



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – FCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA
PROFIAP



BRUNO PEREIRA DE MEDEIROS

**IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES PARA
AVALIAÇÃO DE MOBILIDADE URBANA
INTELIGENTE: um estudo de caso em
Aparecida de Goiânia**

APARECIDA DE GOIÂNIA, GO

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese

2. Nome completo do autor

BRUNO PEREIRA DE MEDEIROS

3. Título do trabalho

Identificação de indicadores para avaliação de mobilidade urbana inteligente: um estudo de caso em Aparecida de Goiânia

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **BRUNO PEREIRA DE MEDEIROS, Discente**, em 07/03/2022, às 09:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Marcos Paulino Roriz Junior, Professor do Magistério Superior**, em 07/03/2022, às 15:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do



art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2737060** e o código CRC **2816F673**.

BRUNO PEREIRA DE MEDEIROS

**IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES PARA
AVALIAÇÃO DE MOBILIDADE URBANA
INTELIGENTE: um estudo de caso em
Aparecida de Goiânia**

Linha de Pesquisa

Administração Pública: transformação e inovação organizacional

Orientador

Prof. Dr. Marcos Paulino Roriz Junior

Coorientador

Prof. Dr. Marcelo Barbosa César

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado Profissional em Administração Pública – PROFIAP, da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT, da Universidade Federal de Goiás - UFG, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração Pública. Área de concentração: Administração Pública.

APARECIDA DE GOIÂNIA, GO

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Medeiros, Bruno Pereira de
IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DE
MOBILIDADE URBANA INTELIGENTE [manuscrito] : Um estudo de
caso em Aparecida de Goiânia / Bruno Pereira de Medeiros. - 2022.
CVI, 106 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Paulino Roriz Junior; co-orientador
Dr. Marcelo Barbosa César.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Campus
Aparecida de Goiânia, Programa de Pós-Graduação em Administração
Pública em Rede Nacional, Aparecida de Goiânia, 2022.

Bibliografia.
Inclui siglas, gráfico, tabelas.

1. Cidades Inteligentes. 2. Mobilidade Urbana Inteligente. 3.
Indicadores. 4. Aparecida de Goiânia. I. Roriz Junior, Marcos Paulino,
orient. II. Título.

CDU 005



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 10 da sessão de Defesa de Dissertação de **BRUNO PEREIRA DE MEDEIROS**, que confere o título de Mestre em **Administração Pública**, na área de concentração em **Administração Pública**.

Aos **dezessete dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte e dois**, a partir das 14 horas, em sala virtual da **Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**A Mobilidade Urbana Inteligente no Município de Aparecida de Goiânia: uma proposta de aplicabilidade e validação por meio de indicadores**”. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **Marcos Paulino Roriz Junior** (FCT/UFG), com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor **Marcelo Barbosa Cesar** (coorientador - FCT/UFG); Professora Doutora **Luciana Peixoto Santa Rita** (PROFIAP - UFAL), membro titular interno; Professor Doutor **Willer Luciano Carvalho** (PROFIAP - UFG), membro titular interno e Professor Doutor **Cristiano Farias Almeida** (FCT/UFG), membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca **fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **Marcos Paulino Roriz Junior**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **dezessete dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte e dois**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Identificação de indicadores para avaliação de mobilidade urbana inteligente: um estudo de caso em Aparecida de Goiânia



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Paulino Roriz Junior, Professor do Magistério Superior**, em 17/02/2022, às 16:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Willer Luciano Carvalho, Professor do Magistério Superior**, em 17/02/2022, às 16:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Barbosa Cesar, Professor do Magistério Superior**, em 17/02/2022, às 16:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristiano Farias Almeida, Professor do Magistério Superior**, em 17/02/2022, às 16:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Luciana Peixoto Santa Rita, Usuário Externo**, em 17/02/2022, às 16:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2705717** e o código CRC **3E1549CD**.

Referência: Processo nº 23070.003816/2022-81

SEI nº 2705717

Dedico esta dissertação aos meus pais, Angela Maria Pereira e Ozeli Oscar de Medeiros, por toda a doação de si mesmos, proporcionando aos filhos um lar de amor e harmonia; pelos exemplos de vida e de honestidade e pelos incessantes esforços em nos garantir acesso à melhor educação possível.

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido, namorado, parceiro e companheiro de todas as horas, Joaquim Pedro Moura, sobretudo por não me abandonar nos momentos mais difíceis e desafiadores.

Aos queridos e pacientes tutores neste trabalho: Professor Orientador Dr. Marcos Paulino Roriz Junior e Professor Coorientador Dr. Marcelo Barbosa César, cujas imprescindíveis e assertivas orientações, intervenções e contribuições viabilizaram esta pesquisa.

Aos demais professores que compõem a banca avaliadora, Prof^a. Dr^a. Luciana Peixoto Santa Rita, Prof. Dr. Cristiano Farias Almeida e Prof. Dr. Willer Luciano Carvalho, pelas correções e valiosas colaborações que viabilizaram essa pesquisa.

À minha família, em especial à minha mãe, Angela Maria; meu pai, Ozeli Oscar, minha madrasta, Simone; minhas irmãs, Marina e Brenda, meus sobrinhos Larissa e Fellipe; pelo carinho e apoio incondicionais com que sempre me tratam e pelos momentos em que compartilhamos e celebramos nosso amor com alegria e descontração.

Aos meus amigos, especialmente ao Terez, Leila, Maria Helena, Aline, Ana Clara, Makário, Júlia, Brunno, Marla, Natália, Tatiane, e todos os demais, por singularmente preencherem meu cotidiano com amor, companheirismo, carinho, graça, conhecimento, informação, tristezas e alegrias; por exporem honestamente suas opiniões ao mesmo tempo em que me aceitam e acolhem incondicionalmente.

À minha sogra, Tânia Mar Naves, pela dedicação sem medidas aos filhos, e também a mim, que acabo privilegiado por extensão.

À querida e atenciosa revisora Ana Luiza, por todas as valiosas correções e sugestões que melhoraram e enriqueceram essa pesquisa.

À Paula B. G. Chelucci, talentosa psicóloga que me ajudou, sem medidas, a conseguir chegar até aqui; relativamente são e com vida, bem como também aos meus terapeutas anteriores que fizeram parte dessa jornada de autoconhecimento.

Aos meus colegas do PROFIAP pela companhia durante as aulas e almoços e destacadamente a Joel Marcelino, falecido em setembro de 2019 em decorrência de complicações da COVID-19, pela inspiradora e brilhante força e determinação.

RESUMO

A concentração de habitantes nos grandes centros urbanos impõe ao planejamento e à gestão da cidade diversos desafios, sejam relacionados à gestão do meio ambiente ou à adequação e expansão da infraestrutura existente. Frente a isso, iniciativas de cidades inteligentes (CIs) vêm se configurando como alternativas utilizadas na busca por solucionar alguns desses problemas. Nesse cenário, o aspecto de mobilidade urbana inteligente (MUI) se mostra como um dos eixos principais das CIs, por abordar os sistemas de transportes das cidades e ter relação direta com a qualidade de vida dos habitantes. Nesse contexto, este estudo objetivou identificar indicadores que permitam avaliar as ações de mobilidade urbana inteligente e seus impactos no contexto das cidades inteligentes em municípios brasileiros. A pesquisa foi realizada por meio de uma abordagem hipotético-dedutiva, de natureza predominantemente qualitativa e análise interpretativa dos dados em um estudo de caso em Aparecida de Goiânia. Para a construção da investigação dos dados, foram utilizadas técnicas de observação indireta – revisão sistemática de literatura e pesquisa documental. Como parte dos resultados, aponta-se que foram filtrados 15 indicadores finalísticos de MUI. Após a contextualização deles para a realidade de Aparecida de Goiânia, objeto do estudo de caso, verificou-se resultados positivos como o aumento na aplicação de gastos públicos e a redução das mortes causadas por acidentes de trânsito. Entretanto, há ainda espaço para a implementação de outras políticas públicas que incentivem, por exemplo, a locomoção ciclística e a adoção de veículos de baixa emissão de gases poluentes.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes; Mobilidade Urbana Inteligente; Indicadores; Aparecida de Goiânia.

ABSTRACT

The concentration of inhabitants in large urban centers imposes several challenges on the planning and management of cities, whether related to environmental management or the adequacy and expansion of existing infrastructure. That said, smart cities (SC) initiatives have been presented as alternatives in the attempt to solve some of these problems. In this scenario, the aspect of smart urban mobility appears as one of the main axes of SCs, as it addresses the transport systems of cities and is directed related to the quality of life of the population. In this context, this study aimed to identify indicators that allow the evaluation of smart urban mobility actions and their impacts in the context of smart cities in Brazilian municipalities. This research was carried out through a hypothetical-deductive and a predominantly qualitative approach, alongside with an interpretive analysis of data in a case study in Aparecida de Goiânia. The data investigation was carried out through indirect observation techniques - systematic literature review and documentary research. As part of the results, it is pointed out that 15 finalistic MUI indicators were filtered. After contextualizing them to the reality of Aparecida de Goiânia, object of the case study, there were positive results such as the increase in the application of public spending and the reduction of deaths caused by traffic accidents. However, there is still room for the implementation of other public policies that encourage, for example, cycling and the adoption of low-emission vehicles.

Keywords: Smart Cities; Smart Urban Mobility; Indicators; Aparecida de Goiânia.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Resumo da abordagem metodológica do estudo.....	47
Figura 2 – Fluxograma de procedimentos para a construção dos dados.....	48
Figura 3 – Número de pesquisas encontradas por ano de publicação.....	52
Figura 4 – Evolução Populacional de 1960 a 2020 de Aparecida de Goiânia.....	76
Figura 5 – Sala de videomonitoramento do CIT de Aparecida de Goiânia.....	77
Figura 6 – Modelo de câmera de videomonitoramento de Ap. de Goiânia.....	78
Figura 7 – Central de dados da CIT de Aparecida de Goiânia.....	79
Figura 8 – Luminária solar na Cidade Administrativa de Aparecida de Goiânia....	80

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Exemplo de Indicador Finalístico de Mobilidade Urbana Inteligente ..	45
Quadro 2 – Pesquisas categorizadas por continente e países de aplicação	53
Quadro 3 – Indicadores Filtrados na Revisão Sistemática de Literatura	55
Quadro 4 – Filtro dos Indicadores a partir de documentos padronizados	57
Quadro 5 – Seleção final dos indicadores	58
Quadro 6 – Variáveis dos indicadores selecionados, por ordem alfabética	82
Tabela 1 – Valores dos indicadores selecionados para Ap. de Goiânia.....	84
Quadro 7 – Seleção final dos indicadores	89

LISTA DAS PRINCIPAIS ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CI	Cidade Inteligente
CIB	Cidade Inteligente Búzios
CIs	Cidades Inteligentes
CIT	Centro de Inteligência Tecnológica
DETRANs	Departamentos de Trânsito
eGov	Governo Eletrônico
ES	Estado do Espírito Santo
EU	União Europeia
EUA	Estados Unidos da América
GO	Estado de Goiás
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBM	<i>International Business Machines Corporation</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
MDB	Movimento Democrático Brasileiro
MUI	Mobilidade urbana inteligente
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
PDF	<i>Portable Document Format</i>
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PMU	Plano de Mobilidade Urbana
PR	Estado do Paraná
PROFIAP	Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional
RJ	Estado do Rio de Janeiro
RREO	Relatório Resumido da Execução Orçamentária
SP	Estado de São Paulo
TCF	Trabalho de Conclusão Final
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicações

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Motivação	22
1.2 Pergunta de Pesquisa, Objetivos e Justificativa	22
1.3 Estrutura do Trabalho	22
2 REVISÃO DE CONCEITOS FUNDAMENTAIS	22
2.1 Cidades Inteligentes	22
2.1.1 <i>A cidade e seu papel social</i>	22
2.1.2 <i>Cidade inteligente: uma definição em construção</i>	24
2.1.3 <i>A evolução das cidades inteligentes</i>	27
2.1.4 <i>Planejamento estratégico e gestão pública</i>	32
2.2 Mobilidade Urbana Inteligente	33
2.2.1 <i>Definição e iniciativas em mobilidade urbana inteligente</i>	34
2.2.2 <i>Mobilidade urbana inteligente no contexto brasileiro</i>	37
2.3 Indicadores	42
3 METODOLOGIA	47
3.1 Procedimentos da construção dos dados	48
4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E RESULTADOS OBTIDOS	51
4.1 Revisão sistemática de literatura para identificação de indicadores	51
4.2 Indicadores Finalísticos das Ações de Mobilidade Urbana Inteligente selecionados	59
4.2.1 <i>Gastos do município para a transição para uma cidade inteligente</i>	59
4.2.2 <i>Porcentagem do orçamento municipal gasto em inovações e iniciativas de cidades inteligentes por ano</i>	60
4.2.3 <i>Número de estações de monitoramento da qualidade do ar baseadas em TIC em tempo real por 100.000 habitantes</i>	61
4.2.4 <i>Maior acesso a espaços verdes</i>	62
4.2.5 <i>Porcentagem de faixas de pedestres equipadas com sinais acessíveis de pedestres</i>	63
4.2.6 <i>Acesso ao transporte público</i>	63
4.2.7 <i>Acidentes de trânsito</i>	64
4.2.8 <i>Comprimento da rede de rotas de bicicletas</i>	65
4.2.9 <i>Estender a rede de ciclovias</i>	66

4.2.10	<i>Número de bicicletas disponíveis por meio de serviços de compartilhamento de bicicletas por 100.000 habitantes.....</i>	67
4.2.11	<i>Percentual de veículos registrados na cidade que são veículos de baixa emissão.....</i>	68
4.2.12	<i>Porcentagem de linhas de transporte público equipadas com um sistema baseado em TIC em tempo real.....</i>	69
4.2.13	<i>Porcentagem de ruas e vias urbanas cobertas por alertas e informações de trânsito on-line em tempo real.....</i>	70
4.2.14	<i>Porcentagem de semáforos que são inteligentes</i>	71
4.2.15	<i>Uso do transporte público</i>	72
5	ESTUDO DE CASO: A CIDADE DE APARECIDA DE GOIÂNIA	74
5.1	Principais ações no contexto das Cidades Inteligentes.....	76
5.2	Análise dos indicadores selecionados em Aparecida De Goiânia	81
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
6.1	Revisão de conceitos fundamentais	87
6.2	Revisão sistemática para identificação de indicadores	89
6.3	Estudo de caso sobre a cidade de Aparecida de Goiânia.....	90
6.4	Conclusões.....	93
	REFERÊNCIAS.....	95

1 INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas (ONU) projeta que, até o ano de 2050, cerca de dois terços dos habitantes do planeta Terra estejam vivendo em áreas urbanas (UN, 2014). Esse êxodo de pessoas para o meio urbano, também verificado nas décadas de 1970 a 2010, provocou o acelerado crescimento das cidades e, conseqüentemente, a concentração de 50% da população em meios urbanizados. Os resultados dessa movimentação de pessoas do meio rural para o meio urbano podem ser observados em mudanças nos planos estratégicos de gestão dos diversos sistemas que compõem a sustentação das cidades, como infraestrutura viária para mobilidade e a infraestrutura de telecomunicação (DIRKS; KEELING; DENCIK, 2009).

Ao examinar os aspectos de gestão adotados pelas organizações públicas, verifica-se que o êxodo de pessoas para o meio urbano acarreta problemas ambientais e de ordem logística, já que, conforme afirmam Chourabi *et al.* (2012), a infraestrutura do sistema urbano não acompanha o ritmo do crescimento populacional na mesma ordem e tempo.

Ainda considerando o cenário de problemas no meio urbano, tem-se as questões relacionadas à mobilidade das pessoas e veículos, que são ilustradas diariamente pelos crescentes congestionamentos de veículos no trânsito, a poluição luminosa, sonora e do ar, bem como as dificuldades encontradas nos grandes centros urbanos para estacionar a vultuosa frota de veículos (BENEVOLO; DAMERI; D'AURIA, 2016).

Tradicionalmente, a solução para esses problemas se dá através da expansão contínua da infraestrutura dos sistemas das cidades, a exemplo do aumento da malha rodoviária e de viadutos (MANDAL; CHATTERJEE; DEBNATH, 2019). Entretanto, o crescimento desordenado das cidades, aliado à escassez de recursos financeiros, assim como a complexidade tecnológica em realizar tais modificações na infraestrutura, tem dificultado o emprego de uma gestão eficiente nos municípios. Se, por um lado, verifica-se que é diante desse contexto de dificuldades e dos crescentes problemas de mobilidade presentes no meio urbano que se encontram as inovações na forma de gerir os recursos públicos, por outro, tem-se que os governos, em todas as esferas, necessitam promover ações para o desenvolvimento dos sistemas urbanos de forma sustentável. Orłowski e

Romanowska (2019) consideram que a promoção de práticas tradicionais e não inovadoras, destinadas a resolver os problemas na área urbana e o crescimento desordenado das cidades, podem não produzir o resultado desejado. Assim, faz-se necessária a busca por soluções que utilizem, de maneira inteligente, o potencial das tecnologias e infraestruturas já existentes, fomentando a ideia de “Cidade Inteligente” (CI).

Para Przybilovicz, Cunha e Meirelles (2018), o conceito de CI, ou *Smart City*, no meio acadêmico, ainda carece de uma uniformidade conceitual, pois se observa a inexistência de um consenso coletivamente aceito em relação ao tema.

Essa característica na construção conceitual contribui para que gestores públicos se apropriem do termo e, segundo os seus próprios critérios, auto intitulem as cidades que administram como “inteligentes”. Mesmo distante de uma uniformidade conceitual sobre a CI, se observa que a maioria dos autores concorda que o termo está associado à ideia da inserção de recursos, ou utilização dos já existentes nas cidades, de maneira mais “inteligente” e econômica, e a partir da aplicação de soluções baseadas em TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação (AFONSO *et al.*, 2015; BRANDÃO; JOIA, 2018; PRZEYBILOVICZ; CUNHA; MEIRELLES, 2018).

1.1 Motivação

Apesar de o conceito de Cidade Inteligente estar associado a fatores como transporte (mobilidade), tecnologia, sustentabilidade e governança, os autores ainda o utilizam com diferentes nomenclaturas, contextos, domínios e significativos (AFONSO *et al.*, 2015). Mas a maioria concorda que a Mobilidade Urbana se destaca em meio às questões abordadas nas Cidades Inteligentes (CIs). Dessa forma, ganha ênfase a conexão entre os habitantes, sistemas e recursos existentes nas cidades, ou seja, as pessoas, os serviços, os produtos e as informações (ORLOWSKI; ROMANOWSKA, 2019).

Assim, a proposição de soluções para a mobilidade possui ramificações em diversas dimensões da CI, ao introduzir como principais objetivos: a redução de congestionamentos de trânsito e da poluição sonora e do ar; a melhoria na velocidade dos deslocamentos; a redução nos custos do transporte; e, conseqüentemente, o aumento da satisfação e mobilidade dos munícipes. Percebe-

se, assim, que uma Mobilidade Urbana Inteligente detém o potencial de impactar diretamente a qualidade de vida dos usuários das cidades (BENEVOLO; DAMERI; D'AURIA, 2016).

Em atenção a essa maneira de caracterizar uma Cidade Inteligente, diversas municipalidades e regiões passaram a adotar, de maneira independente, procedimentos para a implementação de iniciativas em Mobilidade Urbana Inteligente. Como forma de representar tal realidade, verifica-se que a União Europeia (UE) se destacou no desenvolvimento de diretrizes para a redução de emissões de carbono por meio do Programa de Trabalho 2014-2015 – horizonte 2020, de onde se observa o enfoque em políticas públicas de fomento à sustentabilidade e à eficiência energética aplicadas nas soluções de mobilidade inteligente (PINNA; MASALA; GARAU, 2017). No entanto, destaca-se a existência de iniciativas diversas que almejam figurar na categoria de políticas de mobilidade urbana inteligente. Nessa perspectiva, a depender dos critérios e da forma de análise, o gestor público ou pesquisador promove iniciativas em transporte que se propõem inteligentes, contudo, desde que estejam comprometidas com a implementação de soluções voltadas à melhoria de competitividade e eficiência, por exemplo (BENEVOLO; DAMERI; D'AURIA, 2016).

Ao procurar formas de mitigar essa problemática, diversos indicadores têm sido propostos para auxiliar na mensuração dos reais níveis de impacto das iniciativas ligadas à CI e à mobilidade urbana inteligente. A exemplo disso, é possível destacar a norma ISO 37122 da UE (AFNOR, 2017), bem como diferentes estudos acadêmicos (AFONSO *et al.*, 2015; BATTARRA *et al.*, 2018; ORLOWSKI; ROMANOWSKA, 2019; PINNA; MASALA; GARAU, 2017). Acredita-se que tais iniciativas possam fomentar a identificação das melhores práticas implementadas, auxiliando a alocação de recursos e esforços para as realidades e os contextos análogos ou diferentes aos analisados. Ao longo da presente dissertação, iremos discutir melhor acerca de tais indicadores e de sua aplicabilidade no contexto das Cidades Inteligentes.

No intuito de direcionar o foco para o horizonte brasileiro, percebe-se, no entanto, que os estudos trazem a perspectiva da realidade de municípios localizados em países do hemisfério norte, em especial na União Europeia. A Itália, por exemplo, em suas diferentes cidades e regiões, já foi objeto de estudos

detalhados na área da mobilidade urbana inteligente (BATTARRA *et al.*, 2018; PINNA; MASALA; GARAU, 2017).

Esse fenômeno de concentração geográfica na avaliação de iniciativas ligadas às CI pode ser justificado pelo fato de que a União Europeia passou por um importante avanço na implementação de regulamentações oficiais que incentivaram iniciativas de CI e de mobilidade urbana inteligente (PINNA; MASALA; GARAU, 2017).

Já nos países em desenvolvimento, como o Brasil, a implementação de projetos análogos representa um tema complexo devido à necessidade de identificação de indicadores específicos para esse fim. A exemplo disso, pode ser destacado o nível de diferenciação percebido entre as municipalidades, que, no Brasil, chega ao número total de 5.570 (IBGE, 2020a).

Em outro aspecto, os modos de transporte existentes nas diversas localidades também se diferenciam dos encontrados em cidades de países mais desenvolvidos. Como exemplo, temos a extensa malha metroferroviário para o transporte de pessoas, presente em diversas cidades do hemisfério norte e que está presente em somente oito capitais nacionais, ou seja, 0,14% do total de municípios do Brasil, onde predomina a utilização de meios motorizados de transporte individual – carros e motos – e coletivo, principalmente com os ônibus. A partir destas observações, verifica-se que os indicadores mais abrangentes não se adequam às particularidades das diversas regiões e localidades brasileiras (PRZEYBILOVICZ; CUNHA; MEIRELLES, 2018).

O cenário apresentado pode levantar dúvidas quanto à efetiva viabilidade de implementação de políticas de CI nos municípios brasileiros, já que é possível verificar, por exemplo, que a alternância política gera impactos na continuidade da gestão e implementação de iniciativas públicas em CI, assim como na opinião dos habitantes das cidades sobre o tema (BRANDÃO; JOIA, 2018). Para Przeybilovicz, Cunha e Meirelles (2018) uma investigação sobre Governo Eletrônico (eGov), por se tratar de uma base de dados única e consistente, pode ajudar na identificação de iniciativas em CIs pelo Brasil, permitindo conexões aos estudos sobre o tema no cenário nacional.

Apesar das diferentes abordagens sobre a promoção das cidades inteligentes, é possível observar o início da disseminação de iniciativas pelas diferentes unidades federativas brasileiras, inclusive no estado de Goiás. O

município de Aparecida de Goiânia (GO) pode ser apresentado como um exemplo dessa realidade.

Integrante da Região Metropolitana de Goiânia, ou Grande Goiânia (GOIÁS, 1999), a cidade de Aparecida de Goiânia se caracteriza como o segundo maior centro populacional do estado de Goiás (IBGE, 2020a) e a terceira maior economia goiana (IBGE, 2020b).

Aparecida de Goiânia possui uma gestão pública que visa a implementar ações de cidades inteligentes no município, desde o ano de 2013 (APARECIDA, 2017b). Com o intuito de auxiliar a compreensão de tais iniciativas, destaca-se que existem no Brasil alguns dispositivos legais de fomento à transparência dos dados públicos, sob a forma da Lei de Acesso à Informação (Lei n.º 12.527, de 18/11/2011) e da Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar n.º 101, de 04/05/2000).

Assim, é possível delinear a hipótese de que, a partir da análise de dados públicos socioeconômicos de livre acesso, seja possível averiguar o nível de aderência das ações alegadamente “inteligentes”, nos municípios brasileiros que almejam serem reconhecidos como cidades inteligentes, bem como contextualizar os indicadores relacionados às CI e à mobilidade urbana inteligente encontrados na literatura acadêmica para a realidade do município de Aparecida de Goiânia.

Frente à perspectiva exposta, a premissa que embasa a presente dissertação consiste na percepção de que há poucas maneiras disponíveis na literatura científica para realizar a avaliação das ações no escopo das cidades inteligentes.

1.2 Pergunta de Pesquisa, Objetivos e Justificativa

Diante do contexto apresentado, o estudo intenciona responder à seguinte **pergunta de pesquisa**: como as ações de mobilidade urbana inteligente de municipalidades brasileiras podem ser avaliadas por indicadores finalísticos, no contexto das cidades inteligentes?

Para tanto, o presente estudo possui o seguinte **objetivo geral**: identificar indicadores que permitam avaliar as ações de mobilidade urbana inteligente e seus impactos no contexto das cidades inteligentes em municípios brasileiros.

Para alcançar o objetivo geral, apresentam-se os seguintes **objetivos específicos**: (1) apresentar os principais indicadores finalísticos das ações de

mobilidade urbana inteligente que podem ser contextualizados para a realidade dos municípios brasileiros; (2) contextualizar para o âmbito cidades inteligentes as ações de mobilidade inteligente em Aparecida de Goiânia, a partir dos indicadores finalísticos encontrados, por meio de um estudo de caso.

Faz-se interessante destacar que este segundo objetivo específico atende a uma das exigências para a conclusão do Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional (PROFIAP), quer seja a de que o Trabalho de Conclusão Final (TCF) contenha uma proposta de diagnóstico e/ou proposta de intervenção relacionada a alguma das temáticas abordadas durante o curso.

Ademais, ao considerar o cenário apresentado anteriormente de concentração populacional nas áreas urbanas, acarretando sensíveis impactos socioambientais e sobrecarga na infraestrutura dos serviços das cidades, o que leva à necessidade de um melhor planejamento e desenvolvimento urbano, essa pesquisa se **justifica** por pretender identificar indicadores finalísticos das ações de cidades inteligentes que possam ser contextualizados à realidade dos municípios brasileiros.

