



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DO ÍNDICE DE MOBILIDADE URBANA
SUSTENTÁVEL (IMUS) NOS DOMÍNIOS “TRÁFEGO E CIRCULAÇÃO URBANA”
E “SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO”: UM ESTUDO DE CASO**

YASMIN PACHECO BARBOZA DE LIRA

JOÃO PESSOA - PB
2021

YASMIN PACHECO BARBOZA DE LIRA

Avaliação da Aplicabilidade do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) nos Domínios “Tráfego e Circulação Urbana” e “Sistemas de Transporte Urbano”: Um Estudo de Caso

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof^ª Dra. Isabelle Yruska De Lucena Gomes Braga

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L768a Lira, Yasmin Pacheco Barboza de.

Avaliação da aplicabilidade do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) nos domínios "Tráfego e Circulação Urbana" e "Sistemas de Transporte Urbano": um estudo de caso / Yasmin Pacheco Barboza de Lira. - João Pessoa, 2021.

57 f. : il.

Orientação: Isabelle Yruska de Lucena Gomes Braga.
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Mobilidade Urbana. 2. Sustentabilidade. 3. IMUS. I. Braga, Isabelle Yruska de Lucena Gomes. II. Título.

UFPB/BSCT

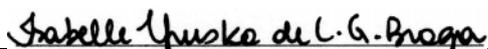
CDU 62(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

YASMIN PACHECO BARBOZA DE LIRA

AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DO ÍNDICE DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL (IMUS) NOS DOMÍNIOS “TRÁFEGO E CIRCULAÇÃO URBANA” E “SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO”: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso em 14/07/2021 perante a seguinte Comissão Julgadora:



Isabelle Yruska De Lucena Gomes Braga
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA



Clóvis Dias
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA



Nilton Pereira de Andrade
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA



Prof.ª Andrea Brasiliano Silva
Matrícula Siape: 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela sabedoria derramada sobre mim durante todo o curso e por todas as bênçãos que Ele me concedeu até hoje.

Agradeço a minha mãe Simone, a mulher mais forte e batalhadora que conheço, sua força me motivou a chegar até aqui. Agradeço ao meu pai Eudimaci, que sempre acreditou no meu potencial e me impulsionou a buscar meu melhor todos os dias. Agradeço a minha irmã, Yanne, pela compreensão e apoio durante minha jornada. Agradeço ao meu namorado Luiz Otávio que me acompanhou e apoiou de maneira paciente e encorajadora durante esses 5 anos de graduação.

Agradeço a professora Isabelle Yruska, minha orientadora, que com muito amor dedicou horas de sua vida a me auxiliar incansavelmente na obtenção do melhor trabalho possível. Agradeço aos professores Nilton Pereira e Clóvis Dias pelo suporte e conhecimento compartilhado, principalmente durante a reta final do meu curso.

Agradeço aos meus amigos Matheus, Rafaella e muitos outros que durante toda a graduação se fizeram presente nos momentos mais difíceis trazendo alegria e conforto. Agradeço a todos os professores que passaram pelo meu caminho desde o primeiro dia até o último, o conhecimento compartilhado será levado para o resto da minha vida.

Agradeço aos alunos do projeto de pesquisa PIBIC, Mirela e Ítalo, sem vocês seria impossível conseguir todas as informações necessárias para conclusão desse trabalho.

Por fim, agradeço a Universidade Federal da Paraíba que me acolheu, me ensinou, me guiou e me instruiu a ser a profissional que sou hoje, serei eternamente grata.

RESUMO

As pessoas têm procurado cada vez mais os transportes individuais motorizados, visto que esses fornecem melhores condições em relação à segurança, conforto e agilidade. Em conjunto aos benefícios trazidos pela disseminação do uso dos automóveis existem problemas no que diz respeito a acidentes, congestionamento e poluição. É preciso que deslocamento das pessoas em uma cidade ocorra de maneira harmônica e sustentável, ou seja, de modo que as demandas do presente não prejudiquem as gerações futuras de atenderem às suas necessidades. Portanto, é preciso que a sustentabilidade da mobilidade urbana seja constantemente avaliada. O uso de indicadores é uma alternativa que fornece resultados precisos e permite a formulação de um panorama geral. Os indicadores são instrumentos que auxiliam na promoção do conhecimento, compilando as informações necessárias para o entendimento das particularidades e problemas de um determinado assunto. Na literatura já existem ferramentas que fazem uso de indicadores e que avaliam aspectos da mobilidade urbana nas cidades. Uma delas é o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), uma metodologia robusta que abrange os principais pontos acerca da mobilidade urbana através da avaliação de 87 indicadores distribuídos em 9 domínios. Dessa forma, durante os anos de 2019 e 2020, o IMUS foi avaliado na cidade de João Pessoa (PB) e após isso surgiu a necessidade de mapear as dificuldades e limitações enfrentadas durante o cálculo dos indicadores. Assim, o objetivo do trabalho é identificar os entraves, inconsistências e dificuldades provenientes da aplicação dos indicadores dos domínios “Tráfego e Circulação Urbana” e “Sistemas de Transporte Urbano” e apresentar alternativas para gerar aperfeiçoamento e aplicabilidade mais robusta. Verificou-se inconsistências em dois dos nove indicadores do domínio “Tráfego e Circulação Urbana” no que diz respeito a prevenção de acidentes e congestionamento. Já no domínio “Sistemas de Transporte Urbano” foram identificados entraves em seis dos dezoito indicadores no que diz respeito a frequência de atendimento e pontualidade do transporte público, a relação entre transporte coletivo e individual, a relação entre transporte motorizado e não motorizado, terminais intermodais e tarifas de transporte. De modo geral, observou-se como principal dificuldade o fato de a maioria das informações dependerem do banco de dados dos órgãos públicos, além disso, alguns indicadores precisam de adaptação conforme o porte da cidade em estudo. Por fim, com a análise realizada, espera-se gerar aperfeiçoamento da ferramenta para obter resultados mais representativos em relação ao município estudado.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana, Sustentabilidade, IMUS.

ABSTRACT

People have increasingly sought out individual motorized transport, as these provide better conditions in terms of safety, comfort and agility. In addition to the benefits brought by the widespread use of automobiles, there are problems with regard to accidents, congestion and pollution. It is necessary that the displacement of people in a city takes place in a harmonious and sustainable way, that is, in a way that the demands of the present do not harm future generations from meeting their needs. Therefore, the sustainability of urban mobility must be constantly evaluated. The use of indicators is an alternative that provides accurate results and allows the formulation of an overall picture. Indicators are instruments that help to promote knowledge, compiling the information necessary to understand the particularities and problems of a given subject. There are already tools in the literature that make use of indicators and that assess aspects of urban mobility in cities. One of them is the Sustainable Urban Mobility Index (IMUS), a robust methodology that covers the main points about urban mobility through the evaluation of 87 indicators distributed in 9 domains. Thus, during 2019 and 2020, the IMUS was evaluated in the city of João Pessoa (PB) and after that the need to map the difficulties and limitations faced when calculating the indicators emerged. Therefore, the objective of the work is to identify the obstacles, inconsistencies and difficulties arising from the application of indicators in the domains "Traffic and Urban Circulation" and "Urban Transport Systems" and to present alternatives to generate improvement and more robust applicability. Inconsistencies were found in two of the nine indicators in the "Traffic and Urban Circulation" domain with regard to accident and congestion prevention. In the domain "Urban Transport Systems", barriers were identified in five of the eighteen indicators regarding the frequency of service and punctuality of public transport, the relationship between collective and individual transport, the relationship between motorized and non-motorized transport, terminals intermodal and transportation tariffs. In general, it was observed as the main difficulty the fact that most of the information depends on the database of public agencies, in addition, some indicators would need to be adapted according to the size of the city under study. Finally, with the analysis performed, it is expected to generate improvement of the tool to obtain more representative results.

Keywords: Urban Mobility, Sustainability, IMUS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pirâmide inversa de prioridade no trânsito	15
Figura 2: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	18
Figura 3: Construção de Indicadores.....	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Evolução da frota de automóveis em João Pessoa	23
Quadro 2: Temas e indicadores que compõe o IMS	26
Quadro 3: Temas e indicadores que compõe o Índice de Mobilidade Sustentável	27
Quadro 4: Resumo dos indicadores que compõe o IMUS	28
Quadro 5: Comparativo das vantagens e desvantagens do uso do IMUS	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de viagens para o mês de maio e abril de 2019 na cidade de João Pessoa.....	48
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CIDE – Contribuições de Intervenção no Domínio Econômico

FGV – Fundação Getúlio Vargas

FIBE – Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGP – DI – Índice Geral de Preços

IMS – índice de Mobilidade Sustentável

IMUS – Índice de Mobilidade Urbana Sustentável

IPC – Índice Geral de Preços

IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PLANMOB - Plano Diretor de Mobilidade Urbana da microrregião de João Pessoa

SEMOB-JP - Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana de João Pessoa

SEINFRA - Secretaria de Infraestrutura de Joao Pessoa

SEPLAN - Secretaria de Planejamento de João Pessoa

SUS – Sistema Único de Saúde

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1	MOBILIDADE URBANA	15
3.2	MOBILIDADE URBANA NAS CIDADES BRASILEIRAS	16
3.3	MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL	17
3.4	MOBILIDADE URBANA NA CIDADE DE JOÃO PESSOA	21
3.5	MÉTRICAS PARA AVALIAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA	23
3.5.1	Mobilize	24
3.5.2	Índice de Mobilidade Sustentável segundo Machado	26
3.5.3	Índice de Mobilidade Sustentável segundo Campos e Ramos	27
3.5.4	Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS)	28
4	METODOLOGIA	31
4.1	DOMÍNIO ACESSIBILIDADE	31
4.2	DOMÍNIO ASPECTOS AMBIENTAIS	33
4.3	DOMÍNIO ASPECTOS SOCIAIS	34
4.4	DOMÍNIO ASPECTOS POLÍTICOS	35
4.5	DOMÍNIO INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	36
4.6	DOMÍNIO MODOS NÃO MOTORIZADOS	37
4.7	DOMÍNIO PLANEJAMENTO INTEGRADO	38
4.8	DOMÍNIO TRÁFEGO E CIRCULAÇÃO URBANA	40
4.9	DOMÍNIO SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO	41
4.10	IMPORTÂNCIA DO IMUS ENQUANTO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA	42
5	ANÁLISE DE DADOS	44
5.1	VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DO IMUS	52
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1 INTRODUÇÃO

Desde o século XIX, quando o transporte de pessoas era realizado, principalmente, por meio do uso de animais, existiam problemas no que diz respeito a acidentes, congestionamento e poluição. No começo do século XX, com a disseminação do uso de automóveis, mesmo trazendo inúmeros benefícios para a sociedade, ainda se identificavam adversidades similares às enfrentadas no século XIX (RUBIM & LEITÃO, 2013).

Em detrimento ao aumento no número de veículos ainda presente nos dias de hoje, é notório um crescimento acelerado da urbanização nas cidades. Portanto, o padrão da mobilidade brasileira foi elevado. As pessoas têm buscado, cada vez mais, os transportes individuais motorizados, visto que esses fornecem melhores condições em relação à segurança, conforto e agilidade. Entretanto, junto ao crescimento no número dos transportes individuais motorizados ocorreu também um aumento dos congestionamentos, acidentes e poluentes emitidos no ar (CARVALHO, 2016).

Na última Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio realizada em 2015 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2015), foi constatado que havia 31,2 milhões de domicílios em que ao menos um morador possuía carro para uso pessoal e 14,5 milhões de domicílios ao menos um morador possuía motocicleta, totalizando 45,8% e 21,2% respectivamente.

O crescimento na frota de automóveis particulares acarreta em um cenário preocupante. No entanto, não há indícios de que haverá mudanças na atual conjuntura, visto que as políticas públicas adotadas atualmente incentivam a venda e utilização desregrada de veículos privados, negligenciando o estímulo para uso dos transportes públicos (CARVALHO, 2016).

Em relação a subsídios e incentivos, há uma grande disparidade quando comparado o transporte coletivo e o individual. De modo geral são fornecidas isenções de subsídios na ordem de R\$2 bilhões para transportes coletivos enquanto os transportes individuais recebem isenções 8 vezes maior, ou seja, na ordem de R\$16 bilhões por ano (VASCONCELLOS, 2012).

Segundo Santos (2018), no município de João Pessoa (PB) a situação não é diferente. A cidade vem sofrendo os impactos devido ao crescimento de veículos individuais e a falta de infraestrutura equivalente a essa frota. Segundo dados do IBGE (2020), entre 2010 e 2020

ocorreu um crescimento de 11% na população de João Pessoa, enquanto a frota de automóveis aumentou 43,6%. Esses dados são alarmantes e servem como motivação para a avaliação da sustentabilidade da mobilidade urbana no município.

Na literatura, existem diversas ferramentas que visam avaliar a mobilidade urbana sustentável. Entretanto, dar-se-á destaque ao Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), visto que consiste em uma metodologia robusta que abrange os principais pontos acerca da mobilidade urbana, além de ser uma ferramenta amplamente utilizada, sendo aplicada por Miranda (2010) em Curitiba (PR), por Moraes (2012) em Anápolis (GO), por Costa (2008) em São Paulo (SP), por Pontes (2010) em Brasília (DF), por Assunção (2012) em Uberlândia (MG), entre outras cidades.

