deste curso, bem como pela bolsa concedida na condição de funcionária da universidade. Ao Professor Samuel, pela brilhante coordenação do programa, além do exemplo de ser humano e profissional que levarei por toda a vida. A todos os professores do programa, por todas as dicas, ensinamentos e incentivo. Aos colegas de curso, por proporcionarem debates tão importantes num curso interdisciplinar como este, nos levando à reflexão que não teríamos apenas dentro de nossas áreas. Em especial à Bia e a Cris pela parceria em todos os momentos, fossem acadêmicos ou não, espero levar nossa amizade até a velhice. As minhas orientadoras, Bruna e Denise, por toda a dedicação e carinho na condução deste trabalho, por todo o aprendizado e todo o esforço de orientação. Aos membros da banca, Professores Izaias, Merlin e Rosana, por aceitarem o convite para fazer parte deste momento de finalização desta etapa de minha vida acadêmica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.....	20
Figura 2 - Dimensões da Mobilidade Urbana Sustentável.....	34
Figura 3 - Espaço que 60 pessoas Ocupam no Trânsito.	45
Figura 4 - Linha do tempo dos aspectos relevantes da evolução do transporte coletivo, 1974/2006. .	48
Figura 5 - Runcorn Busway	51
Figura 6 - Tecnologia Hídrica.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável 7 e 11.....	21
Quadro 2 - Definições das Variáveis do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável de Campinas.	57
Quadro 3 - Matérias-primas do Biodiesel.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Taxa de Urbanização (em %), Brasil e regiões, 1940 -2010.....	26
Tabela 2 - Despesa monetária média mensal familiar - % e distribuição - por classes de rendimento monetário mensal familiar e tipos de despesa - Faixas até 10.375 Reais para a Região Metropolitana de São Paulo em 2008.....	40
Tabela 3 - População Total, Urbana e Rural de Campinas (2010-2014).	53
Tabela 4 - Frotas de Automóveis, Ônibus e Transporte Coletivo Urbano, Campinas, 2010-2014.....	53
Tabela 5 - Índices parciais por variável, Campinas, 2010-2014.	58
Tabela 6 - Influência das variáveis nas dimensões do IMUS.	58
Tabela 7 - Pesos por dimensão do IMUS2.....	60
Tabela 8 - Índices parciais e totais das três dimensões (IMUS1 e IMUS2), Campinas, 2010-2014....	61
Tabela 9 - Parâmetros de Avaliação (%).....	74
Tabela 10 - Emissões dos elementos para cada combustível em 2014 (ton. e %).	75
Tabela 11 - Avaliação de Custos Completos - Dimensão Ambiental.	77
Tabela 12 - Percentual relativo dos elementos da dimensão social para cada combustível em 2014..	78
Tabela 13 - Avaliação de Custos Completos - Dimensão Social.	79
Tabela 14 - Percentual relativo dos elementos da dimensão econômica para cada combustível em 2014.	81
Tabela 15 - Avaliação de Custos Completos - Dimensão Econômica.	83
Tabela 16 - Avaliação de Custos Completos – Geral.....	83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Crescimento da Taxa de Urbanização, Brasil e regiões, 1940-2010.	27
Gráfico 2 - Variação real acumulada da tarifa do ônibus urbano e do metrô e do Índice de Preços de Transporte Individual no Brasil — julho/1989-maio/2016.....	36
Gráfico 3 - Variação real acumulada da tarifa de ônibus e dos principais itens de custo, de acordo com a planilha da Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas S/A (EMDEC), no município de Campinas – 2010 a 2014.....	37
Gráfico 4 - Comparação dos resultados dos IMUS1 e IMUS2, Campinas, 2010-2014.....	62
Gráfico 5 - Resultados da ACC.....	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACC	=	Avaliação de Custos Completos
ANTP	=	Associação Nacional de Transporte Público
CEPAL	=	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
EBTU	=	Empresa Brasileira de Transportes Urbanos
EMTU	=	Empresas Metropolitanas de Transportes Urbanos
EPTC	=	Empresa Pública de Transporte e Circulação
FDTU	=	Fundo de Desenvolvimento de Transporte Urbano
FIR	=	Fator de Importância Relativa
GEIPOT	=	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
GHG	=	The Greenhouse Gas Protocol
IATP	=	Índice de Adequação do Transporte Público
IBGE	=	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMUS	=	Índice de Mobilidade Urbana Sustentável
IPCA	=	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
KFC	=	Constante do Fator Considerado
OCDE	=	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODM	=	Objetivos do Desenvolvimento do Milênio
ODS	=	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
PIB	=	Produto Interno Bruto
PLANUTS	=	Planejamento Urbano e de Transportes Integrado Sustentável
PNMU	=	Política Nacional de Mobilidade Urbana
RMC	=	Região Metropolitana de Campinas
SITP	=	Sistema Integrado de Transporte Público
SNTU	=	Sistema Nacional de Transportes Urbanos
SUMMA	=	Sustainable Mobility, Policy Measures and Assessment
TRANSFORUM	=	Scientific Forum on Transport Forecast
VTPI	=	Victoria Transport Policy Institute

LISTA DE SÍMBOLOS

CH ₄	=	Metano
CO	=	Monóxido de Carbono
CO ₂	=	Dióxido de carbono
COV	=	Compostos Orgânicos Voláteis
H ₂ SO ₄	=	Ácido Sulfúrico
MP	=	Material Particulado
N ₂ O	=	Óxido Nitroso
NO	=	Óxido Nítrico
NO ₂	=	Dióxido de Nitrogênio
NO _x	=	Óxidos de Nitrogênio
O ₂	=	Oxigênio
O ₃	=	Ozônio
SO ₂	=	Dióxido de Enxofre

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
1 SUSTENTABILIDADE E MOBILIDADE URBANA: CONCEITOS E REFLEXÕES.....	18
1.1 Sustentabilidade e transporte nas cidades.....	18
1.2 Os combustíveis no transporte e a relação com a sustentabilidade	22
1.3 Histórico da Mobilidade Urbana e suas relações com a cidade.....	25
1.4 Legislação sobre Mobilidade Urbana no Brasil.....	30
1.5 Mobilidade Urbana Sustentável.....	32
1.5.1 Dimensão Econômica.....	34
1.5.2 Dimensão Social.....	38
1.5.3 Dimensão Ambiental.....	41
2 TRANSPORTE COLETIVO URBANO COMO ALTERNATIVA PARA A MOBILIDADE SUSTENTÁVEL.....	43
2.1 Transporte Coletivo Urbano: Caracterização	43
2.2 Experiências nacionais e internacionais de Transporte Coletivo Urbano Sustentável	46
2.2.1 Curitiba-PR.....	46
2.2.2 Bogotá (Colômbia).....	48
2.2.3 Runcorn (Reino Unido).....	49
3 DIAGNÓSTICO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS... 52	52
3.1 O Município de Campinas e sua Mobilidade.....	52
3.2 Aplicação do Índice de Mobilidade Sustentável.....	53
3.3 Análise de Resultados do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável	61
4 ALTERNATIVAS DE COMBUSTÍVEIS PARA O TRANSPORTE COLETIVO URBANO 64	64
4.1 Diesel.....	64
4.2 Biodiesel	65
4.3 Energia Elétrica	67
4.4 Avaliação das Alternativas de Combustíveis	69
4.5 Aplicação da Avaliação de Custos Completos	70

4.5.1 Seleção de elementos de análise.....	71
4.5.2 Elaboração de tabelas ACC.....	74
4.5.3 Análise dos Resultados da ACC.....	84
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
REFERÊNCIAS.....	89
APÊNDICE A.....	100
APÊNDICE B.....	103
APÊNDICE C.....	106

RESUMO

PEREIRA, Renata Covisi. *Mobilidade Urbana Sustentável: Alternativas Energéticas para o Transporte Coletivo Urbano no Município de Campinas/SP*. 2017. 108f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) - Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sustentabilidade, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2017.

O conceito de sustentabilidade pode ser aplicado às diversas formas de relação entre o homem e seu *habitat*. Os deslocamentos de pessoas e mercadorias são aspectos das condições de vida nas cidades e seus desdobramentos, representando parcela dessa associação. O processo de urbanização e a ampliação da área ocupada pelas cidades dificultam esses deslocamentos, causando problemas na mobilidade urbana. O transporte coletivo urbano, que pode ser uma alternativa para dinamizar a mobilidade e reduzir a utilização do transporte individual, tem sido enfraquecido e sucateado por políticas que vão na contramão da sustentabilidade. O uso de combustíveis fósseis, consequência da opção pelo transporte rodoviário de pessoas e mercadorias, é conhecido como uma das principais causas da poluição atmosférica. Nesse contexto, o intenso uso de transporte motorizado torna necessário aprofundar o debate sobre a mobilidade urbana sustentável. O objetivo principal desta pesquisa é discutir a mobilidade urbana sustentável, com foco no transporte público coletivo, seus efeitos sociais, econômicos e os impactos ambientais dos diferentes tipos de combustível. Para isso serão utilizados diferentes métodos: pesquisa bibliográfica, elaboração de um índice de mobilidade urbana sustentável e Avaliação de Custos Completos. Estes deverão auxiliar na resposta à seguinte questão: A mobilidade urbana sustentável pode ser alcançada por meio da ampliação e melhoria no transporte coletivo urbano, sendo a utilização de combustíveis renováveis (biodiesel e eletricidade) em substituição aos fósseis (diesel) uma boa alternativa para esses avanços? Como resultados temos a indicação de que, no município de Campinas, a mobilidade sustentável tem sido afetada negativamente pelo uso indiscriminado de veículos individuais motorizados, pelo consumo de combustíveis fósseis, e pelo aumento constante da frota. Por fim, a partir da comparação por meio da Avaliação de Custos Completos, pode-se observar que a utilização de ônibus movidos à energia elétrica, em comparação com o diesel e o biodiesel, é a melhor alternativa nas três dimensões da sustentabilidade, com destaque para a dimensão ambiental.

Palavras-Chave: Mobilidade Urbana Sustentável. Transporte Coletivo Urbano. Energias Renováveis. Políticas Públicas.

ABSTRACT

PEREIRA, Renata Covisi. *Sustainable Urban Mobility: Energy Alternatives for Collective Urban Transport in the City of Campinas / SP*. 2017. 108f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) - Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sustentabilidade, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2017.

The concept of sustainability can be applied to the various forms of relationship between man and his habitat. The displacements of people and goods are aspects of the living conditions in the cities and their unfolding, representing part of this association. The process of urbanization and the widespread growth of the cities interfere with these displacements, causing problems in urban mobility. The collective urban transport, which can be an alternative to boost mobility and reduce the use of individual transport, has been weakened and scrapped by policies that go against sustainability. The use of fossil fuel, a consequence of the road transportation option for people and goods, is known as one of the main causes for pollution. In this context, the intense use of motorized transport makes it necessary to deepen the debate on sustainable urban mobility. The main purpose of this research is to discuss sustainable urban mobility, focusing on collective public transportation, its social and economic effects and the environmental impacts of different types of fuel. To achieve this goal, different methods will be used: bibliographic research, elaboration of an index of sustainable urban mobility and Full Cost Accounting Evaluation. These should help answering the following question: Can sustainable urban mobility be achieved by expanding and improving collective urban transport, with the use of renewable fuels (biodiesel and electricity) replacing fossil fuels (diesel) a being good alternative for these advances? As results we found that, in the city of Campinas, sustainable mobility has been negatively affected by the indiscriminate use of individual motorized vehicles, the consumption of fossil fuels, and by the constant increase of the fleet. Finally, from the comparison carried through the Full Cost Accounting Evaluation, it can be observed that the use of electric-powered buses, when compared to diesel and biodiesel, is the best alternative in all three dimensions of sustainability, specially in the environmental dimension.

Keywords: Sustainable Urban Mobility. Collective Urban Transportation. Renewable energy. Public policy.

INTRODUÇÃO

Atualmente há grande preocupação com relação à capacidade de regeneração do meio ambiente, da continuidade de uma vida saudável do planeta e de sua possibilidade de continuar suprindo as necessidades humanas. Para repensar a relação humana com o meio ambiente e a sociedade surgem novas reflexões acerca de paradigmas a serem alterados em prol da sobrevivência no planeta. O conceito a ser discutido nesta dissertação é, portanto, a sustentabilidade e seus desencadeamentos, culminando na perspectiva da sustentabilidade das cidades e sua mobilidade.

Um dos maiores problemas da Terra, analisados no âmbito da sustentabilidade a partir de análises interdisciplinares, é a poluição atmosférica e os efeitos causados por ela, como alterações nos microclimas das cidades e na saúde da população no cenário local, bem como efeito estufa e redução da camada de ozônio no cenário global. O crescimento das áreas urbanas e a opção de favorecer o transporte rodoviário de bens e pessoas estimula o uso de veículos automotivos e os consequentes problemas de poluição.

Torna-se importante refletir sobre como o meio ambiente e a população vêm sendo tratados pelas políticas públicas de mobilidade urbana, pois elas influem diretamente na qualidade de vida nas cidades e na possível mitigação de poluentes no meio urbano.

A partir dessas considerações surge a seguinte questão: A mobilidade urbana sustentável pode ser alcançada por meio da ampliação e melhorias no transporte coletivo urbano, sendo a utilização de combustíveis renováveis (biodiesel e eletricidade) em substituição aos fósseis (diesel) uma boa alternativa para esses avanços?

Nesse contexto, a pesquisa realizada tem como objetivo principal discutir a mobilidade urbana sustentável, com foco no transporte público coletivo do município de Campinas, seus efeitos sociais e econômicos e os impactos ambientais dos diferentes tipos de combustível. Os objetivos específicos deste trabalho são:

- 1) estudar a mobilidade urbana sustentável no município de Campinas, assim como apresentar as características e experiências nacionais e internacionais de transporte coletivo urbano;
- 2) avaliar os impactos da substituição do diesel pelo biodiesel e pela energia elétrica a partir de indicadores de desempenho econômico, social e ambiental.

Para responder ao problema desta pesquisa foram utilizados procedimentos metodológicos tais como:

a) pesquisa bibliográfica e documental referente aos conceitos da mobilidade urbana e da mobilidade urbana sustentável, ao processo de urbanização das cidades brasileiras e seu histórico, além da legislação que versa sobre o assunto. Inclui-se a ainda a pesquisa sobre experiências nacionais e internacionais de transporte coletivo urbano, analisando como ele pode ser empregado como alternativa benéfica à mobilidade urbana sustentável;

c) aplicação de Índice de Mobilidade Urbana Sustentável ao município de Campinas considerando o período entre os anos de 2010 a 2014;

d) aplicação da Avaliação de Custos Completos com base em indicadores ambientais, sociais e econômicos a partir da alteração do diesel para biodiesel e energia elétrica.

Essa dissertação é, portanto, pertinente do ponto de vista social, uma vez que possibilita apontar caminhos para a conscientização da população em busca de melhoria da qualidade de vida. Também pode contribuir para o ganho de eficiência das empresas que atendem à necessidade de mobilidade diária dos cidadãos e para a implementação de políticas públicas com base nas prospecções encontradas. Além disso, permite o levantamento de dados atualizados e sistematizados de forma a facilitar o entendimento das dimensões do desenvolvimento sustentável, que incluem a economia, o meio ambiente e a sociedade, gerando conhecimento de relevância acadêmica.

O primeiro capítulo tem por objetivo delinear as bases teóricas para a elaboração da dissertação, focalizando o desenvolvimento histórico de formação das cidades brasileiras, a legislação que versa sobre a mobilidade urbana e os conceitos de sustentabilidade, urbanização e mobilidade urbana sustentável. O Capítulo 2 tem o objetivo de tratar da perspectiva do transporte coletivo urbano e suas características e a importância desse modal para o transporte nas cidades. O Capítulo 3 objetiva diagnosticar, a partir de um índice de mobilidade urbana sustentável, a situação da mobilidade na cidade de Campinas. Por fim, o Capítulo 4 apresenta a resposta central ao problema de pesquisa desta dissertação, que é avaliar o impacto das alternativas ao diesel, ou seja, biodiesel e energia elétrica, no transporte coletivo urbano e na mobilidade urbana sustentável.

A resposta à inquietação levantada como problema desta pesquisa é positiva. A substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis, principalmente a energia elétrica é

de relevância para ampliar a mobilidade urbana sustentável a partir do transporte coletivo urbano.

1 SUSTENTABILIDADE E MOBILIDADE URBANA: CONCEITOS E REFLEXÕES

Neste primeiro capítulo, o conceito de sustentabilidade será debatido em sua forma geral para tratar, sucessivamente, das suas aplicações nas cidades e na mobilidade urbana. Serão destacados, portanto, a relação da sustentabilidade com o transporte urbano, com os combustíveis para o transporte, o histórico e a legislação sobre a mobilidade urbana sustentável, bem como seus desdobramentos nas dimensões econômica, social e ambiental.

1.1 Sustentabilidade e transporte nas cidades

Destaca-se, preliminarmente, que a sustentabilidade é um conceito relativamente novo, derivado de debates internacionais recentes acerca dos problemas ambientais da terra. Sua definição mais difundida trata de uma visão ampla acerca da utilização de recursos naturais, para que os mesmos satisfaçam as necessidades humanas atuais, sem ferir o direito das gerações futuras de usufruir desses bens (BRUNDTLAND *et al.*, 1987). Uma das definições de sustentabilidade utiliza oito dimensões, sendo elas: social, econômica, ecológica, ambiental, cultural, territorial e política nacional e internacional (SACHS, 2000). A dimensão social traz a percepção de que a desigualdade é uma das causadoras dos problemas ambientais, sendo a justiça social o ideal a ser perseguido para o alcance da sustentabilidade. A dimensão econômica diz respeito à efetividade das ações, pois as soluções ambientais devem ter sustentabilidade econômica para sua aceitabilidade e inclui a noção de liberdade e autonomia para a pesquisa científica e inovações. A dimensão ecológica prevê o controle do uso de recursos naturais. A dimensão ambiental indica que o meio ambiente é imprescindível à sobrevivência da humanidade e de todas as espécies, sendo necessária a preservação de sua capacidade de resiliência. A dimensão territorial se refere à distribuição dos recursos e de pessoas no planeta de forma equilibrada com as condições ecológicas. Por fim, a política é o elemento que conecta as outras dimensões por meio das decisões democráticas no âmbito nacional e internacional (SACHS, 2000). Há muitas outras definições para a sustentabilidade, estas normalmente incluem diferentes dimensões de análise do objeto a ser discutido, porém, as três dimensões que encontram consenso entre os autores são a econômica, ambiental e social.

A partir do contexto da sustentabilidade, soluções para as cidades e para a mobilidade urbana ganharam espaço no cenário internacional com conceitual apropriado a essa nova forma de observar a mobilidade. A mobilidade urbana é definida, portanto, como aquela

que possibilita os deslocamentos de cidadãos e mercadorias no espaço das cidades. A mobilidade urbana sustentável, define-se a partir de critérios de acessibilidade, sustentabilidade no desenvolvimento, equidade, eficiência, eficácia e efetividade, com gestão democrática e controle social, segurança e distribuição de benefícios e ônus. A mobilidade urbana sustentável também pode ser entendida sob o mesmo prisma da sustentabilidade, focando principalmente no tripé social, econômico e ambiental. Para a dimensão social, pode-se analisar como a mobilidade afeta: a renda das famílias; a justiça social na distribuição do espaço e nas tarifas do transporte coletivo que devem ser adequadas à renda da população mais pobre; e a acessibilidade ao espaço urbano. Para o componente econômico, a cobertura de custos, os investimentos e o financiamento do sistema de mobilidade são os pontos importantes. Para a dimensão ambiental, a integração entre o planejamento urbano e os transportes é o aspecto mais significativo, ressaltando a necessidade de utilização de energias renováveis, veículos e infraestrutura adequados à qualidade ambiental das cidades (BRASIL, 2012; CARVALHO, 2016).

No Brasil, o modal rodoviário foi eleito em meados da década de 50, no Plano de Metas, como o principal meio de transporte no país, inclusive de forma endógena às cidades. A indústria automotiva, devido à sua cadeia de produção, é um setor de grande importância econômica, portanto, um dos mais apoiados pelo Governo Federal que, dentre tantas medidas de incentivo nas últimas décadas, propôs o programa “Carro Popular”¹ que auxiliou em grande parte a multiplicação dos automóveis pelo país (VASCONCELLOS; MENDONÇA, 2010). As diferentes dimensões da mobilidade urbana só ganharam relevância diante do Estado brasileiro nos anos 2000. Este fato é consequência dos grandes eventos esportivos programados para serem realizados no país, como a Copa do Mundo e os Jogos Olímpicos, que requeriam um reforço da estrutura de aeroportos, portos, rodovias e do transporte coletivo, como as redes de metrô e ônibus (VASCONCELLOS; MENDONÇA, 2010). Esse movimento foi reforçado pela atuação mais expressiva do Ministério das Cidades, criado em 2003.

Paralelamente às questões nacionais, o contexto internacional incluiu a divulgação da Declaração do Milênio, que considerava os valores de liberdade, igualdade, solidariedade, tolerância, respeito pela natureza e responsabilidade comum, originando os oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Os ODM como um todo, devido à sua abrangência

¹ O Programa Carro Popular foi um protocolo assinado entre o Governo Federal e as montadoras brasileiras, com objetivo de facilitar a compra de automóveis populares (com características básicas e motor 1.0). O apoio do governo era realizado por redução de Imposto sobre Produtos Industriais (IPI), que na época foi acordado em 0,1% (SILVA JUNIOR, 2008).

diversificada e as onze metas definidas a partir deles, abarcavam as dimensões da sustentabilidade. No entanto, o objetivo sete estava diretamente ligado à necessidade de revisão da operacionalização dos modais de transporte coletivo das cidades, pois a qualidade do ar influencia diretamente na qualidade de vida da população e tem impactos sobre o meio ambiente (ONU, 2000). Em 2015 foi aprovada a Agenda 2030, que ampliou os ODM, originando os dezessete Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) que, por sua vez, se dividem em cento e sessenta e nove metas (Figura 1).

Figura 1 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: PORTAL ODM (2017).

Dentre os dezessete ODS ilustrados na Figura 1, vários se relacionam às questões de mobilidade urbana e substituição de combustíveis, mas dois se destacam. O ODS sete, que aponta a necessidade de “assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos” (ONU, 2015, p. 18). O ODS onze reflete a importância de “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis” (ONU, 2015, p. 30). O Quadro 1 apresenta as metas de cada um dos dois ODS mencionados.

Quadro 1 - Metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável 7 e 11.

Objetivo 7	Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos
Meta 7.1.	Até 2030, assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia
Meta 7.2.	Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global
Meta 7.3.	Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética
Meta 7.3.a	Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa
Meta 7.3.b	Até 2030, expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, particularmente nos países menos desenvolvidos, nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento e nos países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio seguros, resilientes e sustentáveis
Objetivo 11	Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis
Meta 11.1.	Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas
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 as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países
Meta 11.4.	Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo
Meta 11.5.	Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade
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
Meta 11.7.	Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência
Meta 11.7.a	Apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento
Meta 11.7.b	Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis
Meta 11.7.c	Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, para construções sustentáveis e resilientes, utilizando materiais locais

Fonte: ONU (2015).

A partir das metas dos dois ODS (Objetivo 7 e Objetivo 11 do Quadro 1) fica claro que parte da preocupação das nações em relação ao transporte coletivo se dá, tanto pela necessidade de se reduzir a participação das energias não renováveis na matriz energética mundial, quanto pela primordialidade da articulação de cidades sustentáveis e inteligentes, que tenham as pessoas como o centro de suas atividades, sendo o transporte coletivo o facilitador dos deslocamentos dos cidadãos. Outrossim, o fato da ONU ter estabelecido os ODS e as respectivas metas influencia os esforços dos países nessa direção.

1.2 Os combustíveis no transporte e a relação com a sustentabilidade

Com a crescente evidência das consequências da poluição sobre as condições ambientais inicia-se a discussão da substituição de combustíveis fósseis por outras fontes energéticas. Segundo Sachs (2005) é necessário e urgente o abandono dos mesmos para conter as mudanças climáticas já anunciadas. Para além desse motivo crucial, o autor argumenta que a volatilidade dos preços do petróleo, principal componente do diesel e da gasolina, tem no pico da produção, no esgotamento das reservas e nas crises geopolíticas nos locais de maior produção, pontos a serem ponderados para que se pense em alternativas sustentáveis de geração de energia em suas mais diversas formas. Marques Filho (2016) exemplifica outras formas de poluição causadas pelos combustíveis fósseis: a) poluição em processos de extração e transporte, com derramamento de petróleo por navios, na prospecção e em oleodutos, além da sabotagem de navios em zonas de guerra; b) destruição de ecossistemas tropicais, devido à extração de madeira para abertura de espaço para as operações de prospecção de petróleo e gás em florestas e rios; c) ampliação da extração em locais de difícil acesso, como no Ártico em águas profundas; d) extração de petróleo não convencional, por exemplo, em areias betuminosas, o que maximiza os efeitos negativos dos processos. Segundo Mota *et al* (2009, p. 232) “melhorar as condições ambientais, sobretudo nos grandes centros metropolitanos significa também melhorar a qualidade de vida da população e evitar gastos dos governos e dos cidadãos no combate aos males da poluição”.

Os combustíveis para transporte são “onde se constata hoje o maior aumento das emissões de CO₂” (ABRAMOVAY, 2012, p. 74). São necessárias, portanto, alternativas energéticas para mitigar o uso dos derivados do petróleo. Estas alternativas podem ser o etanol derivado da cana-de-açúcar, o biodiesel derivado de cereais e oleaginosas e a energia elétrica, bem como demais tecnologias desenvolvidas recentemente. O etanol e o biodiesel são biocombustíveis utilizados extensivamente em muitos países. Têm custos de produção variados

em razão das diferentes matérias-primas, além do tamanho da produção, no entanto têm grande possibilidade de aumento de escala, primando sempre pela sustentabilidade no uso da terra (WORLD, 2013). Apesar da viabilidade técnica para utilização da energia elétrica como combustível para os meios de transporte, esta ainda não se estabeleceu para utilização no transporte coletivo urbano de forma completa nas frotas, principalmente nos países em desenvolvimento como o Brasil.

Seguindo a tendência mundial no setor de transporte, o Brasil vem substituindo os combustíveis fósseis por fontes renováveis, utilizando cada vez mais o biodiesel, por ter notável potencial em redução de emissões de gases (MOTA *et al.*, 2009). No caso da energia elétrica, há testes no Brasil em apenas algumas cidades, como São Paulo, Curitiba e Campinas, no transporte coletivo, com investimento de empresas brasileiras, mas principalmente de multinacionais (VASCONCELOS, 2015).