Tal ação poderá reforçar a gestão e o planejamento urbano das municipalidades brasileiras que intencionem aderir ao contexto das cidades inteligentes. Isso possibilitará também a avaliação de iniciativas, bem como o reconhecimento de boas práticas que possam ser replicadas em outras localidades. Ademais, poder-se-ia observar a evolução dessa discussão na direção da identificação de um modelo padronizado que facilite a criação e implementação de políticas públicas assertivas dentro deste contexto.

1.3 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho encontra-se dividido em seis capítulos. O primeiro, já apresentado, realiza uma introdução aos principais temas abordados pelo estudo, apresentando também a pergunta de pesquisa e os objetivos almejados. No capítulo 2 são apresentados os principais conceitos e temas relativos à pesquisa, sob a ótica de autores que abordaram os temas nos últimos anos. No capítulo 3, são apresentados os fundamentos metodológicos utilizados na pesquisa. No capítulo 4, estão presentes os principais resultados obtidos da aplicação dos caminhos metodológicos. No capítulo 5 foi realizado um estudo de caso por meio da

apresentação da situação de Aparecida de Goiânia como Cidade Inteligente e a contextualização dos indicadores finalísticos selecionados para a realidade do município. Por fim, no capítulo 6, foi realizada uma síntese dos elementos constantes no estudo, as discussões finais, conclusões, apresentando as limitações enfrentadas e as recomendações para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse capítulo se dedicará a explorar conceitos imprescindíveis à compreensão dos temas que se pretende abordar para atingir os objetivos dessa pesquisa.

As constantes transformações percebidas pela humanidade trazem consequências para o espaço que decidem habitar e seu desenvolvimento. Atualmente, a aceleração da urbanização acarreta grandes desafios, como mudanças nos perfis da mobilidade urbana e o aumento no consumo dos recursos naturais que passam a se mostrar escassos e findáveis.

As cidades inteligentes surgem nesse contexto como uma espécie de resposta ao enfrentamento de tais problemas. Além disso, bons indicadores finalísticos tendem a auxiliar os mais diversos atores a navegarem por esse complexo cenário, seja ajudando as empresas privadas a entenderem as tendências do mercado ou o setor público a separar as melhores práticas e iniciativas a serem replicadas ou incentivadas por meio de políticas públicas.

Assim, esse capítulo abordará três eixos temáticos principais, que são: (1) as cidades inteligentes, (2) a mobilidade urbana inteligente, e (3) os indicadores.

2.1 Cidades Inteligentes

Antes de adentrarmos especificamente na discussão das cidades inteligentes (CIs), faz-se relevante realizar uma breve reflexão acerca do passado, para melhor entendermos como elas se organizam.

2.1.1 *A cidade e seu papel social*

Segundo Brumes (2001), as condições naturais do ambiente, como a abundância de recursos naturais, em especial os hídricos, estavam diretamente ligadas à localização de uma determinada cidade na Antiguidade. Ironicamente, no geral, atualmente tais localidades possuem alta densidade demográfica e podem enfrentar escassez dos mesmos recursos que originaram seu surgimento.

Durante a Idade Média europeia, ainda segundo Brumes (2001), as cidades, até então subordinadas à estrutura feudal, passaram a exercer quase que

exclusivamente a função política e administrativa a partir do surgimento do Estado. Tais cidades, a partir do fortalecimento da propriedade de bens, também passaram a se resignificar no aspecto econômico. Assim, é natural que nos tempos atuais, para que se melhor compreenda as cidades, suas transformações devem ser analisadas sob o escopo das transformações das sociedades nelas inseridas.

A origem da cidade, como apontam Carlos (1992), está ligada à existência de uma ou mais funções urbanas, que pode ser cultural, comercial, industrial, dentre outras. Ela nasceria, então, da organização de determinados espaços a partir da necessidade humana de interagir neles.

Como destaca Balbim (2016), foi instituída uma diplomacia urbana a partir do papel geopolítico desempenhado pelas cidades e a participação social em temas globais, como a modernização da urbanização e os desafios imigratórios. Assim, já se projeta uma nova diplomacia baseada na geopolítica das cidades, com o surgimento de planos e projetos que pretendem modificar o uso racional de recursos naturais, por exemplo.

Nesse contexto, Barber (2013) aponta que a geração de riquezas passará a se concentrar principalmente nos grandes centros urbanos e não nos países em si. Desse modo, o autor sugere que se interrompa a discussão sobre fronteiras de estados e nações, para que comecemos a nos concentrar nas cidades. Afinal, tratam-se nada menos que as instituições políticas que originaram a civilização e a cultura, sendo nesse espaço público onde se torna possível que os cidadãos se tornem participantes da coletividade e pessoas com direitos.

Na atualidade, são variados os exemplos em que governantes de Estados-Nações têm demonstrado reiterada incapacidade de enfrentar os desafios globais como as mudanças climáticas ou crises imigratórias, por vezes negando a ciência ou a história passada, como é a realidade do inepto governo de Jair Bolsonaro no Brasil de 2022.

As cidades do mundo moderno, como aponta Brumes (2001), guardam um leque de possibilidades, desafios e oportunidades complexas para os indivíduos que as habitam. Ao passo em que permanecem uma incógnita que exige soluções complexas, as cidades carregam a representação das relações humanas e das transformações das sociedades.

2.1.2 Cidade inteligente: uma definição em construção

O termo “cidade inteligente”, segundo Afonso *et al.* (2015), pode ter se originado a partir do termo “crescimento inteligente”, proposto no ano de 1998, no livro “*How smart growth can stop sprawl: a fledgling citizen movement expands*”, do autor David Bollier (BOLLIER, 1998). Por se tratar de um termo de surgimento recente e ainda em construção, percebe-se que na literatura científica não há um entendimento único e solidificado acerca de seus significados.

O tema das cidades inteligentes, como afirmam Benevolo, Dameri e D'Auria (2016), possui raízes em estratégias urbanas que derivam de diferentes correntes de estudo. De acordo com a revisão de literatura realizada, percebe-se que as visões de CIs podem ser identificadas por três diferentes correntes, a saber:

1) Cidade Digital: se refere ao uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para interligar os cidadãos e as organizações, através do compartilhamento de dados e informações e o uso de serviços online, apoiados em políticas públicas, como as de governo eletrônico (eGov).

2) Cidade Verde: trata-se da visão ecológica do espaço urbano, baseada no conceito de desenvolvimento sustentável. As políticas verdes nas cidades consideram a redução dos impactos ambientais, como a redução do desperdício de resíduos sólidos e consumo de energia, preservando ou criando áreas verdes públicas como parques e jardins.

3) Cidade do Conhecimento: refere-se às políticas que valorizam dados, informações e conhecimentos produzidos e disponíveis na cidade, especialmente a partir de instituições culturais, mas também por empresas, organizações civis e parques tecnológicos.

Autores como Orlowski e Romanowska (2019) destacam a abrangência do conceito de CI, que, ao abordar domínios diversos entre si, como a ecologia e a tecnologia, torna complexa a formulação precisa sobre o que comporia exatamente uma cidade inteligente.

Dada essa flexibilidade terminológica e amplitude conceitual, podem ser encontradas diversas vertentes na literatura científica sobre o tema. Em uma delas, aproximando-se da visão de “cidade verde”, Orlowski e Romanowska (2019) dão ênfase à sustentabilidade ambiental e à melhoria na qualidade de vida dos habitantes.

No entanto, tal definição se aproxima a tal ponto que se confunde com o termo cidade sustentável, que vem se desenvolvendo no decorrer das últimas décadas a partir da discussão da deterioração do meio ambiente, com o surgimento dos problemas da perda da biodiversidade, da poluição tóxica na atmosfera e nos recursos hídricos, por exemplo (FERREIRA E RAPOSO, 2018).

Nesse contexto, vale ressaltar que as cidades e comunidades sustentáveis figuram como um dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Tal documento se configura como um plano de ação para a erradicação da pobreza e proteção do planeta, assinado por líderes mundiais de 193 países que se reuniram em setembro de 2015 na sede da ONU (AGENDA 2030, 2015). O documento registra metas arrojadas para o desenvolvimento das cidades sustentáveis, como garantir o acesso de todos a habitações seguras, adequadas e a preços acessíveis e proporcionar o acesso universal a espaços públicos verdes seguros, inclusivos e acessíveis.

De acordo com o Relatório *Construindo a participação em agendas para cidades sustentáveis* da Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2017), o conceito de cidade sustentável e outros a ele ligados, como cidades resilientes, criativas, saudáveis e democráticas; indicam um conjunto complexo de concepções, temas e narrativas possíveis.

Retomando a discussão acerca das definições de CI, percebe-se que, de acordo com Benevolo, Dameri e D'Auria (2016), o termo representaria uma visão complexa e de longo prazo de uma área urbana melhorada, onde se busca o objetivo de reduzir o foco único na questão ambiental e implementar estratégias para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, isso por meio da conformidade das ações do poder público das cidades. No mesmo sentido, Afnor (2017), destaca a cidade inteligente como aquela que aumenta o ritmo de fornecimento de resultados de sustentabilidade social, econômica e ambiental.

Assim, as CI responderiam a desafios como as mudanças climáticas, o rápido crescimento populacional e a instabilidade política e econômica, melhorando a forma como integra a sociedade, por meio da aplicação de métodos de liderança colaborativa, e a utilização dos dados e das tecnologias para oferecer melhores serviços e qualidade de vida para os usuários das cidades (habitantes, empresas, visitantes), tanto no momento atual, como no futuro próximo, sem desvantagens injustas a outros ou degradação do ambiente natural.

Por outro lado, mais ligados à ideia de “Cidade do Conhecimento”, alguns autores evidenciam abordagens mais pragmáticas. A exemplo disso, Afonso *et al.* (2015) defendem que a terminologia CI esteja ligada ao uso de informações públicas sobre áreas (ou dimensões) como a segurança pública, por exemplo, tornando possível a criação de indicadores de medição de performance. Os principais indicadores, apresentados pelos autores, estão relacionados à otimização de recursos, melhoria de serviços públicos e aumento da participação dos cidadãos na tomada de decisões políticas e estratégicas.

Já a corrente que se alinha à vertente de “Cidade Digital”, enfatiza a utilização das TIC, como se pode destacar na abordagem conceitual encontrada em Brandão e Joia (2018). Os autores apresentam as CI como um ambiente urbano apoiado por sistemas espalhados de TIC. Tais sistemas visariam oferecer serviços avançados e inovadores aos cidadãos, a fim de melhorar a qualidade de vida. Nesse mesmo sentido, Orłowski e Romanowska (2019) postulam que nas cidades inteligentes, a tecnologia funciona como ferramenta para facilitar a vida dos moradores.

Existem ainda autores que fortalecem a corrente da “Cidade Digital” ao apresentarem conceitos mais detalhados. Przeybilovicz, Cunha e Meirelles (2018) argumentam que o termo CI esteja ligado a políticas e ideias de planejamento e crescimento inteligente, sendo que representa o novo urbanismo e a onda de desenvolvimento das TIC. Assim, o adjetivo ‘inteligente’ envolve, principalmente, a relação entre o espaço urbano e a tecnologia, incluindo questões como a capacidade de gerar inovações, transição para formas de governança eletrônica e aprendizagem social.

Battarra *et al.* (2018) agrupam muitas dessas ideias, afirmando que o termo CI inclua um modelo com seis dimensões: (1) Meio Ambiente, (2) Governança, (3) Economia, (4) Pessoas, (5) Vida e (6) Mobilidade. Pressupõem ainda que, com o uso das TIC, as soluções inteligentes podem melhorar tanto o desempenho dos serviços urbanos para os habitantes, empresas e demais usuários das cidades, mas também a qualidade de vida e o acesso à infraestrutura urbana.

Nota-se, portanto, uma concordância entre os autores quanto aos aspectos de melhoria da qualidade de vida e infraestrutura das cidades por meio do emprego de ferramentas apoiadas em TIC. No entanto, também é possível assinalar a carência por métricas mais tangíveis que permitam identificar e classificar as tecnologias e soluções urbanas que se proponham inteligentes.

Reforçando essa percepção, Maracy (2021) afirma que diversos governos, incluindo o brasileiro, adotaram a ideia de definir a CI como “uma cidade que faz um esforço consciente para empregar a tecnologia de informação para suportar um ambiente urbano mais inclusivo, diverso e sustentável”. Portanto, percebe-se que, apesar da falta de uma definição única e coletivamente aceita, a cidade inteligente, que aposta em um desenvolvimento mais sustentável com o emprego de iniciativas que se baseiam em tecnologias e inovações, potencialmente se configura como um pano de fundo para o planejamento e o desenvolvimento dos meios urbanos (CUGURULLO, 2018).

Não se pretende esgotar nesse estudo a análise dos diversos conceitos trazidos pelos autores acadêmicos. No entanto, faz-se relevante adotar, para fins dessa pesquisa, um conceito de CI que seja claro e ao mesmo tempo abrangente, que abarque os variados fenômenos que vêm sendo discutidos por essa temática. Assim, damos como suficiente e adequado o conceito abrangido no documento de referência: *Ambiente de Demonstração de Tecnologias para Cidades Inteligentes*, de dezembro de 2017, segundo o qual a Cidade Inteligente é

[...] aquela que, por meio da absorção de soluções inovadoras, especialmente ligadas às TICs, ao movimento da IoT e ao fenômeno do Big Data, otimiza o atendimento às suas demandas públicas (as quais variam de acordo com a Cidade em estudo), aproximando-se, tanto quanto possível, do estágio tecnológico da humanidade (INMETRO, 2017. p. 10).

2.1.3 A evolução das cidades inteligentes

Em um contexto histórico, Cugurullo (2018) destaca que o depósito de confiança nos avanços tecnológicos como solução aos desafios dos centros urbanos tem origens antigas. A primeira imagem de uma cidade totalmente desenvolvida em consonância com os avanços tecnológicos remonta de 1627, a partir da publicação póstuma do romance ficcional *New Atlantis*, de Francis Bacon, onde a utópica ilha de *Bensalem* foi retratada como uma região controlada pela comunidade científica que ali operava constantes inovações tecnológicas, incluindo robôs e formas futurísticas de transporte para a época, como submarinos e dispositivos voadores.

Desde então, o desenvolvimento tecnológico urbano tem sido um tema recorrente na evolução das cidades. Mais recentemente, segundo Vallianatos

(2015), Los Angeles (EUA) é comumente considerada a primeira “cidade computacional”, ao passo em que, em 1974, o *Community Analysis Bureau* (“Departamento de Análises Comunitárias”, em tradução livre) empregava tecnologia computacional de ponta na cidade, processando uma grande quantidade de dados, com o objetivo de auxiliar a elaboração de políticas públicas e o planejamento urbano em áreas como: habitação, controle de tráfego, prevenção de crimes e redução da pobreza.

Posteriormente, em 1980, o governo local de Singapura passou a anunciar a cidade como uma “ilha inteligente”, quando foi adotada uma infraestrutura de TIC avançada para a época: o cabeamento com fibra ótica para a criação de uma rede integrada de dados. Essa rede permitiu avanços como a descentralização de atividades, com trabalhadores de determinadas categorias desempenhando suas funções de casa; a criação de portais eletrônicos que aumentaram a comunicação entre os cidadãos e o governo; e a implementação de sistemas de pagamento eletrônico com o emprego de scanners e cartões inteligentes (BATTY, 2012). De acordo com Vanolo (2014), nesse período, o termo “cidade inteligente” começava a ser empregado em um número crescente de cidades no âmbito do planejamento urbano, no sentido de modernização das infraestruturas locais com o emprego de TICs.

Na década seguinte, destacam-se outros dois exemplos: o projeto *Multifunction Polis*, um assentamento planejado para ser construído em 1994 perto de Adelaide (Austrália), e, em 1997, as cidades de *Cyberjay* e *Putrajaya* (Malásia), desenvolvidas sob a alcunha de “cidades inteligentes”, termo que foi posteriormente registrado pela empresa IBM em 2009, e em 2011 oficialmente patentado como marca comercial, como apontam Söderström, Paasche e Klauser (2014).

Tais ideias e imagens formaram um imaginário que teve um importante impacto no desenvolvimento urbano. Partindo para a observância de projetos efetivamente executados de CI (CUGURULLO, 2018). Gil e Navarro (2013) afirmam que a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 2005, trouxe o conceito de CI como cidades ambientalmente sustentáveis, competitivas e coesas para a melhoria da qualidade de vida dos habitantes. Nos anos seguintes, percebeu-se a adoção de ações pelos setores público e privado. Destacam-se algumas das principais iniciativas:

- 1) O projeto “Amsterdam Cidade Inteligente” discutiu a relevância da colaboração entre cidadãos, o setor público e as empresas privadas para o desenvolvimento de projetos com o potencial de mudar a cidade através da economia de energia;
- 2) Conselho Municipal de Southampton adotou a utilização de cartões inteligentes para destacar a relevância de serviços públicos integrados;
- 3) Conselho Municipal de Edimburgo destacou a importância da visão de CI no plano de ação para a transformação governamental;
- 4) O plano ‘Malta Cidade Inteligente’ promoveu a implementação de um parque empresarial como forma de fomentar o crescimento econômico;
- 5) Iniciativas em variadas cidades do continente americano, incluindo: Philadelphia (EUA), Seattle (EUA), Quebec (Canadá) e Cidade do México.

Em relação à discussão levantada pelo projeto (1) “Amsterdam Cidade Inteligente”, sobre a relevância do envolvimento entre os cidadãos, o setor público e as empresas privadas; faz-se interessante apontar que o estudo de Brandão e Joia (2018) também ressalta a relevância dessa cooperação. Nesse sentido, os autores destacam o alto risco de descontinuidade de projetos que não possuam apoio do poder público e da população local.

Nesse contexto, reforçando a pertinência da temática das cidades inteligentes na atualidade, observa-se que um terço das cidades com mais de 100.000 habitantes do Reino Unido possuem planos nessa área (CAPROTTI *et al.*, 2016), além de dois terços das cidades estadunidenses que investem em tecnologias inteligentes (NLC, 2017). Os governos da Índia, China e Singapura promovem as CI por meio de competições, financiamento e políticas públicas e planos-piloto com o apoio de organizações transnacionais e grandes empresas provedoras de tecnologia como IBM, Cisco e Google, como apontam Karvonen, Cugurullo e Caprotti (2019).

No cenário brasileiro, Weiss, Bernardes e Consoni (2017) afirmam que a CI é um tema cheio de oportunidades que começa a se disseminar pela agenda de governos e empresas. Há exemplos de iniciativas variadas, desde as que se eclipsaram pela falta de continuidade no apoio por parte do poder público, como o caso da cidade de Armação de Búzios (RJ) (BRANDÃO; JOIA, 2018), bem como casos mais notórios e de mais sucesso, como a cidade de Curitiba (PR) (WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2017).

No ano de 2011, a Ampla Energia e Serviços S.A., concessionária de distribuição de energia elétrica da *holding* Enel Brasil, lançou o projeto “Cidade Inteligente Búzios (CIB), com o intuito de transformar a cidade de Armação de Búzios (RJ) na primeira cidade inteligente da América Latina. A priori, o projeto é proposto como uma resposta às exigências regulatórias federais no mercado de eletricidade brasileiro. Desde o ano de 2000, as concessionárias com operações no Brasil, como a Ampla, ficaram obrigadas a investir anualmente ao menos 0,75% das receitas líquidas de operação em projetos de Pesquisa e Desenvolvido (P&D), conforme resolução da ANEEL (2012).

Uma das primeiras iniciativas implementadas, foi a inauguração, em abril de 2012, de uma estação de coleta de resíduos, onde a população poderia levar lixo reciclável em troca de descontos nas contas de energia elétrica. No mesmo ano, foi construído um centro de monitoramento e pesquisa, que funcionou como sede do projeto. Também foram instalados medidores inteligentes de energia, luminárias públicas com tecnologia LED e pontos de geração de energias renováveis (solar e eólica) e de acesso gratuito à internet em locais públicos. Brandão e Joia (2018) destacam, no entanto, que a empresa Ampla não previu a não reeleição, ao final de 2012, do prefeito que apoiava o projeto desde o início. A nova administração de Búzios, que assumiu a gestão da cidade em 2013, associava o projeto à figura do ex-prefeito, seu adversário político, e passou a oferecer resistência à continuidade das iniciativas em CI. Assim, o projeto perdeu o apoio da administração pública e posteriormente da população local, terminando por ser descontinuado.

Em contrapartida, Weiss, Bernardes e Consoni (2017) apontam que a cidade de Curitiba (PR) se encontra consolidada como uma das principais cidades inteligentes do mundo. Tendo sido desde o início planejada, tornou-se, a partir da década de 1970, modelo mundial de urbanização e respeito ao meio ambiente. Atualmente, a cidade conta com um centro de monitoramento de segurança pública e um centro de informações estratégicas. Existe também uma extensa rede de fibra ótica que conecta especialmente a rede pública de saúde e os sistemas de monitoramento em tempo real da frota de ônibus, além de fornecer acesso gratuito à internet em diversas áreas públicas.

Com o intuito de comparar as diferentes iniciativas em CIs no país, Alves, Dias e Seixas (2019) destacam que a empresa Urban Systems elaborou, nos anos de 2016 e 2017, o *ranking* “Connected Smart Cities Brasil”. A partir de três

dimensões (inteligência, conexão e sustentabilidade) e 11 indicadores (mobilidade, urbanismo, ambiente, energia tecnologia e inovação, economia, educação saúde, segurança, empreendedorismo e governança). A cidade de São Paulo (SP) foi a primeira colocada, seguida por Curitiba (PR) e Rio de Janeiro (RJ). Vitória (ES) ficou em 1º lugar dentre as cidades de 100 a 500 mil habitantes, e 5ª colocada na classificação geral. Por sua vez, o município de Cajamar-SP foi o destaque entre as cidades com até 100 mil habitantes (36º lugar no *ranking* geral).

Quanto às principais áreas de aplicação das iniciativas de CI no país, Alves, Dias e Seixas (2019) apontam que há a predominância de projetos que envolvem o setor elétrico (modernização da iluminação pública para a economia de energia, por exemplo). Já a pesquisa de Cunha *et al.* (2016) aponta que, para a opinião pública, os principais aspectos de uma cidade inteligente seriam a segurança pública, a saúde e a educação. Tal percepção deve ser ponderada em uma perspectiva mais abrangente, ao passo em que esses setores não são de responsabilidade estrita das municipalidades. Assim, projetos que visem ações nessas áreas terão de contar com a colaboração de entidades supralocais, sejam elas do setor público (União e estados) ou privado, implicando em uma governança multinível.

As cidades inteligentes, como observam Karvonen, Cugurullo e Caprotti (2019), embora não tenham se concretizado na velocidade em que alguns estudiosos futuristas previram, parecem estar acelerando o ritmo com que mudanças urbanas são implementadas, enquanto produzem resultados diversos. Para ajudar a qualificar os resultados e identificar as melhores práticas em meio a tais iniciativas, indicadores capazes de mensurá-las configuram-se como uma ferramenta relevante. Reforçando essa ideia, Neirotti *et al.* (2014) afirmam que, apesar do crescente interesse pelo tema, ainda são limitados os estudos empíricos. Assim, o poder público ainda precisa de apoio para estruturar e mensurar as ações de inteligência nas cidades, observar suas implicações, identificar as melhores práticas em nível internacional e encontrar oportunidades de melhoria.

A teoria em CI atinge diversas dimensões, tais como: meio ambiente, governança, economia, população, habitação e mobilidade. Em decorrência dos avanços tecnológicos e o crescente interesse de grandes empresas no setor de transportes, a mobilidade urbana inteligente vem percebendo crescente investimento nas cidades (BATTARRA *et al.*, 2018). O conceito, que pode ser

considerado um preponderante subsistema das CI, será explorado em mais detalhes no próximo tópico dessa revisão de literatura.

2.1.4 Planejamento estratégico e gestão pública

A transformação das cidades, como acreditam Frare e Osias (2015), deve ser fomentada por propostas de construção de um crescimento econômico e social sustentável, capitaneada pelos atores políticos e em permanente interação com a sociedade civil. Tal processo exige a otimização de todos os recursos disponíveis, sejam humanos, ambientais, tecnológicos ou financeiros.

Frare e Osias (2015) defendem ainda que a sociedade civil e o poder público precisam estar embasados por ferramentas de gestão para melhor analisar e compreender as situações, diagnosticar desafios e oportunidades, bem como replicar boas práticas e dirimir vulnerabilidades estruturais governamentais e/ou municipais, traçando planos de ação com prioridades e metas bem definidas, bem como um monitoramento eficaz para possibilitar avaliações e eventuais correções de trajeto.

Nesse contexto, um bom planejamento pode se mostrar como o principal instrumento para orientação da administração pública, guardando a capacidade de alinhar as decisões e comportamentos, e melhor direcionar a aplicação dos recursos públicos. No caso específico das cidades, um bom plano estratégico deve assumir um papel de destaque na execução de projetos.

No Brasil, um importante ponto de partida para a efetivação de uma CI por meio de um planejamento estratégico deve ser o Plano Diretor, definido pelo parágrafo primeiro do artigo 182 da Constituição Federal (BRASIL, 1988). Trata-se de um documento básico e obrigatório para cidades com mais de 20 mil habitantes que deve fixar as diretrizes gerais da política de desenvolvimento e expansão urbana. Ademais, o Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), que regulamenta os artigos 182 e 183 da Carta Magna brasileira estabelece o Plano Diretor como parte integrante do processo de planejamento municipal, devendo suas diretrizes serem incorporadas às leis que regem os orçamentos públicos.

Como tal esforço de planejamento urbano no Brasil é considerado recente, segundo Goulart, Terci e Otero (2013), verifica-se que ainda possuímos uma urbanização sem infraestruturas básicas, dado também o histórico de nosso país

ao levarmos em consideração as omissões governamentais no dever de fiscalização dos mercados, ou na inépcia na oferta de moradias para a população com menor poder aquisitivo, o que fomenta um mercado habitacional privado de baixa qualidade.

Tal dinâmica, segundo Rolnik e Klink (2011), impôs, de uma maneira geral, um padrão predatório às municipalidades brasileiras, levando a um modelo econômico e ambiental insustentável, ao impor perdas ambientais e resultados negativos de difícil superação. Os autores destacam ainda que a concentração de oportunidades em determinadas regiões das cidades, o uso do solo e o aumento das periferias de alta densidade demográfica instalaram um padrão de circulação e mobilidade altamente dependente do transporte automotivo com alto consumo energético e altos índices poluidores.

Os transportes são responsáveis por 45% das emissões de dióxido de carbono em nosso país (SEEG, 2018), uma porcentagem que chega a quase o dobro da média do restante do mundo (THE WORLD BANK, 2014). Tais estatísticas sugerem o espaço existente para a implementação de políticas públicas na área de mobilidade urbana inteligente.

2.2 Mobilidade Urbana Inteligente

O deslocamento das pessoas pelo meio urbano é facilitado pelos sistemas de transporte, que atendem a fluxos sensíveis à organização territorial e das atividades das cidades. Nesse contexto, o termo mobilidade, ainda que possua uma distinta gama de abordagens conceituais, se relaciona à capacidade de deslocamento de bens e pessoas pelas cidades, como afirma Kneib (2012).