O IMUS foi desenvolvido por Costa (2008), é formado por 87 indicadores e 9 domínios; e consiste em um mecanismo abrangente que analisa os aspectos mais relevantes para avaliação da mobilidade urbana no município em estudo. No entanto, é de extrema importância que a ferramenta seja avaliada em relação a sua aplicabilidade visto que durante a aplicação pode-se identificar algumas incongruências.

Sendo assim, durante os anos de 2019 e 2020, o IMUS foi aplicado na cidade de João Pessoa (PB) em um projeto de Iniciação Científica intitulado “Avaliação do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) na Cidade de João Pessoa, PB”. O projeto contemplou 3 planos de trabalho, de modo que cada plano ficou sob responsabilidade de um aluno de graduação para o cálculo dos domínios do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável. Os domínios “Tráfego e Circulação Urbana” e “Sistemas de Transporte Urbano” foram designados pela professora orientadora do projeto de pesquisa a autora deste trabalho.

Após a utilização da ferramenta para analisar a mobilidade urbana na cidade em estudo, tornou-se necessário avaliar o processo de aplicação do IMUS com o intuito de identificar as dificuldades encontradas em cada indicador como também verificar os possíveis entraves e dificuldades constatadas durante os cálculos e coleta de dados. Nesse sentido, o trabalho visa realizar uma análise crítica acerca dos indicadores dos domínios “Tráfego e Circulação Urbana” e “Sistemas de Transporte Urbano”, apontando as limitações identificadas durante sua aplicação.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar detalhadamente os indicadores dos domínios “Tráfego e Circulação Urbana” e “Sistemas de Transporte Urbano” do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), para auxiliar no aperfeiçoamento da aplicabilidade da ferramenta.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para que os objetivos gerais sejam alcançados, pretende-se nesse trabalho:

- Identificar os entraves e inconsistências da aplicabilidade prática dos indicadores dos domínios “Tráfego e Circulação Urbana” e “Sistemas de Transporte Urbano”;
- Identificar as dificuldades enfrentadas por outros autores que fizeram uso da ferramenta em municípios brasileiros;
- Apresentar alternativas, quando possível, que viabilizem a aplicação de indicadores nos quais o cálculo não foi possível de ser realizado;
- Apresentar sugestões, quando possível, para futuro aperfeiçoamento e geração de uma aplicabilidade mais robusta da ferramenta.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

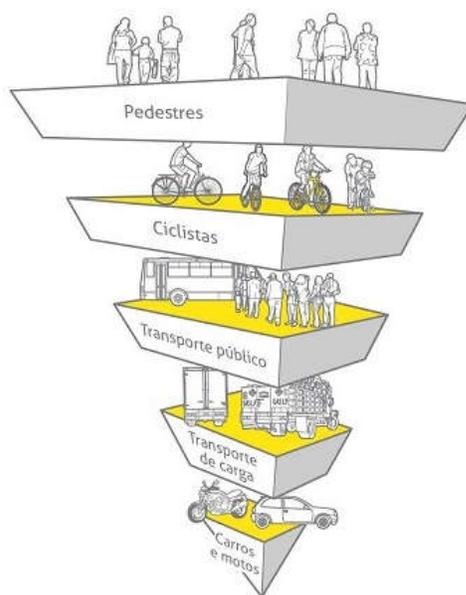
3.1 MOBILIDADE URBANA

Segundo a Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável (BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004), a mobilidade urbana pode ser definida como:

“[...] um atributo associado às pessoas e aos bens; corresponde às diferentes respostas dadas por indivíduos e agentes econômicos às suas necessidades de deslocamento, consideradas as dimensões do espaço urbano e a complexidade das atividades nele desenvolvidas. Face à mobilidade, os indivíduos podem ser pedestres, ciclistas, usuários de transportes coletivos ou motoristas; podem utilizar-se do seu esforço direto (deslocamento a pé) ou recorrer a meios de transporte não-motorizados (bicicletas, carroças, cavalos) e motorizados (coletivos e individuais).”

No que diz respeito a esse descolamento, conforme observado na Figura 1, deve-se respeitar uma prioridade, de modo que os pedestres estão em primeiro lugar, seguido de ciclistas, transporte público, transporte de carga e, por fim, carros e motos. No entanto, Lopes (2013) explica que as medidas na área de mobilidade urbana foram planejadas, em sua maioria, visando o benefício de pessoas motorizadas. Além disso, observa-se que o estímulo do poder público na aquisição de veículos individuais não acompanha o investimento em infraestrutura necessária para o bom funcionamento das cidades.

Figura 1: Pirâmide inversa de prioridade no trânsito



Fonte: ITDP Brasil, 2017.

Lopes (2013) expõe um caso atípico em relação ao que é praticado atualmente, mas que configura um modelo bem sucedido. Em Londres, na Inglaterra, iniciou-se a cobrança de uma taxa para carros (*Congestion Charge Zone – CCZ*) que circulavam na região central da cidade. O resultado foi redução de 20% do fluxo de veículos; aumento de 43% no número de bicicletas e; redução de mais de 70% no total de engarrafamentos, conseqüentemente, diminuição de acidentes, emissão de gases poluentes e redução do tempo de viagem.

A mobilidade urbana do ponto de vista social, econômico e ambiental é uma pauta indispensável entre os órgãos para elaboração de planos e políticas que ajudem a promover a harmonia entre veículos e pedestres, de modo que cada país, estado e cidade possui uma necessidade específica que precisa ser avaliada periodicamente.

3.2 MOBILIDADE URBANA NAS CIDADES BRASILEIRAS

A partir da década de 1950 ocorreu um grande crescimento urbano no Brasil, muitas cidades e suas regiões metropolitanas, começaram a apresentar sistemas de mobilidade de alto custo e baixa qualidade. Isso acarretou impactos negativos na vida das pessoas, na economia e em aspectos ambientais (MORAIS *et al.*, 2010).

Carvalho (2016) explica que 85% da população brasileira vive nos centros urbanos, de modo que o crescimento das cidades se deu, a princípio, com a ocupação de áreas periféricas por pessoas mais pobres. Assim, devido à necessidade de percorrer distâncias cada vez maiores, o custo do transporte foi aumentando na mesma proporção. Um grande desafio que os governantes enfrentam é de políticas habitacionais que gerem oportunidades de empregos e ocupação de forma uniforme no território. Em detrimento a isso, é necessário um investimento em infraestrutura de transporte para tentar amenizar a desigualdade que surge desse fenômeno.

Outro desafio que Carvalho (2016) aponta é referente ao envelhecimento da população brasileira. Em 1991, 2,9% da população possuía 65 anos, em 2020 estimasse que esse número subiu para 8,5%. Como pessoas com idade superior a 65 anos, por lei, não pagam passagem para usar os serviços de transporte coletivo, em 2020 estimasse que essa população gerou um impacto de pouco mais de 10% do custo da tarifa.

Segundo a Constituição Federal de 1988, o transporte coletivo consiste em um serviço público de caráter essencial, portanto toda população deve ter acesso a ele. Para Born (2003), o

aumento da motorização nas cidades brasileiras em detrimento a ausência de políticas nacionais de desenvolvimento urbano integrado refletem impactos negativos como:

- Exclusão social: Por não conseguir arcar com o preço das tarifas, aproximadamente 55 milhões de brasileiros não tem acesso ao serviço de transporte público, resultando na redução da sua mobilidade. Assim ficam impossibilitados de usufruir de outros serviços essenciais como saúde e educação, e das possibilidades de trabalho, lazer e participação social;
- Acidentes: Verificou-se um comprometimento de 30% dos recursos do Sistema Único de Saúde (SUS), o que corresponde a um custo de 5,3 bilhões de reais por ano, sendo que 52% dos leitos hospitalares são decorres de traumas cuja causa principal são os acidentes de trânsito;
- Congestionamentos: Os automóveis ocupam 90% do espaço viário para transportar apenas 20% da população;
- Poluição ambiental: Os 258 mil litros de combustível consumidos por ano geram uma poluição atmosférica de 123 mil toneladas de monóxido de carbono e 11 mil toneladas de hidrocarbonetos;
- Perda de competitividade das cidades: Observa-se um aumento dos custos de investimentos, redução de produtividade e perda de eficiência.

Diante desses possíveis impactos, faz-se necessário adotar medidas importantes para aumentar a participação do transporte público na matriz modal dos deslocamentos urbanos. Assim, MORAIS *et al*, (2010) incentiva o estudo das condições de mobilidade por extrato social, dos consumos e externalidades associadas, visto que essa ação é fundamental para avaliar a qualidade da vida nas cidades do Brasil e identificar possíveis ações de políticas públicas que auxiliem na redução de problemas urbanos relacionados a mobilidade, dando maior eficiência na movimentação de indivíduos e mercadorias e garantindo às pessoas qualidade no acesso à cidade.

3.3 MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

O conceito de desenvolvimento sustentável foi reconhecido internacionalmente na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente que ocorreu em 1972 em Estocolmo na Suécia. Em 1987, através do Relatório de Brundtland, o significado de desenvolvimento

sustentável foi formalizado e disseminado. O relatório expõe que o desenvolvimento sustentável é “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, p. 46).

No entanto, o conceito de sustentabilidade atrelado a mobilidade urbana ainda é muito recente e pouco difundido no Brasil. Segundo o Ministério das Cidades (BRASIL, 2004), a mobilidade urbana sustentável pode ser entendida como um conjunto de medidas relacionadas ao transporte e circulação, que tem como objetivo fornecer um acesso amplo e democrático ao espaço urbano, mediante a priorização dos modos não motorizados e coletivos de transporte, de modo a evitar qualquer tipo de segregação espacial, sendo socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável, com foco sempre em pessoas e não em veículos.

A mobilidade urbana é apresentada como tema transversal na discussão acerca dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (Figura 2). Com o intuito de ampliar a visualização dos impactos e qualificar os debates e integração dos objetivos e metas, a Confederação Nacional de Municípios (2018) em seu caderno “Mobilidade Urbana e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”, explica como se dá a relação da mobilidade urbana com os ODS, cujo objetivo é ser um modelo para alcançar um futuro melhor e mais sustentável para todos.

Figura 2: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: ODS Brasil, 2021

- 1. Erradicação da pobreza:** Garantir à toda população de baixa renda acesso a transporte de qualidade e a informações acerca dos investimentos e subsídios que devem ser custeados por percentual arrecadado dos incentivos ao transporte individual, incluindo combustíveis;

2. **Fome zero:** Visa aumentar os investimentos em tecnologia, infraestrutura, manutenção e em modais de transporte de carga sustentáveis de modo proporcional ao crescimento da produtividade, ampliando a integração, armazenamento e escoamento;
3. **Boa saúde e bem-estar:** Conforme a Lei 13.614/2018, visa a aplicação dos recursos em políticas permanentes em âmbito federal, estadual e municipal e em ações para redução de 50% dos acidentes até 2028. Além disso, aumentar o financiamento e incentivos para a mudança da matriz energética, controle das emissões, qualidade do combustível, para a utilização do transporte ativo (bicicleta e pedonal) e para a acessibilidade aos serviços públicos;
4. **Educação de qualidade:** Visa garantir incentivos para o transporte escolar, acessibilidade e inclusão escolar nas três esferas, incluindo o controle social e transparência;
5. **Igualdade de gênero:** Garantir o acesso a serviços públicos, infraestrutura e políticas de proteção social para mulheres responsáveis pelo sustento da família. A igualdade de gênero e a representação das mulheres deve ser promovida no planejamento e uso do espaço urbano, redesenhados para atender às necessidades;
6. **Água limpa e saneamento:** Visa integrar as políticas e investimentos para elaboração e execução de planos integrados e a incorporação de dados de modelagem climática para os sistemas de abastecimento, de saneamento, de drenagem e viário nos Municípios;
7. **Energia acessível e limpa:** Aumentar o financiamento e incentivos para veículos elétricos, híbridos e de biocombustíveis, seja através de bônus para aquisição do veículo, ou através de incentivos fiscais diversos, incluindo os custos de infraestrutura para recarga de energia;
8. **Emprego digno e crescimento econômico:** Visa promover o acesso às oportunidades e serviços por meio da ampliação do transporte público, da rede cicloviária e das calçadas acessíveis, prioritariamente, para pessoas de baixa renda, integrando ao planejamento urbano, por meio de subsídios arrecadados do uso do transporte individual, incluindo combustíveis (CIDE);
9. **Indústria, inovação e infraestrutura:** Ampliar diversificação e integração dos meios de transporte, de forma a otimizar o custo-benefício, reduzir significativamente o custo logístico e diminuir as perdas econômicas diretas causadas ao Produto Interno Bruto global;

- 10. Redução das desigualdades:** Garantir elaboração de planos integrados e a incorporação de dados ao planejamento dos Municípios e dos investimentos em elaboração e execução dos planos municipais para o desenvolvimento local;
- 11. Cidades e comunidades sustentáveis:** Visa garantir a implementação de avaliação, monitoramento e transparência, a promoção de tecnologias de transportes sustentáveis, o planejamento e execução dos planos integrados e o aumento do financiamento nacional e internacional para a política de incentivo contínuo ao transporte coletivo e a captura de valor imobiliário;
- 12. Consumo e produção responsável:** Proporcionar à população, prioritariamente de baixa renda, acesso a mercados locais, ampliando os investimentos para modais de transporte de carga sustentáveis e que reduzam as emissões, o custo e desperdício no transporte considerando o produto, armazenamento e modal;
- 13. Combate as alterações climáticas:** Ampliar os investimentos em energias renováveis e menos poluentes no transporte, garantindo o apoio técnico aos Estados e Municípios e definindo o modelo tributário, a forma de contabilização da atividade e a nomenclatura jurídica dos créditos de carbono;
- 14. Vida abaixo d'água:** Ampliar os investimentos nos portos e no transporte marítimo sustentável, monitorando sua eficiência, baixo custo e impactos ambientais, além de ampliar os acessos ferroviários, modernizar a comunicação entre os setores envolvidos dentro e fora do porto e a redução da burocracia nas operações;
- 15. Vida sobre a terra:** Investir na elaboração e execução de plano de gestão de resíduos sólidos integrado, que contemple a fiscalização de toda a cadeia produtiva e responsabilize os fabricantes pela destinação dos resíduos;
- 16. Paz, justiça e instituições fortes:** Aumentar o financiamento e incentivos para gestão do trânsito em Municípios de fronteira ou de rota de armas ilegais, incluindo a parceria entre os órgãos de segurança pública e os órgãos municipais de trânsito;
- 17. Parceria em prol das metas:** Ampliar as parcerias internacionais e, a nível nacional, entre União, Estados, Municípios, consórcios e Parcerias Público-Privadas para a diversificação e integração dos diferentes meios de transporte de pessoas e cargas de modo sustentável, reduzindo as perdas econômicas diretas e indiretas causadas.