Mesmo com sua crescente utilização, de acordo com Coutinho e Bomtempo (2011), a indústria brasileira de biodiesel é recente, em processo de estruturação, diferentemente daquela do etanol, já em estágio avançado de desenvolvimento. O desenvolvimento desse setor da indústria se deu a partir do Programa Nacional de Produção de Biodiesel, regulamentado pela Lei nº 11.097, de 2005 (BRASIL, 2005), que de acordo com Sachs (2005), iniciou-se de forma modesta, porém com intenso potencial de crescimento. Outro ponto importante do programa é o apoio à agricultura familiar, política que visa a inclusão social do pequeno produtor agrícola, dando a ele o apoio técnico de empresas que comprarão sua produção, bem como acordos comerciais beneficiando ambos agentes econômicos. A empresa beneficiadora de grãos recebe o Selo Combustível Social², possibilitando garantir subsídios e financiamentos do Governo Federal. O biodiesel é, portanto, substituto viável, podendo reduzir em até 78% as emissões de gases, como o dióxido de carbono (MOTA *et al.*, 2009). Inclui-se na gama de benefícios do biodiesel a coprodução de outros derivados de suas possíveis matérias-primas, como: algodão, amendoim, babaçu, dendê, macaúba, girassol, mamona e pinhão manso.

O uso da energia elétrica no transporte encontra-se ainda em discussão, porém com significativo progresso, onde se ressalta vantagens de caráter ambiental e de flexibilidade, com

² “A concessão e o gerenciamento do Selo Combustível Social é a identificação concedida pelo MDA ao produtor de biodiesel que cumpre os critérios estabelecidos pelo Programa e que confere status de promotor de inclusão social dos agricultores familiares enquadrados no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF)” (MDA, 2011, p.8).

opções, por exemplo, de ônibus híbridos, que podem também operar de forma integralmente elétrica, o que significa grande ganho na diminuição de emissão de poluentes (VASCONCELOS, 2015).

Nesse momento, portanto, a preocupação com as consequências sociais, econômicas e ambientais do crescimento brutal da frota de veículos é um dos temas da agenda pública e da sociedade, associada a essa nova gama de tecnologias disponíveis. Uma das formas mais eficientes para redução da utilização de veículos é o crescimento dos sistemas de transporte público coletivo, pois:

Uma política de combate à pobreza urbana e de inclusão social deve priorizar o transporte coletivo e o não-motorizado (a pé e por bicicletas) em detrimento do individual. Os usuários do automóvel têm renda bem maior do que a dos que utilizam o transporte público coletivo ou dos que são obrigados a fazer suas viagens a pé. As tradicionais políticas de transporte urbano baseadas na ampliação do sistema viário (como a construção de vias e viadutos, por exemplo) acabam sendo apropriadas pelos automóveis e, por isso, não estão voltadas para a mobilidade dos mais pobres (GOMIDE, 2003, p. 27).

Nesse sentido, analisa-se o exemplo do sistema de transporte público coletivo de Campinas que tinha em 2016 uma frota de 1.239 ônibus, com 206 linhas, e média de 625 mil viagens por dia, totalizando cerca de 15,3 milhões de viagens por mês, são cerca de 230 mil usuários (EMDEC, 2016). Há fluxo intenso principalmente nas principais vias de integração das regiões periféricas da cidade para o centro, onde se encontram as oportunidades de trabalho. No final de 2005, Campinas iniciou a utilização do biodiesel na frota do transporte público coletivo, o que na época significou redução do consumo de combustível em 2,78%, bem como redução de até 190 kg de material particulado com a inserção de 2% de biodiesel à mistura do diesel (EMDEC, 2006). A Lei Federal nº 11.097 previa que entre 2007 e 2013 o percentual obrigatório de biodiesel nos ônibus seria de 2% e a partir de 2013, passaria para 5% (BRASIL, 2005). Atualmente, o percentual obrigatório é de 7%. Até 2019, o percentual deverá chegar a 10% (BRASIL, 2016a). Em relação à utilização de ônibus elétricos, a cidade incorporou 10 veículos desse tipo em 2015, para testar a potencialidade da nova tecnologia (EMDEC, 2015). A análise de uma cidade de porte médio, sede de uma região metropolitana, e que dispõe de banco de dados mais farto se comparado com as cidades da região, contribuiu para a escolha da mesma como recorte de análise.

A partir do contexto apresentado nas seções 1.1 e 1.2, é necessário resgatar a história do desenvolvimento urbano brasileiro assim como rever o arcabouço jurídico que surgiu para amparar as novas demandas da mobilidade urbana. Há, também, uma reflexão

sobre a mobilidade urbana sustentável e os desdobramentos nas três dimensões da sustentabilidade, consideradas como principais e convergentes entre os autores estudados: a econômica, a social e a ambiental.

1.3 Histórico da Mobilidade Urbana e suas relações com a cidade

Em meados do século XX, intensificou-se a urbanização no Brasil, devido às várias modificações na economia do país. Os assentamentos urbanos, portanto, sofreram alterações para comportar essa mudança rápida na quantidade de habitantes. Apesar das habitações e a estrutura das cidades não serem satisfatórias pois, devido ao seu crescimento desenfreado, geraram favelas e periferias desassistidas de infraestrutura básica, a nova população urbana que chegava às cidades se instalou (MARICATO, 2000).

Analisando o período, pode-se dividi-lo em várias fases, como: a) foco na agroexportação até 1930, o que explica um país predominantemente rural; b) ascensão da burguesia a partir de 1940, o que influenciou o setor político a investir em infraestrutura nas cidades com o objetivo de aumentar a produção nacional e substituir importações, iniciando a transição da população do meio rural para as cidades, mas ainda de forma lenta; c) dependência do setor externo para importação de bens de capital e produção de bens duráveis nacionalmente a partir de 1950, o que inicia de fato o processo de industrialização e consequente urbanização; d) financiamento do mercado habitacional pelo Sistema Financeiro de Habitação (SFH) e Banco Nacional da Habitação (BNH) de forma prioritária às classes médias e altas em detrimento a maior parte da população que buscava moradia nas cidades entre os anos 60 e 80, ampliando a desigualdade entre os moradores das cidades, expandindo a pobreza em áreas periféricas e urbanizando os grandes centros e bairros nobres; e) entre os anos 80 e 90 a recessão econômica descortinou os problemas criados com o não enfrentamento das questões da função social da propriedade, gerando um período de crise urbana de ordem social e ambiental (MARICATO, 2000).

A partir das transformações ocorridas na organização produtiva capitalista nos anos 90, como a difusão do neoliberalismo com suas políticas de desregulamentação e a diminuição do tamanho do Estado, a organização do território brasileiro ganhou novos contornos e dinâmica. Houve dessa forma uma distribuição de metrópoles pelo país, de acordo com as necessidades dos setores produtivos e comerciais, com concentração no Sudeste, região dotada

de infraestrutura preparada para comportar atividades de inovação, comercialização e serviços de comunicação, financeiros e de educação (MARICATO, 2013).

O processo de ampliação da urbanização é evidenciado na Tabela 1, que sintetiza o aumento da taxa de urbanização nas regiões brasileiras entre 1940 e 2010.

Tabela 1 - Taxa de Urbanização (em %), Brasil e regiões, 1940 -2010.

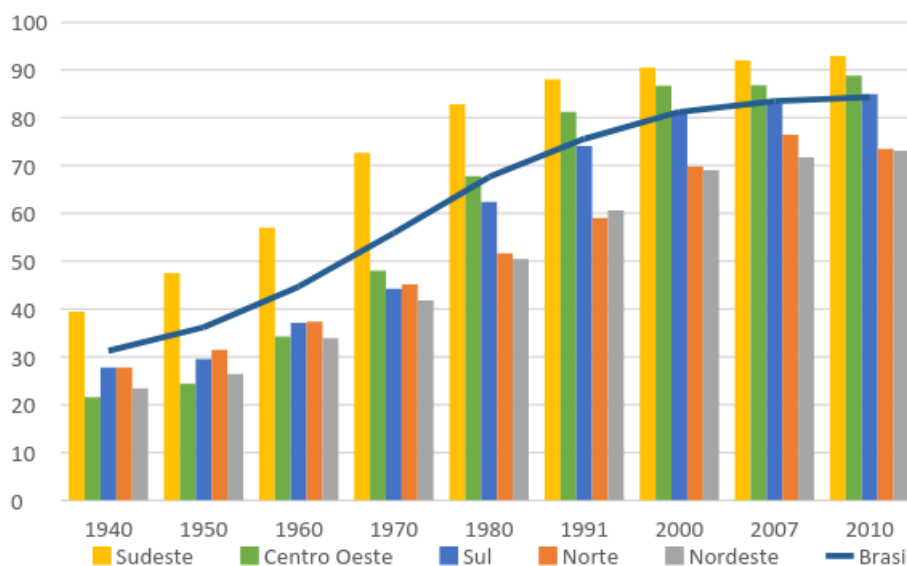
Região	1940	1950	1960	1970	1980	1991	2000	2007	2010
Norte	27,75	31,49	37,38	45,13	51,65	59,05	69,83	76,43	73,53
Nordeste	23,42	26,40	33,89	41,81	50,46	60,65	69,04	71,76	73,13
Sudeste	39,42	47,55	57,00	72,68	82,81	88,02	90,52	92,03	92,95
Sul	27,73	29,50	37,10	44,27	62,41	74,12	80,94	82,90	84,93
Centro Oeste	21,52	24,38	34,22	48,04	67,79	81,28	86,73	86,81	88,80
Brasil	31,24	36,16	44,67	55,92	67,59	75,59	81,23	83,48	84,36

Fonte: IBGE (1981).

O Sudeste apresenta sempre a maior taxa de urbanização dentre as regiões, com aumento de 135% em 70 anos. No entanto, o Centro Oeste teve a maior variação percentual no período, com aumento de 312%, passando da menor taxa em 1940 para a segunda maior em 2010, seguido do Nordeste, Sul e Norte, com respectivamente 212%, 206% e 165% de variação.

As elevadas taxas de urbanização mantidas pelo Sudeste e pelo Sul se devem ao desenvolvimento industrial e comercial dos estados destas regiões, que desde cedo concentraram a produção do país, modernizando-se mais rapidamente que as demais. As taxas relativamente próximas do Sul e altas no Norte nas décadas de 40 a 70 se devem a herança populacional da extração de borracha na Amazonia, que diminuiu significativamente seu crescimento após os anos 80, devido à redução da atividade econômica na região. O Centro-Oeste tem o maior crescimento no período em virtude de não ter em seu território uma infraestrutura pré-instalada, possibilitando seu rápido crescimento. O Nordeste tem estrutura diferente, destacando-se sua questão agrária arcaica e avessa às mudanças sociais e físicas, o que atrasa seu desenvolvimento e apresenta-se em 2010 com a menor taxa de urbanização (SANTOS, 2008).

Estas mudanças resultam ainda mais evidentes como observado no Gráfico 1 permitindo ressaltar que: 1) a taxa de urbanização no Brasil cresceu a taxas crescentes até os anos 70 (quando alcança aproximadamente 60%) para continuar crescendo a uma taxa menor alcançando mais de 84% em 2010; 2) a região Sudeste sempre foi a mais urbanizada, entretanto, as outras regiões, especialmente Centro Oeste (a partir dos anos 90) e Sul reduziram substancialmente essa distância.

Gráfico 1 - Crescimento da Taxa de Urbanização, Brasil e regiões, 1940-2010.

Fonte: IBGE (1981).

A forma de expansão da cidade está ligada à lógica capitalista do mercado, onde condomínios fechados disputam a periferia das cidades com o intuito de valorizar financeiramente o espaço, expulsando a população pobre, cada vez para mais longe do centro. Esse fenômeno também tem origem no abandono das políticas de estruturação das cidades, como transporte urbano, moradia e saneamento básico, com baixo investimento governamental (MARICATO, 2013).

Em razão do abandono e da falta de investimentos evidenciados, além de recursos e planejamento, a mobilidade torna-se um dos grandes problemas urbanos, que afeta a sociedade, a economia e o meio ambiente. O espraiamento das cidades se traduz numa organização irracional de horários já que a população transcorre muito tempo se deslocando para ir ao trabalho ou ao local de estudo. Soma-se a isso a política de estímulo ao transporte privado, via subsídios para a compra de automóveis. Esta forma de estimular a demanda interna e fortalecer a economia esbarra diretamente com as políticas de melhoria da mobilidade urbana, pois os veículos individuais motorizados ocupam mais espaço na estrutura viária do que os ônibus (ou outras formas de transporte coletivo), geram maior poluição por indivíduo transportado (tanto do ar quanto sonora), aumentam as ocorrências de acidentes. Em outras palavras, a organização da cidade e a opção de priorizar o transporte individual motorizado têm reflexos negativos no âmbito social (carência de linhas, efeitos negativos na saúde, por exemplo), econômico (aumento do tempo no deslocamento) e ambiental (poluição sonora e do ar). Nesse sentido, o formato de organização da cidade, dando prioridade ao transporte

individual motorizado, não é democrático, inviabilizando a sustentabilidade das cidades, portanto, o transporte coletivo e o transporte não motorizado devem ser priorizados (MARICATO, 2013).

As discussões sobre a mobilidade no Brasil datam do Império, quando o tema focava nas ligações entre as várias partes do país eminentemente rural para escoar a produção agrícola. No início da República Velha, ou Primeira República, houve a criação de um primeiro plano geral para os transportes, que fracassou. Apenas em 1934 é que foi adotado um Plano Geral de Viação (MEIRA, 2013).

A partir do Plano de Metas, programa político e econômico do Governo Juscelino Kubistchek, com o início da industrialização tardia no país, houve a construção de Brasília com a intenção de povoar o interior do país, bem como o apoio às indústrias automobilísticas, criando toda a infraestrutura rodoviária existente. Fundamentado nesse apoio, houve avanço da indústria automotiva onde o crescimento do transporte individual motorizado foi expressivo nas grandes cidades brasileiras. Os trens e bondes elétricos tiveram grande redução na parcela de atendimento na matriz modal e se aproximaram da extinção. Para a sustentabilidade das cidades este foi um processo negativo, pois se deixou de implementar e de cuidar de sistemas de transporte coletivo urbano que privilegiavam os deslocamentos públicos, por meios elétricos ou sobre trilhos, focalizando sistemas vantajosos para os deslocamentos por veículos individuais motorizados, por meio das rodovias e de combustível fóssil (gasolina ou diesel) (CARVALHO, 2016).

No início do Regime Militar, foi aprovado pelo governo um novo Plano Nacional de Viação, que tinha por objetivo a integração do país, a partir de Brasília, em ligação com o Rio de Janeiro, São Paulo e Salvador, que sugeria o desenvolvimento de uma nova realidade econômica e geopolítica (MEIRA, 2013).

Em 1965, houve a criação do Grupo Executivo para a Integração da Política de Transporte (GEIPOT), que na época de sua extinção havia passado a se chamar, Empresa

Brasileira de Planejamento de Transportes³. Meira (2013) destaca a importância do GEIPOT para os estudos sobre o transporte urbano no país. O GEIPOT, sendo o órgão centralizador do planejamento de transportes, representava o pensamento consensual da época sobre as políticas de mobilidade, sobretudo em relação a ideia do transporte como atividade interligando todas as outras áreas da economia.

Nesse período, foram criados o Sistema Nacional de Transportes Urbanos (SNTU) e o Fundo de Desenvolvimento de Transporte Urbano (FDTU) para implantação da Política Nacional de Transporte. A Empresa Brasileira de Transportes Urbanos (EBTU) foi instituída em 1976, para gerenciamento do FDTU e coordenação do planejamento dos transportes urbanos de passageiros, ferroviário e rodoviário, nacionalmente. Na sequência, as Empresas Metropolitanas de Transportes Urbanos (EMTUs) também foram criadas para, de forma descentralizada, supervisionar a política nacional de transportes urbanos elaborada pela EBTU, sendo de responsabilidade dos governos estaduais (MEIRA, 2013).

Em termos de atuação, o GEIPOT iniciou seus estudos com um primeiro documento de análise nacional da situação dos transportes urbanos, enfrentando de modo sistemático a questão do uso e ocupação do solo urbano, a organização dos transportes dentro das regiões metropolitanas e o transporte individual. A atuação desses órgãos acabou enfraquecida, tanto pelas crises da década de 80, quanto pelo processo de redemocratização caracterizado por tendências descentralizadoras, com foco na gestão local, deixando a cargo dos municípios o desenvolvimento urbano. Destaca-se a implantação da Constituição Federal de 1988, que trouxe consigo novas possibilidades para acordos entre os agentes atuantes nas metrópoles (MEIRA, 2013).

Segundo Meira (2013, p.111)

O exemplo marcante desta política foi a extinção, através do Decreto Federal nº. 230, de 15 de outubro de 1991, da EBTU, que trouxe como consequência

³ Decreto nº 57.003, de 11 de outubro de 1965, na forma de Grupo Executivo para a Integração da Política de Transportes, constituindo-se de representantes de quatro Ministérios, sob a coordenação do então Ministério da Viação e Obras Públicas. Pelo Decreto-Lei nº 516, de 7 de abril de 1969, foi transformado em Grupo de Estudos para a Integração da Política de Transportes, vinculando-se ao então recém-criado Ministério dos Transportes. Essa transformação foi mantida pela Lei nº 5.098, de 20 de agosto de 1973, que alterou esse Grupo de Estudos para Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, preservando-se a sigla GEIPOT. A Medida Provisória nº 2.201/2001, convalidada pela Medida Provisória nº 2.217/2001, acrescentou o art. 102-A à Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001, que dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes do seguinte teor: 'Art. 102-A. Instaladas a ANTT, a ANTAQ e o DNIT ficam extintos a Comissão Federal de Transportes Ferroviários – COFER e o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER e dissolvida a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes – GEIPOT' (BRASIL, 2016b, p.1)

imediatamente uma desestruturação do meio técnico profissional do setor. Tal “retirada” tinha o argumento que, segundo a Constituição Federal de 1988, o planejamento e a operação dos transportes urbanos constituiriam responsabilidade das municipalidades. Por outro lado, ainda segundo a Constituição, a União ficava responsável pelo planejamento e coordenação das modalidades rodoviária, ferroviária, marítima, dutoviária e aquaviária. Acontece que muitas cidades não foram dotadas, a tempo, de recursos materiais e financeiros para gerirem e controlarem a operação dos ônibus urbanos ao encargo do setor privado.

Seguindo a mesma lógica, as EMTUs fracassaram, tendo como explicação a pouca participação dos estados no planejamento e na mobilidade urbana (MEIRA, 2013). O aumento acelerado da urbanização teve como consequência o desenvolvimento e aumento dos problemas de mobilidade urbana. A renda do brasileiro não permitia a compra de automóveis, sendo o transporte coletivo urbano a única opção de locomoção para as famílias de classe baixa. Essa questão significava grande peso no orçamento familiar no período entre os anos 80 e 90, marcado pelo grande desemprego no país. Ficava clara a necessidade de planejamento de políticas públicas na mobilidade urbana. No entanto, nos anos 1990, as políticas relacionadas à mobilidade e ao transporte urbano tornaram-se secundárias, perdendo a atenção das autoridades. Contudo, a partir da nova realidade do país e das políticas de fortalecimento da iniciativa privada, os empresários ligados ao transporte urbano se fortaleceram, formando oligopólios locais, desmontando quase que totalmente os organismos públicos gestores, impondo os modelos mais lucrativos, nem sempre melhores para os usuários (MEIRA, 2013).

A partir de 2000, houve forte aumento da frota de veículos motorizados individuais devido à expansão econômica experimentada no período, principalmente com o crescimento da renda das famílias e da expansão da classe média. Alternativas começaram a ser formuladas para pensar esses e outros problemas da expansão das cidades.

1.4 Legislação sobre Mobilidade Urbana no Brasil

Para lidar com os desdobramentos e dificuldades do planejamento urbano e da mobilidade urbana, o Brasil conta com arcabouço legislativo desde a Constituição de 1988.

No capítulo II da Constituição Federal de 1988, nos artigos 182 e 183, são definidos os parâmetros da política de urbanização das cidades, onde se exige do poder municipal a criação de Plano Diretor, objetivando-se o ordenamento da ocupação das cidades, de forma a garantir as funções sociais da cidade para o bem-estar do cidadão, cumprindo as exigências das funções sociais contidas nos planos diretores (BRASIL, 1988).

A regulamentação destes artigos foi realizada por meio da Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade, normatizando o uso da propriedade urbana para o bem coletivo, primando pela segurança, conforto e meio ambiente nas cidades. O Estatuto determina como primeira diretriz, o “direito a cidades sustentáveis, entendido como terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 2001, p.1). Dessa forma o transporte integra a concepção de cidades sustentáveis, permitindo que se desenvolvam políticas específicas para o setor dentro dos municípios, sendo acopladas ao Plano Diretor.

Em 2004, o Ministério das Cidades divulgou um texto para discussão com uma proposta de Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável, com diagnóstico da mobilidade à época, abrangendo conceitos de sustentabilidade ambiental e justiça social subsidiando o debate. Apresenta-se, inclusive, um conceito de mobilidade sustentável, que será detalhado na próxima seção (MCIDADES, 2004).

Outra diretriz importante do Estatuto da Cidade trata da oferta, de forma adequada, dos serviços públicos, incluindo o transporte, a partir da realidade local e das prioridades e necessidade dos cidadãos munícipes. Também determina a necessidade do controle do uso do solo, impondo o estudo de impacto sobre a infraestrutura urbana para qualquer tipo de empreendimento que afete o volume de tráfego. Para que possa realizar ações diretas a partir das diretrizes gerais, o instrumento que o poder público pode utilizar no planejamento municipal é o Plano Diretor, inclusive para a área de mobilidade. As regras definidas para a elaboração do referido plano destacam que cidades com mais de quinhentos mil habitantes devem ter em seus planos diretores um plano de transporte integrado (BRASIL, 2001).

Além da regulamentação a partir do Estatuto da Cidade, a União é responsável por criar as diretrizes do planejamento do transporte urbano (BRASIL, 2001). Nesse sentido, em 2012, foi aprovada a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), por meio da Lei nº 12.587, na qual as competências do Estado brasileiro, previstas na PNMU, são divididas entre os três níveis de governo da seguinte forma: União – assistência técnica, financeira, capacitação de pessoal para atendimento à PNMU, organização e disponibilização de informações qualitativas do sistema, além de fomento a implantação de projetos para o transporte público de grande e média capacidade, fomento ao desenvolvimento tecnológico e científico e o transporte interestadual; Estados – sistemas de transporte coletivo das regiões metropolitanas e intermunicipais, proposição de tributação para manutenção da PNMU, apoio aos serviços de

transporte que ultrapassem os limites municipais; Municípios – planejamento, execução e avaliação da PNMU, prestação do serviço de transporte coletivo urbano público no âmbito municipal, além de capacitação de pessoal para tal (BRASIL, 2012).

A PNMU também objetiva integrar os modais de transporte para adequar a mobilidade dos cidadãos e dos fluxos de mercadorias no espaço territorial dos municípios. Cria o Sistema Nacional de Mobilidade Urbana a partir da categorização dos modos e serviços de transporte, além da infraestrutura necessária para possibilitar a melhoria da mobilidade urbana. Esta lei define a mobilidade urbana como “condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano” e o transporte público coletivo, como o “serviço público de transporte de passageiros acessível a toda a população mediante pagamento individualizado, com itinerários e preços fixados pelo poder público” (BRASIL, 2012, p. 2). Além disso, fundamenta a política a partir de princípios como acessibilidade, sustentabilidade no desenvolvimento das cidades, equidade no acesso, eficiência, eficácia e efetividade, a partir de gestão democrática com controle social, segurança e justa distribuição de benefícios e ônus. Ressalta-se que estes princípios são relacionados diretamente ao conceito mais difundido de sustentabilidade com três dimensões (econômica, social e ambiental). O documento é permeado por esse conceito, incluindo a preocupação com as emissões de poluentes, e o uso da política para desestimular o transporte individual motorizado (BRASIL, 2012).

Por fim, em 2015, o Estatuto da Metrópole foi aprovado pela Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015, que versa sobre a gestão integrada das grandes metrópoles do país, em complemento ao Estatuto da Cidade (BRASIL, 2015).

A partir de todas essas discussões sobre os transportes e a mobilidade no espaço das cidades, é necessário refletir sobre o tipo de cidade que herdarão as próximas gerações, tendo como premissas a questão ambiental e as demandas econômicas e sociais das cidades, ou seja, da sustentabilidade das mesmas (MEIRA, 2013).

1.5 Mobilidade Urbana Sustentável

A ideia de mobilidade sustentável tem por base a inserção das discussões acerca da sustentabilidade no conceito de mobilidade urbana. A partir da percepção de como os sistemas de transportes podem influenciar o meio ambiente, a sociedade e a economia, a mobilidade sustentável incorpora temas como poluição do ar, mobilidade e acessibilidade da população de baixa renda, além das considerações sobre a produção e transporte de bens e serviços. Tem

sido definida como a capacidade de bens e de pessoas se deslocarem no espaço da cidade por meio da intersecção de várias políticas urbanas: “transporte, circulação, acessibilidade, trânsito, desenvolvimento urbano, uso e ocupação do solo etc.” (FREITAS *et al.*, 2015, p. 4). Em outras palavras, pode-se analisar o conceito de mobilidade sustentável a partir das oito dimensões destacadas anteriormente no seção 1.1.

Na dimensão ecológica, existe a preocupação em relação aos animais atropelados nas estradas, ou que tem seu habitat reduzido devido ao avanço das áreas urbanas. Na dimensão cultural, pondera-se a cultura como facilitadora do acesso das populações menos favorecidas socioeconomicamente aos locais onde os eventos culturais ocorrem, de forma eficiente e a preço acessível. Na dimensão territorial, discute-se a distribuição geoespacial e como a mobilidade contribui, compromete ou se adequa ao avanço das cidades. Na dimensão da política nacional, reflete-se como o relacionamento entre as esferas de governo, municipal, estadual, nacional, necessita de complementaridade e coesão para que os diversos meios de transporte sejam eficientes e atendam as necessidades da população do país. Na dimensão internacional, observa-se o exemplo da articulação dos ODS, que prezam principalmente pela agenda do transporte coletivo urbano, tornando-se importantes direcionamentos na tentativa de resolver os problemas globais (SACHS, 2000).

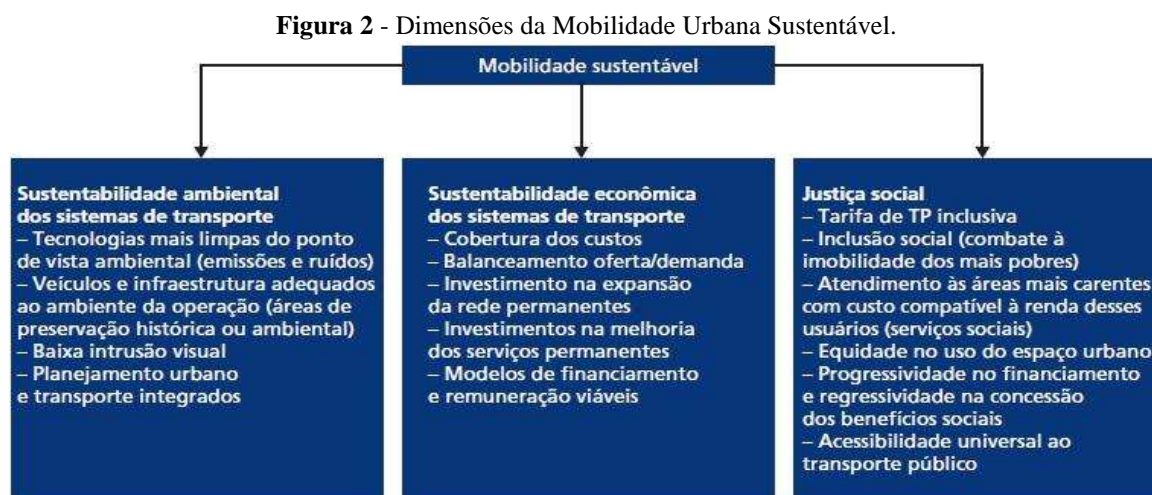
Já incorporando este conceitual, o Ministério das Cidades inicia nos anos 2000 o debate da sustentabilidade junto ao de planejamento urbano, quando define a mobilidade urbana sustentável como:

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 transporte, de forma efetiva, que não gere segregações espaciais, socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável. Ou seja: baseado nas pessoas e não nos veículos (MCIDADES, 2004, p. 3).