De acordo com a ONU, o transporte público pode ser definido como um serviço compartilhado de transporte de passageiros disponível para a população em geral, considerado como um bem público que possui paradas projetadas para o embarque e desembarque dos passageiros de maneira segura, bem como rotas demarcadas oficial ou formalmente conhecidas. O sistema de transporte público pode incluir carros, ônibus, bondes, trens, metrô e balsas que são compartilhados sem acordo prévio por pessoas que não se conhecem. O transporte público costuma se destacar sobre os demais meios de transporte urbano ao utilizar menos espaço para mover mais pessoas (UN-ILIBRARY, 2018).

Ao passo em que o setor de transporte evolui com os avanços tecnológicos, coleta de dados e atualização dos padrões de consumo da sociedade, também precisa se adequar aos novos desafios socioambientais no meio urbano. Projeta-se que, no ano de 2030, o tráfego anual global para todos os meios de transporte supere 80 trilhões de passageiros, o que representa um aumento de 50% quando se compara com a estimativa feita para o ano de 2015 (UN-ILIBRARY, 2018).

Outra projeção para o ano de 2030 aponta que são esperados cerca de 1,2 bilhão de automóveis nas ruas, o dobro da mesma projeção feita para 2017, de acordo com o relatório *SDG 11 Synthesis Report High Level Political Forum 2018* (SDG 11, 2018). Ainda segundo dados do mesmo documento, os serviços de transporte contribuíram para a diminuição da densidade urbana nas últimas décadas ao passo em que as cidades acomodaram o transporte motorizado. No entanto, também se apurou um aumento nas distâncias percorridas e na complexidade dos deslocamentos, ocasionando um aumento nos custos para o desenvolvimento de sistemas de transporte que conectem áreas distintas. Apesar dos investimentos na infraestrutura urbana, os congestionamentos têm piorado, impactando custos e velocidade de deslocamento.

Tais consequências trazem muitos impactos negativos em especial às populações de baixa renda, destacadamente de países em desenvolvimento, onde os habitantes das grandes e médias cidades enfrentam maiores congestionamentos e serviços de má qualidade, como aponta Schmal (2018).

Considerando a complexidade dos fatores envolvidos, como o uso e ocupação do solo e variáveis indiretas como as ambientais, econômicas, dentre outras; buscam-se soluções eficientes e também sustentáveis para os sistemas de transporte. Nessa perspectiva, iniciativas em mobilidade urbana inteligente (MUI) são tidas como cruciais para as cidades inteligentes, como afirmam Benevolo, Dameri e D'Auria (2016).

2.2.1 Definição e iniciativas em mobilidade urbana inteligente

Nesse contexto, embora a mobilidade urbana inteligente também possua diversos conceitos e entendimentos, ela pode ser compreendida como um sistema em rede caracterizado por conexões físicas e digitais, objetivando satisfazer as necessidades dos usuários; aumentar a eficiência do sistema de mobilidade com o

uso de TIC; e reduzir o consumo de energia e as emissões de carbono (BATTARRA *et al.*, 2018). Além disso, como apontam Benevolo, Dameri e D'Auria (2016), considera-se que os seis principais objetivos da mobilidade urbana inteligente são: (1) reduzir a poluição proveniente de resíduos sólidos; (2) reduzir congestionamentos de tráfego de veículos; (3) aumentar a segurança das pessoas; (4) reduzir a poluição sonora; (5) melhorar a velocidade dos deslocamentos; e (6) reduzir os custos dos deslocamentos.

Algumas das principais iniciativas em MUI, como destacam Martins e Taco (2020), envolvem a utilização de combustíveis ecológicos e novos sistemas de propulsão, tais como os carros elétricos; os serviços de compartilhamento de bicicletas e patinetes elétricos; bem como a utilização de TIC para concentrar dados e informações que possam melhorar os fluxos do tráfego urbano. Os autores afirmam ainda que a MUI pode ser entendida como um novo estágio para a mobilidade urbana, aliando um cenário de sustentabilidade ambiental às inovações tecnológicas, como a Internet das Coisas (IoT). Tal mobilidade não se aplica apenas às diferentes formas de locomoção, contemplando a própria estrutura das cidades, dimensões territoriais e as relações com os habitantes. Assim, a aplicação de uma MUI tem o potencial de estimular um desenvolvimento social e urbano consciente e acessível, representando um dos mais fortes aspectos das cidades inteligentes.

Revisando o posicionamento de diferentes autores sobre a temática, percebe-se que Chun e Lee (2015) entendem a mobilidade inteligente como um serviço de tráfego futuro abrangente e inteligente em combinação com a tecnologia inteligente. Assim, uma sociedade de MUI seria compreendida por meio do emprego de sistemas de tráfego inteligentes. Ao passo em que se consideram, por exemplo, meios de transporte eficientes e de baixo impacto ambiental, ciclovias e infraestruturas para evitar congestionamentos, os autores destacam que a mobilidade não pode ser considerada inteligente caso não seja sustentável.

Por sua vez, Garau, Masala e Pinna (2016) complementam, afirmando que o sistema de transporte utilizado afeta o nível de inteligência da mobilidade nas cidades e que o conceito de MUI apresenta-se mais dinâmico que o de mobilidade sustentável, ao passo em que depende da tecnologia utilizada. Exemplificando a ideia, os autores mencionam que é inteligente a redução do tráfego de carros particulares, mas o próximo passo seria a substituição desses por veículos elétricos, ainda que a demanda não fosse alterada. Assim, por serem mais sustentáveis,

impactariam em maior grau o nível de inteligência do sistema. Assim, um transporte sustentável implicaria o equilíbrio entre atuais e futuras qualidades ambientais, sociais e econômicas. Por outro lado, autores como Yigitcanlar, Fabian e Coiacetto (2008) não distinguem o conceito de MUI do de mobilidade sustentável, que apontam como aquela que atende às necessidades atuais de transporte sem afetar a capacidade das próximas gerações de continuar atendendo tais necessidades.

Assim como ocorre com o conceito de cidades inteligentes, Garau, Masala e Pinna (2016) destacam a falta de uma definição única sobre a MUI. Os autores Papa e Lauwers (2015) vão além, postulando que o conceito pode ser utilizado, em alguns contextos, como “frase de efeito”, ao passo em que destacam a lacuna entre as ideias de inteligente e sustentável. Também nesse sentido, Lyons (2018) verificou menções à mobilidade inteligente na literatura acadêmica e destaca uma definição vaga, ambígua ou mesmo ausente é comumente encontrada. O autor explicita a sensação de que o significado parece estar implícito na ideia de sistemas de transporte e serviços que se baseiam em desenvolvimentos tecnológicos.

Ainda que não tenhamos a intenção, no escopo desse trabalho, de esgotar todas as possibilidades de diferentes definições acadêmicas para a mobilidade urbana inteligente, considera-se suficientemente clara e abrangente a definição introduzida no início desse tópico, como entendida por Battarra *et al.* (2018), sendo a mobilidade urbana inteligente um sistema de rede caracterizado principalmente por conexões, físicas e digitais, moldado para satisfazer as necessidades dos habitantes, com o uso de tecnologias adequadas para melhorar o desempenho e a atratividade do sistema de mobilidade; bem como sua sustentabilidade, reduzindo a necessidade por viagens e, conseqüentemente, reduzindo o consumo de energia e as emissões de carbono.

Como destacam Silva, Costa e Macedo (2008), algumas das iniciativas pioneiras em políticas para a MUI se deram na União Europeia. Tal movimento está ligado à elaboração de diretrizes para a redução de emissões de carbono, com o desenvolvimento de políticas públicas de fomento à sustentabilidade e eficiência energética aplicadas a soluções de mobilidade inteligente (PINNA; MASALA; GARAU, 2017).

A exemplo disso, destacam-se iniciativas como: TRANSPLUS (2003), que buscou alcançar transporte e uso da terra mais acessíveis com políticas integradas; ECOCITY (2001), que propôs um desenvolvimento urbano direcionado a estruturas

adequadas para a sustentabilidade; e SCATTER (2005), com a temática: cidades e transportes em expansão: da avaliação às recomendações. Além disso, uma conexão entre as iniciativas dessa natureza foi estabelecida pelo projeto LUTR, que teve o objetivo de alcançar a completa inclusão das questões de mobilidade urbana na agenda de pesquisas da UE (EURFORUM, 2007).

Por conseguinte, como destacam Pinna, Masala e Garau (2017), nos países da UE surgiram diversas iniciativas para a implementação de políticas de MUI. Na Itália, por exemplo, foi instituída, em 28 de dezembro de 2015, a Lei Nacional nº 221, que previa subsídios de até 35 milhões de euros para que cidades com mais de 100.000 habitantes financiassem projetos de transporte sustentável que mitigassem os problemas de tráfego e poluição. O estudo destaca resultados como, ao comparar os anos de 2005 e 2010, percebe-se um grande aumento de ciclovias e serviços de compartilhamento de bicicletas, que pode ser atribuído em grande medida à implementação dos incentivos públicos. A busca por um novo conceito em mobilidade também atinge outros países, como o Brasil.

Assim, o contexto de crescimento desordenado em infraestrutura e carente de planejamento urbano percebido nas últimas décadas, como destaca Nobre (2015), aliado ao expressivo aumento da frota circulante, contribuíram para uma mobilidade urbana em crise nos países em desenvolvimento. Há também uma tendência para o agravamento do cenário a partir da aparente omissão dos governos na implantação de políticas públicas que efetivamente ataquem o problema.

2.2.2 Mobilidade urbana inteligente no contexto brasileiro

Na década de 1970, o Brasil possuía cerca de 90 milhões de habitantes. Já em 2018, a população do país foi estimada em 208 milhões de habitantes (IBGE, 2018). Assim, verifica-se que, como no resto do mundo, o Brasil experimentou um grande crescimento populacional nas últimas décadas.

Tal aumento populacional, aliado ao êxodo rural que também se intensificou nas últimas décadas, teve grande impacto na urbanização das médias e grandes cidades brasileiras, o que não foi adequadamente mitigado pelo planejamento urbano, como aponta Schmal (2018).

Os carros originaram-se no século passado como veículos de transporte das elites, tornando-se mais acessíveis no país a partir da década de 1960, a partir da consolidação da indústria automotiva brasileira. O acelerado crescimento da frota de veículos, de propriedade de grupos sociais com maior poder aquisitivo e influência ocasionou com que as políticas de transporte fossem gradativamente moldadas para o uso dos veículos particulares, em detrimento do transporte público e meios mais eficientes como o metroferroviário. Tal fato, aliado a outros fatores, resulta nos caóticos congestionamentos de trânsito percebidos nas metrópoles brasileiras, como aponta Varejão Neto (2017).

Os atuais problemas de mobilidade das grandes cidades, discorre Maciel (2008), permanecerão em aberto ainda por muitos anos, até que se tornem motivo de insatisfação que leve os habitantes a exercerem pressão sobre os agentes públicos responsáveis, ocasionando com que estes perceberem vantagens em efetivamente operar mudanças para trazer melhorias ao sistema de transporte. Além disso, o autor aponta que o complexo caminho para superar os desafios engloba não só a construção de nova infraestrutura, mas o aumento da eficiência dos sistemas já existentes, a implantação de pedágios urbanos para a redução do tráfego de veículos e a cobrança de mais impostos e contribuições de melhoria.

Tais apontamentos denotam que o caminho para a melhoria da mobilidade não é simples, mas é possível. As bases para a MUI na conjuntura brasileira, segundo Silva, Costa e Macedo (2008), se encontram na Constituição Federal de 1988. Ali, de maneira inédita, foi incorporado o Capítulo II, intitulado “Da Política Urbana”, em que, dentre outras coisas, o serviço de transporte público é definido como serviço essencial, ficando sob a responsabilidade dos municípios (BRASIL, 1988). A partir disso, com a promulgação, em 2001, do Estatuto das Cidades, que regulamenta os artigos 182 e 183 do Capítulo II da Carta Magna; e a criação do Ministério das Cidades, em 2003, o assunto passou a ser mais considerado e debatido no país.

O parágrafo 2º, inciso V do artigo 41 do Estatuto das Cidades passou a exigir que as cidades com mais de 500.000 habitantes criassem um plano de transporte urbano integrado, inserido no plano diretor da municipalidade, ou que com ele seja compatível (BRASIL, 2001). Tal exigência foi complementada, em julho de 2005, pela Resolução 34 do Ministério das Cidades, quando o plano de transporte urbano

passou a ser denominado “Plano Diretor de Transporte e da Mobilidade”, ou simplesmente PlanMob, que deverá contemplar os seguintes princípios:

- I. garantir a diversidade das modalidades de transporte, respeitando as características das cidades, priorizando o transporte coletivo, que é estruturante, sobre o individual, os modos não-motorizados e valorizando o pedestre;
- II. garantir que a gestão da Mobilidade Urbana ocorra de modo integrado com o Plano Diretor Municipal; e
- III. respeitar às especificidades locais e regionais [...] (BRASIL, 2005. p. 4).

Como se percebe e assim destacam Silva, Costa e Macedo (2008), o PlanMob se configura como um instrumento de execução de políticas de mobilidade urbana, estabelecendo normas, instrumentos, ações e projetos voltados para a organização do transporte público, a circulação de pessoas e veículos, automotores ou não.

A ideia de um conceito inovador em mobilidade deve embasar o desenvolvimento do plano, que deve ser incorporado pelas administrações municipais. Para tanto, o PlanMob não se assemelha aos Planos Diretores de Transporte Urbano tradicionais. Entre as características que o diferenciam estão: a introdução de um componente estratégico, ou seja, um bom planejamento, na gestão da mobilidade urbana.

Kneib (2012) destaca ainda que outro marco nas discussões sobre mobilidade foi a promulgação, em 03 de janeiro de 2012, pela então Presidente Dilma Rousseff, da Lei Federal 12.587, que instituiu as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade (BRASIL, 2012), ficando também conhecida como a Lei da Mobilidade Urbana. Dentre outras diretrizes, a lei determina aos municípios a tarefa de planejar e executar a política de mobilidade urbana. A Lei determina que os planos priorizem o modo de transporte não motorizado e os serviços de transporte público coletivo.

Em contrapartida, a formulação de uma política pública em mobilidade unificada para todo o território nacional se apresenta como um elaborado desafio. O Brasil possui dimensões continentais, se posicionando como o quinto maior país do mundo, com mais de 8,51 milhões de quilômetros quadrados de área total, sendo menor apenas que a Rússia, a China, os Estados Unidos e o Canadá. Assim, as cidades brasileiras podem apresentar características específicas que limitam a elaboração de uma solução única para os problemas de mobilidade. Isso significa

que em um país como o Brasil, onde se percebem acentuadas diferenças econômicas, sociais e estruturais, que impactam diretamente os sistemas de mobilidade, as soluções e políticas públicas devem assumir características distintas.

Tais percepções são corroboradas pelas conclusões do estudo de Silva, Costa e Macedo (2008), ao destacarem a noção de que o conceito de sustentabilidade assume diferentes formas, a depender das especificidades locais, a partir de diferenças sociais e culturais entre as regiões brasileiras. Assim, refletindo o nível variável de desenvolvimento de cada região, também se diversifica o peso dado às questões ambientais, econômicas e sociais.

Passando a citar alguns exemplos de iniciativas regionais, podemos tomar o tema do ciclismo como partida. Primeiramente, faz-se relevante destacar que um estudo científico conduzido em 1973 pela Revista “*Scientific American*” evidenciou esse meio de locomoção como o mais eficiente para um ser humano, adotando-se a lógica de distância percorrida versus energia consumida no processo (INMETRO, 2017).

Em nosso contexto regional, aponta-se que, segundo Abreu (2017), Goiânia contou com a implementação de um serviço de compartilhamento de bicicletas no início do ano de 2017. Alguns meses após a implementação, a empresa responsável pelo serviço – Serttel, avaliou como muito boa a taxa de utilização das bicicletas e afirmou que a população abraçou o projeto. Em uma análise, verificou-se que 63% das viagens eram realizadas para deslocamentos e não lazer, uma vez que as bicicletas eram retiradas e devolvidas em estações diferentes. Isso pode indicar o alto índice de receptividade a tal iniciativa, especialmente por Goiânia possuir um relevo sem muitos aclives. No entanto, o serviço já começou com algumas falhas, segundo usuários, sendo que existiam poucas estações disponíveis e a qualidade das bicicletas não eram muito favoráveis a deslocamentos mais longos e exigentes fisicamente.

É possível perceber, no entanto, que a administração pública local e a empresa responsável parecem não ter dado a devida importância à iniciativa, uma vez que as estações não foram ampliadas, as bicicletas não passavam por manutenções na periodicidade recomendada, sendo que muitas vezes existiam estações sem bicicletas viáveis disponíveis, e a malha de ciclovias deixou de ser ampliada desde o ano de 2016, como aponta Abreu (2021). Tal descaso também ocorre com diversas outras iniciativas de CIs pelo Brasil.

Já sobre os carros elétricos, que, como apontam Martins e Taco (2020), percebe-se que eles guardam um grande potencial dentre as iniciativas de MUI para reduzir as emissões de poluentes e melhorar os sistemas de transporte urbano; verifica-se que enquanto diversas fabricantes de veículos e países planejam a eliminação dos veículos a combustão de suas linhas de produção e ruas (MIRAGAYA, 2021), no Brasil, as discussões sobre o assunto ainda são irrisórias, sendo que ainda não se conseguiu implementar a eliminação desse tipo de veículos nem mesmo em microrregiões de notória proteção ambiental, como Fernando de Noronha, em Pernambuco (MARINHO, 2021).

No aspecto dos transportes públicos, já verificamos que a mobilidade urbana brasileira não foi especialmente planejada para eles, mas sim para os veículos particulares (VAREJÃO NETO, 2017). Isso, aliado ao fato de o transporte público no país ter notória baixa qualidade e superlotação, possivelmente ajuda a explicar o motivo de ser visto como uma modalidade restrita às pessoas de menor renda em nosso país.

Atualmente, muitas das grandes e médias cidades brasileiras contam com sistemas de monitoramento do transporte público, disponibilizando à população soluções que ajudam a prever as rotas de ônibus, diminuir o tempo de espera e melhorar a qualidade do serviço, como é o caso do aplicativo “*SiMRmtc*” para a região metropolitana de Goiânia. Recentemente, também foi disponibilizado o pagamento das viagens por meio de cartões de débito ou crédito para os ônibus da região, (MARQUES, 2021). No entanto, ainda há um longo percurso a ser percorrido pelo poder público e pelas empresas privadas envolvidas, para melhorar a qualidade e estimular a utilização do transporte coletivo no país.

Do mesmo modo, há iniciativas consideradas pontuais na implementação dos semáforos inteligentes nas cidades brasileiras, como aponta Lara (2021). Percebe-se que, em sua maioria, os semáforos são automatizados de maneira mais simples, controlando-se quanto tempo permanecerão abertos ou fechados. No entanto ainda não levam em consideração as variações no fluxo das vias.

De acordo com Amaral *et al.* (2017), a instalação de um semáforo efetivamente inteligente, que considere a contagem de veículos em uma região de coleta (área ao redor de vias arteriais, como avenidas de grande porte), têm o potencial de melhorar de 11% a 38% o fluxo de determinada via. Porém, a adoção dessa tecnologia ainda é irrisória no Brasil. Lara (2021) destaca que na cidade de

São Paulo, por exemplo, maior metrópole brasileira e também detentora do maior número de cruzamentos sinalizados, possuindo 6.567 semáforos, apenas dez cruzamentos possuem tais aparelhos de fato inteligentes.

Nesse contexto, observa-se que apesar do surgimento de algumas iniciativas e do tema do desenvolvimento urbano nos municípios brasileiros, com a instituição dos Planos Diretores a partir da Constituição Federal de 1998 e a conseguinte regulamentação do Estatuto das Cidades; a mobilidade urbana em nosso país não percebeu os avanços desejáveis, tampouco observa-se, de forma geral, a sensibilização dos agentes envolvidos e impactados. Assim, é grande o potencial latente que essa temática possui em território nacional.

2.3 Indicadores

É observado, no ambiente gerencial das organizações, a utilização da frase apócrifa: “o que não é medido, não pode ser mensurado”, comumente atribuída a autores como Peter Drucker ou Jerry Hudspeth (FRANCISCHINI; FRANCISCHINI, 2017). Essa premissa evidencia a necessidade que as organizações possuem em definir métricas/parâmetros para embasar o processo de tomada de decisão e os indicadores se propõem como ferramentas pertinentes para esse fim.

No mesmo sentido, Magalhães (2004) aponta que os indicadores se caracterizam como elementos centrais e de destaque para o processo de tomada de decisão. Eles podem ser utilizados para abordar os mais diversos aspectos e questões, sejam econômicas, sociais ou ambientais, por exemplo. Desse modo, os indicadores se apresentam como potencialmente adequados para auxiliar na avaliação das ações de mobilidade urbana, no contexto das cidades inteligentes, escopo dessa pesquisa.

Por sua vez, Pereira (2014) destaca que a mundialização do capitalismo e a globalização da economia tornaram a permanente busca por competitividade, através da criatividade e inovação, imprescindíveis às corporações. Os indicadores se mostram como importantes ferramentas nesse contexto.

Variados autores destacam a importância dos indicadores como facilitadores de mudanças organizacionais. Goldratt e Cox (1992) afirmam que o objetivo dos indicadores seria incentivar as partes a realizar o que é bom para a empresa como um todo. Já para Hronec (1994), os indicadores funcionam como “sinais vitais” que

traduzem às pessoas o que está sendo feito e como está o desempenho em relação ao todo. Rummler e Brache (1994) destacam que a aferição representa um instrumento central para o gerenciamento e aperfeiçoamento de desempenho. Sem tais medidas, não haveria como se alcançar os objetivos almejados. Além disso, caso medidas erradas sejam elegidas, o desempenho da organização pode ser subutilizado. Ainda mais direto, Harrington (1993) afirma que as medições são feitas para que se possa monitorar, controlar e aperfeiçoar os sistemas organizacionais.

De acordo com Chiavenato (1985), os indicadores gerenciais são capazes de cumprir duas das cinco funções administrativas básicas: planejamento e controle, sendo as outras três: organização, direção e execução. Usualmente, a função de controle é mais proeminente, dadas as origens históricas dos indicadores, quando eram principalmente utilizados para o monitoramento dos resultados das diferentes áreas das organizações. No entanto, eles também podem cumprir a função de planejamento, ao orientarem o processo de direcionamento de esforços futuros das empresas.

Segundo Francischini e Francischini (2017), os indicadores são medidas capazes de apontar um problema específico, mas não de resolvê-lo. A solução para o problema depende diretamente das ações a serem tomadas pelos gestores, após o diagnóstico facilitado pelos indicadores.

A combinação de indicadores, destaca Magalhães (2004), pode servir para a criação de sistemas (ou índices), geralmente utilizados em níveis mais agregados de análise (nacional, regional ou internacional, por exemplo). A definição de um sistema de medição baseado em indicadores, de acordo com Francischini e Francischini (2017), não deve começar pela seleção dos indicadores, mas sim quais objetivos se deseja atingir. Nesse contexto, os indicadores se caracterizam como aliados ao objetivo de avaliar as ações de mobilidade urbana no contexto das cidades inteligentes. Ainda segundo os autores, sistemas de indicadores que sejam capazes de auxiliar na solução de problemas, devem observar características como: (1) poucos indicadores (assim, a atividade do gestor será mais focada); (2) sistema de informações para a coleta de dados; (3) rastreabilidade dos indicadores; e (4) indicadores simples e objetivos.

Um exemplo de sistema (índice) de indicadores no contexto das Cidades Inteligentes, é representado pela normativa ISO 37122: Desenvolvimento Sustentável em Comunidades – Indicadores para Cidades Inteligentes. Essa norma

padronizada foi desenvolvida na União Europeia e relaciona em seu escopo 75 indicadores ligados ao tema das Cidades Inteligentes, distribuídos em 19 categorias diferentes, a saber: cultura; economia; educação; energia; meio ambiente e mudanças climáticas; finanças; governança; saúde; habitação; população e condições sociais; recreação; segurança; resíduos sólidos; telecomunicação; transporte; agricultura urbana / local e segurança alimentar; planejamento urbano; águas residuais; e água. Desse modo, a ISO 37122, publicada em maio de 2019, se propõe a especificar e estabelecer definições e metodologias de um conjunto de indicadores para cidades inteligentes, pretendendo auxiliar na medição e avaliação do desempenho de serviços municipais ou a qualidade de vida que as cidades oferecem aos cidadãos (AFNOR, 2017).

O projeto CityKEYS (BOSCH *et al.*, 2017), desenvolvido pela União Europeia, se configura como mais um exemplo de documento que contém um sistema de indicadores de desempenho, assim como procedimentos de coleta de dados, talhados para realizar um monitoramento transparente e comparável de soluções de cidades inteligentes.

Em resposta às diversas necessidades de informação e para subsidiar diferentes formas de análise, existem variados tipos de indicadores. Contudo, como destaca Magalhães (2004), eles podem ser classificados quanto à dimensão de representação, podendo ser descritivos, de desempenho ou eficácia, de eficiência, ou globais; ou ainda em relação ao nível de análise que se prestam, sendo classificados em indicadores operacionais, táticos ou funcionais, ou estratégicos.

Os indicados podem ainda ser separados quanto a dois tipos de medição, como se observa em Francischini e Francischini (2017). i) a medição qualitativa, onde normalmente se utiliza de uma descrição em forma de texto ou locução para caracterizar o objeto analisado. Um exemplo seria a avaliação descritiva (em forma de relato) sobre o desempenho de um certo funcionário de uma instituição. ii) a medição quantitativa, que se utiliza de indicadores-chave de desempenho, comumente comparando-os a metas específicas estabelecidas pela gestão.

Explorando o exemplo ilustrado no parágrafo anterior, por meio da medição quantitativa poder-se-ia aferir o número de faltas de um funcionário, comparando-o com uma meta anual máxima estipulada pela administração da empresa. No âmbito da mobilidade urbana, pode-se citar como exemplo, como ilustra o Quadro 1, o indicador de número de bicicletas disponíveis por meio de serviços de

compartilhamento por 100.000 habitantes (AFNOR, 2017), que poderia auxiliar na qualificação da mobilidade urbana inteligente de um município.

Quadro 1 – Exemplo de Indicador Finalístico de Mobilidade Urbana Inteligente

Justificativa	Descrição	Características de Cálculo	Fonte dos Dados
O compartilhamento de bicicletas promove maiores taxas de uso de bicicletas nas cidades, reduzindo as barreiras tradicionais ao transporte de passageiros, incluindo custos, furto e conserto de bicicletas	Número de bicicletas disponíveis através de serviços de compartilhamento de bicicletas por 100.000 habitantes	numerador: (nº bicicletas compartilhadas) / denominador: (população total /100.000)	Os dados devem ser obtidos dos departamentos municipais relevantes que supervisionam e/ou coletam dados sobre o compartilhamento de bicicletas

Fonte: Autor, 2022.