Além disso, um importante guia na promoção de uma mobilidade urbana sustentável é a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei 12.587/2012) que está fundamentada nos seguintes princípios:

- Acessibilidade universal;
- Desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais;
- Equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo;
- Eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de transporte urbano;
- Gestão democrática e controle social do planejamento e avaliação da Política Nacional de Mobilidade Urbana;
- Segurança nos deslocamentos das pessoas;
- Justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços;
- Equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros;
- Eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana.

E possui os seguintes objetivos principais:

- Reduzir as desigualdades e promover a inclusão social;
- Promover o acesso aos serviços básicos e equipamentos sociais;
- Proporcionar melhoria nas condições urbanas da população no que se refere à acessibilidade e à mobilidade;
- Promover o desenvolvimento sustentável com a mitigação dos custos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades;
- Consolidar a gestão democrática como instrumento e garantia da construção contínua do aprimoramento da mobilidade urbana.

Alcançar todos esses objetivos requer o enfrentamento de muitos desafios, mas tão importante quanto cumpri-los é mensurar o êxito de cada um deles. Sendo assim, a literatura dispõe de diversas métricas para avaliar a mobilidade urbana.

3.4 MOBILIDADE URBANA NA CIDADE DE JOÃO PESSOA

João Pessoa é uma cidade litorânea e capital do estado da Paraíba com uma área territorial de 210,044 km² e pouco mais de 800.000 habitantes (IBGE, 2020). Segundo dados do IBGE (2018), João Pessoa possui uma frota de 387.392 veículos, formada por 209.624 automóveis, 103.803 motocicletas e os demais distribuídos entre caminhões, ônibus, utilitários,

entre outros. Ainda segundo o IBGE (2010), a cidade apresenta apenas 25,1% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada, isto é, com presença de calçada, meio fio e pavimentação adequada.

O município dispõe de uma centralização das atividades gestoras da mobilidade. Os órgãos que possuem grande influência no monitoramento e na elaboração de projetos para a cidade são: a Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana (SEMOB), a Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEINFRA) e a Secretaria de Planejamento de João Pessoa (SEPLAN).

Segundo o próprio *website* da SEMOB (2021), a Superintendência é uma autarquia especial vinculada ao Gabinete do Prefeito, com personalidade jurídica de direito público, autonomia administrativa e financeira e patrimônio próprio. A SEMOB tem como objetivo básico executar as políticas de mobilidade urbana do município de João Pessoa, sendo designada como o Órgão Gestor de Transporte e Executivo Municipal de trânsito, conforme os preceitos contidos na Lei Federal nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.

A SEINFRA, segundo o *website* da prefeitura de João Pessoa (2019), é um órgão da Administração Direta. Tem como função a formulação e execução da política municipal de obras públicas e de serviços urbanos. Dentre as atribuições de interesse da mobilidade urbana encontram-se: execução de serviços de manutenção da pavimentação, galerias pluviais, iluminação pública ornamental, máquinas e veículos; promoção da implantação de sistema de infraestrutura básica adequada à evolução populacional de João Pessoa e ao desenvolvimento urbano e; execução de obras especiais do Plano Urbanístico e Rodoviário da Cidade, de modo que a execução dos serviços são realizadas de acordo com prioridades dos planos e programas municipais.

A SEPLAN, também segundo o *website* da prefeitura de João Pessoa (2020), tem como função a articulação e promoção de políticas públicas para o desenvolvimento do município. Na área de planejamento, a Secretaria é responsável pelo geoprocessamento; planejamento urbano; controle urbano; parcelamento, zoneamento, controle, uso e ocupação do solo urbano; exame, aprovação e fiscalização da execução de projetos de parcelamento do solo, obras e serviços e; controle e fiscalização de obras, instalações e bens do patrimônio.

Na cidade de João Pessoa é notório o crescimento na frota de automóveis, conforme informações contidas no Quadro 1. Observa-se que em 10 anos ocorreu crescimento de 82% na

frota de automóveis no município e segundo pesquisa Origem-Destino realizada pelo consórcio de empresas CONCREMAT, COMAP e SISTRAN (2019), o índice de motorização da cidade em 2018 era de 196 automóveis por 1.000 habitantes.

Quadro 1: Evolução da frota de automóveis em João Pessoa.

Município	Ano										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bayeux	6.654	7.189	8.143	9.133	9.773	10.520	11.237	11.748	12.157	12.618	13.071
Cabedelo	6.797	7.546	8.592	9.378	9.880	10.714	11.399	11.777	11.905	11.989	12.379
Conde	692	807	981	1.184	1.300	1.447	1.617	1.747	1.842	1.986	2.107
João Pessoa	118.120	128.651	140.792	151.316	162.469	172.667	181.934	189.677	195.416	201.990	209.624
Lucena	325	378	442	498	567	639	702	757	795	855	925
Santa Rita	7.733	8.409	9.671	10.904	11.795	12.943	14.165	15.115	15.851	16.628	17.517
TOTAL	140.321	152.980	168.621	182.413	195.784	208.930	221.054	230.821	237.966	246.066	255.623

Fonte: DENATRAN, 2018.

Diante disso, faz-se necessário um instrumento de planejamento de ações de curto, médio e longo prazo que oriente intervenções eficazes e coerentes em detrimento a rápida mudança da mobilidade urbana nas cidades. A Lei nº 12.587/12, conhecida como lei da mobilidade urbana, indica no § 4º do artigo 24 que para todos os municípios com mais de 250.000 habitantes deve ser elaborado um plano de mobilidade urbana até o ano de 2023. A lei apresenta as diretrizes que devem ser seguidas na elaboração do plano.

Assim, em 2017 iniciou-se a elaboração do PLANMOB - Plano Diretor de Mobilidade Urbana da microrregião de João Pessoa, sendo concluído em 2020. O plano teve como objetivo verificar os principais impactos na mobilidade urbana no contexto econômico e social, a partir da evolução de aspectos socioeconômicos e urbanos, a médio e longo prazo. Os dados fornecidos pelo PLANMOB foram de grande auxílio no cálculo dos indicadores que constituem o IMUS.

3.5 MÉTRICAS PARA AVALIAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA

No que tange a mensuração de um determinado assunto, Gudmundsson (2016, p. 141) frisa a importância do uso de indicadores. Ele explica que os indicadores são utilizados para fornecer uma medida mais clara de algo considerado importante. Um exemplo seria o caso de mensurar a segurança no trânsito, no qual um indicador interessante para esse problema poderia estar relacionado ao número de pessoas mortas ou gravemente feridas no trânsito.

Indicadores como esse são utilizados para muitos aspectos em relação ao sistema de transporte atual, seja prevendo resultados futuros, monitorando os resultados de projetos, programas ou políticas a longo prazo.

Ainda em seu livro, Gudmundsson (2016, p. 144) indica que os sistemas de transporte são entidades grandes, complexas e altamente dinâmicas, cujos atributos podem variar significativamente ao longo do tempo. Portanto, quando se fala de transporte e sustentabilidade, ambas as áreas podem se beneficiar do uso de indicadores.

Ainda segundo Gudmundsson (2016), para um gerente de transporte, é essencial dispor de indicadores adequados para monitorar as condições do sistema para evitar efeitos como acidentes, congestionamentos e atrasos. A longo prazo, os sistemas de transporte têm impactos significativos sobre condições ambientais, sociais e econômicas. É de suma importância tentar prever e monitorar tais tendências, utilizando indicadores adequados, a fim de se preparar para o futuro ou alcançar objetivos específicos.

No Brasil, em grandes e médias cidades, é comum a utilização de indicadores na elaboração da política de Mobilidade Urbana pelo Governo Federal. Esses indicadores podem ser utilizados tanto na etapa de planejamento como na de monitoramento. De modo que a definição de um Sistema de Indicadores é parte integrante dos produtos a serem entregues a população através da elaboração dos Planos Diretores de Transportes e Mobilidade Municipais.

Na literatura já existem ferramentas que avaliavam aspectos de mobilidade urbana nas cidades, cada qual com seu grau de abrangência e complexidade. No entanto, serão explanados quatro métodos: o primeiro proposto pela Equipe Mobilize Brasil (2011), o segundo proposto por Machado (2010), o terceiro por Campos e Ramos (2005) e o quarto proposto por Costa (2008) que possui uma seção detalhada visto que consiste no objeto de estudo do atual trabalho.

3.5.1 Mobilize

A Mobilize Brasil é uma realização da Associação Abaporu, organização sem fins lucrativos qualificada como Organização da Sociedade Civil de Interesse Público, fundada em 2003 e que atua nas áreas de educação, cultura e cidadania. Tem como objetivo geral contribuir com a melhoria da mobilidade urbana e da qualidade de vida nas cidades brasileiras.

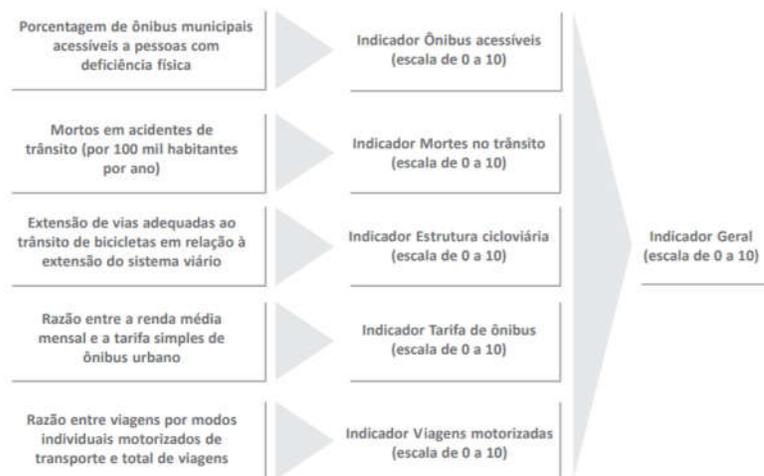
Em 2011 a Equipe Mobilize Brasil, desenvolveu um estudo que buscou agrupar indicadores de mobilidade sustentável, com intuito de provocar reflexões e impulsionar

melhores políticas e projetos visando a melhoria da mobilidade nas cidades brasileiras. Essa ferramenta foi aplicada em nove capitais: Porto Alegre (RS), Curitiba (PR), São Paulo (SP), Cuiabá (MT), Brasília (DF), Belo Horizonte (MG), Rio de Janeiro (RJ), Salvador (BA) e Natal (RN), sendo proposta sua reaplicação a cada ano. Segundo Mobilize (2011), a ferramenta é formada por 5 indicadores:

1. Porcentagem de ônibus municipais adaptados a pessoas com deficiência física;
2. Mortos em acidentes de trânsito (por 100.000 habitantes);
3. Extensão de vias adequadas ao trânsito de bicicletas em relação à extensão do sistema viário;
4. Razão entre a renda média mensal e a tarifa simples de ônibus urbano;
5. Razão entre o número de viagens por modos individuais motorizados de transporte e o número total de viagens.

A Figura 3 apresenta como se deu a construção dos indicadores pela Mobilize Brasil.

Figura 3: Construção de Indicadores



Fonte: Mobilize, 2011.

De acordo com a Figura 3, a nota máxima configura a melhor situação verificada entre as cidades e a nota mínima a situação mais distante do cenário de mobilidade urbana sustentável. A nota final é obtida através de uma média aritmética simples entre os indicadores calculados. Assim, em ordem decrescente, as cidades obtiveram as seguintes notas: Rio de Janeiro (7,9), Curitiba (7,0), Brasília (5,1), Belo Horizonte (4,1), Salvador (4,0), Natal (3,8), Porto Alegre (3,5), Cuiabá (2,4) e São Paulo (2,0).