De forma mais ampla, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) define a mobilidade sustentável como aquela que pode contribuir com o bem-estar da economia e da sociedade, não agredindo a saúde humana e ambiental, satisfazendo o mínimo de acesso e mobilidade dos agentes, compativelmente com as necessidades e equilíbrio dos ecossistemas e da saúde humana, tendo sustentabilidade econômica do ponto de vista dos custos, da eficiência, com alternativas de escolha modal, e preocupação com a dinâmica econômica e regional, além de limitação de emissões de resíduos e poluentes atmosféricos e sonoros, utilizando recursos renováveis, reduzindo os não-renováveis e o uso do solo (MEIRA, 2013).

Nesse sentido, as dimensões social, ambiental e econômica da mobilidade sustentável, assim como as demais dimensões, são interligadas. A mobilidade deve ser articulada de modo a ter benefícios distribuídos com justiça, com mínimos impactos ambientais e equilíbrio econômico. Um exemplo para essa sinergia entre as dimensões é a acessibilidade dos usuários do transporte público ao espaço urbano, elemento que viabiliza a justiça social, impacta também a questão ambiental por contribuir para que as pessoas utilizem em maior número o transporte coletivo, que por sua vez, causa impacto econômico positivo, posto que aumenta a produtividade dos trabalhadores que ficam menos tempo presos no trânsito devido à redução no excesso de fluxo de veículos (FREITAS *et al.*, 2015).

Carvalho (2016) define os tópicos a serem observados para o desenvolvimento de sistemas de transporte que atendam aos critérios de uma mobilidade considerada sustentável (Figura 2).



Fonte: Carvalho (2016, p.17).

Os pontos apresentados na Figura 2 serão discutidos de forma mais aprofundada nas próximas três seções.

1.5.1 Dimensão Econômica

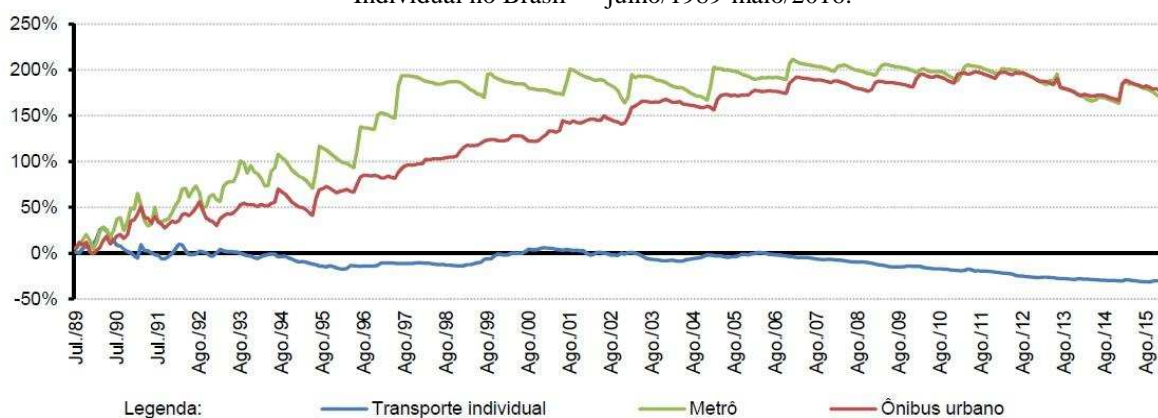
A infraestrutura urbana e a conjuntura econômica, principalmente a disponibilidade de recursos, se relacionam com a quantidade e qualidade dos serviços públicos a serem oferecidos pelo Estado, dentro deles os relacionados com a mobilidade (GOMIDE, 2003). Em contrapartida, a mobilidade também afeta o desenvolvimento econômico dos centros urbanos, fortalecendo ou enfraquecendo a economia local, de acordo com as facilidades e a

acessibilidade das pessoas aos mercados de bens e serviços (MEIRA, 2013). É uma via de mão dupla.

Em relação ao aspecto estrutural, como destacado na seção 1.1. desta dissertação, à época da industrialização tardia do país, houve a escolha pelo modal rodoviário, exatamente pelo seu fator econômico. A indústria automobilística é geradora de emprego e renda no mercado interno, pois existe extensa cadeia de valores para a produção, montagem e distribuição de veículos, desde a estrutura viária a ser construída, até as indústrias de autopeças e montadoras que movimentam o mercado interno e externo.

A partir da década de 1990, iniciou-se a expansão do transporte individual acompanhada pela redução da utilização do transporte coletivo urbano. A tendência é de que com aumento na renda, as famílias passem a gastar mais com transporte individual do que com o coletivo. O reforço dessa tendência se dá pelo processo de redução do preço relativo dos automóveis em comparação com o transporte coletivo. Enquanto havia uma política de redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para os automóveis, resultantes de acordos entre o governo federal e o setor da indústria automobilística realizados principalmente entre 1991 e 1996, o preço do bilhete dos ônibus crescia mais do que a inflação (SANTOS, 2009; CARVALHO, 2016). Essa tendência foi mantida pelo menos até 2013, quando por pressão popular houve manutenção das tarifas e consequente redução real do preço do bilhete de ônibus. No entanto, essa redução real incidiu diretamente sobre o orçamento público (CARVALHO, 2016). No Gráfico 2, Augustin (2016) destaca a variação real das tarifas dos ônibus, dos metrô e do Índice Nacional de Preços do transporte individual no Brasil. Essa relação mostra a disparidade entre as modalidades de transporte que justifica a migração dos passageiros do transporte coletivo para o modal individual, ou seja, o preço real dos automóveis variou pouco, iniciando tendência de queda a partir de 2007, ao mesmo tempo em que o preço real das tarifas de ônibus e do metrô estiveram desde 1989, início do período analisado pelo autor, até 2013 com tendência de crescimento, chegando a variar cumulativamente 200%. Em conjunto com a deterioração do serviço, essa tendência é um incentivo para que os cidadãos deixem de utilizar o transporte coletivo para adquirir um veículo particular.

Gráfico 2 - Variação real acumulada da tarifa do ônibus urbano e do metrô e do Índice de Preços de Transporte Individual no Brasil — julho/1989-maio/2016.

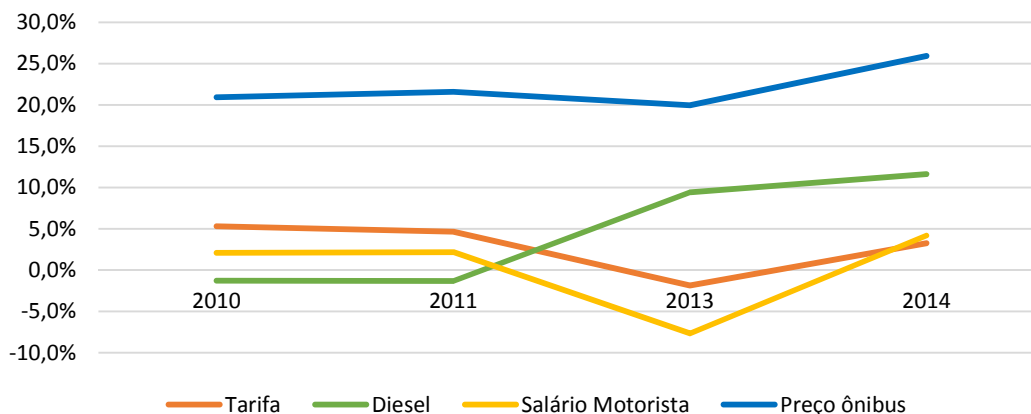


Fonte: Augustin (2016, p. 111) com dados do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

Dois fatores explicam a causa do aumento do preço do bilhete dos ônibus: aumento do custo da produção de ônibus, além de seus insumos operacionais, como o óleo diesel, pneus e reposição de peças de manutenção e a redução da demanda de passageiros pagantes (AUGUSTIN, 2016). Como exemplo, tem-se a evolução da variação real acumulada da tarifa e dos custos dos insumos do transporte coletivo urbano em Porto Alegre, tendo o diesel como principal elemento de aumento da tarifa. O preço de um ônibus na cidade, assim como do automóvel, mantém-se com pouca variação real acumulada, em maior parte negativa, portanto, os fatores determinantes para o acréscimo da tarifa além da diminuição da demanda, são os insumos mais utilizados: o diesel e o salário do motorista.

Em Campinas a situação é similar, no entanto, o preço do ônibus é a componente predominante na variação de preços da tarifa. O Gráfico 3 retrata a variação da tarifa de ônibus, do diesel, do salário dos motoristas e do preço dos ônibus para o município de Campinas, no período de 2010 a 2014.

Gráfico 3 - Variação real acumulada da tarifa de ônibus e dos principais itens de custo, de acordo com a planilha da Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas S/A (EMDEC), no município de Campinas – 2010 a 2014.



Nota: Deflacionado pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

Fonte: EMDEC (2010); EMDEC (2011); EMDEC (2013), EMDEC (2014).

Consequentemente, a partir do aumento do preço das tarifas, a demanda pelo transporte coletivo urbano decresce, gerando novamente aumento na tarifa devido à redução de passageiros, tornando-se assim um ciclo vicioso (AUGUSTIN, 2016).

Há um terceiro fator que explica o aumento do preço dos bilhetes do transporte coletivo urbano no Brasil, que são os benefícios e gratuidades concedidos a usuários em determinadas condições especiais, como estudantes, idosos, deficientes etc. Dentro do modelo de financiamento utilizado no Brasil, esses benefícios já são incorporados ao custo das operadoras, ou seja, vão compor o valor das tarifas, e dessa forma os demais passageiros, pagantes da tarifa integral, arcam com este custo adicional. Há situações cujos segmentos populacionais de menor renda, usuários cativos do sistema, terminam por subsidiar os benefícios da população com maior renda diretamente, como quando um estudante ou idoso de alta renda utiliza do benefício da gratuidade, bem como indiretamente, quando os impostos pagos por toda a população, já regressivos em sua forma no Brasil, são usados para obras de infraestrutura rodoviária que atendem aos interesses dos veículos individuais (FREITAS *et al.*, 2015).

Carvalho (2016, p. 13) indica que:

as políticas estabelecidas foram no caminho contrário ao princípio da modicidade tarifária, e observa-se que os principais fatores de oneração das tarifas continuam atuantes – aumentos das gratuidades financiadas pelo mecanismo do subsídio cruzado; perda de produtividade e competitividade em relação ao transporte individual; elevação dos custos de operação em função do aumento dos congestionamentos e da falta de vias exclusivas; e elevação do preço dos principais insumos do transporte público (veículos, pneus, diesel etc.).

Em relação aos modelos de financiamento e remuneração, dado o enfoque deste estudo, destaca-se o modelo brasileiro atual. O gestor público da instância que oferece o serviço, em geral municipal, deve adequar os modelos de financiamento, remuneração e tarifação à Política Nacional de Mobilidade Urbana, à lei de concessão e permissão da prestação de serviços públicos e à lei de licitações e contratos, além da lei de outorga e prorrogações das concessões e permissões (BRASIL, 1993; BRASIL, 1995a; BRASIL, 1995b). Atualmente a maior parte dos municípios realiza suas revisões tarifárias, de remuneração ao operador e de custo ao usuário, com base em uma planilha de custos, que leva em consideração todos os custos fixos, operacionais e a lucratividade da empresa concessionária em um custo total por quilômetro rodado, para posteriormente dividi-lo pela quantidade de passageiros por quilômetro, formando assim o valor final, já considerando as gratuidades e os descontos. Quando não é possível chegar a uma tarifa razoável, pode haver subsídios do município. Portanto, não há incentivo à empresa operadora para que reduza os custos ou tenha ganhos de produtividade (AUGUSTIN, 2016).

Esse modelo de financiamento inviabiliza os outros pontos discutidos sobre a dimensão econômica, já que não é possível cobrir os custos com a diminuição contínua de passageiros que deixam de utilizar os sistemas de transporte urbano e passam a usar o transporte individual exatamente pelo aumento contínuo das tarifas, além da baixa qualidade dos serviços. Dessa forma também, investimentos na expansão e melhoria das redes ficam comprometidos.

1.5.2 Dimensão Social

O conceito de desigualdade social é abrangente, ou seja, se torna inerente ao sistema produtivo existente, o capitalismo, considerando que não existe possibilidade de produzir e distribuir de forma igualitária as riquezas obtidas. O fenômeno da exclusão social é o reforço da situação de desigualdade, na qual os indivíduos se tornam excluídos do tecido social, seja pela pobreza, discriminação ou afastamento geoespacial (RODRIGUES *et al.*, 1999).

A sustentabilidade trata de um terceiro conceito que se relaciona com impactos sociais, a justiça social. Esse conceito pode ser definido como derivado de dois preceitos, mérito e necessidade. Mais do que suprimir as desigualdades sociais ou evitar que elas transformem os indivíduos em excluídos da sociedade, a justiça social é aquela onde todos têm

direitos iguais, mas também onde as necessidades humanas devem ser levadas em consideração (BARZOTTO, 2003).

A segregação espacial, que ocorre quando as pessoas são afastadas das facilidades de acessar os espaços coletivos das cidades, se manifesta com a criação de periferias urbanas, a partir do uso e ocupação do solo urbano de forma desordenada e sem planejamento. Se manifesta também pelo aumento das necessidades de serviços de transporte, já que há espraiamento das cidades, levando as populações para lugares cada vez mais distantes dos centros urbanos e serviços públicos, limitando sua mobilidade (GOMIDE, 2003).

Usualmente as regiões periféricas pobres dos municípios apresentam menor atendimento de transporte coletivo. A frequência e a densidade das linhas de atendimento a estes locais não são suficientes para atender a demanda populacional, pois nestes bairros encontram-se a maior parte dos usuários cativos do sistema e se registra uma densidade populacional maior do que nas regiões com população de renda elevada. Mesmo quando há boa oferta de transporte, ainda existem outros problemas encontrados no acesso ao serviço, pois a localização dos pontos e dos terminais de embarque nem sempre são próximas das residências ou apresentam condições inadequadas ao deslocamento até esses locais (FREITAS *et al.*, 2015).

O transporte coletivo urbano, se oferecido dentro dos conceitos de sustentabilidade, sendo economicamente viável, contribuindo para a justiça social e reduzindo seus impactos ambientais, pode ser considerado o fio condutor da mobilidade sustentável das cidades, abrindo espaço para que a população seja bem atendida, combatendo a pobreza e promovendo a inclusão social no espaço urbano (GOMIDE, 2003).

No que se refere à possibilidade do transporte coletivo urbano ser diferencial importante no combate à pobreza e inclusão social, pode-se entender esses impactos de maneira direta e indireta. A forma indireta conflui com a capacidade de ampliação das economias urbanas e expansão das cidades no contexto econômico, ampliando o Produto Interno Bruto e gerando empregos. Considera-se que os empresários tendem a investir na abertura ou transferência de empresas para onde a mão-de-obra tenha custo menor, sendo o transporte um custo importante. A forma direta é aquela que afeta os passageiros, que dependem do transporte coletivo urbano para acessar os equipamentos públicos e serviços sociais, bem como as oportunidades de trabalho, podendo limitar ou expandir as possibilidades de aumento da renda e da localização da moradia (GOMIDE, 2003).

Neste contexto, o percentual do orçamento familiar gasto com transporte é significativo, principalmente para as famílias de baixa renda, o que significa que os investimentos em melhor qualidade do transporte coletivo urbano podem ter um efeito progressivo na distribuição da renda (GOMIDE, 2003).

A Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), realizada em algumas regiões metropolitanas brasileiras, destaca o uso do transporte coletivo urbano pelas classes de renda mais baixas (Tabela 2). Na Região Metropolitana de São Paulo, exemplo mais próximo da área de estudo deste trabalho onde há coleta de dados para a pesquisa, as três primeiras faixas de renda, com salários de até R\$2.490,00, são as que gastam percentual maior com o transporte coletivo urbano, com média de 8,23%. As três últimas faixas de renda, entre R\$4,150,00 a R\$10.375,00 ou mais, gastam proporcionalmente em transporte mais que as primeiras faixas, no entanto, a aquisição de veículos é que se destaca.

Com uma rede de transportes eficiente, pode-se haver ganho de tempo das classes menos favorecidas, que poderia ser dedicado à geração de renda ou ao ócio, também considerado uma necessidade básica humana. Como impactos indiretos temos melhoria na produtividade do trabalhador, especialmente no caso de percursos particularmente longos (GOMIDE, 2003).

Tabela 2 - Despesa monetária média mensal familiar - % e distribuição - por classes de rendimento monetário mensal familiar e tipos de despesa - Faixas até 10.375 Reais para a Região Metropolitana de São Paulo em 2008.

Tipos de despesa	Classes de rendimento monetário mensal familiar ¹							
	Total	Até	Mais	Mais de	Mais de	Mais de	Mais de	Mais
		830	de 830	1245 a	2490 a	4150 a	6225 a	10735
	Reais ²	Reais	Reais	Reais	Reais	Reais	Reais	Reais
Transporte	18,1	16,2	15,1	17,1	19,3	20,6	19,2	16,5
Transporte urbano	3,8	9,3	8	7,4	5,6	1,9	1,8	0,9
Gasolina - veículo próprio	2,9	2,1	2,2	3,2	3,8	3,7	2,3	2,5
Álcool - veículo próprio	0,7	0,2	0,3	0,4	0,6	1,1	1	0,7
Manutenção e acessórios	1,6	1,3	0,8	1,4	1,8	2,6	1,5	1,4
Aquisição de veículos	6,9	2,5	2,2	3,4	5,9	9,1	9,1	8,6
Viagens esporádicas	1	0,6	1	0,7	0,7	0,9	1,3	1,3
Outras	1,2	0,2	0,6	0,7	1	1,3	2,2	1,3

Notas: 1 - O termo família está sendo utilizado para indicar a unidade de investigação da pesquisa "Unidade de Consumo". 2 - A categoria Até 830 inclui as famílias sem rendimento.

Fonte: IBGE - Pesquisa de Orçamentos Familiares (2008).

Sendo assim, as políticas de mobilidade sustentável, ao incluir o transporte coletivo urbano, devem considerá-lo como determinante da inclusão social para as classes de renda mais baixas da população, principalmente aos excluídos do mercado de trabalho formal. Desta forma o transporte coletivo urbano e os transportes não motorizados, como as bicicletas, devem ser

priorizados. Destaca-se que o transporte coletivo urbano é um dos meios para reforçar a cidadania, que deve ter políticas e ações planejadas de forma interdisciplinar para solucionar os gargalos existentes (GOMIDE, 2003).

1.5.3 Dimensão Ambiental

Assim como as demais dimensões, a ambiental é direta e indiretamente afetada pela mobilidade urbana nas cidades. A partir da utilização de veículos de todos os tipos, podem ocorrer diversos impactos, dentre eles o esgotamento de recursos naturais, como o petróleo; mudanças climáticas com a emissão de poluentes globais e alterações nos microclimas a partir de poluentes locais; geração de resíduos de descarte de veículos e ônibus depreciados, bem como de peças; perda de espaços públicos e áreas verdes para comportar as infraestruturas do transporte; e emissão de ruídos pelos motores (CAMPOS, 2006).

O impacto ambiental mais visível e sentido diariamente pela população é a poluição do ar. Atualmente a maior parte das cidades utiliza combustíveis fósseis para mover ônibus e carros no Brasil. A queima de combustíveis fósseis aumenta os gases de efeito estufa, além de liberar outros gases nocivos à saúde humana, possibilitando o desenvolvimento de doenças respiratórias, cardiovasculares e câncer. Há também os efeitos indiretos, que além do impacto ambiental, tem natureza econômica, como perda de produtividade do trabalhador (ANTENOR; ANDRADE; MACHADO-FILHO, 2010).

Há grande variedade de poluentes liberados pelos veículos, como componentes orgânicos voláteis, que se combinam e formam o ozônio próximo ao solo, que além de neblina de coloração marrom, pode causar doenças pulmonares, bem como os causadores do efeito estufa: metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e sobretudo dióxido de carbono (CO₂). Ambientalmente, a emissão de poluentes também provoca chuva ácida que danifica vegetações, construções, a água dos rios etc. O setor de transportes com o número crescente de veículos nas ruas, aumenta rapidamente suas emissões. O transporte coletivo emite três vezes menos poluentes por passageiro que o transporte individual (MOTTA; RIBEIRO; PORTUGAL, 2007).

A poluição sonora, como já dito, é também um dos impactos dos transportes. O tráfego de veículos é o maior causador dos ruídos nas grandes cidades. A depender dos níveis de som e do tempo de exposição do indivíduo, pode ocorrer perda auditiva irreversível, além

de reduções de capacidade auditiva temporária em exposições de curta duração (GIULIANI, 2011).

Além das poluições atmosférica e sonora, há também a visual, pela quantidade de veículos se movimentando pela cidade, e a infraestrutura que é necessária para o modal rodoviário, impactando também no uso e ocupação do solo, valorizando ou não as áreas nos entornos. Há também que se considerar os resíduos sólidos e efluentes que se não tratados adequadamente podem prejudicar a saúde e o meio ambiente (MOTTA, RIBEIRO e PORTUGAL, 2007).

Os impactos ambientais negativos da mobilidade urbana podem ser considerados externalidades negativas⁴, pois não se encontram nos custos dos produtores dos combustíveis e veículos ou dos operadores de transporte. Para minimizar estes impactos, já existem iniciativas de controle de tráfego, controle de velocidade, sistemas inteligentes de transporte e incentivo ao transporte coletivo (CAMPOS, 2006).

No contexto ambiental, portanto, é interessante discutir formas de investimento no transporte coletivo urbano, tanto para melhoria da qualidade, quanto para utilização de energia limpa e renovável, além de restrições ao transporte individual, controle de tráfego e velocidade (CAMPOS, 2006).

Conforme explicitado ao longo deste primeiro capítulo, a natureza interdisciplinar da sustentabilidade pode influenciar os tipos de análises a serem realizadas no âmbito da mobilidade urbana. A importância do transporte coletivo neste contexto é o assunto do próximo capítulo.

⁴ As externalidades são ações de produtores ou consumidores que impactam outros agentes econômicos e que não são valoradas. Por exemplo a emissão de poluentes por um automóvel, impacta o meio ambiente que afeta toda a população, mas não é levada em consideração no custo do veículo ou do combustível utilizado. As externalidades podem ser positivas ou negativas (PINDYCK; RUBINFELD, 2006).

2 TRANSPORTE COLETIVO URBANO COMO ALTERNATIVA PARA A MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

A partir do contexto da mobilidade urbana sustentável apresentada no Capítulo 1, será apresentado neste capítulo como se desenvolve o transporte coletivo urbano no Brasil e no mundo, apresentando suas características, experiências nacionais e internacionais, além de uma reflexão acerca da influência da sustentabilidade num sistema de transporte coletivo e vice-versa.

O transporte público não deve ser encarado como a única solução para a mobilidade sustentável nas cidades, no entanto é uma das possibilidades diretas de atuação do poder público sobre a mobilidade, que deve ser estudado em conjunto com outras ações (FREITAS *et al.*, 2015).

2.1 Transporte Coletivo Urbano: Caracterização

O transporte coletivo urbano é caracterizado por ser público e não individual, movimentando-se dentro de perímetro urbano, utilizado diariamente pela população, permitindo que os passageiros viagem em pé e sem cinto de segurança, além de não necessitar de bilhete, sendo a quantidade de passageiros controlada por catraca (BORGES, 2006).

Faz parte da rede geral de transportes, tendo relevância devido o seu atendimento ser, em grande medida, a opção da população de baixa renda para os deslocamentos urbanos e a interligação dentro das cidades, bem como, torna-se alternativa para as políticas públicas que visem a diminuição da utilização dos automóveis individuais (RODRIGUES; SORRATINI, 2008). Nesse sentido, a qualidade do transporte coletivo urbano interfere diretamente na garantia de empregos, educação, saúde e lazer no dia-a-dia dos cidadãos em um município (VENTURA; DIAZ, 2011). De acordo com Gomide (2003, p. 25), reforçando este conceito, o transporte coletivo urbano deve propiciar a ligação entre “elementos sociais, econômicos e culturais”.

Existem vários modais que podem ser adotados para o transporte público. No Brasil e no mundo o modelo mais utilizado é o do transporte por ônibus, que pode ser desde o modelo tradicional de veículo, chamado “padrão”, até os articulados e biarticulados, que têm capacidade superior de lotação (VASCONCELLOS, 2012).

No Brasil foi instituída a regulação para as empresas que oferecem o serviço de transporte coletivo urbano, por volta dos anos 70 e 80. O serviço final oferecido, tornou-se um modelo que não dá prioridade às necessidades dos passageiros e ao crescimento das cidades, objetivando a gestão dos custos e da frota das operadoras, como se as demandas dos usuários fossem meros números. As empresas não têm incentivo a competir e inovar para melhorar a prestação de serviços (GOMIDE, 2003). Como destacado na seção 1.2.1, em Campinas, a fixação da tarifa ainda hoje é feita da mesma forma, a partir de planilha de custos, não considerando o atendimento aos usuários.

Esse modelo dá margem ao sucateamento do transporte coletivo urbano, abrindo espaço para o avanço da cultura do automóvel, que tem como pilares as visões do automóvel como símbolo de poder e riqueza, liberdade e privacidade, juventude e esportividade (VASCONCELLOS, 1993).

Com base nessa “cultura automobilística”, há grande disputa pelo espaço das cidades, que deveria ser redistribuído de forma adequada, levando em consideração a grande quantidade de pessoas sendo transportadas por ônibus, em contrapartida dos veículos individuais, em sua maioria transportando apenas uma pessoa. Portanto, o planejamento urbano dos transportes tem por desafio viabilizar essas mudanças (GOMIDE, 2003).

A Figura 3 ilustra a diferença entre o espaço físico ocupado por diferentes formas de transporte, comparação na qual destaca-se o veículo particular. Este ocupa espaços muito maiores da infraestrutura viária, apresenta altos custos, e afeta o sistema de transportes como um todo. A utilização massiva de transporte individual não só gera congestionamentos, normalmente nas regiões centrais onde se encontram a maioria dos serviços públicos e oportunidades de trabalho, como também causa efeito regressivo dos investimentos realizados pelas administrações públicas na estrutura viária, transferindo os recursos de impostos para a população de renda mais alta, detentora de renda suficiente para comprar automóveis (LACERDA, 2006).