O Quadro 1 ilustra as principais informações de um indicador ligado à área de mobilidade urbana no contexto das cidades inteligentes. Ao se tratar de indicadores, é comum que existam valores de referência ligados a eles, para que seja possível realizar uma comparação e avaliação prévia, comparando-se o valor calculado ou obtido pelo valor de referência. Em uma exemplificação aplicada ao cotidiano, os indicadores resultantes de exames de sangue possuem valores de referência pré-definidos que, ao serem confrontados com os resultados, permitem o diagnóstico da condição de saúde do indivíduo. No entanto, a mobilidade urbana inteligente ainda representa um assunto relativamente novo na literatura científica e os indicadores ligados a essa área ainda não possuem valores de referência claros e coletivamente aceitos.

Ainda segundo Francischini e Francischini (2017), a medicação qualitativa, por prescindir da coleta e análise de dados quantitativos, permite uma interpretação direta dos resultados. Por outro lado, essa coleta, por demandar mais tempo e mão de obra especializada, normalmente resulta num custo superior e, ao mesmo tempo, pode mostrar-se não confiável, caso os métodos não sejam bem elaborados.

A presente pesquisa utilizar-se-á predominantemente de indicadores com medição quantitativa. Também de acordo com Francischini e Francischini (2017), um bom indicador quantitativo deve abranger determinadas características, como ser: válido; correto e preciso; completo; único e mutuamente exclusivo; quantificável; compreensível; controlável; rastreável; expresso por números; simples e inteligível; passível de ações corretivas; além disso, o indicador também deve: mostrar o que deseja medir; guardar fidelidade ao estado do fenômeno;

abranger as partes importantes; não apresentar redundância; e levar ao foco do problema.

Frente ao exposto, espera-se que, no contexto deste trabalho, os indicadores finalísticos encontrados se mostrem capazes de auxiliar no processo de avaliação das ações em mobilidade urbana e seus impactos no contexto das cidades inteligentes.

Feita uma breve análise acerca dos principais temas e conceitos abordados pelo estudo, o próximo capítulo tem como objetivo elucidar os procedimentos metodológicos adotados para a consecução dos objetivos dessa pesquisa.

3 METODOLOGIA

Para identificar os indicadores finalísticos que permitam avaliar as ações de mobilidade urbana e seus impactos em uma cidade inteligente, bem como para avaliar se as iniciativas de mobilidade urbana executadas em determinado município, sendo neste caso, Aparecida de Goiânia, podem ser consideradas características de mobilidade urbana inteligente, no contexto das cidades inteligentes; desenvolveu-se uma pesquisa com abordagem exploratória (CERVO; BERVIAN; DA SILVA, 2007), de natureza predominantemente qualitativa e análise interpretativa (CRESWELL; CRESWELL, 2018) em um estudo de caso (YIN, 2018). Para isso, foi necessário um processo de construção de dados para análise, composta por uma revisão sistemática de literatura para a busca e identificação de indicadores e posterior tratamento e contextualização dos mesmos para o estudo de caso. A Figura 1 sintetiza tais procedimentos.

Figura 1 – Resumo da abordagem metodológica do estudo



Fonte: Autor, 2022.

Detalhando o esquema da Figura 1, aponta-se que a abordagem metodológica a ser utilizada no projeto é a exploratória (CERVO; BERVIAN; DA SILVA, 2007), iniciada a partir da percepção de uma lacuna no conhecimento, referente à inexistência, na literatura científica, de consenso consolidado sobre os meios de avaliação para as ações em mobilidade urbana no contexto das cidades inteligentes.

Por outro lado, quanto à natureza desta pesquisa, o presente estudo se configura como predominantemente qualitativo, utilizando-se de uma análise interpretativa dos dados, a partir de dados analisados através de métodos de

estatística básica, como percentuais, médias e etc. (CRESWELL; CRESWELL, 2018).

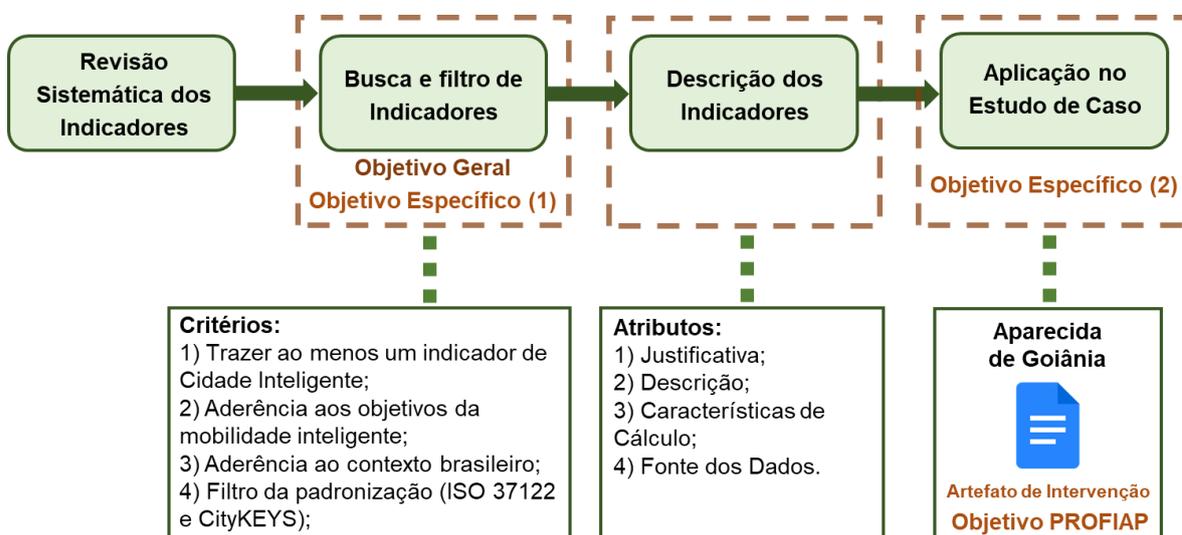
Especificamente, esse trabalho configura-se como um estudo de caso (YIN, 2018) da cidade de Aparecida de Goiânia, contextualizando para sua realidade os indicadores finalísticos selecionados das ações de MUI no escopo das cidades inteligentes.

Para a construção dos dados, foram adotados alguns procedimentos de pesquisa, como encontra-se descrito no subitem a seguir.

3.1 Procedimentos da construção dos dados

Considerando a pergunta de pesquisa adotada por esse estudo, que indaga como as ações de mobilidade urbana em uma cidade inteligente podem ser avaliadas; foram utilizados, para a construção dos dados, os procedimentos metodológicos resumidos no esquema delineado pela Figura 2, como é possível observar a seguir:

Figura 2 – Fluxograma de procedimentos para a construção dos dados



Fonte: Autor, 2022

Do desenho metodológico ilustrado pela Figura 2, destaca-se que, na busca pelos indicadores finalísticos preconizados pela literatura para avaliar as ações de mobilidade inteligente nas CIs, verificou-se a necessidade de se aplicar uma técnica de observação indireta, empreendendo-se uma revisão sistemática de literatura.

Nesse sentido, para a identificação dos trabalhos que apresentassem indicadores finalísticos das ações de mobilidade urbana inteligente, foi delineada uma frase de busca (*query*), contendo palavras-chave que obrigatoriamente figurassem no título de pesquisas científicas, como descrito a seguir. Tal procedimento se deu em atenção ao primeiro objetivo específico do trabalho, que visa identificar os principais indicadores que podem ser contextualizados para a realidade dos municípios brasileiros.

QUERY:

("Smart" OR "Intelligent" "Sustainable" OR "Inteligente" OR "Sustentável")
AND ("Transportation" OR "Mobility" OR "Transporte" OR "Mobilidade")
AND ("Index" OR "Indicator" OR "Metric" OR "Evaluation" OR "Índice" OR "Indicador"
OR "Métrica" OR "Avaliação")

Para analisar os trabalhos acadêmicos mais atuais disponíveis, optou-se por limitar a busca por trabalhos publicados nos últimos 10 anos, ou seja, entre os anos de 2010 a 2020. Efetuou-se, então, a varredura em cinco repositórios de pesquisas científicas: (a) Scielo, (b) ScienceDirect, (c) Scopus, (d) Web of Science e (e) Wiley Online Library.

Em seguida, para filtrar os resultados da pesquisa inicial e seus indicadores sob a luz dos objetivos desse estudo, delineou-se quatro critérios de inclusão, descritos a seguir:

1) apresentar ao menos um indicador aplicável ao escopo das cidades inteligentes;

2) que o indicador possua relevância no contexto dos diversos e heterogêneos municípios brasileiros;

3) que o indicador guarde aderência a, ao menos, um dos seis objetivos da mobilidade urbana inteligente, que, como apontam Benevolo, Dameri e D'Auria (2016), são: (1) reduzir a poluição proveniente de resíduos sólidos; (2) reduzir congestionamentos de tráfego de veículos; (3) aumentar a segurança das pessoas; (4) reduzir a poluição sonora; (5) melhorar a velocidade dos deslocamentos; e (6) reduzir os custos dos deslocamentos; e, por fim:

4) que o indicador possa ser harmonizado com documentos padronizados, uma vez que os diversos trabalhos acadêmicos apresentam diferentes

metodologias e formas de organizar e apresentar os indicadores abordados, muitas vezes apenas enumerando seus títulos, sem apresentar critérios específicos de cada um. Destaca-se que foram encontrados na literatura acadêmica e selecionados dois documentos padronizados principais:

4.1) ISO 37122: documento criado na União Europeia que especifica e estabelece definições e metodologias para um conjunto de indicadores para cidades inteligentes (AFNOR, 2017).

4.2) CityKEYS: também originado na União Europeia, esse projeto desenvolveu e validou indicadores de desempenho e procedimentos de coleta de dados para o monitoramento transparente e comparável de soluções de cidades inteligentes (BOSCH *et al.*, 2017). Destaca-se ainda que esse documento foi utilizado como apoio para a compatibilização de indicadores não encontrados na ISO 37122 ou quando trazia indicadores com maior correlação aos apurados pela revisão de literatura.

Findada a fase de filtragem, procedeu-se com a descrição da seleção final de indicadores, apresentando características como justificativa, descrição, características de cálculo e fonte de dados, bem como correlacionando-os com os preceitos levantados na revisão dos conceitos fundamentais.

Em seguida, em atenção ao segundo objetivo específico dessa pesquisa, de avaliar as ações de mobilidade inteligente na cidade de Aparecida de Goiânia a partir dos indicadores selecionados, procedeu-se ao estudo de caso do município goiano, contendo um breve histórico sobre a cidade e suas ações no âmbito das cidades inteligentes e contextualizando o índice de indicadores finalísticos selecionados para a realidade do município.

Findada a descrição da metodologia selecionada por essa pesquisa, na próxima seção serão apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação dos métodos mencionados nesse capítulo.

4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E RESULTADOS OBTIDOS

Nesse capítulo serão apresentados os principais resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia descrita na seção anterior.

4.1 Revisão sistemática de literatura para identificação de indicadores

Após a aplicação, em 03 de agosto de 2020, da frase de busca ((“*Smart*” OR “*Intelligent*” “*Sustainable*” OR “Inteligente” OR “Sustentável”) AND (“*Transportation*” OR “*Mobility*” OR “Transporte” OR “Mobilidade”) AND (“*Index*” OR “*Indicator*” OR “*Metric*” OR “*Evaluation*” OR “Índice” OR “Indicador” OR “Métrica” OR “Avaliação”)) no filtro para encontrar títulos nos cinco repositórios selecionados (Scielo, ScienceDirect, Scopus, Web of Science e Wiley Online Library) obteve-se um total de 189 resultados.

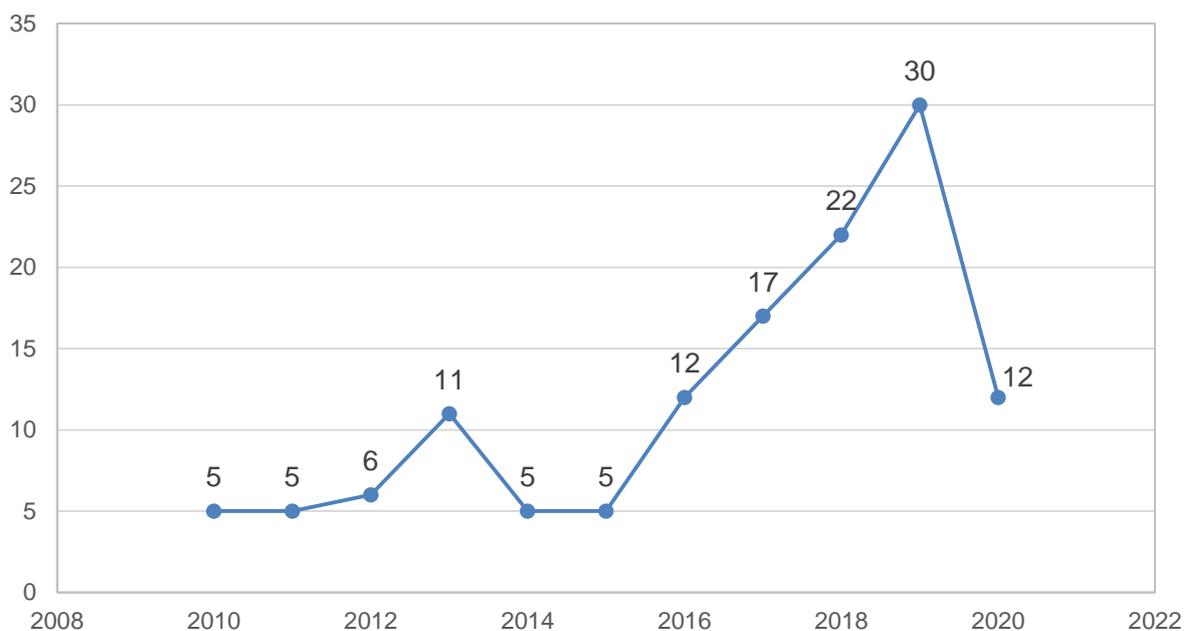
É pertinente destacar que, em decorrência de limitação no número de conectores a serem utilizados, foi necessário segmentar a busca na base ScienceDirect em duas etapas. Na primeira aplicou-se a *query* apenas com termos em inglês, obtendo-se 89 resultados, e a segunda aplicando-se a *query* apenas com termos em português, o que retornou apenas uma pesquisa como resultado, mas que, no entanto, já se encontrava dentre as outras 89 pesquisas encontradas inicialmente. Por isso, o resultado da *query* apenas em Língua Portuguesa foi desconsiderado na totalização.

Posteriormente, realizou-se uma observação quanto à duplicidade de pesquisas resultantes das buscas nas diferentes bases de dados. Assim, foram eliminados 53 trabalhos duplicados, restando 136 pesquisas a serem catalogadas e analisadas. Empreendeu-se, então, o esforço de efetivamente localizar os arquivos em PDF das pesquisas, quando observou-se a impossibilidade de se obter gratuitamente seis pesquisas (NA; KIM; KALIL, 2019; SHEN; HERMANS, 2016; MOUFTAH; EROL-KANTARCI; REHMANI, 2018; LIU *et al.*, 2014; SAMBERG; BASSOK, 2011 e EBOLI; MAZZULLA, 2011) por se tratarem de capítulos de livros editoriais. Restou, portanto, um total de 130 pesquisas que compuseram a base inicial de dados para a busca de indicadores.

Em uma análise preliminar desses 130 estudos pré-selecionados, confirmou-se a relevância e atualidade do tema da MUI. Assim, destaca-se que foi verificada

a predominância de pesquisas publicadas em anos recentes. Os últimos cinco exercícios (de 2016 a 2020) somam 93 trabalhos, que representam mais de 70% do total, sendo o ano de 2019 o que apresentou maior incidência de pesquisas (23,08%), conforme se observa na Figura 3.

Figura 3 – Número de pesquisas encontradas por ano de publicação



Fonte: Autor, 2022.

Ressalta-se que, uma vez que a busca nas bases de dados foi realizada no dia 03 de agosto de 2020, não foi auferida a totalidade de pesquisas disponíveis para o exercício de 2020. Para fins de comparação, foi realizada nova busca, no dia 10 de janeiro de 2021, e verificou-se um total de 32 pesquisas encontradas para o ano de 2020. Eliminando-se as duplicidades, restaram 22 pesquisas publicadas no ano de 2020, o que confirma a tendência de aumento de estudos na área de mobilidade urbana inteligente, nos últimos 5 anos. Considera-se ainda que o número de publicações para o ano de 2020 possa aumentar, considerando que, na data da nova busca, ainda existiam periódicos científicos pendentes de divulgação.

Dando prosseguimento à busca e seleção de indicadores, empreendeu-se a observação de quantas das 130 pesquisas de fato traziam em seu escopo ao menos um indicador aplicável ao escopo das cidades inteligentes (primeiro critério de inclusão). Nesse sentido, verificou-se que apenas 20 dos estudos, ou seja, 15,38% do total inicial, permaneceram na base de dados após tal processo.

Em uma análise preliminar sobre as localidades de aplicação de tais estudos, o Quadro 2 a seguir ilustra uma visão dos continentes e países focalizados pelas pesquisas.

Quadro 2 - Pesquisas categorizadas por continente e países de aplicação

Seq.	Continente	País Aplicação	Pesquisa
01	Europa	Bélgica	VERMOTE et al., 2014
02	Europa	Dinamarca	CAROLEO et al., 2019
03	Europa	Espanha	LOPEZ-CARREIRO; MONZON, 2018
04	Europa	Grécia	TSIROPOULOS; PAPAGIANNAKIS; LATINOPOULOS, 2019
05	Europa	Itália	CAROLEO et al., 2019
06	Europa	Itália	BATTARRA et al., 2018
07	Europa	Itália	BATTARRA; ZUCARO; TREMITERRA, 2017
08	Asia	China	LI; WANG; KAN, 2019
09	Asia	China	LI; KIDO; WANG, 2015
10	Asia	Índia	ILLAHI; MIR, 2020
11	Asia	Irã	BIDKHORI et al., 2016
12	Asia	Irã	HAGHSHENAS; VAZIRI; GHOLAMIALAM, 2015
13	Asia	Malásia	BACHOK et al., 2015
14	América do Sul	Brasil	FELIX; RIONDET-COSTA; PALMA-LIMA, 2019
15	América do Sul	Brasil	GUIMARÃES; LEAL JUNIOR; SILVA, 2018
16	América do Sul	Brasil	GRIECO; PORTUGAL; ALVES, 2016
17	América do Sul	Brasil	CAMPOS; RAMOS; CORREIA, 2010
18	-	Sem local	RAJAK; PARTHIBAN; DHANALAKSHMI, 2016
19	-	Sem local	ZHENG et al., 2013
20	-	Sem local	OSWALD, 2013

Fonte: Autor, 2022.

Interessante destacar que, dos 20 estudos observados, quatro adotaram municipalidades brasileiras como focos de aplicação, quer sejam: (1) Itajubá-MG (FELIX; RIONDET-COSTA; PALMA-LIMA, 2019); (2) Rio de Janeiro – RJ (GUIMARÃES; LEAL JUNIOR; SILVA, 2018); (3) Niterói – RJ (GRIECO; PORTUGAL; ALVES, 2016); e Belo Horizonte – MG (CAMPOS; RAMOS; CORREIA, 2009). Além disso, também é possível apontar a predominância de países europeus na amostra, representando 41,18%, ou seja, sete pesquisas, do total das 17 que adotaram alguma localidade específica para aplicação.

Isso corrobora a percepção de que algumas das políticas para MUI pioneiras foram implementadas na União Europeia, como apontam Silva, Costa e Macedo (2008). Pinna, Masala e Garau (2017) afirmam que tal movimento está ligado à

elaboração de diretrizes para a redução de emissões de carbono, com o desenvolvimento de políticas públicas de fomento à sustentabilidade e eficiência energética aplicadas a soluções de mobilidade inteligente.

De volta aos procedimentos da pesquisa, após uma busca preliminar por indicadores nas 20 pesquisas citadas, foi possível identificar um total inicial de 628 registros. Aplicou-se então um filtro para eliminar duplicidades, quando foram excluídas 238 entradas (37,90% do total), restando 390 indicadores na amostra.

Posteriormente, procedeu-se com a aplicação do segundo critério de inclusão, separando então apenas indicadores que possuíssem relevância dentro do contexto dos mais diversos e heterogêneos municípios brasileiros. Observou-se assim que foram eliminados outros 103 indicadores (16,40% do total inicial), restando 287 indicadores na amostra. Relevante salientar que a maior parte dos indicadores descartados após essa análise se referiam a métricas quanto aos modos de transporte ferroviário e metroviário, que possuem pouca relevância para a realidade da maioria dos municípios brasileiros.

Em seguida, analisou-se a adequação quanto ao terceiro critério, quer seja: que tenha aderência a, ao menos, um dos seis objetivos da mobilidade urbana inteligente, que, como destacam Benevolo, Dameri e D'Auria (2016), são: (1) reduzir a poluição proveniente de resíduos sólidos; (2) reduzir congestionamentos de tráfego de veículos; (3) aumentar a segurança das pessoas; (4) reduzir a poluição sonora; (5) melhorar a velocidade dos deslocamentos; e (6) reduzir os custos dos deslocamentos. Foram assim eliminados 258 (41,08% do total), restando 29 indicadores na amostra, demonstrados no Quadro 3, a seguir. Interessante destacar que o relevante quantitativo de indicadores eliminados nessa etapa dizia respeito apenas ao contexto das cidades inteligentes, mas não ao da mobilidade urbana inteligente, como os que procuram mensurar a qualidade dos demais serviços públicos.

Quadro 3 – Indicadores Filtrados na Revisão Sistemática de Literatura

Seq.	Eixo	Indicador	Cita- ções	Modais	Objetivos MUI						Objetivos da Mobilidade Urbana Inteligente
					1	2	3	4	5	6	
01	Ambiental	Quantidade de ciclovias	9	Bicicletas	X	X		X	X	X	1) reduzir a poluição
02	Ambiental	Extensão da área de pedestres	6	Pedestres	X	X	X	X	X	X	
03	Ambiental	Quantidade de bicicletas para compartilhamento	5	Bicicletas	X	X		X	X	X	
04	Ambiental	Densidade de compartilhamento de bicicletas	5	Bicicletas	X	X		X	X	X	
05	Ambiental	Quantidade de bicicletários	3	Bicicletas	X	X		X	X	X	3) aumentar a segurança das pessoas
06	Ambiental	Intensidade de ruído emitido por veículos	3	Automotores				X			
07	Ambiental	Idade média da frota do transporte público	2	Transporte Público	X		X				4) reduzir a poluição sonora
08	Ambiental	Idade média dos veículos automóveis	2	Automotores	X		X				
09	Ambiental	Automotores com propulsão ecológica (elétricos, gás natural)	1	Automotores	X			X			5) melhorar a velocidade do deslocamento
10	Ambiental	Habitantes com acesso a áreas verdes e de lazer em um raio de 500m	1	Pedestres	X	X	X	X		X	
11	Ambiental	Índice de qualidade do ar	1	Automotores	X						6) reduzir os custos de deslocamento
12	Econômico	Número de carros particulares	6	Automotores	X	X	X	X	X		
13	Econômico	Média de ocupação dos ônibus	3	Transporte Público	X	X			X		
14	Econômico	Fornecimento de transporte público	2	Transporte Público		X			X	X	
15	Econômico	Desempenho de compartilhamento de bicicletas	1	Bicicletas	X	X		X	X	X	
16	Econômico	Atratividade financeira do transporte público	1	Transporte Público						X	
17	Governança	Existe Plano de Mobilidade Urbana Inteligente (PMUI)?	5	Todos	X	X	X	X	X	X	
18	Governança	Iniciativas/infraestrutura em MUI já planejadas	1	Todos	X	X	X	X	X	X	
19	Segurança	Número de acidentes com lesões graves	5	Automotores		X	X		X		
20	Segurança	Número de acidentes de carro	1	Automotores		X	X		X		
21	Segurança	Número de acidentes envolvendo pedestres	1	Pedestres		X	X		X		
22	Segurança	Número de acidentes envolvendo um ônibus	1	Transporte Público		X	X		X		
23	Social	Confiabilidade do transporte público	5	Transporte Público	X	X			X	X	
24	Social	Congestionamentos de trânsito	2	Transporte Público	X	X		X	X	X	
25	Social	SMS para alertas de trânsito	2	Todos		X	X		X	X	
26	Social	Demanda de transporte público	2	Transporte Público		X			X	X	
27	Social	Número de veículos de Transporte Público	1	Transporte Público		X			X	X	
28	Social	Linhas de transporte público	1	Transporte Público		X			X	X	
29	Social	Número diário médio de usuários do transporte público	1	Transporte Público	X	X			X	X	

Fonte: Autor, 2022.

Destaca-se que os indicadores finalísticos abordaram cinco principais eixos temáticos, quer sejam: (1) ambiental, (2) econômico, (3) governança, (4) segurança, e (5) social. Desses, o eixo com a maior frequência de indicadores foi o ambiental, com onze, seguido pelo social, com seis e o econômico com cinco indicadores. Assim, ganha ênfase o destaque que o cuidado com a sustentabilidade do meio ambiente deve possuir no contexto da mobilidade urbana das cidades inteligentes. No Quadro 3 foram destacados os dois primeiros indicadores que apareceram com maior número de citações em cada eixo. Dessa forma, temos os principais indicadores por eixo conforme a seguir: (1) Eixo Ambiental: Quantidade de ciclovias; e Extensão da área de pedestres; (2) Eixo Econômico: Número de carros particulares; e Média de ocupação dos ônibus; (3) Eixo Governança: Existe Plano de Mobilidade Urbana Inteligente (PMUI?); e Iniciativas/infraestrutura em MUI já planejada; (4) Segurança: Número de acidentes com lesões graves; e Número de acidentes de carro; (5) Social: Confiabilidade do transporte público; e Congestionamentos de trânsito.

Além disso, dentre os diferentes modos de transporte abordados pelos indicadores, o que figura com maior frequência é o transporte público (com 11 indicadores), seguido pelas bicicletas e veículos automotores, com cinco indicadores cada. Ademais, o indicador que mede a quantidade de ciclovias foi o que mais apareceu nas pesquisas, sendo citado por nove autores diferentes. Isso pode se configurar como um indicativo das áreas mais sensíveis a serem abordadas pelas iniciativas em MUI.