A ferramenta possui rápida e fácil aplicabilidade, portanto, não dispõe de um sistema de pesos de acordo com o indicador de maior impacto na cidade, também não considera o porte do município como critério de avaliação.

3.5.2 Índice de Mobilidade Sustentável segundo Machado

O Índice de Mobilidade Sustentável (IMS) consiste em uma ferramenta proposta por Machado (2010) com objetivo de representar os principais impactos da mobilidade na sustentabilidade e na qualidade de vida urbana.

O IMS foi aplicado em 10 municípios da região metropolitana de Porto Alegre (RS): Alvorada, Cachoeirinha, Canoas, Esteio, Gravataí, Guaíba, Sapucaia do Sul, Viamão, São Leopoldo e Novo Hamburgo. Machado (2010) explica que buscou selecionar indicadores cuja disponibilidade e periodicidade de obtenção fosse anual. Assim identificou os indicadores presentes no Quadro 2.

Quadro 2: Temas e indicadores que compõe o IMS

Temas	Indicadores
SOCIAIS	
Acessibilidade	Uso misto do solo
Acidentes	Nº de mortes e feridos
Mobilidade	Passageiros transportados por modo
Equidade	Terminais intermodais
AMBIENTAIS	
Poluição atmosférica	Emissões por tipo de poluente
Ruído	% da população exposta a ruídos maiores que 65db
Aquecimento global	Emissões de gases de efeito estufa
Uso energia	Consumo de combustíveis
Uso solo transportes	% do solo apropriado pelos transportes
ECONÔMICOS	
Custos para economia	Investimento público nos transportes
Produtividade/Eficiência	Índice de passageiros por quilômetro (IPK)
<i>Affordability</i> (custo da tarifa)	% orçamento doméstico gasto em transporte
Congestionamentos/Atrasos	Custos de congestionamentos

Fonte: Machado (2010).

Segundo Machado (2010), os indicadores podem receber notas de 0 a 1 e a ferramenta possui um sistema de pesos que estabelece uma hierarquia das dimensões, de modo que, a dimensão social possui peso 0,44, a dimensão econômica 0,29 e a ambiental 0,27.

3.5.3 Índice de Mobilidade Sustentável segundo Campos e Ramos

Segundo Campos e Ramos (2005), a ferramenta avalia questões associadas ao uso e ocupação do solo e ao sistema de transporte. Sua formulação foi realizada através do Processo Analítico Hierárquico que estabelece pesos para cada um dos indicadores. Esses pesos foram estabelecidos mediante a aplicação da metodologia de comparação Par a Par por um painel de técnicos e especialistas que atuaram como avaliadores gerando os indicadores do Quadro 3.

Quadro 3: Temas e indicadores que compõe o Índice de Mobilidade Sustentável

TEMAS	INDICADORES
Incentivo ao uso do Transporte Público	Oferta de lugares de transporte público urbano (TPU); Frequência de TPU; Oferta de transporte para pessoas de mobilidade reduzida; Tempo médio de viagem no TPU para o núcleo central de comércio; População residente com distância média de caminhada inferior a 500m das estações/paradas de TPU.
Incentivo ao Transporte não motorizado	População residente com acesso a áreas verdes ou de lazer dentro de um raio de 500m; Parcela de área de comércio (uso misto) Diversidade de uso comercial e serviços; dentro de um dentro de um bloco ou quadra de 500m X 500m; Extensão de ciclovias; Distância média de caminhada as escolas; Número de lojas de varejo por área desenvolvida líquida; População dentro de uma distância de 500 m de vias com uso predominante comércios e serviços.
Conforto Ambiental e Segurança	Extensão de vias com <i>traffic calming</i> ; Parcela de veículos (oferta de lugares) do TPU utilizando energia limpa; Parcela de vias com calçada; Acidentes com pedestres/ciclistas por 1000 habitantes; Parcela de interseções com faixas para pedestres; Parcela de veículos de carga com uso de energia menos poluente.
Conjunção transporte e atividade econômica	Custo médio de viagem no transporte público para o núcleo central de atividades; Renda média da população/custo mensal do transporte público; Baías para carga e descarga; Tempo médio de viagem TPU <i>versus</i> tempo médio de viagem por automóvel.
Intensidade de uso do automóvel	Veículo–viagens/comprimento total da via ou corredor; Total de veículos privados-viagem/ per capita; Demanda de viagens por automóveis na região; Horas de congestionamento nos corredores de transportes próximos ou de passagem na região.

Fonte: Campos e Ramos (2005).

Os indicadores variam de 0 a 1 e o cálculo final do índice é realizado apenas com os indicadores cujo cálculo foi viável, ou seja, na falta de dados para o cálculo de algum dos indicadores, esse é descartado e a compensação é realizada a partir dos demais indicadores calculados.

3.5.4 Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS)

O IMUS consiste em uma ferramenta desenvolvida por Costa (2008), que tem como principal característica determinar uma hierarquia de critérios construída a partir de informações e conceitos obtidos em conjunto a técnicos e gestores em nível metropolitano e municipal das principais cidades do Brasil. É organizado a partir de um sistema de pesos determinando a importância relativa de cada indicador que compõe a ferramenta e permitindo a compensação no caso de carência de dados (COSTA *et al.*, 2007).

Ainda segundo Costa *et al.* (2007) o IMUS permite avaliar os impactos de ações setoriais levando em consideração as dimensões da sustentabilidade: social, econômica e ambiental. Caracteriza-se como uma ferramenta de fácil compreensão e simplicidade de aplicação, ou seja, não exige pacotes computacionais avançados e nem conhecimento de modelos matemáticos complexos para sua aplicação.

O IMUS é composto por 9 domínios formados por 37 temas e 87 indicadores que serão apresentados de maneira detalhada na metodologia do presente trabalho. No Quadro 4 encontra-se o resumo dos indicadores que compõe o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável.

Quadro 4: Resumo dos indicadores que compõe o IMUS

Domínios	Temas	Indicadores
Acessibilidade	Acessibilidade aos sistemas de transporte	Acessibilidade ao transporte público
		Transporte público para pessoas com necessidades especiais
		Despesas com transporte
	Acessibilidade universal	Travessias adaptadas a pessoas com necessidades especiais
		Acessibilidade a espaços abertos
		Vagas de estacionamento para pessoas com necessidades especiais
		Acessibilidade a edifícios públicos
		Acessibilidade aos serviços essenciais

Fonte: Costa (2008)

Quadro 5: Resumo dos indicadores que compõe o IMUS

(continuação)

Acessibilidade	Barreiras físicas	Fragmentação urbana
	Legislação para pessoas com necessidades especiais	Ações para acessibilidade universal
Aspectos Ambientais	Controle dos impactos no meio ambiente	Emissões de CO
		Emissões de CO ₂
		População exposta ao ruído de tráfego
		Estudos de impacto ambiental
	Recursos naturais	Consumo de combustível Uso de energia limpa e combustíveis alternativos
Aspectos Sociais	Apoio ao cidadão	Informação disponível ao cidadão
	Inclusão social	Equidade vertical (renda)
	Educação a cidadania	Educação para o desenvolvimento sustentável
	Participação popular	Participação na tomada de decisão
	Qualidade de vida	Qualidade de vida
Aspectos Políticos	Integração de ações políticas	Integração entre níveis de governo
		Parcerias público/privadas
	Captação e gerenciamento de recursos	Captação de recursos
		Investimentos em sistemas de transportes
		Distribuição dos recursos (público x privado)
	Distribuição dos recursos (motorizados x não-motorizados)	
	Política de mobilidade urbana	Política de mobilidade urbana
Infraestrutura de Transporte	Previsão e manutenção da infraestrutura de transporte	Densidade da rede viária
		Vias pavimentadas
		Despesas com manutenção da infraestrutura de transportes
		Sinalização viária
	Captação e gerenciamento de recursos	Vias para transporte coletivo
Modos Não Motorizados	Transporte cicloviário	Extensão e conectividade de ciclovia
		Frota de bicicletas
		Estacionamento de bicicletas
	Descolamentos a pé	Vias para pedestres
		Vias com calçadas
		Distância de viagem
	Redução de viagens	Tempo de viagem
		Número de viagens
		Ações para redução do tráfego motorizado
Planejamento Integrado	Capacitação de gestores	Nível de formação de técnicos e gestores
		Capacitação de técnicos e gestores
	Áreas centrais e de interesse histórico	Vitalidade do centro
	Integração regional	Consórcios intermunicipais

Fonte: Costa (2008)

Quadro 6: Resumo dos indicadores que compõe o IMUS

(conclusão)

Planejamento Integrado	Transparência no planejamento	Transparência e responsabilidade
	Planejamento e controle do uso e ocupação do solo	Vazios urbanos
		Crescimento urbano
		Densidade populacional urbana
		Índice de uso misto
		Ocupações irregulares
	Planejamento estratégico e integrado	Planejamento urbano, ambiental e de transportes integrado
		Efetivação e continuidade das ações
	Planejamento de infraestrutura urbana e equipamentos urbanos	Parques e áreas verdes
		Equipamentos urbanos (escolas)
		Equipamentos urbanos (postos de saúde)
	Plano Diretor e legislação urbanística	Plano Diretor
Legislação urbanística		
Cumprimento da legislação urbanística		
Tráfego e Circulação Urbana	Acidentes de trânsito	Acidentes de trânsito
		Acidentes com pedestres e ciclistas
		Prevenção de acidentes
	Educação para o trânsito	Educação para o trânsito
	Fluidez e circulação	Congestionamento
		Velocidade média do tráfego
	Operação e fiscalização	Violação das leis de trânsito
	Transporte individual	Índice de Motorização
Taxa de ocupação de veículos		
Sistemas de Transporte Urbano	Disponibilidade e qualidade do transporte público	Extensão da rede de transporte público
		Frequência de atendimento do transporte público
		Pontualidade
		Velocidade média do transporte público
		Idade média da frota de transporte público
		Índice de passageiros por quilômetro
		Passageiros transportados anualmente
		Satisfação do usuário com o serviço de transporte público
	Diversificação modal	Diversidade de modos de transporte
		Transporte coletivo x transporte individual
		Modos não motorizados x modos motorizados
	Regulação e fiscalização do transporte público	Contratos e licitações
		Transporte clandestino
		Terminais intermodais
		Integração do transporte público
	Política tarifária	Descontos e gratuidades
		Tarifas de transporte
		Subsídios públicos

Fonte: Costa (2008)

4 METODOLOGIA

A ferramenta consiste no Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), desenvolvida por Costa (2008), baseada em conceitos e elementos inferidos em conjunto com técnicos e gestores de onze cidades brasileiras: Manaus (AM), Palmas (TO), Fortaleza (CE), Recife (PE), Maceió (AL), Aracajú (SE), Goiânia (GO), Belo Horizonte (MG), Vitória (ES), Florianópolis (SC) e Porto Alegre (RS). Tem como objetivo oferecer suporte ao monitoramento da mobilidade urbana e à formulação de políticas públicas no município que, nesse estudo, será a cidade de João Pessoa localizada no Estado da Paraíba.

Os domínios que compõem o IMUS são: Sistemas de Transporte Urbano, Tráfego e Circulação, Infraestrutura de Transporte, Acessibilidade, Aspectos Ambientais, Aspectos Sociais, Aspectos Políticos, Modos Não Motorizados e Planejamento Integrado. Cada domínio é subdividido em um determinado número de temas e por sua vez cada tema é composto por uma quantidade de indicadores, conforme Quadro 4.

Cada indicador dispõe de uma metodologia de cálculo específica de modo que, ao final, é atribuído um *score* para o indicador sendo possível classificar o aspecto analisado de acordo com uma escala fornecida por Costa (2008). Ainda, os indicadores são divididos quanto a disponibilidade e qualidade dos seus dados, de modo que esses podem ser classificados de curto (C), médio (M) ou longo (L) prazo e de alta (A), média (M) ou baixa (B) qualidade.

Pensado de maneira a estabelecer um sistema de pesos, o IMUS considera as dimensões de sustentabilidade nos níveis social, econômico e ambiental, o que possibilita uma análise dos impactos de ações sobre cada dimensão.

O funcionamento das cidades depende não só da região, mas do seu porte. Assim o IMUS foi elaborado com o objetivo de abranger cidades de médio e grande porte, visto que cidades de pequeno porte sofrem de carência de dados para realização plena do cálculo dos indicadores.

4.1 DOMÍNIO ACESSIBILIDADE

Segundo Raia Jr. (1997), a acessibilidade consiste na distância percorrida por um indivíduo para fazer uso do transporte com finalidade de realizar uma viagem, em que esse

percurso é constituído pela soma da distância entre a origem da viagem e o local de embarque e desse até o destino final.