Figura 3 - Espaço que 60 pessoas Ocupam no Trânsito.



POSTER DO DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DE MUNIQUE, 2001

Fonte: Gazeta Online (Departamento de Trânsito de Munique) (2001).

Essa situação tende a se agravar, pois, segundo Meira (2013, p. 1):

Atualmente o Brasil é um país eminentemente urbano. Segundo o IBGE (2010a), 84,36% da população brasileira reside em aglomerações urbanas, o que representa algo em torno de 160.925.792 pessoas. Pode-se constatar que 70% dos cidadãos moram em apenas 10% do território, que 55% das pessoas vivem em apenas 455 municípios (em um universo de 5.565) e que habitam nas regiões metropolitanas 30% da população total.

Ao mesmo tempo que a população cresceu e se mudou para as cidades, os governos locais não conseguiram acompanhá-la com um planejamento adequado, tanto do transporte público, quanto com a organização das cidades, que foram ficando cada vez maiores, com periferias sem saneamento básico e infraestrutura, cada vez mais longe dos centros, agravando a qualidade de vida dos moradores. Para suprir parte da demanda de transporte não atendida pelo transporte coletivo urbano, passa-se a utilizar com maior frequência os automóveis, cujo número cresce com velocidade superior à da população, dificultando os deslocamentos na cidade, com aumento no tempo dedicado ao transporte urbano, com poluição ambiental e sonora, além dos custos mais elevados para manutenção da infraestrutura (MEIRA, 2013).

Para Carvalho (2016), até o momento o país não sinaliza, com suas políticas públicas, uma mudança nesse sentido, pois o estímulo ao consumo de veículos individuais por meio de redução de impostos e aumento de crédito ainda superam as medidas de apoio ao transporte coletivo urbano e aos meios de transporte não motorizados.

2.2 Experiências nacionais e internacionais de Transporte Coletivo Urbano Sustentável

Esta seção contempla uma síntese sobre experiências nacionais e internacionais de transporte coletivo urbano, focada principalmente no transporte urbano sobre rodas e experiências bem sucedidas, dentro do contexto da mobilidade urbana sustentável. Os exemplos estudados de cidades que aplicaram o conceito de sustentabilidade aos seus sistemas de transporte coletivo passam pela América Latina e Europa. O intuito é descrever as possibilidades de melhoria da mobilidade urbana nas cidades com diferentes soluções tecnológicas e operacionais. Para tanto, foram escolhidas as cidades de: a) Curitiba, capital do estado brasileiro do Paraná, a qual conta com sistema de transporte coletivo sobre pneus no formato *Bus Rapid Transit* (BRT); b) Bogotá, capital da Colômbia, que utiliza transporte sobre pneus como o BRT, mas está planejada para ampliar seu sistema para um formato de integração de modais; c) Runcorn, no Reino Unido, também emprega sistema de BRT, e se preocupa com a integração entre o transporte e o uso do solo no município. A seleção dessas cidades foi feita tendo em vista a localização (uma cidade brasileira, uma latino-americana e uma europeia), e o fato do sistema de transporte ser em maior parte realizado por ônibus sobre pneus.

2.2.1 Curitiba-PR

Curitiba, capital do estado do Paraná, é o exemplo nacional de princípios de sustentabilidade no transporte.

O ponto de partida do desenvolvimento do transporte urbano em Curitiba foi a divisão setorial do Plano Diretor do município a partir de 2005, que reforçou as áreas de maior importância estratégica para a cidade. Foi criado o Plano de Mobilidade Urbana e Transporte Integrado, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da população por meio da mobilidade sustentável (SILVA, 2017).

O Plano Diretor de Curitiba determina as diretrizes gerais para a organização do transporte coletivo no município. Dentre as diretrizes, ressalta-se a importância da Rede Integrada de Transporte (RIT)⁵ e o seu fortalecimento, com aumento de pontos de conexão e a incorporação dos demais municípios da região metropolitana. Inclui a articulação com as

⁵ A RIT é uma “rede de linhas de transporte público coletivo com prioridade de operação na hierarquia viária, complementada com equipamentos de infraestrutura adequados a prestação dos serviços, que permite ao usuário a realização de mais de um deslocamento com possibilidade de integração física e/ou tarifária, compondo seu próprio trajeto no âmbito de abrangência da rede” (PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA, 2015, p. 61).

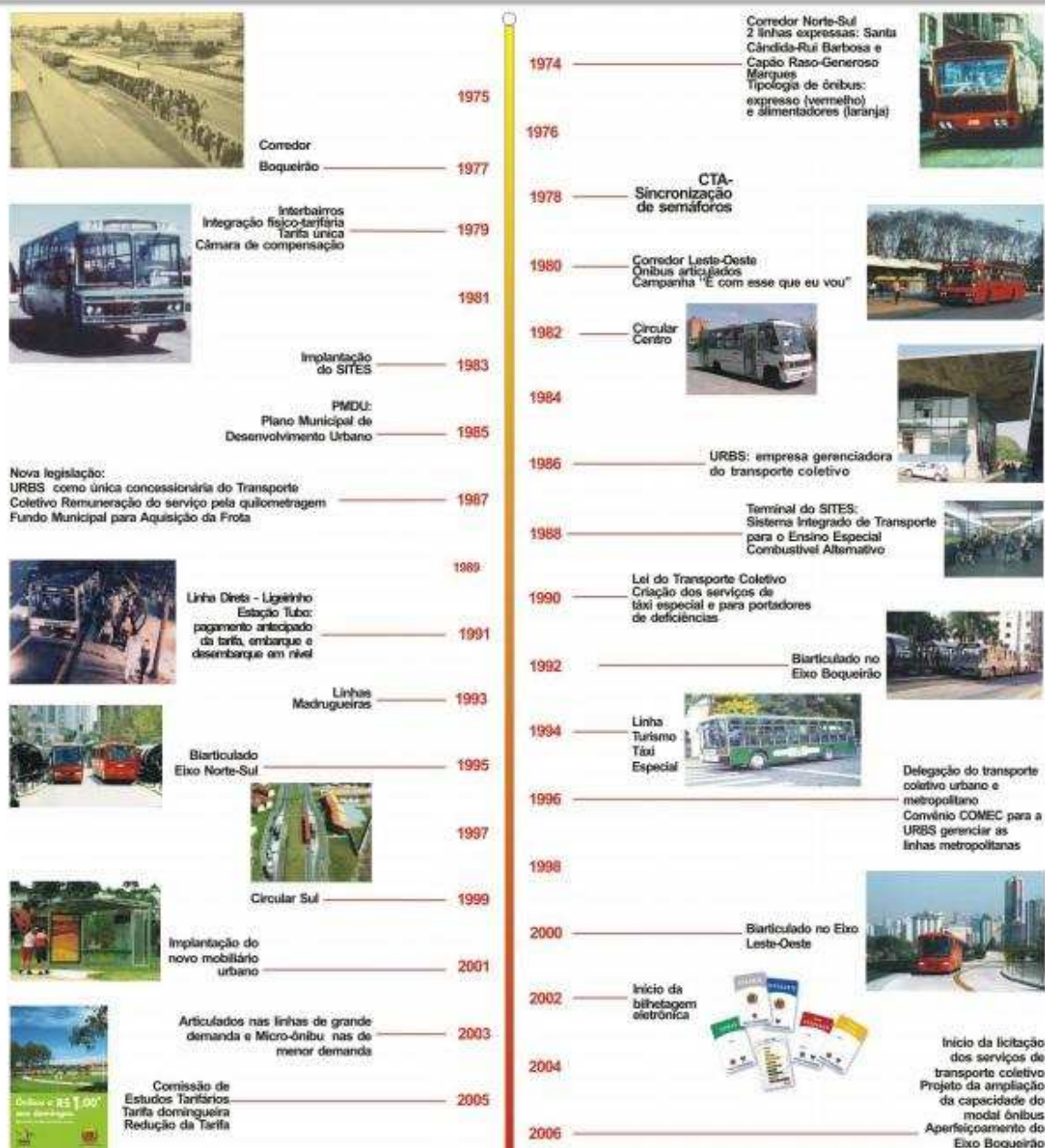
demais esferas de governo como potencial harmonizador das políticas de transporte estadual, intermunicipal e internacional e do planejamento, organização, operacionalização e sustentabilidade dos transportes coletivos, inclusive por meio de subsídios. Em relação à sustentabilidade, estabelece priorização do transporte coletivo sobre o individual, tecnologias adequadas para os tipos de operação, bem como de universalização, atratividade pela excelência dos serviços e controle operacional tecnológico. As políticas tarifárias com cobrança eletrônica em constante ampliação do sistema de bilhetagem, a adequação entre a oferta e a demanda dos serviços, acessibilidade, viabilidade financeira do sistema de bilhete único e avaliação dos serviços também são incluídos como diretrizes (PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA, 2015).

Para alcançar o modelo de transporte público atual no município de Curitiba, o sistema passou por constantes evoluções. A linha do tempo da Figura 4 destaca as mudanças mais importantes do sistema no período entre 1974 e 2006. Dentre estas alterações, encontram-se a implantação de linhas de atendimento a locais de grande circulação, novos modelos de ônibus com capacidade maior de transporte de passageiros, como os articulados e biarticulados, a criação de legislação própria ao desenvolvimento urbano e de empresa municipal, bilhetagem eletrônica e processo licitatório para prestação do serviço de transporte coletivo (PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA, 2008).

As intervenções voltadas a questão dos combustíveis são mais recentes, com início em 2009, com três iniciativas importantes: realização de testes de opacidade para verificar a regulagem dos motores da frota e o nível de poluição emitida; projeto Biodiesel B100, reduzindo significativamente a emissão de poluentes, com frota inicial de seis ônibus funcionando com biodiesel 100%, chegando a 34 veículos em 2013⁶; e a inserção de 10 veículos HibriBus, que funcionam com biodiesel e energia elétrica paralelamente (URBS, 2017).

⁶ Esta é a informação mais recente disponibilizada.

Figura 4 - Linha do tempo dos aspectos relevantes da evolução do transporte coletivo, 1974/2006.



Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA (2008, p. 12).

2.2.2 Bogotá (Colômbia)

O transporte coletivo em Bogotá, capital colombiana, teve seu nascimento em 1884, com a inserção dos bondes, onde duas linhas ligavam Bogotá a Chapinero e região. A estrada de ferro também fez parte da evolução do transporte em Bogotá a partir de 1889. Mesmo com problemas ligados à má administração, os bondes elétricos se destacaram a partir de 1910, sendo estendidos a bairros mais distantes. Em 1917, foi inaugurada uma estação como ponto central do sistema de trens do país. Entre 1933 e 1936, foi planejada a execução de um

plano de abertura do centro e de vias arteriais, que possibilitou a construção de avenidas e ruas nos antigos leitos ferroviários. Duas propostas para implantação do metrô na cidade foram estabelecidas, porém por motivos políticos não houve aprovação. Em 1951, foi efetivada a transição dos bondes para os ônibus, com pareceres favoráveis do governo com a justificativa da insegurança dos bondes. Várias outras alternativas foram concebidas neste período, mas todas rechaçadas por serem superestimadas para a quantidade de passageiros da época. A proposta da implantação da rede integrada de transporte coletivo foi discutida entre 1981 e 1991, sendo corroborada por estudo técnico do Instituto Nacional de Transporte. Entre 1991 e 1997, mais estudos foram realizados a fim de retomar as linhas férreas da cidade, bem como implantar o metrô. Porém, devido a questões de financiamento o projeto foi atrasado, e alternativas de curto e médio prazo tiveram de ser encontradas. Dessa forma, houve a implantação do sistema Transmilenio, transporte coletivo realizado por ônibus (SUAREZ, 2016).

A empresa Transmilenio S.A. foi criada em 13 de outubro de 1999 com o objetivo de gerir o Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) em Bogotá, que foi dividido em várias fases de implantação, com as duas primeiras já em operação (o sistema Transmilenio, semelhante ao BRT em Curitiba/SP). As demais fases que completarão o sistema terão avaliação de tecnologias de menor impacto ambiental (SITP, 2016).

O modelo do sistema Transmilenio abarca uma rede de ônibus articulados, bi-articulados e alimentadores, que transportam cerca de 69% da população de Bogotá, e para seu funcionamento pleno, exige infraestrutura composta por corredores exclusivos para ônibus, separados fisicamente da restante parte da rua; plataformas; pontes e estações (TRANSMILENIO, 2013a).

O Transmilenio é considerado referência mundial em sistemas de transporte sustentáveis, com base em seus processos de planejamento, gestão e controle. O sistema contribui com o desenvolvimento sustentável da cidade a partir de políticas e ações orientadas às pessoas, diminuindo os impactos e custos ambientais, principalmente relacionados a qualidade do ar, reduzindo, também, os custos sociais e econômicos (TRANSMILENIO, 2013b).

2.2.3 Runcorn (Reino Unido)

Runcorn é uma cidade do Reino Unido a qual possui sistema de mobilidade urbana por ônibus sobre pneus no formato de BRT, denominado *Runcorn Busway*. Sua operação foi

iniciada em 1973, um ano antes da operacionalização dos primeiros corredores de Curitiba e dez anos antes da transformação do transporte de Bogotá de trens para ônibus. A inovação do sistema, assim como em Curitiba e em Bogotá, se dá pela separação física das vias que servem todas as partes da cidade. Tem população de cerca de 70.000 habitantes, e 7 milhões de viagens anuais pelo sistema (RUNCORN, 2003).

O município foi planejado, desde a implementação do sistema de transporte em 1964, de acordo com a previsão de crescimento da população, para integrar o *Runcorn Busway* e o uso do solo no contexto da cidade, ou seja, o sistema aproveita os fluxos casa-trabalho para direcionar os trajetos dos veículos. A qualidade do sistema foi fator determinante inicialmente para incentivar a população a abandonar o transporte individual, sendo o transporte coletivo competitivo o suficiente em relação aos carros para suprir a demanda dos habitantes (RUNCORN, 2003; RACEHORSE *et al.*, 2014).

A implementação do sistema em 1973 teve custo total US\$ 15 milhões. Possui 22 km de vias exclusivas, e 25 km de rota total. As linhas do *Runcorn Busway* foram distribuídas de acordo com a necessidade da população trabalhadora, mantendo-se próxima o suficiente para que a parada mais próxima fosse de, no máximo, cinco minutos de caminhada em toda a cidade. O formato do traçado dos trajetos permite que as linhas sirvam cinco bairros residenciais, duas áreas industriais em desenvolvimento e a zona comercial (RUNCORN, 2003; RACEHORSE *et al.*, 2014).

A Figura 5 ilustra o traçado do sistema do *Runcorn Busway*. Destaca-se em amarelo as vias do Busway e em verde as linhas alimentadoras, que fazem parte do sistema, porém não tem o formato de vias exclusivas (HALTON BOROUGH COUNCIL, 2017).

Para seu funcionamento adequado, os parâmetros utilizados em Runcorn são: a) possibilitar que as pessoas estejam mais próximas de seus locais de trabalho, estudo e moradia, concentrando as atividades da cidade no decurso dos corredores de ônibus; b) limitar as possíveis transferências entre linhas a partir do formato do sistema, que colabora para que as pessoas possam ir ou voltar com um mesmo veículo; c) alta frequência de veículos, com reduzido tempo de espera dos passageiros; d) não há descontinuação do serviço e nem atrasos em razão das vias exclusivas; e) movimentação enxuta dos ônibus, ocasionando economia de tempo em comparação aos demais padrões de sistemas de ônibus (RUNCORN, 2003).

Figure 5 - Runcorn Busway



Fonte: Halton Borough Council (2017).

3 DIAGNÓSTICO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS

A partir do contexto teórico apresentado anteriormente é fundamental discutir a qualidade da mobilidade urbana do município de Campinas. Para tanto, são descritas as características de Campinas, em conjunto com uma breve revisão de indicadores e índices de mobilidade sustentável. Consequentemente são apresentados os resultados do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) calculado para este município a fim de identificar quais aspectos da sustentabilidade constituem problemas para a mobilidade na cidade e quais podem ser melhorados para alcançar a mobilidade sustentável.

3.1 O Município de Campinas e sua Mobilidade

Campinas é classificada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como capital regional, ou seja, cidade “Com capacidade de gestão no nível imediatamente inferior ao das metrópoles, têm área de influência de âmbito regional, sendo referidas como destino, para um conjunto de atividades, por grande número de municípios” (IBGE, 2007, p.11). Nesta categoria encontram-se as capitais dos Estados brasileiros que não são metrópoles, além de Campinas. Localizada a menos de 100 km da capital do Estado de São Paulo, tem população estimada de mais de 1,1 milhão de pessoas em 2015, com Produto Interno Bruto (PIB) de R\$51.347.711 em 2013 (representando o 13º PIB do Brasil). É centro industrial e tecnológico, sede de muitas empresas, universidades e centros de pesquisa. Com frota, em 2014, de aproximadamente 580 mil automóveis e 5500 ônibus (SEADE, 2016).

Campinas é um município com grande extensão territorial, com 796,4 km² (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2016). No entanto, a distribuição territorial não é homogênea, sendo considerada uma cidade com urbanização dispersa, tendo vazios urbanos ainda não ocupados em 2006 (CAIADO; PIRES, 2006)⁷.

É uma cidade que, pela sua dimensão e relevância econômica, pode ser considerada como local apropriado para a aplicação de indicador de mobilidade urbana sustentável. A Tabela 3 sintetiza, para o período estudado, a evolução da população do município, com uma taxa de urbanização estável de 98,3%. A aplicação do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável

⁷ O novo Plano Diretor do município ainda não foi aprovado em 07/08/2017.

desenvolvida na seção 3.2, a seguir, foi realizada para o período de 2010 a 2014 devido a disponibilidade de dados. Este recorte temporal, de 2010 a 2014, é seguido nesta seção (3.1).

Tabela 3 - População Total, Urbana e Rural de Campinas (2010-2014).

Ano	População	População Urbana	%	População Rural	%
2010	1.079.140	1.060.584	98	18.556	2
2011	1.090.000	1.071.257	98	18.743	2
2012	1.100.970	1.082.038	98	18.932	2
2013	1.112.050	1.092.928	98	19.122	2
2014	1.123.241	1.103.926	98	19.315	2

Fonte: Adaptado de SEADE (2016).

Com relação à motorização da cidade, conforme Tabela 4, observa-se que a frota total de ônibus e a de automóveis cresceu em velocidade maior que a do transporte coletivo urbano. Percentualmente, a frota de automóveis cresceu 18,7%, a de ônibus cresceu 25,2% e a do transporte coletivo urbano cresceu apenas 5,7%. Fica claro que as políticas de transporte dão prioridade ao transporte individual em detrimento do transporte coletivo.

Tabela 4 - Frotas de Automóveis, Ônibus e Transporte Coletivo Urbano, Campinas, 2010-2014.

Ano	Frota de Automóveis	Frota de Ônibus	Transporte Coletivo Urbano
2010	487.044	4.445	1.186
2011	513.630	4.680	1.241
2012	541.102	5.091	1.243
2013	565.408	5.252	1.246
2014	577.907	5.565	1.254

Fonte: Adaptado de SEADE (2016).

3.2 Aplicação do Índice de Mobilidade Sustentável

O uso de indicadores para avaliação da sustentabilidade teve início na Conferência Rio 92, onde a redação do documento final, a Agenda 21, aponta para a dificuldade de utilizar os indicadores mais comuns, que descrevem pontos de crescimento ou desenvolvimento das economias não envolvendo as questões ambientais e sociais, não indicando precisamente a sustentabilidade dos sistemas. Desse questionamento surgiu então a necessidade de elaboração de indicadores complexos que refletissem os ecossistemas dos quais o ser humano integra parte da cadeia ou age como interventor das mesmas, já que as interações setoriais refletidas pelos indicadores econômicos eram deficientes (MORET *et al.*, 2009).

A utilização de indicadores e índices de sustentabilidade tem se tornado cada vez mais difusa nos meios científico e empresarial como elementos importantes para formular diagnósticos, construir cenários e sugerir soluções para os mais diversos problemas. Tendo em vista que “a diferença está em que um índice é o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam, inclusive, indicadores como variáveis que o compõem”, a presente pesquisa trata de um índice composto, que agrega uma gama de variáveis para sua composição (SICHE *et al.*, 2008, p. 139). Para que um índice possa ser utilizado de forma efetiva, ele deve refletir o sistema a ser explorado, a partir de uma base de dados ampla, divulgada e com metodologia clara e acessível (HART, 1999). Além da relevância, os critérios para selecionar um índice também devem ser a correção analítica e a possível mensuração (OECD, 1993).

Antes de iniciar a aplicação metodológica do índice selecionado, é importante destacar que existe uma grande variedade de índices e indicadores, tanto para medir níveis de sustentabilidade em geral, quanto para setores específicos. Uma das primeiras iniciativas nesse sentido foi aquela do Banco Mundial, que em conjunto com o Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (IIDS)⁸ e outras organizações, publicou um estudo sobre os indicadores utilizados mundialmente para análises de meio ambiente e de sustentabilidade até 1999. Os indicadores se subdividem em: gerais, com ênfase no sentido amplo do desenvolvimento sustentável; ambientais, que não se relacionam com temas de desenvolvimento; e, específicos, direcionados a setores da economia (MACHADO, 2010).

Para o meio urbano, o Programa de Indicadores Urbanos do Habitat foi a primeira iniciativa de sistematização de dados ambientais relacionados à vida urbana, a qual foi seguida por outras iniciativas, como a da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e do Banco Mundial no âmbito internacional, e a do IBGE e do Ministério das Cidades no Brasil (MACHADO; DOMINGUEZ; MIKUSOVA, 2012).

Seguindo essa tendência surgiram muitas iniciativas de sistematização de indicadores para a mobilidade no âmbito internacional, dentre as quais podemos destacar: *Sustainable Mobility, Policy Measures and Assessment* (SUMMA), que revisou e classificou indicadores de várias organizações entre “muito importantes”, “importantes” e “menos importantes”; *Mobility 2030*, que reúne 12 indicadores propostos para medir a mobilidade sustentável; Instituto de Estudo dos Transportes de *Leeds*, com a avaliação de 17 indicadores

⁸ Mais informações e detalhes em WB. *Cities on The Move: A World Bank Urban Transport Strategy Review*. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2002.

relacionados aos transportes; *Victoria Transport Policy Institute* (VTPI), organização do setor de inovações, com soluções para área de transportes, que realizou a pesquisa e classificação de indicadores utilizando critérios de possibilidades de aplicação ou relevância, dentro das dimensões ambiental, econômica e social; *Scientific Forum on Transport Forecast* (TRANSFORUM), fórum de pesquisa científica que estudou o nível de desenvolvimento de projetos europeus de modelagem, indicadores e cenários para o transporte, na intenção de entrar em consenso sobre medição, prognósticos e metodologias para indicadores de impacto; Conjunto de Indicadores Espanhóis, também voltados à sistematização de indicadores (MACHADO, 2010).

No Brasil, também surgiram iniciativas a partir dos anos 2000, como o Sistema IQVU-BR, o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), a proposta de Indicadores de Mobilidade Sustentável relacionando uso e ocupação do solo e transportes, o Sistema de Informação de Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transporte Público (ANTP), o Índice de Adequação do Transporte Público (IATP) e o Planejamento Urbano e de Transportes Integrado Sustentável (PLANUTS) (MACHADO, 2010).

O Sistema IQVU-BR, proposto por Nahas (2005), teve por objetivo dar subsídios à gestão municipal de Belo Horizonte para orientar a distribuição orçamentária na cidade, expressando como a população vinha sendo atendida em sua demanda por serviços e por estrutura urbana. Sua primeira versão foi elaborada com dados de 1994, podendo ser utilizada na organização do Orçamento Participativo do município. Era composto por 11 variáveis, tendo no contexto da infraestrutura urbana a preocupação com transporte coletivo, acesso, pavimentação, quantidade e conforto dos ônibus.

A proposta de indicadores de mobilidade sustentável que relacionam uso e ocupação do solo e transportes, organizada por Campos e Ramos (2005), objetivando a avaliação e promoção da sustentabilidade nas cidades, relacionou as características da estrutura urbana que incentivam o uso de caminhada e bicicleta. Foram associadas as características de uso do solo que propiciam a utilização destes meios para satisfazer as necessidades e atividades diárias da população residente de uma região e a utilização do transporte público quando estas não puderem ser feitas dentro de um limite de uso do transporte não motorizado (CAMPOS; RAMOS, 2005).

O Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da ANTP realiza coleta e tratamento de dados relacionados ao transporte coletivo urbano e ao tráfego nas cidades

brasileiras com mais de 60 mil habitantes, com destaque para informações sobre a situação socioeconômica dos municípios, dados relacionados a distância e tempo gastos em deslocamentos pelos diversos modais, em âmbito municipal e metropolitano, energia e custo dos gastos ambientais e sociais, além das emissões de poluentes (ANTP, 2015).

A ferramenta de Planejamento Urbano e de Transportes Integrado Sustentável (PLANUTS), proposta por Magagnin (2008), teve por objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta computacional, que pudesse ser participativa, para dar suporte às decisões do poder público no âmbito da mobilidade urbana em planos diretores de cidades de pequeno e médio porte, além da definição de um conjunto de indicadores para avaliação da mobilidade urbana.

O IMUS, com uma metodologia mais próxima a utilizada nesta pesquisa, foi proposto por Costa (2008) e teve por objetivo a criação de uma ferramenta de controle e gestão da mobilidade em cidades de médio porte. Para tanto, foi constituído de uma hierarquia de critérios que agrega nove áreas, trinta e sete temas e oitenta e sete indicadores. Seu sistema de pesos permite identificar a importância relativa de cada critério de forma global e para cada dimensão da sustentabilidade (social, econômica e ambiental). Seu método de agregação permite a compensação entre critérios bons e ruins para determinar um indicador sintetizado (COSTA, 2008, p. ix).

Ribeiro (2017) aplicou a metodologia proposta por Costa (2008) ao município de Campinas. Obteve como resultado, a partir dos dados de 76 indicadores coletados, 15 indicadores identificados como críticos para a mobilidade da cidade. Tais indicadores estão relacionados, principalmente, à opção da gestão municipal por privilegiar os veículos individuais em detrimento do transporte coletivo urbano. A disponibilidade de dados para elaboração da metodologia é limitada, devendo ser avaliada pelos gestores públicos. O fato da difícil disponibilização de dados e falta de transparência corrobora com a visão de curto prazo da administração pública evidenciada no estudo realizado por Ribeiro (2017).

Após análise das possibilidades metodológicas para este estudo, a metodologia do IMUS adotada foi a inicialmente elaborada por Machado, Dominguez e Mikusova (2012) e aplicada à Região Metropolitana de Porto Alegre, a partir das três dimensões do conceito de desenvolvimento sustentável (dimensão econômica, social e ambiental) demonstrando como o transporte e a mobilidade afetam cada uma delas. Ou seja, para que se atinja a mobilidade sustentável é necessário considerar os efeitos à saúde pública e ao meio ambiente, a poluição sonora, uso e ocupação do solo, resíduos, utilização de recursos renováveis e reciclagem de

materiais; acessibilidade com eficiência, segurança na operação e na utilização, equidade entre a sociedade, grupos sociais e gerações; além de tarifas acessíveis, operação competitiva e pagamento de custos sociais e ambientais pela opção de transporte.