Posteriormente, foi aplicado o quarto critério de inclusão verificando quais dos indicadores encontrados na revisão de literatura estão presentes em documentos padronizados. Sentiu-se a necessidade de adoção desse passo uma vez que a maior parte dos indicadores contidos nos trabalhos acadêmicos não eram detalhados com suas características intrínsecas e as respectivas características para possibilitar a replicação dos cálculos. Assim, ao buscar documentos padronizados que contivessem um sistema de indicadores para cidades inteligentes, foram proeminentemente identificados dois documentos originários da União Europeia: a ISO 37122 (AFNOR, 2017) e o CityKEYS (BOSCH *et al.*, 2017). Assim, o Quadro 4 traz um resumo da mesclagem correlacional dos indicadores filtrados após a revisão de literatura e os indicadores provenientes dos documentos padronizados.

Quadro 4 – Filtro dos Indicadores a partir de documentos padronizados

Seq.	Revisão de Literatura	ISO 37122 (AFNOR, 2017)	CITYKeys (BOSCH <i>et al.</i> , 2017)
01	Quantidade de ciclovias	-	Comprimento da rede de rotas de bicicleta
02	Extensão da área de pedestres	14.4 Porcentagem de faixas de pedestres equipadas com sinais acessíveis de pedestres	
03	Quantidade de bicicletas para compartilhamento	19.4 Número de bicicletas disponíveis por meio de serviços de compartilhamento de bicicletas por 100.000 habitantes	-
04	Densidade de compartilhamento de bicicletas	-	Estender a rede de ciclovias
05	Quantidade de bicicletários	-	-
06	Intensidade de ruído emitido por veículos	-	-
07	Idade média da frota do transporte público	-	-
08	Idade média dos veículos automóveis	-	-
09	Automotores com propulsão ecológica (elétricos, gás natural)	19.3 Percentual de veículos registrados na cidade que são veículos de baixa emissão	-
10	Habitantes com acesso a áreas verdes e de lazer em um raio de 500m	-	Maior acesso a espaços verdes
11	Índice de qualidade do ar	9.4 Número de estações de monitoramento da qualidade do ar baseadas em TIC em tempo real por 100.000 habitantes	-
12	Número de carros particulares	-	-
13	Média de ocupação dos ônibus	-	Uso do transporte público
14	Fornecimento de transporte público	-	Acesso ao transporte público
15	Desempenho de compartilhamento de bicicletas	-	-
16	Atratividade financeira do transporte público	-	-
17	Existe Plano de Mobilidade Urbana Inteligente (PMUI)?	10.1 Porcentagem do orçamento municipal gasto em inovações e iniciativas de cidades inteligentes por ano	
18	Iniciativas/infraestrutura em MUI já planejadas	-	Gastos do município para a transição para uma cidade inteligente
19	Número de acidentes com lesões graves	-	Acidentes de trânsito
20	Número de acidentes de carro	-	-
21	Número de acidentes envolvendo pedestres	-	-
22	Número de acidentes envolvendo um ônibus	-	-
23	Confiabilidade do transporte público	19.5 Porcentagem de linhas de transporte público equipadas com um sistema baseado em TIC em tempo real	-
24	Congestionamentos de trânsito	19.9 Porcentagem de semáforos que são inteligentes	-
25	SMS para alertas de trânsito	19.1 Porcentagem de ruas e vias urbanas cobertas por alertas e informações de trânsito online em tempo real	-
26	Demanda de transporte público	-	-
27	Número de veículos de Transporte Público	-	-
28	Linhas de transporte público	-	-
29	Número diário médio de usuários do transporte público	-	-

Fonte: Autor, 2022.

Em comparação direta na entre os indicadores filtrados pela revisão sistemática de literatura e os encontrados na ISO 37122 (AFNOR, 2017), nota-se que não foi possível encontrar 21 dos 29 indicadores finalísticos filtrados, como mostra o Quadro 4. Por outro lado, desses 21 indicadores, sete foram encontrados no documento CityKEYS (BOSCH *et al.*, 2017). Dessa forma, restou uma amostra final de 15 indicadores, conforme ilustra o Quadro 5.

Quadro 5 – Seleção final dos indicadores

Seq.	Categoria	Título do Indicador	Fonte
01	Finanças	Gastos do município para a transição para uma cidade inteligente	CityKEYS
02	Governança	Porcentagem do orçamento municipal gasto em inovações e iniciativas de cidades inteligentes por ano	ISO 37122
03	Meio Ambiente	Número de estações de monitoramento da qualidade do ar baseadas em TIC em tempo real por 100.000 habitantes	ISO 37122
04	Social	Maior acesso a espaços verdes	CityKEYS
05	Social	Porcentagem de faixas de pedestres equipadas com sinais acessíveis de pedestres	ISO 37122
06	Transporte	Acesso ao transporte público	CityKEYS
07	Transporte	Acidentes de trânsito	CityKEYS
08	Transporte	Comprimento da rede de rotas de bicicleta	CityKEYS
09	Transporte	Estender a rede de ciclovias	CityKEYS
10	Transporte	Número de bicicletas disponíveis por meio de serviços de compartilhamento de bicicletas por 100.000 habitantes	ISO 37122
11	Transporte	Percentual de veículos registrados na cidade que são veículos de baixa emissão	ISO 37122
12	Transporte	Porcentagem de linhas de transporte público equipadas com um sistema baseado em TIC em tempo real	ISO 37122
13	Transporte	Porcentagem de ruas e vias urbanas cobertas por alertas e informações de trânsito on-line em tempo real	ISO 37122
14	Transporte	Porcentagem de semáforos que são inteligentes	ISO 37122
15	Transporte	Uso do transporte público	ISO 37122

Fonte: Autor, 2022.

Os indicadores que figuram no Quadro 5 estão divididos em cinco diferentes categorias: Finanças (um indicador), Governança (um indicador), Meio Ambiente (um indicador), Social (dois indicadores) e Transporte (dez indicadores). Assim, espera-se que o sistema desses 15 indicadores selecionados seja capaz de auxiliar

no monitoramento e avaliação das ações de mobilidade urbana inteligente em uma cidade inteligente.

Após o detalhamento acerca da construção dos dados, apresenta-se a seguir a descrição da etapa de análise das informações coletadas.

4.2 Indicadores Finalísticos de Mobilidade Urbana Inteligente selecionados

A seguir, serão apresentados os indicadores finalísticos das ações de mobilidade urbana inteligente selecionados a partir dos critérios adotados por esse estudo.

4.2.1 Gastos do município para a transição para uma cidade inteligente

A aplicação de recursos públicos para determinados fins, como apontam Bosch *et al.* (2017), se mostra como uma das formas pela qual uma cidade pode apoiar a transição para uma cidade inteligente, aliando a isso uma estrutura administrativa interdepartamental adequada apoiar as iniciativas pretendidas.

Dessa forma, esse indicador, categorizado como de governança, foi selecionado pela pesquisa de Caroleo *et al.* (2019), como forma de auxiliar no objetivo de moldar as cidades para um futuro mais inclusivo, seguro, resiliente e sustentável, pretendendo apontar o quanto do montante das despesas municipais anuais foram efetivamente empregadas na transição para uma cidade inteligente.

Fórmula de cálculo:

$$i1 = \frac{\text{Despesas anuais totais do município para a transição para uma cidade inteligente}}{\text{População Total}} \quad (1)$$

Espera-se que tais dados sejam fornecidos pela administração da cidade e/ou os relatórios fiscais de publicação periódica obrigatória, destacadamente o Anexo 2 – Demonstrativos da Execução das Despesas por Função/Subfunção do Relatório Resumido da Execução Orçamentária (RREO) municipal, que deve ser publicado ao final de cada bimestre do exercício.

Esse indicador se mostra com uma relevância estratégica muito alta, uma vez que sem o forte patrocínio da administração pública, dificilmente as iniciativas de mobilidade urbana inteligente terão sucesso. Portanto, espera-se que o poder

público investa tanto em infraestrutura inteligente, quanto em publicidade para divulgar a importância das iniciativas para a sensibilização e mobilização da população e mercado privado da localidade. Diversos autores corroboram a importância do patrocínio governamental para as iniciativas em cidades inteligentes (BRANDÃO; JOIA, 2018; CAPROTTI *et al.*, 2016; WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2017) e a relevância das parcerias público-privadas para esse setor (KARVONEN; CUGURULLO; CAPROTTI, 2019).

4.2.2 Porcentagem do orçamento municipal gasto em inovações e iniciativas de cidades inteligentes por ano

De acordo com Afnor (2017), esse indicador, categorizado como de finanças, auxilia a apontar até que ponto os municípios estão gastando em inovações e iniciativas de cidades inteligentes, fornecendo uma visão sobre o compromisso das cidades com os modelos de cidades inteligentes. Além disso, o indicador pode auxiliar na avaliação da contribuição para a resiliência, o uso responsável de recursos e a atratividade das cidades.

Esse indicador se mostra similar ao indicador anterior, se diferenciando ao comparar os gastos anuais para a transição para uma cidade inteligente com o orçamento total da municipalidade, ampliando as análises que se podem fazer acerca dessa temática, trazendo um enfoque mais exclusivamente financeiro, enquanto que o indicador anterior compara o montante dos gastos com a população total do município.

Fórmula de cálculo:

$$i2 = \frac{\text{Despesas anuais totais do município para a transição para uma cidade inteligente}}{\text{R\$ total do orçamento municipal anual}} * 100 \quad (2)$$

Espera-se que tais dados se originem de documentos orçamentários municipais que são aprovados e publicados anualmente, como a Lei Orçamentária Anual – LOA.

Uma vez mais, tais indicadores de governança municipal se configuram como um dos principais indicativos que podem sugerir o comprometimento dos gestores públicos com as iniciativas na área da MUI.

4.2.3 Número de estações de monitoramento da qualidade do ar baseadas em TIC em tempo real por 100.000 habitantes

As estações de monitoramento da qualidade do ar, em especial as baseadas em TIC, objeto desse indicador categorizado como ambiental, podem ajudar a monitorar os impactos das mudanças climáticas no meio ambiente, além de fornecerem observações em tempo real, processamento e análise de dados, oferecendo informações sobre a segurança da qualidade do ar de uma localidade (AFNOR, 2017).

Guimarães, Leal Junior e Silva (2018) trazem no escopo de sua pesquisa diversos indicadores de controle da qualidade do ar e destacam a necessidade de se diminuir o custo e as emissões de carbono dos meios de transporte disponíveis nas cidades.

Fórmula de cálculo:

$$i3 = \frac{\text{Nº total de estações de monitoramento em tempo real da qualidade do ar baseadas em TIC}}{\frac{\text{População Total}}{100.000}} \quad (3)$$

Espera-se que os dados para esse indicador sejam fornecidos pelo departamento ambiental que supervisione a qualidade do ar das cidades.

A relevância desse indicador reside no fato de que controlar os índices de poluição podem ter impactos diretos e indiretos na saúde da população local, levando a potenciais economias na rede assistencial de saúde das localidades, ao passo em que a administração local se empenhe nas melhorias para os índices de qualidade do ar, como corroboram Rolnik e Klink (2011). Os transportes podem ser responsáveis por até 45% das emissões de dióxido de carbono no Brasil (SEEG, 2018), como se apontou no capítulo 2. Tal índice se mostra cerca de o dobro do que o percebido em outras localidades pelo mundo (THE WORLD BANK, 2014). Portanto, consideramos que iniciativas em MUI que possam melhorar tais índices chegam a ser de adoção imprescindível para as cidades como um todo, em especial as brasileiras.

4.2.4 Maior acesso a espaços verdes

A quantidade de áreas verdes, parques e outros espaços abertos, segundo Bosch *et al.* (2017), é um indicador que informa quanto espaço verde uma cidade possui. Ainda segundo os autores, as áreas verdes desempenham funções ambientais importantes em um ambiente urbano, tais como: melhorar o clima urbano, capturar poluentes atmosféricos e melhorar a qualidade de vida, proporcionando recreação aos munícipes. Além disso, elementos verdes têm uma influência positiva significativa na percepção humana de temperatura e sensação térmica.

Segundo Campos, Ramos e Correia (2009), que se utilizaram desse indicador em sua pesquisa, para avaliar a sustentabilidade nas áreas urbanas, é preciso levar em consideração a interação entre todas as atividades desenvolvidas na cidade e seus impactos relevantes no meio ambiente, na sociedade e na economia urbana. Nessa perspectiva, quanto mais cidadãos tenham acesso a áreas verdes próximas de suas residências, menos pessoas precisarão de automotores para se deslocar até essas regiões e o resultado positivo que elas trazem será potencialmente maximizado.

Fórmula de cálculo:

$$i4 = \frac{m^2 \text{ de espaço verde acessível a } 500m}{m^2 \text{ de espaço verde acessível a } 500m \text{ antes do projeto}} * 100 \quad (4)$$

Espera-se que esses dados estejam disponíveis nos Planos Diretores ou que sejam fornecidos pelos departamentos municipais responsáveis (como o de esporte e lazer) ou por meio de entrevistas com os líderes de projetos ou pela realização de pesquisas censitárias locais;

Proporcionar à população maior acesso a espaços verdes ganhou destaque como um dos objetivos da Agenda 2030, acordo firmado por líderes de 193 países em 2015 na sede ONU (AGENDA 2030, 2015). Com essa ação, espera-se proporcionar mais lazer aos habitantes, melhorando os índices de saúde e qualidade de vida, a partir do contato com a natureza e o incentivo à prática de esportes e lazer ao ar livre.

4.2.5 Porcentagem de faixas de pedestres equipadas com sinais acessíveis de pedestres

De acordo com Afnor (2017), as faixas de pedestres acessíveis permitem que as pessoas com deficiência cruzem as vias públicas com segurança, facilitando a realização das atividades diárias desses cidadãos. Assim, esse indicador se configura como um relevante dado sobre a mobilidade urbana de uma localidade.

Fórmula de cálculo:

$$i_5 = \frac{N^{\circ} \text{ de faixas de pedestres equipadas com sinais acessíveis de pedestres}}{N^{\circ} \text{ total de faixas de pedestres}} * 100 \quad (5)$$

Espera-se que os dados sejam fornecidos pelos departamentos que supervisionam as vias públicas e os semáforos, como os departamentos de trânsito estaduais, DETRANs.

4.2.6 Acesso ao transporte público

Presume-se, de acordo com Bosch *et al.* (2017), que a disponibilidade de boas alternativas de transporte público leve a uma menor utilização dos automóveis particulares, contribuindo assim para um município mais acessível, verde e saudável. Ainda segundo os autores, a qualidade, acessibilidade e confiabilidade dos serviços de transporte também vêm ganhando importância crescente, em parte devido ao envelhecimento da população. Ao passo em que a caminhada e o ciclismo são modos alternativos de transporte para curtas distâncias, conexões de transporte público são necessárias para viagens mais longas. Diversos autores se utilizam de indicadores relacionados ao transporte coletivo nas cidades (BATTARRA *et al.*, 2018; CAMPOS; RAMOS; CORREIA, 2009; CAROLEO *et al.*, 2019; GUIMARÃES; LEAL JUNIOR; SILVA, 2018; PERRA; SDOUKOPOULOS; PITSIAVA-LATINOPOULOU, 2017; TSIROPOULOS; PAPAGIANNAKIS; LATINOPOULOS, 2019). Assim, a facilitação ao acesso ao transporte público deve se configurar como uma importante ferramenta para as cidades inteligentes.

Fórmula de cálculo:

$$i6 = \frac{N^{\circ} \text{ de habitantes com parada de transporte disponível a menos de 500m de distância}}{\text{População Total}} * 100 \quad (6)$$

Espera-se que esses dados sejam fornecidos pelo departamento municipal responsável ou concessionárias de transporte público. Caso os dados não estejam disponíveis, um cálculo pode ser realizado a partir da utilização de softwares que devem se encontrar disponíveis nas municipalidades.

O índice de acesso ao transporte público é outro indicador que merece muito destaque, uma vez que o acesso ao transporte público de qualidade se configura como um grande desafio para as grandes e médias cidades brasileiras e por representar um meio de transporte com alto potencial de impacto no sistema de mobilidade urbana (UN-ILIBRARY, 2018). Historicamente, a locomoção por meio de veículos particulares foi muito mais priorizada pelo setor público brasileiro no planejamento urbano dos municípios brasileiros das últimas décadas (VAREJÃO NETO, 2017). Portanto, o caminho para se reverter essa dinâmica é árduo para os gestores públicos, mas precisa começar a ser trilhado o quanto antes.

4.2.7 Acidentes de trânsito

Segundo Bosch *et al.* (2017), as taxas de acidentes de trânsito e, mais especificamente, as taxas de mortalidade, podem servir como indicadores para a segurança geral do sistema de transporte; a complexidade e congestionamento da malha rodoviária; a quantidade e eficácia da aplicação das leis de trânsito; a qualidade da frota de transporte (público e privado); e o estado das vias públicas. Ainda segundo os autores, as mortes no trânsito representam o tipo mais grave de falha na segurança do trânsito.

Diversas pesquisas utilizam-se desse indicador para medir a qualidade dos sistemas de mobilidade urbana inteligente (AWASTHI; CHAUHAN; OMRANI, 2018; BACHOK *et al.*, 2015; BIDKHORI *et al.*, 2016; CAMPOS; RAMOS; CORREIA, 2009; FELIX; RIONDET-COSTA; PALMA-LIMA, 2019; GUIMARÃES; LEAL JUNIOR; SILVA, 2018; MAHDINIA *et al.*, 2018; PERRA; SDOUKOPOULOS; PITSIAVA-LATINOPOULOU, 2017; VERMOTE *et al.*, 2014).

Nesse sentido, esse indicador deve incluir as mortes devidas de quaisquer causas relacionadas ao transporte, a partir de qualquer meio de locomoção (automóveis, transporte público, caminhada, ciclismo, etc.). Ou seja, qualquer morte

diretamente relacionada a um incidente de trânsito, mesmo que a morte não ocorra no local do acidente, mas que possa ser diretamente atribuível ao acidente.

Fórmula de cálculo:

$$i_7 = \frac{N^{\circ} \text{ de fatalidades relacionadas a qualquer tipo de transporte}}{\frac{\text{População Total}}{100.000}} * 100 \quad (7)$$

É esperado que tais dados sejam fornecidos pelo departamento de estatísticas da cidade, pelo departamento de trânsito municipal ou estadual, ou pelas secretarias de segurança pública ou saúde locais.

Verifica-se, portanto, que esse indicador se configura como um dos primordiais para a medição e controle da segurança dos usuários diretos e indiretos do sistema de locomoção de uma localidade, possuindo ramificações diretas com os dispêndios públicos em segurança e saúde, uma vez que os acidentes são grandes responsáveis pela ocupação do sistema público de saúde.

4.2.8 Comprimento da rede de rotas de bicicletas

Um sistema de transporte que possibilite e estimule o ciclismo pode, segundo Bosch *et al.* (2017), colher muitos benefícios, como a redução de congestionamentos de trânsito e melhorias na qualidade de vida da população. Os benefícios econômicos, tanto individuais quanto sociais também poderão ser percebidos a partir da redução das despesas com saúde e a diminuição da dependência dos automóveis particulares e seus custos agregados, como seguros, manutenção e combustível. Ainda segundo os autores, as ciclovias também exigem menos investimentos em infraestrutura do que outros modos de transporte. Diversos autores utilizaram-se de indicadores relacionados à utilização das bicicletas na rede de transporte das cidades inteligentes (BACHOK *et al.*, 2015; BATTARRA *et al.*, 2018; BIDKHORI *et al.*, 2016; CAROLEO *et al.*, 2019; FELIX; RIONDET-COSTA; PALMA-LIMA, 2019; MAHDINIA *et al.*, 2018; OSWALD, 2012; PERRA; SDOUKOPOULOS; PITSIAVA-LATINOPOULOU, 2017; TSIROPOULOS; PAPAGIANNAKIS; LATINOPOULOS, 2019; ZHENG *et al.*, 2013). Assim, esse indicador pode fornecer às cidades uma mensuração útil para a propagação de sistemas diversificados de transporte.

Fórmula de cálculo:

$$i8 = \frac{\text{Km de ciclovias e ciclofaixas existentes}}{\text{População Total}} * 100.000 \quad (8)$$

Espera-se que os departamentos de trânsito e mobilidade possuam informações sobre a extensão das ruas e das ciclovias e ciclofaixas. As informações também podem estar disponíveis nos websites das prefeituras.

Consideramos que os três indicadores que envolvem o medo ciclístico de transporte (este, e os dois próximos a serem descritos: 4.2.9 – estender a rede de ciclovias, e o 4.2.10 – número de bicicletas disponíveis por meio de serviços de compartilhamento de bicicletas por 100.000 habitantes), possuem um valor estratégico muito alto para as cidades brasileiras, em especial aquelas com características de relevo não muito acidentado, como é o caso de Goiânia e Aparecida de Goiânia, uma vez que o transporte por bicicletas ainda não foi amplamente incentivado pelos gestores públicos locais. Martins e Taco (2020) afirmam que as iniciativas em meios de transporte alternativos, como as bicicletas, são uma das principais soluções para a MUI. Além disso, estudos científicos já revelaram que a locomoção por meio de bicicletas seria a mais eficiente para o ser humano, levando-se em consideração as distâncias percorridas versus a energia consumida no processo (INMETRO, 2017).

No entanto, nos últimos anos esse meio de transporte não foi privilegiado pelo planejamento urbano municipal em nossa região. Goiânia, por exemplo, que conta com um grande potencial ciclístico não vê sua malha de ciclovias crescer desde o ano de 2016, como aponta a reportagem de Abreu (2021). Verifica-se, portanto, que é grande o potencial que iniciativas voltadas para o ciclismo possuem nas cidades brasileiras.

4.2.9 Estender a rede de ciclovias

O objetivo principal das ciclovias e ciclofaixas é, de acordo com Tran, Yang e Huang (2020), promover um ambiente seguro e confortável para que os ciclistas possam se locomover. Assim, pode-se potencialmente estimular a atratividade desse modo de transporte. Nesse contexto, esse indicador se destaca por tentar apurar o quanto determinado projeto de cidade inteligente estimulou a disseminação de ciclovias em determinada localidade.

Fórmula de cálculo:

$$i_9 = \frac{\text{Km de ciclovias e ciclofaixas existentes antes do projeto}}{\text{Km de ciclovias e ciclofaixas existentes hoje}} * 100.000 \quad (9)$$

Espera-se que os dados venham da documentação dos projetos e/ou de entrevistas com líderes de projetos.

Diferentemente do indicador anterior, este mede a quantidade de ciclovias que a municipalidade implementou a partir de um determinado projeto. Assim como explicitado no tópico anterior, o meio de transporte ciclístico é considerado como de grande potencial estratégico para as municipalidades brasileiras e precisa ser mais incentivado pelo poder público e demais atores interessados em melhorias na mobilidade urbana.

4.2.10 Número de bicicletas disponíveis por meio de serviços de compartilhamento de bicicletas por 100.000 habitantes

Os serviços de compartilhamento de bicicletas, segundo Afnor (2017), promovem maiores taxas de utilização das bicicletas nas cidades, reduzindo ou eliminando barreiras comuns à adoção desse meio de transporte, tais como os custos de aquisição e manutenção, bem como o roubo e o furto de bicicletas nas cidades. Diversos autores citam esse indicador como relevante para as cidades inteligentes (BATTARRA *et al.*, 2018; BIDKHORI *et al.*, 2016; CAROLEO *et al.*, 2019; VERMOTE *et al.*, 2014). Assim, espera-se que o compartilhamento de bicicletas se configure como uma alternativa ou uma adição aos meios tradicionais de transporte, a exemplo do transporte público ou dos automóveis.

Fórmula de cálculo:

$$i_{10} = \frac{\text{Nº total de bicicletas disponíveis em serviços de compartilhamento}}{\frac{\text{População Total}}{100.000}} \quad (10)$$

Espera-se que os departamentos municipais relevantes que supervisionem e/ou colem dados sobre o compartilhamento de bicicletas sejam capazes de fornecer esses dados. Caso negativo, deverão ser apurados por meio de notícias vinculadas na imprensa local.

Como já mencionado na exposição sobre o indicador 4.2.8 (comprimento da rede de rotas de bicicleta), o incentivo ao meio de transporte ciclístico é um dos aspectos-chave para a MUI (MARTINS; TACO, 2020). O compartilhamento de bicicletas é uma solução que se espalhou por diversas cidades brasileiras na última década. No entanto, dificuldades técnicas, falta de manutenção, apoio e incentivo por parte do poder público e iniciativa privada prejudicaram diversos projetos, como aponta reportagem de Rosa (2020).

Tal fato não indica a completa ineficácia de tais iniciativas, mas sim que carecem, desde o planejamento inicial, de atenção especial, e cuidados e manutenção periódica e perene, tanto por parte do poder público com políticas para o incentivo e valorização, tanto das empresas privadas envolvidas, para fomentar na população a sensação de valor e pertencimento quanto a essa modalidade de transporte que, para além das vantagens para a mobilidade, pode proporcionar ganhos para a saúde pública, com potenciais impactos de economia de recursos públicos na área da saúde e segurança.

4.2.11 Percentual de veículos registrados na cidade que são veículos de baixa emissão

Os veículos de baixa emissão (a exemplo dos elétricos, híbridos e os movidos a hidrogênio), de acordo com Afnor (2017), representam uma alternativa aos tradicionais veículos a combustão, emissores de diversos gases poluentes. Desse modo, os veículos de baixa emissão guardam o potencial de melhorar o índice de qualidade do ar e da poluição sonora das cidades. Pesquisas como a de Pisoni *et al.* (2019), apontam que regiões que adotaram políticas de baixa emissão de poluentes colheram bons resultados no controle da qualidade do ar.

No entanto, faz-se relevante destacar ainda que, em relação ao termo “baixa emissão”, há a necessidade de se considerar a fonte de energia. Por exemplo: a eletricidade fornecida por usinas movidas a carvão não deve ser considerada limpa (AFNOR, 2017).

Fórmula de cálculo:

$$i_{11} = \frac{N^{\circ} \text{ total de veículos de baixa emissão registrados e aprovados}}{N^{\circ} \text{ total de veículos registrados}} * 100.000 \quad (11)$$

Espera-se que os departamentos ou instituições da cidade e/ou do estado que responsáveis por supervisionar o registro de veículos (DETRANs) sejam capazes de fornecerem tais dados.

Como já foi destacado, no Brasil, os transportes chegam a ser responsáveis por até 45% das emissões de dióxido de carbono (SEEG, 2018), tal índice é cerca de o dobro do percebido em outros países (THE WORLD BANK, 2014). Martins e Taco (2020) destacam que veículos que se utilizam de combustíveis ecológicos e novos sistemas de propulsão são destaque dentre as iniciativas de MUI para diminuir a emissão de poluentes e melhorar os sistemas urbanos. Assim, tal indicador se mostra bastante relevante para o contexto brasileiro.

Enquanto alguns países e montadoras já planejam a eliminação de veículos movidos a combustão, como aponta Miragaya (2021), no Brasil, as discussões acerca do tema ainda são tímidas. Nem mesmo em pequenas regiões isoladas e de proteção ambiental, como em Fernando de Noronha, Pernambuco, conseguiu-se implementar a proibição de automóveis movidos a combustíveis de origem fóssil (MARINHO, 2021).