O domínio Acessibilidade é composto por 10 indicadores, que avaliam a acessibilidade das pessoas ao transporte público, bem como de pessoas com necessidades especiais; também aborda sobre despesas com o transporte e; acessibilidade a travessias adaptadas, espaços abertos, a edifícios públicos, a serviços essenciais e vagas de estacionamento. Após o cálculo de cada indicador, atribui-se esse resultado a um *score* que varia de 0 a 1 segundo os parâmetros de Costa (2008). É composto por 10 indicadores, segundo Costa (2008):

- **Acessibilidade ao transporte público:** Avalia a facilidade de acesso ao transporte público através da porcentagem da população urbana que reside em áreas que possuem uma cobertura de um ponto de acesso aos serviços de transporte público, considerando todos os modos de transporte disponíveis no município;
- **Transporte público para pessoas com necessidades especiais:** Qualifica a frota de transporte público através da identificação da porcentagem dos veículos da frota municipal de ônibus que possui adaptações para pessoas com necessidades especiais e restrições de mobilidade;
- **Despesas com transporte:** Analisa o investimento da população em transporte público através do cálculo da porcentagem da renda mensal pessoal ou por domicílio destinada ao uso desses serviços;
- **Travessias adaptadas a pessoas com necessidades especiais:** Qualifica a acessibilidade das travessias do município através do cálculo da porcentagem das travessias de pedestres da rede viária principal que se encontram devidamente adaptadas, de modo a atender aos padrões de conforto e segurança para pessoas com necessidades especiais e restrições de mobilidade;
- **Acessibilidade a espaços abertos:** Analisa a facilidade dos indivíduos em acessar áreas abertas através da identificação da porcentagem da população urbana que residia nas proximidades de áreas verdes ou de lazer, considerando até 500 metros no caso de praças, playgrounds e outras áreas de recreação de pequeno e médio porte e; até 1000 metros no caso de parques urbanos;
- **Vagas de estacionamento para pessoas com necessidades especiais:** Avalia a priorização de existência de estacionamentos exclusivos através do cálculo da

porcentagem de vagas em estacionamentos públicos que se destinam a pessoas com necessidades especiais;

- **Acessibilidade a edifícios públicos:** Visa identificar a preocupação com a existência de edifícios acessíveis através do cálculo da porcentagem de edifícios públicos que se encontram adaptados para acesso e utilização de pessoas com necessidades especiais ou restrições de mobilidade;
- **Acessibilidade aos serviços essenciais:** Qualifica a facilidade de acesso dos indivíduos a serviços básicos de saúde e educação através do cálculo da porcentagem da população urbana que reside até 500 metros de distância de serviços essenciais, como equipamentos de saúde de atendimento primário e equipamentos de educação infantil e ensino fundamental, públicas e particulares;
- **Fragmentação urbana:** Analisa a continuidade da área urbana através do cálculo da proporção de terra urbanizada contínua do total da área urbanizada do município, ou seja, não cortada por infraestrutura que acarrete em descontinuidade do tecido urbano;
- **Ações para acessibilidade universal:** Avalia a promoção da acessibilidade no município através da identificação da existência de qualquer tipo de ações, medidas, programas ou instrumentos, como campanhas, projetos, legislação específica e normas técnicas destinadas à promoção da acessibilidade universal no município.

4.2 DOMÍNIO ASPECTOS AMBIENTAIS

Uma das grandes vítimas do crescimento desenfreado das cidades e o uso excessivo do transporte é o meio ambiente. A qualidade de vida nas cidades está diretamente relacionada com a qualidade do ar, que é fortemente influenciado pela emissão de gases pelos transportes e pelo uso de combustíveis excessivamente poluentes.

O domínio Aspectos Ambientais busca instrumentos de monitorização e controle dos impactos ao meio ambiente oriundos dos sistemas de transporte e avalia se há utilização de recursos naturais pelo sistema de transporte e mobilidade no município. É composto por 6 indicadores, segundo Costa (2008):

- **Emissões de CO:** Avalia o estado da emissão de monóxido de carbono através da porcentagem de emissões, medidas em toneladas/ano, que excedem os parâmetros de controle;

- **Emissões de CO₂:** Avalia o estado da emissão de dióxido de carbono através da porcentagem de emissões, medidas em toneladas/ano, que excedem os parâmetros de controle;
- **População exposta ao ruído de tráfego:** Avalia a existência de poluição sonora considerável através da porcentagem da população urbana que se encontra exposta a ruídos superiores a 65dB causados pelos sistemas de transporte;
- **Estudos de impacto ambiental:** Identifica se há exigência, por parte do município, de estudos de impacto ambiental, impactos urbanos e de vizinhança para elaboração e execução de projetos de transportes e mobilidade;
- **Consumo de combustível:** Quantifica o consumo de combustível pelos indivíduos da área urbana através do número de litros de gasolina consumidos anualmente por pessoa que faz uso de veículo motorizado individual;
- **Uso de energia limpa e combustíveis alternativos:** Avalia a preocupação com o uso de fontes de energia limpa através da porcentagem de veículos da frota municipal de transporte público e semipúblico que fazem uso de combustíveis menos poluentes ou fontes de energia alternativas.

4.3 DOMÍNIO ASPECTOS SOCIAIS

Sabe-se que a qualidade das decisões tomadas por um indivíduo é fortemente influenciada pelo seu nível de acesso a informações sobre determinado assunto. A mobilidade urbana também depende da percepção dos usuários acerca do transporte público que por sua vez deve ser ouvida e levada em consideração.

O domínio Aspectos Sociais analisa o nível de apoio fornecido ao cidadão em relação ao fornecimento de informações sobre os serviços de transporte; avalia a integração social a fim de identificar oportunidades que ajudem a reduzir a segregação socioespacial; qualifica o investimento em educação e políticas sociais para ampliar o acesso à informação e conscientização sobre os direitos e deveres do cidadão; verifica se há participação da população nos processos de tomada de decisão e; mensura a qualidade de vida através da satisfação dos usuários no que diz respeito a aspectos sociais, econômicos e ambientais da cidade. É composto por 5 indicadores, segundo Costa (2008):

- **Informação disponível ao cidadão:** Verifica a facilidade de acesso a informações sobre temas como mobilidade e transportes urbanos disponibilizados ao cidadão;
- **Equidade vertical (renda):** Analisa e relaciona o número de viagens com a renda mensal de usuários mais pobres e mais ricos através da razão entre o número médio de viagens diárias dos moradores de domicílios com renda de até 3 salários mínimos, e dos moradores dos domicílios com renda superior a 20 salários mínimos;
- **Educação para o desenvolvimento sustentável:** Verifica a existência de ações, programas e projetos de desenvolvimento pelo município com relação a educação para o desenvolvimento sustentável;
- **Participação na tomada de decisão:** Verifica se há incentivo e medidas por parte do município que viabilizem a participação da população em processos como monitoramento, elaboração e implementação dos projetos de transporte e mobilidade urbana;
- **Qualidade de vida:** Qualifica a satisfação da população com o município através do cálculo da porcentagem de cidadãos que consideram a cidade um bom ou excelente local para viver.

4.4 DOMÍNIO ASPECTOS POLÍTICOS

O governo possui um papel fundamental no funcionamento das cidades, além de poder realizar a implantação de ações ou executar programas de conscientização. Uma boa gestão depende do monitoramento da mobilidade urbana nos municípios.

O domínio Aspectos Políticos analisa a integração de ações políticas e parcerias entre o meio público e o privado para o âmbito municipal, regional, estadual e federal; qualifica como se dá o gerenciamento e captação de recursos para investimentos e; verifica a priorização de políticas públicas de transportes e mobilidade urbana e a criação de regulamentação necessária. É composto por 7 indicadores, segundo Costa (2008):

- **Integração entre níveis de governo:** Qualifica e quantifica a existência de ações, programas e projetos de transportes, mobilidade e desenvolvimento urbano promovidos pelo governo estadual e/ou federal e a frequência que essas atividades são realizadas no município;

- **Parcerias público/privadas:** Verifica se há ações, programas, projetos, serviços ou infraestrutura provenientes de parcerias entre o governo municipal e instituições privadas;
- **Captação de recursos:** Quantifica a porcentagem dos recursos municipais que são provenientes de taxação, multas e pedágios e que são empregados no financiamento de projetos de transportes e mobilidade;
- **Investimentos em sistemas de transportes:** Quantifica os investimentos realizados no sistema de transporte urbano do município no ano de análise;
- **Distribuição dos recursos (público x privado):** Analisa o investimento destinado a infraestrutura de transporte público e privado através da razão entre esses investimentos;
- **Distribuição dos recursos (motorizados x não-motorizados):** Analisa o investimento destinado a infraestrutura de transporte de modos motorizados e não-motorizados através da razão entre esses investimentos;
- **Política de mobilidade urbana:** Verifica a existência de políticas de mobilidade urbana no município, principalmente se houve elaboração de um Plano Diretor de Transporte e da Mobilidade.

4.5 DOMÍNIO INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

Uma mobilidade adequada depende de diversos fatores relacionados a qualidade da rede viária, como sinalização, pavimentação, investimento em manutenção para evitar futuros transtornos, distribuição da rede no município entre outros.

O domínio Infraestrutura de Transporte verifica como funciona o planejamento do abastecimento de recursos para manutenção da infraestrutura de transportes e analisa a distribuição espacial e modal dessa infraestrutura. É composto por 5 indicadores, segundo Costa (2008):

- **Densidade da rede viária:** Analisa o estado da densidade e a conectividade da rede viária urbana;
- **Vias pavimentadas:** Quantifica a extensão das vias que se encontram pavimentadas;
- **Despesas com manutenção da infraestrutura de transportes:** Verifica de que forma os recursos públicos para manutenção e conservação da infraestrutura para todos os meios de transporte estão sendo empregados no município;

- **Sinalização viária:** Coleta a avaliação da população acerca da qualidade da sinalização viária implantada na área urbana da cidade;
- **Vias para transporte coletivo:** Verifica a abrangência das vias exclusivas para ônibus através da porcentagem da área urbana da cidade que é atendida por essas vias.

4.6 DOMÍNIO MODOS NÃO MOTORIZADOS

Uma solução para minimizar o grande número de veículos que ocupam o espaço viário é o uso de transportes alternativos não motorizados, como bicicleta e/ou caminhada. No entanto, para que isso seja possível, é necessária uma infraestrutura adequada para a circulação de ciclistas e pedestres bem como um incentivo por parte dos órgãos responsáveis com objetivo de mostrar à população os inúmeros benefícios do uso desse meio de transporte.

O domínio Modos Não Motorizados analisa a integração da infraestrutura para transporte por meio de bicicleta; verifica a existência de ações e estratégias que incentivam o uso de transportes não-motorizados e; identifica ações para redução da extensão, tempo e quantidade de viagens. É composto por 9 indicadores, segundo Costa (2008):

- **Extensão e conectividade de ciclovias:** Verifica a cobertura e conectividade da rede de vias para bicicleta;
- **Frota de bicicletas:** Calcula o número de bicicletas por cada 100 habitantes no município e atribui um *score* ao resultado;
- **Estacionamento de bicicletas:** Analisa a existência de estacionamentos destinados a bicicletas através da porcentagem dos terminais de transporte público urbano que possuem estacionamento destinados a esse modal;
- **Vias para pedestres:** Verifica a cobertura e conectividade da rede de vias para bicicleta para pedestres;
- **Vias com calçadas:** Calcula a extensão das vias com calçadas em ambos os lados que possuem largura superior a 1,20 metros e realiza o comparativo em relação à extensão total da rede viária principal;
- **Distância de viagem:** Calcula a distância média das viagens realizadas na área urbana ou metropolitana, considerando todos os modos transporte;
- **Tempo de viagem:** Calcula o tempo médio das viagens realizadas na área urbana ou metropolitana, para todos os modos de transporte;

- **Número de viagens:** Verifica qual o número médio de viagens diárias por habitante na área urbana ou metropolitana, considerando todos os modos de transporte;
- **Ações para redução do tráfego motorizado:** Verifica se no município há políticas, projetos ou ações com objetivo de reduzir o tráfego motorizado.

4.7 DOMÍNIO PLANEJAMENTO INTEGRADO

No momento do desenvolvimento de planos diretores e planos de mobilidade urbana é necessária uma comunicação transparente entre os órgãos e na tomada de decisões, bem como um planejamento considerando as necessidades da população e limitações da cidade.