O indicador escolhido, portanto, sintetiza três dimensões relevantes ao considerar a sustentabilidade: social, econômica e ambiental. As variáveis usadas para descrever estas dimensões estão detalhadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Definições das Variáveis do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável de Campinas.

Dimensão	Variável	Definição	Fonte
Social	SOC1: Acidentes com mortes	Proporção de mortes em acidentes de trânsito em relação ao número de veículos licenciados.	SEADE (2016); CIDADES SUSTENTÁVEIS (2016).
	SOC2: Oferta de transporte coletivo	Quantidade de viagens per capita, (receita tarifária ¹ dividida pelo valor da passagem anualmente, sem exclusão das gratuidades e descontos, dividida pela população da cidade).	EMDEC (2010); EMDEC (2011); EMDEC (2013); EMDEC (2014); SEADE (2016); TRANSURC (2016).
	SOC3: Acessibilidade	Taxa de gastos com elevadores adaptados nos veículos e Programa de Acessibilidade Inclusiva (PAI) (per capita).	EMDEC (2010); EMDEC (2011); EMDEC (2013); EMDEC (2014); SEADE (2016).
Econômica	ECO1: Orçamento Familiar com Transporte	Valor gasto mensalmente pelo trabalhador em passagens de ônibus (considerando vinte dias úteis de trabalho, a ida e volta para casa, dividido pelo valor do salário mínimo).	EMDEC (2010); EMDEC (2011); EMDEC (2013); EMDEC (2014); DIEESE (2016); TRANSURC (2016).
	ECO2: Eficiência do Transporte Coletivo	Índice de passageiros por quilômetro, calculado por meio do percurso médio anual dividido pela quantidade de viagens anuais.	EMDEC (2010); EMDEC (2011); EMDEC (2013); EMDEC (2014).
	ECO3: Investimentos Públicos	Razão entre o valor das despesas no setor de transportes e o PIB municipal.	SEADE (2017); CIDADES SUSTENTÁVEIS (2017).
Ambiental	AMB1: Taxa de Motorização	Número de veículos em circulação (per capita).	SEADE (2016).
	AMB2: Consumo de Combustíveis Fósseis	Gasto per capita em gasolina e diesel (em reais).	ANP (2010); ANP (2011); ANP (2012); ANP (2013); ANP (2014a).
	AMB3: Consumo de Combustíveis Alternativos	Gasto per capita em álcool hídrico (em reais).	ANP (2010); ANP (2011); ANP (2012); ANP (2013); ANP (2014a).

Notas: 1. Para o ano de 2012 não haviam dados sobre a receita tarifária, portanto, foi utilizada interpolação para indicar o valor na série.

2. Para o ano de 2012 não haviam dados sobre os gastos com elevadores adaptados e PAI, portanto, foi utilizada interpolação para indicar o valor na série.

Fonte: Elaboração própria com base em Machado, Dominguez e Mikusova (2012).

Os dados brutos coletados (Apêndice A) para cada variável indicada no Quadro 2 são padronizados pelo método de utilização dos valores de máximo e mínimo de acordo com a

Equação 1.

$$I_i = \frac{\text{variável}(i) - \text{mínimo}(i)}{\text{máximo}(i) - \text{mínimo}(i)} \quad (1)$$

Onde:

Variável(i) é uma das nove variáveis escolhidas (por exemplo Acidentes com mortes);
Mínimo(i) e Máximo(i) são os valores mínimo e máximo registrados para a variável escolhida, respectivamente;

I = número índice, que varia entre 0 e 1, associado à variável escolhida (por exemplo SOC1 se a variável for Acidentes com Mortes).

A partir, portanto, da padronização dos dados de cada variável, obteve-se os valores descritos na Tabela 5.

Tabela 5 - Índices parciais por variável, Campinas, 2010-2014.

Ano	SOC1	SOC2	SOC3	ECO1	ECO2	ECO3	AMB1	AMB2	AMB3
2010	0,00	1,00	0,00	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
2011	0,79	0,65	0,17	1,00	0,52	0,19	0,36	0,72	0,27
2012	0,06	0,07	0,59	0,50	1,00	0,24	0,67	1,00	0,00
2013	0,85	0,00	1,00	0,00	0,99	0,58	0,91	0,92	0,25
2014	1,00	0,04	0,61	0,17	0,84	1,00	1,00	0,79	0,36

Fonte: Elaboração própria.

Cada variável é avaliada com base na sua influência (positiva ou negativa), ou seja, as variáveis que influenciam positivamente a mobilidade urbana sustentável são inseridas no índice com o sinal positivo, sendo o oposto verdadeiro. Por exemplo, o segundo indicador social se refere à oferta de transporte coletivo no município, onde quanto maior a oferta de transporte, melhor a sustentabilidade da mobilidade, logo a direção do indicador é positiva. No caso do primeiro indicador social que se refere aos acidentes com mortes na cidade, quanto maior a quantidade de acidentes, menor a sustentabilidade da mobilidade, isto posto, a direção do indicador é negativa (Tabela 6).

Tabela 6 - Influência das variáveis nas dimensões do IMUS.

Dimensão	Indicador	Direção
SOC	SOC1	Diminuir
	SOC2	Aumentar
	SOC3	Aumentar
ECO	ECO1	Diminuir
	ECO2	Aumentar
	ECO3	Aumentar
AMB	AMB1	Diminuir
	AMB2	Diminuir
	AMB3	Diminuir

Fonte: Adaptado de Machado, Dominguez e Mikusova (2012).

Os índices parciais (social, econômico e ambiental) são calculados a partir da soma dos valores padronizados de cada variável, multiplicados pela direção da influência desejada. Foram utilizadas duas formas de obtenção dos índices parciais, inspiradas no trabalho de Machado, Dominguez e Miksova (2012), realizado por meio da coleta de opiniões de especialistas das prefeituras municipais das cidades da Região Metropolitana de Porto Alegre.

A primeira estimativa (IMUS1) foi elaborada atribuindo pesos iguais para as três dimensões e seus índices parciais para realização de análise comparativa da importância da atribuição de pesos.

As equações 2, 3 e 4, representam algebricamente o cálculo dos índices parciais do IMUS1:

$$ISOC = \frac{-SOC1+SOC2+SOC3}{3} \quad (2)$$

$$IECO = \frac{-ECO1+ECO2+ECO3}{3} \quad (3)$$

$$IAMB = \frac{-AMB1-AMB2-AMB3}{3} \quad (4)$$

O IMUS1 é obtido pela média dos três índices parciais, conforme a Equação 5:

$$IMUS1 = \frac{SOC+ECO+AMB}{3} \quad (5)$$

A segunda estimativa (IMUS2) foi elaborada a partir de uma pesquisa realizada com agentes com histórico profissional relacionado com a mobilidade urbana no município de Campinas, que pode ser ampliada a outros agentes envolvidos por indicação dos respondentes selecionados para determinar os pesos de cada variável dentro do IMUS2. Foram enviados convites para participar da pesquisa para:

- Coordenadoria Executiva de Suporte aos Conselhos e Fundos Municipais;
- Coordenadoria Setorial de Planejamento e Desenvolvimento Físico – Territorial;
- Departamento de Planejamento e Desenvolvimento Urbano;
- Departamento do Verde e do Desenvolvimento Sustentável;
- EMDEC;
- Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Civil-Transporte (Unicamp);
- Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Infraestrutura Urbana (PUC-Campinas);

- Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano;
- Secretaria do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável;
- Secretaria Municipal de Urbanismo.

Foram recebidas 10 respostas ao questionário elaborado e aplicado eletronicamente (Apêndice B).

As questões aos entrevistados, após um breve resumo sobre esta pesquisa e o contexto da mobilidade urbana sustentável, solicitam a classificação de cada conjunto de variáveis (destacadas no Quadro 1) de 1 (menos importante) a 3 (mais importante).

As respostas dos entrevistados foram transformadas em médias aritméticas e padronizadas para que a soma das mesmas seja 1.

Dessa forma, a Tabela 7 destaca os pesos indicados para a composição do IMUS2:

Tabela 7 - Pesos por dimensão do IMUS2.

Dimensão	Peso	Indicador	Peso
		SOC1	0,333
SOC	0,4333	SOC2	0,283
		SOC3	0,383
		ECO1	0,433
ECO	0,2667	ECO2	0,250
		ECO3	0,316
		AMB1	0,300
AMB	0,3000	AMB2	0,333
		AMB3	0,366

Fonte: Elaboração própria.

As equações matemáticas 6, 7 e 8 são utilizadas para os cálculos dos índices parciais social, econômico e ambiental do IMUS2, respectivamente:

$$ISOC = -SOC1 * 0,33 + SOC2 * 0,28 + SOC3 * 0,38 \quad (6)$$

$$IECO = -ECO1 * 0,43 + ECO2 * 0,25 + ECO3 * 0,31 \quad (7)$$

$$IAMB = -AMB1 * 0,30 - AMB2 * 0,33 - AMB3 * 0,36 \quad (8)$$

Para o IMUS2, a fórmula matemática que representa sua estimativa é representada pela Equação 9:

$$IMUS2 = SOC * 0,43 + ECO * 0,26 + AMB * 0,30 \quad (9)$$

3.3 Análise de Resultados do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável

Na Tabela 8 apresentam-se os índices parciais para as dimensões analisadas com pesos iguais (IMUS1) e pesos diferenciados (IMUS2).

Tabela 8 - Índices parciais e totais das três dimensões (IMUS1 e IMUS2), Campinas, 2010-2014.

Ano	Metodologia 1				Metodologia 2			
	ISOC	IECO	IAMB	IMUS1	ISOC	IECO	IAMB	IMUS2
2010	0,333	-0,279	-0,333	-0,093	0,283	-0,362	-0,366	-0,213
2011	0,011	-0,097	-0,449	-0,179	-0,013	-0,243	-0,445	-0,264
2012	0,199	0,247	-0,556	-0,037	0,224	0,109	-0,533	-0,099
2013	0,051	0,525	-0,693	-0,039	0,100	0,432	-0,670	-0,5
2014	-0,115	0,557	-0,718	-0,092	-0,086	0,454	-0,696	-0,094

Fonte: Elaboração própria.

Destaca-se que o componente social do IMUS1 passou de um valor positivo (0,333) em 2010 para um valor negativo em 2014 (-0,115), indicando assim uma queda desse indicador no período. Situação oposta ao índice da dimensão econômica, pois o mesmo passou de um valor negativo em 2010 (-0,279) para um valor positivo em 2014 (0,557). Para os índices parciais calculados com pesos diferenciados a partir da pesquisa mencionada no item 3.2 (IMUS2), a tendência é mantida, porém, as variações são menos acentuadas. O índice parcial social, assim como no IMUS1, alterna sua tendência inicialmente positiva (0,283) em 2010, para um valor negativo (-0,086) em 2014. A situação oposta do índice parcial econômico também se mantém, partindo de um valor negativo (-0,362) em 2010 para um valor positivo (0,454) em 2014. O índice parcial ambiental conserva-se negativo tanto no IMUS1 quanto no IMUS2 em todos os anos, piorando de 2010 (-0,366) para 2014 (-0,696) e de 2010 (-0,333) para 2014 (-0,718) respectivamente.

As mudanças de tendência, no caso do índice social, podem ser atribuídas ao aumento dos acidentes com mortes e à queda na oferta de transporte coletivo e na acessibilidade da cidade. Como explicitado no item 1.5.1, a variação positiva do preço das tarifas dos ônibus é maior em relação ao aumento no preço dos carros, influenciando a população a adquirir veículos motorizados individuais para maior conforto nos deslocamentos, diminuindo a

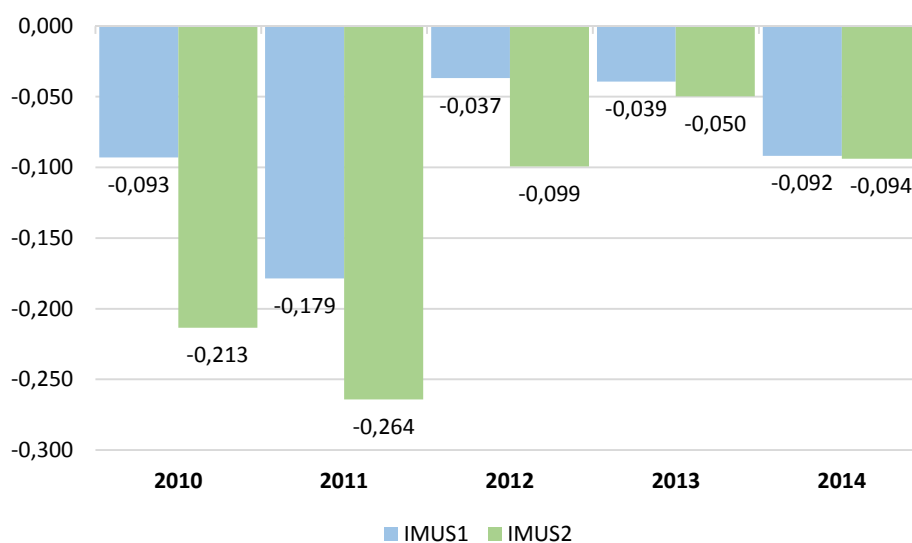
demanda por transporte coletivo e a correspondente receita tarifária, com consequente diminuição da oferta do transporte coletivo, num ciclo vicioso. No caso do índice econômico, em oposição à área social, houve crescimento do indicador, pois o orçamento familiar gasto com transporte foi reduzido, a eficiência do transporte coletivo e os investimentos públicos no transporte aumentaram. Ressalta-se que esse período foi de crescimento econômico no país, com taxa média de 3,4% de aumento do PIB, sendo em 2010 a taxa de 7,5%, impactando positivamente os períodos posteriores, porém, com taxas menores. O índice ambiental, por sua vez, tem constante queda, pois tanto a quantidade de carros como a de combustíveis têm crescido constantemente na cidade.

A partir destes dois cálculos de IMUS para o município de Campinas, os valores obtidos podem eventualmente sugerir um intervalo para avaliar a sustentabilidade da mobilidade urbana de Campinas.

O IMUS2 atenua a participação do Índice Econômico e reforça a importância da dimensão social, seguida da ambiental, o que impacta também, nas tendências exibidas.

O Gráfico 4 sintetiza os valores finais do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável de Campinas entre os anos de 2010 e 2014, calculado de acordo com as duas ponderações descritas. Nota-se que mesmo com diferentes valores, as duas formas de cálculo do IMUS capturam a mesma tendência negativa para a mobilidade sustentável, com o IMUS2 apontando sempre para uma contração mais acentuada do que o IMUS1.

Gráfico 4 - Comparação dos resultados dos IMUS1 e IMUS2, Campinas, 2010-2014.



Fonte: Elaboração própria.

O ano de 2011 registra o pior valor em absoluto. Após uma melhora em 2012 e 2013, o IMUS assinala uma inversão de tendência em 2014. A componente que mais influenciou esta mudança foi a ambiental, seguida pela social. Essa influência do componente ambiental se dá principalmente pelo aumento do número de veículos per capita em circulação no município e conseqüente aumento do consumo de combustíveis. Análogo ao destacado em relação ao ciclo vicioso da tarifa, pode-se dizer que ocorre um ciclo também no contexto dos acidentes com mortes, pois com o aumento de carros trafegando pelo município, a tendência é que se amplie o número de acidentes, e com o aumento do número de acidentes, os custos da saúde pública se elevam, consumindo o orçamento municipal que poderia colaborar com melhorias no transporte coletivo.

Como qualquer medida sintética, o IMUS calculado deve ser avaliado conhecendo suas limitações, mantendo-se sua utilidade para passar uma mensagem rápida.

Além disso, uma ferramenta como o IMUS, pode fazer parte da elaboração de plano de monitoramento da mobilidade do município de Campinas, bem como, a partir da experiência, ser expandido para as demais cidades da Região Metropolitana de Campinas (RMC).

Dessa forma o capítulo final desta pesquisa, trata das alternativas de combustíveis para o transporte coletivo urbano, de forma a trazer luz a questão e subsidiar possíveis mudanças no município de Campinas e outras cidades da região.

4 ALTERNATIVAS DE COMBUSTÍVEIS PARA O TRANSPORTE COLETIVO URBANO

Considerando que, a partir da aplicação do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável, Campinas apresenta piora na dimensão ambiental devido ao aumento de veículos em circulação e à utilização de combustíveis fósseis, neste capítulo busca-se identificar as alternativas a esses combustíveis no transporte coletivo urbano sobre rodas. Estudam-se alternativas de combustíveis especificamente para o transporte coletivo, devido este ser um sistema público, controlado pela administração municipal, o qual ações diretas podem ser implantadas de maneira ágil. Além disso, há impacto considerável dos veículos pesados, que se utilizam do diesel como fonte de energia.

4.1 Diesel

Derivado do petróleo, o combustível líquido óleo diesel, também chamado de petrodiesel, tem sua composição formada por hidrocarbonetos com cadeias de 8 a 16 carbonos e nitrogênio, enxofre e oxigênio em quantidades menores proporcionalmente. Sua utilização é em maior parte realizada em motores com ciclo Diesel (de combustão interna e ignição por compressão) para várias finalidades, especialmente em veículos pesados como ônibus e caminhões (ANP, 2017).

A extensa utilização do diesel recebeu estímulos a partir da descoberta de grandes campos de exploração de petróleo e dos avanços da indústria petroquímica, que possibilitaram a difusão, em grandes quantidades, de combustíveis de baixo custo (VIANNA, 2006).

A matriz energética mundial foi se modificando a partir do século XIX, com o petróleo ganhando cada vez mais espaço e o *status* de paradigma energético, símbolo de progresso e poder para o homem, elemento fundamental em várias áreas da economia (VIANNA, 2006).

O óleo diesel pode ter sua qualidade analisada pela quantidade de enxofre contida em sua composição, sendo este um indicador reconhecido no mundo todo. Quanto maior o teor de enxofre, maior o risco de redução da vida útil do motor e maior a quantidade de emissões de óxidos de enxofre (SO₂ ou SO₃). A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) regulamenta o setor e controla a produção. Dessa forma, tem

incentivado, a partir de resoluções a constante diminuição do teor de enxofre no óleo diesel no Brasil (ANP, 2017).

Explorar e produzir o diesel incide em grande consumo de energia. No Brasil, o tipo de petróleo extraído, mesmo antes da descoberta do Pré-Sal, tem maior concentração de enxofre, necessitando assim de mais energia para produção de diesel de qualidade. A produção no país não é autossuficiente, devido a fases mais complexas que ainda não são realizadas em larga escala aqui (FALCO, 2017).

O petróleo brasileiro é em maior parte extraído de águas profundas. O petróleo cru é refinado em processos químicos para purificação e dividido entre os subprodutos. Depois de refinados, os derivados de petróleo são levados, normalmente por oleodutos mas também por navios, trens e caminhões tanque, para bases de distribuição espalhadas pelo país (FALCO, 2017).

Além das emissões liberadas pela combustão final do diesel, o processo de abastecimento também libera gases que contribuem para a poluição urbana. Os gases podem ser liberados a partir da evaporação que ocorre nos tanques de armazenamento devido o aumento de calor gerado pela variação da temperatura do motor. Também podem ser liberados no próprio motor devido ao aquecimento. A terceira opção é no abastecimento diretamente na abertura do tanque de combustível, onde pode haver acúmulo de gases liberados no momento de inserção da bomba (FALCO, 2017).

4.2 Biodiesel

O biodiesel pode ser definido como a alternativa natural, que substitui o diesel derivado de petróleo, sendo ele menos poluente devido à sua origem. Pode ser derivado de plantas oleaginosas, óleos vegetais reciclados após utilização em frituras ou gorduras animais. Essa é a definição mais comum e aceita por especialistas, porém também é aceita a interpretação de que biodiesel é qualquer tipo de combustível que possa substituir o diesel na matriz energética mundial (RAMOS *et al.*, 2003).

Pode ser chamado de combustível renovável e sustentável, devido as matérias-primas derivadas de agricultura ou coleta em mata nativa, utilizadas para sua produção (MORET *et al.*, 2009). Seu emprego é viável, pois não necessita de grandes alterações nos motores a diesel já existentes. Economicamente, sua utilização no Brasil auxilia o saldo da balança comercial, pois diminui o consumo do diesel importado. Ambientalmente, sua

utilização reduz consideravelmente a emissão de poluentes causadores do efeito estufa, e os custos com a saúde pública, pois influencia o aumento da expectativa de vida da população (RAMOS *et al.*, 2003). Além disso, sua sustentabilidade se dá, também, pela sua capacidade de resistência e regeneração diante do volume de consumo necessário à produção (MORET *et al.*, 2009).

A produção do biodiesel dá-se por meio de uma extensa cadeia produtiva, com quatro etapas:

a) coleta ou plantio de oleaginosas ou gorduras residuais como matéria-prima ou insumo produtivo; b) extração química ou mecânica do óleo, separando-o da parte residual; c) produção agroindustrial de álcool usado como insumo na transesterificação; d) transesterificação ou produção do biodiesel (MORET *et al.*, 2009, p. 14).

Dessa forma, podem ser utilizadas diversas matérias primas (Quadro 3).

Quadro 3 - Matérias-primas do Biodiesel.

Matéria-prima	Rendimento	Utilização	Vantagens	Desvantagens
Soja	500 l/há	Fonte em uso	Grande produção no país e indústria instalada	Baixo rendimento de óleo. Sujeita a variações de preço do mercado externo
Gordura Animal	1l/1,05 kg	Fonte em uso	Subproduto da indústria de carnes. Preço baixo	Baixo rendimento
Algodão	400 l/há	Fonte em uso	Utiliza o caroço descartado. Preço baixo	Só é viável se o óleo for produzido perto das regiões produtoras
Óleo de Cozinha	800ml/1l	Fonte em uso	O beneficiamento é apenas a filtragem, baixo custo	Poucos postos de recolhimento no país
Mamona	2000 l/há	Fonte aprovada, mas não utilizada	Boa produção de óleo	Viscosidade do óleo dificulta a produção e o preço para outros usos é maior
Dendê	4000 l/há	Fonte aprovada, mas não utilizada	Grande produção de óleo por hectare	Não há plantio estabelecido para biodiesel. Produção é destinada à indústria de alimentação e cosméticos
Pinhão Manso	3000 l/há	Fonte promissora	Boa produção de óleo	Ainda não existe plantio comercial porque a planta tem características que dificultam a formação de uma variedade agrícola
Algas	50000 l/há	Fonte promissora	A maior produção dentre todas as opções	Os processos de produção ainda não são economicamente viáveis
Macaúba	4000 l/há	Fonte promissora	Grande produção de óleo por hectare	Ainda em fase de domesticação agrícola, sem variedades para plantio

Fonte: Adaptado de Oliveira (2016, p. 71).

Como se pode observar no Quadro 3, de acordo com Oliveira (2016) há nove tipos de fontes de óleo para o biodiesel. Dentre eles há maior ou menor rendimento dos insumos,

que variam de 1 litro de óleo de cozinha para geração de 800 ml de biodiesel, até um hectare de algas para geração de 50.000 litros de biodiesel. Algumas fontes como a soja, a gordura animal, o algodão e o próprio óleo de cozinha já estão sendo utilizadas na produção. A produção de biodiesel a partir da mamona e do dendê foi aprovada em pesquisas, mas ainda não está sendo utilizada em larga escala. As outras fontes são promissoras, porém não se encontram em produção.

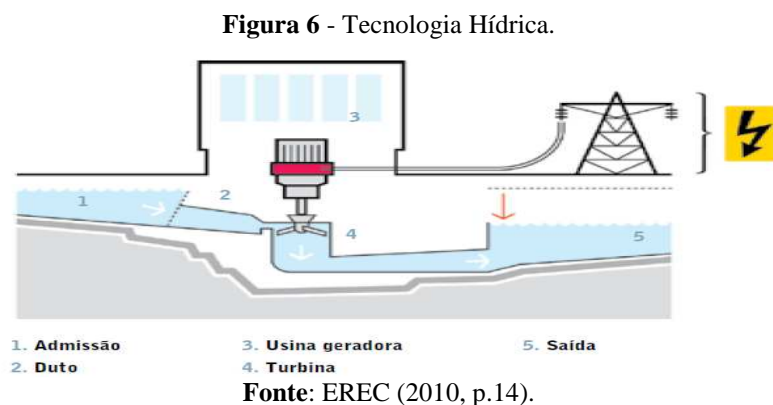
Devido à sua base produtiva primordialmente agrícola, a despeito de seu emprego viável, a fabricação do biodiesel pode ser comprometida devido a mercados não consolidados de seus insumos, como o de dendê que é utilizado principalmente como matéria-prima de outras indústrias, bem como implementação de um mercado de agroenergia. Esses pontos podem acarretar em perdas sociais e alterações nos mercados de produção alimentícia, já que há tendência de produção em mercados mais rentáveis, podendo assim, reduzir a produção de alimentos destinados à população (MORET *et al.*, 2009).

4.3 Energia Elétrica

A energia elétrica vem sendo utilizada, para além do fim habitual como luz elétrica para residências e comércios, como fonte de energia para os meios de transporte. Ela pode ser gerada de várias formas, como: a) energia solar, produzida a partir de painéis fotovoltaicos, instalados em casas e edifícios, captando luz solar e transformando a radiação em eletricidade; b) eólica, produzida pela força do vento em contato com grandes aerogeradores ou turbinas; c) térmica, produzida pela queima de combustíveis fósseis, principalmente o diesel; d) nuclear, produzida por meio de fissões nucleares que resultam em calor, aquecendo água, que, por sua vez, se transforma em vapor, que movimenta uma turbina; e) hídrica, utiliza a força das águas em grandes turbinas para gerar energia; f) biomassa, que utiliza matéria orgânica animal e vegetal, para produção de energia para aquecer, gerar eletricidade ou biocombustível. A energia nuclear e a termelétrica não são renováveis, as demais podem ser assim consideradas (EREC, 2010).

Mundialmente, as energias renováveis tendem a substituir gradualmente as fontes fósseis. No Brasil, a matriz energética é predominantemente hidrelétrica, com participação de 59,8% do total de energia elétrica gerada em 2014, no entanto, a expectativa é que as energias solar, eólica e de biomassa tenham maior participação na matriz de energia elétrica nacional (MME, 2015, p.6). A água, elemento principal da matriz energética brasileira

vem sendo empregada para produção elétrica há quase cem anos. Apesar de ser uma fonte renovável não poluente, as grandes usinas hidrelétricas com barragens e lagos artificiais (Figura 6) causam impactos ambientais e sociais, tais quais inundações de áreas habitáveis, deslocamentos de comunidades nativas e devastação de biodiversidade (MME, 2015; EREC, 2010).