Portanto, ainda que tais veículos tenham muito potencial de melhorar as emissões de poluentes e diminuir o consumo de combustíveis fósseis, no Brasil, ainda são restritos à população com poder aquisitivo muito alto e políticas públicas para o incentivo à produção e consumo de tais automóveis precisam ser estudadas e implementadas com urgência.

4.2.12 Porcentagem de linhas de transporte público equipadas com um sistema baseado em TIC em tempo real

Informações em tempo real sobre as linhas de transporte coletivo, de acordo com Afnor (2017), ao serem compartilhadas com a população, podem ajudar as pessoas a evitar congestionamentos, reduzir o tempo de espera nas paradas de transporte público e conseqüentemente, reduzir o tempo das viagens. Além disso, alertas em tempo real podem manter os cidadãos bem informados sobre o que está acontecendo com as linhas de transporte público das cidades. Desse modo, esse

indicador se mostra relevante para um sistema de transporte público de uma cidade inteligente.

Fórmula de cálculo:

$$i_{12} = \frac{N^{\circ} \text{ de linhas de transporte público equipadas com um sistema em tempo real baseado em TIC}}{N^{\circ} \text{ total de linhas de transporte público}} * 100 \quad (12)$$

Espera-se que tais dados sejam disponibilizados pelos departamentos que supervisionem o transporte público e/ou monitorem o tráfego da cidade.

Como concorda a maioria dos autores acadêmicos, a aplicação das TICs nos sistemas urbanos é uma das principais características das cidades inteligentes (AFONSO *et al.*, 2015; BRANDÃO; JOIA, 2018; INMETRO, 2017; ORLOWSKI; ROMANOWSKA, 2019; PRZEYBILOVICZ; CUNHA; MEIRELLES, 2018). É possível considerar que o presente indicador seja o de maior índice nos municípios brasileiros, uma vez que é notório que grande parte das grandes e médias cidades brasileiras contam com algum tipo de sistema de monitoramento em tempo real para o transporte público. A região metropolitana de Goiânia, que engloba a cidade de Aparecida de Goiânia, por exemplo, conta com o aplicativo “*SiMRmtc*” que possui confiabilidade aceitável na previsão dos horários dos ônibus da região.

4.2.13 Porcentagem de ruas e vias urbanas cobertas por alertas e informações de trânsito on-line em tempo real

De acordo com Afnor (2017), a proeminência e o crescimento de ferramentas públicas conectadas podem criar uma cultura de compartilhamento de informações em tempo real, incluindo alertas e informações de trânsito. Tais dados podem ainda ser direcionados a partir da localização de cada usuário, e devem ser coletados através de sensores e/ou câmeras instaladas pelos departamentos de transporte responsáveis. A aplicação dessas tecnologias pode permitir com que as autoridades planejem com mais eficiência futuras políticas e ações, bem como com que os usuários viajem com maior eficácia pelas vias públicas da cidade.

Fórmula de cálculo:

$$i_{13} = \frac{\text{Km de ruas e vias cobertos por alertas de trânsito online em tempo real}}{\text{Total de km de ruas e vias}} \quad (13)$$

Espera-se que os departamentos ou instituições que gerenciem e disseminem informações relativas ao tráfego da localidade sejam capazes de fornecer os dados necessários.

Uma vez superada a aparente dificuldade inicial em se obter esses dados, esse, como o anterior, parece ser outro indicador que os municípios brasileiros têm o potencial de obter alguma performance relevante, uma vez que as principais vias das grandes e médias cidades brasileiras notoriamente contam com algum sistema de monitoramento à distância, seja por meio de radares eletrônicos para controle dos cruzamentos e da velocidade dos automóveis ou por câmeras de monitoramento. No entanto, não se espera o mesmo nível de vigilância para as regiões mais afastadas e periféricas das cidades brasileiras.

4.2.14 Porcentagem de semáforos que são inteligentes

A tecnologia automotiva, de acordo com Afnor (2017), passou a adotar sistemas antimarcha-lenta, que podem funcionar com mais eficiência se puderem se comunicar com semáforos inteligentes para prever as mudanças, guardando o potencial de reduzir custos e emissões de poluentes. Além disso, os semáforos inteligentes também podem prever o caminho de equipes de emergências, reduzindo o tempo de resposta. Assim, esse indicador se configura como desejável em uma cidade que adote a mobilidade urbana inteligente.

Fórmula de cálculo:

$$i_{14} = \frac{N^{\circ} \text{ de semáforos inteligentes}}{N^{\circ} \text{ total de semáforos}} * 100 \quad (14)$$

Espera-se que os departamentos que supervisionam o transporte e os semáforos da localidade sejam capazes de fornecer os dados necessários.

Representando mais um indicador que evidencia a aplicação das TICs na mobilidade urbana, os semáforos inteligentes não se caracterizam como um avanço tecnológico recente. No entanto, a adoção de semáforos realmente inteligentes, que consideram o volume de automóveis em determinada via e não são simplesmente temporizados, ainda é muito tímida no Brasil, como aponta Lara (2021). Na cidade de São Paulo, por exemplo, dos 6.567 semáforos, apenas dez são, de fato, inteligentes.

Tal tecnologia, como destaca o estudo acadêmico de Amaral *et al.* (2017), tem o potencial de melhorar o fluxo de determinada via de 11% a 38%. No entanto, é preciso a concentração de verbas públicas e vontade política para um efetivo aumento da adoção da tecnologia em nosso país.

4.2.15 *Uso do transporte público*

O uso de transporte, como destaca Afnor (2017), se configura como um indicador chave para demonstrar a facilidade em se locomover por determinada cidade, por meio de outros modos de transporte que não sejam veículos particulares. Esse indicador também pode fornecer dados referentes às políticas de transporte e aos congestionamentos de trânsito.

Ainda segundo Afnor (2017), cidades com taxas mais altas de utilização de transporte coletivo tendem a investir mais em seus sistemas de transporte como um todo, além de serem geograficamente mais compactas. Ademais, a menor utilização de automóveis individuais pode contribuir para uma cidade mais acessível, verde e saudável. Ao passo em que caminhar e andar de bicicleta são modos alternativos de transporte para curtas distâncias, as linhas de transporte público se fazem necessárias para deslocamentos mais longas.

Fórmula de cálculo:

$$i_{15} = \frac{N^{\circ} \text{ total anual de viagens de transporte público}}{\text{População Total}} \quad (15)$$

Observação: as viagens de transporte devem incluir todas as viagens realizadas por meio de quaisquer serviços de transporte público ofertados na cidade. Destaca-se que, em regiões metropolitanas que englobam mais de uma municipalidade, as cidades devem calcular apenas o número de viagens originadas dentro do perímetro da própria cidade.

Espera-se que pesquisas oficiais de transporte, sistemas de controle de receita (por exemplo, número de passagens vendidas) e/ou censos locais ou nacionais sejam capazes de disponibilizar os dados necessários para o cálculo desse indicador.

Como já foi destacado, o transporte coletivo se sobressai sobre os demais meios de transporte por ser capaz de levar mais pessoas utilizando menos espaço

nas vias públicas (UN-ILIBRARY, 2018). No entanto, pelas características de infraestrutura e históricas em nosso país, esse meio de locomoção foi preterido no planejamento urbano (VAREJÃO NETO, 2017) e ainda é visto como utilizado quase que exclusivamente pela população de menor renda no Brasil. Assim, há muito espaço para ação, tanto do setor público quanto do privado, para a implementação de planos e políticas que aumentem a qualidade desse transporte e aumente sua eficácia e atratividade para a população em geral.

Findada a exposição resultante da coleta e processamento dos dados provenientes da aplicação dos passos metodológicos, procedeu-se então com uma contextualização da temática e dos indicadores selecionados ao estudo de caso pertinente a essa pesquisa, ou seja, o município de Aparecida de Goiânia, como se descreverá no próximo tópico.

5 ESTUDO DE CASO: A CIDADE DE APARECIDA DE GOIÂNIA

Em atenção ao segundo objetivo geral dessa pesquisa, de avaliar as ações de mobilidade inteligente na cidade de Aparecida de Goiânia a partir dos indicadores finalísticos selecionados, observou-se a necessidade de incluir o presente capítulo de estudo de caso. Dessa forma, espera-se que ele auxilie na busca pela resposta da pergunta de pesquisa de como as ações de mobilidade urbana inteligente declaradas pela gestão da cidade de Aparecida de Goiânia podem ser avaliadas por indicadores.

A cidade se situa na Região Metropolitana de Goiânia, também conhecida como a Grande Goiânia, é uma conurbação de 19 cidades ao redor da capital do estado de Goiás, Goiânia.

Fundada em 1922, Aparecida de Goiânia se constitui como a segunda maior cidade do estado em número de habitantes, com a estimativa em 2020 de 590.146 moradores (IBGE, 2020a), o que representa cerca de 22,58% do total da população da região metropolitana de Goiânia, estimada em 2.613.491 habitantes no ano de 2019. Com um PIB de mais de 13,265 bilhões em 2018 (IBGE, 2020b), o município se configura como a terceira maior economia goiana, e um dos principais centros industriais do estado.

A partir do ano de 1984, a cidade passou a compor o Sistema Integrado de Transporte Urbano de Goiânia (Transurb) (GOIÁS, 1984) e atualmente, encontra-se conurbada a Goiânia.

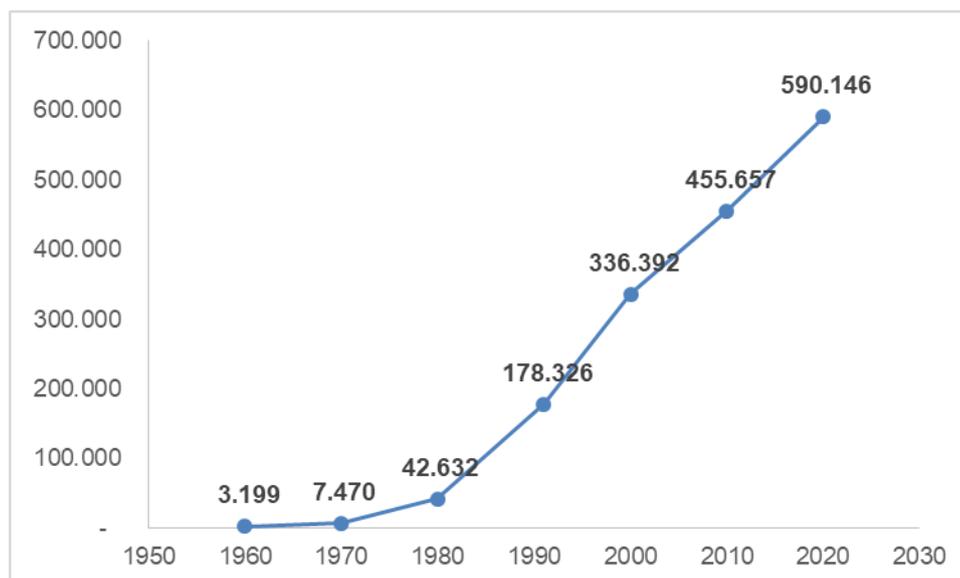
Quanto às características regionais de transporte e locomoção, verifica-se que, como na maior parte das grandes cidades brasileiras, há a priorização da locomoção pela malha viária. É possível verificar o fenômeno através da análise dos planos diretores de Goiânia. Os documentos confirmam que a locomoção por meio de vias públicas vem sendo historicamente priorizada nos planos ao longo do tempo. Somente a partir do último plano diretor, de 2007, é que se percebem abordagens sobre pedestres, ciclovias, acessibilidade e alguma priorização para o transporte público (KNEIB, 2012). Ainda sobre a pesquisa de Kneib (2012), destacam-se sete diretrizes para a melhoria da mobilidade no contexto da Região Metropolitana de Goiânia: (1) melhorar o transporte coletivo a partir da implantação de corredores preferenciais; (2) priorizar o pedestre; (3) garantir infraestrutura para

os ciclistas; (4) regular os estacionamentos; (5) melhorar o trânsito; (6) implantar projetos estruturantes para o transporte coletivo; e (7) planejar a mobilidade urbana.

O Plano Diretor da cidade de Aparecida de Goiânia, atualizado pela última vez em dezembro de 2016, a partir da Lei Complementar n.º 124 (APARECIDA, 2016) conta com os artigos 61 e 62, que compõem o Capítulo III, dedicado exclusivamente à mobilidade. Apesar de não mencionar especificamente o termo mobilidade urbana inteligente, o documento cita alguns aspectos alinhados aos objetivos da MUI, como por exemplo: “ampliar e priorizar investimentos na diversidade de ”, e “priorizar o transporte coletivo sobre o individual”; “incentivar tecnologias de baixo impacto ambiental”.

Já quanto ao Plano de Mobilidade Urbana de Aparecida de Goiânia, é possível encontrar algumas citações ao documento na área de notícias do portal da prefeitura municipal (FREITAS, 2019a) e na imprensa (CRISTINA, 2019). No entanto, até a finalização da elaboração dessa pesquisa, em janeiro de 2022, não foi possível encontrar, por meio de pesquisas na internet, um documento oficialmente aprovado referente ao PMU municipal. Além disso, em consulta a uma planilha eletrônica (BRASIL, 2020) atualizada em janeiro de 2020, elaborada pela Secretaria Nacional de Mobilidade e Serviços Urbanos, do Ministério do Desenvolvimento Regional brasileiro, afirma-se que Aparecida de Goiânia não possui um PMU. Para o estado de Goiás, constam apenas três municípios com um PMU oficial: Abadia de Goiás, Bela Vista de Goiás, Goianésia e Inhumas.

Como toda cidade brasileira e mesmo mundial, Aparecida de Goiânia enfrenta diversos desafios, das mais variadas naturezas. Em uma abrangente reportagem, Dias (2016) destaca que, dos anos de 1980 a 2015, a população de Aparecida de Goiânia aumentou mais de 12 vezes, como ilustra a Figura 4, baseada em informações do Censo Demográfico de 1950 a 2010 do IBGE.

Figura 4 – Evolução Populacional de 1960 a 2020 de Aparecida de Goiânia

Fonte: Autor, 2022.

Tal expansão acelerada naturalmente não foi adequadamente acompanhada pelo planejamento urbano. Só entre os anos de 1970 e 1975 foi possível registrar 40 loteamentos em diferentes zonas do município (DIAS, 2016). Desse modo, a cidade passou, no decorrer dos anos, a ser indevidamente caracterizada por vários aglomerados urbanos diferentes, cercados por vazios por todos os lados.

Assim, o sistema de transporte coletivo se tornou de maior complexidade e os tempos de deslocamento aumentaram, por exemplo. As últimas administrações públicas locais se tornaram notórias pela eficiência em atacar alguns desses desafios. No entanto, dada a complexidade dos problemas, ainda há bastante espaço para a implementação de novas políticas públicas que garantam a continuidade da evolução percebida no município na última década (DIAS, 2016).

5.1 Principais ações no contexto das Cidades Inteligentes

No âmbito das iniciativas de cidades inteligentes, verifica-se que, em Aparecida de Goiânia, há notícias da intenção de o poder executivo local implementar iniciativas de CIs a partir do ano de 2013, quando o prefeito local era Maguito Vilela (filhado ao Movimento Democrático Brasileiro – MDB), eleito em 2008 e reeleito em 2012. (APARECIDA, 2017b). Em 2016, o prefeito eleito foi Gustavo Mendanha Melo, também pelo MDB. Dessa forma, faz-se relevante destacar a

continuidade e alinhamento percebidos nas políticas públicas da administração local, desde o ano de 2009, quando se iniciou o mandato de Vilela. No final de 2016, prestes a assumir a prefeitura, Mendanha também deixou clara sua intenção de realizar investimentos para fazer de Aparecida uma CI (G1, 2016).

Dentre as iniciativas em CI, destaca-se a inauguração, em 13 de agosto de 2020, do Centro de Inteligência Tecnológica (CIT), cuja sala principal de monitoramento pode ser visualizada na Figura 5.

Figura 5 – Sala de videomonitoramento do CIT de Aparecida de Goiânia



Fonte: APARECIDA, 2020.

Para consecução do projeto do CIT, foi instalada uma malha de fibra ótica de cerca de 500km, que conecta mais de 200 pontos de serviços públicos, como escolas, postos de saúde e secretarias municipais. Além disso, também foram adquiridas e instaladas, em diversas regiões da cidade, mais de 200 câmeras que capturam imagens em alta resolução através de lentes que se movimentam em 360 graus, como visto na Figura 6, abaixo.

Figura 6 – Modelo de câmera de videomonitoramento de Ap. de Goiânia



Fonte: APARECIDA, 2020.

Para o processamento e análise dos dados, o CIT possui uma central de dados com capacidade de 7.600 terabytes, como ilustra a Figura 7, além de softwares específicos e salas de videomonitoramento. Dessa forma, o projeto viabiliza principalmente ações no âmbito da segurança pública, mas também pretende fomentar a conectividade entre todos os setores da administração pública e a sociedade. Nas próximas fases do projeto, está prevista a expansão da cobertura da rede de fibra ótica para 700km, e a instalação de mais 450 câmeras de videomonitoramento, alcançando um montante de R\$ 56 milhões em investimentos totais (APARECIDA, 2020).

Figura 7 – Central de dados da CIT de Aparecida de Goiânia



Fonte: APARECIDA, 2020.

Também ganhou destaque a inauguração, em outubro de 2019, da nova sede da prefeitura de Aparecida, conhecida como Cidade Administrativa, onde foi implementado um projeto de eficiência energética que, com o emprego de energia solar e sistemas integrados de informação, gera uma economia anual estimada em R\$ 2 milhões (PORTAL SOLAR, 2020). As luminárias solares utilizadas no projeto podem ser visualizadas na Figura 8, a seguir.

Figura 8 – Luminária solar na Cidade Administrativa de Aparecida de Goiânia



Fonte: PORTAL SOLAR, 2020.

Como apontam Przeybilovicz, Cunha e Meirelles (2018), o emprego de TIC pode impactar positivamente o potencial econômico de determinada região, fomentando a competitividade, gerando novas oportunidades de negócios inovadores beneficiando o potencial econômico das municipalidades que alcancem o status de uma cidade inteligente.

Nesse contexto, é possível perceber que o município de Aparecida de Goiânia tem empregado recursos financeiros e de pessoal para implementar iniciativas em CI. No entanto, tais iniciativas concentram-se principalmente no eixo de Cidade Digital, com algumas ramificações no eixo de Cidade do Conhecimento, em atenção à pesquisa de Benevolo, Dameri e D'Auria (2016). Ainda que a iniciativa energética possa se enquadrar no eixo de Cidade Verde, percebe-se que há um potencial latente para investimentos nessa área, como em projetos que envolvem a mobilidade urbana inteligente, por exemplo.

Percebe-se ainda que a maior parte das ações de cidades inteligentes adotadas por Aparecida de Goiânia concentram-se no escopo das Cidades Digitais, que tentam ampliar a infraestrutura tecnológica, desafio para grande número de cidades brasileiras, como verificaram Przeybilovicz, Cunha e Meirelles (2018).

Dessa forma, a ampliação das ações no escopo da MUI fica dependente do avanço da infraestrutura com o emprego de TIC.

5.2 Análise dos indicadores selecionados em Aparecida De Goiânia

Para a apuração dos indicadores finalísticos no contexto de Aparecida de Goiânia, fez-se necessário o levantamento do valor das variáveis correspondentes contidas nas fórmulas de cálculo descritas na sessão anterior e que foram resumidas no Quadro 6, apresentado a seguir.

Como é possível verificar analisando as informações do Quadro 6, existem dados de diversas naturezas e que, portanto, são de competência de diversos setores públicos diferentes, desde secretarias municipais como a de Planejamento e Regulação Urbana, Meio Ambiente e Sustentabilidade, Segurança Pública, Administração e até mesmo o Detran estadual.

A priori, tentou-se obter os dados a partir do Serviço Eletrônico de Informação ao Cidadão, e-SIC, que está disponível no portal de transparência de Aparecida de Goiânia. Foram registradas duas solicitações de informações, a primeira, em 16 de setembro de 2021, sob número de registro 1482, e a segunda, número de registro 1517, em 06 de novembro de 2021. Porém, ambas as solicitações permaneceram sem resposta até o término da elaboração dessa pesquisa, em janeiro de 2022.

Em seguida, foram realizadas diversas tentativas de contato com os órgãos responsáveis durante o período final de apuração dos dados, em janeiro de 2022, porém todas mostraram-se infrutíferas. Muito provavelmente esse processo pode ter sido impactado pelos períodos de recesso de muitos dos servidores públicos e também pela nova onda de contágios e isolamentos causados pela variante Ômicron do Coronavírus. Assim, restou impossível apurar os valores das variáveis de número: 4, 5, 6, 7, 9, 12, 14, 15 e 23, inviabilizando a disponibilidade de alguns dos indicadores para o contexto de Aparecida de Goiânia no momento.

Em relação às variáveis 1, 21 e 22, que abordam as despesas municipais, foi possível utilizar dados provenientes do Anexo 2 – Demonstrativo da Execução das Despesas por Função/Subfunção do RREO do município, disponível no portal de transparência municipal.

Quadro 6 – Variáveis dos indicadores selecionados, por ordem alfabética

Seq.	Variável	Indicador Correspondente
1	Despesas anuais totais do município para a transição para uma cidade inteligente	i_1
2	Km de ciclovias e ciclofaixas existentes antes do projeto	i_9
3	Km de ciclovias e ciclofaixas existentes hoje	i_8, i_9
4	Km de ruas e vias cobertos por alertas de trânsito online em tempo real	i_{13}
5	m ² de espaço verde acessível a 500m	i_4
6	m ² de espaço verde acessível a 500m antes do projeto	i_4
7	Nº de faixas de pedestres equipadas com sinais acessíveis de pedestres	i_5
8	Nº de fatalidades relacionadas a qualquer tipo de transporte	i_7
9	Nº de habitantes com parada de transporte disponível a menos de 500m de distância	i_6
10	Nº de linhas de transporte público equipadas com um sistema em tempo real baseado em TIC	i_{12}
11	Nº de semáforos inteligentes	i_{14}
12	Nº total anual de viagens de transporte público	i_{15}
13	Nº total de bicicletas disponíveis em serviços de compartilhamento	i_{10}
14	Nº total de estações de monitoramento em tempo real da qualidade do ar baseadas em TIC	i_3
15	Nº total de faixas de pedestres	i_5
16	Nº total de linhas de transporte público	i_{12}
17	Nº total de semáforos	i_{14}
18	Nº total de veículos de baixa emissão registrados e aprovados	i_{11}
19	Nº total de veículos registrados	i_{11}
20	População Total	$i_1, i_3, i_6, i_7, i_8, i_{10}, i_{15}$
21	R\$ total do orçamento municipal anual gasto em inovações e iniciativas de cidades inteligentes	i_2
22	R\$ total do orçamento municipal anual	i_2
23	Total de km de ruas e vias	i_{13}

Fonte: Autor, 2022.

Os dados sobre ciclovias e ciclofaixas em Aparecida de Goiânia, correspondentes às variáveis 2 e 3, não foram encontrados de maneira oficial. No entanto, notícia do ano de 2017 disponível no Portal da Prefeitura, afirma que 35 quilômetros de ciclofaixas estão contemplados no Projeto de Mobilidade Urbana de

Aparecida (APARECIDA, 2017c). A partir de notícias relacionadas (APARECIDA, 2019), apura-se que foram executados ou estão em execução um total de 17km de ciclovias e ciclofaixas no município (FREITAS, 2019b). Paralelamente, não há conhecimento sobre a existência de serviço de compartilhamento em Aparecida de Goiânia, o que engloba a variável 13. Curiosamente, Goiânia, cidade vizinha e capital do estado, contava com o serviço de compartilhamento e era considerado de bom desempenho, porém o mesmo encontra-se descontinuado ao passo em que não se renovou a licitação do serviço, como apontou Abreu (2017).

O valor da variável 8 – número de fatalidades relacionadas a qualquer tipo de transporte, foi apurado a partir dos dados do portal de Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito, do Ministério da Infraestrutura. Já os dados das variáveis 18 (número total de veículos de baixa emissão registrados e aprovados) e 19 (número total de veículos registrados) foram extraídos do portal estadual de transparência e estatísticas *Detran Inside* do Departamento de Trânsito Estadual.

Quanto ao número de linhas de transporte público equipadas com um sistema em tempo real baseado em TIC (variável 16), levando-se em consideração o aplicativo “*SiMRmtc*”, que atende toda a região metropolitana da capital goiana e fornece satisfatório acompanhamento em tempo real da localização das linhas de transporte coletivo, considerou-se que é total a abrangência da cobertura em relação ao número de linhas de transporte disponíveis.

Por sua vez, o valor das variáveis 11 e 17, relacionadas ao número de semáforos da cidade, foi apurado a partir de planilha eletrônica disponibilizada pela Coordenação Semafórica da Secretaria de Mobilidade e Trânsito municipal, fonte bem-vinda, uma vez que não foi possível localizar outra fonte oficial para os dados.

Por sua vez, as informações sobre o número de habitantes do município, variável 20, foram apurados a partir das projeções para a população realizadas pelo IBGE.

Nessa perspectiva, verifica-se que, como mostra a Tabela 1, apenas foi possível calcular oito dos 15 indicadores selecionados (53,33%).

Tabela 1 – Valores dos indicadores selecionados para Ap. de Goiânia

Nº	Categoria	Título do Indicador	Disponibilidade do Indicador	Valor Apurado			Fonte
				2018	2019	2020	
01	Finanças	Gastos do município para a transição para uma cidade inteligente	Disponível	56,0168	172,0749	184,7047	Anexo 2 do RREO
02	Governança	Porcentagem do orçamento municipal gasto em inovações e iniciativas de cidades inteligentes por ano	Disponível	2,5802	7,3277	7,0586	Anexo 2 do RREO
03	Meio Ambiente	Número de estações de monitoramento da qualidade do ar baseadas em TIC em tempo real por 100.000 habitantes	Indisponível	-	-	-	-
04	Social	Maior acesso a espaços verdes	Indisponível	-	-	-	-
05	Social	Porcentagem de faixas de pedestres marcadas, equipadas com sinais de pedestres acessíveis	Indisponível	-	-	-	-
06	Transporte	Acesso ao transporte público	Indisponível	-	-	-	-
07	Transporte	Acidentes de trânsito	Disponível	13,6227	9,5126	9,9975	Ministério da Infraestrutura
08	Transporte	Comprimento da rede de rotas de bicicleta	Disponível	0,0000	0,0000	2,8806	FREITAS, 2019b
09	Transporte	Estender a rede de ciclovias	Disponível	0,0000	0,0000	0,0000	FREITAS, 2019b
10	Transporte	Número de bicicletas disponíveis por meio de serviços de compartilhamento de bicicletas por 100.000 habitantes	Disponível	0,0000	0,0000	0,0000	FREITAS, 2019b
11	Transporte	Percentual de veículos registrados na cidade que são veículos de baixa emissão	Disponível	0,1594	0,1554	0,1655	Detran GO Inside
12	Transporte	Porcentagem de linhas de transporte público equipadas com um sistema baseado em TIC em tempo real	Indisponível	-	-	-	-
13	Transporte	Porcentagem de ruas e vias urbanas cobertas por alertas e informações de trânsito on-line em tempo real	Indisponível	-	-	-	-
14	Transporte	Porcentagem de semáforos que são inteligentes	Disponível	0,0000	0,0000	20,0000	Detran GO Inside
15	Transporte	Uso do transporte público	Indisponível	-	-	-	-

Fonte: Autor, 2022.