O domínio Planejamento Integrado verifica o nível de capacitação dos técnicos e gestores municipais; analisa se há integração entre os órgãos municipais para o planejamento da mobilidade; avalia o nível de transparência dos processos; verifica como se dá o planejamento da infraestrutura; analisa a periodicidade e atualização dos planos diretores de desenvolvimento urbano e; se há preservação e valorização de áreas de interesse histórico ou cultural. É composto por 18 indicadores, segundo Costa (2008):

- **Nível de formação de técnicos e gestores:** Verifica a quantidade de gestores ligados à órgãos de planejamento urbano, transportes e mobilidade que possuem qualificação superior, em relação ao total de trabalhadores destes órgãos;
- **Capacitação de técnicos e gestores:** Verifica o número de horas de treinamento e capacitação oferecidas aos técnicos e gestores ligados a órgãos de planejamento urbano, transportes e mobilidade;
- **Vitalidade do centro:** Analisa a tendência de crescimento do centro da cidade em relação ao número de residentes e no número de empregos nos setores de comércio e serviços na área;
- **Consórcios intermunicipais:** Verifica se há consórcios intermunicipais para previsão de infraestrutura e serviços de transportes urbano;
- **Transparência e responsabilidade:** Avalia se há iniciativa da administração municipal em realizar publicações formais e periódicas sobre assuntos que demonstrem transparência relacionados à infraestrutura, serviços, planos e projetos de transportes e mobilidade urbana;

- **Vazios urbanos:** Verifica a porcentagem das áreas que se encontram vazias ou desocupadas em relação a área total urbana do município;
- **Crescimento urbano:** Calcula a razão entre a área de novos projetos para regiões dotadas de infraestrutura e serviços de transportes, e a área de novos projetos em regiões sem infraestrutura de transportes;
- **Densidade populacional urbana:** Calcula a relação entre o número total de habitantes da área urbana e a área total urbanizada;
- **Índice de uso misto:** Calcula a porcentagem da área urbana destinada ao uso residencial e o uso não residencial do solo, conforme previsto na legislação municipal;
- **Ocupações irregulares:** Verifica a existência de assentamentos informais ou irregulares na área urbana e calcula a porcentagem em relação a área total;
- **Planejamento urbano, ambiental e de transportes integrado:** Analisa se há cooperação formalizada no momento de desenvolvimento de estratégias para melhoria da mobilidade urbana entre órgãos responsáveis pela gestão de transportes, planejamento urbano e meio ambiente;
- **Efetivação e continuidade das ações:** Analisa a existência de continuidade das ações, programas e projetos de transportes e mobilidade urbana efetivados pela administração municipal;
- **Parques e áreas verdes:** Calcula a relação entre a área urbana com cobertura de parques, jardins ou áreas verdes por habitante;
- **Equipamentos urbanos (escolas):** Calcula o número de escolas em nível infantil e fundamental, públicas e particulares, para cada 1.000 habitantes;
- **Equipamentos urbanos (postos de saúde):** Calcula o número de equipamentos de saúde ou postos de saúde, para cada 100.000 habitantes;
- **Plano Diretor:** Verifica se o município dispõe de plano diretor implantado ou atualizado nos últimos 5 anos em relação ao ano de referência;
- **Legislação urbanística:** Verifica se há legislação urbanística, como lei do perímetro urbano, lei de uso e ocupação do solo, código de obras, entre outros;
- **Cumprimento da legislação urbanística:** Analisa se há fiscalização no que diz respeito ao cumprimento da legislação urbanística atual por parte da administração municipal.

4.8 DOMÍNIO TRÁFEGO E CIRCULAÇÃO URBANA

Um bom funcionamento da mobilidade nas cidades está diretamente relacionado ao tráfego. A conscientização da população acerca do trânsito pode ajudar a evitar acidentes e melhorar as condições e fluidez da circulação dos veículos nas vias.

O domínio Tráfego e Circulação Urbana averigua a existência de medidas que ajudam a prevenir e reduzir os acidentes; verifica se há campanhas voltadas ao público sobre a conscientização no trânsito; avalia o funcionamento da gestão, circulação e condições de trânsito para melhoria da fluidez e; analisa se há monitoramento e controle do transporte individual e incentivo aos modos coletivos de transporte. É composto por 9 indicadores, segundo Costa (2008):

- **Acidentes de trânsito:** Cálculo da relação entre o número de mortos em acidentes de trânsito provenientes de vias urbanas por cada 100.000 habitantes;
- **Acidentes com pedestres e ciclistas:** Cálculo da porcentagem, em um ano de referência, de acidentes de trânsito ocorridos em vias urbanas envolvendo pedestres e ciclistas;
- **Prevenção de acidentes:** Verifica a abrangência de dispositivos de moderação de tráfego através do cálculo da porcentagem da extensão de vias locais com esses dispositivos em relação a extensão total das vias locais;
- **Educação para o trânsito:** Verifica a porcentagem de escolas de nível infantil, fundamental e médio, públicas e particulares, que possuem aulas ou campanhas de educação para o trânsito;
- **Congestionamento:** Quantifica a média diária mensal de horas de congestionamento de tráfego em vias da rede principal;
- **Velocidade média do tráfego:** Calcula a velocidade média dos deslocamentos através de transporte individual motorizado, em um determinado trecho da rede viária, em horário de pico;
- **Violação das leis de trânsito:** Analisa a relação entre condutores habilitados que cometeram infrações e o número total de condutores com habilitação em um ano de referência;
- **Índice de Motorização:** Verifica a relação entre o número de automóveis registrados no município para cada 1.000 habitantes em um ano de referência;

- **Taxa de ocupação de veículos:** Calcula o aproveitamento do veículo através do número médio de passageiros em automóveis privados nos deslocamentos feitos na área urbana.

4.9 DOMÍNIO SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO

O transporte público urbano configura uma grande parte do deslocamento da população. Quando esse serviço relaciona pontualidade, abrangência, conforto, segurança e preço acessível, torna-se uma excelente opção para seus usuários e contribui para a substituição do transporte individual pelo transporte coletivo.

O domínio Sistemas de Transporte Urbano avalia a cobertura e disponibilidade dos serviços de transporte público; quantifica os modos de transportes disponíveis e o investimento realizado neles; verifica se há regulação e fiscalização do serviço de transporte bem como a existência de integração física, tarifária e temporal e; avalia se há políticas tarifárias que visam o estabelecimento de tarifas mais acessíveis aos usuários. É composto por 18 indicadores, segundo Costa (2008):

- **Extensão da rede de transporte público:** Verifica a relação entre a extensão total da rede de transporte público e a extensão total do sistema viário urbano;
- **Frequência de atendimento do transporte público:** Analisa qual a frequência média de veículos de transporte coletivo por ônibus presentes nas linhas urbanas, nos dias úteis e horários de pico;
- **Pontualidade:** Analisa a pontualidade do serviço de transporte coletivo por ônibus através do cálculo da porcentagem das viagens que cumprem a programação horária.
- **Velocidade média do transporte público:** Calcula a velocidade média do deslocamento do serviço de transporte público por ônibus;
- **Idade média da frota de transporte público:** Verifica a idade média da frota de ônibus e micro-ônibus para um ano de referência;
- **Índice de passageiros por quilômetro:** Calcula o IPK através da razão entre o número total de passageiros transportados e a distância percorrida pela frota de transporte público;
- **Passageiros transportados anualmente:** Verifica a variação, em um período de 2 anos, do número de passageiros que são transportados pelos serviços de transporte público urbano;

- **Satisfação do usuário com o serviço de transporte público:** Quantifica a satisfação da população em relação ao transporte público urbano em todas as suas modalidades;
- **Diversidade de modos de transporte:** Analisa a abrangência do transporte público através da quantificação do número de modos de transporte disponíveis;
- **Transporte coletivo x transporte individual:** Verifica qual a relação percentual entre o número de viagens realizadas através de transporte coletivo e transporte individual;
- **Modos não motorizados x modos motorizados:** Verifica qual a relação percentual entre o número de viagens realizadas através de modos não motorizados e modos motorizados;
- **Contratos e licitações:** Avalia o grau de regularização dos contratos de operação de serviços de transporte público;
- **Transporte clandestino:** Analisa a participação do transporte clandestino ou irregulares no deslocamento da população;
- **Terminais intermodais:** Verifica a existência e a quantidade terminais de transporte urbano e metropolitano que permitem a integração física de dois ou mais modais;
- **Integração do transporte público:** Verifica se há integração do sistema de transporte público através de bilhetes eletrônico e integral física ou temporal;
- **Descontos e gratuidades:** Calcula a porcentagem dos usuários do sistema de transporte público que fazem uso de descontos ou gratuidade do valor da tarifa;
- **Tarifas de transporte:** Verifica a variação percentual nos valores de tarifa de transporte público urbano para um ano de referência e compara-se essa flutuação aos índices inflacionários correspondentes ao mesmo período de análise;
- **Subsídios públicos:** Avalia se há subsídios públicos destinados ao sistema de transporte público urbano.

4.10 IMPORTÂNCIA DO IMUS ENQUANTO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA

Mediante a implantação da "Lei da Mobilidade Urbana" (Lei Nº 12.587/12), é de suma importância a utilização de ferramentas e recursos que avaliam e controlam as condições de mobilidade urbana nas cidades com objetivo de cumprimento da lei e melhoria na circulação de pessoas e bens.

Uma ferramenta de alta abrangência e que pode ser aplicada na maioria das cidades brasileiras funciona como instrumento de gestão para fornecer aparato aos gestores na tomada de decisões. O IMUS vem com objetivo de unificar essa avaliação e se tornar uma ferramenta eficiente na análise da mobilidade.

No entanto, a obtenção de todos os dados necessários para o cálculo do IMUS é uma grande dificuldade no Brasil, visto que, a curto prazo, há uma considerável carência de informações nas cidades analisadas. A compilação de dados é o maior obstáculo a ser enfrentado e sem eles é impossível inferir com precisão sobre aspectos da mobilidade urbana (Costa *et al.*, 2007).

Mesmo com a carência de dados, ainda é possível analisar aspectos essenciais para uma mobilidade urbana adequada. Dessa forma, após obtenção dos *scores* normalizados dos indicadores, é possível verificar quais domínios possuíram resultados mais críticos, de modo que essa análise serve como base para as gestões públicas tomarem decisões e investirem recursos financeiros em setores que mais carecem no município.

5 ANÁLISE DE DADOS

De 2019 a 2020 o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) foi aplicado na cidade de João Pessoa (PB). O grupo de pesquisadores da Universidade Federal da Paraíba do projeto de Iniciação Científica intitulado “Avaliação do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) na Cidade de João Pessoa, PB”, analisou os indicadores em relação ao município em estudo. Após isso surgiu a necessidade de mapear os entraves, dificuldades e limitações enfrentadas durante o cálculo dos indicadores.

Nessa seção serão explanados os indicadores dos domínios “Tráfego e Circulação Urbana” e “Sistemas de Transporte Urbano” que apresentaram alguma inconsistência, bem como aqueles que, mediante discussão entre alunos e professores especialistas da área de transportes, mereceriam uma adaptação para melhor aplicabilidade. Serão analisados apenas os domínios supracitados, conforme divisão realizada no plano de trabalho do projeto de pesquisa.

O domínio “Tráfego e Circulação Urbana” quantifica os acidentes de trânsito e as medidas que são tomadas para evitá-los; avalia o paradeiro da educação no trânsito; observa a fluidez e a circulação dos veículos; verifica a existência de operação e fiscalização no trânsito e; analisa a participação do transporte individual na mobilidade. Foram verificadas inconsistência em dois dos nove indicadores: “prevenção de acidentes” e “congestionamento”.

Já o domínio “Sistemas de Transporte Urbano verifica a disponibilidade e qualidade do transporte público e diversificação modal; avalia a regulação e fiscalização do transporte público e a integração do mesmo e; analisa a política tarifária existente no município. Foram verificadas inconsistências em seis dos dezoito indicadores: “frequência de atendimento do transporte público”, “pontualidade”, “transporte coletivo x transporte individual”, “modos não motorizados x modos motorizados”, “terminais intermodais” e “tarifas de transporte”.

- a) Tráfego e circulação urbana
 - Prevenção de acidentes

Costa (2008) explica que o método de cálculo consiste em quantificar a porcentagem das vias locais do sistema viário urbano que apresentam dispositivos de moderação de tráfego.

Para tal calcula-se o quociente entre a extensão total de vias locais com medidas de *traffic calming* e a extensão total de vias locais.

Entende-se por *traffic calming* (i) vias com estreitamento ou mudanças no alinhamento; (ii) vias com barreiras físicas ou dispositivos de redução de velocidade; (iii) vias com pavimentação diferenciada com objetivo de reduzir as velocidades de tráfego; (iv) vias com limite de velocidade igual ou inferior a 30km/h e; (v) outras medidas físicas ou de gerenciamento de operação de tráfego visando redução dos volumes e velocidades de tráfego (COSTA, 2008).

Inicialmente é importante salientar que o conceito de *traffic calming* surgiu na Holanda em meados do século XX e foi gradativamente se espalhando pela Europa e outros países do continente. No Brasil, começou a ser introduzido na segunda metade da década de 1990, no entanto, o Código de Trânsito Brasileiro (Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997), não prevê essas medidas.

Para obtenção do valor do *score* correspondente a cidade de João Pessoa realizou-se uma adaptação da metodologia. Utilizou-se os dados obtidos no *website* da SEMOB referente a localização dos medidores de velocidade e com o auxílio do *Google Maps*, quantificou-se a extensão de cada uma das vias. Identificou-se que no município em estudo, não existem vias com limite de velocidade igual ou inferior a 30km/h e a obtenção do item (iii) vias com pavimentação diferenciada com objetivo de redução de velocidade, demandaria um longo prazo de identificação e coleta. Nas cidades brasileiras, observa-se pouco uso de (i) vias com estreitamento ou mudanças no alinhamento e (ii) vias com barreiras físicas ou dispositivos de redução de velocidade.

Portanto, a análise foi realizada apenas considerando os medidores de velocidade e fotossensores existentes na cidade em estudo. Dispondo do somatório da extensão dessas vias realizou-se o quociente desse somatório e a extensão total das vias do sistema viário urbano, o que resultou em um percentual de 3,58%. No entanto, devido a inexistência de estudos e monitoramento específico, baseados na metodologia existente sobre o tema, o indicador "prevenção de acidentes" foi considerado como de baixa qualidade.

Outra observação que pode ser realizada acerca do indicador, é que este não leva em consideração a abrangência das vias. No caso de uma via muito extensa que possui apenas um

dispositivo de moderação de tráfego haverá uma camuflagem do resultado já que para a realização do cálculo considera-se a extensão total da via.