A utilização da energia elétrica no setor de transportes não é recente. No início da indústria automobilística os carros elétricos eram fortes concorrentes dos carros a diesel e a gasolina, no entanto, não tiveram êxito em ganhar mercado, principalmente por seu custo inicialmente mais elevado, ficando assim mais de 80 anos esquecidos. No Brasil, os carros e ônibus elétricos podem ser alternativas importantes, caso sejam introduzidas políticas de incentivo à sua utilização. Mesmo que a eletricidade gerada seja proveniente de combustíveis fósseis, a partir das termelétricas, os carros e os ônibus elétricos são vantajosos por concentrar as emissões de poluentes na geração de energia, que podem ser reguladas, e não no consumo final, espalhados em pontos numerosos, dispersos e de difícil controle. Ao mesmo tempo em que se torna uma solução para emissões de poluentes, o carro e o ônibus elétrico carregam risco ambiental associado à bateria, que necessita ser reciclada após o término de sua vida útil (BARAN; LEGEY, 2011).

Dessa forma:

[...] a história tem mostrado que não são poucas as forças contrárias à ideia do carro elétrico. Há barreiras institucionais e políticas, além das mercadológicas, a serem vencidas para que o carro elétrico se consolide no mercado. No entanto, o imperativo da exaustão dos recursos fósseis e as questões ambientais deixam os veículos elétricos em posição ímpar para se tornarem realidade (BARAN; LEGEY, 2011, p. 222).

4.4 Avaliação das Alternativas de Combustíveis

As problemáticas da sustentabilidade necessitam de métodos de avaliação sistemáticos, que realizem comparações de múltiplas interações. A mobilidade urbana sustentável não é diferente, portanto, para realizar uma análise comparativa dos combustíveis para o transporte coletivo urbano a Avaliação de Custos Completos (ACC) é uma das metodologias indicadas.

A ACC é uma ferramenta que permite trabalhar com elementos das dimensões da sustentabilidade, permitindo incorporar os custos e impactos envolvidos em cada uma delas.

Essa ferramenta traz a perspectiva de integração dos custos econômicos, tradicionalmente já contabilizados, aos custos ambientais e sociais de um determinado negócio, seja ele público ou privado. No caso desta pesquisa, a ACC será utilizada para verificar qual o combustível mais viável para o transporte coletivo urbano no município de Campinas (BAITELO; FEI, 2002).

A ACC foi desenvolvida para permitir a análise de viabilidade de projetos de negócios, de forma que seus impactos ambientais, sociais e políticos possam ser contabilizados. Aborda sistematicamente os custos e suas características e identidades, buscando ser uma ferramenta analítica que possibilita integrar o meio ambiente e a sociedade às decisões. Nesse sentido, a decisão do poder público e das empresas operadoras das redes de transporte coletivo urbano pode ser apoiada por este estudo comparativo (MORET *et al.*, 2009).

Como exemplo de utilização da ACC para avaliação próxima ao estudo a ser realizado nessa pesquisa, o trabalho de Bachi Junior, Thiago Filho e Seydell (2013a) apresenta a aplicação da metodologia na análise do transporte de gás natural da bacia do São Francisco. Utilizando as dimensões técnica-econômica, de impacto ambiental, social e político, os autores comparam duas modalidades de transporte do gás natural, através do gasoduto e na forma de energia elétrica produzida em uma termoelétrica, os quais, ao final do estudo, mostram-se viáveis, sendo a diferença de pontuação entre os dois tipos de transporte muito pequena.

Os mesmos autores realizaram também um estudo de ACC para verificar qual o melhor meio de transportar produtos derivados de petróleo no Estado do Mato Grosso do Sul (BACHI JUNIOR; THIAGO FILHO; SEYDELL, 2013b). A comparação foi realizada entre transporte ferroviário e por oleodutos. Os autores mantiveram as dimensões técnico-econômica, de impacto ambiental, social e político do estudo anterior. Se o projeto fosse

avaliado apenas pelo seu caráter financeiro, a ferrovia seria a melhor alternativa. No entanto, utilizando a ferramenta da ACC que destaca outros fatores, o oleoduto se mostra mais eficiente.

Boarati e Shayani (1998) realizaram um estudo comparativo entre usinas termelétricas e hidrelétricas no Brasil para definir qual delas apresenta melhor potencial para geração de energia. Neste caso foram avaliadas usinas com tamanhos diferentes, o que impacta na avaliação final. Considerando as mesmas dimensões usadas no estudo de Bachi Junior, Thiago Filho e Seydell (2013a; 2013b), as pequenas termelétricas têm grande desvantagem em comparação com as hidrelétricas. No caso do médio porte, apesar de avaliações positivas na área social, as hidrelétricas ainda têm vantagem no cenário global. Já para as usinas de grande porte a avaliação indica que, de forma global, as duas opções são próximas, portanto, as avaliações por área podem ser determinantes.

4.5 Aplicação da Avaliação de Custos Completos

Este estudo é realizado de acordo com as etapas discutidas por Udaeta *et al* (2003) para a utilização do diesel, do biodiesel e da energia elétrica em um ônibus do transporte coletivo urbano, que são descritas a seguir:

- a) estudo dos impactos de cada tipo de combustível, conforme determinado pela pesquisa bibliográfica das seções 4.1 a 4.3;
- b) seleção dos elementos a serem avaliados;
- c) elaboração de tabelas de parametrização dos elementos e comparação de avaliação com elementos de análise impactantes para as dimensões;
- d) definição de pesos e valorações dos elementos de análise com parâmetros, por exemplo, fatores de influência com pesos A=300, B=200 ou C=100 para cada elemento de análise e a classificação de alternativa insatisfatória à melhor alternativa;
- e) alocação dos dados na tabela para todos os combustíveis;
- f) análise dos resultados por dimensão e totais.

Para a ACC, são consideradas três dimensões avaliativas para a comparação entre os três combustíveis: ambiental, econômica, e social.

Cada elemento de análise tem seu valor final obtido multiplicando-se os fatores de influência pela classificação indicada, e por fim os pontos são somados em cada elemento de análise para identificar o total de cada dimensão e o total geral. Assim, quanto maior o valor

da pontuação de cada combustível, esta opção é mais sustentável de acordo com os elementos escolhidos para o estudo.

4.5.1 Seleção de elementos de análise

Tendo realizado a primeira etapa da ACC nas seções iniciais do capítulo, a segunda prevê a seleção dos elementos de análise, levando em consideração a essência dos combustíveis e os impactos nas três dimensões por eles causados. Para a dimensão ambiental, portanto, os elementos são:

a) Monóxido de Carbono (CO) - O trânsito intenso é a maior fonte de monóxido de carbono (CO), portanto, os cidadãos que passam muitas horas em ambientes externos nas áreas urbanas são os mais afetados por esse poluente, principalmente motoristas, pedestres e ciclistas. Mesmo em ambientes internos é possível ser contaminado pelo CO, já que o mesmo adentra pelas janelas, sistemas de ventilação e ar condicionado. As moléculas de CO tem facilidade para se ligar a hemoglobina que é a proteína que leva o oxigênio (O₂) para todos os órgãos e tecidos, dificultando, portanto, o transporte do O₂, podendo levar à asfixia (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002).

b) Óxidos de Nitrogênio (NO_x) - Assim como o CO os óxidos de nitrogênio têm como principal fonte o trânsito intenso, uma vez que os motores dos automóveis, em sua combustão causam a reação entre o oxigênio e o nitrogênio, formando óxido nítrico (NO), dióxido de nitrogênio (NO₂) e óxidos de nitrogênio (NO_x). Como os compostos são altamente reativos, as reações formam também o ozônio (O₃), poluente causador do efeito estufa. Sua toxicidade perante o organismo humano se relaciona com sua capacidade oxidante, atingindo regiões periféricas do pulmão (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002).

c) Material Particulado (MP) - O material particulado é composto por partículas líquidas e sólidas suspensas no ar. Diversificado em tamanhos, de acordo com as fontes de emissão, pode variar de menos de 2,5 a 30 µm de diâmetro. Aproximadamente 50% do MP é originado externamente às residências, ou seja, proveniente dos automóveis. O MP afeta diretamente o trato respiratório, pois ao se depositarem nas paredes, eles desencadeiam mecanismos de defesa, como o espirro, a tosse e o muco para que haja expulsão das partículas invasoras, bem como pode atingir partes inferiores do sistema respiratório, dificultando a troca de gases e a oxigenação (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002).

d) *Dióxido de Enxofre (SO₂)* - Assim como os elementos anteriores, o dióxido de enxofre (SO₂) também resulta de combustão de combustíveis fósseis, especialmente por parte de veículos e usinas termoeletricas. A oxidação do SO₂ forma o ácido sulfúrico (H₂SO₄) dependendo de condições ambientais. O SO₂ permanece no ar por longos períodos, ocorrendo assim o transporte dos poluentes para áreas distantes com maior facilidade, aumentando a área de abrangência dos efeitos dos gases. O SO₂ pode ser absorvido pelas vias aéreas superiores quando o indivíduo encontra-se em repouso, mas também pode chegar a áreas inferiores do pulmão em caso de atividade física devido ao aumento da ventilação (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002).

e) *Compostos Orgânicos Voláteis (COV)* - Os compostos orgânicos voláteis (COV), quais benzeno, tolueno e xileno, têm sido analisados para melhor conhecer sua “concentração, o fluxo e as fontes de emissão em áreas urbanas” (ALVIM *et al.*, 2011 p.190). Eles contribuem para a formação de Ozônio (O₃) e de outros poluentes secundários, além de serem prejudiciais à saúde humana. Observou-se aumento de incidência de leucemia após exposição ao benzeno em ambiente de trabalho, podendo os outros compostos também serem apontados como cancerígenos, irritantes aos olhos e sistema respiratório (ALVIM *et al.*, 2011).

f) *Dióxido de Carbono (CO₂)* - O resultado final de qualquer tipo de combustão é a emissão de dióxido de carbono (CO₂) e vapor de água. Gás sem cor e inodoro, o CO₂ não é considerado tóxico em comparação com outros elementos poluentes, pois faz parte naturalmente da atmosfera. Outrossim, se não existir quantidade suficiente de oxigênio, a queima completa do combustível não ocorrerá, o que acontece de forma recorrente. Neste caso será formado, portanto, o CO em seu resultado final, um dos poluentes mais tóxicos, como já destacado. Nas áreas urbanas a concentração é maior. É importante ressaltar que mesmo sendo componente natural da atmosfera, o CO₂ é um gás que se relaciona ao aquecimento global, pois possui nível alto de retenção das radiações solares, contribuindo com o efeito estufa (SCHIRMER; RUDNIAK, 2009).

Para a dimensão social, os elementos analisados, de acordo com cada tipo de combustível examinado, são:

g) *Empregos* - Por empregos entende-se o número de pessoas empregadas no ano de 2014 nos vários setores, detalhados na seção 4.5.2, desde a produção até a distribuição de cada um dos combustíveis em análise. É importante fator da área social, pois além de ser o elemento determinante para a geração de renda, identifica a relação social do trabalho que influencia a inserção na sociedade, influenciando a perspectiva de sucesso do indivíduo. Considerado um

dos primeiros indicadores sociais afetados em crises econômicas, pois a mão-de-obra é o fator de produção mais flexível.

h) Remuneração Média - Para cada setor estudado é calculada a remuneração média, em 2014. Sua importância se relaciona com a contribuição do setor para o bem estar dos trabalhadores por meio da renda.

i) Acidentes de Trabalho - O elemento acidentes de trabalho permite identificar o nível de periculosidade das atividades da cadeia produtiva, distributiva e comercial de cada combustível. É um elemento que permite classificar a maior ou menor integridade física dos trabalhadores de cada setor, bem como a possível preocupação das empresas em programas de prevenção de acidentes.

Para a dimensão econômica, os elementos analisados são:

j) Custo por quilometragem mensal ao ano - O custo por quilometragem mensal é definido pela média de consumo por quilômetro de cada tipo de combustível proporcionalmente aos quilômetros rodados mensalmente e multiplicando-se o valor do litro/Kw. Esse elemento permite incluir na análise as diferenças de preço dos combustíveis ponderada pelo rendimento – distância percorrida com um litro - de cada um deles.

k) Preço do ônibus - O preço do ônibus é o elemento que mede o gasto que o sistema demandaria para implantar uma nova frota de veículos, ou total renovação da frota atual. Possibilita a análise da dificuldade dessa alteração e representa o gasto mais elevado envolvido na substituição do combustível.

l) Custo de Manutenção - O elemento custo de manutenção reflete o quanto se gasta por quilômetro em peças, lubrificantes, pneus e recauchutagens, ou seja, representa os custos com a operacionalização e com os cuidados com a qualidade da frota de veículos. Representa o menor custo a curto prazo dentre os envolvidos.

m) Vida útil ônibus - A vida útil de um ônibus é um elemento representativo do custo de oportunidade da frota, ou seja, o quanto compensa economicamente para a empresa operadora continuar com a exploração da concessão. Sua renovação determina o prazo de potencial de um novo investimento para continuidade do funcionamento do sistema de transporte. Representa um alto custo, porém, de longo prazo.

4.5.2 Elaboração de tabelas ACC

Para que cada elemento de análise possa ser avaliado na ACC é realizada uma parametrização com a classificação: insatisfatória, pouco satisfatória, satisfatória e muito satisfatória. A metodologia da ACC prevê a atribuição da avaliação a partir de revisão bibliográfica ou detalhamento de cada elemento, como por exemplo, a área de uma usina é classificada a partir de seu tamanho em metros quadrados. Nesta pesquisa optou-se por padronizar os elementos por meio da parametrização em valores percentuais.

Os parâmetros em que foram distribuídas as pontuações relativas de cada elemento estão subdivididos em intervalos de 25 pontos percentuais, como descrito na Tabela 9.

Tabela 9 - Parâmetros de Avaliação (%).

	Elemento de Análise	Insatisfatória	Pouco Satisfatória	Satisfatória	Muito Satisfatória
Ambiental	Emissão de CO				
	Emissão de NOx				
	Emissão de MP	75,01 a 100	50,01 a 75	25,01 a 50	0 a 25
	Emissão de SO2				
	Emissão de COV				
	Emissão de CO ₂				
Econômica	Custo do combustível	75,01 a 100	50,01 a 75	25,01 a 50	0 a 25
	Preço do ônibus	75,01 a 100	50,01 a 75	25,01 a 50	0 a 25
	Custo de Manutenção	75,01 a 100	50,01 a 75	25,01 a 50	0 a 25
	Vida útil ônibus	0 a 25	25,01 a 50	50,01 a 75	75,01 a 100
Social	Geração de Empregos	0 a 25	25,01 a 50	50,01 a 75	75,01 a 100
	Média Salarial	0 a 25	25,01 a 50	50,01 a 75	75,01 a 100
	Acidentes de Trabalho	75,01 a 100	50,01 a 75	25,01 a 50	0 a 25

Fonte: Elaboração própria.

Para os elementos da dimensão ambiental foram calculados os valores de emissão da frota de ônibus do município de Campinas.

As emissões de poluentes emitidos com o uso de diesel no transporte urbano por ônibus foram estimadas a partir dos poluentes totais registrados na RMC dividido pelo número de ônibus em circulação em 2014 (Tabela 1C, Apêndice C).

O biodiesel tem, comparativamente ao diesel, uma menor emissão de poluentes⁹: CO de 48%, NOx de 10%, MP de 47%, SO₂ de 78% e COV de 35% (OLIVEIRA, SUAREZ, SANTOS, 2008; EPA, 2009; CORRÊA, 2005). As estimativas da quantidade de poluentes

⁹ Segundo Ortega *et al.* (2011), mesmo biocombustíveis têm em sua cadeia de produção a utilização de energia a partir de combustíveis fósseis nos estágios de agricultura e produção industrial. Esta dissertação compreende apenas as emissões derivadas da combustão final nos veículos.

liberados a partir da combustão do biodiesel por um ônibus urbano encontram-se na Tabela 2C do Apêndice C.

Para um ônibus movido a energia elétrica, não há emissão dos poluentes CO, NO_x, MP, SO₂ e COV.

As emissões de CO₂ foram estimadas com a ferramenta *The Greenhouse Gas Protocol* (GHG Protocol) – Versão 2017.3.1 – que calcula os valores de CO₂ equivalente emitidos com base na quantidade de combustível consumida por ônibus a cada ano (Tabela 3C, Apêndice C). Um ônibus movido a energia elétrica, apesar de não emitir poluentes diretamente, os emite no processo de produção. Para calcular a quantidade de energia elétrica consumida por um veículo nas mesmas condições operacionais de Campinas (a partir da quilometragem mensal do veículo), tomou-se por base o teste realizado em Curitiba/SP, onde o resultado apontou consumo no total de 1,29 Kwh/km.

Os valores coletados para a dimensão ambiental são resumidos na Tabela 4C, Apêndice C. A cada elemento de análise da dimensão ambiental é atribuída uma pontuação percentual, onde o mínimo de poluição possível é igual a zero e o máximo é igual aos valores das emissões máximas estimada para os combustíveis examinados (no caso em estudo coincidem com as emissões do ônibus a diesel) (Tabela 10).

Tabela 10 - Emissões dos elementos para cada combustível em 2014 (ton. e %).

Elemento	Mínimo	Máximo	Diesel		Biodiesel		Eletricidade	
			Emissões	%	Emissões	%	Emissões	%
CO	0	90,051	90,051	100	46,827	52	0,0000	0
NO _x	0	19,265	19,265	100	17,338	90	0,0000	0
MP	0	448,017	448,017	100	237,449	53	0,0000	0
SO ₂	0	12,544	12,544	100	2,760	22	0,0000	0
COV	0	0,4480	0,4480	100	0,291	65	0,0000	0
CO ₂	0	124.053,21	124.053,21	100	705,974	1	19.283,66	16

Fonte: Elaboração própria com dados de Oliveira, Suarez e Santos (2008), EPA (2009), Corrêa (2005), GHG Protocol (2017), EMDEC (2014), CETESB (2014).

Na análise da ACC, para a dimensão ambiental, os valores da pontuação relativa foram distribuídos na Tabela 11, conforme a parametrização da Tabela 9. O Fator de Importância Relativa (FIR) foi determinado por meio da avaliação de cada elemento elencada na seção 4.5.1, com pesos iguais a 100 (1/3 da máxima importância), 200 (2/3 da máxima importância) e 300 pontos (máxima importância). No caso dos elementos da dimensão ambiental, o critério utilizado foi: a) elemento relacionado a apenas um fator de efeito ambiental, contabiliza-se 100 pontos; b) elemento relacionado a apenas um fator de efeito sobre

a saúde humana, contabiliza-se 200 pontos; e c) elemento relacionado a um fator ambiental e de efeito sobre a saúde humana, contabiliza-se 300 pontos.

A Constante do Fator Considerado (KFCamb) foi determinada a partir da Equação 10:

$$KFC = \frac{300*X+200*Y+100*Z}{100} \quad (10)$$

Onde: KFC = Constante do Fator Considerado
X, Y e Z = quantidade de elementos para o FIR considerado.

A pontuação de cada elemento foi calculada por meio da Equação 11:

$$Pontuação = \frac{FIR}{KFC} * Nível de Valoração Relativa \quad (11)$$

Onde: FIR = Fator de Importância Relativa
KFC = Constante do Fator Considerado

Dessa forma a pontuação total para a dimensão ambiental é: diesel de 25 pontos, biodiesel 51,7 pontos, e energia elétrica 93,3 pontos (Tabela 11).

Tabela 11 - Avaliação de Custos Completos - Dimensão Ambiental.

Fator Considerado	Insatisfatória		Pouco Satisfatória		Satisfatória		Muito Satisfatória		FIR	KFC	Diesel	Biodiesel	Elétrico
	0,25		0,5		0,75		1						
Emissão de CO									300	15	5	10	20
Emissão de NOx									300	15	5	5	20
Emissão de MP									200	15	3,3	6,7	13,3
Emissão de SO2									300	15	5	20	20
Emissão de COV									300	15	5	10	20
Emissão de CO2									100	15	1,7	6,7	6,7
Final											25	51,7	93,3

Fonte: Elaboração própria.

Para os elementos da dimensão social, foram organizados os valores de cada elemento a partir de coleta de dados relativos ao país como um todo, pois não existem dados que representem a origem da produção dos combustíveis da chegada ao destino final. Os dados para o elemento emprego, referem-se ao número de empregados no ano de 2014 nas atividades destacadas no Quadro 1C, Apêndice C.

Os valores coletados são apresentados na Tabela 5C, Apêndice C. Para cada tipo de combustível, o valor de cada elemento da dimensão social é transformado em percentual, de acordo com a somatória dos três combustíveis para cada elemento (Tabela 12).

Tabela 12 - Percentual relativo dos elementos da dimensão social para cada combustível em 2014.

Elemento	Mínimo	Máximo	Diesel	%	Biodiesel	%	Eletricidade	%
Empregos	0	16.217	2.523	15,56	15.010	92,56	16.217	100,00
Salário Médio (R\$)	0	4.329	4.329	100,00	1.331	30,75	1.790	41,35
Acidentes de Trabalho	0	3.055	905	29,62	3.055	100,00	2.821	92,34

Fonte: Elaboração própria com dados de MTE – RAIS (2014), MPS (2014).

Na análise da ACC, para a dimensão social, os valores da pontuação relativa foram distribuídos na Tabela 13, conforme a parametrização da Tabela 9. No caso dos elementos da dimensão social, o critério utilizado foi: a) elemento relacionado a apenas um fator de efeito social, contabiliza-se 100 pontos; b) elemento relacionado a dois fatores de efeito social, contabiliza-se 200 pontos; e c) elemento relacionado a três fatores de efeito social, contabiliza-se 300 pontos.

A Constante do Fator Considerado (KFCsoc) foi determinada a partir da Equação 10, já destacada, portanto, o valor do KFC, para o caso da dimensão social, foi calculado como KFCsoc de 8.

A pontuação de cada elemento foi calculada por meio da Equação 11, informada anteriormente. Dessa forma, temos como pontuação total: diesel 56,3 pontos, biodiesel 53,1 pontos, e energia elétrica 53,1 pontos (Tabela 13).

Tabela 13 - Avaliação de Custos Completos - Dimensão Social.

Fator Considerado	Insatisfatória		Pouco Satisfatória		Satisfatória		Muito Satisfatória		FIR	KFC	Diesel	Biodiesel	Elétrico
	0,25		0,5		0,75		1						
Empregos									100	8	3,1	12,5	12,5
Média Salarial									200	8	25,0	12,5	12,5
Acidentes de Trabalho									300	8	28,1	28,1	28,1
Final											56,3	53,1	53,1

Fonte: Elaboração Própria.

Para a dimensão econômica foram organizados os valores de cada elemento a partir da coleta de dados relativos ao município de Campinas.

Os dados para o elemento custo do combustível com o Percurso Médio Mensal (PMM) em relação ao diesel, foram colhidos e organizados nas seguintes etapas:

- a) verificação da média de consumo de diesel por quilômetro pelos ônibus da frota do município de Campinas em 2014 (Tabela 6C, Apêndice C);
- b) Multiplicação da média de consumo de combustível diesel pelo PMM para totalizar a quantidade de diesel consumida mensalmente (Tabela 7C, Apêndice C);
- c) Multiplicação da quantidade de diesel consumida mensalmente pelo preço do litro do combustível no ano de 2014, obtendo-se como resultado o custo do combustível com o Percurso Médio Mensal (Tabela 7C, Apêndice C).

Os dados para o elemento custo do combustível com o Percurso Médio Mensal (PMM) em relação ao biodiesel, foram colhidos e organizados nas seguintes etapas:

- a) Transformação do preço biodiesel dado em reais por metros cúbicos, no valor de R\$2.415,00, por reais por litros, no valor de R\$2,42 (ANP, 2014b);
- b) Assumindo-se que o biodiesel consome a mesma quantidade que o diesel, multiplica-se o preço por litro de combustível pela quantidade consumida de biodiesel (Tabela 8C, Apêndice C).

Os dados para o elemento custo do combustível com o PMM em relação à energia elétrica, foram colhidos e organizados nas seguintes etapas:

- a) A partir da informação da URBS (2015) sobre o consumo médio de energia elétrica para um veículo multiplicado pelo PMM, define-se a quantidade de quilowatts consumidos por um ônibus mensalmente (Tabela 8C, Apêndice C);
- b) Multiplica-se o preço da energia elétrica pela quantidade de quilowatts consumidos (Tabela 8C, Apêndice C).

Para os valores dos preços dos ônibus, foram utilizadas duas fontes: EMDEC (2014) e Maluf Filho (2013). Para os ônibus a diesel, o preço do ônibus foi calculado com base na média ponderada de preços dos ônibus da frota de Campinas (Tabela 9C, Apêndice C).

Os dados para os valores dos preços, custo de manutenção e vida útil dos ônibus a diesel foram obtidos do texto de Maluf Filho (2013) a partir de uma Avaliação de Ciclo de Vida econômico de tecnologias energéticas para ônibus. Para os valores dos preços, custo de

manutenção e vida útil dos ônibus a biodiesel, considera-se que os motores funcionem com o biodiesel, um motor a diesel sofre mínimas intervenções, portanto, seus valores não têm diferenças significativas (MOTA *et al.*, 2013).

Os valores coletados são apresentados na Tabela 10C, Apêndice C. Para cada tipo de combustível, o valor de cada elemento da dimensão econômica é transformado em percentual, que varia de zero para um máximo definido de acordo com o maior valor observado pela dimensão em análise (Tabela 14).

Tabela 14 - Percentual relativo dos elementos da dimensão econômica para cada combustível em 2014.

Elemento	Mín.	Máx.	Diesel	%	Biodiesel	%	Eletricidade	%
Custo do Combustível	0	123.560.696,11	115.783.791,01	94	123.560.696,11	100	52.874.529,35	43
Preço do ônibus	0	1.250.000	362.473	29	362.473	29	1.250.000	100
Custo de Manutenção	0	35.713	35.713	100	35.713	100	26.785	75
Vida útil ônibus	0	20	10	50	10	50	20	100

Fonte: Elaboração própria com dados de URBS (2015), ANEEL (2017), ANEP (2014), EMDEC (2014), Maluf Filho (2013).

Na análise da ACC, para a dimensão econômica, os valores da pontuação relativa foram distribuídos na Tabela 15, conforme a parametrização da Tabela 9. No caso dos elementos da dimensão econômica, o critério utilizado foi: a) elemento relacionado a baixa relevância na decisão pelo modelo, contabiliza-se 100 pontos; b) elemento relacionado a média relevância na decisão pelo modelo, contabiliza-se 200 pontos; e c) elemento relacionado extrema relevância na decisão pelo modelo, contabiliza-se 300 pontos.

A Constante do Fator Considerado (KFCeco) foi determinada, conforme já explicitado a partir da Equação 10, portanto, com os valores referentes aos pesos atribuídos aos elementos obtém-se KFCeco de 9.

A pontuação de cada elemento foi calculada por meio da Equação 11. Dessa forma tem-se pontuação total para o diesel de 52,8 pontos, para o biodiesel 52,8 pontos, e para a energia elétrica 61,1 pontos (Tabela 15).

Na análise da ACC, das três dimensões em conjunto, os valores da pontuação relativa foram distribuídos na Tabela 16, conforme a parametrização da Tabela 9 e os dados obtidos para cada dimensão em separado.