Ainda observando a Tabela 1, percebe-se que dois (09 e 10) dos três indicadores relacionados ao ciclismo encontram-se zerados. Apenas o indicador de n.º 08, estender a rede de ciclovias, possui um índice de 2,88 quilômetros para cada 100.000 habitantes do município. Ainda que não haja uma base comparativa consolidada, é evidente que a rede de ciclovias e ciclofaixas do município grande potencial para crescimento, o que pode impactar muito positivamente o sistema de mobilidade municipal, tendo-se em vista que o ciclismo é o meio de transporte mais eficiente em termos energéticos pelas distâncias percorridas para o ser humano (INMETRO, 2017).

Como apontou Abreu (2017), houve experiências bem-sucedidas de compartilhamento de bicicletas na região metropolitana da capital, portanto, pode-se inferir que um sistema similar e integrado para Aparecida de Goiânia tem indicadores positivos para potencial sucesso.

Quanto aos gastos municipais para a transição para uma cidade inteligente (indicadores de governança de números 01 e 02), faz-se relevante salientar que não existe uma função ou subfunção de despesa que identifique especificamente os investimentos nas ações no escopo das cidades inteligentes. Desse modo, para calcular o indicador, consideramos o valor das despesas empenhadas da função Urbanismo, no escopo do Anexo 2 do RREO do município. Nesse sentido, salta aos olhos que o indicador tenha triplicado dos anos de 2018 para 2019, e mantido o mesmo patamar em 2020, ainda com ligeiro aumento de 7,34% no índice. Isso pode indicar que os gestores públicos de Aparecida de Goiânia realmente vêm realizando esforços financeiros em investimentos com o planejamento urbano municipal.

De mesmo modo, do ano de 2018 para 2019, percebe-se uma redução de cerca de 30,17% no índice de fatalidades ligadas a acidentes de trânsito (indicador de número 07). Tal resultado também pode indicar melhorias realizadas na MUI do município. Analisando o ano seguinte, de 2020, percebe-se que o indicador permanece virtualmente estável, com ligeira alta de 5,10%. Interessante destacar ainda que o período analisado, de 2018 a 2020, não engloba o período de isolamento social imposto pela pandemia mundial de Covid-19.

Por sua vez, quanto ao índice de veículos de baixa emissão (indicador de número 11), verifica-se que existem hoje em Aparecida de Goiânia, cerca de 0,165 veículos de baixa emissão para cada 100 veículos comuns. Ainda que não tenhamos base comparativa segura, é perceptível que tal número é bastante

reduzido. Dado o cenário brasileiro, onde os transportes são grandes responsáveis pelas emissões de dióxido de carbono, com um índice de até 45% (SEEG, 2018), valor de até o dobro do percebido em outros países (THE WORLD BANK, 2014), parece imperativo que o poder público e a iniciativa privada invistam em soluções para avançar o país nessa matéria.

Quanto a esse indicador, interessante destacar ainda que, de acordo com as estatísticas disponibilizadas no portal de transparências do DETRAN/GO, mais de 90% do número de veículos de baixa emissão computados se caracterizam com propulsão híbrida, combinando combustíveis de origem tradicional (etanol e/ou gasolina) e o gás natural. Quanto à tecnologia mais atual, de carros totalmente elétricos ou híbridos que combinam combustíveis tradicionais com propulsão elétrica, o quantitativo registrado em Aparecida de Goiânia de apenas 46 veículos, representou, em 2020, apenas 9,02% do total de 510 veículos considerados de baixa emissão. Fica claro que ainda há um longo caminho a ser percorrido nessa área.

Por fim, destaca-se que segundo informações da Coordenação Semafórica da Secretaria de Mobilidade e Trânsito municipal, do total de 65 semáforos instalados na cidade, 13 deles (20,00%) são inteligentes. Interessante ressaltar que não fica claro, a partir das informações obtidas, se a automação nesses semáforos inteligentes corresponde à que considera dinamicamente o número de veículos em trânsito na via pública, modelo mais ideal e tecnologicamente atualizado, como indica a pesquisa Amaral *et al.* (2017). No entanto, levando-se em conta que Lara (2021) aponta que a adoção desse tipo de tecnologia ainda é estranha à maioria dos cruzamentos brasileiros, e conhecendo a realidade do contexto regional, podemos presumir que se tratam dos semáforos sincronizados exclusivamente quanto ao tempo de abertura ou fechamento. Assim, também se pode concluir que ainda que o poder público esteja agindo para modernizar a mobilidade local, há espaços para melhorias.

Feitas as considerações sobre a contextualização dos indicadores finalísticos das ações de MUI para o município de Aparecida de Goiânia, passamos, no próximo capítulo, a explicitar as considerações finais do estudo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao observar as definições contidas no capítulo 2, quando se empreendeu uma revisão dos principais conceitos inerentes à pesquisa, verifica-se que os maiores desafios enfrentados atualmente nos grandes centros urbanos são abordados pelas metas das iniciativas de cidades inteligentes incluindo os seis objetivos da MUI (BENEVOLO; DAMERI; D'AURIA, 2016). Após a execução dos métodos delineados no capítulo 3, serão apresentados nos subtópicos a seguir, os principais resultados verificados no escopo dessa pesquisa.

6.1 Revisão de conceitos fundamentais

Da análise do capítulo 1, faz-se relevante destacar que, em relação ao termo “cidade inteligente”, apesar de ainda inexistir um conceito uniformemente aceito no meio acadêmico, Cugurullo (2018) afirma que existe concordância entre os diferentes autores de que as soluções em CIs abrangem aspectos de melhoria da qualidade de vida e infraestrutura das cidades através do emprego de ferramentas apoiadas em TICs. Os autores Benevolo, Dameri e D'Auria (2016) vão um pouco além e apontam que as diferentes visões sobre CIs podem ser agrupadas em três correntes distintas, a saber: (1) Cidade Digital, (2) Cidade Verde, e (3) Cidade do Conhecimento.

Nesse contexto, ainda que não se tenha pretendido nesse estudo esgotar a análise dos diversos conceitos trazidos pelos autores acadêmicos, fez-se relevante adotar um conceito de CI que se mostrasse claro e ao mesmo tempo abrangente, abarcando os variados fenômenos que vêm discutidos nessa temática. Assim, damos como suficiente e adequado o conceito abrangido no documento de referência: *Ambiente de Demonstração de Tecnologias para Cidades Inteligentes*, de dezembro de 2017, segundo o qual a Cidade Inteligente é

[...] aquela que, por meio da absorção de soluções inovadoras, especialmente ligadas às TICs, ao movimento da IoT e ao fenômeno do Big Data, otimiza o atendimento às suas demandas públicas (as quais variam de acordo com a Cidade em estudo), aproximando-se, tanto quanto possível, do estágio tecnológico da humanidade (INMETRO, 2017. p. 10).

Atualmente, as iniciativas de CIs se espalham pelo Brasil e pelo mundo, com diferentes níveis de efetividade e continuidade. Dentre as soluções empregadas, destacam-se projetos que envolvem a mobilidade urbana inteligente, uma das vertentes mais proeminentes das CIs. Apesar de também não possuir um conceito único, Chun e Lee (2015) afirmam que a MUI pode ser entendida como um serviço de tráfego inteligente apoiado na utilização de TICs. Além disso, Benevolo, Dameri e D'Auria (2016) apontam ainda que os seis principais objetivos da MUI são: (1) reduzir a poluição; (2) reduzir o congestionamento do tráfego; (3) aumentar a segurança das pessoas; (4) reduzir a poluição sonora; (5) melhorar a velocidade do deslocamento; e (6) reduzir os custos de deslocamento.

Aplicou-se, nessa pesquisa, o mesmo tratamento dado ao conceito de Cidade Inteligente ao conceito de MUI. Assim, considera-se suficientemente clara e abrangente a definição trazida por Battarra *et al.* (2018), configurando a mobilidade urbana inteligente como um sistema de rede caracterizado principalmente por conexões, físicas e digitais, moldado para satisfazer as necessidades dos habitantes, com o uso de tecnologias adequadas para melhorar o desempenho e a atratividade do sistema de mobilidade; bem como sua sustentabilidade, reduzindo a necessidade por viagens e, conseqüentemente, reduzindo o consumo de energia e as emissões de carbono

Martins e Taco (2020) afirmam que dentre as principais iniciativas em MUI destacam-se a utilização de combustíveis ecológicos e novos sistemas de propulsão (como os motores elétricos), os serviços de compartilhamento de bicicletas e patinetes elétricos e a utilização de TIC para concentrar dados e informações que possam melhorar o fluxo do tráfego urbano.

No contexto brasileiro, há dificuldades de elaboração de políticas públicas unificadas para todo o território nacional, dadas as dimensões continentais e o alto nível de diferenciação entre as regiões e municípios. Dessa forma, o poder público local representa uma peça chave para o sucesso de projetos no contexto das CIs.

Além disso, Varejão Neto (2017) destaca que o acelerado crescimento da frota de veículos no Brasil a partir da consolidação da indústria automobilística no país na década de 1960, aliado à limitação de acesso inicial a esses bens a grupos sociais com maior influência e poder aquisitivo, ocasionou com que as políticas de transporte fossem gradativamente moldadas para o uso dos veículos particulares, em detrimento do transporte público e outros meios mais eficientes, como o

metroferroviário e ciclovário. Isso, aliado a outros fatores, resulta nos caóticos congestionamentos de trânsito percebidos nas metrópoles brasileiras atualmente.

6.2 Revisão sistemática para identificação de indicadores

A partir da revisão sistemática para a seleção de indicadores finalísticos apropriados aos objetivos da pesquisa, obteve-se um sistema final contendo 15 indicadores, como ilustra o Quadro 5.

Quadro 7 – Seleção final dos indicadores

Seq.	Categoria	Título do Indicador	Fonte
01	Finanças	Gastos do município para a transição para uma cidade inteligente	CityKEYS
02	Governança	Porcentagem do orçamento municipal gasto em inovações e iniciativas de cidades inteligentes por ano	ISO 37122
03	Meio Ambiente	Número de estações de monitoramento da qualidade do ar baseadas em TIC em tempo real por 100.000 habitantes	ISO 37122
04	Social	Maior acesso a espaços verdes	CityKEYS
05	Social	Porcentagem de faixas de pedestres equipadas com sinais acessíveis de pedestres	ISO 37122
06	Transporte	Acesso ao transporte público	CityKEYS
07	Transporte	Acidentes de trânsito	CityKEYS
08	Transporte	Comprimento da rede de rotas de bicicleta	CityKEYS
09	Transporte	Estender a rede de ciclovias	CityKEYS
10	Transporte	Número de bicicletas disponíveis por meio de serviços de compartilhamento de bicicletas por 100.000 habitantes	ISO 37122
11	Transporte	Percentual de veículos registrados na cidade que são veículos de baixa emissão	ISO 37122
12	Transporte	Porcentagem de linhas de transporte público equipadas com um sistema baseado em TIC em tempo real	ISO 37122
13	Transporte	Porcentagem de ruas e vias urbanas cobertas por alertas e informações de trânsito on-line em tempo real	ISO 37122
14	Transporte	Porcentagem de semáforos que são inteligentes	ISO 37122
15	Transporte	Uso do transporte público	ISO 37122

Fonte: Autor, 2022.

Os dois primeiros indicadores, que abordam as finanças e a governança municipal, possuem relevância estratégica muito alta, uma vez que sem um forte patrocínio da administração pública, dificilmente as iniciativas de mobilidade urbana

inteligente terão sucesso. Assim, espera-se que o poder público invista tanto na infraestrutura inteligente, quanto em publicidade para divulgar a importância das iniciativas para a sensibilização e mobilização da população e mercado privado da localidade.

Por outro lado, mas igualmente relevantes, apresentam-se os indicadores relacionados ao transporte coletivo, ao passo em que o acesso a ele se configura como um grande desafio para as grandes e médias cidades brasileiras. Ademais, claramente representam um meio de transporte com alto potencial de impacto no sistema de mobilidade urbana (UN-ILIBRARY, 2018), em especial no contexto brasileiro de valorização histórica do transporte individual.

De mesmo modo, a pesquisa considera extremamente importantes os indicadores relacionados ao meio de transporte cicloviário, em especial para as cidades com características de relevo sem aclives intensos, como é o caso de Aparecida de Goiânia e região. Martins e Taco (2020) afirmam que as iniciativas em meios de transporte alternativos, como as bicicletas, são uma das principais soluções para a MUI. Além disso, estudos científicos já revelaram que a locomoção por meio de bicicletas seria a mais eficiente para o ser humano, levando-se em consideração as distâncias percorridas versus a energia consumida no processo (INMETRO, 2017).

Pode-se considerar que o índice contendo os 15 indicadores selecionados mostrados no Quadro 5 cumprem o papel de atender o objetivo geral dessa pesquisa, de identificar os indicadores que permitam avaliar as ações e os seus impactos de mobilidade no município de Aparecida de Goiânia; bem como o primeiro objetivo específico.

Em atendimento ao segundo objetivo específico, serão explicitados no próximo subtópico as considerações finais sobre o estudo de caso de Aparecida de Goiânia.

6.3 Estudo de caso sobre a cidade de Aparecida de Goiânia

Aparecida de Goiânia é o segundo maior município da região metropolitana da Grande e Goiânia depois da capital cuja população estimada para 2020 foi de 590.146 habitantes, cerca de 22,58% do total da população da região metropolitana

de Goiânia, estimada em 2.613.491 habitantes no ano de 2019. Como a maioria das cidades brasileiras, Aparecida de Goiânia enfrenta diversos desafios, das mais variadas naturezas. Dias (2016) destacou que, dos anos de 1980 a 2015, a população de Aparecida de Goiânia aumentou mais de 12 vezes, tal expansão acelerada naturalmente não foi adequadamente acompanhada pelo planejamento urbano.

A partir dessa expansão desordenada, a cidade passou a ser espaçada, ou seja, indevidamente caracterizada por vários aglomerados urbanos cercados por vazios por todos os lados. Assim, problemas de diversas naturezas, incluindo os de mobilidade urbana, cresceram no decorrer dos anos.

Esse crescimento desordenado trouxe diversos tipos de problemas. Na tentativa de mitigá-los, foi possível perceber que o poder público responsável por Aparecida de Goiânia intencionou adotar iniciativas de CIs desde 2013. Nesse contexto, apurou-se que os projetos se concentraram em soluções tidas como das Cidades Digitais, como a implementação de redes de fibra ótica para conectar cidadãos e serviços públicos; videomonitoramento para melhoria na segurança pública e no trânsito; e soluções de eficiência energética, com geração de energia solar. Nesse sentido, corrobora-se a percepção de Alves, Dias e Seixas (2019), que afirmam que no Brasil, predominam os projetos que envolvem o setor elétrico, como a modernização da iluminação pública para a economia de energia, quando se trata de iniciativas em CIs.

Provavelmente contribua para isso o fato de que, conforme resolução da ANEEL (2012), a partir do ano de 2000 as concessionárias de energia com operações no país ficaram obrigadas a investir anualmente em projetos de P&D no mínimo 0,75% de suas receitas líquidas de operação.

Dentre as iniciativas de CI já adotadas em Aparecida de Goiânia, destaca-se, portanto, a criação do Centro de Inteligência Tecnológica (CIT), que processa os dados fornecidos por uma malha de fibra ótica de cerca de 500km, que conecta mais de 200 pontos de serviços públicos, como escolas, postos de saúde e secretarias municipais. Além disso, também se encontram em funcionamento mais de 200 câmeras de alta resolução para o monitoramento de vias públicas que viabilizam ações no âmbito da segurança pública.

Quanto ao Plano Diretor de Aparecida de Goiânia (APARECIDA, 2016), considera-se que tenha explicitado metas alinhadas às da MUI, como por exemplo:

“ampliar e priorizar investimentos na diversidade de meios de transporte”, “priorizar o transporte coletivo sobre o individual”; e “incentivar tecnologias de baixo impacto ambiental”, é possível considerar que o documento é tímido ao abordar a temática, dada sua atualização recente, no ano de 2016, data em que, segundo a imprensa e o portal de notícias da prefeitura, a administração pública local já possuía, desde 2013, a intenção de adotar iniciativas de CIs (APARECIDA, 2017b). Por sua vez, quanto ao PMU de Aparecida de Goiânia, constatou-se que não foi possível ter acesso ao documento oficial através de consultas à internet até janeiro de 2022, data de conclusão da elaboração desse estudo. Caso fato exista, como sugerem notícias na mídia (CRISTINA, 2019) e na área de notícias do portal da prefeitura municipal (FREITAS, 2019a), faz-se necessário aumentar a transparência acerca de tal documento.

A análise da contextualização dos indicadores finalísticos das ações de MUI para o estudo de caso de Aparecida de Goiânia ajudou a corroborar essa percepção.

Foi possível encontrar indicadores muito positivos, com destaque para o sensível aumento, de mais de 300%, na aplicação de recursos públicos em urbanismo ao compararmos os anos de 2018 e 2019; e a sensível redução, de mais de 30%, no índice de fatalidades ligadas a acidentes de trânsito.

No entanto, alguns indicadores negativos chamam a atenção, como o baixo índice de veículos de baixa emissão, que apontou a existência de apenas 0,165 veículos mais eficientes para cada 100 veículos comuns. Quanto a esses números, interessante destacar ainda que se apurou um total de apenas 46 veículos com propulsão elétrica híbrida ou total, o que representa apenas 9,02% do total de 510 veículos registrados como de baixa emissão. Esse número, por sua vez, representa ínfimos 0,01% do total de 308.203 veículos registrados na cidade.

Além disso, os indicadores ligados ao ciclismo também não apresentaram boa performance, existindo apenas cerca de 17km de ciclovias ou ciclofaixas implementadas, segundo dados da imprensa local, não confirmados oficialmente (FREITAS, 2019b).

Assim, pode-se inferir que ainda existe muito espaço para o desenvolvimento de ações e políticas públicas para melhorar e inovar a MUI local. Nesse contexto, aponta-se que a resposta para a pergunta de pesquisa desse estudo, indica que sim, as ações de mobilidade urbana inteligente declaradas pela gestão da cidade

de Aparecida de Goiânia podem ser avaliadas por indicadores. Podemos ir além, afirmando que tais ações devem ser controladas e monitoradas, para que eventuais ajustes possam ser realizados e as melhores práticas implementadas com sucesso.

Para tal, deixamos como sugestão ao município de Aparecida de Goiânia que continuem empreendendo esforços para tornar a cidade mais inteligente, melhorando a transparência dos dados públicos, desde seu PMU, até a elaboração, acompanhamento e divulgação de indicadores ligados à temática, preferencialmente reunidos em um só repositório, de ampla divulgação e fácil acesso a toda a população, fortalecendo e valorizando assim os projetos empreendidos.

6.4 Conclusões

Como foi visto, no Brasil, os transportes são responsáveis por até 45% das taxas de emissão de dióxido de carbono (SEEG, 2018), o que chega a representar o dobro da média para o índice no restante do mundo (THE WORLD BANK, 2014).

Assim, o presente estudo apresenta-se relevante ao selecionar um índice de 15 indicadores finalísticos das ações de MUI capazes de avaliar as ações e os seus impactos na mobilidade do município de Aparecida de Goiânia. Conclui-se que o município empreendeu esforços para alcançar o status de cidade inteligente, principalmente no âmbito das cidades digitais e do conhecimento, a partir da instalação da infraestrutura de fibra ótica e monitoramento das vidas públicas, bem como o Centro de Inteligência dedicado ao tratamento dos dados coletados.

Dado este passo inicial, parece pertinente esperar que o município siga empreendendo esforços para suprir as lacunas existentes nas demais áreas da MUI no contexto das cidades inteligentes, impactando positivamente a qualidade de vida de seus habitantes. Assim, pode-se vislumbrar um cenário em que se priorize o avanço na proposição de iniciativas como:

- (1) expansão da rede de ciclovias e ciclofaixas;
- (2) campanhas educativas e de conscientização acerca dos benefícios à saúde e ao meio ambiente do ciclismo;
- (3) campanhas educativas e de conscientização para o respeito à segurança dos ciclistas a pedestres; e
- (4) estímulo à adoção de veículos de menor emissão de gases poluentes;

Assim, essas e outras soluções pertinentes, configuram sugestões que compõem a proposta de intervenção desta pesquisa para Aparecida de Goiânia, possivelmente também aplicável a outras municipalidades brasileiras com características semelhantes.

Ademais, a partir do aprofundamento obtido com esse trabalho, espera-se que futuras pesquisas continuem a exploração sobre a MUI no contexto da CI. Para citar algumas possibilidades, acreditamos que outras pesquisas possam ajudar a encontrar valores referenciais para os indicadores finalísticos apontados por esse estudo. Além disso, tais indicadores podem ser contextualizados para a realidade de outros municípios brasileiros e os resultados obtidos podem ser comparados.

No âmbito do estado de Goiás, poder-se-ia ainda realizar uma análise dos PMUs dos quatro municípios goianos que constam na planilha da Secretaria Nacional de Mobilidade e Serviços Urbanos (BRASIL, 2020) como possuidores do documento: Abadia de Goiás, Bela Vista de Goiás, Goianésia e Inhumas.

Além disso, também parece haver carência por estudos que apontem caminhos para a melhora da transparência dos dados públicos, ou mesmo proponham sistemas unificados para se avaliar as iniciativas em cidades inteligentes; ou que sugiram políticas públicas para incentivar o transporte ciclístico e a introdução massificada dos carros a propulsão elétrica no país.

Por fim, como limitação enfrentadas por essa pesquisa se destaca a escassez de dados públicos disponíveis sobre a temática, sendo ainda desejável que haja um incentivo do poder público para que as cidades brasileiras busquem atingir e divulgar melhores resultados quanto ao desenvolvimento inteligente nas áreas de urbanização e mobilidade.

REFERÊNCIAS

ABREU, V. Realidade em Goiânia há sete meses, serviço de compartilhamento de bicicletas chega a 60 mil viagens: na maior parte das vezes, bikes são usadas como meio de transporte. **O Popular**, Cidades, Goiânia, 18 de out. de 2017. Disponível em: <<https://opopular.com.br/noticias/cidades/realidade-em-goi%C3%A2nia-h%C3%A1-sete-meses-servi%C3%A7o-de-compartilhamento-de-bicicletas-chega-a-60-mil-viagens-1.1330762>>. Acesso em: 19 de dez. de 2021.

ABREU, V. Paço deixa verba parada enquanto ciclovias deterioram em Goiânia: Gestão Iris assinou convênio de R\$ 238 mil para revitalização de trechos cicloviários, mas recurso ainda não foi usado. **O Popular**, Cidades, Goiânia, 29 de jun. de 2021. Disponível em: <<https://opopular.com.br/noticias/cidades/pa%C3%A7o-deixa-verba-parada-enquanto-ciclovias-deterioram-em-goi%C3%A2nia-1.2276351>>. Acesso em: 19 de dez. de 2021.

AFNOR. ISO/CD 37122 Sustainable development in communities - Indicators for Smart Cities. **Association Française de Normalisation**, 2017.

AFONSO, R. A. *et al.* Brazilian smart cities: Using a maturity model to measure and compare inequality in cities. **ACM International Conference Proceeding Series**, v. 27, p. 230-238, mai. de 2015.

AGENDA 2030. Plataforma Agenda 2030, 2015. Disponível em: <<http://www.agenda2030.com.br>>. Acesso em: 11 de mai. de 2021.

ALVES, M. A.; DIAS, R. C.; SEIXAS, P. C. Smart Cities no Brasil e em Portugal: o estado da arte. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, p. 1–15, 2019.

AMARAL, M. A.; IGARASHI, M. O.; MELLO FILHO, L. V. F.; GABRIEL, J. C.; BELUZZO, B. G. Semáforos Inteligentes: uma Abordagem Alternativa. **2017 Brazilian Technology Symposium**, 2017. Disponível em: <<https://www.lcv.fee.unicamp.br/images/BTSym-17/Papers/76908.pdf>>. Acesso em: 10 de jan. de 2021.

ANEEL. Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica. **Agência Nacional de Energia Elétrica**, Brasília - DF, 2012.

APARECIDA. Lei Complementar n.º 124, de 14 de dez. de 2016. Institui o Plano Diretor (...) e dá outras providências. Aparecida de Goiânia, 15 de dez. de 2016. Disponível em: <https://www.aparecida.go.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/Lei_124.2016_Plano_Diretor.pdf>. Acesso em: 03 de mai. de 2021.

APARECIDA. Prefeitura de Aparecida. De Barcelona Maguito Vilela agenda entrega de obras em Aparecida. **Portal da Prefeitura Municipal de Aparecida de Goiânia**, Aparecida de Goiânia, 09 de mai. de 2017a. Disponível em: <<http://www.aparecida.go.gov.br/de-barcelona-maguito-vilela-agenda-entrega-de-obras-em-aparecida>>. Acesso em: 02 de mai. de 2021.

APARECIDA. Prefeitura de Aparecida. Buriti Sereno e Norte-Sul receberão duas novas etapas de pavimentação. **Portal da Prefeitura Municipal de Aparecida de Goiânia**, Aparecida de Goiânia, 09 de mai. de 2017b. Disponível em: <<https://www.aparecida.go.gov.br/buriti-sereno-e-norte-sul-receberao-duas-novas-etapas-de-pavimentacao/>>. Acesso em: 12 de jan. de 2022.

APARECIDA. Prefeitura de Aparecida. Projeto de Mobilidade Urbana de Aparecida inclui 35 mil metros de ciclovias. **Portal da Prefeitura Municipal de Aparecida de Goiânia**, Aparecida de Goiânia, 09 de mai. de 2017c. Disponível em: <<https://www.aparecida.go.gov.br/projeto-de-mobilidade-urbana-de-aparecida-inclui-35-mil-metros-de-ciclovias>>. Acesso em: 13 de jan. de 2022.

APARECIDA. Ruas e canteiros de Aparecida recebem ciclofaixas e ciclovias dentro do projeto de Mobilidade Urbana. **Portal da Prefeitura Municipal de Aparecida de Goiânia**, Aparecida de Goiânia, 29 de abr. de 2019. Disponível em: <<https://www.aparecida.go.gov.br/ruas-e-ilhas-de-aparecida-recebem-ciclofaixas-e-ciclovias-dentro-do-projeto-de-mobilidade-urbana/>>. Acesso em: 15 de mai. de 2021.