Para exemplificar, realizou-se a comparação entre duas vias do município. Uma delas é a Avenida Hilton Souto Maior que possui aproximadamente 10 km de extensão e a Avenida General Edson Ramalho que possui aproximadamente 2 km de extensão. A primeira possui três medidores de velocidade e a segunda possui dois dispositivos. Observa-se que quando considerado apenas a extensão, não se têm representatividade da abrangência de um determinado dispositivo de moderação.

Assim, em cidades com grandes vias com poucos dispositivos de *traffic calming*, pode resultar em camuflagem do valor final do *score* do indicador, ou seja, uma via de 20 km com cinco dispositivos de moderação de tráfego e uma via com 20 km com apenas um dispositivo, possuem o mesmo peso na obtenção do resultado.

Dessa forma, seria interessante restringir o indicador a avaliar a existência de dispositivos de moderação do tráfego. Sugere-se que em vias principais ou em vias com maior fluxo no horário de pico seja realizada uma análise a cada 1 km ou distância proporcional ao porte da cidade. Além disso, também considerar a existência de dispositivos de moderação de tráfego nas vias urbanas, com limite de velocidade de 80 km/h nas vias de trânsito rápido, 60 km/h nas vias arteriais e 40 km/h nas vias coletoras, tornando o resultado obtido mais representativo.

- Congestionamento

Costa (2008) sugere duas formas de medição do congestionamento na cidade. A primeira é através da média diária mensal de horas de congestionamento de tráfego em vias da rede principal e a segunda leva em consideração apenas as vias monitoradas que se encontram congestionadas no período da tarde.

Durante a identificação de dados referente ao congestionamento na cidade de João Pessoa, foi identificado que não existem informações referente ao assunto. O órgão gestor da mobilidade da cidade possui um bom sistema de coleta de dados sobre o tráfego, um amplo sistema de monitoramento da circulação por meio de câmeras e fiscalização eletrônica, porém não considera essas informações acerca do congestionamento por horas ou quilômetros

relevantes para a gestão da mobilidade, como é realizado em algumas grandes cidades como São Paulo (SP).

Portanto, o indicador “congestionamento” foi identificado como de longo prazo, de modo que não foi incorporado na avaliação do IMUS. Classificar um indicador como de longo prazo significa que a obtenção dos dados dependem de levantamos de campo, pesquisas de opinião, além de esquematização de dados existentes por parte da Prefeitura Municipal, de modo que não há controle e acompanhamento personalizado dessas informações. Assim, em função do tempo e esforços necessários para sua obtenção, o indicador “congestionamento” só poderá ser disponibilizados em um horizonte de longo prazo.

Miranda (2010), que aplicou o IMUS na cidade de Curitiba (PR), e Morais (2012), que aplicou o IMUS na cidade de Anápolis (GO), também apontaram a inexistência de dados referentes ao congestionamento nos municípios estudados, o que leva a concluir que esse dado não é de interesse das gestões públicas ou o setor não possui conhecimento de sua importância para a mobilidade urbana sustentável.

b) Sistemas de Transporte Urbano

- Frequência de atendimento do transporte público

Para obtenção do *score* do indicador, Costa (2008) indica que deve ser identificada a frequência média de atendimento do serviço de transporte público por ônibus nos horários de pico. Ela define que a análise da frequência de atendimento do transporte público deve ser realizado nos intervalos de 7h às 10h e 16h às 19h, considerando esses horários como o de pico.

Na cidade de João Pessoa, segundo o Plano de Mobilidade Urbana (2020), verificou-se que os horários com maior fluxo de veículos correspondem aos intervalos de 6h45 às 7h45 e 16h30 às 18h30, ainda observa-se dois períodos de aumento de demanda do transporte no meio do dia, um às 11h e outro às 12h30, essa demanda representa as viagens por motivo estudo.

Há divergência entre o intervalo de horário sugerido na metodologia e o identificado na cidade em estudo. Para verificar o impacto dessa divergência, calculou-se o indicador com o horário de pico previsto na metodologia e o horário de pico real identificado em estudos locais. Assim, obteve-se 36 e 25 minutos, respectivamente.

Em cidades de grande porte em que o fluxo de automóveis é mais intenso, essa diferença pode ser ainda maior, o que acarretaria uma alteração no resultado obtido e conseqüentemente

no *score* avaliado. Portanto, sugere-se que seja estabelecido um estudo local prévio que indique efetivamente o horário de pico do município em estudo, de modo que esse horário seja flexível e personalizado conforme a realidade local.

- Pontualidade

A pontualidade é essencial para que o usuário sinta confiança e escolha utilizar o sistema de transporte público. O indicador “pontualidade” sugere a avaliação da pontualidade em relação a 4 aspectos:

1. Viagens programadas, mas que não foram realizadas;
2. Viagens programadas, mas que não foram realizadas por inteiro;
3. Viagens concluídas com atraso superior a cinco minutos;
4. Viagens iniciadas com adiantamento superior a três minutos.

O rigor no indicador “pontualidade” exigida pelos aspectos 3 e 4 seria melhor identificado em municípios que possuem vias com faixas exclusivas para ônibus na totalidade do trajeto. Em João Pessoa, as vias exclusivas estão presentes apenas em alguns trechos do trajeto, ou seja, existe uma grande interferência do trânsito local e do fluxo de veículos ao longo do dia.

Foram obtidos os dados referentes a pontualidade do transporte público urbano na cidade de João Pessoa, as informações estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Número de viagens para o mês de maio e abril de 2019 na cidade de João Pessoa

Mês	Viagens programadas	Viagens registradas	Viagens realizadas	Viagens cumpridas	ICVreg	ICVreal	ICH
2019-mai	112.533	108.299,0	105.220,0	65.102	96,2%	93,5%	57,9%
2019-abr	109.236	103.584,0	100.292,0	59.225	94,8%	91,8%	54,2%

Fonte: SEMOB (2020)

Em que:

- Viagens programadas: número de viagens programadas;
- Viagens registradas: número de viagens registradas no Sistema de Bilhetagem Eletrônica;
- Viagens realizadas: número de viagens realizadas, após ponderação que identifica viagens incompletas ou não realizadas;

- Viagens cumpridas: número de viagens cumpridas no horário, considerando uma tolerância máxima de 5 minutos de atraso e 3 de adiantamento;
- ICVreg: Viagens registradas/Viagens programadas;
- ICVreal: Viagens realizadas/Viagens programadas;
- ICH: Viagens cumpridas/Viagens programadas.

Para os meses de maio e abril de 2019, pode-se observar que a relação entre o número de viagens cumpridas e o número de viagens programadas (ICH) apresenta percentual na faixa de 50%, enquanto a relação entre o número de viagens realizadas e o número de viagens programadas (ICVreal) encontra-se na faixa de 90%. A diferença é considerável, visto que a pontualidade do transporte da cidade em estudo possui grande influência dos demais veículos.

Sugere-se que os aspectos 3 e 4, viagens concluídas com atraso superior a cinco minutos e viagens iniciadas com adiantamento superior a três minutos, respectivamente, sejam considerados apenas para cidades que possuem vias com faixas exclusivas para ônibus na totalidade do trajeto, ou seja, aquelas que não possuem essa característica devem ser avaliadas apenas em relação aos aspectos 1 e 2, viagens programadas, mas que não foram realizadas e viagens programadas, mas que não foram realizadas por inteiro, respectivamente.

- Transporte coletivo x transporte individual

Costa (2008) indica que a obtenção do *score* do indicador “transporte coletivo x transporte individual” se dá através da razão entre o número diário de viagens na área urbana do município realizadas por modos coletivos e o número diário de viagens realizadas por modos individuais de transporte motorizado.

Como a consolidação dos estudos do Plano Diretor de Mobilidade Urbana de João Pessoa fora concluído na mesma época que a avaliação do indicador, os dados de Pesquisa Origem Destino estavam disponíveis. Caso contrário, não seria possível calcular o indicador, como foi o caso de Miranda (2010), que aplicou o IMUS na cidade de Curitiba (PR).

Miranda (2010) identificou que o planejamento se deu de forma diferenciada, sendo realizado em longo prazo, ou seja, o Plano Diretor ultrapassou as administrações políticas. Dessa forma, informações como distâncias percorridas e tempos de viagens não foram obtidos, refletindo no desconhecimento das principais características das viagens realizada na cidade.

Dependendo do porte da cidade, esse é um grande desafio enfrentado pela administração local. Conseguir finalizar um Plano Diretor a ponto de compilar as informações entre as gestões políticas. Outro exemplo foi o da pesquisa realizada por Moraes (2012), que aplicou o IMUS na cidade de Anápolis em Goiás e aponta que, após pesquisa com gestores, seriam necessários muitos anos para coleta, tratamento e melhoria dos dados.

É de suma importância o entendimento por parte dos gestores de que a mobilidade urbana não é um plano de gestão pública de 4 anos, mas sim um plano de curto e médio prazo incorporado em visão e estratégia de longo prazo, o que beneficia a população como um todo.

- Modos não motorizados x modos motorizados

Costa (2008) apresenta como valor de referência do indicador a razão entre o número diário de viagens na área urbana realizadas por modos não motorizados e o número diário de viagens realizados por modos motorizados de transporte.

De modo semelhante ao indicador “transporte coletivo x transporte individual”, a conclusão dos estudos do Plano Diretor de Mobilidade Urbana de João Pessoa fora finalizada na mesma época que a avaliação do indicador, ou seja, os dados exigidos na metodologia estavam disponíveis. No entanto esse indicador apresentou as mesmas limitações encontradas no indicador “transporte coletivo x transporte individual”.

Maia (2013) realizou a avaliação da qualidade do transporte público sob a ótica da mobilidade urbana na cidade de Fortaleza (CE), e verificou que o último investimento para o desenvolvimento de um estudo de Origem-Destino aconteceu em 1996 cujo resultado já se encontrava em um cenário crítico. Desde então não fora desenvolvida outra pesquisa para verificar a atual situação, o que acarretou na impossibilidade do cálculo do indicador “modos não motorizados x modos motorizados” devido aos dados disponíveis estarem ultrapassados.

É notório o desinteresse ou falta de conhecimento da importância dos dados por parte das gestões em relação a obtenção de informações relevantes para melhoria da mobilidade urbana nas cidades brasileiras.

- Terminais intermodais

O cálculo do *score* do indicador é obtido, segundo Costa (2008), através da identificação da porcentagem dos terminais de transporte que permitem integração entre dois ou mais modos de transporte público.

Na cidade de João Pessoa só existe um modo urbano de transporte municipal, o ônibus, assim não há integração intermodal nos terminais. Essa constatação classifica o indicador com *score* 0,0.

Em cidades que possuem apenas um modo de transporte público coletivo, os parâmetros do indicador podem levar a uma avaliação negativa e não necessariamente condizente com a realidade local. Dessa forma, seria interessante relacionar o indicador “terminais intermodais” com o indicador “diversidade de modos de transporte” também presente no domínio Sistemas de Transporte Urbano.

Assim, em cidades que possuem *score* baixo no indicador “diversidade de modos de transporte”, também resultará em um baixo *score* do indicador “terminais intermodais”, visto que ambos os indicadores estão interligados e não há coerência na existência de terminais que integram diversos modos de transportes.

De fato, a integração física dos meios de transporte influencia para uma redução nos tempos de deslocamento, acarreta em uma melhor segurança e facilidade no deslocamento. Porém, não ter mais de um modo de transporte público na cidade não significa que a mobilidade é ruim ou limitada. Pode significar apenas que um único modo é o mais apropriado para o município, necessitando a avaliação conjunta de outras variáveis.

Sugere-se que em municípios cujo *score* do indicador “diversidade de modos de transporte” seja baixo ou quando for inexistente terminais intermodais da cidade, o cálculo do indicador “terminais intermodais” seja reavaliado e, quando pertinente, desconsiderado da lista de indicadores para cálculo final do IMUS Global.

- Tarifas de transporte

Segundo Costa (2008), para obtenção do *score* do indicador “tarifas de transporte” é preciso verificar a relação entre o aumento das tarifas de transporte público e os índices inflacionários. A metodologia sugere que a variação no preço da tarifa seja comparada aos principais índices inflacionários. São esses o Índice Geral de Preços (IGP-DI) calculado pela

Fundação Getúlio Vargas (FGV), o Índice de Preços do Consumidor (IPC) calculado pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE) e o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) calculado pelo IBGE.

O IGP é um índice que mede a variação de preços da economia brasileira dentro de um período. Ele mede apenas a disponibilidade interna, deixando de considerar produtos e serviços exportados. O IPC mede a variação de preços de um conjunto fixo de bens e serviços componentes de despesas habituais de famílias com nível de renda situado entre 1 e 33 salários mínimos mensais. O IPCA mede a variação de preços do mercado para o consumidor final.

Observou-se que todos os índices mensuram o aumento no preço apenas dos insumos, no entanto, a variação da tarifa de transporte público depende de outros fatores como a quantidade de passageiros e salário dos funcionários e colaboradores.

No Brasil nos últimos 10 anos, ocorreu um decréscimo de aproximadamente 35% no número de passageiros transportados. Isso se deu devido ao alto custo do serviço de transporte público e baixos investimentos na priorização do sistema de transporte coletivo para que seja fornecido um serviço atrativo em termos de tempo de viagem, conforto e segurança.