A Constante do Fator Considerado (KFC_{geral}) foi determinada, conforme já explicitado a partir da Equação 10, portanto, com os valores referentes aos pesos atribuídos aos elementos obtém-se um KFC_{geral} de 30.

A pontuação de cada elemento foi calculada por meio da Equação 11. Dessa forma tem-se pontuação total para o diesel de 43,3 pontos, para o biodiesel 57,5 pontos, e para a energia elétrica 80,6 pontos (Tabela 16).

Tabela 15 - Avaliação de Custos Completos - Dimensão Econômica.

Fator Considerado	Avaliação				FIR	KFC	Diesel	Biodiesel	Elétrico
	Insatisfatória	Pouco Satisfatória	Satisfatória	Muito Satisfatória					
	0,25	0,5	0,75	1					
Custo do combustível					300	9	8,3	8,3	25,0
Preço do ônibus					300	9	25,0	25,0	8,3
Custo de Manutenção					100	9	2,8	2,8	5,6
Vida útil ônibus					200	9	16,7	16,7	22,2
Final							52,8	52,8	61,1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 16 - Avaliação de Custos Completos – Geral.

Fator Considerado	Avaliação				FIR	KFC	Diesel	Biodiesel	Elétrico
	Insatisfatória	Pouco Satisfatória	Satisfatória	Muito Satisfatória					
	0,25	0,5	0,75	1					
Emissão de CO					300	30	2,5	5,0	10,0
Emissão de NOx					300	30	2,5	2,5	10,0
Emissão de MP					200	30	1,7	3,3	6,7
Emissão de SO2					300	30	2,5	10,0	10,0
Emissão de COV					300	30	2,5	5,0	10,0
Emissão de CO2					100	30	0,8	3,3	3,3
Quantidade de Empregos					100	30	0,8	3,3	3,3
Média Salarial					200	30	6,7	5,0	6,7
Acidentes de Trabalho					300	30	7,5	2,5	2,5
Custo do combustível					300	30	2,5	2,5	7,5
Preço do ônibus					300	30	7,5	7,5	2,5
Custo de Manutenção					100	30	0,8	2,5	1,7
Vida útil ônibus					200	30	5,0	5,0	6,7
Final							43,3	57,5	80,8

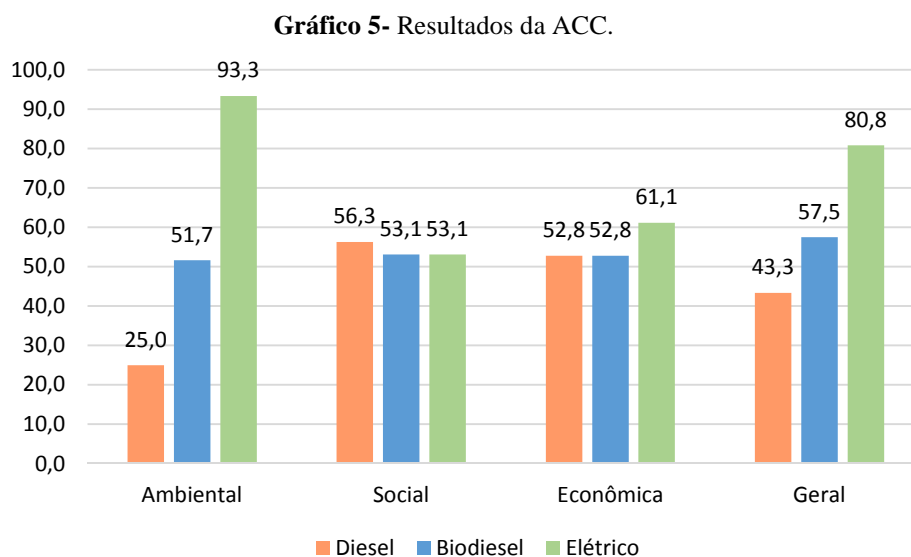
Fonte: Elaboração própria.

4.5.3 Análise dos Resultados da ACC

A ACC organiza os elementos selecionados de forma a apresentar um *ranking* de pontuações que mostram em que posição se encontra o tipo de combustível na comparação entre o diesel, o biodiesel e a energia elétrica.

De forma geral, o *ranking* apresenta a energia elétrica, o biodiesel e o diesel respectivamente, do melhor ao pior combustível dentre os três estudados para utilização no transporte coletivo urbano. Essa classificação se dá, principalmente, pelo potencial ambiental dos ônibus elétricos, minimamente poluentes¹⁰, seguido pela questão econômica. A curto prazo a renovação de uma frota inteira com ônibus elétricos têm um investimento alto, que é compensado pelo baixo custo ambiental e do quilômetro rodado, pela vida útil dos veículos. É possível que a área social tenha ganhos a partir da utilização massiva dos elétricos para o transporte de pessoas, aumentando a média salarial do setor e o número de empregos.

O Gráfico 5 destaca todos os resultados da ACC por dimensão e de forma conjunta. A dimensão social tem comportamento diferente das demais dimensões, ficando bastante equilibrada entre os três combustíveis. A dimensão ambiental é a que tem maior disparidade entre as pontuações. Na dimensão econômica a energia elétrica aparece com maior pontuação, enquanto que o diesel e o biodiesel permanecem no mesmo patamar.



Fonte: Elaboração própria.

¹⁰ Não foram incluídos custos de transação na análise.

Na dimensão ambiental, o diesel apresenta o pior resultado em comparação com os demais combustíveis, sendo o biodiesel o intermediário, e a energia elétrica a melhor alternativa, tendo o diesel obtido cerca de quatro vezes menos pontos em relação a energia elétrica. Esse resultado deve-se ao fato do ônibus elétrico não realizar emissão de poluentes diretamente pelo veículo. Na geração de energia elétrica o principal poluente emitido é o CO₂, produzido na queima de carvão em termelétricas. É importante destacar que no Brasil a produção de energia é quase exclusivamente hidrelétrica, diferentemente de países como os Estados Unidos da América, que têm altos níveis de poluição na produção devido às usinas termelétricas utilizadas.

Para a dimensão social, o resultado é inverso, tendo o diesel a maior pontuação, porém com margem menor. O biodiesel e a energia elétrica têm a mesma pontuação, ficando em segundo lugar no *ranking*. Considerando que os elementos estudados na comparação analisam a média salarial, a quantidade de empregos e os acidentes de trabalho em cada setor da cadeia produtiva dos combustíveis, observa-se que o diesel tem cadeia produtiva mais especializada, com média salarial mais alta, a despeito do menor número de empregados. A proximidade de valores do biodiesel e a energia elétrica se deve ao fato que os dois setores são intensivos em mão de obra, com empregos menos especializados e com limitada fiscalização em relação aos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e prevenção de acidentes.

Considerando a dimensão econômica, o diesel e o biodiesel apresentam a mesma pontuação para o custo de manutenção, preço e vida útil do ônibus, pois a utilização destes dois combustíveis não altera significativamente estes elementos, já que o mesmo veículo pode ser utilizado para os dois tipos de combustíveis. O que difere entre os dois é o custo do combustível, sendo o biodiesel 6,72% mais caro, o que não interferiu na pontuação do *ranking*. A energia elétrica tem novamente a pontuação mais alta em relação aos demais combustíveis. Os elementos que mais influenciam essa diferença são o custo por quilômetro rodado usando energia elétrica em Campinas, pois a eficiência energética de um ônibus elétrico é superior às das demais opções, além disso, o veículo elétrico tem o dobro de vida útil em relação ao diesel e biodiesel.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dinâmica das cidades tem se alterado ao longo dos últimos anos, sendo influenciada por novas tecnologias e consequente aumento de população e de veículos. A sustentabilidade é um conceito que pode colaborar com a melhora da qualidade de vida nesses grandes centros. Análises com a perspectiva de organizar as opções tecnológicas disponíveis de forma a compreender qual a melhor solução para cada situação permitem avaliar o desenvolvimento sustentável.

Dessa forma, portanto, foi realizada a discussão sobre a mobilidade urbana sustentável a partir do conceitual da sustentabilidade dividido em dimensões, com foco no transporte público coletivo do município de Campinas. Destacaram-se seus efeitos sociais, como por exemplo o quanto o nível de justiça social, que, no caso do transporte coletivo, contempla a segregação geoespacial da população mais pobre, o direcionamento do gasto público e seu poder de melhorar a qualidade de vida da população. Evidenciaram-se também os efeitos econômicos, incluindo a regressividade da tarifa que afeta a demanda pelo transporte coletivo e os custos de operação da frota de Campinas. E por fim, enfatizaram-se os impactos ambientais dos diferentes tipos de combustíveis, principalmente na possibilidade das emissões de poluentes afetarem a saúde humana e o meio ambiente.

Estudou-se a mobilidade urbana sustentável no município de Campinas por meio do IMUS, verificando-se que a mobilidade sustentável na cidade é continuamente negativa, tendo ligeira melhora no período estudado, influenciada principalmente pela área ambiental, devido à crescente quantidade de veículos circulando no município. Apresentaram-se as características e experiências nacionais e internacionais de transporte coletivo urbano, reforçando a importância de um transporte coletivo de qualidade para a sustentabilidade das cidades.

Os impactos da substituição do diesel pelo biodiesel e pela energia elétrica foram avaliados a partir dos indicadores de desempenho econômico, social e ambiental, distribuídos na ACC, onde o resultado obtido na comparação é o de que a energia elétrica é o melhor combustível a ser utilizado no transporte coletivo, sobretudo devido a parcela ambiental do estudo.

Na contramão das políticas utilizadas no âmbito do governo federal, a melhoria da qualidade do transporte coletivo urbano e o uso de combustíveis renováveis são políticas públicas mais adequadas ao propósito de melhorar a qualidade de vida urbana. Uma política

nesse sentido contribui diretamente para redução do impacto ambiental do modal de transporte coletivo por ônibus ao substituir o combustível e indiretamente pode influenciar os usuários do transporte privado na adoção de práticas sustentáveis.

O uso do solo em Campinas, com características de cidade dispersa, ou seja, com grandes vazios urbanos, é realizado de forma parcial, atendendo aos interesses do setor imobiliário. Isso reforça a desigualdade social, impactando no preço da terra e na distribuição da população e dos serviços a serem oferecidos pelo poder público.

O transporte coletivo urbano segue a mesma tendência do uso do solo na cidade. A definição de preços é realizada apenas a partir do custo das empresas operadoras, sem exigência em relação a qualidade do serviço oferecido, portanto, não há incentivo para que haja redução de custos ou ganhos de produtividade. Dessa forma, o preço dos bilhetes, com características regressivas, impacta sobre a população mais pobre, usuária cativa do sistema de transporte coletivo.

O aumento exponencial da quantidade de veículos individuais motorizados extrapola o poder municipal, devido ao fato que as políticas públicas de apoio ao setor automobilístico, setor gerador de emprego e renda para o país, são políticas do Governo Federal.

Forma-se assim, uma tríade de problemas estruturais que definem a conjuntura atual da mobilidade no país, onde as políticas públicas mantêm a situação de desequilíbrio da mobilidade, reforçando a preferência pelo transporte rodoviário e individual.

No entanto, a cidade deve garantir que sua estrutura de transporte público e integração modal colabore para que os cidadãos decidam pela não utilização de carros, além de possíveis mudanças diretas, como a mudança dos padrões de combustível dos veículos de transporte coletivo, para que haja de fato redução de consumo de combustíveis fósseis e consequente redução das emissões de poluentes nocivos à saúde humana e ao meio ambiente.

Por fim, a disponibilidade de dados foi um problema encontrado que limitou o estudo em termos temporais e espaciais. Este problema mostra as limitações do controle do poder público sobre as empresas que detém as concessões de oferecimento dos serviços de transporte público, além da falta de transparência nos processos internos à própria administração municipal.

Para elaboração de trabalhos futuros, sugere-se explorar o problema da disponibilização de dados e manutenção da organização de um IMUS que colabore para o acompanhamento da mobilidade do município de Campinas, que pode ser tratado na forma de elaboração de um sistema de informação em níveis (operacional, gerencial e decisório), possibilitando aos gestores públicos tomar decisões apoiadas na mensuração de dados da mobilidade em um IMUS mais amplo, com mais variáveis e com dados diários, semanais e mensais. Esse tipo de ferramenta também amplia o acesso à informação pela população, gerando maior confiança na gestão municipal e abrindo espaço para discussão e questionamentos por parte dos cidadãos.

A segunda sugestão refere-se a ampliar os estudos da mobilidade urbana sustentável para incluir outros tipos de combustíveis além dos objetos desta pesquisa, como por exemplo o hidrogênio, que dentre as soluções ambientalmente melhores, pode ser comparado de forma mais igualitária a energia elétrica, além da possível comparação entre modelos de ônibus, como os híbridos, trólebus, movidos a energia solar, etc.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Muito além da economia verde**. São Paulo: Abril, 2012.

ALVIM, D. S.; GATTI, L. V.; SANTOS, M. H. D.; YAMAZAKI, A. Estudos dos compostos orgânicos voláteis precursores de ozônio na cidade de São Paulo. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 189-196, 2011.

ANEEL-Agência Nacional de Energia Elétrica. **Valor da tarifa comercial por kwh em 2014**. Pedido de Acesso à Informação no E-SIC nº 48700003600201715. Disponível em: <<https://esic.cgu.gov.br/sistema/principal.aspx>>. Acesso em: 11 set. 2017.

ANP-Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Dados estatísticos de Vendas anuais de etanol hidratado e derivados de petróleo por município**. 2010. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/dados-estatisticos>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

ANP-Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Dados estatísticos de Vendas anuais de etanol hidratado e derivados de petróleo por município**. 2011. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/dados-estatisticos>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

ANP-Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Dados estatísticos de Vendas anuais de etanol hidratado e derivados de petróleo por município**. 2012. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/dados-estatisticos>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

ANP-Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Dados estatísticos de Vendas anuais de etanol hidratado e derivados de petróleo por município**. 2013. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/dados-estatisticos>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

ANP-Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Dados estatísticos de Vendas anuais de etanol hidratado e derivados de petróleo por município**. 2014a. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/dados-estatisticos>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

ANP-Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Edital de Leilão Público Nº 001/14**. 35º Leilão De Biodiesel (L35) de 2014b. Disponível em: <www.anp.gov.br/wwwanp/?dw=69472>. Acesso em: 05 ago. 2017.

ANP-Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Óleo Diesel**. 2017. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/petroleo-derivados/155-combustiveis/1857-oleo-diesel>>. Acesso em: 07 ago. 2017.

ANTENOR, S.; ANDRADE, R. O.; MACHADO-FILHO, M. F. Trânsito e aumento da frota de veículos tornam vulneráveis a saúde nas cidades. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 62, n. 4, 2010. Disponível em:

<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252010000400004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 Abr. 2016.

ANTP-Associação Nacional do Transporte Público. Sistema de Informações da Mobilidade Urbana. **Relatório Geral 2013**. 2015.

AUGUSTIN, A. C. Evolução da tarifa de ônibus e do custo do transporte individual em Porto Alegre. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 44, n. 1, p. 107-120, 2016.

BACHI JUNIOR, D.; TIAGO FILHO, G. L.; SEYDELL, M. R. R. Full Cost Analysis of Energy Transport Modes in Sao Francisco River Basin in Brazil - A Case Study. **Applied Mechanics and Materials**, Switzarland, v. 448-453, p. 3963-3969, 2013a. Available from: <<https://www.scientific.net/AMM.448-453.3963>>. Cited: 20 June 2017.

BACHI JUNIOR, D.; TIAGO FILHO, G. L.; SEYDELL, M. R. R. Um modelo para análise dos modos de transporte de gás natural da bacia do São Francisco através da ferramenta dos custos completos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS- 7º PDPETRO, 2013b. **Anais...** Aracajú: Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, p. 1 – 8, 2013.

BAITELO, R. L.; FEI, S. P. Avaliação de custos completos na produção de energia elétrica com diesel. In: OFICINA DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS INTEGRADOS-PIR, 2002. **Anais...** São Paulo, Escola Politécnica da USP, 2002.

BARAN, R.; LEGEY, L. F. L. Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 33, p. 207-224, 2011.

BARZOTTO, L. F. Justiça Social-Gênese, estrutura e aplicação de um conceito. **Revista Jurídica da Presidência**, Brasília, v. 5, n. 48, 2003.

BOARATI, J. H.; SHAYANI, R. A. **Hidrelétricas e Termelétricas a Gás Natural Estudo Comparativo Utilizando Custos Completos**. 1998. 177 f. Monografia (Graduação) – Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

BORGES, R. C. N. Definição de transporte coletivo urbano. **Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados**, Brasília, p. 1-4, 2006.

BRAGA, A. L. F.; PEREIRA, L. A. A.; SALDIVA, P. H. N. Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana. In: EVENTO SUSTENTABILIDADE NA GERAÇÃO E USO DE ENERGIA. **Anais...** Universidade Estadual de Campinas, v. 18, p. 1-20, 2002.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, 05 de outubro de 1988. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 05 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 15 nov. 2016.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 21 jun. 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm>. Acesso em: 10 jan 2017.

BRASIL. Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 13 de fev. 1995a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/L8987cons.htm>. Acesso em: 10 jan 2017.

BRASIL. Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 07 de jul. 1995b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9074cons.htm>. Acesso em: 10 jan 2017.

BRASIL. Lei nº 10257, 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. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 10 jul. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 10 nov. 2016.

BRASIL. Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 jan. 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111097.htm>. Acesso em: 05 nov. 2016.

BRASIL. Lei nº 12587, de 03 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 04 jan. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm>. Acesso em: 18 jul. 2016.

BRASIL. Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015. Estatuto da MetrÓpole. Institui o Estatuto da MetrÓpole, altera a Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 12 jan. 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13089.htm>. Acesso em: 26 abr. 2016a

BRASIL. Lei nº 13.263, de 23 de março de 2016. Altera a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao Óleo diesel comercializado no território nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 24 mar. 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13263.htm#art1>. Acesso em: 26 abr. 2016a.

BRASIL. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes-GEIPOT. **A empresa**. 2016. Disponível em: <<http://www.geipot.gov.br/aempresa/empresa.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2016b.

BRUNDTLAND, G., KHALID, M., AGNELLI, S., AL-ATHEL, S., CHIDZERO, B., FADIKA, L., SINGH, M. **Report of the world commission on environment and development: our common future**. Transmitted to the General Assembly as an Annex to

document A/42/427-Development and International Cooperation: Environment, 1987. Disponível em: <www.un-documents.net/wced-ocf.htm>. Acesso em: 10 mai. 2016.

CAIADO, M. C. S.; PIRES, M. C. S. Campinas Metropolitana: transformações na estrutura urbana atual e desafios futuros. **Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação**. NEPO/UNICAMP, Campinas, 2006.

CAMPOS, V. B. G.; RAMOS, R. A. R. Proposta de indicadores de mobilidade urbana sustentável relacionando transporte e uso do solo, 2005. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO, URBANO, REGIONAL, INTEGRADO, SUSTENTÁVEL-PLURIS 2005. **Anais...** São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4871/1/Ramos_CI_2_2005.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.

CAMPOS, V. B. G. Uma visão da mobilidade urbana sustentável. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 2, p. 99-106, 2006

CARVALHO, C. H. R. **Desafios da mobilidade urbana no Brasil**. 2016.

CETESB-Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Emissões Veiculares no Estado de São Paulo – 2014**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2016.

CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Indicadores do município de Campinas**. Disponível em: <<http://indicadores.cidadessustentaveis.org.br/>>. Acesso em 10 ago. 2016.

CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Indicadores do município de Campinas**. Disponível em: <<http://indicadores.cidadessustentaveis.org.br/>>. Acesso em 27 jul. 2017.

CORRÊA, S. M. Efeito do Biodiesel na Qualidade do Ar nas Grandes Cidades. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL. **Anais...** Varginha: Universidade Federal de Lavras. 2005.

COSTA, M. S. **Um índice de mobilidade urbana sustentável**, 2008. 248 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Transportes. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

COUTINHO, P.; BOMTEMPO, J. V. Roadmap tecnológico em matérias-primas renováveis: uma base para a construção de políticas e estratégias no Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 5, S1-S6, 2011.

SILVA, M. V. G. *et al.* O Plano de Mobilidade Urbana e Transporte Integrado no Município de Curitiba: uma análise das políticas públicas de acessibilidade. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 38, n. 132, p. 149-162, 2017.

DIEESE-Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Pesquisa nacional da Cesta Básica de Alimentos. **Salário mínimo nominal e necessário**. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/analisecestabasica/salarioMinimo.html>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

EMDEC-Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas. **Notícias**. 2006. Disponível em: <<http://www.emdec.com.br/eficiente/sites/portalemdec/pt-br/site.php?secao=noticias&pub=2253>>. Acesso em: 28 jan. 2016.

EMDEC-Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas. **Estudo Tarifário 2010**. Disponível em: <<http://www.emdec.com.br/transparencia/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

EMDEC-Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas. **Estudo Tarifário 2011**. Disponível em: <<http://www.emdec.com.br/transparencia/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

EMDEC-Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas. **Estudo Tarifário 2013**. Disponível em: <<http://www.emdec.com.br/transparencia/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

EMDEC-Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas. **Estudo Tarifário 2014**. Disponível em: <<http://www.emdec.com.br/transparencia/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

EMDEC-Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas. **Notícias**. 2015. Disponível em: <<http://www.emdec.com.br/eficiente/sites/portalemdec/pt-br/site.php?secao=noticias&pub=8882>>. Acesso em 20 out. 2016.

EMDEC-Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas. **Sistema Intercamp**. Disponível em: <<http://www.emdec.com.br/eficiente/sites/portalemdec/pt-br/site.php?secao=sistemaintercamp>>. Acesso em: 27 jan. 2016.

EPA-United States Environmental Protection Agency. **Office of Transportation and Air Quality**. EPA-420-F-09-064. 2009.

EREC-Conselho Europeu de Energia Renovável. **[r]evolução energética**. A Caminho do Desenvolvimento Limpo, 2010. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2010/11/revolucaoenergeticadeslimpr.PDF>>. Acesso em: 05 jan. 2017.

FALCO, D. G. **Avaliação do desempenho ambiental do transporte coletivo urbano no estado de São Paulo**: uma abordagem de ciclo de vida do ônibus a diesel e elétrico à bateria. 2017. 174 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento de Sistemas Energéticos, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

FREITAS, P. V. N. *et al.* Mobilidade Urbana Sustentável: Problemas e Soluções. **Revista Científica ANAP Brasil**, Tupã, v. 8, n. 12, 2015. Disponível em: <https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/1134/1157>. Acesso em: 28 Jan. 2017.

GAZETA online. **Notícia do dia mundial sem carro**. 2014. Disponível em: <http://www.gazetaonline.com.br/_conteudo/2014/09/noticias/cidades/1496237-dia-mundial-sem-carro-faca-a-sua-parte.html>. Acesso em: 20 mar. 2016.

GHG Protocol. **Ferramenta de cálculo**. 2017. Disponível em: <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-de-calculo>>. Acesso em 18 abr. 2017.

GIULIANI, A. O nível de ruído próximo aos motoristas de ônibus urbano na cidade de Porto Alegre, RS. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 12, n. 17, p. 01-106, 2011. Disponível em:

<[http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2012,%20n.%2012%20\(2011\)/8.%20O%20n%EDvel%20de%20ru%EDdo.pdf](http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2012,%20n.%2012%20(2011)/8.%20O%20n%EDvel%20de%20ru%EDdo.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2017.

GOMIDE, A. A. **Transporte urbano e inclusão social: elementos para políticas públicas**. Texto para Discussão 0960, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2003.

HALTON BOROUGH COUNCIL. **Runcorn Busway**. Available from: <<https://www3.halton.gov.uk/Pages/publictransport/pdf/RuncornBusroutes.pdf>>. Cited: 09 Nov. 2017.

HART, M. **Guide to sustainable community indicators**. North Andover, MA, USA: Hart Environmental Data, 1999.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Anuário Estatístico do Brasil - 1981**, v. 42, 1981. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_1981.pdf>. Acesso em: 05 out. 2016.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Região de Influência das Cidades 2007 (Regic 2007)**, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/regic.shtm?c=7>>. Acesso em: 18 set. 2016.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares-POF 2008. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pof/tabelas>>. Acesso em 15 ago. 2017.

LACERDA, S. M. Precificação de congestionamento e transporte coletivo urbano. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 23, p. 85-99, 2006.

MACHADO, L. **Índice de Mobilidade Sustentável para Avaliar a Qualidade de Vida Urbana**: estudo de caso Região Metropolitana de Porto Alegre – RMPA, 2010. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento Urbano e Regional, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/27850>>. Acesso em: 29 out. 2016.

MACHADO, L.; DOMINGUEZ, E. M.; MIKUSOVA, M. Proposta de índice de mobilidade sustentável: metodologia e aplicabilidade. **Cadernos MetrÓpole**, v. 14, n. 28, p. 529-552, 2012.

MAGAGNIN, R. C. **Um sistema de suporte à decisão na internet para o planejamento da mobilidade urbana**. 2008. 296 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Transportes. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MALUF FILHO, A. F. Avaliação do ciclo de vida de diferentes tecnologias de ônibus: Eficiência energética e emissões de poluentes em operação real. **In: 19º Congresso Brasileiro de Transporte Trânsito**, São Paulo: Associação Nacional do Transporte Público-ANTP, 2013.

MARICATO, E. Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras. **São Paulo em perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 21-33, 2000.

MARICATO, E. Cidades no Brasil: neodesenvolvimentismo ou crescimento periférico predatório?. **Revista Política Social e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 16-57, 2013. Disponível em:

<<https://revistapoliticasoialedesenvolvimento.files.wordpress.com/2014/10/revista01.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

MARQUES FILHO, L. C. **Capitalismo e Colapso Ambiental**. 2. ed. Campinas: Editora Unicamp, 2016.

MEIRA, L. H. **Políticas Públicas de Mobilidade Sustentável no Brasil: Barreiras e Desafios**. 2013. 253 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

MPS-Ministério da Previdência Social. **Base de Dados Históricos de Acidentes de Trabalho**. Ministério da Previdência Social. Quantidade de acidentes do trabalho, por motivo, segundo a UF e Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). 2014. Disponível em: <<http://www3.dataprev.gov.br/scripts10/dardoweb.cgi>>. Acesso em: 18 set. 2017.

MCIDADES-Ministério das Cidades. Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável. **Cadernos MCidades**, n. 6, Ministério das Cidades, Brasília, 2004.

MDA-Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel: inclusão social e desenvolvimento territorial**. Brasília, DF: MDA, 2011.

MTE-Ministério do Trabalho e Emprego. **Cadastro Geral de Empregados e Desempregados 2014**. Disponível em: <http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_estatistico_id/caged_estatistico_basico_tabela.php>. Acesso em: 19 set. 2017.

MME-Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira - Exercício de 2014**, p. 1-32, 2015. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138787/1732840/Resenha%2BEnerg%25C3%25A9tic%2B-%2BBrasil%2B2015.pdf/4e6b9a34-6b2e-48fa-9ef8-dc7008470bf2>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

MORET, A. S., SGANDERLA, G. C., GUERRA, S. M., & MARTA, J. M. Análise da Sustentabilidade do biodiesel com uso da Análise de Custos Completos. **Espaço Energia**, Paraná, n. 11, 2009.