APARECIDA. Prefeitura de Aparecida. Aparecida inaugura Centro de Inteligência que irá monitorar a cidade em tempo real. **Portal da Prefeitura Municipal de Aparecida de Goiânia**, Aparecida de Goiânia, 13 de ago. de 2020. Disponível em: <<http://www.aparecida.go.gov.br/aparecida-inaugura-centro-de-inteligencia-que-ira-monitorar-a-cidade-em-tempo-real/>>. Acesso em: 15 de mai. de 2021.

AWASTHI, A.; CHAUHAN, S. S.; OMRANI, O. Application of fuzzy TOPSIS in evaluating sustainable transportation systems. **Expert Systems with Applications**, v. 38, p. 12270-12280, 2011.

BACHOK, S.; PNRAHONO, Z.; OSMAN, M. M.; JAAFAR, S.; IBRAHIM, M.; MOHAMED, M. Z.; A preliminar study of sustainable transport indicators in Malaysia: the case study of Klang valley public transportation. **Procedia Environmental Sciences**, v. 28, p. 464-473, 2015.

BATTARRA, R.; GARGIULO, C.; TREMITERRA, M. R.; ZUCARO, F. Smart mobility in Italian metropolitan cities: A comparative analysis through indicators and actions. **Sustainable Cities and Society**, v. 41, p. 556-567, 2018.

BALBIM, R. Geopolítica das Cidades: Velhos Desafios, Novos Problemas. **IPEA**, Brasília-DF, 2016.

BARBER, B. *Why Mayors Should Rule The World*. **TEDBlog**, 2013. Disponível em: <<https://blog.ted.com/why-mayors-should-rule-the-world-benjamin-barber-at-tedglobal-2013/>>. Acesso em: 11 de mai. de 2021.

BATTY, M. Big data, smart cities and city planning. *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 39, p. 191-193, 2012.

BENEVOLO, C.; DAMERI, R. P.; D'AURIA, B. Smart Mobility in Smart City. **Systems and Organisation**, v. 11, 2016.

BIDKHORI, A.; KHARAZMI, O.; MOHAMMAD, A. S.; KHAKPOUR, B. Evaluation of the Current Situation of Smart Mobility in Metropolis of Mashhad. **International Journal of Humanities and Cultural Studies**, v. 2, n. 4, p. 396-413, 2016.

BOLLIER, D. How Smart Growth Can Stop Sprawl, Essential Books, Washington, DC, 1998.

BOSCH, P.; JONGENEEL, S.; ROVERS, V.; NEUMANN, H. M.; AIRAKSINEN, M.; HUOVILA, A. CITYkeys indicators for smart city projects and smart cities. Documento da União Européia, 2017. Disponível em: <<https://nws.euocities.eu/MediaShell/media/CITYkeysD14Indicatorsforsmartcityprojectsandsmartcities.pdf>>. Acesso em: 20 de set. de 2021.

BRANDÃO, M.; JOIA, L. A. A influência do contexto na implantação de um projeto de cidade inteligente: o caso Cidade Inteligente Búzios. **Revista de Administração Pública - RAP**, v. 52, n. 6, p. 1125-1154, nov./dez. 2018.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 01 de mai. de 2021.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 01 de mai. de 2021.

BRASIL. Ministério das Cidades. Resolução nº 34, de 01 de julho de 2005. Disponível em: <<http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/resolucao34.pdf>>. Acesso em: 01 de mai. de 2021.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm>. Acesso em: 24 de abr. de 2021.

BRASIL. Planilha Eletrônica sobre Planos de Mobilidade Urbana Municipais. **Ministério do Desenvolvimento Regional**, Secretaria Nacional de Mobilidade e Serviços Urbanos, 22 de jan. de 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/planejamento-da-mobilidade-urbana/PlanosdeMobilidadeUrbana.xlsx>>. Acesso em: 12 de jan. de 2022.

BRUMES, K. R. Cidades: (Re)definindo seus Papéis ao Longo da História. **Caminhos de Geografia**, v. 2, n.3, p. 47-56, mar. de 2001.

CAMPOS, V. B. G.; RAMOS, R. A. R.; CORREIA, D. M. S. Multi-criteria analysis procedure for sustainable mobility evaluation in urban areas. **Journal of Advanced Transportation**, v. 43, n. 4, p. 371–390, 2009.

CAPROTTI, F.; COWLEY, R.; FLYNN, A.; JOSS, S; YU, L. Smart-Eco Cities in the UK: **Trends and City Profiles**, 2016. Disponível em: <www.smart-eco-cities.org/wp-content/uploads/2016/08/Smart-Eco-Cities-in-the-UK-2016.pdf>. Acesso em: 19 de abr. de 2021.

CARLOS, A. F. A cidade. **Editora Contexto**, São Paulo, 1992.

CAROLEO, B.; MORELLI, N.; LISSANDRELLO, E.; VESCO, A.; DI DIO, S.; MAURO, S. Measuring the Change Towards More Sustainable Mobility: MUV impact evaluation approach. **Systems**, v. 30, n. 20, p. 1-19, 2019.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; DA SILVA, R. Metodologia Científica. 6 ed. São Paulo: **Perason Prentice Hall**, 2007.

CHIAVENATO, I. Administração: Teoria, Processo e Prática. São Paulo: **McGraw-Hill do Brasil**, 1985.

CHOURABI, H.; NAM, T.; SHAWN, W.; GIL-GARCIA, J. R.; MELLOULI, S.; NAHON, K.; PARDO, T. A.; SCHOLL, H. J. Understanding smart cities: An integrative framework. **Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences**, p. 2289–2297, 2012.

CHUN, B.; LEE, S. Review on ITS in smart city. **Advanced Science and Technology Letters**, v. 98, p. 52-54, 2015.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. RESEARCH DESIGN: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. **SAGE Publications, Inc.** 5th. ed., Los Angeles-USA, 2018.

CRISTINA, I. Prefeitura implanta plano de mobilidade urbana com zona 50 e fiscalização eletrônica em Aparecida. **Diário de Goiás**, 05 de ago. de 2021. Disponível em: <<https://diariodegoias.com.br/prefeitura-implanta-plano-de-mobilidade-urbana-com-zona-50-e-fiscalizacao-eletronica-em-aparecida>>. Acesso em: 12 de jan. de 2022.

CUGURULLO, F. The Origin of The Smart City Imaginary: from the dawn of modernity to the eclipse of reason. In Lindner C. and Meissner M. (eds) *The Routledge Companion to Urban Imaginaries*. **Routledge International Handbooks**, 1^a ed., London, 2018.

CUNHA, M. A.; PRZEYBILOVICZ, E.; MACAYA, J. F. M.; BURGOS, F. Smart cities: Transformação Digital de cidades. Programa Gestão Pública e Cidadania da Fundação Getúlio Vargas – FGV, v. 16, 2016.

DIAS, E. Aparecida de Goiânia, a cidade “difícil” que traz desafios que não são para qualquer gestor. **Jornal Opção**, Reportagens, 25 de jul. de 2016. Disponível em:

<<https://www.jornalopcao.com.br/reportagens/aparecida-de-goiania-cidade-dificil-que-traz-desafios-que-nao-sao-para-qualquer-gestor-69260/>>. Acesso em: 06 de jun de 2021.

DIRKS, S.; KEELING, M.; DENCİK, J. How Smart is Your City? Helping Cities Measure Progress. **IBM Global Business Services**, Somers, NY, 2009.

EBOLI, L.; MAZULLA, G. Transit service quality evaluation for a sustainable transportation system. **Transport Policy**. p. 61-94, 2011.

ECOCITY. Urban Development Towards Appropriate Structures for Sustainable Transport, n. Abr., p. 1-37, 2001. Disponível em: <https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20060821_165050_79344_ECOCITY%20Final%20Report.pdf>. Acesso em: 01 de mai. de 2021.

EURFORUM. Transport. Strategic Research Agenda for Urban Mobility SRA Final Version prepared by ECTRI Union Internationale des Transports Publics, n. October, p. 1–79, 2007. Disponível em: <https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20090918_161211_15833_EURFORUM%20-%20Strategic%20Research%20Agenda.pdf>. Acesso em: 01 de mai. de 2021.

FELIX, R.; RIONDET-COSTA, D.; PALMA-LIMA, J. Modelo de avaliação de áreas urbanas para receber projetos integrados de revitalização e mobilidade sustentável. **Eure**, v. 45, n. 134, p. 77–98, 2019.

FERREIRA, B; RAPOSO, R. A evolução do(s) conceito(s) de desenvolvimento. Um roteiro crítico. **Cadernos de Estudos Africanos**, v. 34, p. 113-144, jan. de 2018.

FGV. Construindo a Participação em Agendas para Cidades Sustentáveis: análise de quatro experiências no Brasil. **Centro de Estudos em Sustentabilidade da FGV**, 2017. Disponível em: <http://mediadrawer.gvces.com.br/publicacoes/original/2017_participacao-cidades-sustentaveis-final.pdf>. Acesso em: 30 de ago. de 2021.

FRANCISCHINI, A. N.; FRANCISCHINI, P. G. Indicadores de desempenho: dos objetivos à ação – métodos para elaborar KPIs e obter resultados. Rio de Janeiro: **Alta Books**, 2017.

FRARE, I.; OSIAS, C. S. O Papel do Planejamento Estratégico na Construção de Cidades Inteligentes. **Cadernos FGV Projetos**, Cidades Inteligentes, n. 24, out. de 2015.

FREITAS, R. Avenida Independência em Aparecida terá limite de 50km/h e fiscalização eletrônica. **Portal da Prefeitura de Aparecida**, Notícias, 29 de abr. de 2019a. Disponível em: <<https://www.aparecida.go.gov.br/avenida-independencia-em-aparecida-tera-limite-de-50km-h-e-fiscalizacao-eletronica>>. Acesso em: 12 de jan. de 2022.

FREITAS, R. Ruas e canteiros de Aparecida recebem ciclofaixas e ciclovias dentro do projeto de Mobilidade Urbana. **Portal da Prefeitura de Aparecida**, Notícias, 29 de abr. de 2019b. Disponível em: <<https://www.aparecida.go.gov.br/ruas-e-ilhas-de-aparecida-recebem-ciclofaixas-e-ciclovias-dentro-do-projeto-de-mobilidade-urbana/>>. Acesso em: 13 de jan. de 2022.

G1. Prefeito, vice e vereadores eleitos são diplomados em Aparecida de Goiânia. **G1 Goiás TV Anhanguera**, Goiânia, 13 de dez. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/goias/noticia/2016/12/prefeito-vice-e-vereadores-eleitos-sao-diplomados-em-aparecida-de-goiania.html>>. Acesso em: 29 de out. de 2020.

GARAU, C.; MASALA, F.; PINNA, F. Cagliari and smart urban mobility: Analysis and comparison. **Cities**, v. 56, p. 35–46, 2016.

GIL, O.; NAVARRO, C. Innovations of Governance in Cities and Urban regions: Smart Cities in China, Iskandar (Malaysia), Japan, New York and Tarragona (Spain). **Eura Conference: Cities and Sheedbeds for Innovation**. Enschede, Holanda, 4 a 6 de jul. de 2013.

GOIÁS. Lei Ordinária nº 9.490, de 23 de julho de 1984. Dispõe sobre os serviços rodoviários intermunicipais de transporte coletivo de passageiros nos municípios que especifica. **Diário Oficial do Estado** de 08/08/1984. Goiânia-GO, 1984. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/85880/lei-9490>. Acesso em: 02 de mai. de 2021.

GOIÁS. Lei Complementar nº 27, de 30 de dezembro de 1999. Cria a Região Metropolitana de Goiânia [...] e dá outras providências correlatas. **Diário Oficial do Estado** de 20/01/2000. Goiânia-GO, 1999. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/85880/lei-9490>. Acesso em: 29 out. de 2020.

GOLDRATT, E.; COX, J. The Goal: A processo f ongoing improvement. **North. River Press**, 2nd Rev. Edition, 1992.

GOULART, J.; TERCI, E. T.; OTERO, E. V. A Dinâmica Urbana de Cidades Médias do Interior Paulista sob o Estatuto da Cidade. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 15, n, 1, mai. de 2013.

GRIECO, E. P.; PORTUGAL, L. S.; ALVES, R. M. Aplicação de um índice do ambiente construído para avaliação da mobilidade sustentável: Application of a built environment index for evaluation of sustainable mobility. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 215–225, out./dez. 2016.

GUIMARÃES, V. A.; LEAL JUNIOR, I. C.; SILVA, M. A. V. Evaluating the sustainability of urban passenger transportation by Monte Carlo simulation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 93, n. April, p. 732–752, 2018.

HARRINGTON, J. Aperfeiçoando processos empresariais. Rio de Janeiro: **Makron Books**, 1993.

HRONEC, S. M. Sinais vitais: usando medidas de desempenho da qualidade, tempo e custos para traçar a rota para o futuro de sua empresa. São Paulo: **Makron Books**, 1994.

IBGE. Estimativas da População Residente no Brasil e Unidades da Federação com Data de Referência em 1º de julho de 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Diretoria de Pesquisas - DPE, Coordenação de População e Indicadores Sociais - COPIS. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2018/estimativa_dou_2018_20181019.pdf>. Acesso em: 22 de dez. de 2021.

IBGE. Estimativas da População Residente para os Municípios para as Unidades da Federação Brasileiros com Data de Referência em 1º de julho de 2020. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Diretoria de Pesquisas - DPE, Coordenação de População e Indicadores Sociais - COPIS. Rio de Janeiro, ago., 2020a. Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2020/estimativa_dou_2020.pdf>. Acesso em: 01 de mai. de 2021. Acesso em: 29 de out. de 2020.

IBGE. Produto Interno Bruto dos Municípios 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Rio de Janeiro, 2020b. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=sobre>>. Acesso em: 29 de out. de 2020.

INMETRO. Documento de Referência: Ambiente de Demonstração de Tecnologias para Cidades Inteligentes. Produto 2B – Versão Final, dezembro de 2017.

KARVONEN, A.; CUGURULLO, F.; CAPROTTI, F. Introduction: Situating smarting cities. In Karvonen, A.; Cugurullo, F., Caprotti, F. (eds.), Inside Smart Cities: place, politics and urban innovation. **Routledge**, Abingdon, Oxon, 1ª ed., p. 1-12, 2019.

KNEIB, E. C. Mobilidade Urbana e Qualidade de vida: do paranorama geral ao caso de Goiânia. **Revista UFG**, ano XII, n. 12, p. 71-78, jul. 2012.

LARA, R. Luz verde: como seria se todos os semáforos fossem inteligentes. **UOL**, tiltUOL, 20 de jul. de 2021. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2021/07/20/se-todos-os-semaforos-fossem-inteligentes-teriamos-menos-transito.htm>>. Acesso em: 10 de jan. de 2021.

LIU, Q; ZHU, B.Q.; WANG, H.Y.; TU, M.; ZHENG, C. Exploring Index System of Sustainable Construction of "Safety Transportation" in Inland Navigation. Proceedings of the 11th International Conference on Innovation and Management, Wuhan Univ Technology PRESS, v. I-II, 2014.

LYONS, G. Getting smart about urban mobility – Aligning the paradigms of smart and sustainable. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 115, p. 4–14, 2018.

MACIEL, V. F. M. Congestionamentos urbanos. **RAE Publicações**, 2008.

MAGALHÃES, M. T. Q. Metodologia para Desenvolvimento de Sistemas de Indicadores: uma aplicação no planejamento e gestão da Política Nacional de Transportes. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

MAHDINIA, I.; HABIBIAN, M.; HATAMZADEH, Y.; GUDMUNDSSON, H. An indicator-based algorithm to measure transportation sustainability: A case study of the U.S. states. **Ecological Indicators**, v. 89, p. 738-754, 2018.

MANDAL, P.; CHATTERJEE, P.; DEBNATH, A. An Intelligent Highway Traffic Management System for Smart City. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, vol. 997, p. 1-10, 2019.

MARACY, H. O Mundo transformado pelo 5G: Cidades Maravilhosas. Canal Meio, fev. 2021. Disponível em: < <https://www.canalmeio.com.br/Mundo5G/cidades-maravilhosas/>>. Acesso em 13 de mar. de 2021.

MARINHO, A. C. Governo de Pernambuco adia data de proibição de entrada de carros a combustão em Noronha. **G1**, Blog Viver Noronha, 31 de dez. de 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pe/pernambuco/blog/viver-noronha/post/2021/12/31/governo-de-pernambuco-adia-data-de-proibicao-de-entrada-de-carros-a-combustao-em-noronha.ghtml>>. Acesso em: 10 de jan. de 2021.

MARQUES, J. Goiânia implementa pagamento com cartão de crédito e débito no transporte coletivo. **Diário do Transporte**, 09 de dez. de 2021. Disponível em: <<https://diariodotransporte.com.br/2021/12/09/goiania-implementa-pagamento-com-cartao-de-credito-e-debito-no-transporte-coletivo/>>. Acesso em: 10 de jan. de 2021.

MARTINS, J. V. S.; TACO, P. W. G. Mobilidade urbana no contexto de cidades inteligentes: uma análise bibliométrica e de conteúdo. **Processos Urbanos**, v. 7, n. 2, p. e497, jul./dez. 2020.

MIRAGAYA, F. Adeus, gasolina! 10 montadoras que têm data para o fim do motor a combustão. **AutoPapo**, 30 de mai. de 2021. Disponível em: <<https://autopapo.uol.com.br/noticia/10-montadoras-anuncio-carro-eletricos/>>. Acesso em: 10 de jan. de 2021.

MOUFTAH, H. T.; EROL-KANTARCI, M.; REHMANI, M. H. Transportation and Power Grid in Smart Cities. **Transportation and Power Grid in Smart Cities**, 2018.

NA, S.; KIM, S.; KALIL L. P. The Review on Economic Evaluation Analysis for Sustainable Transportation System, **International Journal of Transportation (IJT)**, vol. 7, n. 1, pp. 11-22, 2019.

NEIROTTI, P.; DE MARCO, A.; CAGLIANO, A. C.; MANGANO, G.; SCORRANO, F. Current trends in smart city initiatives: some stylised facts. **Cities**, v. 38, n. June, p. 25–36, 2014.

NLC. *Cities and the Innovation Economy: Perceptions of Local Leaders*. Washington, DC: National League of Cities, 2017.

NOBRE, L. Desafios e Soluções para a Mobilidade Urbana. **Cadernos FGV Projetos**, Cidades Inteligentes, n. 24, out. de 2015.

ORLOWSKI, A.; ROMANOWSKA, P. Smart Cities Concept: Smart Mobility Indicator. **Cybernetics and Systems**, v. 50, n. 2, p. 118-131, 2019.

OSWALD, M. Measuring Sustainable Transportation: Incorporating Social Sustainability Indicators into Transportation Rating Systems. **International Journal of Environmental Sustainability**, v. 8, p. 101-114, 2013.

PAPA, E.; LAUWERS, D. Smart Mobility: Opportunity or Threat to Innovate Places and Cities? **Real Corp 2015**, p. 543–550, 2015.

PEREIRA, A. L. A evolução da avaliação de desempenho nas organizações. **Periódico Científico Negócios em Projeção**, v. 5, n. 2, 2014. Disponível em: <<http://revista.faculdadeprojecao.edu.br/index.php/Projecao1/article/view/407/364>>. Acesso em 13 de set. de 2021.

PERRA, V. M.; SDOUKOPOULOS, A.; PITSIAVA-LATINOPOULOU, M. Evaluation of sustainable urban mobility in the city of Thessaloniki. **3rd Conference on Sustainable Urban Mobility**, Volos-Grécia, 3rd CSUM 2016, p. 26-27, 27 de mai. de 2017.

PINNA, F.; MASALA, F.; GARAU, C. Urban policies and mobility trends in Italian smart cities. **Sustainability**, v. 9, n. 4, 2017.

PISONI, E.; CHRISTIDIS, P.; THUNIS, P.; TROMBETTI, M. Evaluating the impact of “Sustainable Urban Mobility Plans” on urban background air quality. **Journal of Environmental Management**, v. 231, p. 249-255, 2019.

PORTAL SOLAR. Aparecida de Goiânia caminha para se tornar cidade inteligente. **Portal Solar**, São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/aparecida-de-goiania-caminha-para-se-tornar-cidade-inteligente.html>>. Acesso em: 01 de mai de 2021.

PRZEYBILOVICZ, E.; CUNHA, M. A.; MEIRELLES, F. S. O uso da tecnologia da informação e comunicação para caracterizar os municípios: quem são e o que precisam para desenvolver ações de governo eletrônico e smart city. **Revista de Administração Pública - RAP**, v. 52, n. 4, p. 630-649, jul./ago. 2018.

RAJAK, S.; PARTHIBAN, P.; DHANALAKSHMI, R. Sustainable transportation systems performance evaluation using fuzzy logic. **Ecological Indicators**, v. 71, p. 503–513, 2016.

ROLNIK, R.; KLINK, J. Crescimento Econômico e Desenvolvimento Urbano: por que nossas cidades continuam tão precárias? **Novos Estudos – CEBRAP**, v. 89, 2011.

ROSA, N. Descaso com bikes compartilhadas expõe a fragilidade dos serviços sustentáveis. **Canaltech**, 17 de fev. de 2020. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/meio-ambiente/descaso-com-bikes-compartilhadas-expoe-a-fragilidade-dos-servicos-sustentaveis-160538/>>. Acesso em: 10 de jan. de 2022.

RUMMLER, G. A.; BRACHE, A. P. Melhores desempenhos das empresas: uma abordagem prática para transformar as organizações através da reengenharia. São Paulo: **Makron Books**, 1994.

SAMBERG, S., BASSOK, A. Sustainable transportation evaluation method (STEM): Introduction and progress. Proceedings of the Institute of Transportation Engineers Annual Meeting and Exhibit, St. Louis-Missouri, EUA, ago. 2011.

SCATTER. Sprawling cities and transport: from evaluation to recommendations. Summary Report. 5th Framework Programme, Key Action 4 : City of Tomorrow and Cultural Heritage, 21 de abr. 2005. Disponível em: <https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20060727_15574_1_37971_SCATTER_Final_Report.pdf>. Acesso em: 01 de mai. de 2021.

SCHMAL, D. Mobilidade Urbana Sustentável: uma análise sobre o plano de mobilidade urbana da cidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Gestão para a Competitividade) – Escola de Empresas de São Paulo da FGV, São Paulo, 2018.

SDG 11. *SDG 11 Synthesis Report – High Level Political Forum 2018*. United Nations Human Settlements Programme, jul. de 2018.

SEEG. Emissões de GEE do Brasil e Suas Implicações para Políticas Públicas e a Contribuição Brasileira para o Acordo de Paris. Documento de Análise. **Observatório do Clima**, 2018. Disponível em: < <https://ubrabo.com.br/wp-content/uploads/2018/11/Relatorios-SEEG-2018-Sintese-FINAL-v1.pdf>>. Acesso em: 20 de dez. de 2021.

SHEN, Y.; HERMANS, E. Developing a Sustainable Urban Mobility Index: Methodological Steps. Emerging Trends in the Development and Application of Composite Indicators; p. 20–37, 2016.

SILVA, A. N. R.; COSTA, M.; MACEDO, M. H. Multiple views of sustainable urban mobility: The case of Brazil. **Transport Policy**, v. 15, n. 6, p. 350–360, 2008.

SÖDERSTRÖM, O.; PAASCHE, T.; KLAUSER, F. Smart Cities as Corporate Storytelling. **City**, v. 18, n. 3, p. 307-320, 2014.

THE WORLD BANK. *CO2 Emissions from Transport (% of Total Fuel Combustion)*. IEA Statistics, 2014. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/EN.CO2.TRAN.ZS>>. Acesso em: 20 de dez. de 2021.

TRAN, N. H.; YANG, S. H.; HUANG, T. Comparative analysis of traffic-and-transportation-planning-related indicators in sustainable transportation infrastructure rating systems. **International Journal of Sustainable Transportation**, 2020.

TRANSPLUS. Analysis of land use and transport integration indicators. **Transport Planning Land-Use and Sustainability**. Instituto di Studi per l'Integrazione dei Sistemi, dez. 2003. Disponível em: <https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20060727_161314_91463_TRANSPLUS_Final_Report.pdf>. Acesso em: 01 de mai. de 2021.

TSIROPOULOS, A.; PAPAGIANNAKIS, A.; LATINOPOULOS, D. Development of an Aggregate Indicator for Evaluating Sustainable Urban Mobility in the City of Xanthi, Greece. **Springer Nature Switzerland**, CSUM 2018, AISC 879, p. 35-43, 2019.

UN. World urbanization prospects: the 2014 revision. Department of Economic and Social Affairs - Population Division. **United Nations**, New York, 2014. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-Methodology.pdf>>. Acesso em: 13 de mar. de 2021.

UN-ILIBRARY. Tracking Progress Towards Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable Cities and Human Settlements. **United Nations Human Settlements Programme**, jul. de 2018. Disponível em: <<https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210472401>>. Acesso em: 22 de dez. de 2021.

VALLIANATOS, M. Uncovering the Early History of “Big Data” and the “Smart City” in Los Angeles. **Boom California**, University of California, 2015. Disponível em: <<https://boomcalifornia.org/2015/06/16/uncovering-the-early-history-of-big-data-and-the-smart-city-in-la>>. Acesso em 18 de abr. de 2021.

VANOLO, A. Smartmentality: The Smart City as Disciplinary Strategy. **Urban Cities**, v. 51, n. 5, p. 883-898, 2014.

VAREJÃO NETO, E. S. Mobilidade Urbana: o caminho para a retomada do crescimento. **Conjuntura da Construção**, FGV, jul. de 2017.

VERMOTE, L.; MACHARIS, C.; HOLLEVOET, J.; PUTMAN, K. Participatory evaluation of regional light rail scenarios: a flemish case on sustainable mobility and land-use. **Environmental Science & Policy**, v. 37, p. 101-120, 2014.

WEISS, M. C.; BERNARDES, R. C.; CONSONI, F. L. Cidades inteligentes: casos e perspectivas para as cidades brasileiras. **Revista Tecnológica da Fatec Americana**, v. 05, n. 01, out.-2006/mar.-2017.

YIGITCANLAR, T.; FABIAN, L.; COIACETTO, E. Challenges to Urban Transport Sustainability and Smart Transport in a Tourist City: The Gold Coast, Australia. **The Open Transportation Journal**, v. 2, n. 1, p. 29–46, 2008.

YIN, R. K. Case Study Research and Applications: Design and Methods. **SAGE Publications, Inc.** 6th ed., Los Angeles-USA, 2018.

ZHENG, J.; GARRICK, N. W.; ATKINSON-PALOMBO, C.; MCCAHERILL, C.; MARSHALL, W. Guidelines on developing performance metrics for evaluating transportation sustainability. **Research in Transportation Business and Management**, v. 7, p. 4–13, 2013.