Essa queda acarreta aumento da tarifa de transporte para suprir o *déficit* de passageiros. Além disso, têm-se presenciado cada vez mais greves dos servidores em busca de salários melhores. Esses reajustes também influenciam no valor final da tarifa de transporte e não possui relação direta aos índices indicados na metodologia.

Em municípios que presenciaram uma grande queda no número de passageiros em detrimento a um aumento no salário dos funcionários poderá correr um elevado aumento no valor da tarifa, de modo que no momento de comparação com os índices sugeridos por Costa (2008) ocorrerá uma disparidade em relação ao aumento do valor final.

Para um resultado mais representativo sugere-se que a comparação seja realizada com os índices supracitados, mas também leve em consideração os demais parâmetros que influenciam diretamente no valor final da tarifa.

5.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DO IMUS

Após aplicação e análise da ferramenta, foi possível compilar as principais vantagens e desvantagens identificadas durante o processo. O Quadro 5 apresenta os pontos observados.

Quadro 7: Comparativo das vantagens e desvantagens do uso do IMUS

Vantagens	Desvantagens
Ferramenta robusta que abrange todos os aspectos possíveis acerca da mobilidade.	Ferramenta de longa aplicabilidade com 87 indicadores.
Existência de guia explicativo elaborado por Costa (2008) para aplicação correta.	Alguns indicadores com alto índice de complexidade para obtenção de dados.
Presença de sistema de pesos que compensam os indicadores cujo cálculo não foi possível.	Na ausência de dados é sugerido que um técnico seja consultado para atribuição do <i>score</i> , o que pode gerar falhas.
O cálculo dos indicadores não requer conhecimento matemático avançado.	Dependência de dados de órgãos públicos, alguns de difícil acesso ou até mesmo inexistentes.
Aplicável em cidades de médio e grande porte.	Pode ocorrer dificuldade em identificar o porte da cidade conforme metodologias.

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que mesmo o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável sendo uma ferramenta robusta, abrangente, amplamente aplicada no Brasil e com orientação para aplicação correta, existem dificuldades e entraves particulares que são encontrados durante sua aplicação de acordo com o porte da cidade, a gestão vigente e os dados disponíveis.

A dependência de dados de órgãos públicos e a longa lista de informações necessárias para obtenção dos *scores* dos indicadores acaba por dificultar a conclusão do estudo. Alguns indicadores, como os apresentados ao longo do capítulo 5, apresentam inconsistências e entraves, o que pode gerar uma interpretação errônea acerca da mobilidade urbana na cidade em estudo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento da urbanização e do número de automóveis individuais motorizados, surge a necessidade de conter os impactos gerados por esses fenômenos. No que diz respeito a identificação dos pontos mais críticos atrelados a mobilidade, faz-se necessário o uso de ferramentas robustas que sirvam como apoio para um melhor diagnóstico e gerenciamento da mobilidade urbana.

Diante desse cenário, identificaram-se metodologias que visam apontar os principais problemas da mobilidade urbana. Como a proposta pela Equipe Mobilize Brasil (2011), as duas versões do Índice de Mobilidade Sustentável (IMS), proposto por Machado (2010) e por Campos e Ramos (2005) e o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), desenvolvido por Costa (2008).

O IMUS foi a ferramenta utilizada nesse trabalho de modo que nos anos de 2019 e 2020 ele foi aplicado na cidade de João Pessoa (PB) por um grupo de pesquisadores da Universidade Federal da Paraíba. O estudo gerou a oportunidade de avaliar a aplicabilidade da metodologia e identificar as possíveis inconsistências, realizando-se comparação com estudos de outros pesquisadores que utilizaram o IMUS como ferramenta. Conforme plano de trabalho da pesquisa, trabalhou-se com dois domínios: “Tráfego e Circulação Urbana” e “Sistemas de Transporte Urbano”.

A principal dificuldade enfrentada foi o fato de a maioria das informações dependerem do banco de dados e organização de órgãos públicos. Em situações em que se tornou necessário o uso de dados específicos, os órgãos possuíam as informações apenas de maneira abrangente. Dessa forma, foi preciso solicitar a filtragem dos dados de modo que essa filtragem só foi concluída após alguns meses, o que gerou um aumento no tempo requerido para cálculo do IMUS.

No domínio “Tráfego e Circulação Urbana” foram verificadas inconsistências em dois dos nove indicadores: “prevenção de acidentes” e “congestionamento”. Enquanto no domínio “Sistemas de Transporte Urbano” foram verificadas inconsistências em seis dos dezoito indicadores: “frequência de atendimento do transporte público”, “pontualidade”, “transporte coletivo x transporte individual”, “modos não motorizados x modos motorizados”, “terminais intermodais” e “tarifas de transporte”.

Observou-se é que a ferramenta dispõe de indicadores que não consideram o porte da cidade em estudo, como é o caso do indicador “prevenção de acidentes”. Mesmo a metodologia apontando que o IMUS é aplicável a cidades de médio e grande porte, existe uma grande variação em relação a dimensão territorial, densidade populacional e aspectos relacionados ao tamanho da cidade, assim, é relevante que seja especificado um espaço amostral proporcional para indicadores cujos dados são muito densos devido ao porte do município.

Os indicadores “frequência de atendimento do transporte público”, “pontualidade” e “terminais intermodais” não consideram particularidades da cidade como o horário de pico, existência de vias exclusivas em todo o trajeto do transporte público e número de modos de transporte existentes.

No indicador “congestionamento” tanto em João Pessoa (PB) como em outros municípios como Curitiba (PR) e Anápolis (GO) não foram identificados dados referentes ao congestionamento.

No manual de aplicação do IMUS, Costa (2008) indica que, quando não há dados para realizar o cálculo do indicador, é possível atribuir um *score* através de consulta a técnico especialista na área. No entanto, sem uma base de cálculos a possibilidade de existir erros na classificação do indicador é bastante considerável, visto que a percepção pessoal dos indivíduos pode ser influenciada pelo seu meio, o que ocasionaria erros no resultado final do IMUS, não sendo representativo a realidade.

Os indicadores “transporte coletivo x transporte individual” e “modos não motorizados x modos motorizados” foram classificados com alto índice de complexidade de modo que o cálculo só seria possível a longo prazo. Morais (2012) em sua pesquisa sobre a aplicação do IMUS na cidade de Anápolis (GO) aponta que, após consulta a gestor, verificou que o indicador requereria informações cuja coleta e refinamento dos dados levariam muitos anos.

Já o indicador “tarifas de transporte” não considera aspectos que possuem influência direta no valor da tarifa como a quantidade de passageiros e salário dos funcionários e colaboradores no ano de referência.

A ferramenta possui um sistema de pesos que visa compensar os indicadores que não são calculados para que o domínio não sofra com a ausência de dados. Porém, é importante observar que indicadores não calculados podem camuflar pontos fracos no resultado final do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável, pois, caso o domínio apresente muitos indicadores

ausentes, essa compensação da ferramenta pode provocar um desequilíbrio no cálculo final do índice global e gerar um resultado não representativo da região estudada.

Por ser composto por 87 indicadores, o IMUS configura, de maneira geral, em uma ferramenta bastante extensa e com grande volume de dados. Assim, do ponto de vista prático, o seu uso é recomendado quando há tempo hábil para pesquisa e boa qualidade e disponibilidade de dados, ou seja, em casos em que o prazo para obtenção do resultado seja curto e os dados sejam mais restritos, recomenda-se o uso de outras ferramentas como as duas versões do Índice de Mobilidade Sustentável (IMS) propostas por Machado (2010) e Campos e Ramos (2005), que possuem uma abordagem mais objetiva, com menos indicadores mas ainda com resultado representativos.

Nesse sentido, é importante que os resultados obtidos na pesquisa sejam apresentados aos órgãos responsáveis pela mobilidade urbana para que seja criado um banco de dados mais abrangente que servirá como base para tomada de decisões futuras. Para trabalhos futuros sugere-se que a análise da aplicabilidade seja realizada para os demais domínios. Assim, os aspectos analisados nesse trabalho em conjunto com pesquisas posteriores servirão como material essencial para gerar aperfeiçoamento na obtenção de resultados mais representativos em relação a cidade avaliada.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSUNÇÃO, Miriellen Augusta da et al. **Indicadores de mobilidade urbana sustentável para a cidade de Uberlândia, MG.** 2012.
- BARBOSA, I. G. 2019. **Revisão crítica sobre os indicadores de mobilidade urbana sustentável: o caso de João Pessoa.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, BRASIL.
- BORN, L.N. **Plano Diretor, Transporte e Mobilidade Urbana.** In: V Conferência das Cidades. Cidade Cidadã - Cidade Saudável: Os Novos Desafios do Planejamento Urbano. Brasília: Câmara dos Deputados, 2003.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Política Nacional de Mobilidade Urbana.** 2013
- BRASIL. **“PlanMob”, Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana.** 2007, Ministério das Cidades.
- BRASÍLIA, Confederação Nacional de Municípios. **Mobilidade Urbana e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** Brasília. 2018.
- CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa; RAMOS, Rui AR. **Proposta de índice de mobilidade sustentável para áreas urbanas.** 2005.
- CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. **Mobilidade urbana sustentável: conceitos, tendências e reflexões.** 2016.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso Futuro Comum.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.
- DE CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro. **Desafios da mobilidade urbana no Brasil.** Texto para Discussão, 2016.
- COSTA, M. da S. **Um índice de mobilidade urbana sustentável.** Escola de Engenharia de São Carlos-USP. São Carlos, 2008.
- COSTA, Marcela da Silva et al. **Viabilidade de um sistema de indicadores de mobilidade urbana sustentável no Brasil e em Portugal.** 2005.
- COSTA, M. da S.; RAMOS, Rui AR; SILVA, Antônio Néelson Rodrigues da. **Índice de mobilidade urbana sustentável para cidades brasileiras.** 2007.
- GUDMUNDSSON, Henrik et al. **Sustainable transportation: Indicators, frameworks, and performance management.** 2016.
- HCM (2000). **Highway Capacity Manual.** TRB, NRC, Washington, DC, EUA, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação.** 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). COORDENAÇÃO DE TRABALHO E RENDIMENTO. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores - 2015: Brasil, grandes regiões e unidades da Federação.** IBGE, 2016.
- LOPES, Flávia. **As cidades para os pedestres.** A3 Revista de Jornalismo Científico e Cultural da Universidade Federal de Juiz de Fora, n. 4, 2013.
- MACHADO, Laura. **Índice de Mobilidade Sustentável para avaliar a qualidade de vida urbana: estudo de caso Região Metropolitana de Porto Alegre-RMPA.** 2010.
- MAGAGNIN, Renata Cardoso; DA SILVA, Antônio Néelson Rodrigues. **A percepção do especialista sobre o tema mobilidade urbana.** Transportes, v. 16, n. 1, 2008.

MAIA, Ana Cecília Lima. **Avaliação da qualidade do transporte público sob a ótica da mobilidade urbana sustentável - O caso de Fortaleza**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Ministério das Cidades, 2004. **Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável**. Disponível em: <<http://www.ta.org.br/site/Banco/7manuais/6PoliticaNacionalMobilidadeUrbanaSustentavel.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

MIRANDA, Hellem de Freitas. **Mobilidade urbana sustentável e o caso de Curitiba**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MOBILIZE. **Diagnóstico da mobilidade urbana sustentável em capitais brasileiras**. São Paulo: Mobilize, 2011.

MORAIS, Maria da Piedade et al. **Infraestrutura Social e Urbana no Brasil: subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas**. 2010.

MORAIS, Talita Caetano de. **Avaliação e seleção de alternativas para promoção da mobilidade urbana sustentável: o caso de Anápolis, Goiás**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PONTES, Taís Furtado. **Avaliação da mobilidade urbana na área metropolitana de Brasília**. 2010.

PREFEITURA DE JOÃO PESSOA. **Secretaria de Infraestrutura**, 2019. Disponível em: <<https://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretaria/seinfra/>>. Acesso em: 12 de mai. de 2021.

PREFEITURA DE JOÃO PESSOA. **Secretaria de Planejamento**, 2020. Disponível em: <<https://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretaria/seplan/>>. Acesso em: 12 de mai. de 2021.

RAIA JUNIOR, Archimedes Azevedo; SILVA, Antônio Néelson Rodrigues da; BRONDINO, Nair Cristina Margarido. **Comparação entre medidas de acessibilidade para aplicação em cidades brasileiras de médio porte**. Anais. Rio de Janeiro: ANPET/UFRJ, 1997.

RUBIM, Barbara; LEITÃO, Sérgio. **O plano de mobilidade urbana e o futuro das cidades**. Estudos avançados, v. 27, n. 79, p. 55-66, 2013.

SANTOS, André Victor de França. **Contextualização da mobilidade urbana no município de João Pessoa**. 2018.

SUPERINTENDÊNCIA EXECUTIVA DE MOBILIDADE URBANA. SEMOB-JP, 2021. Quem somos. Disponível em: <<https://servicos.semobjp.pb.gov.br/institucional/quem-somos/>>. Acesso em: 12 de mai. de 2021.

VASCONCELLOS, E. A. **O Transporte urbano no Brasil**. Le Monde Diplomatique Brasil, 2012. Disponível em: <<https://diplomatie.org.br/o-transporte-urbano-no-brasil/>>.