MOTA, J. C.; ALMEIDA, M. M.; ALENCAR, V. C.; CURI, W. F. Impactos e Benefícios Ambientais, Econômicos e Sociais dos Biocombustíveis: Uma Visão Global. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 6, n. 3, p. 220-242, 2009.

MOTTA, R. A.; RIBEIRO, S. K.; PORTUGAL, L. S. Análise crítica de corredores de ônibus sob o ponto de vista ambiental. **Revista dos Transportes Públicos da Associação Nacional dos Transportes Públicos-ANTP**, São Paulo, v. 30, p. 4, 2007.

NAHAS, M. I. T (Org.). Construção do Sistema Nacional de Indicadores para Cidades. **IDHS: Instituto de Desenvolvimento Humano Sustentável da PUC Minas**, 2005.

OECD. **OECD core set of indicators for environmental performance reviews**. Organisation for Economic Co-operation and Development, 1993.

OLIVEIRA, F. C. C.; SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, W. L. P. Biodiesel: possibilidades e desafios. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 28, p. 3-8, 2008.

OLIVEIRA, M. Óleo para o Biodiesel. **Revista Pesquisa FAPESP**, n. 245, p. 68- 72, 2016.

ONU-Organização das Nações Unidas. **Declaração do Milênio**. Cimeira do Milênio. Nova Iorque, 2000. Disponível em: <<https://www.unric.org/html/portuguese/uninfo/DecdoMil.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

ONU-Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

ORTEGA, Enrique *et al.* Are biofuels renewable energy sources?. **Laboratory of Ecological Engineering, Food Engineering School, UNICAMP**, [online], Campinas, v. 7, 2011.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. Tradução Eleutério Prado; Thelma Guimarães. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

PORTAL ODM. **Acompanhamento Brasileiro dos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio**. Disponível em: <<http://www.portalodm.com.br/imagem/26/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel->>. Acesso: 13 ago. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. **Dados Geográficos do Município**. Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/governo/seplama/dados-do-municipio/cidade/>>. Acesso em: 05 out. 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. Lei nº 14771, de 17 de dezembro de 2015. Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor de Curitiba de acordo com o disposto no art. 40, § 3º, do Estatuto da Cidade, para orientação e controle do desenvolvimento integrado do Município. **Diário Oficial Eletrônico: Atos do Município de Curitiba**. Curitiba, PR, 17 dez. 2015. n. 236, p. 36-143. Disponível em: <http://www.ippuc.org.br/planodiretor2014/arquivos/PD_Diário-Oficial.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Plano de Mobilidade Urbana e Transporte Integrado – PlanMob Curitiba**. Curitiba, 2008.

RACEHORSE, V. J. *et al.* Bus rapid transit system deployment for high quality and cost-effective transit service: a comprehensive review and comparative analysis. **IET Intelligent Transport Systems**, v. 9, n. 2, p. 175-183, 2014.

RAMOS, L. P. *et al.* Biodiesel. **Revista Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Natal, v. 31, p. 29, 2003.

RIBEIRO, F. H. S. **Expansão Urbana e Mobilidade: Planejando Cidades Multimodais**, 2017. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2017.

RODRIGUES, E. V. *et al.* A pobreza e a exclusão social: teorias, conceitos e políticas sociais em Portugal. **Sociologia**, Porto, v. 9, p. 63-101, 1999.

RODRIGUES, M. A., SORRATINI, J. A. A qualidade no transporte coletivo urbano. In: XXII CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES. **Anais...** Fortaleza: Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes – ANPET, v. 22. 2008.

RUNCORN. United Kingdom. Brief: Runcorn busway. BRT case studies, **TCRP report 90**, v. 1, p. 1–9. [s.d.]. Available from: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp90v1_cs/Runcorn.pdf>. Cited: 09 Nov. 2017.

SACHS, I. Os biocombustíveis estão chegando à maturidade. **Democracia Viva**, Rio de Janeiro, n. 29, 2005.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Garamond: Rio de Janeiro. 2000.

SANTOS, A. T. Abertura comercial na década de 1990 e os impactos na indústria automobilística. **Fronteira: revista de iniciação científica em Relações Internacionais**, Belo Horizonte, v. 8, n. 16, p. 107-129, 2009.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 5 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SCHIRMER, W. N.; RUDNIAK, A. Avaliação das emissões gasosas de diferentes tipos de combustíveis utilizados e seus impactos ambientais. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul. p. 25–34, 2009. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/839>>. Acesso em: 05 maio 2017.

SEADE-Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Informações dos Municípios Paulistas**. Disponível em: <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/tabelas>>. Acesso em: 10 maio 2016.

SEADE-Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Informações dos Municípios Paulistas**. Disponível em: <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/tabelas>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

SICHE, J. R. *et al.* Sustainability of nations by indices: Comparative study between environmental sustainability index, ecological footprint and the emergy performance indices. **Ecological Economics**, v. 66, n. 4, p. 628-637, 2008.

SILVA JUNIOR, R. F. **Análise econômica sobre simulações de fusões no mercado brasileiro de carros populares-ano 2007**. 2008. 67 f. Tese (Doutorado). Curso de Pós-Graduação em Economia – CAEN, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SITP-Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá. **Información General**. 2016. Disponível em: <http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el_sistema/informacion_general>. Acesso em: 27 ago. 2017.

SUAREZ, M. R. **Estudio técnico para la determinación de alternativas de mejora en la operación del sistema integrado de transporte público SITP de Bogotá**. 2016. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Estudios A Distancia -

Faedis, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C, 2016. Disponível em: <<http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/15125/3/SuarezManuelPiñaIvan2016.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

TRANSMILENIO. **Infraestrutura**. 2013a. Disponível em: <http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/nuestro_sistema/Componentes/Infraestructura>. Acesso em: 27 ago. 2017.

TRANSMILENIO. **El sistema TransMilenio como un modelo de Transporte Sostenible**. 2013b. Disponível em: <http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/el_sistema_transmilenio_como_un_modelo_de_transporte_sostenible>. Acesso em: 27 ago. 2017.

TRANSURC-Associação das Empresas de Transporte Coletivo Urbano de Campinas. **Histórico da Tarifa**. Disponível em: <<http://www.transurc.com.br/site/index.php/informacoes/historico-da-tarifa/>>. Acesso em: 06 set. 2016.

UDAETA, M. E. M. *et al.* Avaliação da geração de energia elétrica com óleo diesel através dos custos completos. In: LATIN-AMERICAN CONGRESS: ELETRICITY GENERATION AND TRANSMISSION, V, São Pedro-SP. **Anais...** Argentina: Universidad Nacional De Mar Del Plata . 2003.

URBS-Urbanização de Curitiba S/A. **Avaliação comparativa de novas tecnologias para operação do transporte coletivo**. 2015. Disponível em: <https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/pdf/transporte/sustentabilidade/Relatorio_Comparativo_Eletrico-Hibrido_ATT.UEN_out.2015.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2017.

URBS-Urbanização de Curitiba S/A. **Sustentabilidade: Transporte**. 2017. Disponível em: <<https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/sustentabilidade>>. Acesso em: 24 ago. 2017.

VASCONCELLOS, E. A. **Mobilidade urbana e cidadania**. São Paulo: Senac, 2012.

VASCONCELLOS, E. A. Os ônibus, os automóveis e as classes sociais: limites da política de transporte urbano no Brasil. **Revista dos Transportes Públicos da Associação Nacional dos Transportes Públicos – ANTP**, São Paulo, v. 15, n. 58, 1993. Disponível em: <<http://www.antp.org.br/biblioteca/>>. Acesso em 23 abr. 2016.

VASCONCELLOS, E. A.; MENDONÇA, A. Política Nacional de Transporte Público no Brasil: organização e implantação de corredores de ônibus. **Revista dos Transportes Públicos da Associação Nacional dos Transportes Públicos -ANTP**, São Paulo, v. 33, 2010.

VASCONCELOS, Y. Ônibus mais sustentáveis. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 237, 2015.

VENTURA, A. F. L.; DIAZ, M. C. O. **Biodiesel no Transporte Coletivo Urbano: Considerações para sua aplicação**. MPA em Administração Pública e Gerência de Cidades, Santa Maria-RS, 2011.

VIANNA, F. C. **Análise de Ecoeficiência: Avaliação do Desempenho Econômico-Ambiental do Biodiesel e Petrodiesel**. 2006. 183 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em:

<http://www.espacoeco.org.br/media/1067/mestrado_fernanda-cristina-vianna.pdf>. Acesso em: 03 out. 2017

WORLD Energy Council. *World Energy Resources: Bioenergy*. 2013.

APÊNDICE A

DADOS BRUTOS PARA CONSTRUÇÃO DO ÍNDICE DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL (IMUS)

SOC1: Acidentes com mortes

Proporção de mortes em acidentes de trânsito em relação ao número de veículos licenciados				
Ano	Número de Veículos	Mortes em Acidentes de Trânsito (PMAT) (%)	PMAT/Veículos	Valor Padronizado
2010	695.852	0,01677	2,41E-08	0,55
2011	744.550	0,02156	2,90E-08	1,00
2012	788.232	0,01762	2,24E-08	0,38
2013	824.987	0,01763	2,14E-08	0,29
2014	844.035	0,0154	1,82E-08	0,00

Fonte: SEADE (2016); CIDADES SUSTENTÁVEIS (2016).

SOC2: Oferta de transporte coletivo

Quantidade de Passageiros Transportados per Capita						
Ano	Receita Tarifária (anual) (R\$) (1)	Tarifa (%)	Quantidade de Viagens (anual)(2)	População Total	Viagens per capita	Valor Padronizado
2010	358298207,88	2,60	137807003,03	1079140	127,70	1,00
2011	383753337,24	2,85	134650293,77	1090000	123,53	0,65
2012	384916822,62(3)	3,00	128305607,54	1100970	116,54	0,07
2013	386080308,00	3,00	128693436,00	1112050	115,73	0,00
2014	430939418,64	3,30	130587702,62	1123241	116,26	0,04

Fonte: EMDEC (2010); EMDEC (2011); EMDEC (2013); EMDEC (2014); SEADE (2016); TRANSURC (2016).

Notas: (1) Multiplicação da receita tarifária média mensal por 12 meses (2) Considerando o total de receitas tarifárias anuais pelo valor das passagens (valor aproximado, pois existem descontos e isenções que não foram considerados no cálculo) (3) Para o ano de 2012 não haviam dados sobre a receita, portanto foi utilizada interpolação para indicar o valor na série

SOC3: Acessibilidade

Taxa de gastos com elevadores adaptados nos veículos per capita				
Ano	Gasto com Elevadores/PAI (R\$)	População	Gasto por Habitante (R\$)	Valor padronizado
2010	2302915,14	1.079.140	2,13	0,00
2011	4168315,00	1.090.000	3,82	0,17
2012	8825830,54	1.100.970	8,02	0,59
2013	13483346,08	1.112.050	12,12	1,00
2014	9259622,64	1.123.241	8,24	0,61

Fonte: EMDEC (2010); EMDEC (2011); EMDEC (2013); EMDEC (2014); SEADE (2016).

Nota: Para o ano de 2012 não haviam dados sobre o gasto com elevadores, portanto foi utilizada interpolação para indicar o valor na série.

ECO1: Orçamento Familiar Gasto com Transporte

Valor médio da tarifa*mês/ Salário mínimo						
Ano	Tarifa (R\$)	Média dias úteis mensais (ida e volta)	Gasto Mensal com passagens (R\$)	Salário Mínimo (R\$)	Média de Gastos Mensais/Salário Mínimo (%)	Valor padronizado
2010	2,60	40	104,00	510,00	20,39	0,84
2011	2,85	40	114,00	545,00	20,92	1,00
2012	3,00	40	120,00	622,00	19,29	0,50
2013	3,00	40	120,00	678,00	17,70	0,00
2014	3,30	40	132,00	724,00	18,23	0,17

Fonte: EMDEC (2010); EMDEC (2011); EMDEC (2013); EMDEC (2014); DIEESE (2016); TRANSURC (2016).

Nota: considerando vinte dias úteis de trabalho e a ida e volta para casa, dividido pelo valor do salário mínimo.

ECO2: Eficiência do Transporte Coletivo

Índice de Passageiros por Km (IPK)						
Ano	Percurso Médio Mensal (Km)	Veículos	Rodagem total anual (Km)	Quantidade de Viagens (anual) (1)	Passageiros por Km	Valor Padronizado
2010	15097,59	1186,00	214.868.900,88	137.807.003,03	1,56	0,00
2011	14832,43	1241,00	220884547,56	134650293,77	1,64	0,52
2012	14793,78	1243,50	220752785,16	128693436,00	1,72	1,00
2013	14755,13	1246,00	220618703,76	128693436,00	1,71	0,99
2014	14664,43	1254,00	220670342,64	130587702,62	1,69	0,84

Fonte: EMDEC (2010); EMDEC (2011); EMDEC (2013); EMDEC (2014).

Nota: (1) Considerando o total de receitas tarifárias anuais pelo valor das passagens (valor aproximado, pois existem descontos e isenções que não foram considerados no cálculo)

ECO3: Investimentos Públicos

Orçamento do transporte no município/PIB				
Ano	Valor total do orçamento da área de transporte do município (R\$)	PIB (R\$)	Percentual de Investimento do PIB (%)	Valor padronizado
2010	34.032.893	38.195.022.240,00	0,00089	0,00
2011	52.132.669	44.613.747.670,00	0,00117	0,19
2012	60.102.090	48.438.677.480,00	0,00124	0,24
2013	94.147.229	54.363.857.780,00	0,00173	0,57
2014	136.653.005	57673308990,00	0,00237	1,00

Fonte: SEADE (2017); CIDADES SUSTENTÁVEIS (2017)

AMB1: Taxa de Motorização

Número de Veículos em Circulação per capita				
Ano	Veículos	População	Veículos per Capita	Valor Padronizado
2010	695.852	1.079.140	0,644820876	0,00
2011	744.550	1.090.000	0,683073394	0,36
2012	788.232	1.100.970	0,715943214	0,67
2013	824.987	1.112.050	0,741861427	0,91
2014	844.035	1.123.241	0,751428233	1,00

Fonte: SEADE (2016).

AMB2: Consumo de Combustíveis Fósseis

Venda combustível fóssil (gasolina+diesel) per capita							
Ano	Gasolina C (l)	População	Consumo per capita (l)	Diesel (l)	Consumo per capita (l)	Total per capita (l)	Valor padronizado
2010	256.246.033	1.079.140	237,45	245.009.380	227,04	464,50	0,00
2011	355.324.894	1.090.000	325,99	248.300.584	227,80	553,78	0,72
2012	391.453.595	1.100.970	355,55	256.262.150	232,76	588,31	1,00
2013	388.068.505	1.112.050	348,97	254.587.003	228,93	577,90	0,92
2014	390.342.589	1.123.241	347,51	241.926.653	215,38	562,90	0,79

Fonte: ANP (2010); ANP (2011); ANP (2012); ANP (2013); ANP (2014a).

AMB3: Consumo de Combustíveis Alternativos

Venda de álcool hidr. per capita				
Ano	Etanol Hidratado (l)	População	Consumo per Capita (l)	Valor padronizado
2010	342.168.947	1.079.140	317	1,00
2011	229.309.030	1.090.000	210	0,27
2012	188.782.533	1.100.970	171	0,00
2013	231.460.720	1.112.050	208	0,25
2014	251.226.797	1.123.241	224	0,36

Fonte: ANP (2010); ANP (2011); ANP (2012); ANP (2013); ANP (2014a).

APÊNDICE B

PESQUISA DE AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado (a),

Você está convidado a participar da pesquisa intitulada “MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL: ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA O TRANSPORTE COLETIVO URBANO NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS/SP” que faz parte de uma dissertação do programa de Mestrado em Sustentabilidade da Universidade PUC Campinas. A Pesquisa tem como objetivo estudar a mobilidade urbana sustentável, com foco no transporte público coletivo do município de Campinas, seus efeitos sociais, econômico e os impactos ambientais dos diferentes tipos de combustível.

O questionário utilizado segue as normas éticas e não oferece riscos previsíveis, eventualmente poderá ocorrer vazamento de dados por meio de hacker ou extravio de banco de dados pela plataforma utilizada. Caso ocorra este vazamento, o entrevistado participante da pesquisa não será prejudicado, uma vez que a ciência e resposta do questionário ocorrerão por meio do anonimato e as questões são do tipo opinativa, não necessitando de dados sigilosos. Os benefícios desta pesquisa serão: 1 Aperfeiçoar o conhecimento da pesquisadora; 2 Desenvolver o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável de acordo com a realidade do município, permitindo que o mesmo seja utilizado posteriormente pela gestão pública e em pesquisas futuras.

O questionário é rápido, levará de 10 a 15 minutos, e as respostas só serão registradas após você clicar no botão continuar ao final das páginas até a última. Sua participação é voluntária e lhe é facultado à recusa sem penalização ou prejuízo.

Se você tiver dúvidas durante a realização da pesquisa, ou mesmo depois dela ter encerrado, poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável através do telefone (19) 9-9666-3222. Questões de ordem ética podem ser esclarecidas junto ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da PUC – Campinas, que aprovou esta pesquisa, no telefone (19) 3343-6777, e-mail: comitedeetica@puc-campinas.edu.br, endereço Rod. Dom Pedro I, km 136, Parque das Universidades, Campinas-SP, CEP: 13086-900, horário de funcionamento de segunda a sexta-feira das 08h00 às 17h00.

Cordialmente,

Renata Covisi Pereira

(19) 9.9666-3222 ou renatacovisi@hotmail.com

Mestranda em Sustentabilidade

Profa. Dra. Bruna Angela Branchi

bruna.branchi@puc-campinas.edu.br

Profa. Dra. Denise Helena Lombardo Ferreira

lombardo@puc-campinas.edu.br

Detalhamento da Pesquisa

Como parte da Dissertação destacada na seção anterior, será formulado um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) para medir o nível de mobilidade sustentável em Campinas de 2010 a 2014. Para a formulação do IMUS é necessário ponderar os diferentes aspectos, e as variáveis associadas, que compõem o índice. Seguindo a metodologia desenvolvida por Machado (2010) estes pesos serão definidos a partir de um questionário respondido por agentes envolvidos com a mobilidade, respeitando o anonimato dos entrevistados participantes da pesquisa.

Continuar a participar da pesquisa:

Sim		Não	
-----	--	-----	--

Questionário

A discussão da proposta de substituição de combustíveis fósseis por outras fontes energéticas inclui também o tema da mobilidade urbana.

Por mobilidade urbana entende-se aquela que possibilita os deslocamentos dos cidadãos e de mercadorias no espaço das cidades.

Em síntese a mobilidade urbana sustentável pode ser examinada à luz dos componentes social, econômico e ambiental da sustentabilidade.

- Para a dimensão social, pode-se analisar como a mobilidade afeta a renda das famílias, a justiça social na distribuição do espaço e nas tarifas do transporte coletivo que devem ser adequadas à renda da população mais pobre, e a acessibilidade ao espaço urbano.
- Para a componente econômica, a cobertura de custos, os investimentos e o financiamento do sistema de mobilidade são os pontos importantes.
- Para a dimensão ambiental, a integração entre o planejamento urbano e os transportes é o ponto alto, ressaltando a necessidade de utilização de energias renováveis, veículos e infraestrutura adequados à qualidade ambiental das cidades (BRASIL, 2012; CARVALHO, 2016).

Para medir a mobilidade urbana sustentável no município de Campinas/SP, portanto, selecionamos alguns indicadores que se enquadram nas diferentes dimensões de análise citadas, e gostaríamos que o(a) senhor(a) avaliasse a importância de cada um dos indicadores.

Ordene de 1 (menos importante) a 3 (mais importante) o conjunto de indicadores Sociais:

Acidentes com mortes	
Oferta de Transporte Coletivo	
Acessibilidade	

Ordene de 1 (menos importante) a 3 (mais importante) o conjunto de indicadores Econômicos:

Orçamento Familiar Gasto com Transporte	
Eficiência do Transporte Coletivo	
Investimentos Públicos	

Ordene de 1 (menos importante) a 3 (mais importante) o conjunto de indicadores Ambientais:

Taxa de Motorização (Quantidade de carros por habitante)	
Consumo de Combustíveis Fósseis	
Consumo de Combustíveis Alternativos	

Avalie a importância das Dimensões ordenando-as de 1 (menos importante) a 3 (mais importante):

Dimensão Social	
Dimensão Econômica	
Dimensão Ambiental	

Obrigada pela Participação!

APÊNDICE C

Dados de Elaboração das Tabelas da Avaliação de Custos Completos

Tabela 1C - Emissões totais de poluentes por ônibus urbano a diesel, RMC, 2014 (ton).

	Quantidade de ônibus	CO	NOx	MP	SO ₂	COV
	5598	402	86	2000	56	2
Emissões	01 1254	0,072 90,051	0,015 19,265	0,357 448,017	0,010 12,544	0,0004 0,448

Fonte: Elaboração própria com dados de CETESB (2014).

Tabela 2C - Emissões totais de poluentes por ônibus urbano movido à biodiesel, 2014 (ton).

Elemento	Diesel	Redução	Biodiesel
CO	90,051	43,225	46,827
NOx	19,265	1,926	17,338
MP	448,017	210,568	237,449
SO₂	12,544	9,785	2,760
COV	0,4480	0,1568	0,2912

Fonte: Adaptado de Oliveira, Suarez e Santos (2008), EPA (2009), Corrêa (2005).

Tabela 3C - Emissões de CO₂eq em 2014 (ton.).

Emissões totais por combustão móvel	Diesel	Biodiesel	Energia Elétrica
CO ₂ equivalente	124.053,21	705,974	19.283,66
CO ₂ – biogênico	6.839,73	120.701,16	0

Fonte: Elaboração própria com dados GHG Protocol (2017), EMDEC (2014).

Tabela 4C - Valores Associados aos Elementos para a Dimensão Ambiental (ton.).

Elemento	Diesel	Biodiesel	Energia Elétrica
CO	90,051	46,827	0
NOx	19,265	17,338	0
MP	448,017	237,449	0
SO₂	12,544	2,760	0
COV	0,4480	0,291	0
CO₂	124.053,21	705,974	19.283,66

Fonte: Elaboração própria com dados de Oliveira, Suarez e Santos (2008), EPA (2009), Corrêa (2005), GHG Protocol (2017), EMDEC (2014), CETESB (2014).

Tabela 5C - Valores Associados aos Elementos da Dimensão Social.

Elemento	Diesel	Biodiesel	Energia Elétrica
Empregos (un.)	2.523	15.010	16.217
Média Salarial (R\$)	4.328,67	1.331,24	1.789,98
Acidentes de Trabalho (un.)	905	3055	2821

Fonte: MTE – RAIS (2014), MPS (2014).

Tabela 6C - Consumo de Diesel por quilômetro em Campinas-SP – 2014.

Tipo de ônibus	Coefficiente de Consumo (Litros/Km)
Miniônibus 1	0,25
Miniônibus 2	0,35
Convencional	0,35
Padron 1	0,37
Padron 2	0,50
Articulado 1	0,37
Articulado 2	0,70
Biarticulado	0,70
Média	0,45

Fonte: EMDEC (2014).

Tabela 7C - Percurso Médio Anual e Composição do valor do custo do combustível em 2014.

Item	Valor
PMA (Com Ociosidade de 4%) (km)	9.487.964,64
Preço do Óleo Diesel S10 (preço ANP mínimo - distribuidora)(R\$)	2,26
Litros diesel consumido (l)	51.163.849,32
Valor do custo do combustível (R\$)	115.783.791,01

Fonte: Elaboração própria com dados da EMDEC (2014).

Tabela 8C - Gasto com consumo dos combustíveis.

Item	Biodiesel	Energia Elétrica
Preço	R\$ 2,42	R\$ 0,36
Quantidade Consumida (Litros/Kwh)	51.163.849,32	146.873.692,63
Valor gasto (R\$)	123.560.696,11	52.874.529,35

Fonte: ANP (2014), EMDEC (2014), URBS (2015), ANEEL (2017).

Tabela 9C - Preço do ônibus a diesel na frota do Transporte Coletivo de Campinas em 2014.

Tipo ônibus	Quantidade	Preço (R\$)	Valor por tipo de ônibus
Miniônibus 1	1	189.942,09	189.942,09
Miniônibus 2	1	254.277,32	254.277,32
Convencional	297	291.040,30	86.438.969,10
Padron 1	495	301.762,84	149.372.605,80
Padron 2	27	344.652,99	9.305.630,73
Articulado 1	53	413.583,59	21.919.930,27
Articulado 2	107	750.577,62	80.311.805,34
Biarticulado	14	919.074,64	12.867.044,96
Total	995	-	360.660.205,61
Preço Médio Ponderado		362.472,57	

Fonte: EMDEC (2014).

Tabela 10C – Valores Associados aos Elementos da Dimensão Econômica (R\$ e anos).

Elemento	Energia Elétrica	Biodiesel	Diesel
Custo do Combustível	52.874.529,35	123.560.696,11	115.783.791,01
Preço do ônibus	1.250.000	362.473	362.473
Custo de Manutenção	26.785	35.713	35.713
Vida útil ônibus	20	10	10

Fonte: URBS (2015), ANEEL (2017), ANEP (2014), EMDEC (2014), Maluf Filho (2013).

Quadro 1C - Atividades relacionadas aos combustíveis – Empregados, Massa e Média Salarial e Acidentes de trabalho no ano de 2014.

Tipo de Combustível	Atividades
Energia Elétrica	Coordenação e Controle da Operação da Geração e Transmissão de Energia Elétrica Comércio Atacadista de Energia Elétrica Construção de Barragens e Represas para Geração de Energia Elétrica Construção de Estações e Redes de Distribuição de Energia Elétrica Distribuição de Energia Elétrica Fabricação de Aparelhos e Equipamentos para Distribuição e Controle de Energia Elétrica Geração de Energia Elétrica Manutenção de Redes de Distribuição de Energia Elétrica Medição de Consumo de Energia Elétrica, Gás e água Transmissão de Energia Elétrica
Biodiesel	Comércio Atacadista de álcool Carburante, Biodiesel, Gasolina e Demais Derivados de Petróleo, Exceto Lubrificantes, não Realizado por Transportador Regular Cultivo de Soja Cultivo de Algodão Herbáceo Comércio Atacadista de óleos e Gorduras Fabricação de óleos Vegetais em Bruto, Exceto óleo de Milho Cultivo de Mamona Cultivo de Dendê
Diesel	Aluguel de Máquinas e Equipamentos para Extração de Minérios e Petróleo, sem Operador Atividades de Apoio à Extração de Petróleo e Gás Natural Comércio Atacadista de álcool Carburante, Biodiesel, Gasolina e Demais Derivados de Petróleo, Exceto Lubrificantes, não Realizado por Transportador Regular Extração de Petróleo e Gás Natural Fabricação de Máquinas e Equipamentos para a Prospecção e Extração de Petróleo, Peças e Acessórios Fabricação de Produtos do Refino de Petróleo Manutenção e Reparação de Máquinas e Equipamentos para a Prospecção e Extração de Petróleo

Fonte: MTE - RAIS 2014.